



Kvalitet for olje og gass og innvirkningen på allokering

NFOGM Temadag 23.03.17 – Astrid Marie Skålvik



Christian Michelsen Research



Hvilke **konsekvenser** har det på **allokeringen** når man ikke har god nok informasjon om **kvaliteten** på olje og gass?

Plan

Motivasjon

Definisjon: ORF

Eksempel: **Pro-rata
allokering 3 felt**

Allokering-
beregninger

**Usikkerhets-
modell**

Sensitivitet

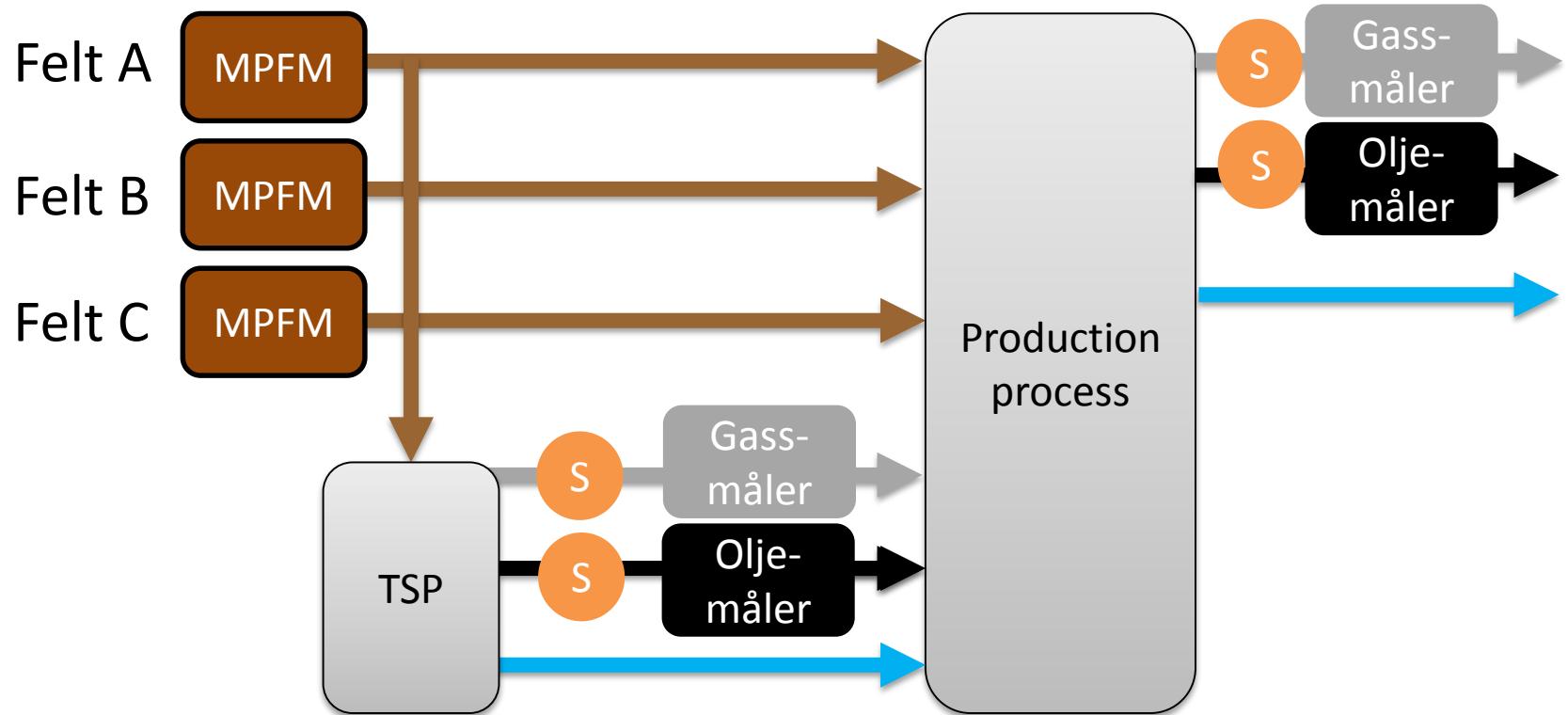
Usikkerhets-
bidrag

**Prøvetaking
Analyse**

Prosess-sim

Risiko-kost-nytte

Tre felt med felles prosessering



Hvordan skal feltene prioritieres inn mot TSP?
Hvor ofte skal man kjøre nye PVT-sim/HYSYS-simuleringer?

