

# Løselighet av asfalten i råolje

TPG 4515, Petroleumsproduksjon fordypningsemne

Kjetil Kandal Botne

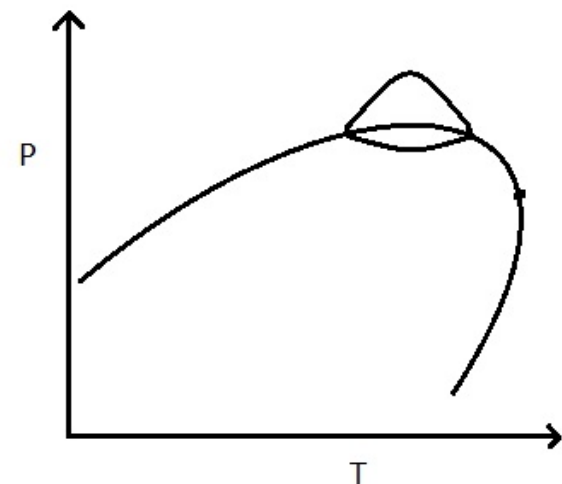
NTNU

Institutt for petroleumsteknologi og anvendt geofysikk

1. desember 2011

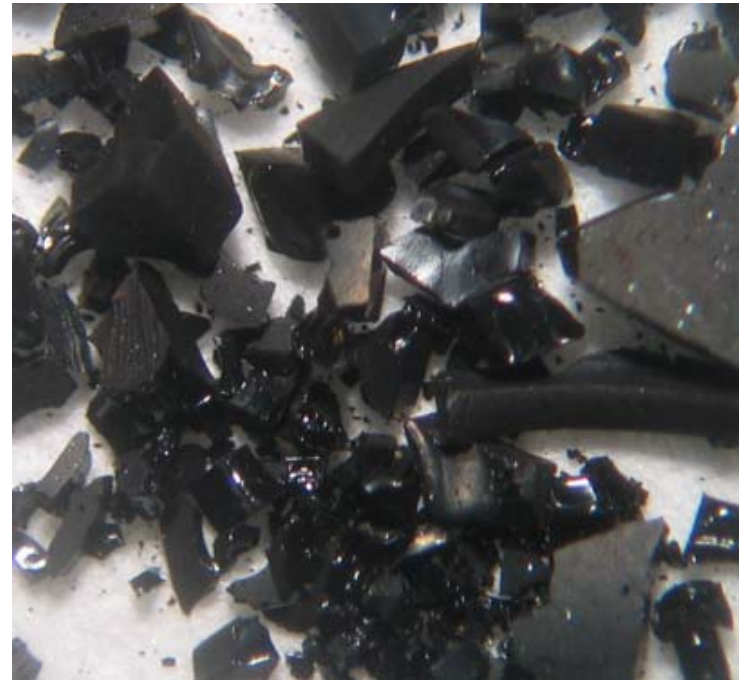
# Asfaltenproblemer

- Problem ved produksjon og transport av olje
- Utfelling og avsetning
- Skade reservoar, brønner og produksjonsrør
- Ikke nødvendigvis knyttet til asfalten innhold
- Utfelling påvirkes først og fremst av trykk
- Bruk av kjemiske tilsetningstoffer



