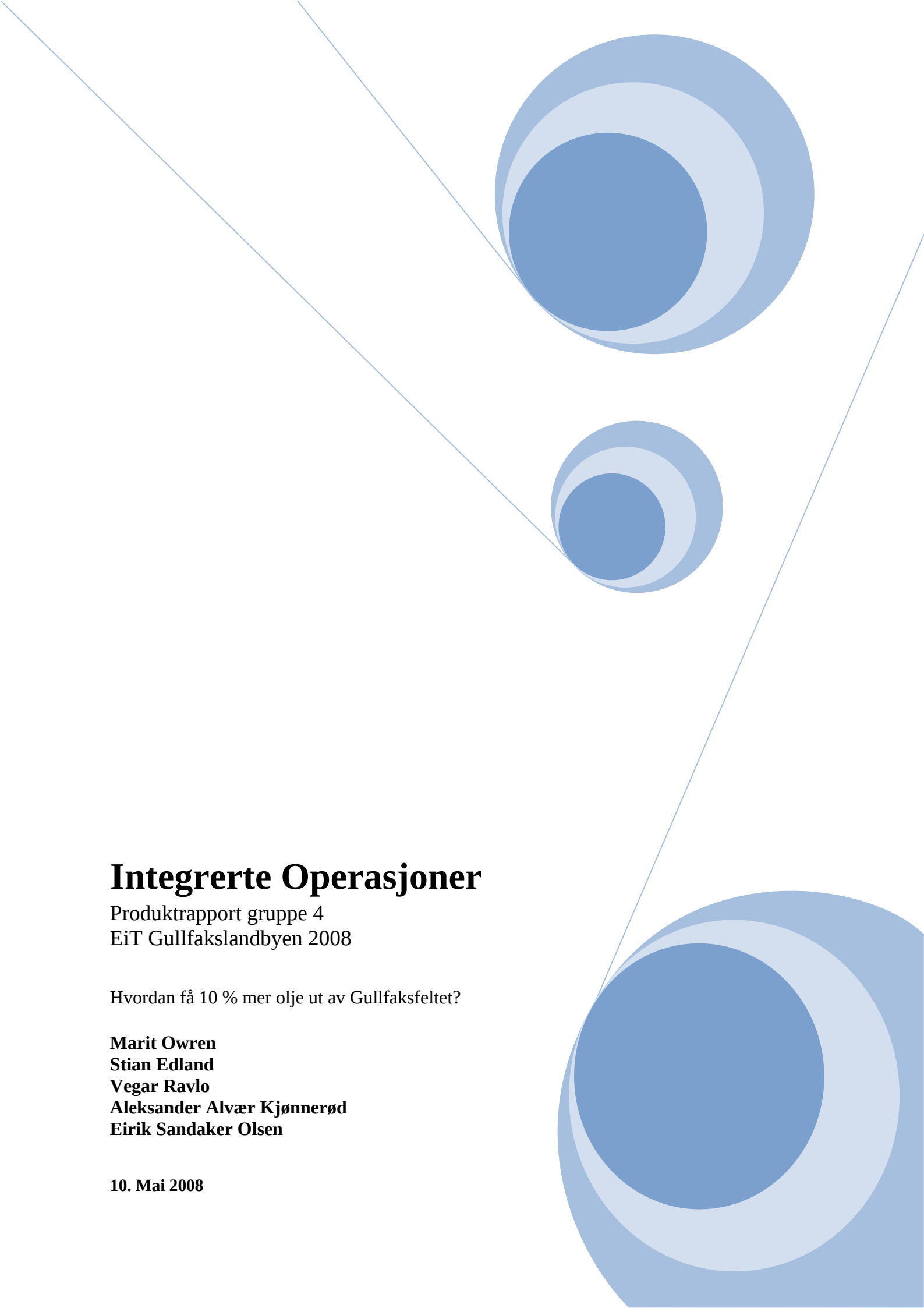


A decorative graphic on the right side of the page. It features three concentric blue circles of different sizes, each with a lighter blue outer ring. Two thin blue lines originate from the top left and extend diagonally towards the circles. A large, partially visible blue circle is at the bottom right.

Integrerte Operasjoner

Produktrapport gruppe 4
EiT Gullfakslandbyen 2008

Hvordan få 10 % mer olje ut av Gullfaksfeltet?

Marit Owren
Stian Edland
Vegar Ravlo
Aleksander Alvær Kjønnørød
Eirik Sandaker Olsen

10. Mai 2008

Forord

Denne rapporten er laget i forbindelse med faget TPG 4851 Ekspert i Team, Gullfakslandsbyen våren 2008. Faget er et tverrfaglig prosjekt og er et obligatorisk emne for 4. klasse ved NTNU. Dette skal forberede studentene på samarbeidssituasjoner de kan møte senere i næringslivet. Målsettingen til Gullfakslandsbyen er å få 10 % økt utvinning på feltet, noe som vil gi betydelige ekstra inntekter. StatoilHydro stiller med egne ønsker og veiledere som kan benyttes, slik at prosjektet skal bli en suksess.

- ~ Denne rapporten er én av to rapporter i faget, der den andre er en prosessrapport som beskriver samarbeidet i gruppen gjennom hele semesteret. Gruppen som har laget disse rapportene består av fem sivilingeniørstudenter, men fra forskjellige linjer. Med diverse avbrudd bestående av blant annet ekskursjoner til Brasil og Singapore, kom gruppen frem til et endelig resultat. Både i forkant og etterkant av disse avbruddene har gruppen jobbet jevnt.

Det har også vært en del personer som har hjulpet oss til resultatet som følger. Derfor rettes det en takk til StatoilHydro og deres veiledere, Stig Olsen og Eirik Aspenes. En stor takk rettes også til Jan Ivar Jensen ved IPT på NTNU, som har hjulpet oss mye med simuleringer i Eclipse. Til slutt skal landsbyleder Jon Kleppe ha en stor takk for sitt engasjement og rettledning gjennom semesteret.

Trondheim, 10. Mai 2008

.....
Marit Owren

Marit Owren

.....
Aleksander Alvær Kjønnørød

Aleksander Alvær Kjønnørød

.....
Eirik Sandaker Olsen

Eirik Sandaker Olsen

.....
Vegar Ravlo

Vegar Ravlo

.....
Stian Edland

Stian Edland

1. Sammendrag

Denne rapporten beskriver hvordan innføring av Integreerte Operasjoner kan gi et tettere samarbeid mellom produksjons- og reservoaringeniører på Gullfaks. Ved å simulere to ulike situasjoner, hvor den ene er i henhold til dagens situasjon og den andre beskriver forbedret samarbeid, kan man få dannet seg et bilde av forskjellene. En Eclipse-modell er blitt benyttet til simuleringen. I tillegg er det utført nåverdiberegninger for å regne ut lønnsomhet.

Rapporten skisserer ulike forslag til forbedringer. Disse er ment som et hjelpemiddel for å forbedre samarbeidet mellom de to faggruppene. Et tema som blir diskutert er kommunikasjonen mellom reservoar- og produksjonsingeniører. Et forslag er å øke møtehyppigheten. Dette for å kunne dele relevant informasjon raskere og oftere. Et annet alternativ som blir foreslått er å opprette åpne kontorlandskap hvor representanter for de to faggruppene kan jobbe sammen. Dette vil kunne øke informasjonsflyten, samtidig som man minimerer risikoen for stopp i arbeidet på grunn av møter. Opprettelse av et samhandlingsrom med utstyr for videotelefoni er et annet alternativ foreslått i denne rapporten. Et slikt rom, med mulighet for å få sanntidsinformasjon fra for eksempel plattform, vil gjøre det enklere å kunne ta raske og korrekte beslutninger. Et siste forslag er å benytte seg av et nyutviklet dataprogram. Dette programmet er beregnet for å gi en oversiktlig grafisk fremstilling av ulike parametere fra plattformer og brønner. Programmet vil kunne benyttes til proaktiv problemløsning, da man kan benytte dette til å oppdage feil tidligere.

