

Passiv trykkstøtte fra Rimfaks Lunde til Rimfaks Statfjord

Av Magnus Tvedt, Ola Galde,
Knut Richard Straith, Elisabeth Lange Høvik og Espen Ribe

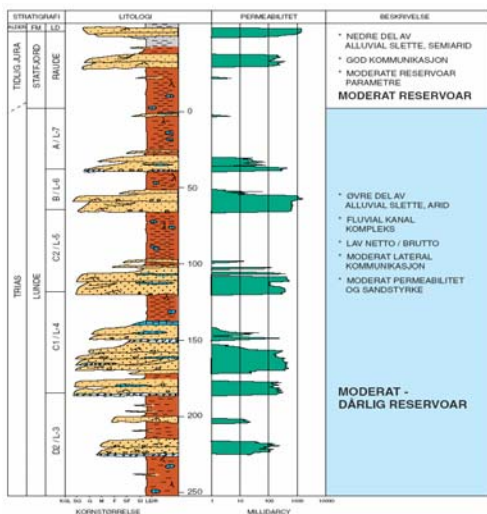
Rimfaks er et av Gullfaks' satellittfelt, og ble satt i produksjon i oktober 1998, samtidig med resten av satellittene på Gullfaks. Det er boret 19 brønner på Rimfaks, to letebrønner, resten produksjonsbrønner som i hovedsak produserer fra Statfjordformasjonen. Den underliggende formasjonen, Lunde, som også er påvist hydrokarbonførende, er ennå ikke åpnet for produksjon. Lunde har kompleks geologi, og det er usikkert hvor lønnsomt det vil være å produsere herfra. Ideen bak dette arbeidet, har vært å produsere fra Lundeformasjonen til Statfjord ved forlengelse av den eksisterende letebrønnen i Lunde. På denne måten sparer en kostnader på ny produksjonsbrønn til Lunde og trykket vedlikeholdes i Statfjord uten å måtte injisere gass fra overflaten, og det kan regnes økonomi på inntekter fra ekstra oljeproduksjon. Ideen ble fremmet av Statoil som forslag til et prosjektarbeid i faget "Eksperter i Team" ved NTNU våren 2005.

Lundes geologi

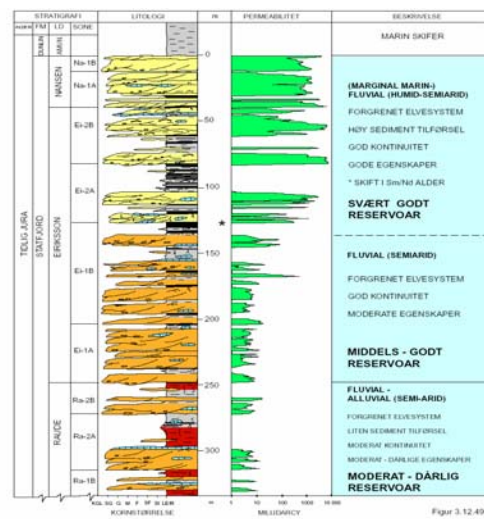
Lundeformasjonen ligger under Statfjordformasjonen i en gradvis overgang. Lunde er Ladin til Rhæt av alder, hvilket vil si at formasjonen ble avsatt for mellom 208 og 240 millioner år siden. Avsetningsmiljøet er kontinentalt, og består i hovedsak av kanalinnfyllinger fra elveløp, avsetninger fra innsjøer, såkalte laukustrine avsetninger og alluviale vifter. Lunde er delt inn i 9 ulike reservoarsoner som igjen kan deles inn i tre grovere deler, en nedre, en midtre og en øvre del.

Den nedre består av laukustrine avsetninger med innslag av sand, den midtre består av kanaler og flomsletteavsetninger og den øvre består av finkornede elementer.

Reservoaregenskapene i Lunde er moderate til dårlige. Formasjonen er kompleks i sammensetning, og det er vanskelig å få en generell oversikt. I fluviale miljøer, slik som elvekanaler, er avsetningsforholdene sterkt varierende. Kanalinnfyllingene er ofte isolert fra hverandre med tette omliggende sedimenter. Selv om permeabiliteten i hver enkelt kanal kan være god, vil det være dårlig kontinuitet totalt sett.



