

cmr Instrumentation

Usikkerhetsbetraktninger

Flerfasemåling ifm eierskapsallokering

NFOGM Temadag

15.3.2013

Kjetil Folgerø, Jan Kocbach og Kjell-Eivind Frøysa



Bakgrunn

- Flerfasemålere benyttes i forbindelse med eierskapsallokering
- Presentasjonen basert på analyser av målesystem operert av Statoil
 - Total hydrokarbonmasse måles
 - Målingene korrigeres mot referansemålinger i testseparator
 - Reduksjon av systematiske feil
 - PVT-data beregnet i målecomputer som input til flerfasemålere
- Presentasjonen er basert på analyser av følgende felt
 - Alve
 - Morvin
 - Tyrihans
 - Visund Sør
 - Hyme
 - Skuld

Metodikk for usikkerhetsanalyser

- ISO-GUM

Primærmålinger med
tilhørende usikkerhetsverdier

$$u(T), u(WLR), \dots$$



Målefunksjon

$$M_{HC} = f(\dots)$$



Kombinert usikkerhet
(usikkerhetsmodell)

$$u(M_{HC})$$

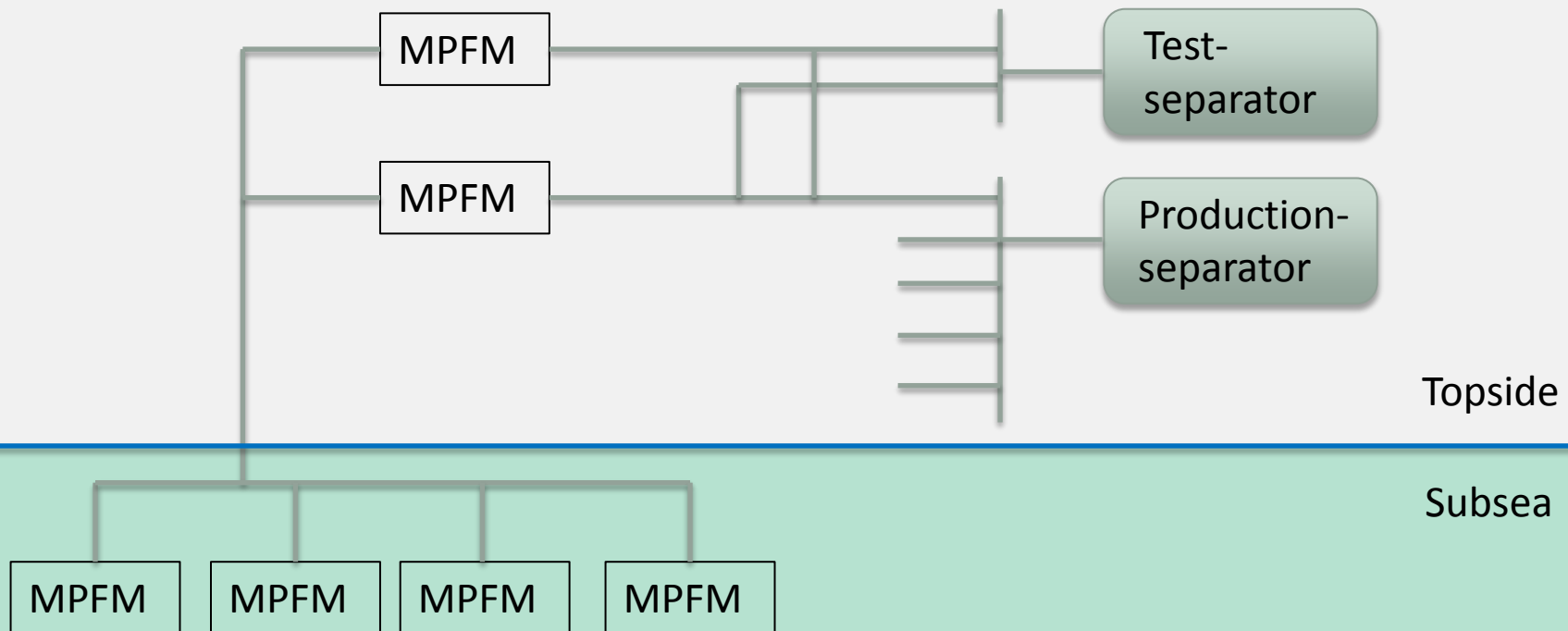
$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N c_i^2 u^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N c_i c_j u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j)}$$