Ved å gjennomføre tiltak som er foreslått i denne rapporten blir det vist at det er mulig å øke oljeproduksjonen. Utgiftene ved å innføre disse tiltakene er svært beskjedne i forhold til inntekten økt oljefortjeneste gir. Et grovt estimat viser at man kan øke inntektene med opptil 1,4 % per feil som oppdages.

Innholdsfortegnelse

FORORD	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	6
2.1 GULLFAKSELTET	6
2.2 GEOLOGIEN I OMRÅDET	6
3. HVA ER INTEGRERTE OPERASJONER?	8
4. FREMGANGSMÅTE	10
5. PROBLEMSTILLING	10
6. BESKRIVELSE AV CASENE	10
6.1 CASE 1: SUB-OPTIMALT SAMARBEID, NÅVÆRENDE SITUASJON	10
6.2 CASE 2: FORBEDRET SAMARBEID, ØNSKET SITUASJON	11
7. FORSLAG TIL FORBEDRING	12
7.1 MØTER	12
7.2 KOMMUNIKASJON/INFORMASJONSDELING	13
7.3 SAMHANDLINGSROM	13
7.4 ÅPENT KONTORLANDSKAP	14
7.5 PROGRAMMET	15
8. SIMULERING	16
8.1 ORDFORKLARINGER	16
8.1.1 Skin	16
8.1.2 WPI	17
8.2 VILKÅR FOR SIMULERINGENE	17
8.3 RESULTATER	18
9. ØKONOMISK ANALYSE	19
9.1 BAKGRUNN FOR ØKONOMISK ANALYSE	19
9.2 RESULTATER	20
9.3 USIKKERHET	21
10. DISKUSJON	22
11. KONKLUSJON	24
12. KILDELISTE	25
13. VEDLEGG	26
VEDLEGG 1 SAMHANDLINGSROM	26
VEDLEGG 2 KONTORLANDSKAP	27
VEDLEGG 3 TOTAL OLJEPRODUKSJON	28
VEDLEGG 4 OLJERATE	29
VEDLEGG 5 WELL PRODUCTION INDEX (WPI)	30

Figurliste

Figur 1: Tverrsnitt av geologien i Gullfaksfeltet.....	7
Figur 2: Total oljeproduksjon.....	18
Figur 3: Nåverdianalyse	20

2. Innledning

2.1 Gullfaksfeltet

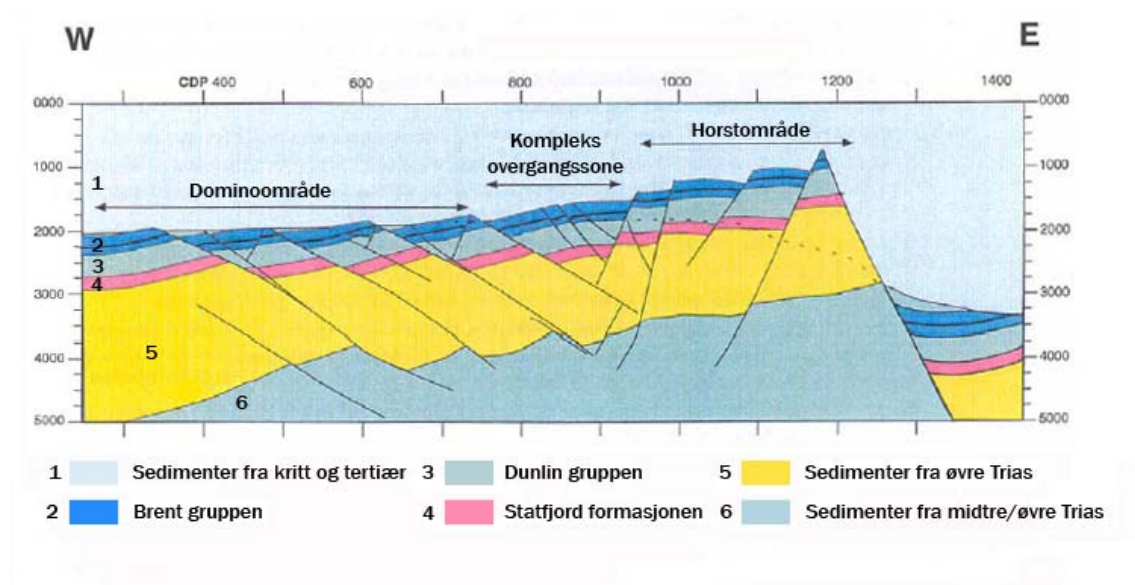
Gullfaksfeltet ble oppdaget i 1978 og ligger i blokk 34/10 i den nordlige delen av Nordsjøen. Hovedfeltet er bygget ut med tre store betongplattformer som har navnene Gullfaks A, B og C. Disse plattformene kom i produksjon i henholdsvis 1986, 1988 og 1989. Den produserte oljen blir eksportert med shuttletankere som kan laste fra to forskjellige bøyer på feltet. Produsert gass blir sendt i rørledning til Kårstø for behandling, før videre eksport til Europa. A-plattformen mottar olje fra feltene Vigdis og Visund for lagring og eksport. C-plattformen mottar og prosesserer olje fra Tordis feltet. I tillegg er det tre satellittfelt i tilknytning til hovedfeltet, og disse er Gullfaks Sør, Gullveig og Rimfaks. Satellittfeltene er bygget ut subsea og fjernstyres fra A- og C-plattformene.

Gullfaksfeltet er et av de viktigste feltene for oljeproduksjon på norsk sokkel, og det var det første feltet der et norsk selskap skulle være operatør.

I dag er produksjonen fra feltet i en deklinerende fase, og man jobber med å utvinne små oljefylte lommer i reservoaret ved bruk av stadig mer avansert teknologi. Utvikling av ny teknologi har påvirket den forventede utvinningsgraden på feltet sterkt. Da feltet kom i produksjon regnet man med å få en utvinningsgrad på 46,5 %. I dag er det flere år siden feltet opprinnelig skulle vært nedlagt, og utvinningsgraden er oppe i 59 %. Det planlegges nå å drive feltet frem til 2030 og få en utvinningsgrad på minst 62 %. [1]

2.2 Geologien i området

Geologien i Gullfaks-feltet kan deles inn i tre hoveddeler. Fra midten av feltet og vestover finner man et dominoområde med roterte forkastningsblokker. I øst finner man et ikke-rotert horstområde. Mellom disse to delene finnes en kompleks sone med mange fragmenterte foldestrukturer. Hele feltet er preget av større forkastninger, med sprang på mellom 50 og 250 meter, med stryk i retning nord/sør. I det vestlige området har forkastningene fall på 25-30 grader mot øst. Dette står i kontrast til forkastningene i det østliggende horstområdet som har fall mot ca 60 grader vest.



Figur 1: Tverrsnitt av geologien i Gullfaksfeltet

Lundeformasjonen, Øvre Trias

- Består av 800-1200 meter tykk pakke av kontinentale avsetninger som veksler mellom sand og skifer.
- Moderat til dårlige reservoaregenskaper

Statfjordformasjonen, Nedre Jura

- Øker i tykkelse fra øst til vest, fra 170 meter til mer enn 250 meter.
- Nedre del består av alluviale avsetninger, med moderat til dårlige reservoaregenskaper.
- Øvre del av formasjonen består av sump- og kanalavsetninger, og har svært gode reservoaregenskaper.

Dunlingruppen, Nedre Jura

- Består hovedsaklig av marine siltsteiner og skifer, og er dermed ikke egnet som reservoarbergart.
- Unntaket er den omlag 150 meter tykke Cookformasjonen, som er en oppgrovende lagrekke med gode reservoaregenskaper.

Brentgruppen, Midtre Jura

- Deltaavsetninger som er heterogent sammensatt.
- Varierende reservoaregenskaper i gruppens formasjoner:
 - o Svært gode egenskaper i Tarbert
 - o Gode egenskaper i Rannoch og Etive
 - o Brukbare egenskaper i Ness

Brønnen som brukes i simuleringene i denne rapporten ligger i I1-segmentet, som ligger i Statfjordformasjonen og Brentgruppen.