Figur 1: Sedimentologisk logg over Lunde



Figur 2: Sedimentologisk logg over Statfjord

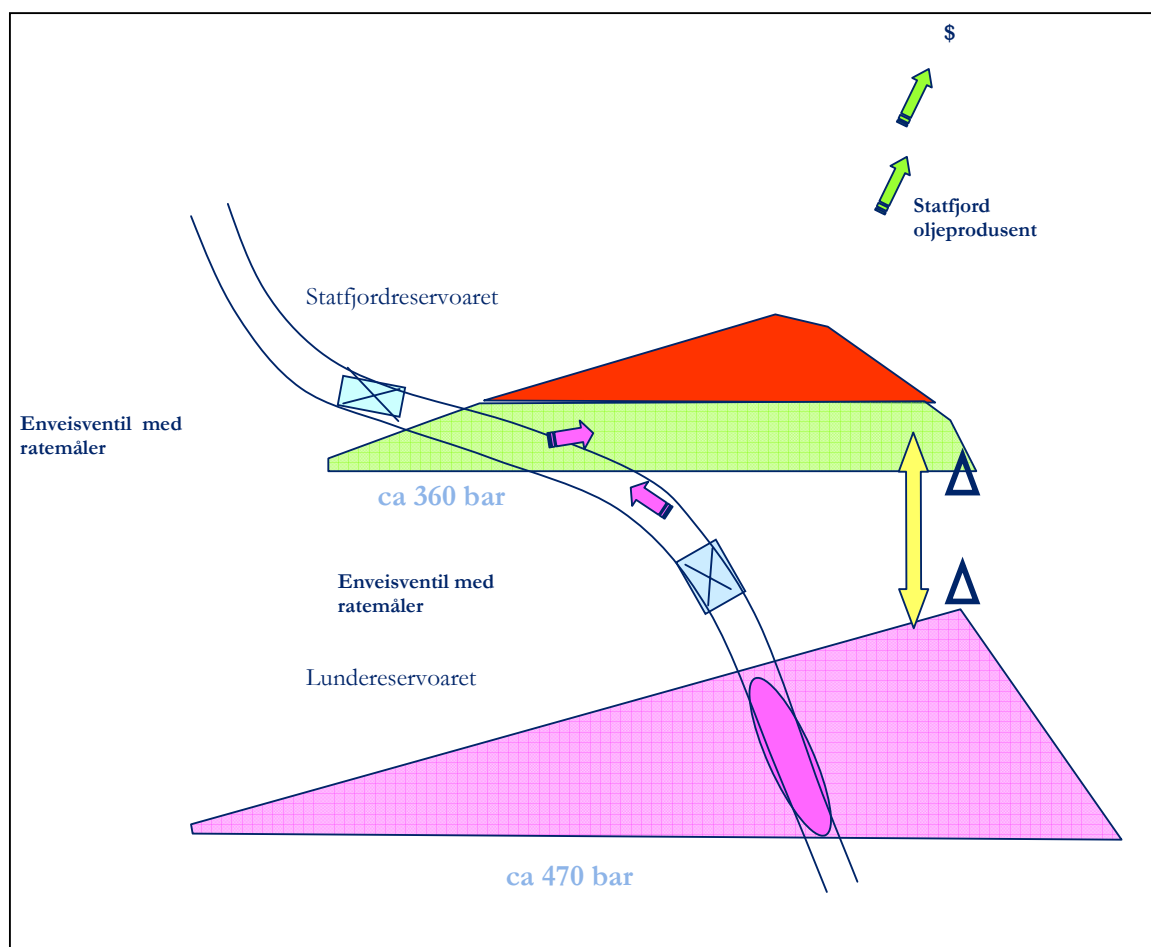
Figur 1 og 2 viser to ulike sedimentologiske logger. Den første er tatt fra Lunde og den andre fra Statfjord. I den venstre kolonnen vises kornstørrelse og i den høyre permeabilitet. Det er ved sammenlikning lett å se at Statfjords sandkropper både er mer permeable, samtidig som det er bedre kommunikasjon dem imellom.

