



Lundin  
Energy Norway



Økt oljeutvinning fra dag 1

*Harald Selseng*

## IOR 2020 nominasjon

An aerial photograph of an offshore oil platform situated on a dark, rugged seabed. The platform is a complex structure with a yellow and grey color scheme, featuring a tall derrick and various support structures. The surrounding seabed is dark and textured, with some lighter patches of rock or sediment. The overall scene is dimly lit, emphasizing the industrial structure against the natural environment.

- Nominert for:
  - Formasjonstesting (DST, brønntesting)
  - Nye komplekse reservoarer
  - Systematisk data innsamling og IOR på Edvard Grieg
- .....mindre enn 5 år etter oppstart.

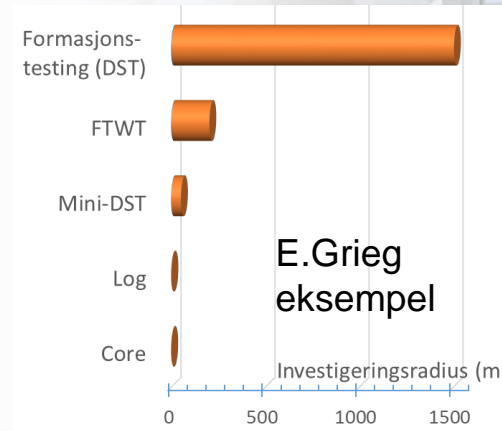


## Bakgrunn

- Fokusere på å redusere de usikkerhetene som har størst betydning for utbyggings beslutningene.
  
- Dynamiske data har vært nøkkelen til gode beslutninger:
  - Edvard Grieg
    1. Riktige beslutninger initielt
    2. Ikke behov for å re-designe drenerings-strategi og utsette produksjon
    3. Levere verdiskapning som beskrevet i PUD.
    4. Fundament for ytterligere økt utvinning (IOR)

# Er statistiske data nok?

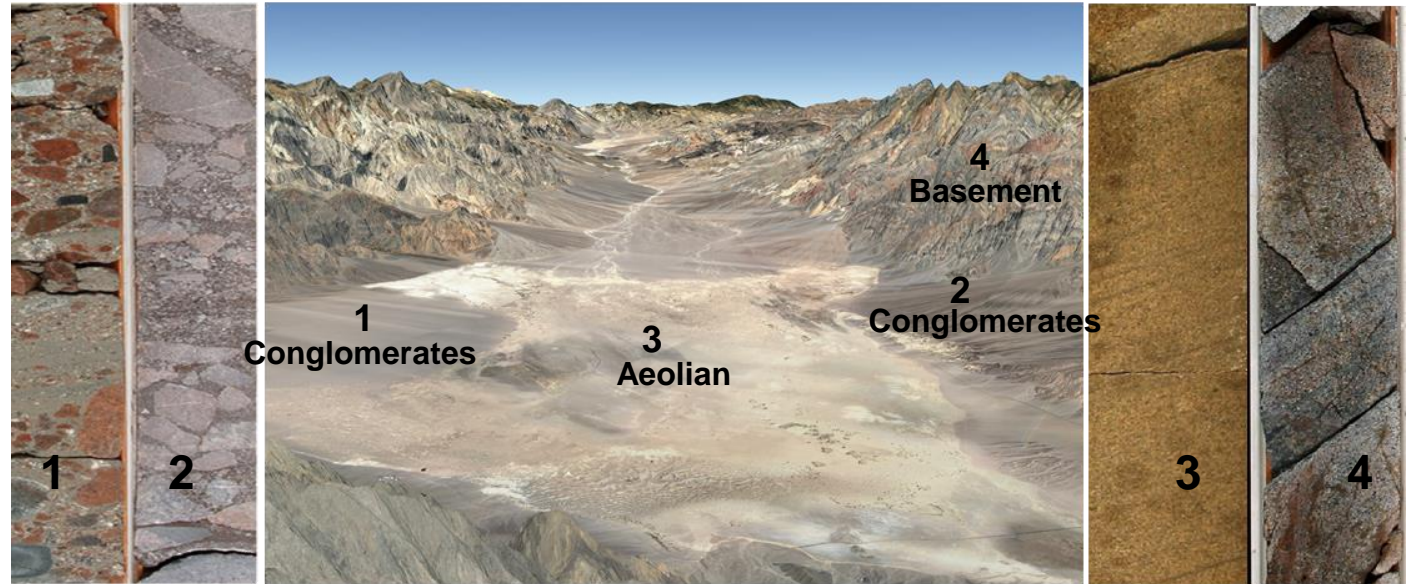
- Lundin har observert at mange pressemeldinger for funn-brønner har standard teksten : *“Brønnen ble ikke formasjonstestet, men det er utført omfattende datainnsamling og prøvetaking.”*
- Lundin planlegger brønntester i de fleste lete og avgrensingsbrønner.
- Lundin mener at brønntester er realitets-sjekk på reservoar konnektivitet som er kritisk viktig for utbygging beslutninger.
- «Brønntesting er eneste metode for direkte evaluering av reservoar konnektivitet over store avstander»  
*SPE102483 (Levitan/BP, 2006)*



