

RAPPORT

Petroleumstilsynet

Brannbelastning ved boring over innretning i «cantilevermodus»

Kunde:

Petroleumstilsynet

Kontaktperson:

Bjørnar André Haug

Oppsummering:

Proactima AS er av Petroleumstilsynet tildelt et oppdrag med å gjennomføre en studie av hvordan brannbelastning ved boring over innretning i «cantilevermodus» er håndtert i et utvalg feltutbygginger.

Arbeidet har bestått av gjennomgang av utvalgte risiko-, brann- og strukturreponsanalyser fra åtte feltutbygginger på norsk sokkel. Felles for alle feltutbyggingene er at konseptet er en bunnfast innretning uten eget boreanlegg. Behov for boring, brønnkomplettering og eventuelt senere tyngre brønnvedlikehold ivaretas ved bruk av en oppjekkbar boreinnretning som posisjoneres inntil den faste innretningen.

En rekke spørsmål som var en del av bestillingen fra Petroleumstilsynet er diskutert i rapporten.

Ser man alle de gjennomgåtte analysene under ett så har man et godt utgangspunkt for å forstå risikobildet ved denne utbyggingsløsningen, selv om hver analyse for seg kan sies å ha ulike svakheter. Imidlertid så er det et fellestrekk at usikkerhet, robusthet og ALARP-tiltak i liten grad er behandlet.

Den store spredningen i scenarier, analyser og generell tilnærming og forståelse av risikobildet peker i retning av at det er behov for både kunnskapsdeling i industrien og samarbeid på tvers av selskaper for å tette kunnskapshull i tilnærmingen til denne problemstillingen.

Nøkkelord	Feltutbygging, jack-up, brannbelastning, cantilever boring,
Rapport nr.	PS-1071613-RE-01
Forfatter(e)	Steven Viddal, Hans Kr. Holmen, Bjørn Erling Vembe, Jan Erik Vinnem, Jørgen Amdahl, Hermann S. Wiencke
Konfidensialitet	Åpen
Første dato	12.12.2014
Revisjon nr.	01
Revidert dato	12.12.2014
Antall sider	55

Utarbeidet av

Steven Viddal



Verifisert av

Hermann Steen Wiencke



For Proactima AS

Rune Sjørsen



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	6
2	Introduksjon	8
2.1	Forkortelser/definisjoner	8
3	Arbeidsomfang og formål.....	9
3.1	Omfang	9
3.2	Formål.....	10
3.2.1	Petroleumstilsynet fokus for rapporten	10
4	Metodikk.....	10
4.1	Prosjektgjennomføring.....	10
4.2	Prosjektgruppe	10
4.3	Informasjonsinnhenting og bearbeiding	11
4.3.1	Informasjonslagring	11
4.4	Dokumentgjennomgang og strukturering av informasjon.....	12
4.4.1	Arbeidsform.....	12
4.4.2	Referansescenarier.....	12
4.5	Svakheter/usikkerheter i metode.....	13
5	Bakgrunnsinformasjon	13
5.1	Olje-/gassfelt benyttet i studien.....	13
5.2	Borerigger	14
5.3	Oppjekkbare borerigger og boring i cantilevermodus	14
5.4	Gjennomføring av boreoperasjoner i cantilevermodus	15
6	Erfaring fra relevante tidligere hendelser.....	18
6.1	Montara Blowout (Timor Sea, Australia, 2009).....	18
6.2	Mumbai High North (Kysten av Mumbai, India, 2005)	21
6.3	Usumacinta (Mexicogulfen, Mexico, 2007).....	22

6.4	Temsah (Middelhavet utenfor Port Said, Egypt, 2004)	25
6.5	Khafji Field (Saudi Arabia, 2002).....	26
6.6	Lærdom av aktuelle hendelser mellom oppjekkbar borerigg og plattformer.	27
7	Diskusjoner	28
7.1	Oversendt dokumentasjon	28
7.1.1	Kort om oversendt dokumentasjon	28
7.1.2	Kort om riggeiers risikoanalyse	28
7.1.3	QRAs egnethet som informasjon til design og operasjon?	29
7.2	Utgangspunkt for diskusjoner	30
7.3	Hvor står industrien når det gjelder analyse av denne problemstillingen?	30
7.3.1	På hvilket grunnlag blir scenariene etablert?.....	30
7.3.2	Hvilke scenarier baseres designlastene på?	32
7.3.3	Hvilke laster representerer scenarioene?	32
7.3.4	Hvilke analysetyper blir benyttet?	33
7.3.5	Hvilke akseptkriterier blir benyttet og hvordan?	37
7.4	Hva er tåleevnen til rigger som opererer i cantilevermodus over vertsinnretning (bein, cantilever og boretårn)?.....	38
7.5	Hva er konsekvenser og tåleevnen til den faste innretningen ved slike ulykkesscenario? ..	39
7.6	Hvilke aktuelle krav/standarder for brannlaster benyttes og er disse tilstrekkelige?	40
7.7	I hvilken grad varierer beslutningskriterier for risikoaksept og/eller tiltak mellom reder og operatør?.....	40
7.7.1	Tap av hovedsikkerhetsfunksjoner.....	41
7.7.2	Akseptkriterier for personellsikkerhet	41
7.8	Hvilke tiltak blir foreslått og gjennomført?	41
7.9	Andre forhold	42
7.10	Oppsummering/sammenliging.....	46
8	Konklusjon	53
9	Referanser.....	55

1 Sammendrag

Proactima AS er av Petroleumstilsynet tildelt oppdraget med å gjennomføre en studie av hvordan brannbelastning ved boring over innretning i «cantilevermodus» er håndtert i et utvalg feltutbygginger.

Arbeidet har bestått av gjennomgang av utvalgte risiko-, brann- og strukturresponsanalyser fra åtte feltutbygginger på norsk sokkel. Felles for alle feltutbyggingene er at konseptet er en bunnfast innretning uten eget boreanlegg. Behov for boring, brønnkomplettering og eventuelt senere tyngre brønnvedlikehold ivaretas ved bruk av en oppjekkbar boreinnretning som posisjoneres inntil den faste innretningen.

Som utgangspunkt for gjennomgang og diskusjon av analyser og studier hadde man følgende spørsmål:

- i) Hvor står industrien når det gjelder analyse av denne problemstillingen?
 - Er analysene tilstrekkelig relevante/valide?
 - På hvilket grunnlag blir scenariene etablert? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke scenarier baseres designlastene på?
 - Hvilke laster representerer scenarioene? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke analysetyper blir benyttet?
 - Hvilke akseptkriterier blir benyttet og hvordan?
- ii) Hva er tåleevnen til rigger i denne modus, både riggmodulen som skiddes over innretning og for beina på den oppjekkbare riggen? (bein, cantilever, derrick)
- iii) Hva er konsekvenser og tåleevnen til den faste innretningen ved slike ulykesscenarier?
- iv) Hvilke aktuelle krav/standarder for brannlaster benyttes og er disse tilstrekkelige?
- v) I hvilken grad varierer beslutningskriterier for risikoaksept og/eller tiltak mellom reder og operatør?
- vi) Hvilke tiltak blir foreslått og gjennomført?

De aktuelle operatørene som stilte informasjon til rådighet har lagt ned et betydelig arbeid i å innhente og sammenstille informasjon. Dette har i vesentlig grad lettet arbeidet med å gjennomgå en omfattende mengde informasjon.

Allikevel ser man at det er et stort sprik mellom prosjektene med tanke på informasjonen som er oversendt. Dette gjelder både hvilke analyser som er gjennomført og omfanget av dokumentasjonen. Innenfor de analyser som er utført er det også en viss spredning i tilnærming, blant annet når det gjelder scenarietutvelgelse. Den samme variasjonen sees også mellom prosjekter hos samme operatør. Dette kan være et resultatet av utvelgelsen av dokumentasjonen, eller at det mangler en omforent tilnærming til denne problemstillingen både i industrien generelt og hos den enkelte operatør.

Et generelt trekk ved analysene som er gjennomgått er at de faste innretningene har brukt CFD-verktøy til å gjennomføre brannsimuleringene. Dette gir et mer realistisk bilde av varmelastene enn de enklere verktøy som er brukt i analysene for boreriggene.

Samtlige felt/prosjekter som har inngått i denne studien har fått gjennomført tilleggsanalyser for å studere effekten av brannlaster på den oppjekkbare boreriggen. Imidlertid er det stor variasjon mellom de scenariene som er studert. Enkelte av forskjellene er rimelige, i den forstand at det er feltspesifikke forskjeller på for eksempel utblåsningsrater.

Andre forskjeller, for eksempel fordeling av utblåsninger mellom boreriggens boredekk og brønnhodeområdet på den faste innretningen kan ikke like lett tilskrives feltspesifikke forhold. Det er mangelfulle opplysninger om den rent tekniske gjennomføring av boreoperasjonene. Derfor er det også uvisst i hvilken grad bore- og brønnfaglig kompetanse har vært involvert i å utvikle scenariene. Det kan ikke utelukkes at varierende forståelse av hvordan disse boreoperasjonene utføres i praksis har medvirket til forskjellen i hvilke scenarier som er behandlet.

Brannsimuleringer og struktrurresponsanalyser viser i enkelte tilfeller at kollaps av store strukturer som boretårn og cantilever (utkraget fundament for boreanlegg) kan inntre etter svært kort tid. I seg selv er ikke disse scenariene nødvendigvis katastrofale for boreriggen. Det må tas med at scenariene fører til hurtig tap av rømningsvei fra boredekk og brønnhodeområde med tilstrekkelig høy frekvens til at akseptkriteriet overskrides.

For den faste innretningen ansees i hovedsak disse hendelsene som katastrofale ved at de antas å føre til tap av global bæreevne i strukturen (kollaps av den faste innretningen) og/eller tap av boligkvarter med sikre områder og kontrollrom.

Disse scenariene er ikke ansett som dimensjonerende fordi frekvensen av antente utblåsninger/lekkasjer som kan forårsake scenariene er, på bakgrunn av datamaterialet som er benyttet, vurdert til å være for lav.

Flere av de gjennomgåtte analyser viser allikevel frekvenser for disse hendelsene som ligger så tett opp mot akseptkriteriet at man i praksis er enten på, eller over akseptkriteriet, dersom man tok hensyn til usikkerhet. Et generelt trekk er at robusthet og usikkerhet i datagrunnlaget er mangelfullt diskutert i den gjennomgåtte informasjonen. Dette gjelder også ALARP-vurderinger og tiltak.

En gjennomgang av erfaringer fra reelle hendelser viser at utblåsninger vil kunne ha lang varighet og antennelse kan komme svært sent i forløpet. Ser man hele forløpet under ett er det mye som tyder på at akseptkriteriet for disse scenariene er overskredet. Selv om sene antenner ikke medfører økning i personellrisiko (evakuering antas å være gjennomført) så er det allikevel viktig å analysere og forstå hele hendelsesforløpet. Det kan bidra til å identifisere ALARP-tiltak, men også gi realistiske innspill til miljørisikoanalyser og dimensjonering av beredskap.

Ser man alle de gjennomgåtte analysene under ett så har man et godt utgangspunkt for å forstå risikobildet ved denne utbyggingsløsningen, selv om hver analyse for seg kan sies å ha ulike svakheter. Unntaket er som nevnt forståelsen av hele hendelsesforløpet, også etter at evakuering er gjennomført og personell brakt i sikkerhet.

Den store spredningen i scenarier, analyser og generell tilnærming og forståelse av risikobildet peker i retning av at det er behov for både kunnskapsdeling i industrien og samarbeide på tvers av selskaper for å tette kunnskapshull i tilnærmingen til denne problemstillingen.

2 Introduksjon

Flere faste produksjonsinnretninger har de siste årene blitt prosjektert og konstruert uten eget boreanlegg. Boreoperasjoner er planlagt/utført med en oppjekkbar boreinnretning der boreanlegget med «cantilever» kan «skiddes» inn over et dertil tilpasset brønnhodeområde på den faste innretningen.

Dette åpner for at problemstillinger knyttet til ulykkeslaster på rigg som følge av brønnhendelser på den faste innretningen må analyseres, beskrives og håndteres av den aktuelle operatøren. Tilknyttet dette er også aktuelle problemstillinger omkring akseptkriterier, valgte design og dimensjonerende ulykkeslaster for boreriggen med mer.

Man har også erfart at for borerigger er riggeiers egne risikoanalyser gjort med utgangspunkt i at riggen borer i «stand-alone-modus», det vil si at boreriggen gjennomfører boreoperasjonen frittstående, ref. 7.1.2

Problemstillingen er ytterligere aktualisert gjennom Montarahendelsen i Australia i 2009, som med all mulig tydelighet viste at brannbelastningen fra en stor brann på riggen i «cantilevermodus» relativt raskt kan føre til kollaps av boreanlegget. Dette kan igjen ha katastrofale konsekvenser for begge innretningene.

Petroleumstilsynet har erfart at dette er håndtert på ulik måte i industrien innenfor de prosjekter der dette er en aktuell problemstilling. Petroleumstilsynet ønsker derfor å evaluere kunnskapsgrunnlaget omkring denne problemstilling. Dette kunnskapsgrunnlaget skal igjen kunne gi føringer for om det er kunnskapshull som Petroleumstilsynet vil påvirke industrien til å tette.