Passiv trykkstøtte fra Lunde

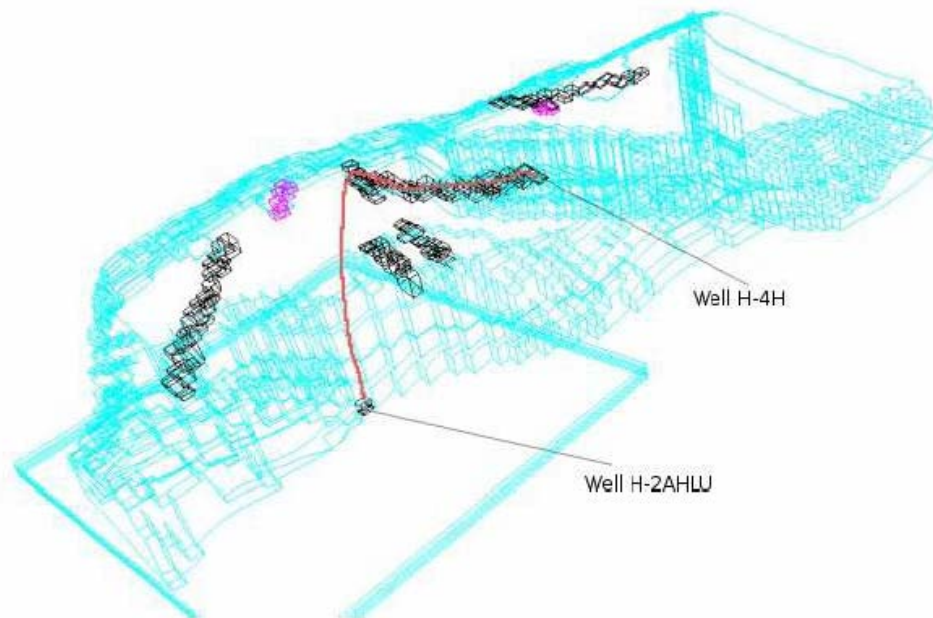
På bakgrunn av Lundes geologi er de økonomiske gevinstene ved eventuell produksjon av feltet usikre. Med økt fokusering på å spare kostnader ved utbygging og produksjon, vil naturlig nok den økonomiske risikoen avta. Ideen bak dette arbeidet baserer seg på å produsere fra Lunde gjennom Statfjord ved å utvide og bruke den eksisterende brønn. Det spares

med dette utgifter forbundet med boring av en ny produksjonsbrønn som kanskje ikke kan gjøres lønnsom alene. I tillegg vil kondensatet i Lunde og trykkforskjellen mellom de to reservoarene som er på om lag 100 bar bidra til å vedlikeholde trykket i Statfjord, slik at kostnader forbundet ved injeksjon kan begrenses. Figur 3 viser en prinsippskisse med ideen med passiv trykkutjevning.

Statoil ønsket gjennom "Ekspertene i Team" å tallfeste gevinsten av denne ideen i form av økt tvinning og nåverdi. Gjennom å simulere strømmingene mellom de to reservoarene, vil man kunne generere produksjonsprofiler og dermed anslå hvor lønnsomt det vil være å gjennomføre prosjektet.



Figur 3: Prinsippskisse, passiv trykkstøtte fra Lunde



Figur 4: Eksisterende modell av Statfjord, med underliggende modell av Lunde

Modellering i Eclipse

Det eksisterer allerede en Eclipse- modell av Statfjord, men Lunde er ikke tidligere simulert, slik at det måtte bygges en modell av formasjonen. En slik prosess er omfattende dersom den skal gjøres nøyaktig, og tid og ressurser gjorde det slik at gruppen laget en enkel modell. Hovedfokus var på sentrale parametere som volumer, porøsiteter og permeabiliteter. Siden Lunde er en såpass kompleks formasjon, er det uansett vanskelig å lage en nøyaktig modell. Alle sentrale parametere er satt på grunnlag av en tidligere Drill Stem Test (DST) av Lunde, utført av Statoil. De to modellene er koblet sammen med en brønn, perforert rett ved den eksisterende brønnen.

Figur 4 viser den allerede eksisterende modellen av Statfjord, koblet sammen med modellen av Lunde.