# Hvordan forstå produksjonsegenskapene til nye, kompliserte formasjoner?

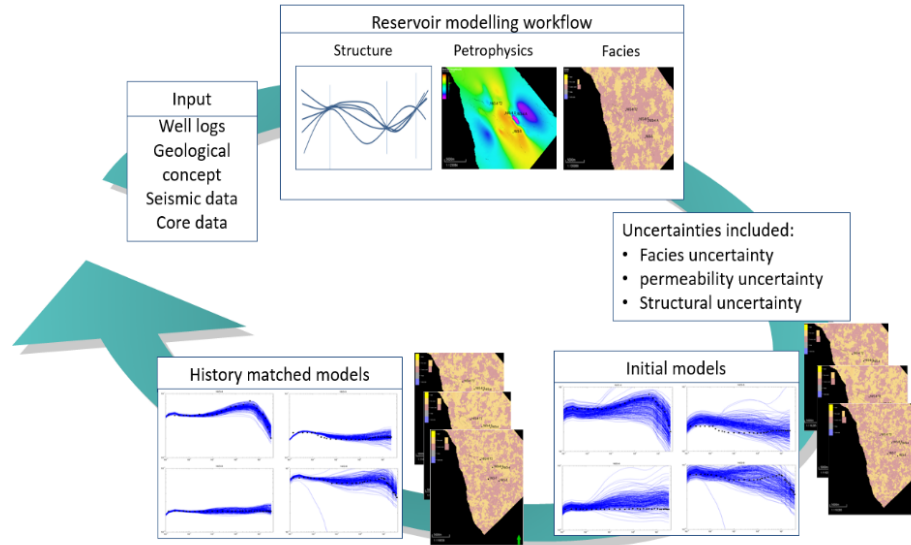
## ■ Formasjonstest

- Setter brønnen i produksjon
- Endring i strømningsrate skaper et trykkfelt som avhenger av reservoar egenskaper og geometri.
- Olje begynner å strømme i en region rundt brønnen pga trykkfeltet.
- Størrelsen på denne regionen øker med tid og definerer den såkalt investigerings-radius.
- Målt trykk inneholder informasjon om produksjonsegenskaper, geometri og lateral utstrekning