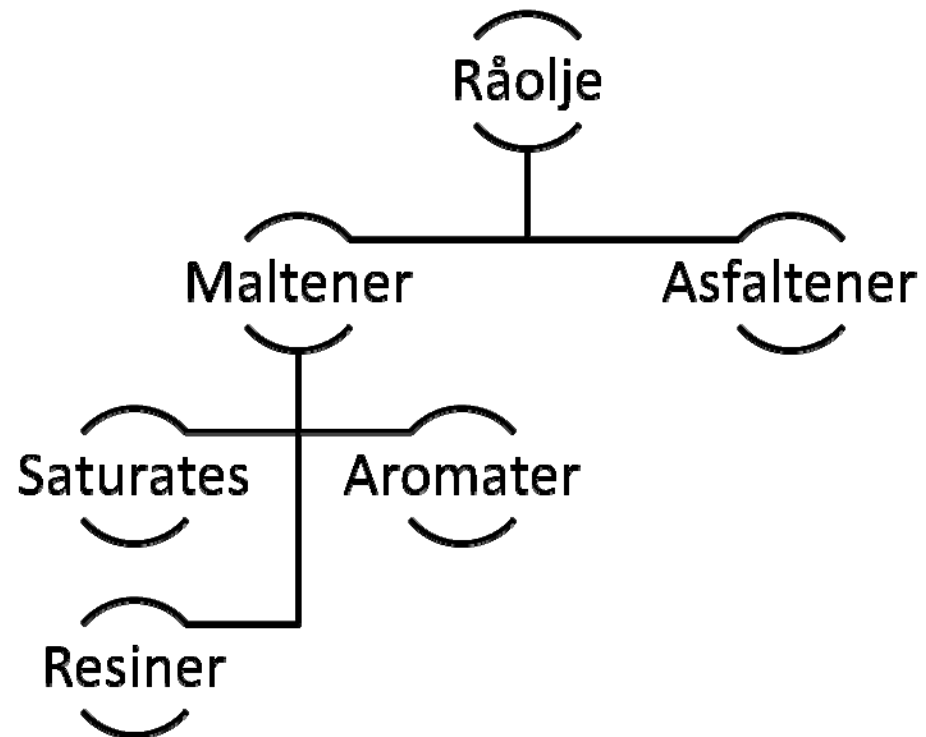
# Asfaltener

- Høy molekylvekt
- Aromatiske og polare
- Ikke krystallin
- Uløselig i heptan(n-C7)
  - 40 volumenheter heptan til en enhet olje
- Løselig i toluen



# Metoder for karakterisering

- SARA analyse
  - Saturates, Aromater, Resiner og Asfaltener
  - Gir ikke bare asfalteninnhold
  - Refraktiv indeks

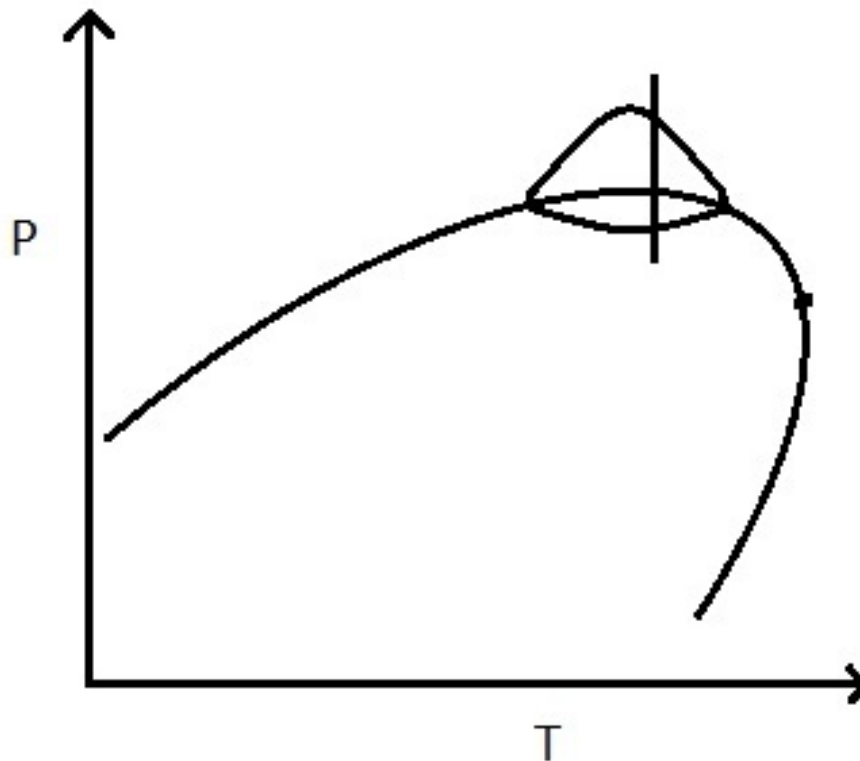


# Metoder for karakterisering

- Standard metode for utfelling, f.eks. IP 143
  - Temperatur, Tid, Volumforhold, Separasjonsmetode
- Titrering
  - Finne mengde alkan som gir utfelling
- Trykkreduksjonstest
  - Definere startpunktet for ustabilitet
- Metoder for å forutse problemer
  - de Boer metoden, ASIST metoden

