

# ***ResPunch på Gulltopp, alternativ sandskjerming og optimalisering ved bruk av PunchSim.***

Anders Skog, Elin Marie Kristensen, Ørjan Pedersen, Anders Nødland og Åsmund Gyldenskog

Dette dokumentet er et sammendrag av rapporten i faget Ekspert i Team ved NTNU i Trondheim. Forfatterne av rapporten har alle rettigheter knyttet til beregninger, svar og innhold i dette sammendraget og likeledes i rapporten "Fagrapport, EIT Gullfaks, ResPunch"

## **Sammenfatning**

Dette dokumentet vil se nærmere på sandkontroll i Gulltoppbrønnen på Gullfaks-A, som består av to formasjoner, Ness og Tarbert. Ness består av en rekke lagdelte soner med variasjoner i permeabilitet. Dette vil føre til ubalansert innstrømning fra de forskjellige sonene og således en tidlig gjennombrudd av vann i brønnen, som vil hemme optimal hydrokarbonproduksjon fra de andre sonene.

Som et ledd i å oppnå høyest mulig utvinningsgrad i Ness skal det anvendes en ny form for sandkontrollenhet, ResPunch. ResPunch krever mindre intervensjonsarbeid enn konvensjonelle sandskjermer og åpner muligheter for å regulere trykktap fra reservoar til produksjonsrør. Dette er for øvrig ny og uprøvd teknologi, og det knytter seg en rekke spørsmål til trykktap gjennom ResPunch.

Dokumentet vil fokusere på å identifisere grunnligninger for trykk og hastighet gjennom ResPunch og videre knytte disse opp mot matematiske modeller for reservoaret. Gjennom å etablere en sammenheng mellom kontinuitet fra topp reservoar til produksjonsrør skal det bestemmes trykktap for hver sone. Ved å modellere kontinuiteter og trykktap matematisk i relevant software, skal det bestemmes en optimal fordeling av ResPunch-moduler i hver sone i Ness, med

hensyn på å oppnå størst mulig utvinningsgrad. Simuleringene vil først finne sted i MS Excel for deretter å implementeres i Java.

## **Introduksjon til Gulltopp**

Rapporten vil se nærmere på sandkontroll i Gulltoppbrønnen på Gullfaks-A, som består av to formasjoner, Ness og Tarbert. Brønnen vil ligge ca. 8 km vest for Gullfaks A installasjonen og er planlagt som en horisontal brønn ved 2450 m TVD MSL eller grunnere i Tarbert formasjonen. Tarbert formasjonen er forventet å kunne produsere rundt 92 % av de totale reservene, mens Ness har de resterende 8 %. Ness består av en rekke lagdelte soner med variasjoner i permeabilitet. Dette vil føre til ubalansert innstrømning fra de forskjellige sonene og således en tidlig gjennombrudd av vann i brønnen, som vil hemme optimal hydrokarbonproduksjon fra de andre sonene. Det antas som en forutsetning i dette dokumentet at oljevann kontakten er initialt på samme nivå for alle sonene i Ness.

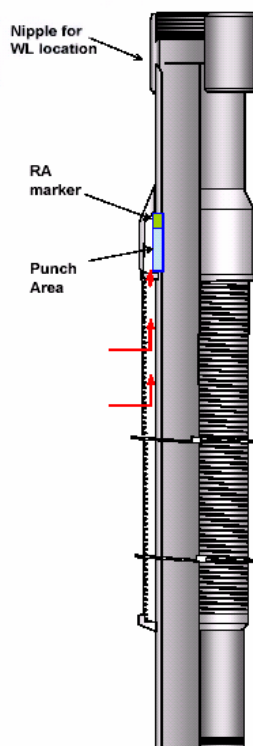
## **Komplettering**

Statoils strategi for komplettering er i hovedsak å først produsere Tarbert som utgjør 92 % av reservene i Gulltopp. Tarbert er utstyrt med konvensjonelle åpenhulls skjerming. Da Ness er hovedfokus for prosjektet, vil Tarbert kun nevnes kort i dokumentet. Etter ferdig produksjon i Tarbert isoleres denne fra øvrige deler av Gulltopp. Ness vil da åpnes for produksjon ved hjelp av ferdige installerte ResPunch-moduler som er integrert i produksjonsrør/casing.