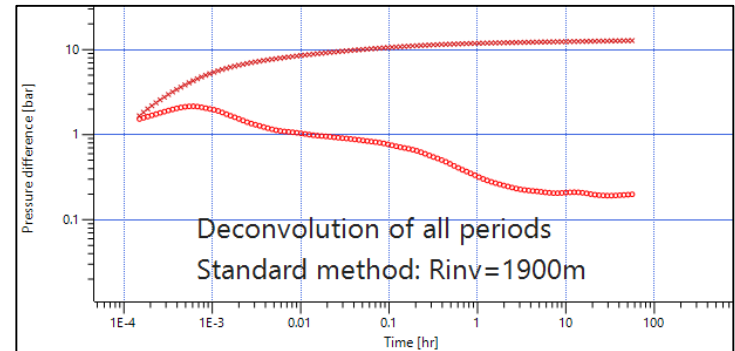
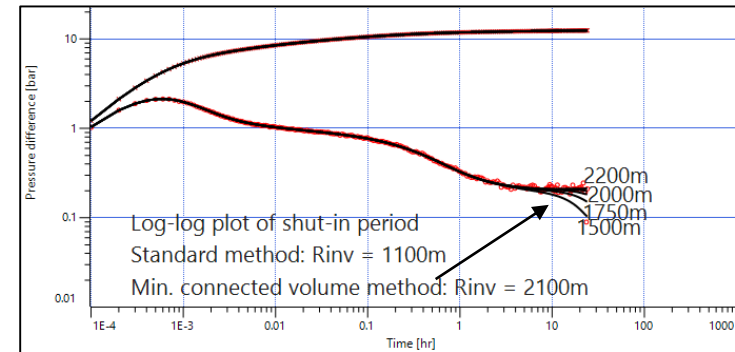
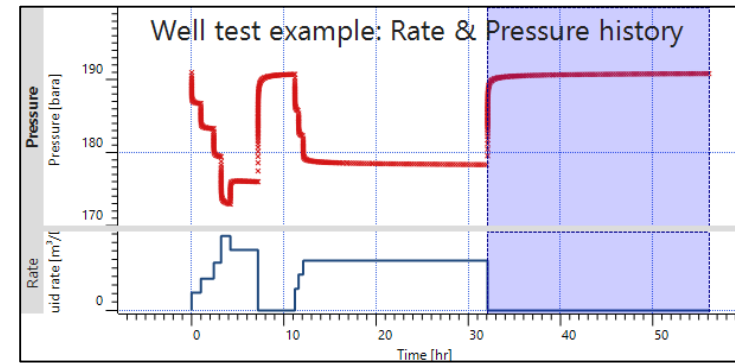


# Analyse og tolkning: Omskape brønntest-data til innsikt

- Bruker tradisjonelle og Ensemble Kalman Filter (EnKF) metoder til å integrere innsikt fra brønntest data inn i modeller.

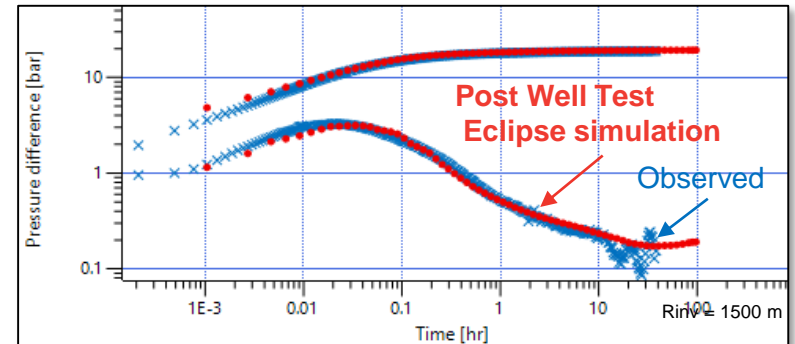
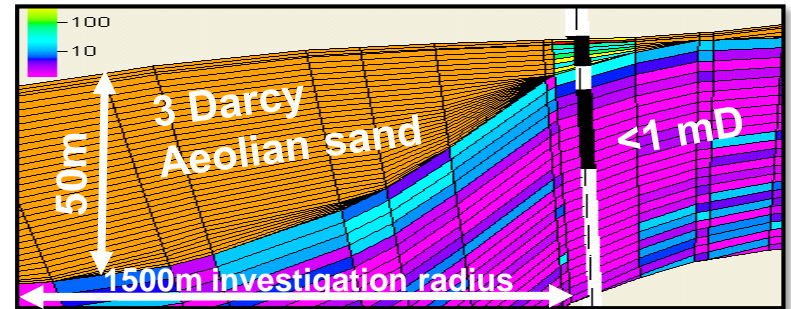
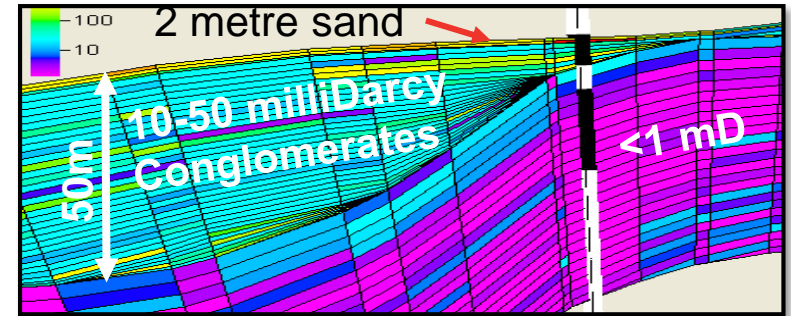


*SPE-181352: Integration of well tests using Ensemble Kalman Filter (EnKF) methods on J.Sverdrup; Resoptima/Lundin*