3. Hva er integrerte operasjoner?

Det første de fleste som har hørt om integrerte operasjoner (IO), tenker på når de hører om dette, er den bedrede kommunikasjonen mellom land og offshore. Men IO er så mangt, alt fra den nevnte kommunikasjonen til sanntidsdata og fjernstyrte systemer.

Integrerte operasjoner fjerner den lange avstanden mellom ekspertene på land og offshore, også mellom kontinenter og landegrenser. Ved hjelp av fiberoptiske kabler og sanntidsdata kan de kommunisere og ta beslutninger raskere, og ikke minst før problemene oppstår.

Kommunikasjonen foregår gjerne med videokonferanse som gir følelsen av å være i "samme rom", samtidig som at de benytter smartboard til "å tegne på samme tavle".

Alt dette har fått de ansatte til å jobbe på en annen måte enn før. Tidligere arbeidet de hver for seg på cellekontorer og deltok på møter for fremdriften og avtalte mulige tiltak som skulle iverksettes. Med ny teknologi tilgjengelig har de besluttet å skape et mer åpent kontorlandskap som muliggjør bedret kommunikasjon, samt å delta i tverrfaglige grupper, både på land og offshore. Dette fører til raskere, tryggere og bedre beslutninger.

Med fiberoptikk er det også kommet mer avansert utstyr på plattformene og nede i brønnene. Disse gir muligheten til å overvåke og kontrollere produksjonen nøye. Bore- og produksjonsoperasjonene blir mer og mer gjennomført med IO i bakhånd, der personell på land og offshore jobber tett frem til ønsket resultat. Landpersonell kan følge med på de samme instrumentmålingene som operatørene offshore. Personellet på land behøver heller ikke være kollegaer i samme bedrift. Er det nødvendig å utføre vedlikehold og reparasjoner

kan reparatørene for eksempel snakke direkte med leverandør av utstyret mens arbeidet utføres. Dette sparer ikke bare tid, men er også med på å sikre at arbeidet utføres korrekt.

Ved å implementere IO i arbeidet vil man kunne øke utvinningsgraden på eksisterende felter, noe som igjen vil øke levetiden på disse. StatoilHydro har som visjon å bli verdensledende innen Integrerte Operasjoner. Det kan godt skjønnes siden det gir blant annet bedre reservoarstyring og forbedret HMS. Bedre reservoarstyring har ført til 700 millioner fat ekstra alene på Gullfaks. I tillegg har Oljeindustriens Landsforening (OLF) estimert verdien av IO på sokkelen til 300 milliarder kroner i løpet av de neste 10 årene.

IO har mange positive effekter. Den forbedrede HMS er allerede nevnt sammen med bedre reservoarstyring, som igjen gir mulighet til økt utvinning. Med fiberoptikk er muligheten til overvåkning av utstyr til stede rundt og i tilknytning til brønnen, noe som gir et mer effektivt vedlikehold.

Andre resultater av IO er [1]:

- Mer effektive boreoperasjoner
- Bedre brønnplasseringer
- Produksjonsoptimalisering
- Bedre ressursutnyttelse
- Økt regularitet

4. Fremgangsmåte

Gruppen har samarbeidet tett gjennom hele prosessen, og løsningen på problemstillingen er et resultat av diskusjon og utveksling av faglig kompetanse innad i gruppen, samt input fra landsbyledelsen og våre veiledere Stig Olsen og Eirik Aspenes i StatoilHydro. Et teoristudium av begrepet IO og historien til Gullfaksfeltet inngikk også i vårt arbeid og er presentert ovenfor.

For å simulere en eventuell produksjonsgevinst ved vår løsning, har vi tatt i bruk dataprogrammet Eclipse, som er en olje- og gassreservoarsimulator utviklet av Schlumberger. Vi har simulert to caser, som er beskrevet under, og sammenligner i økonomidelen fortjenesten ved de to ulike produksjonsprofilene. For de økonomiske nåverdiberegningene er programmet IPRISKwell benyttet.

5. Problemstilling

Hvordan kan reservoaringeniører og produksjonsingeniører på GFSAT best mulig samarbeide for å øke langtidsproduksjonen?

Gruppen skal undersøke hvordan reservoaringeniører og produksjonsingeniører best mulig kan samarbeide. Det skal forslås ulike verktøy som kan benyttes for å gjøre samarbeidet så effektivt som mulig. I tillegg skal det simuleres to caser for å kvantifisere gevinsten av det foreslåtte samarbeidet. Oppgaven er formulert i samarbeid med StatoilHydro.

6. Beskrivelse av casene

6.1 Case 1: Sub-optimalt samarbeid. Nåværende situasjon

Denne casen danner bakgrunnen for oppgaven. I dag er interaksjonen mellom produksjons- og reservoaringeniørene på et svært lavt nivå. Dette kan føre til at produksjonen, og dermed utvinningsgraden ikke er optimal. Hyppigheten av møter og generell kommunikasjon mellom de to avdelingene gjør at informasjon som kan forbedre håndteringen av brønnene ikke blir formidlet til rett tid. Produksjonsingeniørene ivaretar typisk den kortsiktige oppfølgingen av brønnene, på dag-til-dagbasis, mens reservoaringeniørene har mer fokus på den langsiktige oppfølgingen av brønnene, på månedsbasis.

Det skal derfor benyttes en Eclipse-modell der det blir simulert oljeproduksjon under den nåværende situasjonen. På grunn av at samarbeidet mellom produksjons- og reservoaringeniørene ikke er på et optimalt nivå, kan dette føre til at eventuelle justeringer som må gjøres ikke blir foretatt tidsnok og for sjeldent. Det kan også hende at det blir tatt feil avgjørelser, noe som kan påvirke produksjonen negativt. I dag blir møter foretatt med et mellomrom på opptil ett halvt år (Olsen, pers.med, 2008), og justeringer blir også foretatt i løpet av tilsvarende tidsrom. I modellen skal en slik situasjon bli simulert.

6.2 Case 2: Forbedret samarbeid. Ønsket situasjon

Det er en potensiell gevinst i å forbedre kontakten mellom reservoar- og produksjonsingeniørene. Dagens situasjon, som er beskrevet i Case 1, kan føre til at nødvendige justeringer ikke blir gjort når de skal. En mulig løsning på dette problemet er å øke hyppigheten på møtene, eller i det hele tatt å holde møter, mellom de to gruppene slik at de kan dele den nødvendige informasjonen som trengs for å drifte produksjonen på en best mulig måte. Utfordringen her ligger i å skissere hvordan slike møter bør foregå. Stikkord i denne sammenheng er møteinnhold, møtestruktur, lengde på møtene og hyppighet. I tillegg kan en mulig forbedring være å samle de to gruppene i samme rom. I dag jobber de to gruppene på ulike steder, dette bidrar til at kontakten dem i mellom blir redusert.

I Eclipse-modellen skal en situasjon med bedre samarbeid simuleres. Målet er at dette fører til at problemer med produksjonen forttere blir oppdaget, og at siden produksjons- og reservoaringeniørene får tilgang på samme informasjon mye raskere, så vil nødvendige justeringer raskere bli foretatt. Et foreslått alternativ kan være å holde møter med mellomrom på 1-2 uker.

Når de to casene er gjennomført må resultatene sammenlignes.. En må se på om det ligger en mulig gevinst i å endre på dagens situasjon, og hvor stor denne eventuelt er. Det skal så beregnes økonomiske deltaprofiler og nåverdigevinst for de to casene.