$$r(x_i, x_j) = \frac{u(x_i, y_j)}{u(x_i)u(x_j)}$$

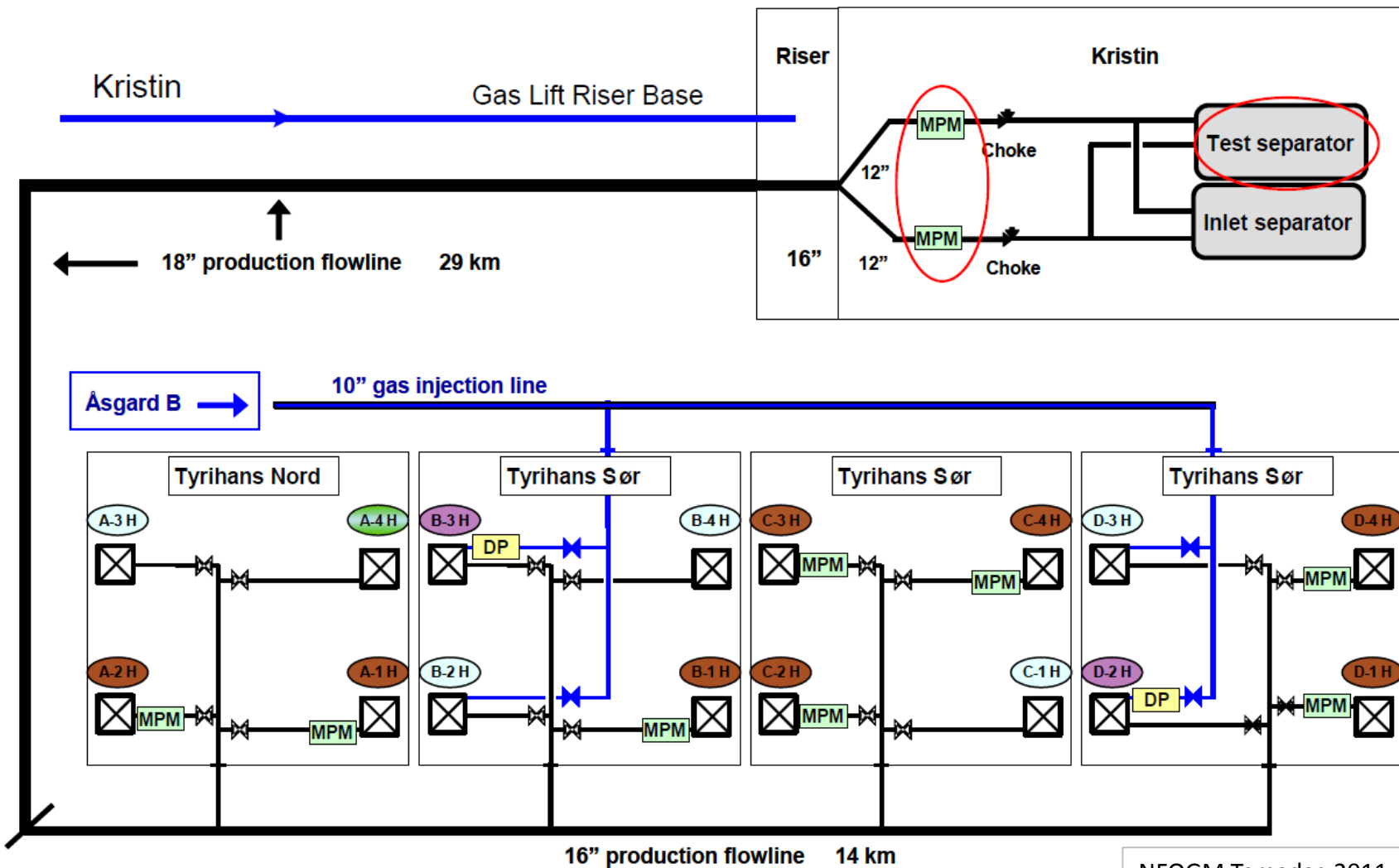
$$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

Typisk Målesystem

- Flerfasemålere for allokering
 - Topside flerfasemålere for allokering
 - Korrigering mot referansemålinger i testseparator



Eksempel: Tyrihans

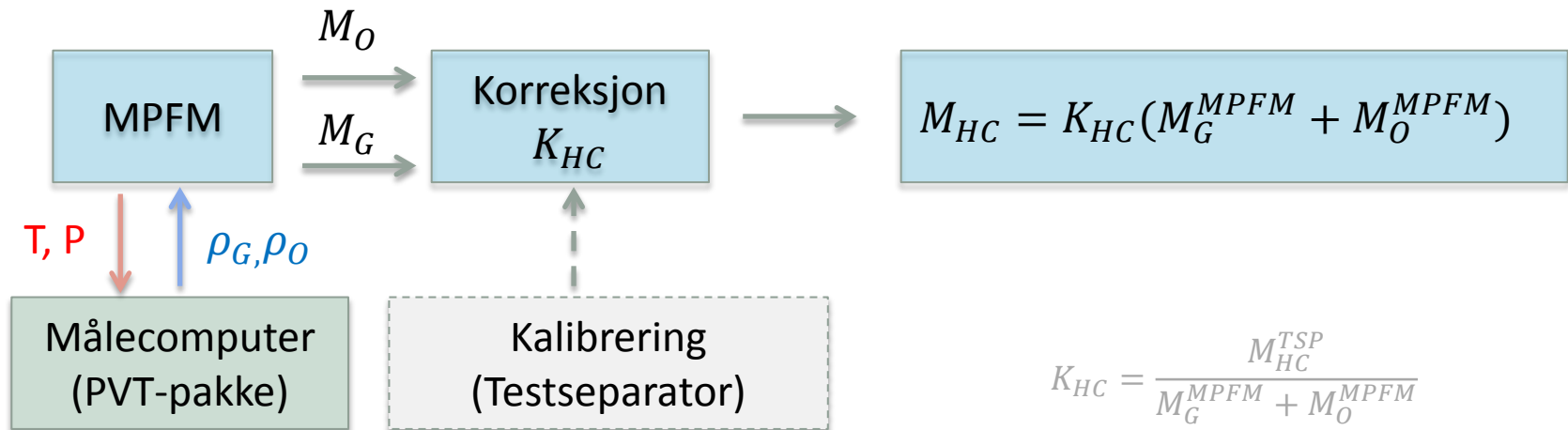


In addition there will be installed DP cells over the gas lift chokes on the oil producers and over the choke on the SRSWI for metering purposes.