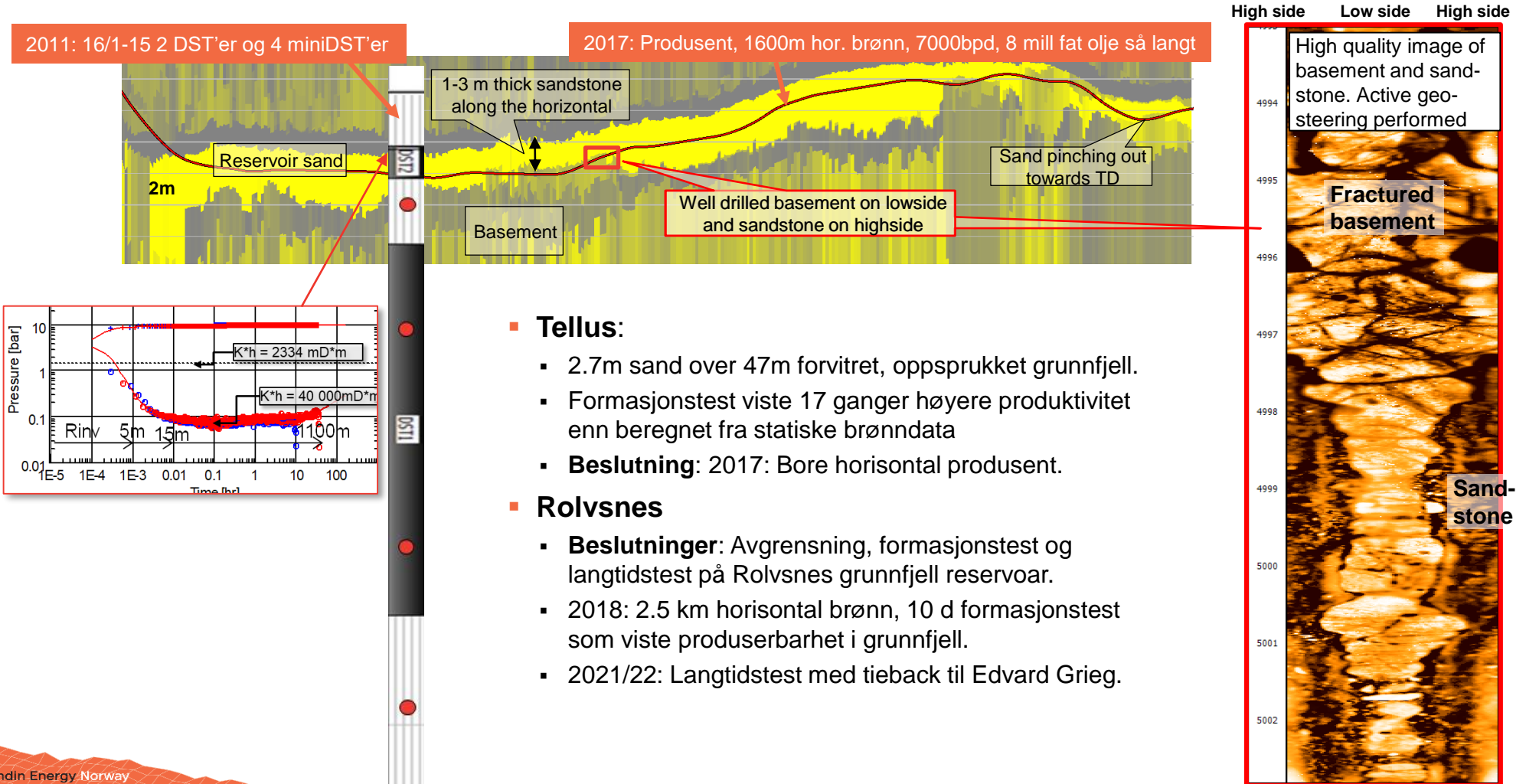


# 1. Formasjonstester på Edvard Grieg; konglomerat

- Før formasjonstest (16/1-10)
  - 2008 modell basert på statiske data
  - Neppe kommersielt funn
- Etter formasjonstest (16/1-10)
  - 2008 modell etter historie tilpasning
  - Kontinuerlig reservoar innen 1500m investigerings-radius
  - 16/1-13 bekreftet modellen
  - **Beslutning:** Edvard Grieg utbygging og leting på PL501 (Johan Sverdrup)