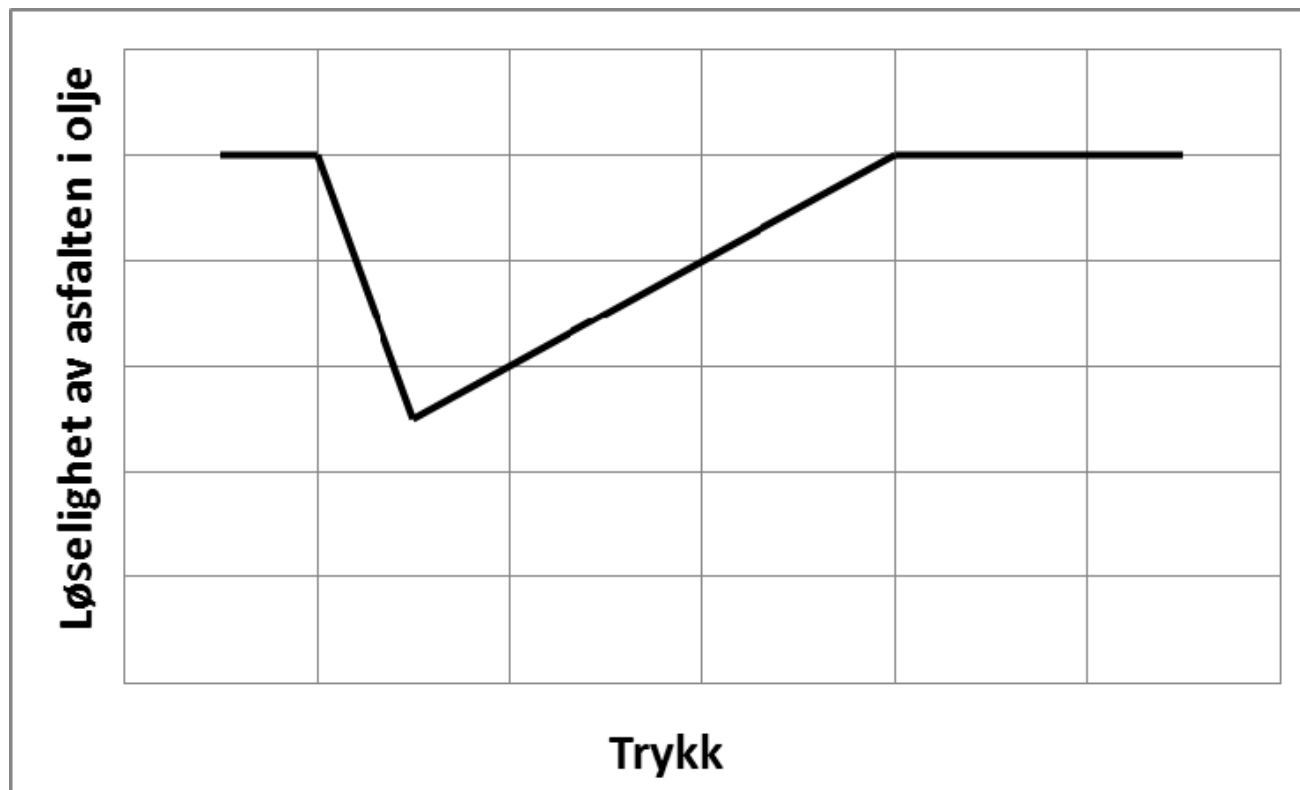
# Utfelling av asfalten i fasekonvolutt

- Lavere trykk under produksjon
- Liten temperaturendring



# Utfelling av asfalten i fasekonvolutt

- Isoterm reaksjon



Kilde: Fritt etter Edmonds et al. (1999)

# de Boer (Shell) modellen

- Enkel metode for å forutsi asfalten problemer
- Basert på termodynamisk Flory-Huggins modell
- Krever lite data
- Mye brukt

# de Boer (Shell) modellen

$$S = k_1 \exp \left\{ v_a \left[ \frac{1}{v_o} - \frac{(\delta_a - \delta_o)^2}{RT} \right] - 1 \right\}$$

- Løslighet av asfalten  $S$  [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ], molar volum  $v$  [ $\text{m}^3/\text{kmol}$ ], Hirschberg korreksjon  $k_1$ , gasskonstant  $R$  [ $\text{kJ}/\text{kmolK}$ ], Temperatur  $T$  [ $\text{K}$ ] og Hildebrands løselighets parameter  $\delta$  [ $\text{Pa}^{0,5}$ ].

$$\delta = \sqrt{\frac{\Delta H_{fg} - RT}{v}}$$

- Fordampningsenergi  $\Delta H_{fg}$  [ $\text{kJ}/\text{kmol}$ ]