Som et ledd i å øke kapasiteten på brønnen skal det anvendes gassløft på Gulltopp. Gassløftet vil føre til en lettere væskekolonne i tubing, og dermed forlenget produksjonstid. Da dette dokumentet hovedsakelig fokuserer på Ness-formasjonen i en tidlig produksjonsfase er ikke bruk av gassløft tatt i betraktning. Gassløft kreves først når vannkuttet er nådd 30-40 %, i følge Statoil etter 3-4 år.

I brønner som består av soner med forskjellige strømningsegenskaper, er det nødvendig å isolere hver enkelt sone for å kunne kontrollere innstrømming av vann i brønnen. Dette gjøres ved å plassere Swell-Packers mellom sonene med ulike strømningsegenskaper og ulik produktivitet. Swell-Packers er kraftige gummipakninger som ekspanderer i kontakt med olje. Pakningene skaper en forsegling langs borehullet, og hindrer fluid i å strømme fritt i ringrommet mellom casing/ResPunch og hullveggen.

Det sees som en nødvendighet at Swell-Packers installeres på Gulltopp mellom Ness 1, 2 og 3 for å kunne kontrollere innstrømmingen og trykktapet som finner sted i formasjonen. Uten dette svekkes effekten av ResPunch, da trykk og væskestrømmer ikke er isolerte



## ResPunch

ResPunch er en ny form for sandkontrollenhet introdusert av det norske firmaet Reslink AS, som holder til på Ålgård utenfor Stavanger. Produktet er ment å være et alternativ til konvensjonelle screen's eller sandskjermer som er i bruk i dag. Et generelt formål med sandskjermer er å forhindre at sand fra reservoaret transporteres med oljen opp til overflaten. Sand er et uønsket biprodukt under produksjon av olje, og fører til stor skade og slitasje på utstyr. Det kan blant annet forårsake store skader på produksjonsrør og separasjonsanlegg.

ResPunch er bygd opp av en screen-seksjon for innstrømming, rettet ut mot reservoaret, og en punch-seksjon i tilknytning til produksjonsrør. Screen-seksjonen er plassert utenpå produksjonsrøret og har en total lengde på 7,4 m per enhet, herav et innstrømningsareal på 0,407 m<sup>2</sup>. Innstrømningsarealet er standard fra produsenten og bestemt av en maskevidde på 250-300 µm.

I punch-seksjonen vil perforeringen finne sted ved anvendelse av brønntraktor etter installasjon. Perforeringspistolen tilbyr muligheten til å variere antall hull og hullstørrelse, som videre regulerer trykktapet gjennom ResPunch. Trykkforskjellen mellom reservoar og produksjonsrør vil således drive strømmingen gjennom screen og ut i tubing via punch-seksjonen.

Sammenlignet med konvensjonelle sandskjermer har ResPunch en rekke fortrinn. Punch-seksjonen er innkapslet i et såkalt "chokehouse" som forhindrer at perforeringen forårsaker skade på formasjonen. Ved at ResPunch er integrert i produksjonsrør spares det mye tid og kostnader under intervensjon. Viktigst av alt er kanskje muligheten til å regulere trykktap fra reservoar til brønn. Sonene i en formasjon kan produseres med likt trykktap - ved å variere antall hull og

størrelse - slik at man unngår innstrømning av vann fra enkelte soner unødig tidlig. Målet er å få olje-vann kontakten til å bevege seg likt i alle sonene for maksimal utvinning. ResPunch er for øvrig en ny og uprøvd teknologi, og det knytter seg en rekke spørsmål til blant annet trykktap og strømningsbilde.

### **Trykktap**

Rapporten vil fokusere på å identifisere grunnligninger for trykk og hastighet gjennom ResPunch og videre knytte disse opp mot matematiske modeller for reservoaret. Problemet vil i denne rapporten bli beskrevet ut i fra Navier-Stokes teorem, Bernoulli's ligning og generell kontinuitet. I formasjonen anvendes Darcy's lov for å beskrive strømningsraten.

Det gjøres således en rekke antagelser for å gjøre problemet mer håndterlig. Blant disse er anvendelse av innstrømnings- og utstrømningsporøsitet den mest sentrale. Porøsiteten finnes ut i fra strømningsareal dividert på totalt areal og forutsetter at strømning vil fylle det totale strømningsarealet. I følge med høy fluidhastighet gjennom ResPunch, spesielt i perforeringsseksjon, vil strømmingen bøye av noe mot hullene og derfor ikke fylle det totale strømningsarealet. Denne feilen kan dog enkelt korrigeres ved å bruke et forholdstall foran porøsiteten, som beskriver hvor mye av hullet som vil fylles. For å få en fullgod tilnærming på dette problemet vil det være nødvendig å kjøre tester i laboratorium, og vil således ikke bli nærmere debattert i denne rapporten.