7. Forslag til forbedring

I dag er informasjonsflyten mellom reservoar- og produksjonsingeniørene relativt dårlig. En av grunnene til dette er de ulike tidsperspektivene de to gruppene opererer med. En produksjonsingeniør er mest interessert i hvordan utviklingen er på daglig og ukentlig basis, mens en reservoaringeniør heller vil vite utviklingen gjennom flere måneder og år. Som følge av dårlig kommunikasjon mellom disse to fagfeltene kan det gå lang tid før eventuelle endringer og problemer som oppstår blir oppdaget og løst. Ved å oppdage negative trender på et tidlig stadium vil man kunne justere underveis, og man slipper situasjoner der man må gjøre drastiske endringer i produksjonen. Med en hyppigere møtefrekvens mellom disse fagdisiplinene vil man kunne unngå store overraskelser og endringer, og det vil være lettere å få oversikt over utviklingen.

7.1 Møter

Reservoar- og produksjonsingeniørene sitter nå hver for seg, og når de møtes blir det ikke nødvendigvis pratet mye jobb. For å forbedre samarbeidet mellom de to gruppene vil det være hensiktsmessig at det blir avholdt ukentlige møter hvor problemstillinger og utviklingen kan diskuteres og løses. Reservoarmodellene vil kunne bli mer oppdaterte og man vil lettere kunne predikere utviklingen til reservoaret/brønnen. Med jevnlig møter vil fagdisiplinene bli tettere knyttet sammen, og en god informasjonsflyt her vil også føre til at begge parter får bedre oversikt over hverandres synspunkter. På disse møtene kan man sammen se på en programvare som viser utviklingen av brønnene, og vurdere hvorvidt man skal iverksette tiltak. Selv om det ikke er en utvikling som skulle kreve slike tiltak, vil det være positivt for alle parter at man har en felles forståelse av tingenes tilstand. Møtene bør skje på ukentlig basis, for eksempel mandag morgen, og være av kort varighet, for eksempel en halv time. Kun de viktigste oppdateringer skal gjennomgås, samt at alle bør informere kort om hvilke prosjekter de jobber med denne uken. Mer dyptgående møter med detaljdiskusjoner rundt de enkelte brønner kan avtales på dette møtet, men da skal kun noen få aktuelle parter involveres. Møtene gjennomføres for å være mer proaktive og kunne oppdage og løse eventuelle problemer før de oppstår.

For at møtene skal bli så effektive og verdifulle som mulig, er det viktig å definere en møtестruktur. Blant annet må man være enige om en agenda for hva de ordinære møtene skal inneholde. Man bør også avklare på forhånd hvem som skal være med på møtet og hvem som

skal være møteleder samt andre funksjoner. Rollefordelinger kan selvsagt rulleres på, men må være bestemt på forhånd. Eksempelvis kan man på et tidlig tidspunkt sette opp en liste over hvem som skal ha de ulike posisjonene under kommende møter, eller man kan bli enige om dette på slutten av hvert møte slik at dette er avklart til neste gang.

7.2 Kommunikasjon/Informasjonsdeling

Det er viktig at de to gruppene har tilgang på den samme informasjonen. I tillegg til å bedre kommunikasjonen mellom de to gruppene, bør det utvikles en metode hvor denne informasjonen kan gjøres tilgjengelig. Det vil være essensielt at denne informasjonen oppdateres kontinuerlig. På grunn av at det er snakk om enorme mengder informasjon må dette gjøres på en lite ressurskrevende måte.

Et alternativ er å opprette en database som inneholder den informasjonen som er interessant og innsamlet. Fordelen med en slik database er at all informasjon er tilgjengelig.

Ulempen er den store mengden data. Dette vil føre til at det blir veldig mye jobb med utvikling og oppdatering av databasen. I tillegg er det ikke sikkert at all informasjon er like nødvendig til enhver tid. De mange ulempene som en slik database vil medføre vil trolig overskygge fordelene. Med mindre man klarer å finne en enkel måte hvor man kan opprette og vedlikeholde en slik database, vil det sannsynligvis være hensiktsmessig å vurdere en annen løsning.

Et annet, og trolig bedre, alternativ er å lage et program med et enkelt grensesnitt som presenterer brønnrater og generell utvikling av brønnene/feltene. Dette programmet flagger hvis det er vesentlige avvik ved noen av brønnene, og skal fungere som en kombinasjon av et informasjons- og varslingsprogram. Dette er en enkel metode for raskt å oppdage problemer som skulle oppstå, og kanskje gi en indikasjon på hvorfor. En mulighet for å gjøre informasjonen mer tilgjengelig er å vise grafene fra dette programmet på storskjerm, noe som blir forklart nærmere i beskrivelsen av samhandlingsrommet.

7.3 Samhandlingsrom

I samhandlingsrommet er det ønskelig at nåtidsinformasjonen skal være tilgjengelig til enhver tid, gjerne med viktige grafer og verdier som fremvises på storskjerm. Med inspirasjon hentet

fra børsen skal utviklingen kunne følges tett med kontinuerlig oppdatert informasjon, selv om tidsperspektivet i dette rommet blir noe helt annet enn det vil være på børsen. Med en større flyt og lettere tilgang til informasjon, vil sannsynligheten for å oppdage en negativ utvikling på et tidlig stadium være høyere. Det vil også være viktig at mengden av forskjellig informasjon som vises på storskjerm ikke blir for stor. Man skal med hjelp av denne storskjermen få en indikasjon på at noe kan være galt, ikke nødvendigvis hvorfor det eventuelt er galt. Til dette formålet er det meningen at man skal bruke en annen programvare som gir mer detaljert informasjon. På denne måten vil mye av den informasjonen som skal utveksles mellom reservoar- og produksjonsingeniørene allerede være kjent, og man kan bruke tiden mer effektivt med tanke på endringer og forbedringer.

Bruk av videokonferanse er ingen nyvinning nå til dags, og er godt utbredt allerede. Med stadige utbedringer av fiberoptiske nettverk blir mulighetene til å sende store mengder data lettere, og informasjonsflyten mellom offshore og onshore blir enklere. Dagens teknologi gjør det mulig for onshore personell å jobbe med nåtidsinformasjon fra brønnene offshore. Ved bruk av et samhandlingsrom kan man med enkle tastetrykk koble seg opp mot Produksjonsoptimaliseringsgruppen (POG) eller personell offshore for utveksling av tanker, ideer og informasjon. Også eksterne samarbeidspartnere kan integreres i denne samarbeidsformen.

Et forslag til design på samhandlingsrommet kan finnes som vedlegg 1.

7.4 Åpent kontorlandskap

Per i dag sitter produksjonsingeniørene i et åpent kontorlandskap. Erfaringene fra dette viser at medarbeiderne har en lavere terskel for å prate sammen, og at dette fører til bedre informasjonsflyt. Reservoaringeniørene sitter på hvert sitt kontor, og snakker antagelig mindre sammen enn det produksjonsingeniørene gjør. Det er ikke nødvendigvis veldig kritisk at reservoaringeniørene snakker sammen så ofte, siden de har fokus på lengre tidsperspektiver.

Det finnes også negative sider ved å sitte i åpne kontorlandskap. En undersøkelse gjort av det danske Arbejdsmiljøinstituttet (AMI) viser at flere klager over hodepine og konsentrasjonsproblemer i slike arbeidsmiljø. [2]

De negative følgene av å sitte i et åpent kontormiljø, som i hovedsak er økt støynivå og mindre personlig sfære for de ansatte, må vurderes opp mot den positive effekten man kan ha fagmessig og sosialt ved å kommunisere tettere.

Denne rapporten fokuserer på å sikre en bedre kommunikasjon mellom reservoar- og produksjonsingeniørene. Det er altså viktig i denne sammenhengen at disse to fagdisiplinene snakker oftere sammen. En løsning kan da være å la prosjektledere sette sammen grupper bestående av produksjonsingeniører, reservoaringeniører og andre yrkesgrupper etter behov, som i periodevis sitter sammen i egne små kontorlandskap. Eventuelt kan reservoaringeniørene rullere på å sitte i åpent landskap blant produksjonsingeniørene etter ”clean desk” prinsippet. På denne måten får de to gruppene et innblikk i hverandres hverdag, og informasjonen kan flyte begge veier, uten at reservoaringeniørene blir fjernet fra sin nåværende kontorsituasjon på permanent basis.