2.1 Forkortelser/definisjoner

ABAQUS	(General purpose) Dataprogram utviklet for å løse generelle ikke-lineære konstruksjonsproblem. Programmet kan beregne både transient varmeovergang og konstruksjonsrespons. Analysene som er utført er ikke koblet opp mot CFD-analyse av brannforløpet og de er derfor ofte basert på forenklete antakelser om varmebelastningen (varmeflukser/temperaturer).
ALARP	As Low As Reasonably Practicable. Uttrykk for at risikoen er redusert til et nivå der ytterligere risikoreduksjon står i et grovt misforhold til kostnader ved ytterligere tiltak.
CFD	Computational Fluid Dynamics. Dataverktøy som kan beregne fluidstrømninger og gasspredning med og uten kjemiske reaksjoner slik som forbrenning. Noen CFD-koder har tilleggsmoduler som kan regne varmestråling fra brann, væskespredning i og fordampning fra dammer på bakken/gulvet og væskespredning med og fordampning fra dråper.
Design ulykkeslast	Ulykkeslast som legges til grunn for design.

Dimensjonerende last	Karakteristisk last multiplisert med lastkoeffisienter.
Dimensjonerende ulykkeslast	En ulykkeslast som en funksjon eller et system skal kunne motstå i et gitt tidsrom for å møte de definerte akseptkriteriene for risiko.
DP	Dynamisk Posisjonering. System som sørger for å hold et skip/flytende innretning i posisjon ved hjelp av satelittnavigasjon.
FAHTS	Fire And Heat Transfer Simulation. Verktøy som beregner temperaturutvikling i strukturer basert på temperaturer/varmeflukser fra KFX og gir input til deformasjonsberegninger med USFOS.
FEM	Finite Element Method.
HAZID	Hazard Identification. Kvalitativ risikoanalysemetode der kunnskap og erfaring i en tverrfaglig arbeidsgruppe utnyttes for å identifisere farer og trusler knyttet til en innretning eller en arbeidsoperasjon.
KFX™	Kameleon FireEx KFX©. CFD-kode som kan regne detaljerte varmelaster på strukturer og prosessutstyr.
PHAST	Process Hazard Analysis Tool. Dataverktøy som brukes til å estimere brann, eksplosjon og andre ulykkeslaster ved bruk av forenklete modeller sammenlignet med CFD-verktøy.
QRA	Quantitative Risk Assessment. Kvantitativ risikoanalyse. Analyse der risikoen ved en innretning eller aktivitet uttrykkes kvantitativt ved bruk av hendelsestrær og historiske data. Omfatter vanligvis også simulering av brannlaster og eksplosjonslaster med CFD-verktøy.
USFOS	Program som er skreddersydd for analyse av offshorekonstruksjoners motstand mot ulykkelaster. For branner beregnes reduksjonen i konstruksjonens lastbærende evne og tilhørende deformasjoner som følge av svekkelsesmaterialstyrken (flytespenning) ved høye temperaturer. Dersom lastbærende evne underskrider funksjonsbelastningen vil konstruksjonen bryte sammen.

3 Arbeidsomfang og formål

3.1 Omfang

Arbeidet har bestått av gjennomgang av utvalgte risiko-, brann- og strukturresponsanalyser fra åtte feltutbygginger på norsk sokkel. Felles for alle feltutbyggingene er at konseptet er en bunnfast innretning uten eget boreanlegg. Behov for boring, brønnkomplettering og eventuelt senere tyngre brønnvedlikehold ivaretas ved bruk av en oppjekkbar boreinnretning som posisjoneres inntil den faste innretningen.

3.2 Formål

Formålet var å avdekke hvordan industrien tilnærmet seg analyser og vurderinger av den gjensidige påvirkningen mellom disse to enhetene i brannscenarier.

3.2.1 Petroleumstilsynet fokus for rapporten

Petroleumstilsynet har konkretisert følgende punkter som ønskes belyst i rapporten:

- i) Hvor står industrien når det gjelder analyse av denne problemstillingen?
 - Er analysene tilstrekkelig relevante/valide?
 - På hvilket grunnlag blir scenariene etablert? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke scenarier baseres designlastene på?
 - Hvilke laster representerer scenarioene? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke analysetyper blir benyttet?
 - Hvilke akseptkriterier blir benyttet og hvordan?
- ii) Hva er tåleevnen til rigger i denne modus, både riggmodulen som skiddes over innretning og for beina på den oppjekkbare riggen? (bein, cantilever, derrick)
- iii) Hva er konsekvenser og tåleevnen til den faste innretningen ved slike ulykkesscenarier?
- iv) Hvilke aktuelle krav/standarder for brannlaster benyttes og er disse tilstrekkelige?
- v) I hvilken grad varierer beslutningskriterier for risikoaksept og/eller tiltak mellom reder og operatør?
- vi) Hvilke tiltak blir foreslått og gjennomført?

4 Metodikk

4.1 Prosjektgjennomføring

Prosjektet er gjennomført ved innhenting av relevant informasjon, strukturering og gjennomgang i en prosjektgruppe og utarbeiding av denne prosjektrapporten. Det har vært dialog og avstemming med oppdragsgiver gjennom prosjektgjennomføringen.

4.2 Prosjektgruppe

Prosjektgruppen har bestått av:

Navn	Stilling	Organisasjon
Steven Viddal (Prosjektleder)	Konsulent	Proactima AS
Hans Kristian Holmen	Konsulent	Proactima AS

Navn	Stilling	Organisasjon
Herman S. Wiencke (Intern kvalitetssikring)	Daglig Leder	Proactima AS
Jan Erik Vinnem	Daglig Leder/professor	Preventor AS/NTNU
Bjørn Erling Vembe	Senioringeniør	ComputIT AS
Jørgen Amdahl	Professor	NTNU

Til sammen har prosjektgruppen kompetanse og lang erfaring innen fagområdene risikostyring og analyse, teknisk sikkerhet, brannsimuleringer og brannlaster, boring og brønn samt strukturreponsanalyser.

4.3 Informasjonsinnhenting og bearbeiding

Petrolestilsynet har i sin oppgavetekst forutsatt at oppgaven løses gjennom en dokumentgjennomgang av risiko-, brann- og strukturanalyser for åtte utbyggingsprosjekter med denne aktuelle løsningen og de samme analyser for boreriggen som er tiltenkt prosjektet.

For å innhente denne informasjonen sendte Petrolestilsynet i august 2014 et likelydende brev til aktuelle operatører der det ble bedt om oversendelse av aktuell informasjon. Operatørene ble bedt om å koordinere informasjonsinnhentingene ovenfor sine aktuelle riggeiere.

Sammen med relevant informasjon ble operatørene bedt om å gi en oversikt over oversendt informasjon i et følgebrev.

Det er ingen tvil om at det for denne typen prosjekter foreligger en betydelig mengde informasjon i form av gjennomførte studier og analyser. Å velge ut og samle inn relevant informasjon og overlevere denne i et samlet format innen en tidsfrist er derfor en krevende oppgave. Proactima vil med dette takke de aktuelle operatørene for stor samarbeidsvilje og arbeidsinnsats med å samle inn og overlevere denne informasjonen.

4.3.1 Informasjonslagring

Den aktuelle informasjonen er teknisk informasjon om storulykkerisiko og tekniske forhold ved de aktuelle feltutbyggingene som normalt ikke er offentlig tilgjengelig. Dertil er aktuelle analyser utført av kommersielle leverandører som i ulike sammenhenger er konkurrenter til Proactima AS, som har utført denne studien.

Det har derfor vært lagt stor vekt på å behandle informasjonen på en måte som inngir tillit til at den ikke vil bli brukt utenfor formålet med studien. Informasjonen har derfor vært lagret på en server utenfor Proactima AS sine interne systemer og har ikke vært tilgjengelig for andre enn prosjektmedlemmene. I den grad det har vært nødvendig å fremstille papirkopier er disse blitt oppbevart i et låst skap og destruert etter bruk.

All informasjon er slettet en tid etter at studien er gjennomført og eventuelle lagringsmedium er tilbakelevert til operatørene.

4.4 Dokumentgjennomgang og strukturering av informasjon

Selv om den oversendte informasjonen i praksis utgjør bare en liten del av de komplette risikoanalysene og andre relevante analyser er det allikevel en formidabel mengde informasjon.

Både mengde og struktur på informasjonen varierte sterkt fra prosjekt til prosjekt, det samme gjelder hvilke scenarier som var behandlet, hvor inngangsverdier og parametere til scenarier var behandlet og så videre. Mangelen på en standardisert struktur i analysene gjorde det til en krevende oppgave å innhente og behandle relevant informasjon på tvers av prosjektene.

Det var derfor behov for å etablere en strukturert måte å innhente informasjonen på.

4.4.1 Arbeidsform

De enkelte prosjektmedlemmene har selvstendig gjennomgått informasjon og gjort vurderinger på bakgrunn av dette. Disse er så blitt diskutert i felles arbeidsmøter der man har trukket veksel på den enkeltes spesialkompetanse.

Det ble utarbeidet en informasjonsmatrise med en rekke sjekkpunkter for hver feltutbygging for å sikre en enhetlig tilnærming til registrering av informasjon.

To av prosjektmedarbeiderne har hatt ansvaret for å strukturere informasjon i denne informasjonsmatrisen der konkret informasjon fra hvert enkelt prosjekt ble standardisert og samlet for å kunne gjøre sammenligninger på tvers av prosjektene.

4.4.2 Referansescenarier

Som nevnt var det betydelig variasjon i hvilke scenarier som var behandlet i analysene og hvordan de var beskrevet/behandlet. Det ble derfor valgt en pragmatisk tilnærming med at arbeidsgruppen definerte tre scenarier som man la til grunn ville være beste praksis å ta med i denne typen analyser. Man gikk deretter gjennom den tilgjengelige informasjonen og vurderte om og hvordan disse scenariene var behandlet i analysene.

Scenariene som ble valgt var:

- I. Antent utblåsning på boreriggens boredekk som eksponerer strukturen i boretårnet for varmelaster.
- II. Antent utblåsning/brønnlekkasje på den faste innretningens brønnhodedekk som eksponerer cantilever (og eventuelt strukturer på den faste innretningen) for varmelaster.
- III. Antent brønn-/prosesslekkasje som eksponerer legger/skrog på den oppjekkbare boreinnretningen (og eventuelt strukturer på den faste innretningen) for varmelaster.

4.5 Svakheter/usikkerheter i metode

Når det i denne rapporten er kommentert ulike forhold ved de analysene som er gjennomgått er det viktig å erkjenne at det gjennomgåtte materialet stort sett representerer kun et utdrag av selve risikoanalysen med sine mange vedlegg. Dertil utgjør risikoanalysen kun en del av den tekniske dokumentasjonen i form av strategier, studier og spesifikasjoner som til sammen utgjør prosjektdokumentasjonen. I den grad denne rapporten påpeker tema og momenter som kunne ha vært bedre opplyst eller utredet så er det godt mulig at dette er behandlet i vedlegg og rapporter som ikke har vært tilgjengelig for gjennomgang.

Selv om prosjektgruppen totalt sett representerer både bredde og dybde i relevant kompetanse er det også mulig at man gjør feiltolkninger av det omfattende materialet som har vært gjennomgått.

Det er viktig å være bevisst på at formålet med denne rapporten ikke er en tilsynsaktivitet rettet mot å finne avvik og forbedringsmuligheter i de gjennomgåtte analyser. Hensikten er derimot å gi et bredt og overordnet bilde av hvordan industrien per i dag har tilnærmet seg problemstillingen med varmelaster på boreriggen for feltutbygginger som benytter en flyttbar oppjekkbar borerigg for å utføre boreoperasjoner.

Beskrivelsene i rapporten er derfor overordnede og peker på hovedtrekk som ikke nødvendigvis er gjeldende for alle analysene som er gjennomgått. Det er derfor ikke mulig eller hensiktsmessig med denne rapporten som underlag å koble forhold som diskuteres til det enkelte prosjekt.

5 Bakgrunnsinformasjon

5.1 Olje-/gassfelt benyttet i studien

Petroleumstilsynet tilkjennegav åtte feltutbygginger, i forskjellige stadier av ferdigstillelse, for nærmere gjennomgang. Felles for alle åtte feltene er at disse bygges ut med en «jacketløsning» uten eget boreanlegg. Man benytter i stedet en fast tilknyttet oppjekkbar borerigg som slisker («skidder») sitt boreanlegg inn over plattformens lukedekk/brønnhodeområde og derigjennom foretar utboring av nødvendig antall brønner for produksjon og injeksjon. Boreanlegget er fortsatt forankret i den oppjekkbare boreriggen og ingen vekt av betydning er overført til produksjonsplattformen. Det er således ikke tatt med vekt av et boreanlegg i design av produksjonsplattformens hovedstruktur.

Av de åtte feltutbyggingene er to i den sørlige delen av Nordsjøen, fire er i den midtre delen og to i det som ofte defineres som den nordlige Nordsjøen. For denne studien har disse forhold liten betydning, men generelt sagt er man avhengig av forholdsvis lite vanndyp (70 – 120 meter for aktuelle felter) for å kunne benytte oppjekkbare borerigger.

Noen av de faste innretningene er «rene» brønnhodeinnretninger uten eget prosessanlegg og boligkvarter, andre har både eget prosessanlegg og boligkvarter. Av de med eget boligkvarter finnes det både normalt bemannede og normalt ubemannede (fjernstyrte) innretninger. Alle legger til grunn en viss bemanning ved gjennomføring av boreoperasjoner.