Gjennom å etablere en sammenheng mellom strømningsrater fra topp reservoar til produksjonsrør skal det bestemmes trykktap gjennom ResPunch, og for hver enkel sone i Ness-formasjonen. Kontinuitet danner et annengradsuttrykk for trykket på utsiden av screen-veggen, som vil variere som funksjon av reservoartrykk  $P_{res}$ , trykk

i produksjonsrør  $P_i$  (brønntrykk) og porøsiteten i perforeringsseksjonen. Dette danner videre en forutsetning for en direkte utledning av trykkforløpet gjennom ResPunch og hvordan dette vil påvirke strømningsbildet i de forskjellige sonene.

Det vil også beregnes et minimum brønntrykk som kreves for å produsere fra Gulltopp, Ness-formasjonen. Dette finnes ut ifra hydrostatisk trykk av fluid i brønn, trykktap som følge av friksjon i rør og topside-trykk.

### **Optimalisering av produksjon**

Et sentralt mål i oppgaven er å kunne variere trykktapet i hver enkelt ResPunch-seksjon, slik at vanngjennombruddet inntreffer simultant for alle soner. På denne måten vil det utvinnes mest mulig fra reservoaret.

Ved å variere brønntrykket innenfor relevante verdier, kan trykktapet for hver enkel sone enkelt estimeres. Trykktapene sammenlignes og tilstrebes lik for hver sone. Dette oppnås gjennom å variere antall ResPunch-seksjoner og antall perforeringshull i hver sone, og finnes ut i fra iterasjon.

### **Implementering**

Ved å modellere kontinuiteter og trykktap matematisk i relevant software, skal det bestemmes en optimal fordeling av ResPunch-moduler i hver sone i Ness, med hensyn på å oppnå størst mulig utvinningsgrad.

Simuleringene vil først finne sted i MS Excel for deretter å implementeres i Java. Gjennom simuleringsprosessen anvendes MS Excel som en kontroll på at resultater samsvarer i begge programmer.

Det ferdige produktet vil bli presentert i Java og det legges her stor vekt på brukervennlighet og fleksibilitet. Følgelig at programmet skal kunne anvendes i andre tilfeller hvor ResPunch brukes. Brukeren

av programmet legger selv inn nødvendige data for de ulike sonene, hvorpå benytter innlagte parametere til å utføre simuleringen. Programmet returnerer så antall seksjoner med tilhørende antall hull for hver sone, ferdig optimalisert. I tillegg vises strømningsrate og produksjonsindeks for hver sone.

Programmet inkluderer alle variabler og faste verdier for bruk av ResPunch. Det tas utgangspunkt i Gulltopp brønnen under utviklingen av programmet, men tanken er at det skal være et generelt program som skal kunne brukes for ResPunch i alle brønner.

### **Konklusjoner**

Bruken av PunchSim forenkler den tidkrevende iterasjonsprosessen for å optimalisere bruken av ResPunch. Ved testing har programmet kjørt feilfritt, og gitt korrekte svar sammenlignet med beregninger gjort i Ms Excel.

Modellen som er brukt gjør det mulig å benytte PunchSim for alle brønner som planlegges installert med ResPunch.

### **Takk til**

Prof. Tor Ytrehus, NTNU  
Prof. Ole Torsæter, NTNU  
ResLink AS

### **Referanser**

- 1: "Gulltopp Brent BoV-BoG", rapport av Statoil 2003.
- 2: "Recommendation to drill, boreanb A32C", rapport Statoil 2004.
- 3: "Gulltopp ResPunch NTNU", presentasjon Statoil 2005.
- 4: "ResPunch qualification test report", Reslink 2004.
- 5: "Produksjonsbrønner", Konrad Berge 1988.
- 6: "Transport in Porous Media", Jacob Bear 2003.
- 7: "Strømningstekniske aspekter ved produksjon gjennom screen", Tor Ytrehus, notat 2005.
- 8: "Fluid Mechanics, Fourth Edition", Frank M. White.