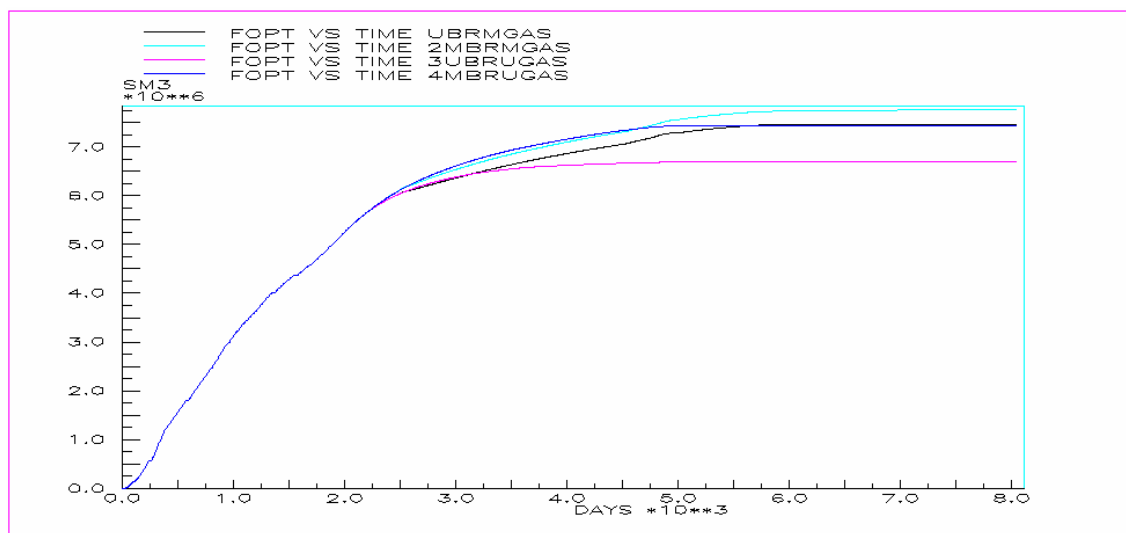
Simulering i Eclipse

I simuleringen, gjort ved hjelp av verktøyet Eclipse, er det prøvet ut to hovedscenarier. Det ene simulerer produksjonen med og uten gassinjeksjon i Statfjordformasjonen, og det andre uten. I hver av disse to scenariene,

ble det simulert med og uten en åpen brønn mellom Lunde og Statfjord til passiv strømning av olje. Strømningen mellom reservoarene uten gassinjeksjon i Statfjord er mest vesentlig da trykkdifferansen, som er selve forutsetningen for strømmingen mellom Lunde og Statfjord har et større potensial. Tilfellet med gassinjeksjon er en reel fremtidsprediksjon slik en eventuell åpning i 2007 kan gjennomføres.

Figur 5 viser produksjonsprofilen med og uten injeksjon. Det vises at totale produksjonen er høyere med gassinjeksjon, men at mer olje strømmer fra Lunde. Dette fører allikevel ikke til større total oljeproduksjon, grunnet den korte dreneringstiden. Med injeksjon er tilfellet brukt når det regnes økonomi på resultatet. Ekstra oljeproduksjon fra Lunde er i dette tilfellet på om lag 250000 Sm³.

Det er også gjort beregninger på trykktapene som vil oppstå i rør under produksjon. Disse viser seg å være neglisjerbare i forhold til trykktapet fra gravitasjonen, som taes høyde for i Eclipse.



Figur 5: Kumulert produksjon av reservoarene

Økonomi

De økonomiske beregningene består av nåverdi og internrente. Det er brukt en oljepris på 22 USD per fat, noe som er et nøkternt valg basert på dagens oljepris. Vekslingskursen mellom NOK og USD er satt til å være 7 alle år. Prosjektets avkastningskrav er satt til 8%.

På bakgrunn av disse tallene og resultatene fra simuleringen, vil produksjonen av Lunde ha en nåverdi på i underkant av tre millioner NOK. Internrenta vil være på om lag 8,7%. Disse tallene er i seg selv lite oppløftende, og taes all usikkerheten rundt en slik simulering i betraktning, slukes resultatet også av denne.

Konklusjon

Selv om oljeproduksjon fra Lunde relatert til total økning i oljeproduksjon vil være størst uten gassinjeksjon, vil det være nødvendig å fortsette med dette i Statfjord for å opprettholde tilstrekkelig trykk til produksjon. Total oljeproduksjon fra Statfjord vil øke med 250000 Sm³ i løpet av produksjonstiden som resultat av Lundes tilstrømning. Lundes funksjon som trykkstøtte vil være minimal, og reservoaret må i første rekke sees på som en produsent. Trykktap i rør kan baseres på hydrostatisk trykk ettersom friksjonstapet kan neglisjeres.

Økonomien i prosjektet er dårlig.

Med små marginer vil nåverdien bli negativ. Selv om alle antagelser rundt økonomien er konservative, vil ikke prosjektet ha tilfredsstillende økonomi ved dristigere strategier. I tillegg er det usikkerheten rundt simuleringen som veier tyngst i dette tilfellet.

Dersom en beslutning om gjennomføring skal taes, må man gå tallene i simuleringen nærmere i sømmene. En nærmere utredning av geologien vil kunne gi utgangspunkt til en mer nøyaktig simuleringsmodell og dermed også mer pålitelige produksjonsdata. Det bør også gjennomføres flere simuleringer, der ulike optimistiske og pessimistiske anslag betraktes.

Referanser

- [1] Kompendium i fag 67173: Flerfase Rørstrømning, Per Fuchs, 1997
- [2] Kompendium i fag 82057: Prosjektering av rørsystemer, Olav Høyland
- [3] Petroleumsproduksjon og prosessering på plattformen, Harald Asheim, Forlaget TANO A/S, 1985
- [4] DST av Lunde analyserapport, Statoil
- [5] Reservoarstyringsplan for Gullfaksfeltet 2003, Statoil, 2003

[6] Forelesningsfoiler i faget Sedimentologi
og Stratigrafi, Sverre Ola Johnsen