5.2 Borerigger

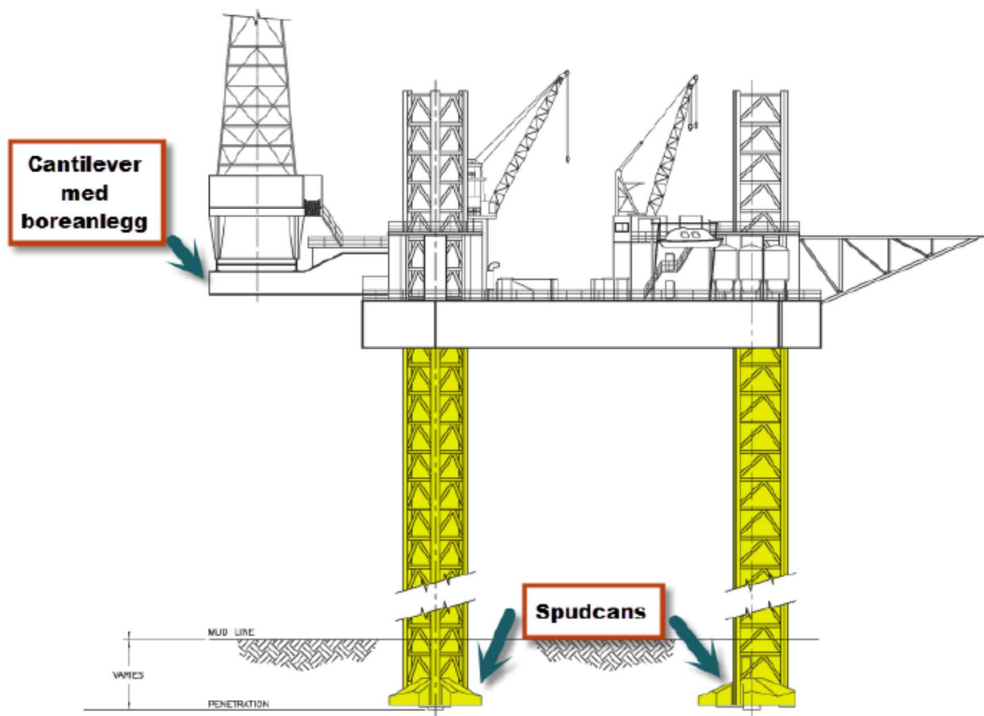
Alle boreriggene er av siste generasjon oppjekkbare borerigger utviklet og bygget for krevende forhold på norsk sokkel. Da det er kun et begrenset utvalg av disse og kun et fåtall riggeiere som betjener dem er ikke videre detaljer presentert her. Dette for å ivareta anonymisering.

5.3 Oppjekkbare borerigger og boring i cantilevermodus

Oppjekkbare borerigger som benyttes på norsk sokkel har alle tre legger og de fleste støttes på havbunnen av såkalte «spudcans» for å sikre en stabil støtte/forankring på havbunnen.

Før leggene med spudcans senkes til havbunnen flyter den oppjekkbare boreriggen og taues vanligvis fra sted til sted som en lekter.

Etter at leggene er jekket ned til havbunnen forlastes disse spudcans slik at de setter seg mer eller mindre dypt i havbunnen, avhengig av konsistensen på havbunnen på det stedet man skal bore.



Figur 5-1 Prinsippskisse av oppjekkbar borerigg med cantilever

Etterpå starter man oppjekkingen. Siden leggene da ikke vil synke dypere, vil skroget med cantilever og boreanlegg løfte seg over havoverflaten til den ønskede høyde. Dersom man skal bore over en

brønnhodeplattform eller et brønnhodeområde på en fast innretning (se Figur 5-2) må den jekkes opp til en tilstrekkelig høyde til at cantilever kan sliskes («skiddes») inn over den aktuelle brønnen det skal bores på.



Figur 5-2 Oppjekkbar borerigg over brønnhodeplattform

Cantilever brukes i denne rapporten som betegnelse på strukturen med bjelker som bærer boreanlegget og kan sliskes ut for å bore gjennom brønnhoder på en brønnhodeplattform eller annen fast innretning, se Figur 5-1. Av bildet går det også nokså klart frem at brannlaster på den ene av de to innretningene som samvirker vil kunne få konsekvenser for den andre.

5.4 Gjennomføring av boreoperasjoner i cantilevermodus

Etter at den oppjekkbare boreriggen er posisjonert ved den faste innretningen og cantilever/boredekk er slisket i posisjon over brønnhodeområdet er det flere ulike måter man kan se for seg å gjennomføre boreoperasjonen.

Etter som vi ikke har mottatt noen informasjon om hvordan prosjektene vil gjennomføre operasjonen i praksis vil vi kort skissere tre ulike fremgangsmåter. Én av dem er etter vårt syn den mest aktuelle, men det er viktig å presisere at det er en faglig kvalifisert «gjetning» og ikke nødvendigvis den faktisk valgte fremgangsmåten.

Bakgrunnen for å vise til ulike fremgangsmåter er at de vil påvirke hvilke utblåsnings-/brønnlekkasjescenarier som er sannsynlige.

Metode 1:

BOP (og BOP-kontrollenhet) flyttes ned i brønnhodeområdet på plattformen. Forbindelsen mellom boredekk og BOP blir omtrent som for en flyterigg, med et lavtrykkstigerør fra BOP og opp. I forbindelse med brann og ulike brannscenarier vil det reise seg spørsmål som:

- Brannsikring av BOP, mulige kontrolllinjer, signallinjer og strupe-/drepelinjer mellom utstyr plassert på jack-up og nede i brønnhodeområdet?
- Påvirkning på stigerør med direkte varmepåvirkning og ved gradvis kollaps av cantilever som følge av svikt i bæring.

På grunn av lite plass i brønnhodeområde, vanskelig håndtering av BOP og forhold rundt BOP-kontrollsystem er dette en løsning som neppe er vanlig.

Metode 2:

Foringsrøret, som har påmontert brønnhode (normalt 20" eller 16"), føres helt opp til cantilever slik at BOP kan kobles direkte på brønnhodet med BOP plassert på sin faste lokasjon i cantilever. Det vil da være en flensløs forbindelse fra brønn og til underkant BOP. Før brønnen ferdigstilles må denne temporære løsningen fjernes ved at foringsrør må kuttes nede i brønnhodeområdet på plattformen og brønnhodet må monteres/sveises der nede før brønnen gjøres klar til produksjon. I forbindelse med brannscenarier vil det reise seg spørsmål vedrørende denne løsningen:

- Krav til foringsrørets eksponerte del med henblikk på brannmotstand?
- Påvirkning på foringsrøret og brønnintegritet ved gradvis kollaps av cantilever? Mulighet for eskalering?
- Foringsrørets behov for opphengning i cantilever og vektbidraget når cantileverstrukturen svikter ved varmepåvirkning?

Metoden er neppe vurdert i stor grad da forhold rundt remontering av brønnhodet og overgang fra boremodus til kompletteringsmodus vil være usikker og arbeidskrevende.

Metode 3:

BOP oppe i cantilever og brønnhode nede i brønnhodeområde på plattformen forbindes med et høytrykksstigerør. Fordi man må forhånd ikke kan si helt nøyaktig hvor mye jack-up riggen vil synke inn og derav nøyaktig avstand mellom brønnhode og BOP må dette tilpasses gjennom:

- Skjøtestykker på høytrykkstigerør
- Justerbart lavtrykkstigerør over BOP

Vanligvis er dette stigerøret opphengt i cantilever da det er for slankt til å stå uten strekk. I forbindelse med brannscenarier vil det reise seg spørsmål liknede de for Metode 2:

- Krav til stigerøret med henblikk på brannmotstand?
- Påvirkning på stigerør og brønnintegritet ved gradvis kollaps av cantilever? Mulighet for eskalering?
- Stigerørets behov for opphengning i cantilever og vektbidraget når cantileverstrukturen svikter ved varmepåvirkning?
- Antall flenser på stigerør og derav antall lekkasjepunkter?

Metode 3 er kjent brukt på norsk kontinentalsokkel og vår vurdering er at dette er den mest sannsynlig brukte metoden.

6 Erfaring fra relevante tidligere hendelser

6.1 Montara Blowout (Timor Sea, Australia, 2009)

Montarahendelsen har blitt betraktet som den hittil verste ulykken i australsk offshoreindustri og resulterte blant annet i det tredje største utslippet av olje til sjø i australsk historie.

Den 21. august 2009 under boreoperasjon med jack-up riggen West Atlas som stod i «cantilevermodus» over brønnhodeplattformen Montara, mistet man kontrollen over brønn H1 som resulterte i en blowout. Alle 69 personer ombord ble trygt evakuert og arbeidet med å drepe den strømmende brønnen ble etter hvert, med flere forsinkelser, igangsatt med en avlastningsbrønn boret fra West Triton.

Det lå an til en suksessfull brønndrepeoperasjon da olje og gass fra utblåsningen plutselig tok fyr 1. november. Man fikk kontroll over brannen et par dager etterpå omtrent samtidig som man klarte å drepe utblåsningen ved å pumpe tungt slam inn i reservoaret gjennom avlastningsbrønnen boret fra West Triton.

Den offisielle granskningen avdekket 100 funn og gav 105 anbefalinger, hvorav 92 anbefalinger ble helt godtatt av australske myndigheter.

Hovedårsaken til utblåsningen ble av granskningsteamet definert å være at barriereelementet 9 5/8" foringsrørsko i primærbarrieren sviktet og en særdeles dårlig sementjobb gjorde at olje og gass kunne strømme forbi 9 5/8" foringsrør.







(Alle bilder: NOPSEMA <http://www.nopsema.gov.au/resources/image-gallery/>)

Montarahendelsen ble først og fremst en miljømessig katastrofe for tredjepart, blant annet var den virkelige utblåsningsraten estimert til å være fem ganger høyere enn den forhåndskalkulerte raten (320 m³/dag mot 64 m³/dag). Området det ble boret i, og de relativt nære landområdene, har påvirket livet i havet og langs kysten i Australia og Indonesia på en ugunstig måte.

For denne studiens del er bildene av Montaraplattformen sammen med West Atlas interessante da man tydelig ser hva brannbelastningen på boreanlegget på West Atlas har forårsaket. Den «skidbare» delen av boreanlegget, inklusive boretårn, har falt ned over brønnhodeplattformen, noe har blitt liggende igjen og noe er tydeligvis falt i havet. Fagverksbommene på West Atlas' dekkskraner har også mistet bæreevnen som følge av varmepåvirkning, mens man ser at jack-upbeina og jekkemekanismen har tålt varmen nok til at riggen har blitt stående. Det er verdt å merke seg at den oppjekkbare riggens dekkskraner ofte blir benyttet over brønnhodeplattformen da dens egne kraner mister «bevegelsesfrihet» ved en boreoperasjon; det er således ikke unaturlig at kranbommene også kan stå ut over plattformen og således kan få en brannbelastning som fører til kollaps av kranbommene.

For rapportens del er det også verdt å merke seg at utblåsningsraten var mye høyere enn beregnet, da man antakelig har regnet mulig utblåsning gjennom et mindre diameterhull (en 7" liner, et produksjonsrør eller tilsvarende) enn et ikke-fungerende 9 5/8" foringsrør. En større utblåsningsrate gir nødvendigvis en kraftigere brann og tilhørende kraftigere brannbelastning.

6.2 Mumbai High North (Kysten av Mumbai, India, 2005)

Hendelsen inntraff 27. juni 2005 da jack-up riggen Noble Charlie Yester boret på en mindre brønnhodeplattform benevnt «NA» på Mumbai High-feltet i havet 160 km vest av Mumbaikysten. Feltet består av fire installasjoner forbundet med gangbroer, hvorav «NA» er det minste plattformen.

MSV Samudra Suraksha arbeidet et annet sted på feltet da kokken ombord skadet seg og trengte tilsyn i land. På grunn av værmessige forhold (monsun) var det flyforbud for helikopter og det ble bestemt at kokken skulle flyttes over til Mumbai High North (MHN) hovedplattform for tilsyn av medic. MSV'en skulle legge seg inntil plattformen og pasienten skulle løftes ombord med dekkskran. Under denne operasjonen fikk MSV Samudra Suraksha store problemer med DP-systemet og man forsøkte å manøvrere båten med manuell kontroll inn mot plattformen. En eller flere dønninger tok båten og flyttet denne helt inntil plattformen slik at helidekket om bord kom borti utvendige stigerør og ødela minst ett av dem. Denne plattformen hadde fem gasseksport- og ti oljeimportstigerør på utsiden av strukturen. MSV'en traff og ødela minst ett gasseksportstigerør som forårsaket en massiv brann, da flere stigerør også ble ødelagt av varmen slik at MHN-plattformen var totalt nedbrent i løpet av to timer.

Varmeutviklingen fra MHN-brannen påvirket også «NA»-plattformen og Noble Charlie Yester jack-up-riggen, som måtte evakueres. Skadene er beskrevet som «severe damages» både av «NA»-plattformen og jack-up-riggen, noe som ikke stemmer med jack-up-eiers (Noble) beskrivelser for riggens del.

Totalt ble 362 mennesker reddet, elleve ble bekreftet døde og elleve er aldri funnet. Det ble sluppet en ukjent mengde olje på havet.



Figur 6-1 Bildet viser jack-up riggen med flammer rundt seg og en kollapset gangbro til en av de andre plattformene på feltet. Etter j-u'ens helidekk å dømme er brannen på motsatt side av cantilever, altså i område hvor boligkvarteret befinner seg.

Fra Nobles (eier av Noble Charlie Yester) egen pressemelding etter ulykken rapporteres det at boreriggen ikke ble nevneverdig skadet og at den igjen vil settes i operasjon etter et verkstedopphold. Siden brannbelastning og påvirkning mellom jack-up og «NA»-plattformen etc ikke er kjent, har en valgt å ikke benytte informasjon fra denne hendelsen videre i rapporten. Hendelsen ble heller ikke forårsaket av et samspill mellom den oppjekkbare riggen og brønnhodeplattformen, men slike hendelser kan gi verdifull lærdom der man benytter oppjekkbare borerigger inn mot et kompleks med flere plattformer og mye infrastruktur i et begrenset område.