NFOGM Temadag 2011
 Tyrihans og Morvin målesystem
 Eivind Lyng Soldal og Even Lillemo

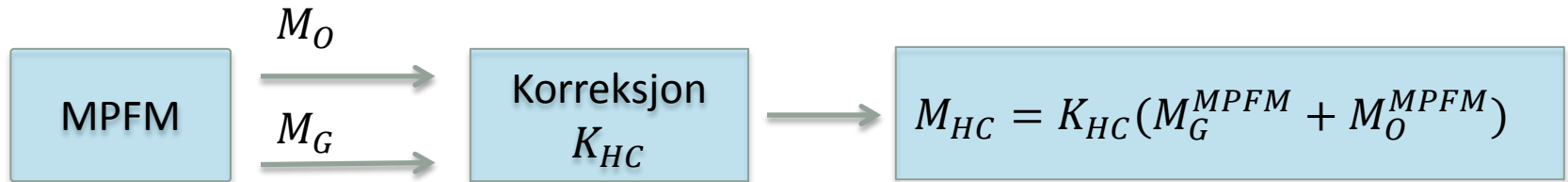
Korrigering mot testseparator

- Korrigering mot testseparator for å redusere systematiske feil
- Korrigering basert på total hydrokarbonmasse

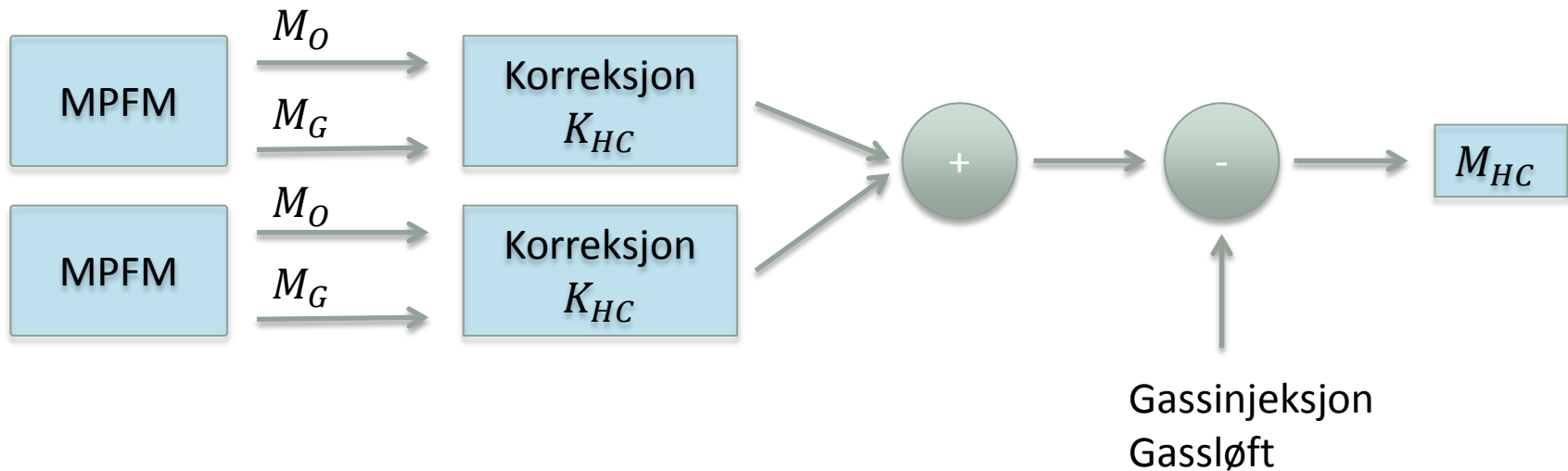


Korrigering mot testseparator

- Én flerfasemåler



- Større system



Usikkerhetsanalyse

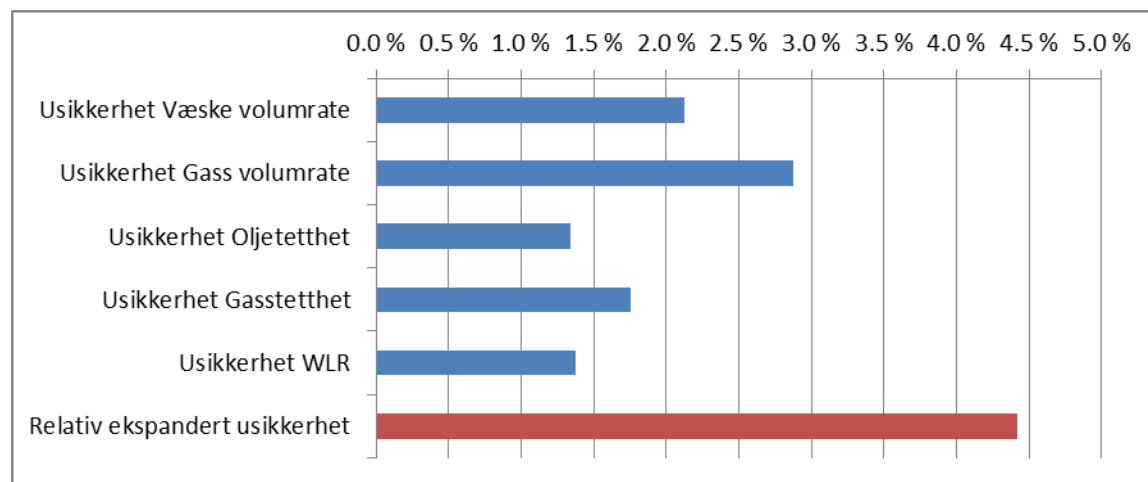
- Usikkerhet i målesystemet påvirket av følgende faktorer
 - Usikkerhet i **flerfasemålinger**
 - Usikkerhet i **referansemålinger** (testseparator)
 - Usikkerhet i **komposisjon** og flashing
 - Input data til flerfasemålere (bl.a. tetthet)
 - **Representerbarhet** av kalibreringsmålingene

Usikkerhet i flerfasemålinger

- Bidrag til usikkerhet i HC-masse
 - Usikkerhet i primærmålinger (væskerate, gassrate og WLR)