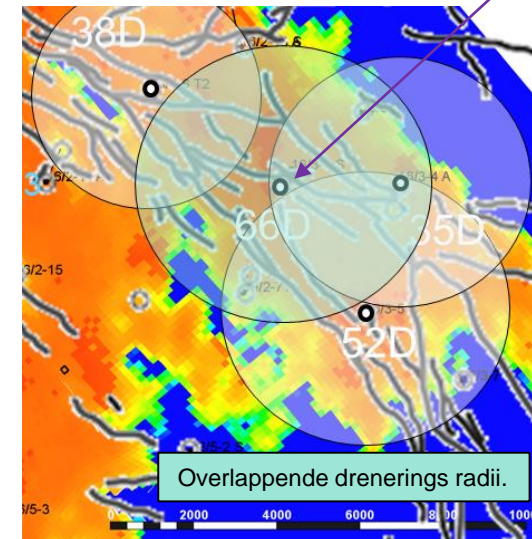
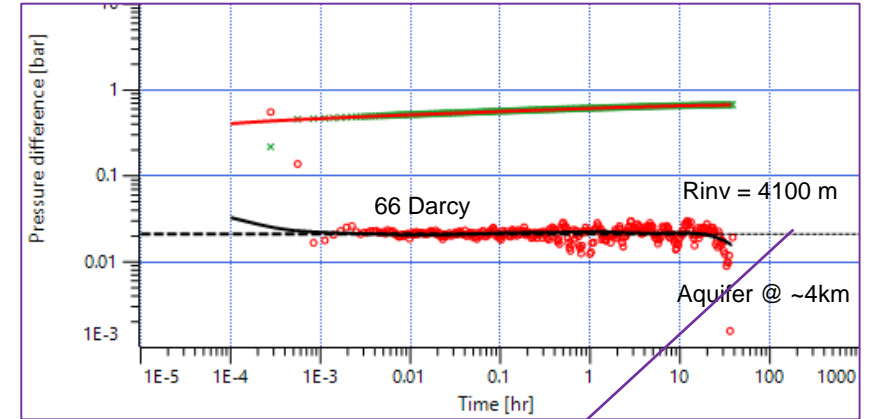
## 2: Formasjonstester i Edvard Grieg området; forvitret, oppsprukket grunnfjell





### 3: Formasjonstester på Johan Sverdrup; ultra permeable sander

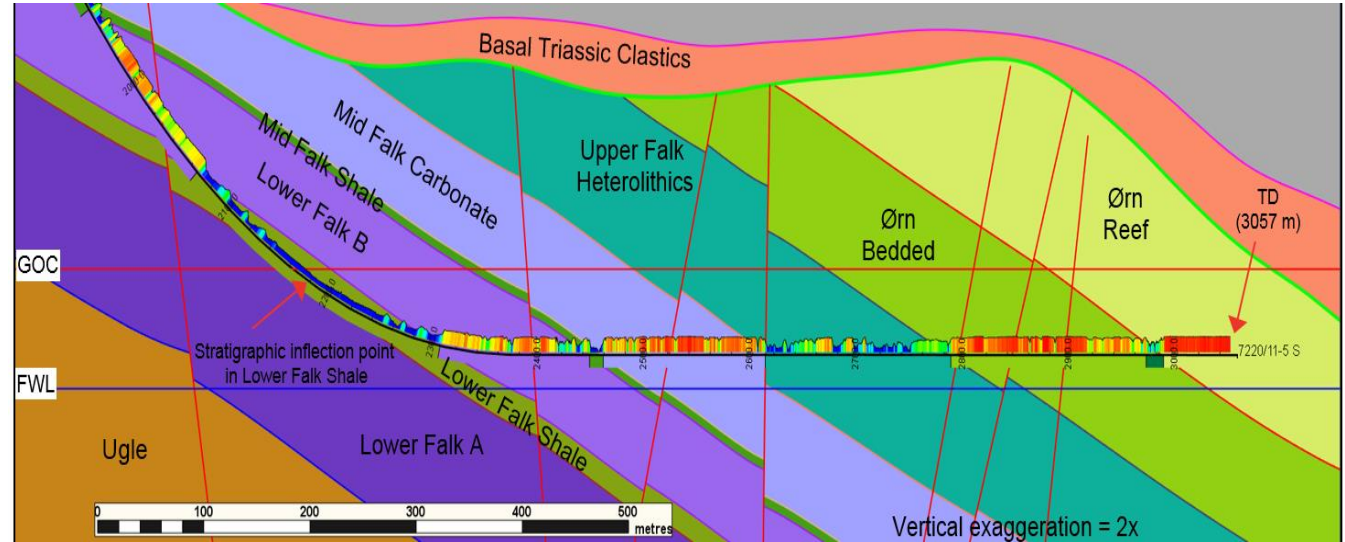
- Fire brønner på Avaldsnes området påviste 4-14m tykke sander i ultra permeable sander.
  - De mange kartlagte forkastningene kunne betydd kompleks dreneringsstrategi med mange brønner.
  - Fire Avaldsnes formasjonstester viste stor reservoar kontinuitet.
    - *Ingen grenser eller forkastninger innen investerings radius 3-6 km (standard og deconvolution metoder).*
  - **Beslutning:** Dreneringsstrategi basert på få brønner og 3-4 km avstand mellom injektorer og produsenter.