6.3 Usumacinta (Mexicogulfen, Mexico, 2007)

Den oppjekkbare boreriggen Usumacinta ble benyttet til å bore og vedlikeholde brønner på eksisterende brønnhodeplattformer på meksikansk side i Mexicogulfen. I 2007 var riggen på kontrakt for Petroleos Mexicanos (PEMEX) for å utføre boreoperasjoner på Kab-101-plattformen omtrent 75 km ut fra kysten i Tabascoregionen.

Etter tre dager på lokasjon ble været svært dårlig med vindhastigheter opp mot 130 km/h og åtte meter høye bølger. Den oppjekkbare riggen ble rapportert å bevege seg i en oscillerende bevegelse

som resulterte i at cantilever kom i kontakt med produksjonstrærne på Kab-101-plattformen. Dette igjen førte til at man fikk lekkasje av olje og gass 23. oktober 2007. Avstanden vertikalt mellom jack-up cantilever og Kab-101 skulle tilsi at slik kontakt ikke var fysisk mulig og det er spekulert i om boreriggen hadde problemer med beina som forårsaket at riggen lente seg mot plattformen.

Man forsøkte å stenge inne lekkasjen ved hjelp av nedihullssikkerhetsventilene, men flapperventilene holdt ikke tett og lekkasjen fortsatte også etter at nevnte ventiler var forsøkt stengt. Man evakuerte riggen, men på grunn av været var dette vanskelig og 22 personer omkom under evakueringen (21 døde, én savnet).

Spesialister ble satt om bord på Kab-101 for å drepe de to brønnene som hadde lekkasje. De hadde problemer med å fullføre oppdraget på grunn av dårlig vær, H₂S og andre operasjonelle forhold.

Tre uker senere, den 13. november, oppstod gnistdannelse under arbeidet med å stenge inn brønnene og en større brann oppstod. Denne brannen ble slukket, men det oppstod en ny brann 20. november. Denne brannen var enda kraftigere og gjorde stor skade på Usumacinta-jack-up'en, blant annet ved kollaps av boretårn, stor skade på cantilever og broforbindelse til Kab-101.

Ca én måned senere rapporterte PEMEX at de hadde kontroll med brønnene. Daglig utslipp i perioden med lekkasje er rapportert til 422 bbls (67 m³/dag), hvorav mye var lette fraksjoner. Tross vesentlig mindre utslippsrate enn Montara var brannlasten nok til å gi omtrent samme skadeomfang. Det foreligger en omfattende granskningsrapport etter hendelsen.





Figur 6-2 Bildene viser den første brannen og riggen etter at cantilever og boretårn har falt ned.

6.4 Tamsah (Middelhavet utenfor Port Said, Egypt, 2004)

Sommeren 2004 var jack-up-boreriggen Adriatic IV plassert på lokasjon over gassproduksjonsplattformen Tamsah ut av Port Said i Egypt. Feltet var drevet av Petrobel på vegne av tre operatører. Riggen boret en gassbrønn da man opplevde en blow-out 10. august.

Rapporter slår fast at det kom en eksplosjon med påfølgende brann om bord på den oppjekkbare boreriggen. Brannen spredde seg etter hvert over til produksjonsplattformen og det gikk over en uke (13 dager er rapportert en plass) før den var under kontroll. Man hadde før oppstart av boringen stengt ned produksjonen, noe som antakelig var et positivt bidrag til at alle ombord både på boreriggen og plattformen ble evakuert relativt trygt uten at det ble rapportert skadde eller omkommende (litt forskjellige rapporter om antall evakuerte, noen steder rapporteres det ca 150 personer totalt, men andre steder 150 personer fra plattformen og 79 fra boreriggen).

Boreriggeier Global Santa Fe rapporterte Adriatic IV som forlist og uten verdi for gjenoppbygging. Plattformen, eid mellom BP, ENI og Egypt's GPC, var såpass ødelagt at den heller ikke kunne gjenoppbygges og ble derfor destruert.

Det kan se ut som om årsaken til ulykken hadde sitt utspring i en dårlig sementjobb og at utblåsningen kom i ringrommet mellom foringsrørene, hvilket betyr at man kan trekke klare paralleller til Montara.



6.5 Khafji Field (Saudi Arabia, 2002)

Den oppjekkbare boreriggen Arabdrill 19, eid av Schlumberger, var under kontrakt med Aramco og utførte brønntjenester over en produksjonsplattform på Khafji-feltet. Det eksisterer lite konkret informasjon fra hendelsen, men det antas at en brann i brønnhodeområdet, forårsaket av en blowout, påvirket én eller flere legger på den oppjekkbare riggen slik at disse opplevde «buckling». Som følge av dette falt den oppjekkbare boreriggen mot plattformen og både rigg og plattform fikk store skader. I papirer fra forsikringsselskapet står det imidlertid at den oppjekkbare riggen fikk en «punch through» av den ene leggen som forårsaket at riggen falt mot plattformen. Om hendelsesforløpet er uklart, så gjelder også det for status av evakuert personell om bord, alt fra «noen skadde» til «tre døde» nevnes.

Den oppjekkbare riggen ble avskrevet som totalt ødelagt, men ble senere berget, reparert og gjenoppstod som den norske Thule Power.



6.6 Lærdom av aktuelle hendelser mellom oppjekkbar borerigg og plattformer.

Det er vanskelig å trekke bastante slutninger av hendelsene nevnt i pkt. 6.1 til 6.5 hva angår denne rapportens oppdragsbeskrivelse, men litt overordnet og som verst tenkelige scenario kan en notere følgende observasjoner:

- Det finnes flere eksempler på at konstellasjonen oppjekkbar borerigg og boreoperasjon på en plattform har forårsaket det man vil definere som en katastrofal hendelse.
- Brannhendelser på enten oppjekkbar borerigg eller plattform har en tendens til å eskalere og påvirke den andre part.
- Grunnlaget for beregning av maksimal rate for utblåsning eller lekkasje har ikke alltid tatt innover seg mulig andre hendelser som kan gi økte volumer, eksempelvis utblåsninger som finner andre veier enn den forutsatte grunnet dårlig integritet i brønnen.
- Svekkelse av den oppjekkbare riggens bein/legger, som gjør at denne faller mot plattformen, kan forårsake at plattformen også får stor belastning horisontalt i tillegg til vertikallast fra sviktende cantilever eller boretårn.
- Selve brannen har gjerne startet svært lenge etter den innledende brønnhendelsen, noe som gjør at man kan underestimere antennessannsynlighet for hele hendelsesforløpet dersom man avgrenser vurderingen til kun tiden det tar å evakuere.

Som for andre storulykker er både opptakten til hendelsen og den videre utviklingen et komplekst sett av hendelser som griper inn i hverandre. Enkelte av disse hendelsene har hatt en banal og triviell start (skadet finger) med katastrofal utvikling som ikke kunne forutses.

Dette, sammen med det faktum at det som beskrevet ovenfor, har vært en håndfull hendelser i siste tiår, gjør at man må være noe varsom med å trekke for bastante konklusjoner omkring sannsynlighet for hendelse og eskalering basert på historiske frekvenser. Hendelsesforløpet kan være komplekst og uforutsett og bør mane til en større bevissthet omkring usikkerhet i datagrunnlag.

7 Diskusjoner

7.1 Oversendt dokumentasjon

Det er mottatt en betydelig mengde dokumentasjon. I hovedsak består dokumentasjonen av det følgende:

- Risikoanalysens hovedrapport for den faste innretningen.
- Relevante vedlegg til risikoanalysen med hovedvekt på brannsimuleringer/analyse av brønn/brønnhodehendelser.
- Vedlegg relatert til analyse av brannhendelser med oppjekkbare borerigg over brønnhodeområde/værdekk.
- Strukturreponsanalyser for brannlast på borerigg.
- Risikoanalysens hovedrapport for den oppjekkbare boreriggen, noen med vedlegg.

7.1.1 Kort om oversendt dokumentasjon

Det er uten tvil lagt ned mye arbeide i å innhente og samle denne informasjonen. Til sammen utgjør det en betydelig mengde informasjon som det har vært krevende å gjennomgå på en strukturert og effektiv måte.

Det er verdt å merke seg at det er merkbar variasjon i dokumentasjonen som er oversendt. Dette gjelder både mengde (antall sider) og hvilke analyser som er utført, eller i det minst oversendt. For operatører som er representert med flere prosjekter er det også variasjon mellom prosjektene; noe leder til en forsiktig konklusjon om at det på operatørnivå ikke er en selskapsovergripende tilnærming til problemstillingen, men at det i stor grad er overlatt til det enkelte prosjekt å definere hva som er påkrevet av analyser og tilnærming til disse.

Igjen vil vi gjøre oppmerksom på at forskjellen kan ligge i utvelgelsen av dokumentasjon som er oversendt, og ikke hva som faktisk er utført.

7.1.2 Kort om riggeiers risikoanalyse

Riggeiers risikoanalyse for de aktuelle boreriggene blir bare kort og summarisk behandlet i dette avsnitt. Videre diskusjoner er så godt som utelukkende basert på analyser utført av operatør for den faste innretningen.

Bakgrunnen for dette er at riggeiers risikoanalyser gjennomgått i forbindelse med dette prosjektet, fremstår som så vidt generelle og overordnede at de i liten grad bidro til å opplyse problemstillingen:

- Aktuelle scenarier er enklere og mer overordnet beskrevet enn i de mer avanserte analysene utført for de faste innretningene.
- Tap av boretårn og cantilever representerer ikke nødvendigvis noe tap av hovedsikkerhetsfunksjon for boreriggen (gitt av rømning fra området er utført) og er dermed i liten grad beskrevet/problematisert.
- Forutsetninger i riggeiers risikoanalyse baseres på det som antas å være representative verdier i et gjennomsnittså for riggen, dette gjelder aktivitetsnivå (antall og type brønner), utblåsningsrater, bemanning, vær og vindforhold og så videre. I denne sammenheng vil boreriggen over lengre tid operere på et sted over en annen innretning og utføre det fastsatte boreprogram for feltet. Den i utgangspunktet generiske analysen for boreriggen vil dermed uansett ha begrenset validitet i for den aktuelle bruken.

I to tilfeller har tilsendt dokumentasjon ikke vært i overensstemmelse mellom oppjekkbare borerigg og produksjonsplattform. For ett tilfelle finner man at det er benyttet QRA og annen dokumentasjon fra en søsterrigg av riggen man skal benytte, og i et annet tilfelle omhandler QRA'en til den oppjekkbare boreriggen opplysninger og scenarier fra et annet felt enn denne skal benyttes på. Begge deler er lite tillitsvekkende.

Det bemerkes også at riggeiers risikoanalyser ikke inkluderte analyser av boreriggen brukt i oppsettet med boring over brønnhodeplattform/-område. All den tid dette ikke er en uvanlig operasjonsmodus for en oppjekkbare borerigg gir det grunnlag for å stille spørsmål ved om en analyse som ikke dekker dette gir et tilstrekkelig risikobilde for den oppjekkbare boreriggen.

To av de aktuelle riggene hadde fått utført spesifikke oppdateringer av risikoanalysen med tanke på det aktuelle feltet de skulle operere på (i forbindelse med denne studien). Det må vurderes om forutsetningene i disse tilleggssanalysene kan generaliseres slik at man kan konkludere med at det er utført tilstrekkelige analyser for riggen brukt i denne modus.

7.1.3 QRAs egnethet som informasjon til design og operasjon?

I arbeidet med å gjennomgå den store datamengden som er mottatt, har en valgt å strukturere vital informasjon i en matrise slik at denne kan sammenliknes felt for felt. En erfaren prosjektgruppe har gått gjennom materialet og hentet ut informasjonen. Arbeidet har imidlertid vært vanskelig da etterspurt informasjon ikke ligger enkelt tilgjengelig i de forskjellige rapportene.

Ofte er viktig informasjon som aktuelle brannlaster, varigheter av scenarier, tåleevne med mere «gjemt» i store mengder informasjon og/eller finnes i andre deler eller vedlegg av dokumentasjonen. Det kreves at man må ha både solide kunnskaper, stor tålmodighet og evne til å tolke/forstå informasjonen for å kunne nyttiggjøre seg informasjon i utforming og drift av innretninger.

Vi stiller spørsmål ved om viktig informasjon fra analysene oversees av prosjekter og redere, fordi det kreves spesialkompetanse og erfaring for å hente den ut fra analysen.

Problemstillingen om slike analyser gir tilstrekkelig informasjon og beslutningsstøtte i utforming og drift er ikke ny og har vært gjenstand for diskusjon og tilsynsaktivitet tidligere.

7.2 Utgangspunkt for diskusjoner

I diskusjonen av de funn som er fremkommet gjennom dokumentgjennomgangen har man tatt utgangspunkt i og strukturert diskusjonen omkring de problemstillinger som Petroleumstilsynet fremsatte i oppdragsforespørselen:

- Hvor står industrien når det gjelder analyse av denne problemstillingen?
 - Er analysene tilstrekkelig relevante/valide?
 - På hvilket grunnlag blir scenariene etablert? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke scenarier baseres designlastene på?
 - Hvilke laster representerer scenarioene? (Deterministisk vs probabilistisk)
 - Hvilke analysetyper blir benyttet?
 - Hvilke akseptkriterier blir benyttet og hvordan?
- Hva er tåleevnen til rigger i denne modus, både riggmodulen som skiddes over innretning og for beina på den oppjekkbare riggen (bein, cantilever, derrick)?
- Hva er konsekvenser og tåleevnen til den faste innretningen ved slike ulykkesscenarier?
- Hvilke aktuelle krav/standarder for brannlaster benyttes og er disse tilstrekkelige?
- I hvilken grad varierer beslutningskriterier for risikoaksept og/eller tiltak mellom reder og operatør?
- Hvilke tiltak blir foreslått og gjennomført?