 - Usikkerhet i inngangsparametre (bl.a. tetthet)
 - Strømningsrater og -forhold, T og P
- Eksempel

| | |
|--------------|-------------|
| Gassrate | 5% |
| Væskerate | 5% |
| WLR | 2%abs |
| Oljetetthet | 3% |
| Gasstetthet | 3% |
| Total | 4.4% |

relativt ekspandert usikkerhet,
95% konfidensintervall
cmr Instrumentation



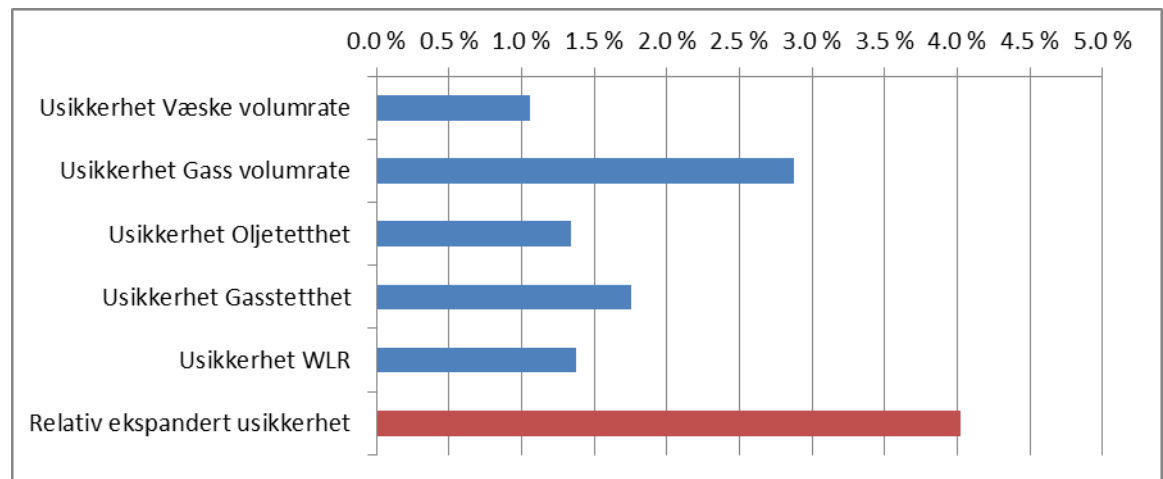
Usikkerhet én flerfasemåler

Usikkerhet i flerfasemålinger

- Bidrag til usikkerhet i HC-masse
 - Usikkerhet i primærmålinger (væskerate, gassrate og WLR)
 - Usikkerhet i inngangsparametre (bl.a. tetthet)
 - Strømningsrater og -forhold, T og P
- Eksempel

| | | |
|-------------|-------|---------|
| Gassrate | 5% | |
| Væskerate | 5% | -> 2.5% |
| WLR | 2%abs | |
| Oljetetthet | 3% | |
| Gasstetthet | 3% | |
| Total | 4.4% | -> 4.0% |