*Disclaimer:  
Please note that the interpretations shown in this slide are solely the views of the Authors and not necessarily those of the other Johan Sverdrup Unit partners.*

## 4: Langtidstest på Alta; karstifiserte og oppsprukkede karbonater

- 2018: 72 dagers langtidstest i 700 m horisontal brønn
  - 7.500 – 18.000 fat/dag; totalt 670.000 fat olje til tankbåt,
  - Vellykket testing av fremtidig komplettering med ICD og svell-pakninger
  - Testen gav viktig informasjon om reservoar konnektivitet, koning, sprekk/matriks oppførsel og produktivitet.



- **Beslutning:** Fortsette modning mot DG1 (BOK)

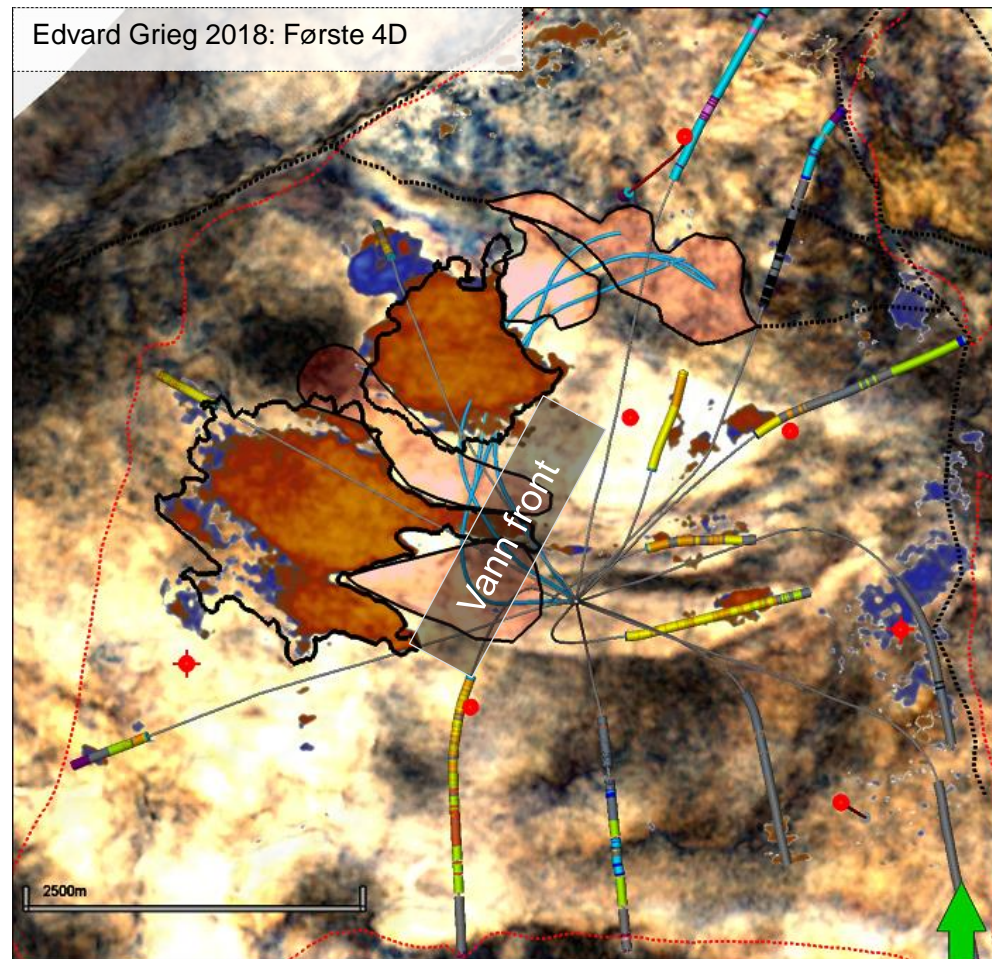