Det overordnede spørsmålet er åpenbart om den analytiske tilnærmingen til problemstillingen kan anses å oppfylle krav i regelverket om å gi et mest mulig helhetlig bilde av risikoen forbundet med virksomheten og være formålstjenlige i forhold til å gi tilstrekkelig beslutningsstøtte. Siden dette utgjør kjernespørsmålet i rapporten er dette spørsmålet behandlet for seg selv i kapittel 8.

7.3 Hvor står industrien når det gjelder analyse av denne problemstillingen?

7.3.1 På hvilket grunnlag blir scenariene etablert?

Alle feltutbyggingene som inngikk i studien hadde erkjent problemstillingen gjennom at de hadde fått utført brann- og strukturresponsanalyser som dekket bore-riggen i posisjon over brønnhodeområde. Imidlertid var det en ikke ubetydelig variasjon i hvor mange og hvilke scenarier som var analysert og simulert og til dels hvilke analyser som var gjennomført.

Generelt var det lite informasjon å finne i den oversendte dokumentasjonen om bakgrunnen for etableringen av scenariene. I noen av rapportene var det henvist til en HAZID. Typisk er denne dokumentert i et eget vedlegg til QRA-rapporten. Det er derfor ikke mulig å trekke noen sikre konklusjoner om hvorvidt de scenariene som var brukt i analysene var fremkommet gjennom en HAZID. Likeledes er det da heller ingen dokumentasjon på hvorvidt det har vært deltagelse i HAZIDen av personell med fagkompetanse på slike boreoperasjoner.

I 5.4 er det beskrevet noen ulike måter å gjennomføre denne typen boreoperasjoner på, hvorav én fremstår som mer sannsynlig. Ingen av analysene beskriver hvordan boreoperasjonen er tenkt gjennomført. Ingen av tegningene/skissene i rapporten eller utdrag fra 3D-modell viser det

nødvendige oppsettet for å kunne gjennomføre slike operasjoner. Stigerør som forbindelse mellom brønnhodet og boreriggens BOP synes ikke å være hensyntatt som:

- Utslagsgivende for hvor utblåsninger mest sannsynlig vil finne sted.
- En lekkasjekilde i seg selv.
- Som en hydrokarbonførende forbindelse som kan bli brannpåkjent ikke bare ved lekkasjer i «seg selv», men også ved brønnlekkasjer fra andre brønnhoder eller prosessanlegg og rør.

Når det gjelder det siste kulepunktet kan det være et betydelig scenario der det er et høytrykkstigerør som er forbindelsen til BOP, se 5.4. Under boreoperasjonen vil nødvendigvis brønnens sikkerhetsventiler være utilgjengelige og dersom integritet i stigerøret tapes oppstrøms BOP på grunn av en annen antent prosess-/brønnlekkasje vil man være eksponert for utstrømning av hydrokarboner fra reservoaret og brannen vil ha et betydelig eskaleringspotensiale.

Dette synes ikke å ha vært problematisert eller diskutert i det hele tatt i den dokumentasjonen som er gjennomgått.

Man ser også at flertallet av analysene har lagt mest vekt på hendelser på brønnhodenivå og i liten grad utviklet scenarier med utblåsning på boredekk, som gjerne er mest sannsynlig, gitt at det er der man har åpning mot reservoaret. Enkelte analyser har imidlertid gitt et mer realistisk bilde ved at det er utviklet flere scenarier, herunder «worst case» med utblåsninger på boredekk. En rapport angir en fordeling med 75%/25% fordeling av utblåsninger mellom boredekk og brønnhodeområde. Etter vårt syn er det en mer realistisk fordeling av scenariene. Imidlertid bidrar den samme analysen til uklarhet ved at det synes å være brukt en datakilde for utblåsninger på boredekk (mulig fra riggeiers risikoanalyse) mens øvrige utblåsninger er hentet fra en annen datakilde (mulig fra den faste innretningens risikoanalyse). Det får det noe selvmotsigende utfall at selv om andelen av utblåsninger på boredekk er tre ganger så høy som på brønnhodeområdet, så er den totale frekvens av utblåsninger på boredekk lavere enn i brønnhodeområdet. Dette er med på å svekke tilliten til gjennomførte analyser og styrker etter vårt syn argumentasjonen for en mest mulig enhetlig behandling av datakilder og scenarier når man analyserer to enheter som samvirker så tett at de i praksis utgjør én innretning.

Man har i mottatt dokumentasjon ikke funnet noen vurdering av cantilevers valgte høyde over værdekk/lukedekk (og derav den oppjekkbare boreriggens luftgap). På enkelte installasjoner kan det fra tegninger se ut som om man har valgt en slags minimumshøyde for avstanden mellom bunn av cantilever og værdekk, mens andre felt har boreriggen omkring ti meter over værdekket.

Samlet gir dette bildet grunnlag for å stille spørsmål ved om tilstrekkelig bore- og brønnfaglig kompetanse har vært involvert i å etablere scenariene som er brukt. Enkelte av rapportene har ikke vurdert eller simulert hendelser på boredekket i det hele tatt, noe som kan indikere at man har nøyd seg med å gjenbruke scenarier som ble utviklet for den faste innretningen alene.

Det bemerkes også at få av de gjennomgåtte analysene hadde dekket alle scenariene som prosjektgruppen mente var nødvendig, se 4.4.2.

Ellers er det i flere av analysene gjort en del mindre begrunnede og til dels uheldige valg av forutsetninger. Disse har nok variabel betydning for resultatene, men styrker uansett ikke tilliten til analysene. Noen eksempler er gjengitt nedenfor:

- I noen tilfeller er ikke langvarige utblåsninger tatt med i det hele tatt, kun relativt kortvarige brønnutslipp, begrenset av brønnens sikkerhetsventiler.
- Antagelse omkring vekt av borestreng varierer betydelig fra analyse til analyse, uten at det synes å være noen åpenbare grunner til så stor variasjon.
- Det er i ett tilfelle antatt at strengvekt reduseres fra 250 Mt til 100 Mt, uten noen nærmere angivelse av hvordan dette skal skje – og strengvekten vil uansett være forankret i cantilever.
- Det er uklart om tilstedeværelsen av boreriggen påvirker antennessannsynligheten for utblåsninger og brønnutslipp på den faste innretningen.
- En analyse konkluderer med relativt hurtig tap av cantilever ved brannpåkjenning. Imidlertid er det gjort simuleringer som tyder på at brannbekjempelse fra beredskapsfartøy vil være effektivt, gitt at den starter innen ti minutter. Det foreligger ikke informasjon om at en så vidt kritisk og krevende operasjonell forutsetning er tatt inn i hverken hovedrapport, oppsummeringer eller operasjonelle driftsbetingelser for feltet.
- En studie legger til grunn at boretårnet vil kollapse inn over seg selv ved brannpåkjenning, men uten å dokumentere noen ytterligere begrunnelse for en så gunstig kollaps.

7.3.2 Hvilke scenarier baseres designlastene på?

Det foreligger i liten grad opplysninger om hvilke scenarier designlastene er basert på. Noen av prosjektene har oversendt informasjon om dimensjonerende/design ulykkeslastspesifikasjon (Design Accidental Load Specification). I den grad slike spesifikasjoner har vært tilgjengelige har de vært fokusert mer på størrelsen av ulykkeslastene og hva de eksponerer heller enn å gjøre koblingen med ulykkes scenarier som gir opphav til de dimensjonerende ulykkeslastene.

Det er dermed vanskelig å trekke sikre konklusjoner om hvilke scenarier man har basert designlastene på. Basert på riggeiers risikoanalyser er det rimelig å konkludere med at de aktuelle brannscenariene ved boring i cantilevermodus ikke har blitt brukt til å etablere designlaster for cantilever/boretårn.

7.3.3 Hvilke laster representerer scenarioene?

Antente utblåsninger vil kunne bidra med svært høye og langvarige varmelaster. Selv tidsavgrensede brønnutslipp vil kunne gi store varmelaster på grunn de potensielt store mengdene hydrokarboner som er tilgjengelige for å underholde en brann.

I de gjennomgåtte analysene er det i varierende grad angitt hvilke varmelaster som scenariene resulterer i. Noen oppgir dette i tabellform, men de fleste benytter temperaturplot fra simuleringene for å angi varmelastene.

Med tanke på at varmelasten kan variere sterkt med geometri og andre lokale forhold (se diskusjon i 7.3.4) er nok dette en informativ måte å gjøre det på, gitt analysens formål. Derimot blir det krevende å utlede hovedtrekk i de gjennomgåtte rapportene på bakgrunn av slike temperaturplot.

De fleste tar utgangspunkt i mengde tilførte hydrokarboner (utslippsrate, masserate), altså antall kg hydrokarboner per sekund. Der varmelasten er simulert i CFD-programvare fremkommer da varmelasten som en funksjon av blant annet geometri og i hvor stor grad brannen er ventilasjonskontrollert.

At det er forskjell mellom varmelastene mellom analysene er dermed gjerne reelle forskjeller som simuleringene frembringer.

Variasjonen i masserate som er brukt synes å være knyttet til forskjeller mellom feltenes reservoarer og modellerte utblåsningsrater. Dette gir særlig utslag for felt som har HTHP-reservoarer.

Det bemerkes at det er stor forskjell i hvor mange forskjellige nivåer for masseraten som er brukt til å definere scenarier. Noen har gjort analyser og simuleringer med stor variasjon i masserate, mens andre har brukt typisk en høy og en lav masserate.

Det er ikke kjent om denne forskjellen kan knyttes til reelle forskjeller mellom feltene eller om det representerer en forskjell i analytisk tilnærming.

7.3.4 Hvilke analysetyper blir benyttet?

Integrert brannanalyse

Integrert brannanalyse betegner en metode hvor detaljerte varmelaster beregnes med en CFD-kode, og temperaturrespons og deformasjoner beregnes med finite element-metoder (FEM). KFX™, FAHTS og USFOS er mye brukt i denne sammenhengen. KFX™ og FAHTS har vært brukt i alle risikoanalysene som har vært gjennomgått i dette prosjektet. USFOS har vært brukt i noen sammenhenger, men man har ikke alltid hatt tilgjengelig tilstrekkelig detaljerte strukturmodeller til å kunne gjennomføre deformasjonsberegninger med USFOS. Alternativt er det noen ganger valgt forenklede modeller.

CFD-beregninger er ressurskrevende sammenlignet med enkle empiriske metoder, men gir mer realistiske varmelaster enn de enkleste metodene. Enkle metoder kan være:

- Anta uniform varmelast (typisk 150 eller 250 kW/m²)
- Formfaktormetoder (Frustum, PHAST)
- Punktkilde (API 512)
- Linjekilde eller distribuerte kilder (Flaresim)

CFD-verktøy tar utgangspunkt i grunnlikninger for fluid dynamikk, kjemiske reaksjoner og varmetransport og kan brukes uten å gjøre store forenklinger i forhold til geometrisk utforming av området man studerer. Forhold som er helt avgjørende for hvor varmelaster oppstår, slik som ventilasjon av moduler, ekstern vind og hva som er kilden til brann kan modelleres i detalj. CFD-verktøy kan beregne kombinasjon av varmestråling fra flammer og oppvarming eller kjøling fra gassen som strømmer forbi strukturer. Objekter som er inne i flammer kan få store ekstra bidrag fra konveksjonsoppvarming mens objekter som er utenfor flammen kan få god kjøling fra vindfelt. Videre kan noen CFD-verktøy beregne effekten av vannkjøling fra brannvannsystemer. Reelle varmelaster varierer sterkt i brannområdet og vil ofte være begrenset av tilgangen på luft. Når lufttilgangen er begrenset i en modul med gasslekkasje vil store deler av flammene kunne flytte seg utenfor modulen hvor lekkasjen befinner seg. Brannanalyser med CFD-verktøy kan øke forståelsen av

hvordan brannlaster kan opptre på en innretning og mange mulige hendelser kan avdekkes. CFD kan benyttes til å studere mulig eskalering av branner.

Detaljert beregning av varmelast med CFD gir realistisk input til FEM-beregninger av temperaturrespons og deformasjoner i bærestrukturer. Når man regner på temperaturrespons og deformasjoner er det viktig å få med at brannlaster er ujevnt fordelt. I lukkede moduler er det ikke mulig at alle bærestrukturer kan få lik varmelast samtidig. Ved å studere hvor stor andel av bærestrukturene som kan få høy varmelast samtidig kan man finne ut hva som er mest kritiske komponenter for bæreevne. Ved lekkasjer fra et trykkavlastet segment vil lekkasjeraten variere over tid slik at varmelasten flytter seg. Variable strømningsrate kan simuleres med CFD-verktøy og brukes som input til integrert brannanalyse. For eksempel kan kombinasjonen KFX™, FAHTS og USFOS brukes til å beregne hvor det vil være mest hensiktsmessig og sette inn tiltak som passiv brannbeskyttelse eller hva som er den beste plassering av dyser for brannvann for at strukturer skal tåle brannlast lengst mulig.

Det har blitt demonstrert med bruk av KFX™/FAHTS/USFOS at utkragerbjelken med boretårnet ikke nødvendigvis trenger å bryte fullstendig sammen dersom den har liten klaring og kan sige ned på dekkkonstruksjoner på brønnhodeplattformen og avslastes der. Utkragerbjelken er særlig kritisk ved branneksposering og ulike konstruktive endringer har blitt foreslått for å forbedre kapasiteten mot brann. Virkningen av slike endringer må dokumenteres med direkte beregninger.