Motivasjon

- Hva er bakgrunnen for
 - hvordan man **prioriterer** tilgang til **TSP?**
 - **Prøvetakingsfrekvens?**
 - hvor ofte man oppdaterer **prosess-simuleringer?**

→ Vurdering av økonomisk risiko som følge av allokeringsusikkerhet kan gi en god bakgrunn for å legge opp et fornuftig prøvetakings og simuleringssregime.



Definisjoner

- Shrinkage or expansion factors
- Kappa factor
- **ORF - Oil Recovery Factor**

$$ORF = \frac{m_{oil}}{m_{HC}}$$

Field oil mass **after**
processing, at fiscal
export conditions

Field hydrocarbon
mass

$$ORF_i = \frac{m_{oil,i}}{m_{HC,i}}$$

Pro-rata allokering 3 felt

$$A_{oil,i}^{alloc} = \frac{A_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \cdot E_{oil,i}$$

$$A_{oil,i} = A_{HC,i} \cdot ORF_{A,i} = A_{HC} \cdot c_{A,i} \cdot ORF_{A,i}$$

$A_{oil,i}$: Calculated oil mass from field A per component i

$E_{oil,i}$: Oil mass measured at export metering station per component i

$c_{A,i}$: Hydrocarbon mass fraction for component i, field A

$ORF_{A,i}$: Oil recovery factor for component i, field A

Usikkerhetsmodell

$$A_{oil,i}^{alloc} = \frac{A_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \cdot E_{oil,i}$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{u(A_{oil,i}^{alloc})}{A_{oil,i}^{alloc}} \right)^2 = \\ & \left(1 - \frac{A_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(A_{oil,i})}{A_{oil,i}} \right)^2 \\ & + \left(-\frac{B_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(B_{oil,i})}{B_{oil,i}} \right)^2 \\ & + \left(-\frac{C_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(C_{oil,i})}{C_{oil,i}} \right)^2 \end{aligned}$$

$$A_{oil,i} = A_{HC} \cdot c_{A,i} \cdot ORF_{A,i}$$

$$\left(\frac{u(A_{oil,i})}{A_{oil,i}} \right)^2 = \left(\frac{u(A_{HC})}{A_{HC}} \right)^2 + \left(\frac{u(ORF_i)}{ORF_i} \right)^2 + \left(\frac{u(c_i)}{c_i} \right)^2$$

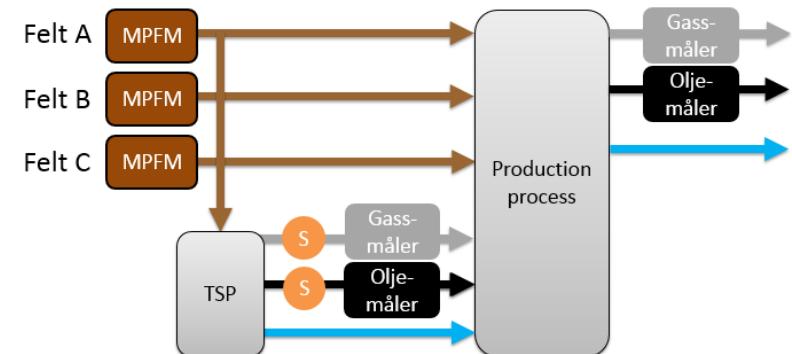
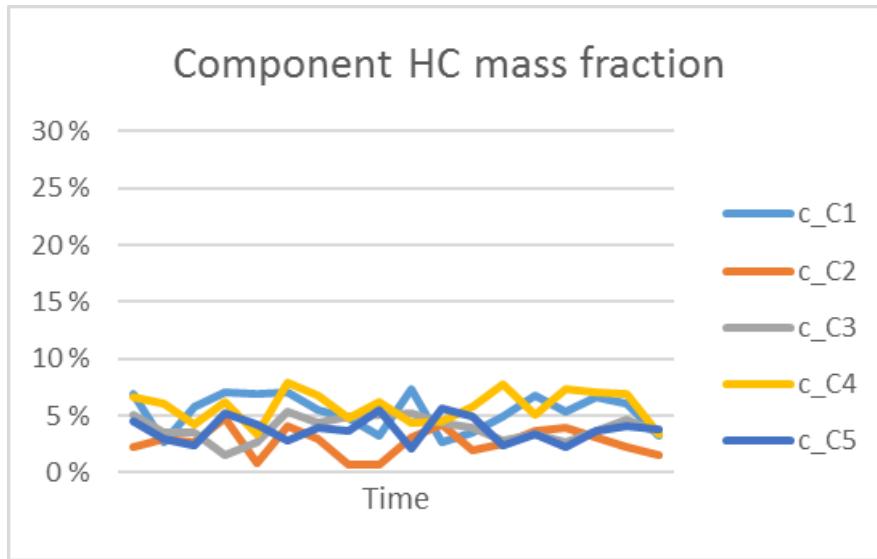
Usikkerhetsbidrag

- Prøvetaking – representativitet
- Prøvehåndtering og analyse
- Usikkerhet i prosess-simulering

$$\left. \begin{array}{c} \frac{u(c_i)}{c_i} \\ \frac{u(ORF_i)}{ORF_i} \end{array} \right\}$$

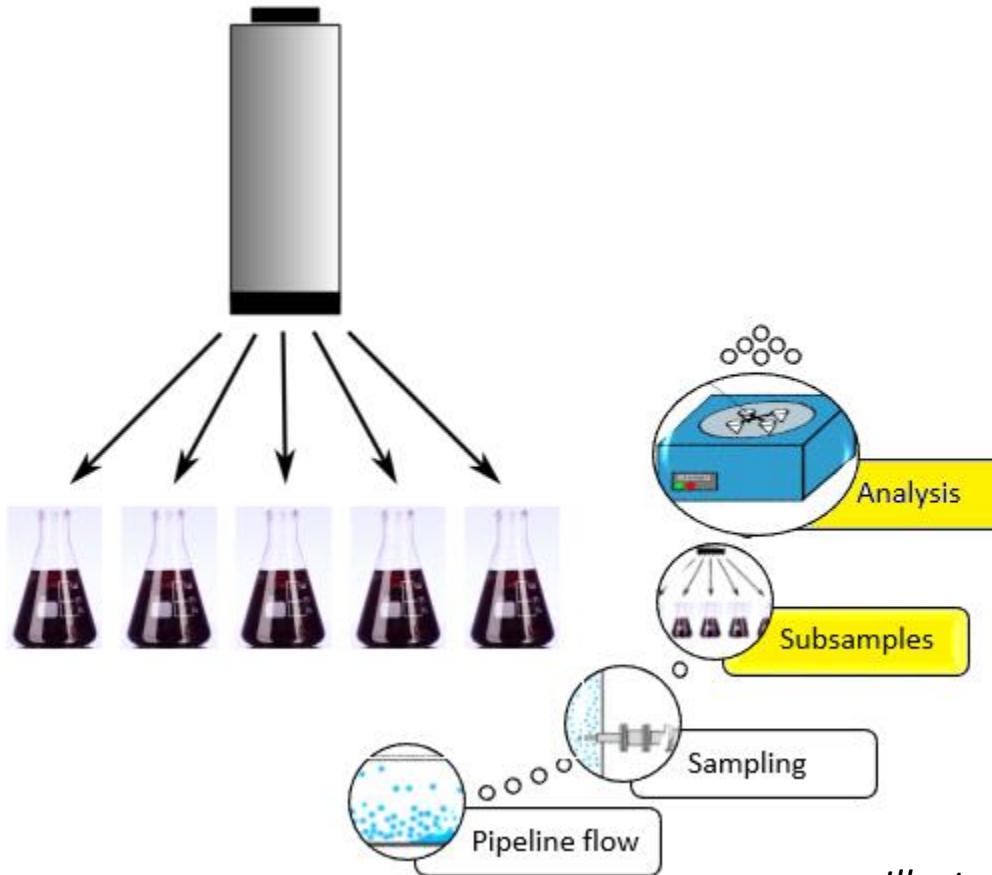
Usikkerhetsbidrag

- **Prøvetaking – representativitet**
 - Prøvetakingsprosedyre
 - Variasjon av hydrokarbon-kvalitet over tid



Usikkerhetsbidrag

- Prøvehåndtering og analyse

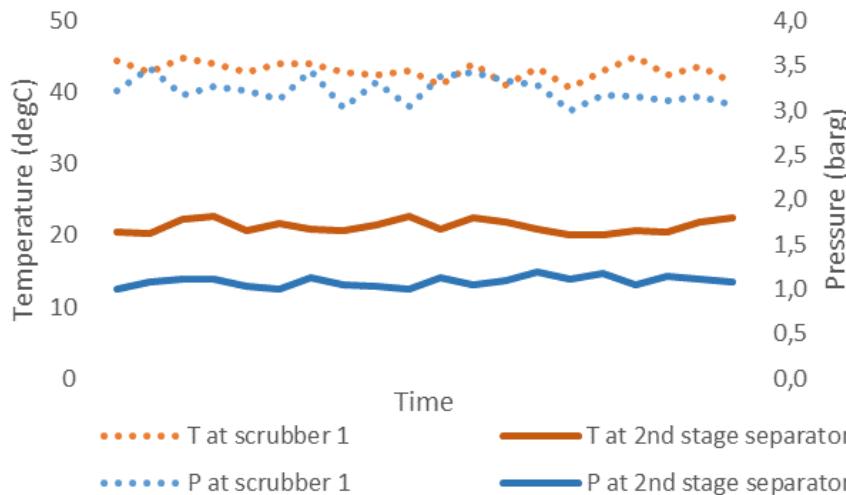


Illustrasjon fra NFOGM-kurs Fiscal metering of hydrocarbon liquids

Usikkerhetsbidrag

- **Usikkerhet i prosess-simulering**

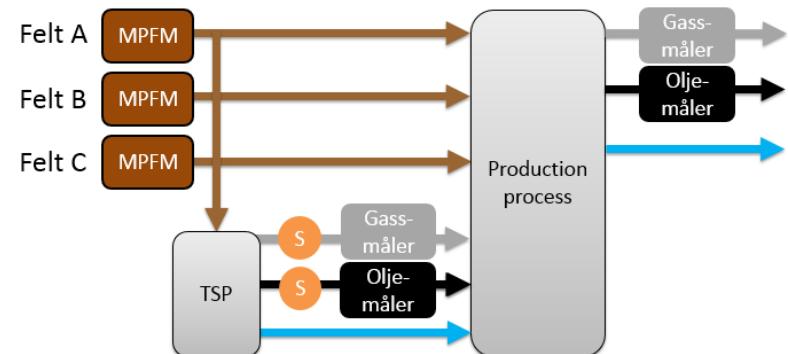
- Representativitet massekomponent fra prøvetaking og analyse: $\frac{u(c_i)}{c_i}$
- Representativitet av prosess-parametre for de forskjellige stegene:
Trykk, temperatur og strømningsrate



- Modellusikkerhet

Ref: NSFMW 2014 -Phillip-Stockton

- Process Simulation Uncertainties



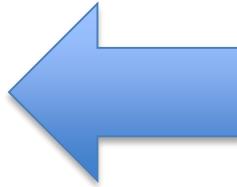
Sensitivitetsstudie

- **Overordnet mål:** Forstå hvordan prøvetaking og prosess-simuleringer påvirker kvaliteten på allokering
- **Ofte vanskelig å gi presise estimerater på inngangsusikkerheter**
--> en sensitivetsstudie vil likevel være interessant å finne påvirkning på allokeringsresultatet
- **Sensitiviteten i allokeringsresultatet kommer an på**
 - Allokeringsoppsett
 - Komposisjon / kvalitet av olje og gass
 - P&T for forskjellige trinn i produksjonsprosessen
 - Forholdet mellom strømningsrater i de forskjellige feltene
 - PVT-prosess-simuleringsoppsett

Sensitivitetsstudie

$$\left(\frac{u(A_{oil,i}^{alloc})}{A_{oil,i}^{alloc}} \right)^2 =$$

$$\begin{aligned} & \left(1 - \frac{A_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(A_{oil,i})}{A_{oil,i}} \right)^2 \\ & + \left(-\frac{B_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(B_{oil,i})}{B_{oil,i}} \right)^2 \\ & + \left(-\frac{C_{oil,i}}{A_{oil,i} + B_{oil,i} + C_{oil,i}} \right)^2 \left(\frac{u(C_{oil,i})}{C_{oil,i}} \right)^2 \end{aligned}$$