# IOR fra dag en på Edvard Grieg

## ■ Lete/avgrensning etter PUD

- 3 brønner
- 3 piloter
- 1 Formasjonstest (DST)

## ■ IOR tiltak etter PUD

- Systematisk datainnsamling og reservoarstyring
- Optimalisere PUD brønnene – brønnbaner og smart komplettering
- Permanent monitorering – trykk og tracer
- 4D surveys 2016 – 2018 - 2020
  - Ny innsikt i vann-fronter og olje-lommer
- Historie tilpasning med ResX (EnKF metode)
  - Identifisere infill brønn lokasjoner
  - Planlegge WAG/gass injeksjon



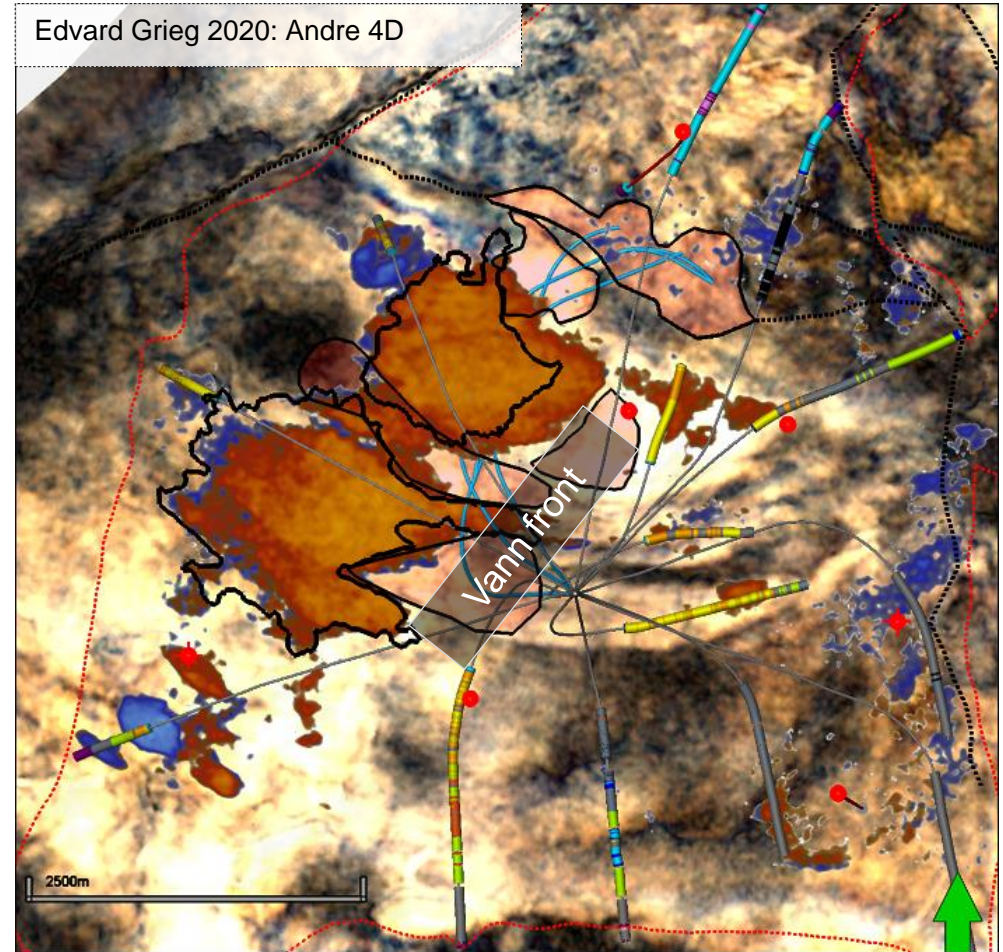
# IOR fra dag en på Edvard Grieg

## ■ Lete/avgrensning etter PUD

- 3 brønner
- 3 piloter
- 1 Formasjonstest (DST)