relativt ekspandert usikkerhet,
95% konfidensintervall
cmr Instrumentation

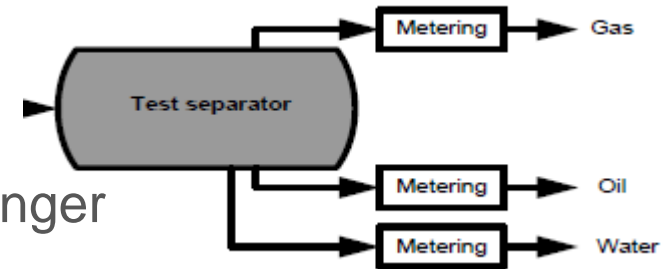


Usikkerhet én flerfasemåler

Usikkerhet i referansemålinger

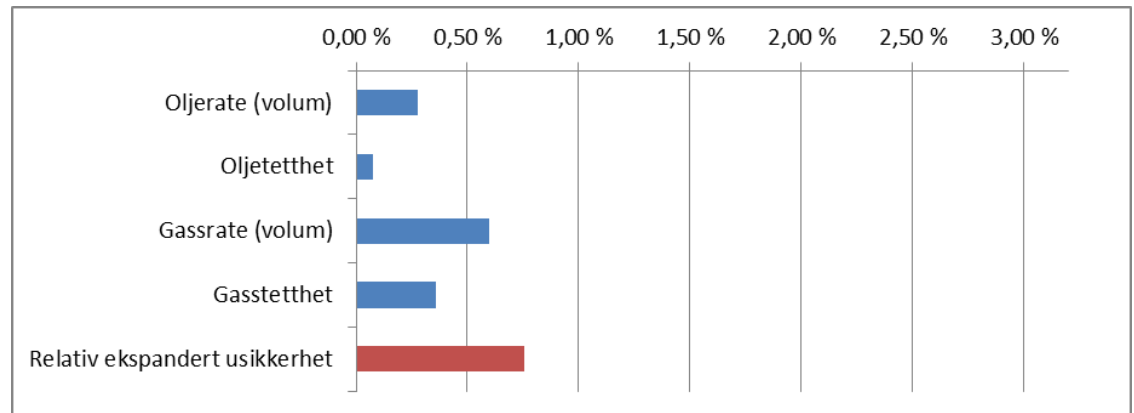
- Bidrag til usikkerhet i HC-masse

- Usikkerhet i testseparator primærmålinger (strømningsrater og tetthet)
- Kvalitet på separasjon
- Stabilitet i TSP under kalibrering, lengde av kalibreringstester, endringer i væskenivå under kalibrering



- Eksempel

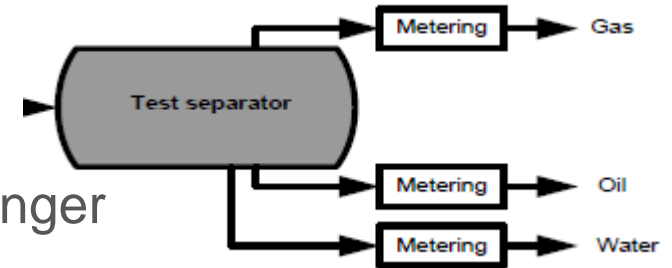
| | |
|--------------|---------------|
| Oljerate | 0.28 % |
| Oljetetthet | 0.074 % |
| Gassrate | 0.6 % |
| Gasstetthet | 0.36 % |
| Total | 0.76 % |



Usikkerhet i referansemålinger

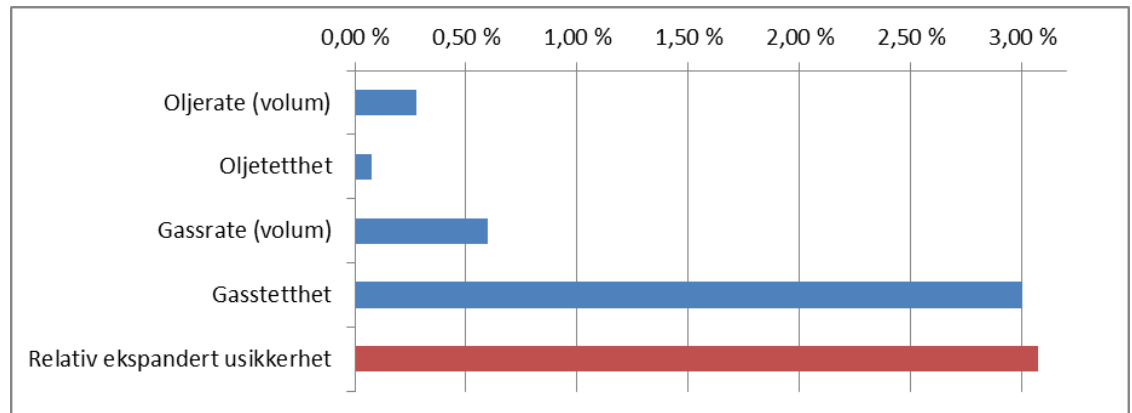
- Bidrag til usikkerhet i HC-masse

- Usikkerhet i testseparator primærmålinger (strømningsrater og tetthet)
- Kvalitet på separasjon
- Stabilitet i TSP under kalibrering, lengde av kalibreringstester, endringer i væskenivå under kalibrering



- Eksempel

| | |
|--------------|----------------------------|
| Oljerate | 0.28 % |
| Oljetetthet | 0.074 % |
| Gassrate | 0.6 % |
| Gasstetthet | 0.36 % -> 3.0 % |
| Total | 0.76 % -> 3.07 % |