Sensitiviteten til usikkerhetsbidragene fra hvert av feltene er avhengig av forholdet mellom ratene

$$\left(\frac{u(A_{oil,i})}{A_{oil,i}} \right)^2 = \left(\frac{u(A_{HC})}{A_{HC}} \right)^2 + \left(\frac{u(ORF_i)}{ORF_i} \right)^2 + \left(\frac{u(c_i)}{c_i} \right)^2$$



$$\frac{u(ORF_i)}{ORF_i} = f \left(\frac{u(c_i)}{c_i} \right)$$

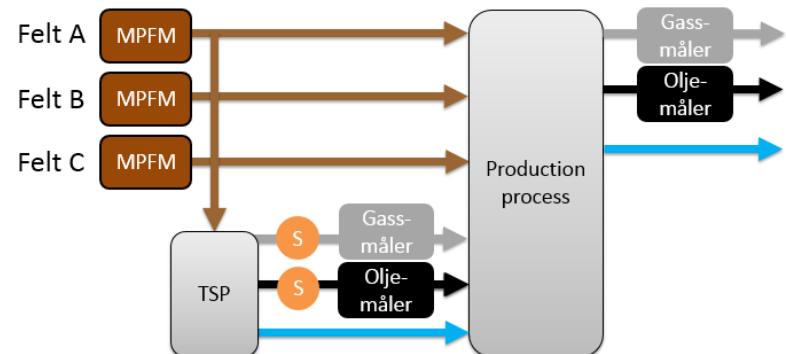
NB: Ved bruk av MPFM med komposisjon som input, vil $\frac{u(A_{HC})}{A_{HC}}$ også være avhengig av $\frac{u(c_i)}{c_i}$ (ikke tatt hensyn til her)

Usikkerhetsanalyse - eksempel

Forenklinger/antagelser:

$$\left(\frac{u(A_{oil,i})}{A_{oil,i}}\right)^2 = \left(\frac{u(A_{HC})}{A_{HC}}\right)^2 + \left(\frac{u(ORF_i)}{ORF_i}\right)^2 + \left(\frac{u(c_i)}{c_i}\right)^2$$

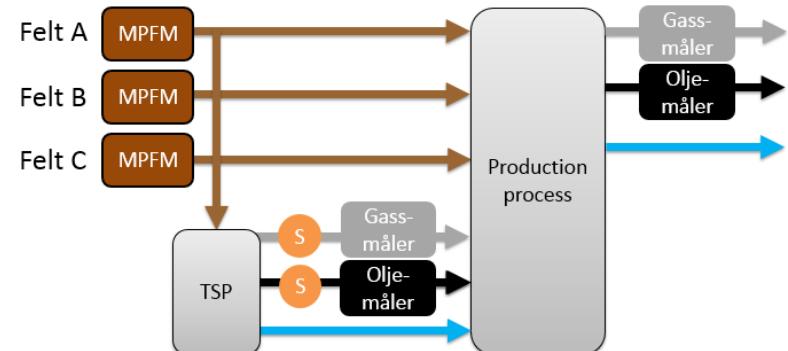
- $\frac{u(c_i)}{c_i} \propto \frac{t}{2\sqrt{N}}$ $\frac{u(repr_{P\&T})}{repr_{P\&T}} \propto \frac{t}{2\sqrt{N}}$ $\frac{u(repr_{flow\ rates})}{repr_{flow\ rates}} \propto \frac{t}{2\sqrt{N}}$ N: Antall prøver/år
T : Student T-faktor
- $\left(\frac{u(ORF_i)}{ORF_i}\right)^2 \approx \left(\frac{u(c_i)}{c_i}\right)^2 + \left(\frac{u(repr_{flow\ rates})}{repr_{flow\ rates}}\right)^2 + \left(0.1 \cdot \frac{u(repr_{P\&T})}{repr_{P\&T}}\right)^2 + \left(\frac{u(model)}{model}\right)^2$
eksempel som kan gjelde for når C7+ gir størst masse og usikkerhetsbidrag, vil være avhengig av oppsett, må bestemmes for hvert spesifikt tilfelle
- Usikkerheter for gass-sampling og analyse: neglisjeres her, pga fokus på oljesampling og oljemaske. Erfaringsmessig vil hovedusikkerhetsbidrag for oljemaske i mange tilfeller komme fra tyngre komponenter i oljefase.



Usikkerhetsanalyse - eksempel

Forenklinger/antagelser:

- Usikkerheter for eksportstasjon: behandles her som **neglisjerbare** sammenlignet med usikkerhetsbidragene relatert til oljeprøvetaking og prosessvariasjoner, pga oftere sampling.



Usikkerhetsanalyse - eksempel

Inngangsverdier

	Felt A	Felt B	Felt C
HC (tonn/år)	200	200	200
Olje (tonn/år)	182	167	167

Massefraksjon (m_{oil_i}/m_{oil_HC})

	Felt A	Felt B	Felt C
C1	5 %	7 %	7 %
C2	2 %	3 %	3 %
C3	3 %	6 %	6 %
C4	4 %	6 %	6 %
C5	4 %	6 %	6 %
C6+	83 %	72 %	72 %

ORF (m_{olje}/m_{HC}) Basert på olje og gassprøver etter TSP.

	Felt A	Felt B	Felt C
C1	0,0	0,0	0,0
C2	0,2	0,1	0,1
C3	0,5	0,4	0,4
C4	0,7	0,6	0,6
C5	0,9	0,8	0,8
C6+	1,0	1,0	1,0

Usikkerhetsanalyse - eksempel

Prøvetaking, analyse og simulering:

ganger/år

Prøvetakingsfrekvens

Oppdatering prosess-simulering

	Felt A	Felt B	Felt C
	4	4	4
	4	4	4

Usikkerheter Rel.exp. 95 % k.i

Felt A	Felt B	Felt C
5 %	5 %	5 %

Representativitet prøve			Representativitet prosessparametre simulering			ORF U*				
	Felt A	Felt B		Felt A	Felt B	Felt C	Felt A	Felt B	Felt C	
C1	12 %	12 %	12 %	C1	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %
C2	12 %	12 %	12 %	C2	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %
C3	12 %	12 %	12 %	C3	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %
C4	12 %	12 %	12 %	C4	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %
C5	12 %	12 %	12 %	C5	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %
C6+	12 %	12 %	12 %	C6+	12 %	12 %	12 %	17 %	17 %	17 %

Usikkerhetsanalyse - eksempel

Kombinert beregnet usikkerhet

Sensitivitetskoeffisienter

Sensitivitet felt A allokkert

	Felt A	Felt B	Felt C
HC (tonn/år)	0,64	-0,32	-0,32

	Felt A	Felt B	Felt C
HC (tonn/år)	3,2 %	1,6 %	1,6 %

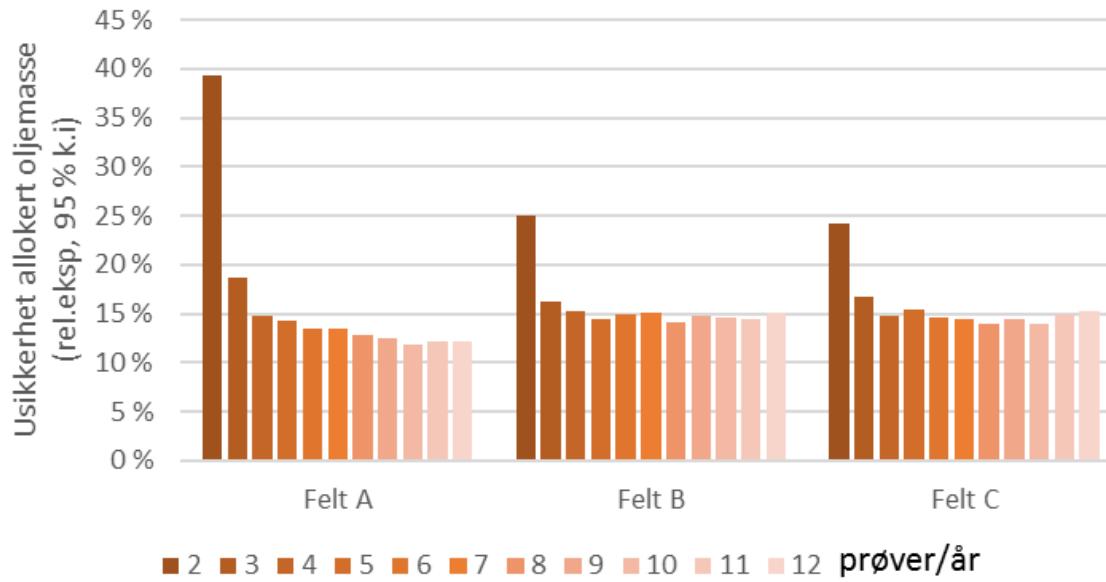
Massefraksjon (masse%)	Felt A	Felt B	Felt C
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,00	0,00	0,00
C3	0,01	-0,01	-0,01
C4	0,02	-0,01	-0,01
C5	0,03	-0,01	-0,01
C6+	0,57	-0,29	-0,29

Massefraksjon (masse%)	Felt A	Felt B	Felt C
C1	0,0 %	0,0 %	0,0 %
C2	0,0 %	0,0 %	0,0 %
C3	0,2 %	0,1 %	0,1 %
C4	0,3 %	0,1 %	0,1 %
C5	0,3 %	0,2 %	0,2 %
C6+	6,8 %	3,4 %	3,4 %

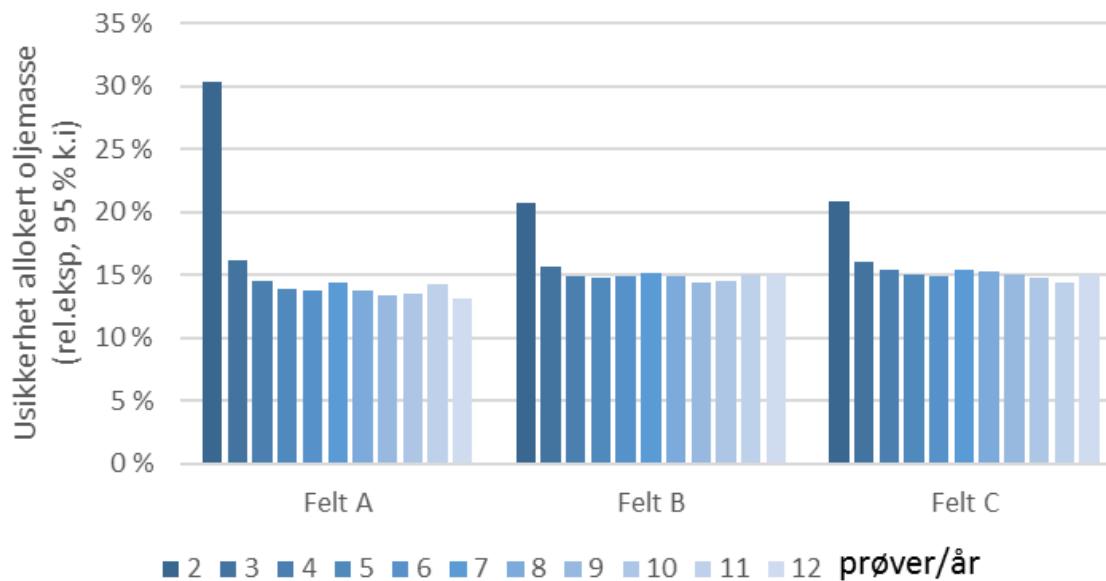
ORF (m _{olje} /m _{HC})	Felt A	Felt B	Felt C
C1	0,00	0,00	0,00
C2	0,00	0,00	0,00
C3	0,01	-0,01	-0,01
C4	0,02	-0,01	-0,01
C5	0,03	-0,01	-0,01
C6+	0,57	-0,29	-0,29

ORF (m _{olje} /m _{HC})	Felt A	Felt B	Felt C
C1	0,0 %	0,0 %	0,0 %
C2	0,0 %	0,0 %	0,0 %
C3	0,2 %	0,1 %	0,1 %
C4	0,4 %	0,2 %	0,2 %
C5	0,5 %	0,2 %	0,2 %
C6+	9,6 %	4,8 %	4,8 %

Variasjon prøvetakingsfrekvens, felt A



Variasjon simuleringsfrekvens, felt A



Risiko-kost-nytte analyse

En estimering av økonomisk risiko som følge av allokeringsusikkerhet kan gi en god bakgrunn for å legge opp et fornuftig prøvetakings og simuleringssregime.

For et felt kan man forsvere endrede kostnader knyttet til prøvetaking, analyse og simulering hvis dette vil føre til lavere eksponering for tap som følge av feilallokering:

$$\Delta K_{TSP} + \Delta K_{Prøve/analyse} + \Delta K_{Sim} < 0.2 \cdot \Delta U^* \cdot V$$

K_{TSP} : Kostnad forbundet med bruk av testseparator

$K_{Prøve+analyse}$: Kostnad forbundet med prøvetaking fra utgang av TSP + analyse

K_{Sim} : Kostnad forbundet med oppdatering av prosess-simulering

U^* : Usikkerhet (relativt ekspandert, 95 % k.i) i feltallokert mengde

V : Verdi av produksjon gjennom felt.





Christian Michelsen Research

Takk for meg!

Noen spørsmål?