I rapportene som er gjennomgått i dette prosjektet er det mest vanlige alternativet til deformasjonsberegninger med KFX™/FAHTS/USFOS å angi konstant varmeflukt på store deler av en struktur. De antatte varmeflukser og eksponeringer er ofte så høye og omfattende at konstruksjonene vil bryte sammen i løpet av få minutter. Beregninger av varmeovergang og konstruksjonsrespons for slike scenarier er til dels utført med ABAQUS, til dels er det ikke utført direkte beregninger, men kun enkle vurderinger (det har for eksempel blitt gjennomført beregninger for jack-up benet utsatt for varmeflukser på 150-250 kW/m², mens direkte beregninger med KFX viser betydelig lavere intensiteter).

For slike høye varmeflukser vil jack-up benet bryte sammen.

Metoden med enkle varmeflukser ansees derfor som til dels svært konservativ med tanke på tiden det tar før en konstruksjon kollapser, og den kan også gi feil konklusjoner med tanke på fallretninger for f.eks. boretårn. Det å beregne kortere tid enn reelt til sammenbrudd kan være ugunstig når beregnet tid brukes til å planlegge beredskap og redningsaksjoner. Videre kan konstant varmelast på strukturen gi symmetrisk kollaps, noe som er helt urealistisk og kan skape inntrykk av at man har bedre kontroll på fallretningen til en brannbelastet struktur enn det man reelt sett kan ha.

Tabell 7-1 Anonymisert oversikt over felt og anvendte analyser

Felt	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Derrick	X ¹			X ²	X		X	x
Metode	KFX/FAHTS	Kun dimensjonerende ulykkeslaster (forenklede antakelser)	Forenklede betraktninger	ABAQUS uniform varmelast. Varmelast fotavtrykk med KFX	KFX/FAHTS USFOS	Forenklede betraktninger basert på flukser	ABAQUS uniform varmelast (KFX/FAHTS/USFOS)	KFX/FAHTS/ USFOS
Cantilever	X			X	X	X	X	x
Metode	KFX/FAHTS (USFOS)			KFX/FAHTS/USFOS	KFX/FAHTS	KFX/FAHTS/ USFOS	ABAQUS/uniform varmelast KFX/FAHTS/USFOS	KFX/FAHTS/ USFOS

¹ Strukturrepons utelates dersom det ikke finnes en detaljert FEM strukturmodell. En tilnærmet struktur modell er et godt grunnlag for å beregne temperaturutvikling og tiden det tar for at ståltemperaturen blir kritisk i forhold til bæreevne.

² ABAQUS for derrick support, men ikke selve derrick. Egen rapport argumenterer for at tyngdepunkt og lokalisering av horisontal jet vil gjøre det mest sannsynlig at derrick vil falle «bakover» som antakelig betyr over produksjonsplattform.

Felt	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
JU-ben	X			X	X		X	X
Metode	KFX/FAHTS	PHAST		ABAQUS uniform varmelast	KFX/FAHTS	Forenklede betraktninger basert på flukser	ABAQUS/uniform varmelast	KFX/FAHTS/USFOS

7.3.5 Hvilke akseptkriterier blir benyttet og hvordan?

De QRA-studier som inngår i undersøkelsen har alle begrenset seg til å konkludere at hendelsene som kan gi svikt av utkraget fundament for boretårn og/eller boretårnet i seg selv ikke har frekvens over 10-4 per år. Dermed blir ingen av disse scenarier ansett å være dimensjonerende scenarier, med unntak av tap av rømningsvei fra boredekk/brønnhodeområde.

Tilsvarende er det påpekt i en gjennomgått tilsynsrapport for et av utbyggingsprosjektene at verken stigerørsbranner, brann på sjø og boredekk (utblåsning) som scenarier er dimensjonerende. Tilsynsrapporten rapporterer videre at det ikke er framlagt dokumentasjon som viser hvorfor disse ikke er dimensjonerende. Dette sammenfaller med de observasjoner som er gjort i forbindelse med denne rapporten.

Dokumentasjon av risikoakseptkriterier er ikke tilgjengelig for alle feltene, slik at den valgte risikoakseptgrensen på 10-4 per år kun framgår indirekte. Inneværende vurdering har lagt til grunn at grensen for hendelser som ikke trenger å dimensjoneres mot (10-4 per år) gjelder for hele utbyggingsløsningen under ett.

Alle studier kan anses å tilfredsstille § 17 i Styringsforskriften i den forstand at det foreligger risikoakseptkriterier for hovedsikkerhetsfunksjoner (10-4 per år valgt i samtlige analyser), samt at resultatene fra risikoanalysene er vurdert mot risikoakseptkriteriene, jf. § 10 i Innretningsforskriften.

I tillegg gjelder også § 11 i Rammeforskriften om risikoreduksjon (ALARP). Fra den tilgjengelige dokumentasjon framgår det ikke at noen av prosjektene har vurdert ytterligere risikoreduksjon utover det som er påkrevd for å tilfredsstille minimumskrav, herunder risikoakseptkriterier.

Ingen av de gjennomgåtte analyser kan anses å tilfredsstille RF11 ut fra tilgjengelige dokumentasjon.

Det er videre krav om at usikkerhet og følsomhetsstudier tas i betraktning når risiko angis og vurderes. Slike krav har vært i forskriftene i flere år. Da regelverket ble oppdatert fra 1.1.2015 er det gjort endringer som understreker dette behovet ytterligere. Med tanke på analysene som er gjennomgått, er denne presiseringen uten avgjørende betydning, ettersom det er krav om usikkerhet og følsomhetsstudier i det som var gjeldende regelverk.

Det skal bemerkes at svært få QRA-studier i næringen inntil nylig har hatt særlig fokus på slike aspekter. Men mangelen på slikt fokus blir særlig alvorlig på grunn av de spesielt kritiske forhold som gjelder for scenariene som diskuteres her.

De gjennomgåtte analysene har i liten eller ingen grad omtalt usikkerhet i tilknytning til resultatene av analysene. Følsomhetsanalyser av sentrale antagelser/data synes heller ikke gjennomført. Det presiseres igjen at vi har ikke hatt tilgang til de fullstendige analysene og at slike studier kan ha blitt dokumentert i andre vedlegg til analysen.

Robusthet av konklusjoner er på denne måten ikke undersøkt. Det observeres også at noen av resultatene er så tett opp under akseptgrensen på 10-4 per år at scenariene reelt sett har en frekvens på et nivå tilsvarende 10-4 per år, og at scenariene slik sett skulle vært del av dimensjoneringsgrunnlaget. Det må bemerkes at innværende vurdering ikke har studert i detalj hvilke data som er benyttet for å beregne de angitte frekvenser.

Et annet aspekt som burde ha betydning for vurderingene av risiko er varighet på ulykkeshendelser. Både i Montara-ulykken og Usumacinta-ulykken skjedde antenning etter tildels betydelig tid.

Antenning i Montara skjedde etter lang tid (drøyt to måneder) slik at alt personell var brakt i sikkerhet forut for antenning. Det samme var tilfelle i Usumacinta-ulykken, selv om det her likevel var mange omkomne under evakuering (forbundet med gjennomføringen av evakueringen). Begge hendelser illustrerer potensielt lang varighet av utblåsning.

Beskyttelse av hovedsikkerhetsfunksjoner er på den andre siden i hovedsak innrettet mot å beskytte personell i nødvendig tid i en initiell periode (typisk opp til størrelsesorden et par timer) for å trygge rømning og evakuering. Når det gjelder langvarige utblåsninger viser de to omtalte ulykkene samt andre hendelser at antenning og varmelaster kan inntreffe på et tidspunkt som er mye senere enn i den perioden personell trenger beskyttelse.

Antenning og eventuelle brannlaster som overgår konstruksjonenes kapasitet kan derfor totalt sett ha en betydelig høyere frekvens enn 10-4 per år, når en tar hele varigheten av utblåsning i betraktning, ikke bare den innledende perioden for å ta vare på personell på innretningene. Det er slik sett et potensial for omfattende materielle skader uavhengig av om rømning og evakuering kan gjennomføres på en trygg og sikker måte.

7.4 Hva er tåleevnen til rigger som opererer i cantilevermodus over vertsinnretning (bein, cantilever og boretårn)?

På grunn av det store spennet i hvordan og hvilke analyser som er gjennomført og hvilke scenarier som er dekket, se 7.3.4 og 7.3.1, så er det vanskelig å gi noe entydig svar på dette.

Selve analyseresultatene spriker og alle relevante scenarier (se 4.4.2) var heller ikke dekket i alle analysene.

Noen hovedtrekk er det allikevel verdt å trekke frem:

- Flere av analysene konkluderer med at gitte brannscenarier vil kunne medføre kollaps av henholdsvis boretårn eller cantilever i løpet av kort tid. Tider ned mot syv minutter er funnet i enkeltanalyser.
- Flere av analysene dokumenterer relativt hurtig tap av rømningsvei fra boredekk (på boreriggen) og/eller brønnhodeområde og dekkene over på den faste innretningen.

Det må bemerkes at flere av de scenariene som gir hurtig kollaps er svært konservative, ved at utslippsraten er holdt konstant (ingen effekt av nødavstengningsventiler og trykkavlasting), samt at det gjerne antas uniform varmelast på struktur.

På den annen side er også simuleringen av mange av scenariene avsluttet etter relativt kort tid (gjerner 30 minutter), mens særlig brønnutblåsninger vil kunne ha betydelig lengre varighet og med variabel utblåsningsrate. Man kan dermed ikke entydig konkludere med at for konservative antagelser er lagt til grunn i alle scenariene.

Det legges til grunn at store branner som påfører boretårn og cantilever store varmelaster vil kunne relativt hurtig føre til tap av disse strukturene med påfølgende store ulykkeslaster på den faste innretningen. Boretårnet er en mindre massiv struktur enn cantilever og ved scenarier som eksponerer dette for varmelaster vil det relativt hurtig kunne miste bæreevne.

I de tilfellene der det er simulert eksponering av legger på den oppjekkbare boreinnretningen viser simuleringene stort sett at kun de mest konservative scenariene (konstant høy masserate, uniform varmelast) fører til svikt av legger. Det bemerkes at ikke alle analysene har vurdert dette scenariet.

Det framkommer ikke i vedlagte dokumentasjon om man har valgt oppjekkbare borerigg ut fra en kravspesifikasjon fra prosjektet og at produksjonsplattformens design er spesielt tilpasset valgt borerigg. For enkelte produksjonslenser virker det som om riggvalg har kommet relativt sent inn i prosjektet/prosessen og at det enkelte ganger er foretatt bytte av borerigg underveis. Dette tyder på at man ikke nødvendigvis har tatt hensyn til alle sider av interaksjonen mellom produksjonsplattform og oppjekkbare rigg i design.

Slik man leser dokumentasjonen som er overlevert kan det hevdes at de oppjekkbare boreriggene er bygget og utrustet som selvstendige enheter for leteboring, og eventuelle spesielle forhold som måtte være ønsket ut fra en interaksjon med en fast innretning ikke er tatt hensyn til i design av den oppjekkbare boreriggen. Et eksempel kan være boretårnets designmessige fallretning ved strukturell svekkelse ved brann. Denne fallretningen er oppgitt, dersom den i det hele tatt er oppgitt, å være bort fra boreriggens boligkvarter. Ved å arbeide over en fast innretning blir dette fort en ugunstig fallretning sett fra produksjonsinnretningens ståsted. Man finner ikke i vedlagt dokumentasjon at et slikt design er forandret på den tiltenkte borerigg eller at plattformens design har tatt høyde for fall av boretårn over eget boligkvarter eller prosessanlegg.

7.5 Hva er konsekvenser og tåleevnen til den faste innretningen ved slike ulykesscenario?

Dette spørsmålet er behandlet med varierende grad av detaljering i de gjennomgåtte rapportene. Hovedtrekkene er at kollaps av boretårn og/eller cantilever over den faste innretningen vil være en katastrofal hendelse. Konsekvensene angis å være tap av hovedsikkerhetsfunksjoner:

- Tap av global strukturell bæreevne og derved fullstendig tap av innretningen.
- Tap av boligkvarter med sikre områder, kontrollrom og evakuering (livbåter).
- Eskalering av hendelsen gjennom ødeleggelse av brannvegger og/eller boligkvarter.

I hovedsak ansees altså en slik hendelse som katastrofal for den faste innretningen. Unntakene som er funnet er:

- En rapport konkluderer med at aktuelle brannscenarier vil føre til kollaps av boretårn, men drøfter ikke videre de påfølgende konsekvensene for den faste innretningen.
- En rapport konkluderer med at brannpåkjenningen på cantilever fører til at den mister bæreevne og bøyer seg til den hviler mot den faste innretningen. Det konkluderes med at den faste innretningen vil tåle denne ekstra vekten.

Til det siste kulepunktet bemerkes det at dette synes å være et realistisk og rimelig scenarie i de tilfellene der høydeforskjell mellom cantilever og øverste dekk på den faste innretningen er liten. Imidlertid vurderes det at scenariet burde ha vært utviklet noe videre også fra denne tilstanden. Blant annet for å belyse hva som skjer med boretårn som nå er bøyd ned mot fast innretning og brannen der, samt forbindelsen mellom borerigg/BOP og brønnhode, jfr 5.4.

7.6 Hvilke aktuelle krav/standarder for brannlaster benyttes og er disse tilstrekkelige?

Det er ikke funnet dokumentasjon som gir noen pekepinn om hvilke standarder for brannlaster som er benyttet. Generelt gir både standarden NORSOK S-001 Teknisk Sikkerhet, og den grovt sett korresponderende standarden DNV-OS-A101, Safety Principles and Arrangements generiske ulykkeslaster for brann, for de tilfellene der man ikke har analytisk bestemte ulykkeslaster å bruke med tanke på å etablere designlaster. Dette er gjerne tilfelle i tidlig fase av designprosessen.

Nokså konsekvent vil man på norsk sokkel utvikle ulykkeslaster for faste innretninger gjennom brannsimuleringer med CFD-verktøy. Inntrykket er at det er mer variasjon når det gjelder boreinnretninger i hvilken grad man anvender slike verktøy for å etablere designlaster.