Usikkerhet i komposisjon

- Bidrag til usikkerhet i HC-masse
 - Usikkerhet i PVT-beregning av tetthet
 - Usikkerhet i input-parametre til flerfasemålere
- Komposisjon påvirker usikkerhet i HC-masse via
 - Komposisjon/tetthet er input-parameter for beregning av volumrater og fraksjoner i flerfasemålerne
 - Olje- og gasstetthet ved aktuelle betingelser beregnes fra komposisjon
 - Tettheter benyttes for beregning av masserater fra volumrater
 - Tetthetsmålere i testseparator er viktig for god bestemmelse av komposisjon
- Usikkerhet i PVT-beregninger er estimert til
 - Olje-/gastetthet 3%
 - Vanntetthet 2%
 - Fraksjoner 5%

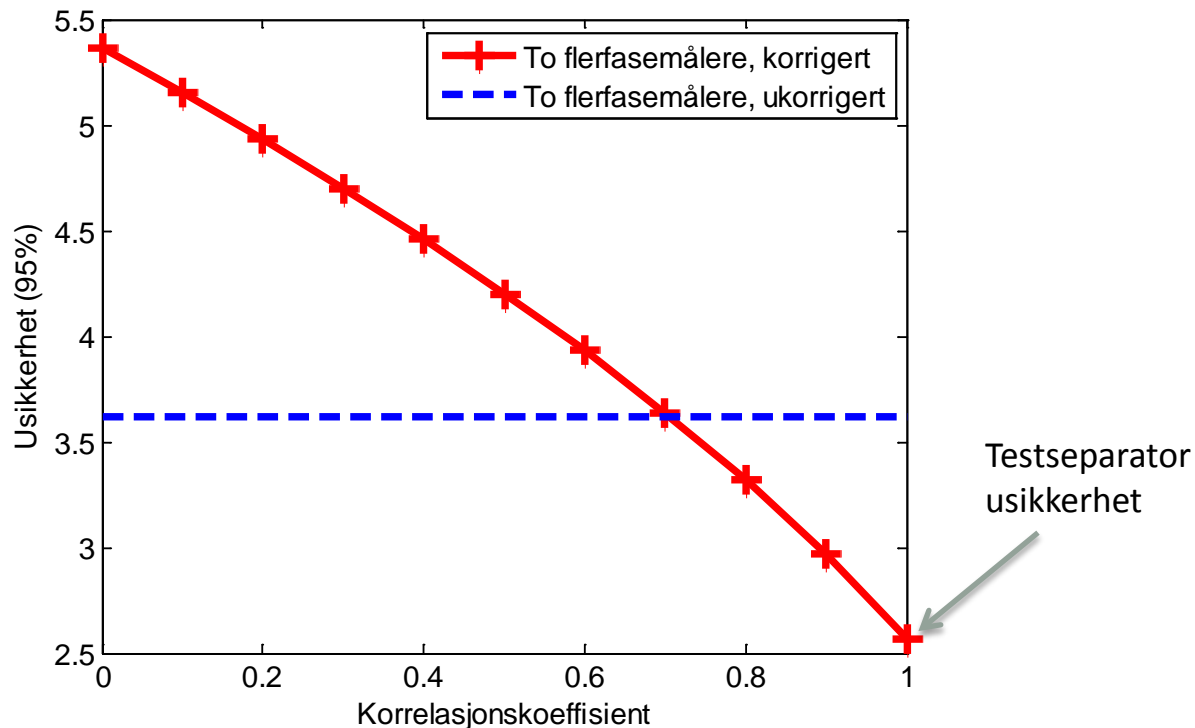
Estimates are based on Calsep's experience, and based on handling all types of fluids (gas, condensate, volatile and heavyoils)
(Ref: "FMCs Functional Design Specification")

Representerbarhet av kalibrering

- Bidrag til usikkerhet i HC-masse
 - Ulike forhold ved kalibrering og drift fører til at kalibreringen ikke er fullt ut representativ
- Usikkerhetsbidrag reduseres ved
 - Kalibrering ved full strømningsrate
 - Kalibrering ved operasjonstrykk/temperatur
 - Rekalibrering ved endringer i prosessbetingelser
 - Korte tidsintervall mellom kalibrering

Representerbarhet av kalibrering

- Representerbarheten beskrives av korrelasjonskoeffisient (r)
- Vanskelig å tallfeste representerbarheten
 - Estimeres fra analyse av måledata og «scientific judgement»



Eksempel: To MPFM i parallell

Prosessbetingelser (per MPFM)