Et forslag til design på et lite åpent kontorlandskap, velegnet for prosjektgrupper, kan finnes som vedlegg 2.

7.5 Programmet

Gruppen har kommet fram til følgende spesifikasjoner til et dataprogram, som skal fungere som et verktøy for å få en bedre og raskere informasjonsflyt mellom reservoar- og produksjonsingeniørene:

- Programmet skal kunne presentere informasjon om produksjonsrater, både historiske og nåtid.
- Programmet skal kunne kalkulere strømningsrater med bakgrunn i trykk- og temperaturmålinger, for deretter å presentere disse dataene oversiktlig slik at avvik fra de forventede verdiene raskt kan bli oppdaget.
- Hovedsiden skal inneholde en liste over de aktuelle brønnene, samt ”rødt lys” eller ”flagg” dersom unormale eller uønskede målinger er registrert. Detaljer om en brønn skal være tilgjengelig om man trykker på den. Detaljene burde være:
 - Når siste test ble utført.
 - Alle målte parametere som er relevante for beregning av rater og diagnostisering.

- Flaggtoleranser skal kunne bli lagt inn manuelt av reservoar- og produksjonsingeniørene, eventuelt av Produksjonsoptimaliseringsgruppen (POG).
- Programmet skal kunne presentere handlinger som er blitt utført på lignende brønner som har hatt samme karakteristikk. Programmet skal kunne foreslå den handlingen som erfaringsmessig har hatt størst suksess på andre brønner i samme reservoar.

Et lignende dataprogram er under utvikling av FMC for StatoilHydro og skal tas i bruk i løpet av kort tid.

8. Simulering

8.1 Ordforklaringer

I simuleringene inngår det en del teori som kan være ukjent for leseren. Noen av begrepene som benyttes er forklart her:

8.1.1 Skin

Skin er en dimensjonsløs faktor som bestemmer produksjonseffektiviteten til en brønn ved å sammenligne virkelige brønnforhold med de forholdene som ville vært teoretisk ideelle. Ved å måle trykkfallet i et perforert system og deretter sammenligne dette med forventet trykkfall ved ideell, radiell strømning, får man beregnet en verdi for skin. En positiv skinverdi gir en indikasjon på at et eller annet senker produktiviteten til en brønn, noe som eksempelvis kan være tetning av perforeringer. I motsatt tilfelle vil en negativ skinverdi indikere økt produktivitet, som kan være en følge av oppsprekning av reservoaret eller en stimulering av brønnen som følge av syrebehandling av reservoaret.

Man kan tenke på skinfaktoren som en sone rundt brønnen med redusert eller økt permeabilitet.

Strømningsligningen med skin er gitt som:
$$Q = \frac{2\pi kh}{\mu B} \frac{\Delta P}{\ln \frac{r_e}{r_w} + S}$$

Av denne formelen ser man også hvorfor positiv skin senker strømmingen.

8.1.2 WPI

WPI (Well Production Index) er forholdet mellom trykk og strømning i en brønn.

Ligningen for produksjonsindeksen til en brønn er gitt som: $WPI = \frac{q}{\Delta P}$

8.2 Vilkår for simuleringene

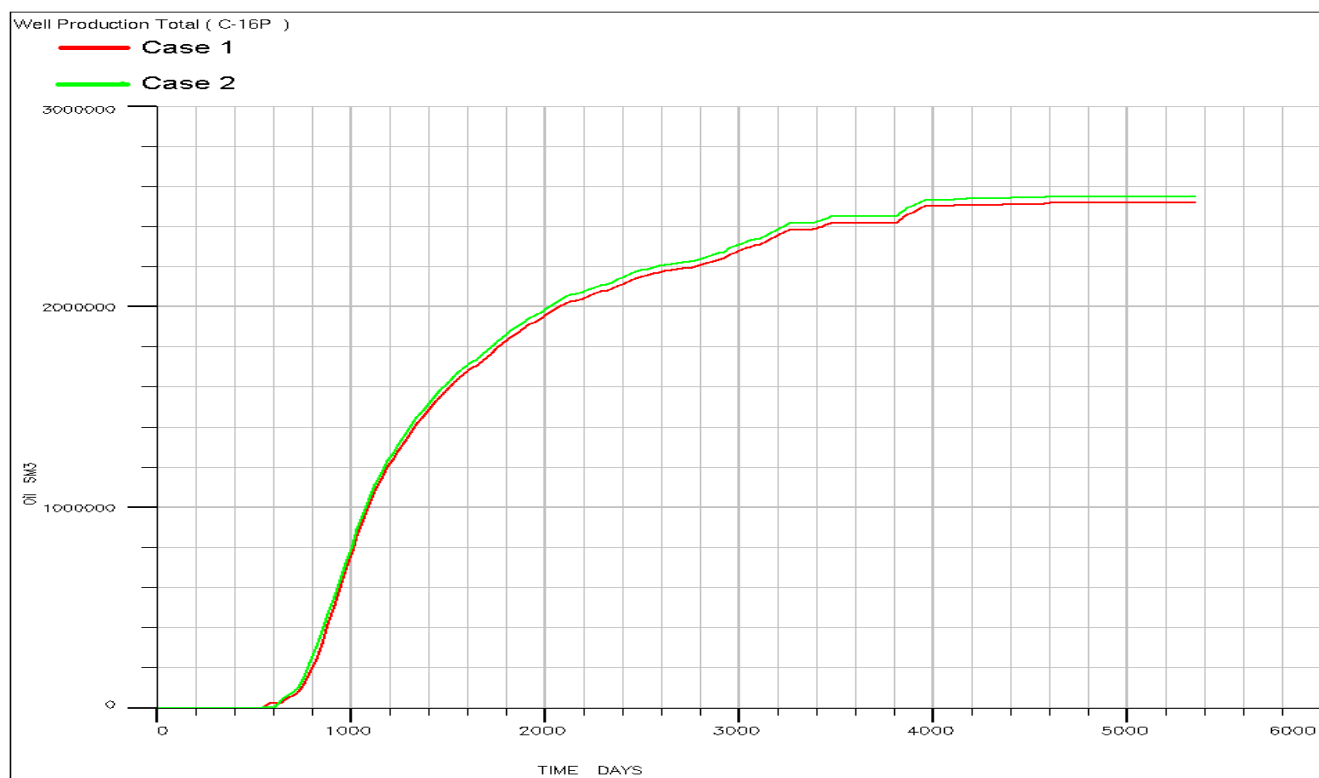
For å undersøke de økonomiske aspektene ved de foreslåtte endringene i kapittel 7, blir de to casene beskrevet i kapittel 6 simulert i Eclipse. Brønn C-16P i I1-segmentet på Gullfaksfeltet er benyttet som simuleringsbrønn. Denne brønnen er valgt fordi dens modell er forholdsvis enkel og oversiktlig. Målet med simuleringen er å se på endring i produksjon gitt ut fra hyppighet av oppdateringer utenfra. Det er derfor gunstig at så få andre faktorer som mulig virker inn på produksjonen.

I utgangspunktet skulle det blitt benyttet en brønn fra Gullfaks Satelitter, men den opprinnelige modellen inneholdt mange feilkilder. Det antas at at denne brønnen på hovedfeltet kan benyttes som eksempel selv om problemstillingen tar for seg Gullfaks Satelitter. Det er stor usikkerhet knyttet til simuleringer av denne type problemstillinger og dette gjør at det er svært vanskelig å verdsette IO.

For å illustrere de to casene, er det lagt inn en kunstig feilrate i modellene for både Case 1 og Case 2. Dette er gjort ved å sette skinverdien høy, noe som betyr nedsatt produktivitet. Brønnen åpnes derfor samtidig i begge casene, i november 1993, med en skin-verdi på 20. I Case 1 får denne verdien stå urørt i ti måneder, og justeres ned til 5 i september 1994. Dette skal simulere dagens situasjon med sjelden kommunikasjon mellom reservoar- og produksjonsingeniørene. I Case 2 blir skinverdien endret til 5 allerede i januar 1994, altså etter to måneder. Dette simulerer situasjonen etter at forbedringstiltak er satt i gang, altså med en hyppigere informasjonsdeling mellom de to ingeniørgruppene. Utfallet av de to casene er gitt i kapittel 8.3.