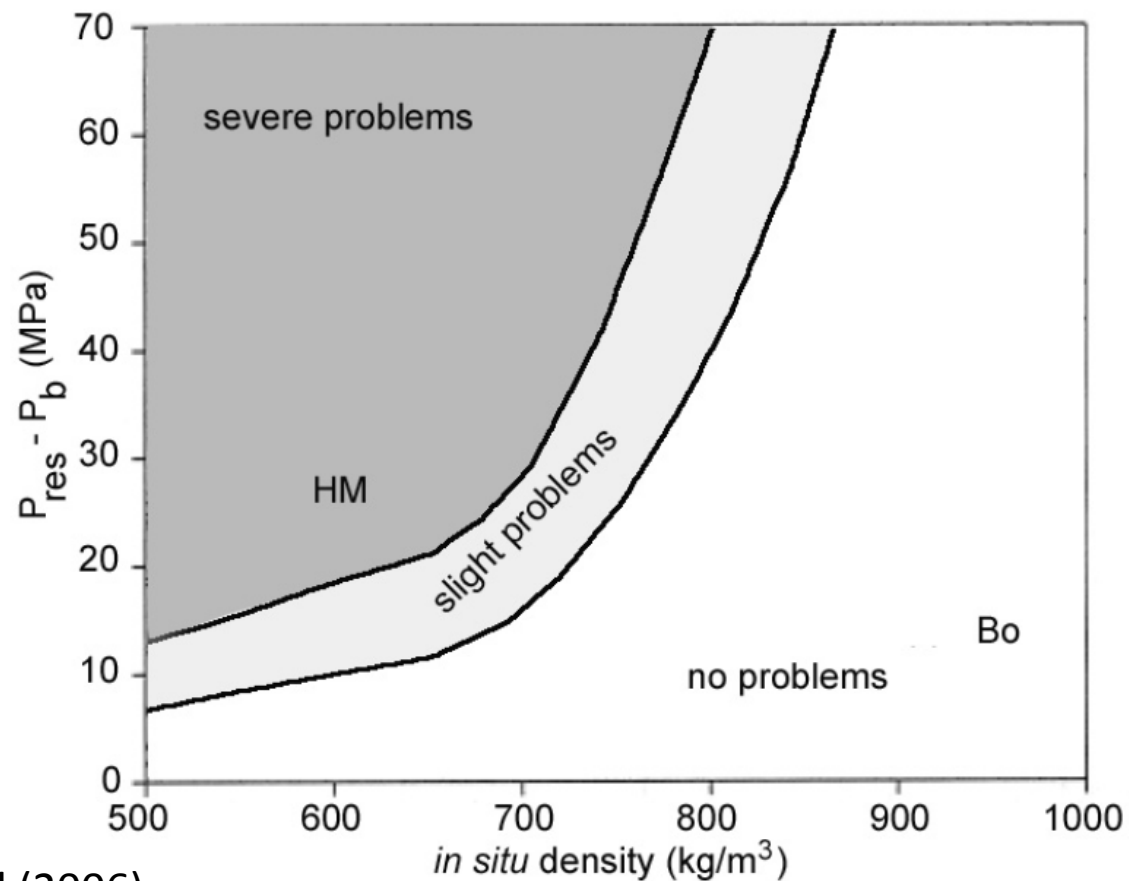
# de Boer (Shell) modellen

- Finne parametrene i ligningen
  - For  $v_a$  benyttes  $1 \text{ m}^3/\text{kmol}$
  - $v_o$  og  $\delta_o$  beregnes fra oljens tetthet
  - Kan benytte kjent verdi for  $\delta_a$
- Overmetning,  $\Delta S/S$ 
  - Mengde løst stoff mer enn maksimal løselighet
  - Maksimal overmetning (bestemmes ved trykktap)

$$\int_{p=p_b}^{p_r} \left( \frac{\partial S}{S \partial p} \right)_T dp \approx \left( \frac{\partial S}{S \partial p} \right)_T (p_r - p_b)$$

# de Boer (Shell) modellen

- De Boer Plot (forenklet),  $\delta_a = 20 \text{ MPa}^{1/2}$



Kilde: Wang et al (2006)