- Vann 9 tonn/h
- Gass 54 tonn/h
- Olje 85 tonn/h
- GVF 84 %
- WLR 7 %

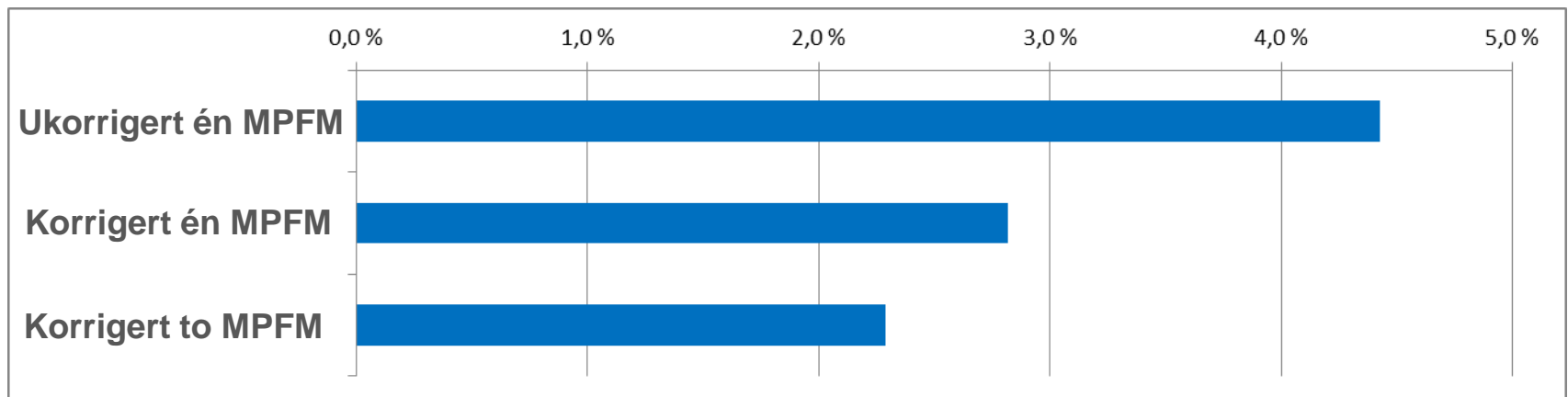
Usikkerheter MPFM

- Gass volumrate 5,00 %
- Væske volumrate 5,00 %
- WLR 2,0 %abs

Usikkerhet Testseparator

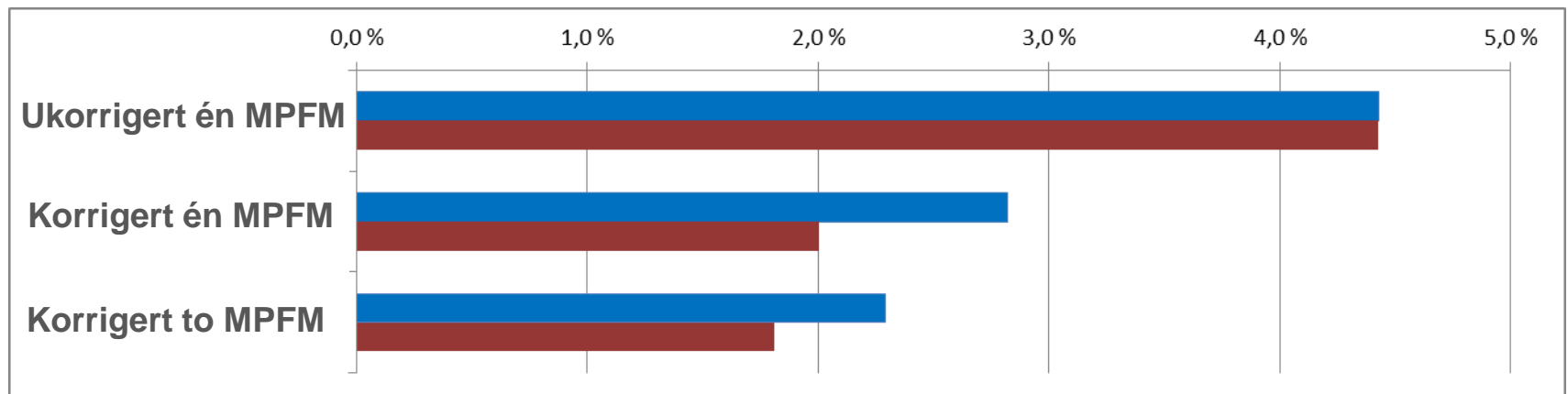
- HC-masse 0,76 %

Usikkerhet total HC-masse:



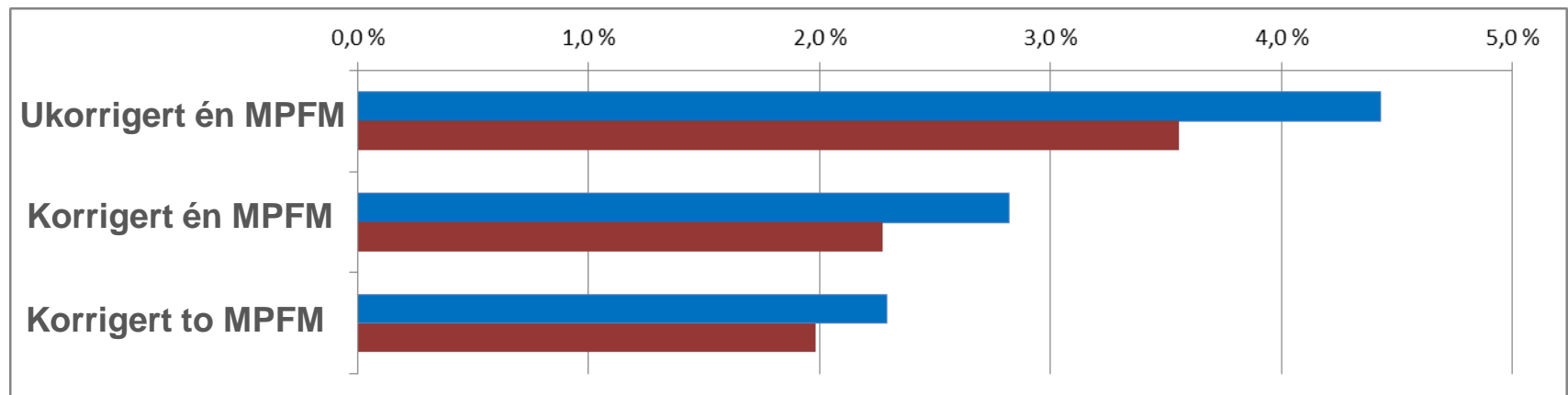
Usikkerhet i korrigert HC-masse

- Eksempel: Mer representerbar kalibrering
 - Endring av korrelasjonskoeffisient 0.8 -> 0.9
 - Gir redusert usikkerhet i korrigert HC-masse



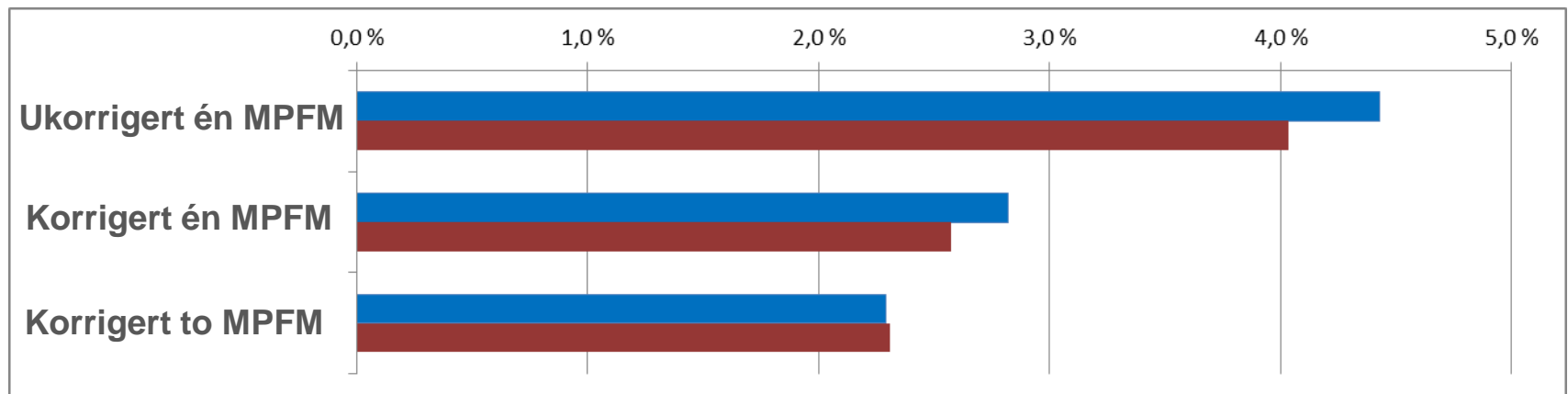
Usikkerhet i korrigert HC-masse

- Eksempel: Endring i strømningsrate (1)
 - Reduserer gassmasserate (54 tonn/h -> 42 tonn/h)
 - Gir redusert GVF: 84% -> 79%
 - Gir redusert usikkerhet i væske volumrate MPFM: 5% -> 2.5%
 - Endrer følsomhet fra usikkerhetsbidragene



Usikkerhet i korrigert HC-masse

- Eksempel: Endring i strømningsrate (2)
 - Reduserer gassmasserate (54 tonn/h -> 10 tonn/h)
 - Gir redusert GVF: 84% -> 49%
 - Gir redusert usikkerhet i væske volumrate MPFM: 5% -> 2.5%
 - Endrer følsomhet fra usikkerhetsbidragene



Viktige faktorer for lav usikkerhet

- Kalibreringsmålinger
 - Kalibrering ved full rate og aktuelle operasjonsbetingelser
 - Rekalibrering ved endringer i prosessbetingelser
 - Tidsintervall mellom kalibreringsmålinger
 - Stabilitet i TSP under kalibrering
- Komposisjon/PVT
 - Tetthetsmålere (olje og gass) i testseparator for nøyaktig bestemmelse av komposisjon
 - Korreksjonsfaktor beregnet for total hydrokarbonmasse vs separat olje- og gasskorreksjon
 - Flasherutiner (ettstegs vs flerstegs, standardbetingelser vs linjebetingelser, etc)
- Tett oppfølging
 - Analyse av måledata og kalibreringsrapporter (K-faktorer, tetthet, mm)
 - Sporbarhet (bl.a. for reallokering, usikkerhetsestimering)