8.3 Resultater

Den totale oljeproduksjonen gitt av simuleringene er vist i Figur 2: Total oljeproduksjon. Case 1 er her vist i rødt, mens Case 2 er vist i grønt. I Case 1 produserer brønnen 2 516 680 Sm³ olje i løpet av 5 236 dager, mens i Case 2 produserer den samme brønnen 2 547 411 Sm³ olje i samme tidsperiode. Dette gir en differanse på 30 731 Sm³ i favør Case 2, det vil si den med hyppigere oppdateringer.



Figur 2: Total oljeproduksjon

En forstørret utgave av grafen finnes i vedlegg 3.

Oljeraten er illustrert i vedlegg 4, og viser at produksjonsratekurvene er sammenfallende for de to casene etter ca tusen dager. Dette betyr at den økte produksjonen i Case 2 skjer i løpet av de første tre årene.

I vedlegg 5 er produksjonsindeksen presentert. Her ser man, som for produksjonsratekurvene i vedlegg 4, at produksjonsgevinsten for Case 2 forekommer i løpet av de første tusen dagene.

9. Økonomisk analyse

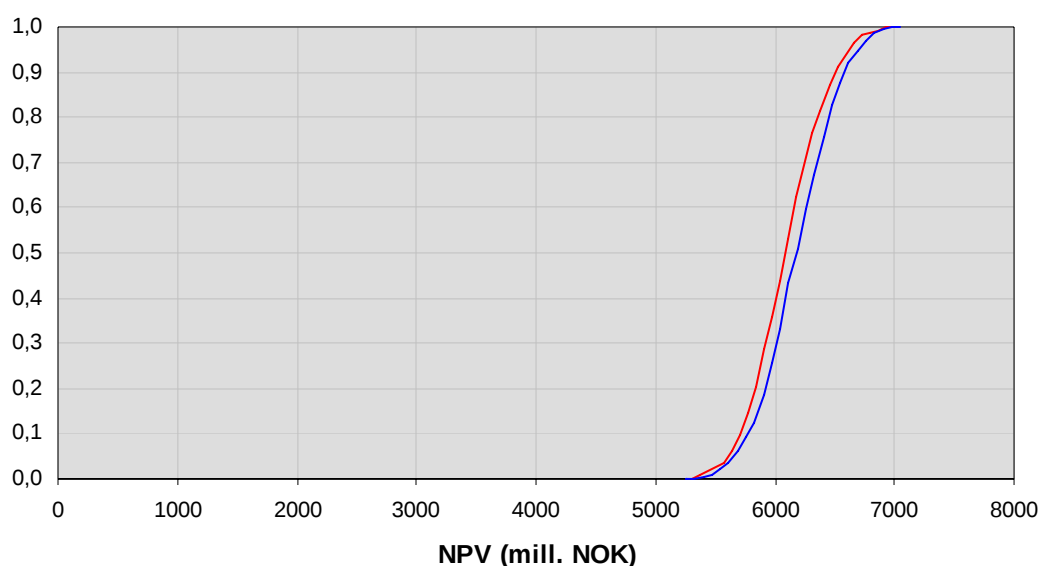
9.1 Bakgrunn for økonomisk analyse

Programmet IPRISKwell er benyttet til å utføre nåverdiberegninger. Dette programmet tar inn produksjonsdata fra Eclipse. Intervensjonskostnadene og drillingkostnadene er i dette tilfellet neglisjert. Det er ingen kostnader, kun inntekter fra produksjon. Siden hensikten med denne nåverdiberegningen er å fremskaffe et kvantitativt grunnlag å sammenligne Case 1 og Case 2 på, er det ikke nødvendig å beregne borekostnadene. Dette påvirker ikke sammenligningsgrunnlaget, fordi boringen er identisk i begge casene. Når det gjelder intervensjonskostnadene, sees det bort fra disse fordi den samme intervensjonen skal utføres i begge casene, og dermed blir kostnaden den samme. Det som er ulikt med de to casene er tidspunktet intervensjonen utføres på. For Case 1 blir intervensjonen utført etter to måneder, og for Case 2 blir den utført etter ti måneder. Hvis en antar at riggrate over denne perioden er den samme, står en igjen med den viktigste faktoren for endring i nåverdien, nemlig forskyving av oljeproduksjonen.

Nåverdiberegningene i IPRISKwell er gjort med default verdier. Det vil si at oljeprisen er konstant \$60 per fat, inflasjonen er 2 % og internrenten er 6 %. Det faktum at dagens oljepris er vesentlig høyere enn hva som er benyttet i beregningene er irrelevant for vår oppgave. Det er fordi vi er interessert i endringen mellom de to brønnene, og ikke prosjektets verdi. Gruppen presenterer derfor endringen for nåverdi i prosent, slik at den blir dimensjonsløs. Denne endringen er den samme uavhengig av eventuelle endringer i markedet, fordi begge casene produserer olje i det samme markedet.

9.2 Resultater

Figur 3: Nåverdianalyse viser den kumulative fremstillingen av nåverdiberegningene som ble utført på bakgrunn av simuleringene i Eclipse. Figuren leses på den måten at y-aksen beskriver sannsynligheten for nåverdien på x-aksen. Kurven lengst til høyre viser det scenarioet med høyest nåverdi.



Figur 3: Nåverdianalyse

Tabellen under viser sannsynlighet for tre ulike nåverdier. For eksempel forteller verdien P_{50} at det er 50 % sannsynlighet for at nåverdien for Case 1 er 6 095,95 mill. NOK eller mindre. Mean-verdien angir det beløpet som det er mest sannsynlig at det aktuelle scenarioet vil gi. Fra tabellen ser en da at det er det andre alternativet, dvs forbedret samarbeid og hyppigere oppdateringer som er mest lønnsomt.

Parameter	Mean	P_{10}	P_{50}	P_{90}	Scenario No.
NPV	6 097,90	5 711,49	6 095,95	6 501,76	1
	6 180,28	5 776,40	6 179,42	6 593,95	2

Nåverdianalysen gir på bakgrunn av dette en klar indikasjon på hvilket alternativ som er det mest lønnsomme. Mean-verdien for Case 1 er 6 097,90 NOK, mens den for Case 2 er 6 180,28 NOK, noe som gir 1,4 % mer i nåverdi for Case 2 enn for Case 1.

9.3 Usikkerhet

Som mål for faktisk fortjeneste ved å innføre de tiltak som er foreslått i denne rapporten, er de simuleringer som er gjennomført meget unøyaktige. Mange usikkerhetsfaktorer spiller inn. De viktigste er nevnt her:

- Urealistisk casesimulering. Ingen av forfatterne av denne rapporten er utdannede reservoar- eller produksjonsingeniører. Således er det vanskelig å gjenskape en realistisk simulering av hva som ville skjedd om disse to yrkesgruppene kommuniserte oftere. Tilnærmingen som er tatt, ved å justere skinverdien i simuleringene, gir et forenklet bilde av situasjonen.
- Nåverdien er kun beregnet på bakgrunn av inntekter. Det ble ikke tatt med eventuelle utgifter i beregningene. Det ble blant annet simulert en feil med brønnen, og de økonomiske konsekvensene av denne er ikke blitt tatt hensyn til her.
- Det er benyttet en fast oljepris på \$60. Denne oljeprisen stemmer ikke med den prisen som er gjeldende i dag, men er valgt kun for å beskrive prinsippet. I en reell situasjon vil også oljeprisen variere fra år til år.

10. Diskusjon

Simuleringene viser at man vil få en økonomisk gevinst ved å gjennomføre tiltakene som er foreslått. Selv om usikkerhetene ved simuleringene er svært store, er det liten tvil om at innføring av IO vil slå ut fordelaktig fortjenestemessig.