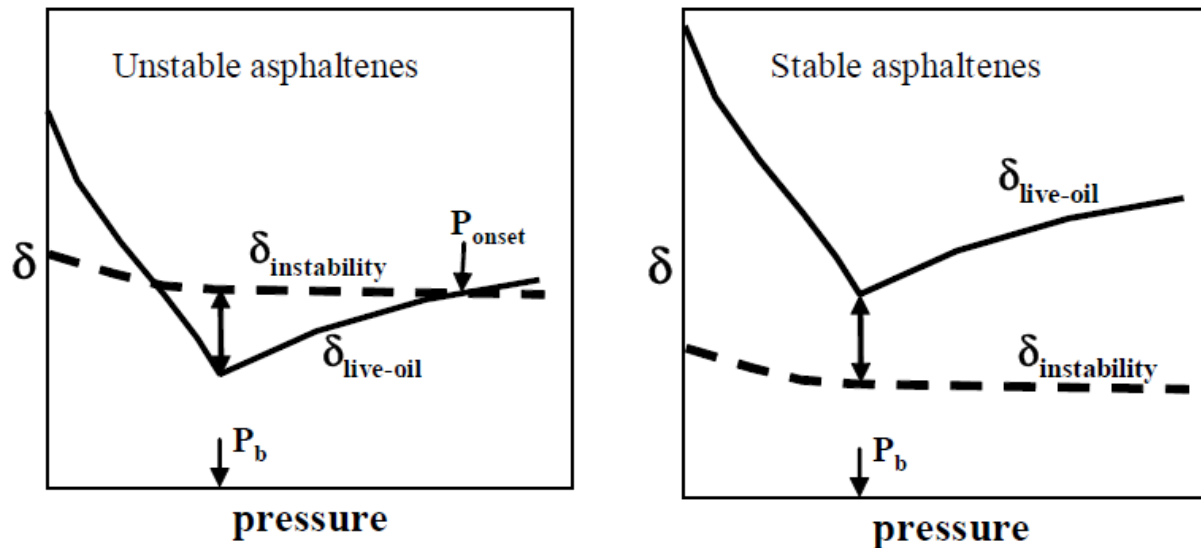
# Alternativ til de Boer

- de Boer metoden er ofte pessimistisk (Wang et al.)
- Ett punkts ASSIST metode er et alternativ
  - Bruker data fra en titrering og PVT data

| <b>de Boer modell</b>                   | <b>Ett punkts ASSIST</b>   |
|---|--|
| $P_{res}, T_{res}, P_b$ og $\rho_{res}$ | $API^\circ, \delta_{o,onset}, n_{C7}, T_{meas}, GOR_b,$<br>$FVF_o, FVF_b$ og $\frac{X_{C1-C3}}{X_{C1-C6}}$ |

# Ett punkts ASIST metode

- Basert på ASIST (Asphalten Instability Trend)
- Gir et ja/nei svar slik som de Boer modell
- Beregner parametere  $\delta_{\text{instability,b}}$  og  $\delta_{\text{live-oil,b}}$



- Mer nøyaktig enn de Boer (Wang et al.)

Kilde: Wang et al (2006)

# Oppsummering

- Fortsatt store utfordringer med asfalten
- Mer viktig enn definisjon er forståelse
- Operere utenfor asfalten området
- Avhengig av gode modeller
- Ingenting er sikkert før produksjon starter

# Referanser

- de Boer, R.B., Leerlooyer, Klaas, Eigner, M.R.P. & van Bergen, A.R.D. (1995): Screening of Crude Oils for Asphalt Precipitation: Theory, Practice, and the Selection of Inhibitors, first presented at SPE European Petroleum Conference, November 16-18 1992, Cannes
- Edmonds, B., Moorwood, R.A.S., Szczepanski, R., Zhang, X., Heyward, M., & Hurle, R. (1999): Measurement and Prediction of Asphaltene Precipitation from Live Oils. Third International Symposium on Colloid Chemistry in Oil Production (ISOCOP '99), 14-17 November, Huatulco, Mexico, 16 pp.

# Referanser

- Gudmundsson, Jon Steinar (2010): Flow Assurance, Solids in Oil and Gas Production (First Draft), Department of Petroleum Engineering and Applied Geophysics, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim
- New Mexico Tech, Petroleum Recovery Research Center,, Petrophysics & Surface Chemistry: What is Asphaltene <http://baervan.nmt.edu/Petrophysics/group/intro-2-asphaltenes.pdf>.
- Wang, J.X., Creek, J.L. & Buckley, J.S. (2006): Screening for Potential Asphaltene Problems, SPE Annual Technical Conference and Exhibition, 24-27 September, San Antonio, Texas, SPE 103137, 6pp