Ingen av de aktuelle boreriggene er designet spesielt med tanke på de aktuelle feltene der de skal benyttes. Dermed har heller ikke brannscenarier på den aktuelle faste innretningen hatt noen innvirkning på etableringen av designlaster.

Alle boreriggene som inngikk i denne studien hadde DNV-klasse. I den grad det ikke var brukt analyser for å etablere designlaster, er det rimelig å anta at designlaster med tanke på brann var etablert i henhold til DNV-OS-A101.

Et relevant spørsmål da er om lastene i denne standarden er tilstrekkelige, i betydningen konservative nok, brukt som deterministisk designlast.

DNV-OS-A101 avviker noe fra NORSOK S-001 ved at S-001 skiller mellom lekkasjerater over og under 2 kg/s og legger til grunn en høyere varmelast for utslippsrater over. Ellers er varmelastene korresponderende.

Erfaring fra gjennomførte analyser viser at punktlaster kan bli høyere enn det som er angitt i disse standardene, mens gjennomsnittslast ofte er lavere.

I de gjennomgåtte analysene der jevnt fordelte varmelaster på nivå med de oppgitt i standarden ble benyttet så man at disse lastene førte til brudd etter relativt kort tid. Imidlertid er dette antageligvis en svært konservativ fremgangsmåte. Brukt slik vil disse lastene vise for kort tid til kollaps.

Imidlertid kan det tenkes branner med spesielt uheldige eksponeringspunkt, noe som kan gi hurtigere kollaps enn det en uniformt fordelt varmelast skulle tilsi.

Om etablering av designlaster for brann i henhold til disse standardene er tilstrekkelig kan besvares med at i hovedsak er de det. Imidlertid vil gjennomføring av moderne brannsimuleringer med CFD-verktøy kunne gi innsikt som øker robustheten i designet og som dermed forsvaret den økede ressursbruken som slike analyser medfører.

7.7 I hvilken grad varierer beslutningskriterier for risikoaksept og/eller tiltak mellom reder og operatør?

I det oversendt materialet foreligger det tilnærmet ingen informasjon utover at akseptkriterier for personellrisiko og sannsynlighet for tap av hovedsikkerhetsfunksjoner. Som diskutert i 7.3.5 er det god overensstemmelse mellom reder og operatør når det gjelder akseptkriterier for tap av hovedsikkerhetsfunksjon, men noe avvik når det gjelder personellrisiko.

Det er liten eller ingen diskusjon av ALARP-tiltak i den oversendte dokumentasjonen og dermed heller ikke mulighet for å trekke sikre konklusjoner omkring hvorvidt beslutningskriterier varierer mellom reder og operatør. Det går ikke frem av av oversendt materiale hvorvidt personell fra reder har deltatt i, gitt innspill til eller på annen måte vært involvert i etableringen av scenarier og gjennomføring av analyser. Det er heller ingen informasjon om hvorvidt reder har vært gjort kjent med og akseptert resultatene fra analysen.

7.7.1 Tap av hovedsikkerhetsfunksjoner

Det er stor grad av overensstemmelse når det gjelder hvordan riggeier og operatør har definert hovedsikkerhetsfunksjoner. I noen grad er det brukt forskjellige betegnelser, men det er liten eller ingen funksjonell forskjell mellom hvordan hovedsikkerhetsfunksjoner er definert. Dermed ligger det til rette for å kunne sammenligne hvordan akseptkriterier er utformet for tap av hovedsikkerhetsfunksjoner.

Definisjonen av hovedsikkerhetsfunksjoner er også i tråd med føringer i regelverket.

I praksis har både riggeier og operatør forholdt seg til regelverkets minstekrav, som sier at ingen ulykkeslast med en frekvens lik eller høyere enn $1 \cdot 10^{-04}$ skal føre til tap av en (eller flere) hovedsikkerhetsfunksjoner. Så vidt man kan se har ingen fraveket dette kravet i noen retning.

Ulykkeslaster, særlig brannlaster, oppgis både som styrke og varighet. Regelverkets forutsetning er at en dimensjonerende ulykkeslast ikke skal føre til tap av relevante hovedsikkerhetsfunksjoner i den tid forsvarlig rømning (og eventuell søke/redningsinnsats) er gjennomført, og/eller til forsvarlig evakuering av innretningen er gjennomført.

Til en viss grad er det forskjeller mellom den anvendte boreriggen og den faste innretningen når det gjelder disse tidskravene. Det synes ikke i den foreliggende dokumentasjonen å ha vært gjort noen vurderinger av hvordan disse forskjellene skal håndteres med tanke på scenarier og dimensjonering av ytelse og beredskap.

7.7.2 Akseptkriterier for personellsikkerhet

Fokus i gjennomgangen har vært på brannlaster ved bruk av oppjekkbar innretning over en fast vertsinnretning. Dermed har identifisert personellrisiko i liten grad blitt vurdert og diskutert i arbeidet med denne rapporten. Det bemerkes allikevel at operatør og riggeier til dels har både forskjellig risikomål og forskjellig nivå på akseptkriteriet for risikomålet.

Dersom man ikke harmoniserer og avstemmer disse, blir det vanskelig å identifisere og kommunisere hva det totale risikobildet for personell er i denne situasjonen der oppjekkbar borerigg og fast innretning opererer som en innretning.

7.8 Hvilke tiltak blir foreslått og gjennomført?

I rapportene foreslås en rekke tiltak:

- Øke brannbeskyttelse av cantilever og eller boretårn.
- Endre sammenbruddsrekkefølge for boretårnet slik at det ikke faller på innretningen dersom det eksponeres for brannlast.
- Bedre beskyttelse av rømningsveier fra boredekk/brønnhodeområde.

Listen er ikke uttømmende, men med noe variasjon er dette i hovedtrekk tiltakene som er anbefalt i rapportene.

Hvorvidt disse tiltakene faktisk gjennomføres foreligger det ingen informasjon om. Erfaringsmessig er heller ikke risiko- og brannresponsanalyser typiske rapporter der dette ville ha blitt dokumentert. Det er så vidt man kan se ikke utført nye/oppdaterte analyser på bakgrunn av tiltak. Dette gjelder også faste innretninger som er ferdigstilt. I seg selv er ikke dette tilstrekkelig til å konkludere med at tiltak ikke er blitt gjennomført.

For noen av rapportene er dette ALARP-tiltak, det vil si tiltak for å ytterligere redusere en risiko som er under akseptkriterier. I andre tilfeller er foreslåtte tiltak (eller andre tiltak) ansett som nødvendige for å møte ett eller flere akseptkriterier. Det foreligger ingen informasjon om hvorvidt akkurat denne problemstillingen er diskutert videre i andre dokumenter.

Det er ingen informasjon i gjennomgått dokumentasjon som tilsier at de aktuelle boreriggene er designet spesielt med tanke på den aktuelle bruken opp mot den faste innretningen. Det er rimelig at det forelå en spesifikasjon for boreriggen før kontrakt ble inngått, men det er ikke kjent om krav til tåleevne for aktuelle brannscenarier var en del av denne spesifikasjonen. Det er imidlertid ingenting i de gjennomgåtte rapportene som tyder på det.

Dersom kontraktene som er inngått med de aktuelle boreriggene er standardkontrakter for innleie av borerigger er det normalt begrenset handlingsrom for å iverksette oppgraderinger for spesielle behov.

Man står da igjen med en mulig utfordring:

- Foreslåtte tiltak er, i det minste i et ALARP-perspektiv, nødvendige.
 - Imidlertid vil riggen, når tiltakene er gjennomført, kanskje være den eneste som tilfredsstiller det som kan være nødvendige designkrav for å kunne operere over den aktuelle faste innretningen. Gitt at det blir nødvendig med tyngre brønnoverhaling eller tilleggsboring senere i feltets levetid er man avhengig av å kunne disponere den samme boreriggen, eller i det minste en med tilsvarende oppgraderinger. Og boreriggen må for sin del vedlikeholde (for eksempel påført brannbeskyttelse), dersom den skal kunne være aktuell for senere bruk på feltet.
- Hverken for riggeier eller operatør fremstår dette som en særlig ønskelig situasjon.

7.9 Andre forhold

I tabellen under er det kort referert en del observasjoner, som til dels er sammenfallende med tema som er diskutert ovenfor og til dels er andre observasjoner som kanskje var litt på siden av fokus for denne rapporten. Særlig for disse observasjonene er det viktig å huske at man har ikke hatt tilgang til hele analysene og heller ikke annen teknisk dokumentasjon fra prosjektene, som kanskje kunne ha oppklart observasjonene.

	Funn	Kommentar
T1	Utforming av vær-/lukedekk, samt brannklassifisering.	Ved brann i brønnhodeområde vil vær-/lukedekket evne til å motstå brann redusere varmepåvirkningen av cantilever og boreanlegg. Utformingen av dette er en vital størrelse. En bieffekt av tett dekk vil være større varmepåvirkning av boreinnretningens legger gjennom eksplosjonsgangene. Dette er kun i enkelte analyser vurdert.
T2	Brønnforbindelse mellom brønnhode og BOP.	Stigerørets evne til å motstå lekkasjer og ytre varmepåvirkning har innflytelse på utviklingen av et brannscenario. Forholdet er ikke omhandlet i dokumentasjonen.
T3	Knekkretning på boretårn.	Boretårnets fallretning når strukturen er utsatt for varmelaster, og som reduserer bæreevnen, har stor innvirkning på utfall av en slik hendelse. I dag er de fleste boretårn designet for å hindre skade på boreriggen. Det kan også være ytterligere forverrende forhold som last fra borestreng og stigerør/BOP. Forholdet er av enkelte notert, men på grunn av lav frekvens er videre tiltak for å hindre dette utfallet ikke tatt med.
T4	Cantilevers påvirkning på produksjonsinnretningen under bøying på grunn av strukturell svekkelse som følge av brannbelastning.	Vekten av en knelende cantilever kan påvirke produksjonsplattformens integritet da vekten av cantilever delvis overføres til produksjonsinnretningen. Bøying kan også foregå ved vridning som gjør at man ikke har kontroll med boretårnet og annet tungt utstyr på og under boredekket. Noen har vurdert nedbøying av cantilever, andre ikke. Vridning er ikke vurdert.
T5	Den oppjekkbare boreinnretningens påvirkning på produksjonsinnretningen ved strukturell svekkelse i boreinnretningens legger som følge av brannbelastning.	Som følge av den oppjekkbare boreinnretningens design vil leggene nærmest produksjonsinnretningen få høyest varmelast og strukturelt svikte. Om dette inntreffer vil den oppjekkbare boreinnretningen alltid falle/sige mot produksjonsinnretningen som blir utsatt for horisontalkrefter som i mange tilfeller er større en design skal tåle. Lite vurdert og

	Funn	Kommentar
		som oftest ikke tatt videre på grunn av lav sannsynlighet på inngangshendelsen.
T6	Plassering av brønnhodeområde midt på produksjonsplattformen eller ut på en side av plattformdekket (plattformdesign).	Plassering av brønnhodene, og derigjennom den oppjekkbare boreinnretningen plassering ved produksjonsinnretningen, har utvilsomt påvirkning av utfall av et brannscenario. En vet ikke om dette er vurdert i tidlige faser av prosjektene, men begge design er valgt for de ulike prosjektene.
T7	Valg av interaksjon i F&G-systemer og nedstegningsfilosofi.	Normalt ønsker boring å være operative lengre etter at prosessanlegget er isolert og nedstengt. Dette for å sikre brønnen på en god måte. Nedstegningen er derfor vanligvis ikke automatisert på samme måte som for et prosessanlegg. Det er ikke funnet informasjon om felles nedstengningsfilosofi – noe som for så vidt ikke var forventet i dette utvalget av dokumentasjon.
T8	Bro-/trappeforbindelse mellom de to innretningene. Bruk som rømningsvei.	Om denne tilkomsten er definert som rømningsvei er det lite informasjon å finne om integriteten til denne rømningsveien under brannscenario. Mange brannscenarier utvikler seg raskt, og bro/trappeforbindelses evne til å fungere som realistisk rømningsvei er lite vurdert utover at analysene viser til hurtig tap av rømningsvei fra boredekk.
T9	Forhold rundt bruk av boreinnretningens dekkskraner over produksjonsinnretningen.	Enkelte plasseringer av den oppjekkbare boreinnretningen låser virkeområde til produksjonsinnretningens dekkskraner såpass at man i en viss utstrekning benytter den oppjekkbare boreinnretningens dekkskraner over produksjonsinnretningens dekk. Kranen kan også være midlertidig parkert over dekket til produksjonsinnretningen. Reelle hendelser viser at kranbommene også knekker og faller ned på produksjonsinnretningen ved katastrofebranner. Forholdet er ikke vurdert. I den oversendte informasjonen er det ikke tatt med opplysninger om «dropped objects» fra boreriggen, det være seg fallende laster fra løfteoperasjoner eller som

	Funn	Kommentar
		følge av kranbomfall. Dette kan meget vel ha vært tatt med i vedlegg som ikke er oversendt.
T10	Geometriforhold på grunn av to innretninger som er plassert nær hverandre og delvis over hverandre.	Det forventes ikke å finne spesielle vurderinger av slike forhold i den foreliggende dokumentasjonen. Men det bemerkes at forhold som endringer i turbulensforhold for helikopterdekk, spredning av eksos fra boreriggens kraftproduksjon og motsatt bør vurderes.
T11	Valg av oppjekkbar borerigg, riggens egnethet for aktuell plattform og operasjon.	Den oppjekkbare boreinnretningens egnethet eller tilpassing til sitt spesielle gjøremål vurderes ikke med henblikk på brannscenario. Det er uklart når valgt boreinnretning kom inn i design og det virker ikke som man har forandret noe på boreinnretningens utførelse for å tilpasse seg denne type produksjonsboring (brannbeskyttelse aktiv/passiv)".
T12	Valgt høyde av cantilever over værdekk.	Cantilevers høyde over værdekk kan ha noe å si for varmelast for enkelte brannscenarier og bør vurderes. Høy jekking kan imidlertid gi større relative bevegelser på den oppjekkbare boreriggen i forhold til produksjons-innretningen, noe som kan være ugunstig på forbindelsene mellom de to innretningene. Det finnes antakelig forhold som argumenterer både for og imot høy jekking, dette er ikke vurdert.
T13	Bruk av diverter system på oppjekkbar boreinnretningen og «blowdown»/kaldvent på produksjonsinnretningen.	Forhold rundt utslipp av uantent gass på respektive innretninger er ikke vurdert eller kommet med som scenario.
T14	Lærdom fra faktiske hendelser.	Scenario er ikke valgt med henvisning til lærdom fra aktuelle hendelser mellom produksjonsinnretning og oppjekkbar boreinnretning.
T15	Operatørens styrende dokumentasjon for vurdering av brannhendelser i et utbyggingsprosjekt.	Det mangler konsistens i hvordan brannhendelser vurderes i utbyggingsprosjektene, også mellom forskjellige prosjekter hos samme operatør. Det kan tyde på at det ikke er en felles

	Funn	Kommentar
		forståelse i industrien med tanke på hvordan dette håndteres og at det er lite styrende dokumentasjon som beskriver hvordan dette skal håndteres.