Casene som er simulert tar for seg én feilsituasjon. I virkeligheten vil små og store situasjoner som dette oppstå gjennom hele brønnens levetid, og effekten av god og strukturert kommunikasjon mellom produksjons- og reservoaringeniører vil, samlet sett, gi større utslag enn i denne ene simuleringen. Forbedringstiltakene er foreslått ut fra de rammene som allerede er til stede i StatoilHydro på Sandsli, slik at endringene som kreves blir små. Dette er gjort for å minimalisere utgifter og hindre unødvendige omstillingsprosesser.

De økonomiske kostnadene ved å innføre de foreslåtte tiltak blir forsvinnende små i forhold til inntektene en økt oljeproduksjon vil gi. Under følger en kort risikoanalyse av de ulike tiltakene.

- Fast ukentlig møtevirksomhet som involverer alle reservoar- og produksjonsingeniører på jobb, vil ta av arbeidstiden til de ansatte, og således være en utgift for bedriften. Møtets varighet på en halv time begrenser kostnadene ved dette, og et tiltak som dette kan ha flere positive effekter. Oppdateringer om hva de ulike jobber med kan hindre dobbeltarbeid, og sørge for informasjonsdeling mellom grupper som i utgangspunktet ikke visste at de hadde felles arbeidsområder. Et fast møte kan også bidra til sosial trivsel, noe som igjen kan slå positivt ut på arbeidsmoral og effektivitet.
- Et åpent kontorlandskap har, som beskrevet i kapittel 7.4, både positive og negative sider. For reservoaringeniørene vil behovet for hyppig kommunikasjon sannsynligvis ikke være stort nok til at en åpen landskapsløsning er nødvendig internt i gruppen. For å sikre god kommunikasjon mellom reservoar- og produksjonsavdelingen, kan det være gunstig å la aktuelle reservoaringeniører rullere på å sitte i produksjonsingeniørenes åpne landskap etter "clean desk" prinsippet. Utgiftene ved denne løsningen vil være minimale, da eneste endring fra dagens situasjon blir å sette inn tre til fire ekstra arbeidsplasser i produksjonsingeniørenes landskap. Å sette sammen prosjektgrupper bestående av

personer med ulik bakgrunn i åpne kontorlandskap kan være gunstig i perioder. Dette er også økonomisk lett gjennomførbart med kun små endringer.

- Samhandlingsrommet vil fungere som et møterom, hvor de to ingeniørgruppene samles og har tilgang til videokonferanseutstyr og oppdatert informasjon om brønnene og om produksjonen. Her får man ved relativt små endringer, og således små økonomiske inngrep, innført bedre kommunikasjonsforhold.
- Dataprogrammet er allerede under utvikling, og således ikke noe stort tema for denne rapporten. Kostnadene forbundet med programvareutviklingen er relativt store, men simuleringene i denne rapporten viser at gevinsten ved økt oljeproduksjon som følge av tiltak som dette programmet, vil være stor nok til å tjene inn utgiftene på relativt kort tid.

11. Konklusjon

For å forbedre kommunikasjonen mellom reservoar- og produksjonsingeniørene på Gullfaks satelittfelt, konkluderer denne rapporten med å anbefale følgende tiltak:

- Innføring av faste ukentlige møter mellom de to gruppene.
- Opprettelse av et samhandlingsrom med teknisk utstyr for videokonferanser, samt storskjermer med informasjon om produksjonsforhold i de ulike brønnene.
- Mulighet for å sitte i små, adskilte åpne kontorlandskap for prosjektgrupper, samt ledige arbeidsplasser til periodevis benyttelse av aktuelle reservoaringeniører i produksjonsingeniørenes åpne landskap.
- Utvikling av et dataprogram med et oversiktlig grafisk grensesnitt, som inneholder nødvendig informasjon om de ulike brønnene. Programmet skal til enhver tid gi alarm hvis målte verdier er utenfor normalen, og gi mulighet for innblikk i detaljerte data hvis ønskelig.

Disse tiltak vil, i følge vår caseanalyse, resultere i økt oljeproduksjon, samt en økt inntekt på 1,4 % per feil som blir oppdaget. Utgiftene ved å gjennomføre tiltakene er forholdsvis små i forhold til inntektene økt oljeproduksjon vil gi.

12. Kildeliste

[1] StatoilHydros hjemmesider.

<http://www.statoilhydro.com>

Fakta om Gullfaks:

<http://www.statoilhydro.com/en/ouoperations/explorationprod/ncs/gullfaks/pages/default.aspx>

Hvordan er IO i praksis

<http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/WhatsRevolutionaryAboutIO.aspx>

Hva er integrerte operasjoner?

<http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/FactsAboutIO.aspx>

Styrer smart mot økt utvinning

<http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/SmartRecovery.aspx>

Samarbeider med lysets hastighet

<http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/Multimedia/features/Pages/WorkingSpeedOfLight.aspx>

Satser tungt på integrerte operasjoner

<http://www.statoilhydro.com/no/NewsAndMedia/News/2008/Pages/AmsterdamIO.aspx>

[2] Absentias hjemmesider (senter for arbeidsmiljø)

Åpent kontorlandskap:

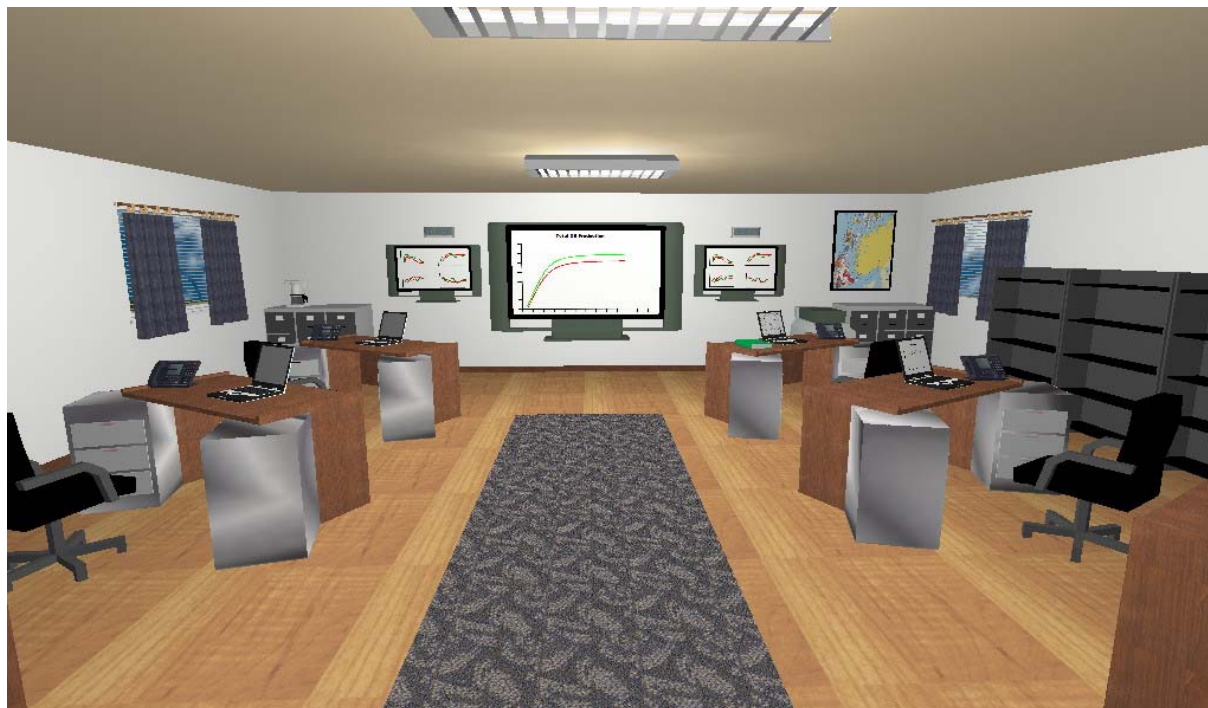
<http://www.absentia.no/artikkel.asp?action=arkiv&id=1256>