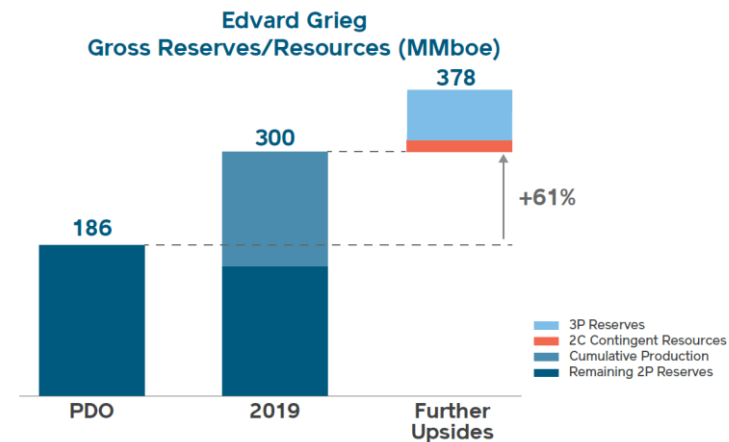
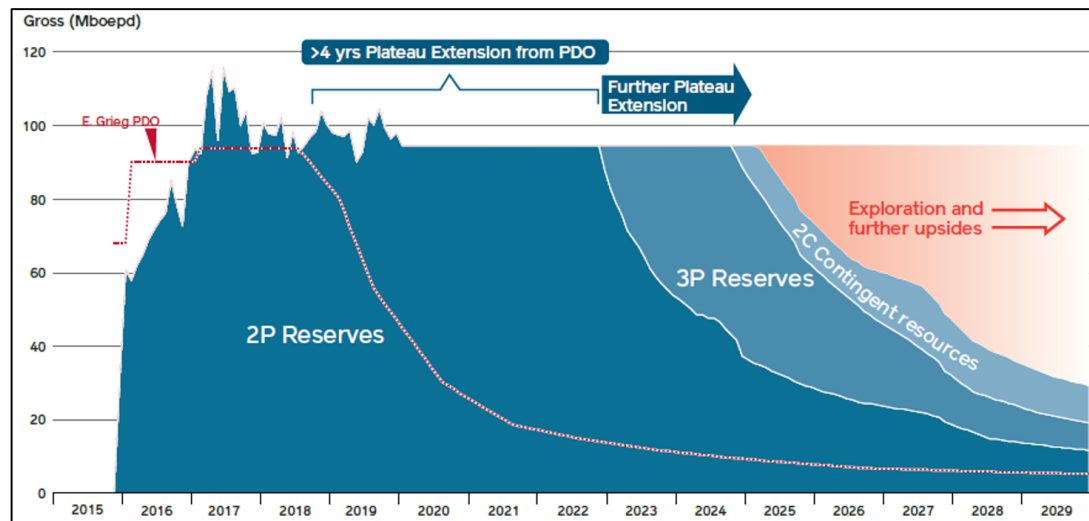
## ■ IOR tiltak etter PUD

- Systematisk datainnsamling og reservoarstyring
- Optimalisere PUD brønnene – brønnbaner og smart komplettering
- Permanent monitorering – trykk og tracer
- 4D surveys 2016 – 2018 - 2020
  - Ny innsikt i vann-fronter og olje-lommer
- Historie tilpasning med ResX (EnKF metode)
  - Identifisere infill brønn lokasjoner
  - Planlegge WAG/gass injeksjon



# IOR resultater på Edvard Grieg

Greater Edvard Grieg area – forlengelse av platå-periode



- Erfaring fra Edvard Grieg
  - Kontinuerlig fokus på datainnsamling og forståelse
  - Utnytter den kunnskapen vi har, samtidig som vi utvikler ny kunnskap parallelt



## Oppsummering

Fokus på innsamling av data og IOR fra dag 1 er en viktig årsak til gode resultater

Edvard Grieg – IOR fra dag 1  
Johan Sverdrup – formasjonstesting  
Alta – langtidstest  
Rolvsnæs – EWT

Takk til partnere:

• Alta:



**出光** Idemitsu  
Petroleum Norge

• E. Grieg området:



**OMV**  
OMV

• J.Sverdrup:

