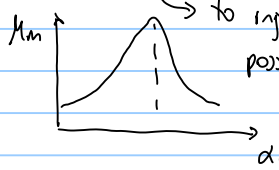
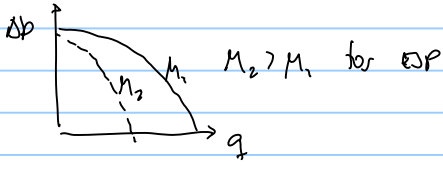


Flow assurance considerations in field development

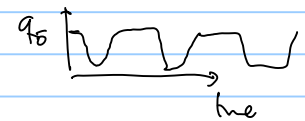
Ensure uninterrupted flow of hydrocarbons from reservoir to processing facilities:

Reservoir	Well	transportation	Process	Problems	Consequences/actions on field design
		ASPHALTENES		①, ③, ②	chemical dosing (on demand) (inhibitor)
		SCALE		①, ③, ②	chemical dosing (continuously) remedies (chemical injection) (mechanical removal)
		HYDRATE		①, ③, ②	chemical inhibitor { ME6H → "continuously" ME6 (high rate costly) chemical dosing (kinetics) pipeline heating (heat tracing) insulation } affect field design and cost
		WAX		①, ③	chemical inhibition (sporadically) continuously pipeline heating → affect the design of field pipeline insulation ↑ regular pigging → the thickness has to be such that pigging can be performed keeping p below maximum allowable pipe pressure
		emulsions		①, ③	chemical dosing (demulsifiers) at topside separator to inject as close as possible to reservoir  
		Flow induced vibrations FIV		②	• mechanical design of component configuration
		corrosion		②, ③	• chemical inhibitor • coating • alloy steels → applicable for wells, for flowlines pipelines is usually too expensive

SLUGGING

①, ③, ⑦

Intermittent flow of liquid/gas



masker coarse multiphase transport

TPG4250 Ole Jørgen Nydal

- bigger separator (slug catcher)
- pipe dimensioning (diameter, routing)

EROSION

- component / pipe dimensioning
- flow conditions



- foaming (hinders separation)
- H_2S , CO_2 , O_2 (corrosion) $\rightarrow$ chemical (scavenger)
- Bacteria $\rightarrow$ topside biocide
 $\rightarrow$ well

Production chemicals

book Production chemical for the oil and gas industry Malcolm Kelland

I need to inject a large amount of chemicals to solve/avoid many of these issues.

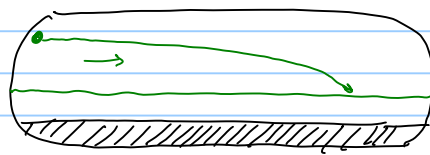
Tabell 7-1 Klassifisering av kjemikalier i henhold til OSPAR

	Svart kategori: Stoffer som er lite nedbrytbare og samtidig viser høyt potensial for bioakkumulering og/eller er svært akutt giftige. I utgangspunktet er det ikke lov å slippe ut kjemikalier i svart kategori. Tillatelse til bruk og utslipp til spesifikke kjemikalier gis dersom det er nødvendig av sikkerhetsmessige og tekniske grunner.
	Red kategori: Stoffer som brytes sakte ned i det marine miljøet, og viser potensiale for bioakkumulering og/eller er akutt giftige. Kjemikalier i rød kategori kan være miljøfarlige og skal derfor prioriteres for utskifting med mindre miljøfarlige alternativer. Tillatelse til bruk og utslipp gis kun av sikkerhetsmessige og tekniske hensyn.
	Gul kategori: Kjemikalier i gul kategori omfatter stoffer som ut ifra iboende egenskaper ikke defineres i svart eller rød kategori og som ikke er oppført på PLONOR-listen (se under). Ren gul kategori er uorganiske kjemikalier med lav giftighet eller kjemikalier som brytes ned >60% innen 28 dager. Gul-Y1 er 20-60% nedbrutt og forventes å brytes ned fullstendig over tid. Gul-Y2 er moderat nedbrytbare til ikke giftige og ikke-nedbrytbare komponenter. Y2 skal forsøkes substituert på lik linje med røde kjemikalier.
	Grønn kategori: Stoffer som er oppført på OSPAR-konvensjonens PLONOR-liste (Substances used and discharged offshore which are considered to Pose Little Or No Risk to the Environment). Disse kjemikaliene vurderes å ha ingen eller svært liten negativ miljøeffekt. Kjemikalier i grønn kategori omfatter også vann som inngår i kjemikaliene.

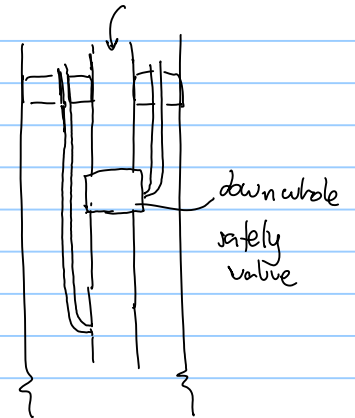
Consequences of FA issue

- ① increased Δp / flow restriction / flow reduction / blockage
- ② Integrity issues
- ③ loss of functionality of components / equipment

ASPHALTENE



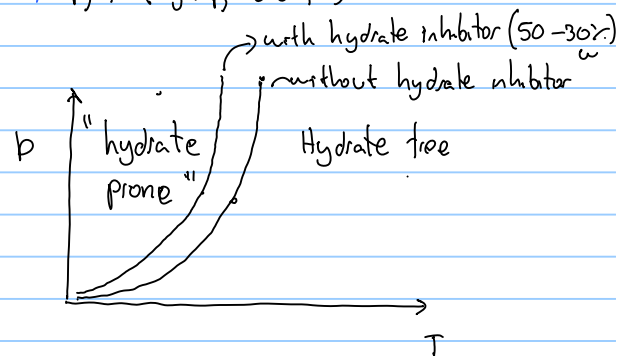
reduce residence time in sep
 reduce separation efficiency
 " " capacity



SCALE

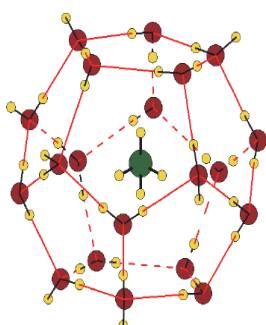
HYDRATES

- ① particular combination of P, T (high P , low T)



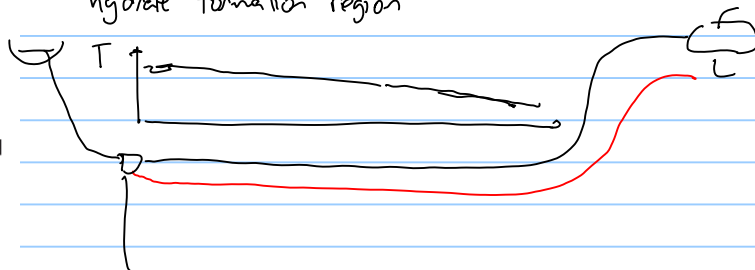
- ② free water

- ③ Small HC molecules $C_1, C_2, C_3, C_4, H_2, CO_2$



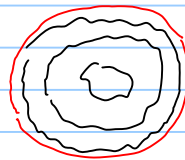
● Hydrogen
 ● Oxygen
 ● Carbon
 — Hydrogen bond
 — Covalent bond

during shutdown, T will cool down and it likely enter hydrate formation region





- ALKANES $C_{12} - C_{18}$
- $T_{fluid} < WAT$
↳ cloud point
- Temperature gradient in radial direction



Tabell 5-2. Foreløpig oversikt over kjemikalietyper

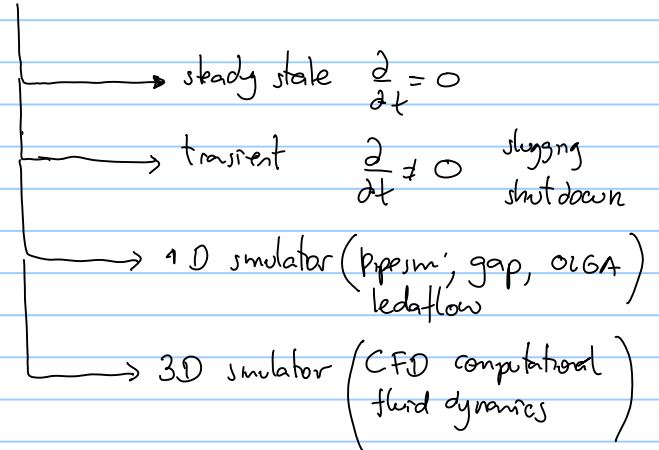
Type kjemikalie	Konsentrasjon (ppm vol.)	Tilsettes i	Frekvens
Avleiringshemmer A	50	Produsert vann	Kontinuerlig
Avleiringshemmer B	20-50	Sjøvann	Kontinuerlig
Korrosjonshemmer	50	Produsert vann	Kontinuerlig
Emulsjonsbryter	50	Total væske 1)	Kontinuerlig ved behov
Skumdemper	5	Total væske	Periodisk
Flokkulant	10	Produsert vann	Kontinuerlig
Vokshemmer	150	Total væske 1)	Periodisk
Biocid	80	Total væske 1)	Kontinuerlig
Oksygenfjerner	5	Sjøvann	Kontinuerlig
H ₂ S fjerner	150	Produsert vann	Kontinuerlig ved behov
MEG	Batch	Brønnstrøm	Ved behov

1) Olje og produsert vann.

where is flow assurance considered in the field design process

- Early studies (multiple alternatives) → map showstoppers
- FEED (leading to Ø63) → flow assurance strategy to be delivered with P100
 - ↳ hydraulic management strategy → chemicals
 - ↳ system sizing / dimensioning
 - ↳ chemical distribution system
- EPC → refine flow assurance strategy

what tools are typically used? $\rightarrow$ flow calculations of $p, T, V, \alpha_o, \alpha_w, \alpha_g$ ^{volume fraction}



- laboratory tests
 - oil $\sim$ composition, wax deposition
 - hydrate formation
 - water $\rightarrow$ mineral
 - mixture

- standards