13. Vedlegg

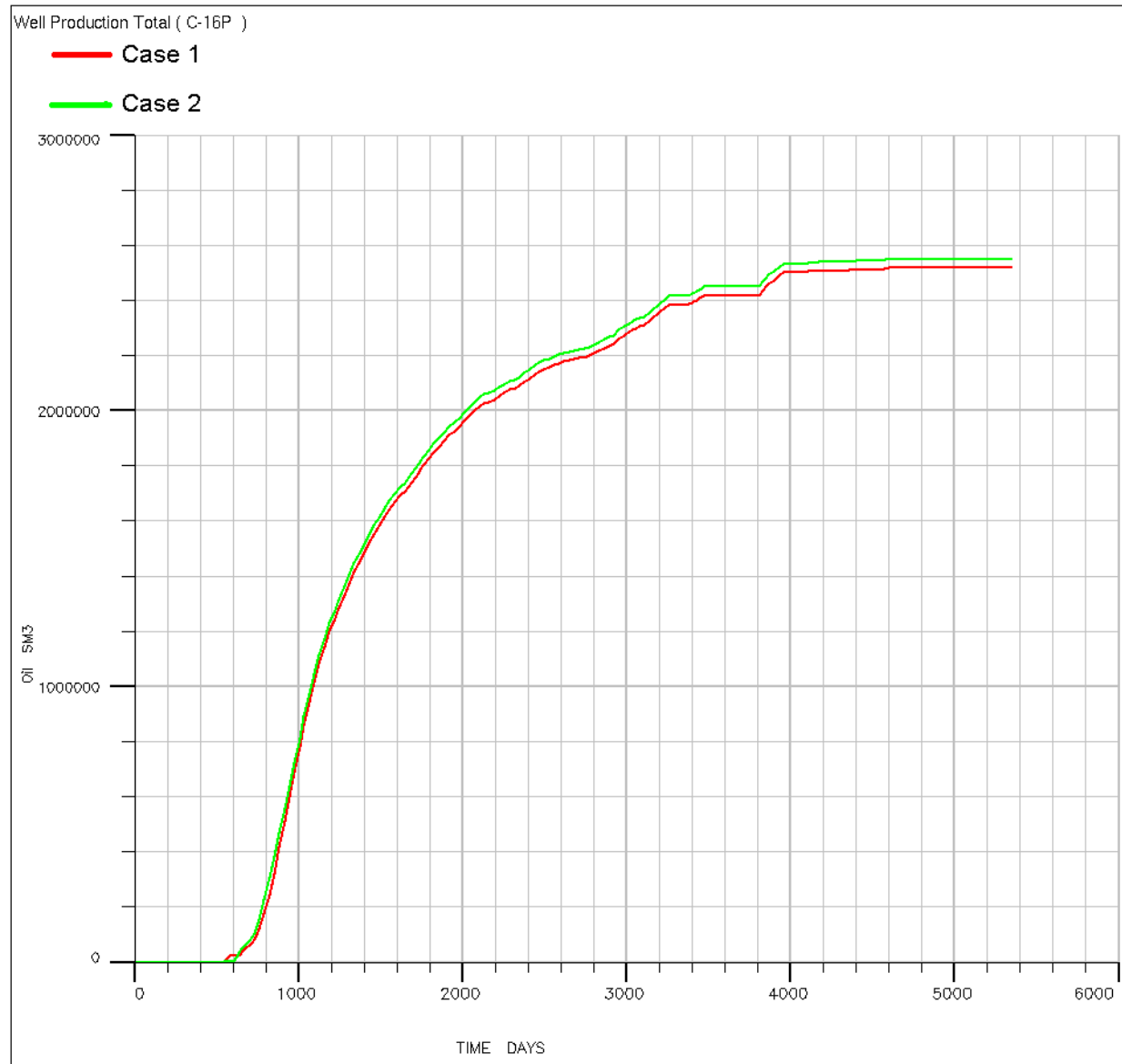
Vedlegg 1 Samhandlingsrom



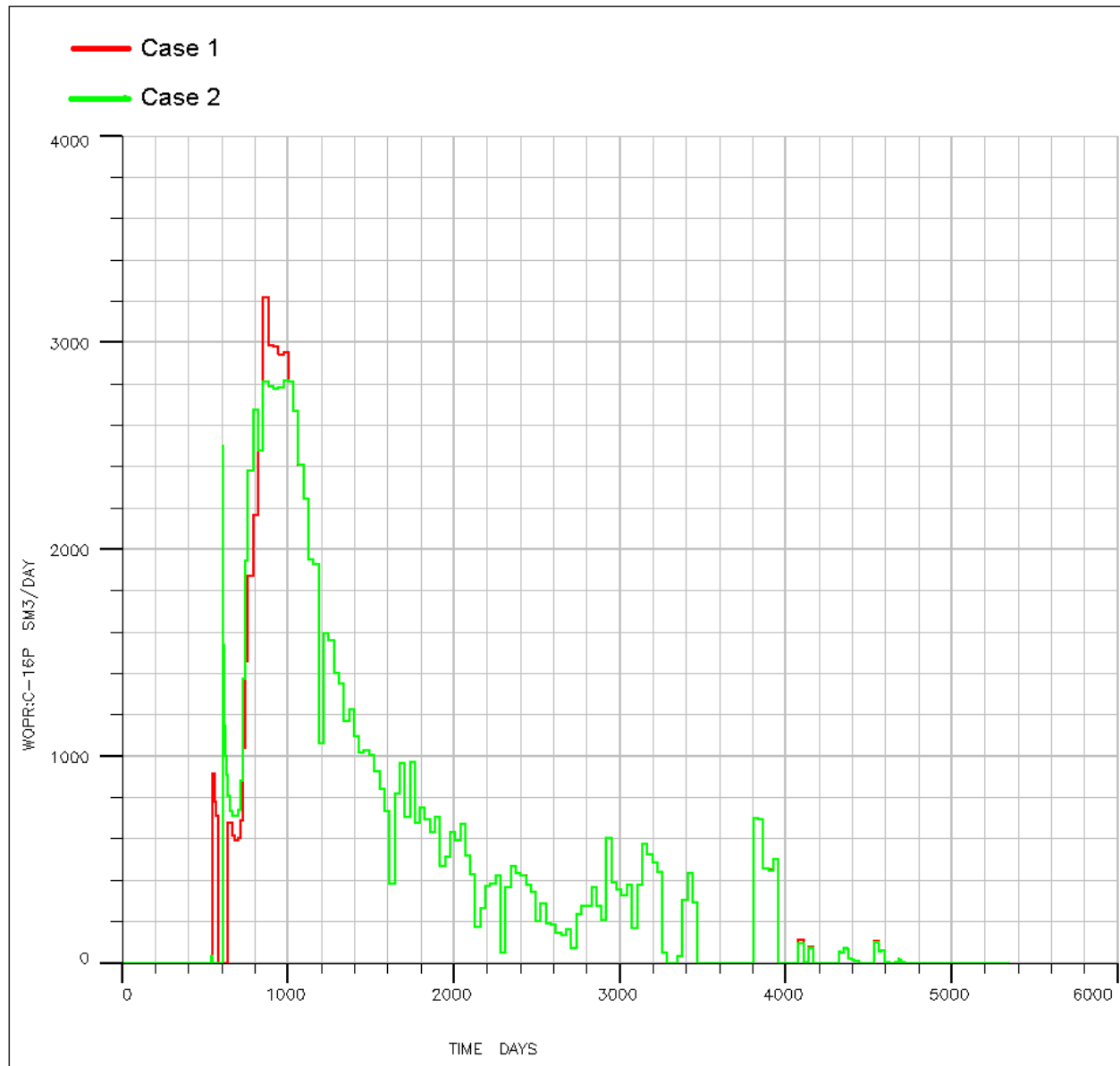
Vedlegg 2 Kontorlandskap



Vedlegg 3 Total oljeproduksjon



Vedlegg 4 Oljerate



Vedlegg 5 Well Production Index (WPI)