7.10 Oppsummering/sammenliging

I tabellene nedenfor er det gjengitt en del karakteristikk ved de analysene som er gjennomgått. Disse er sett i sammenheng med de referansescenariene som ble definert i 4.4.2.

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 1: Antent utblåsning på boredekk, eksponering av boretårn								
Scenarie vurdert	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Tid til tap av hovedsikkerhets-funksjon	3 - 5 minutter, kollaps av boretårn fører til tap av boligkvarter/si kkt område	Boretårn kollapser, antatt å føre til kollaps av vertsinnretning ved ugunstig fallretning. Tid ikke oppgitt.	Boretårn kollapser, antatt å føre til kollaps av vertsinnretning ved ugunstig fallretning. Tid ikke oppgitt.	10 – 15 minutter, Kollaps av boretårn gir tap av vertsinnretning	>10 minutter, kollaps av boretårn gir i 10% av tilfellene tap av boligkvarter	<5 minutter	Kollaps av boretårn etter «få minutter». Ikke oppgitt om det får konsekvenser for vertsinnretning	Kollaps av boretårn etter 3-5 minutter, vil kunne føre til tap av bærende struktur (Avvik mellom hovedrapport og underliggende rapporter når det gjelder tid)
Varmelast	100 – 200 kW/m ²	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert	150 – 350 kW/m ²	Ikke spesifisert	300 – 350 kW/m ²	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert
Utblåsnings-/lekkasjerate	50 kg/s	3,5 – 20 kg/s	13,8 kg/s 28,5 kg/s	Opp til 213 kg/s er brukt, men noe	20 kg/s 50 kg/s	45 kg/s	90 kg/s 135 kg/s	24 kg/s 48 kg/s

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 1: Antent utblåsning på boredekk, eksponering av boretårn								
				varierende rater i ulike deler av analysen	100 kg/s			
Brukt som dimensjonerende hendelse	Nei	Nei	Nei	Nei (Korrekt antagelse om boretårn fallretning ville muligens kunne gitt frekvens >1E-04)	Nei	Nei	Ikke oppgitt	Nei

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 2: Antent utblåsning i/ved brønnhodeområde, eksponering av cantilever								
Scenario vurdert	Ja	Nei, ikke spesifikt. Antente lekkasjer i brønnhodeområde analysert, men ikke beskrevet	Nei, ikke spesifikt. Antente lekkasjer i brønnhodeområde analysert, men ikke beskrevet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 2, Antent utblåsning i/ved brønnhodeområde, eksponering av cantilever								
		eksponering av cantilever	beskreveteksponering av cantilever					
Tid til tap av hovedsikkerhetsfunksjon	3 minutter, kollaps av cantilever fører til kollaps av bærende struktur	Ikke vurdert	Ikke vurdert	10 – 15 minutter, kollaps av cantilever fører til tap av bærende struktur	30 minutter (50 kg/s), kollaps av cantilever fører til tap av bærende struktur	<5 minutter (worst case) Kollaps av cantilever fører til tap av bærende struktur	Kollaps av cantilever etter 7 – 10 minutter med «worst case» (konstant 50 kg/s) eksponering. Ikke oppgitt noen konsekvenser av dette	Kollaps av cantilever etter 10 – 15 minutter (worst case), antas å føre til kollaps av bærende struktur på vertsinnretning (Avvik mellom hovedrapport og underliggende rapporter når det gjelder tid til kollaps)
Varmelast	>200 kW/m ² for 50 kg/s, ikke spesifisert for 20 kg/s	Ikke vurdert	Ikke vurdert	150 – 350 kW/m ²	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 2, Antent utblåsning i/ved brønnhodeområde, eksponering av cantilever								
Utblåsnings-/lekkasjerate	20 kg/s 50 kg/s	3,5 – 20 kg/s (felles for alle utblåsningsscenarier)	13,8 kg/s 28,5 kg/s	Opp til 213 kg/s er brukt, men noe varierende rater i ulike deler av analysen	20 kg/s 50 kg/s	20 kg/s 24 kg/s 45 kg/s	10 kg/s 25 kg/s 50 kg/s	48 kg/s
Brukt som dimensjonerende hendelse	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Ikke oppgitt	Nei

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 3, antent prosess, stigerørlekkasje som eksponerer JU legger								
Scenario vurdert	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja
Tid til tap av hovedsikkerhetsfunksjon	Ikke vurdert å føre til kollaps og tap av hovedsikkerhetsfunksjon. USFOS	Tap av integritet i JU ben og kollaps av rigg etter 15 minutter, fører	Tap av integritet i JU ben og kollaps av rigg etter 15 minutter, fører	Nei, høy varmelast (250 -350 kW/m ² kan gi svikt i legger etter 10 -15 minutter,	Tap av integritet i JU ben og kollaps av rigg etter 30 minutter, fører	Ikke vurdert å gi kritisk temperatur i JU ben	Ikke vurdert	Gir ikke tap av integritet i JU ben

Tema	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4	Felt 5	Felt 6	Felt 7	Felt 8
Referansescenarie 3, antent prosess, stigerørsløkkeasje som eksponerer JU legger								
	analyse anbefalt.	til tap av vertsinnretning	til tap av vertsinnretning	men det er ikke funnet scenarier som gir slik eksponering	til tap av vertsinnretning	(Et scenarie gir temperatur >500 grader, men ikke angitt å ha konsekvenser)		
Varmelast	>200 kW/m ²	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert	150 – 350 kW/m ²	Ikke spesifisert	Ikke spesifisert	Ikke vurdert	Ikke spesifisert
Utblåsnings-/lekkasjerate	20 kg/s	3,5 – 20 kg/s (felles for alle utblåsningscenarier)	13,8 kg/s 28,5 kg/s	Opp til 213 kg/s er brukt, men noe varierende rater i ulike deler av analysen.	5 – 50 kg/s	20 kg/s 24 kg/s 45 kg/s	Ikke vurdert	12 kg/s 24 kg/s
Brukt som dimensjonerende hendelse	Nei	Nei	Nei	Nei (Ingen identifiserte scenarier)	Nei	Nei	Ikke vurdert	Nei

8 Konklusjon

Det overordnede spørsmålet fra Petroleumstilsynet som danner utgangspunkt for konklusjonen er:

Er analysene tilstrekkelig relevante/valide?

Alle prosjektene har fått utført til dels svært detaljerte analyser med anerkjente verktøy og metodikk.

Til tross for dette er det stor grad av variasjon i både utvelgelse av scenarier og hvordan disse er behandlet. Forskjellen synes å være større enn det egenarten ved den enkelte feltutbygging kanskje skulle tilsi.

Scenarier og analyserte hendelser er såpass forskjellige at man neppe kan anse at bransjen har en felles forståelse og tilnærming til problemstillingen. Derfor blir også analysene divergerende.

Bakgrunnen for utviklingen av scenariene fremgår i liten grad av den oversendte dokumentasjonen. Som diskutert i 7.3.1 er scenariene, særlig de som omhandler utblåsninger på boredekk og i brønnhode, mangelfullt beskrevet. Dette gjelder særlig fremstillingen av hvordan denne type boreoperasjoner gjennomføres i praksis.

Man kan stille spørsmål ved om personell med rett/tilstrekkelig kompetanse har vært involvert i utviklingen av scenariene og identifisering av relevante fare og ulykkesituasjoner. NORSOK Z-013, 5.3, littera d stiller krav om at det før en HAZID skal etableres kriterier for hvilke disipliner som skal delta i en HAZID for å sikre at alle relevante fare og ulykkesituasjoner blir identifisert.

Regelverkets formål og intensjon hva angår risikoanalyser synes dermed ikke oppfylt på dette punktet.

En del andre observasjoner ved de gjennomgåtte analysene er drøftet nedenfor.

Vurdering av behov for ytterligere risikoreduksjon (ALARP) i henhold til § 11 i Rammeforskriften er ikke gjennomført. Det kan bemerkes at det er flere forhold som tilsier at en utvidet vurdering av ytterligere risikoreducerende tiltak ville vært å forvente uten at dette synes å ha påvirket vurderingene i noen av de aktuelle prosjekter.

Erfaringer fra reelle hendelser i de senere år, som for eksempel Montarahendelsen, synes heller ikke nevneverdig diskutert i etableringen av scenariene.

Flere av de analysene som er gjennomgått viser frekvenser for brannscenarier med tap av hovedsikkerhetsfunksjoner, som ligger tett oppunder akseptkriteriet på $1 \cdot 10^{-4}$. Allikevel er ikke disse scenariene vurdert som dimensjonerende. Denne tilnærmingen ansees som lite robust. Selv om det er en betydelig grad av konservatisme innebygget i analysene og datamateriale som brukes, motvirkes dette ved at det også er betydelig usikkerhet om initierende hendelser og eskalering, som erfaringer fra reelle hendelser viser, se også 6.6.

Brannscenariefrekvenser som ligger tett opp mot akseptkriteriet sammenholdt med at erfaring viser både lang varighet av utblåsningen og antennelse svært lenge etter at hendelsen startet, tyder på at reell frekvens for disse hendelsene overstiger akseptkriteriet $1 \cdot 10^{-4}$ dersom man ser hele hendelsen under ett.

I forbindelse med mulige langvarige utblåsninger er det derfor behov for å fokusere på beskyttelse ut over perioden for å beskytte personell, dersom en tar i betraktning behovet for å beskytte mot omfattende materielle skader. Dette er en vurdering som går ut over den betraktningen som ligger i beskyttelse av hovedsikkerhetsfunksjoner i en initiell periode for å trygge personell. Det ville være å vente at slike behov var inkludert i vurderinger knyttet til behov for ytterligere risikoreduksjon i henhold til § 11 i Rammeforskriften, som også inkluderer krav om beskyttelse av materielle verdier. Ingen slik vurderinger er identifisert i tilgjengelig dokumentasjon.

Et annet aspekt som ikke synes behandlet i de foreliggende analyser er miljørisiko. Også store oljeutslipp faller inn under storulykkebegrepet. Selv om disse behandles i egne miljørisikoanalyser, vil ofte de dimensjonerende hendelsene være avledet fra QRA. Hendelser med tap av boretårn/cantilever har betydelig potensiale for å kunne føre til totalt tap av ertsinnretningen. I sin tur har dette et potensiale til å føre til tap av integritet i øvrige brønner på feltet med påfølgende større oljeutslipp. Dersom disse hendelsene ikke tas med som dimensjonerende på grunn av for lav frekvens, som sannsynligvis er feilaktig, vil man kunne undervurdere miljørisiko og beredskapsbehov.

Enhver risikoanalyse må sees i sammenheng med den kontekst og det formål den er laget for. Å svare generelt på spørsmålet om analysene er tilstrekkelige og valide er dermed utfordrende, uten å gjøre en drøfting av sterke og svake sider for hver enkelt analyse opp mot det enkelte prosjekt/design. Dette ligger utenfor formålet med denne rapporten.

Imidlertid er det grunnlag for å si at samlet sett så kan analysene vanskelig sies å tilfredsstille en minimumstolkning av §17 i Styringsforskriften, jf. §10 i Innretningsforskriften. Usikkerhet og følsomhetsstudier er ikke inkludert, og robusthet i dimensjoneringsgrunnlaget er ikke vurdert. Videre er robusthet og ALARP i liten grad behandlet. Konklusjonen støttes også av andre svakheter som er diskutert ovenfor.

Den store spredningen i scenarier, analyser og generell tilnærming og forståelse av risikobildet peker i retning av at det er behov for både kunnskapsdeling i industrien og samarbeide på tvers av selskaper for å tette kunnskapshull i tilnærmingen til denne problemstillingen.

9 Referanser

- Ref/1/. Mottatt QRA, brannsimuleringer og andre analyser og vurderinger fra 8 utbyggningsfelt på norsk sokkel
- Ref/2/. NORSOK S-001, rev 4, Februar 2008
- Ref/3/. NORSOK Z-013, rev 3, Oktober 2010
- Ref/4/. ISO 17776 Retningslinjer for verktøy og metoder for fareidentifikasjon og metoder for fareidentifikasjon og risikovurdering
- Ref/5/. DNV-OS-A101, Safety Principles and Arrangements, Juli 2014