

Studie i regi av Petroleumstilsynet sin rapport Risikonivå norsk
petroleumsvirksomhet (RNNP) 2011

http://www.ptil.no/getfile.php/PDF/RNNP%202011/RNNP2011_Hovedrapport.pdf#nameddest=kapittel00

Årsaksforhold og tiltak knyttet til brønnkontrollhendelser i norsk petroleumsvirksomhet

Studien utgjør kapittel 10 i hovedrapporten for RNNP 2011, publisert
www.ptil.no 25.4.2012

Studien er gjennomført for Petroleumstilsynet av SINTEF
Petroleumsforskning og SINTEF Teknologi og samfunn ved Inge I.
Carlsen, Stein Hauge, Ranveig Tinnmannsvik og Eivind Okstad

INNHold

10	Årsaksforhold og tiltak knyttet til brønnkontrollhendelser i norsk petroleumsvirksomhet	3
10.1	Innledning	3
10.1.1	Bakgrunn for studien	3
10.1.2	Utfordringer knyttet til bore- og brønnoperasjoner	4
10.1.3	Formål og problemstillinger	5
10.1.4	Tilnærmingsmåte	5
10.2	Resultater fra gjennomgang av gransknings- og hendelsesrapporter	10
10.2.1	Utløsende årsaker	10
10.2.2	Bakenforliggende årsaker	12
10.2.3	Tiltak registrert i granskingsrapporter	14
10.2.4	Nivåer tiltakene i granskningene er rettet inn mot	16
10.2.5	I hvilken grad er det samsvar mellom identifiserte årsaker og tiltak?	18
10.3	Resultater fra gjennomgang av skriftlig dokumentasjon fra næringen	19
10.4	Resultater fra intervjuer	20
10.4.1	Årsaker til brønnkontrollhendelser	21
10.4.2	Bruk av risikoanalyser i planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner	26
10.4.3	Barrierer og barrierestyring	27
10.4.4	Tiltak for å redusere antall brønnkontrollhendelser	28
10.5	Diskusjon av resultater fra intervjuer og gjennomgang av granskningsrapporter	30
10.5.1	Noen hovedinntrykk fra intervjuene	30
10.5.2	Forhold hvor granskninger og intervjuer delvis understøtter hverandre	31
10.5.3	Forskjeller i årsaksforklaringer	31
10.6	Utfordring 1: Skape rammebetingelser for god samhandling i operatør-leverandørhierarkiet	32
10.6.1	Aktuelle fokusområder for forbedring av rammebetingelser	33
10.6.2	Hvordan skape rammebetingelser for god samhandling?	35
10.7	Utfordring 2: Sterkere satsing på tekniske tiltak for å bedre sikkerheten	36
10.7.1	Om kompleksitet og spillet menneske/teknologi	36
10.7.2	Behov for større fokus på teknologi og tekniske tiltak	38
10.8	Utfordring 3: Økt satsing på barrierestyring og bedre tilpassede risikoanalyser	39
10.8.1	Kort om selve risikoanalyseprosessen	39
10.8.2	"Mangelfulle risikoanalyser" – etterpåklokskap, bortforklaring eller reelt problem?	40
10.8.3	Risikovurderinger knyttet til endringer	41
10.8.4	Utfordringer knyttet til dagens risikoanalyser	42
10.8.5	Krav til barrierestyring – hvordan er forholdet mellom liv og lære?	43
10.8.6	Oppsummering av utfordringer knyttet til barrierer og barrierestyring	44
10.9	Utfordring 4: Mer fokus på storulykkesrisiko – mer granskning av hendelser	45
10.9.1	Ulike årsaksforklaringer i hendelsesrapporter og granskningsrapporter	45
10.9.2	Behov for å granske flere brønnkontrollhendelser	45
10.10	Oppsummering: Fire hovedutfordringer for å ivareta brønnkontroll i petroleumsvirksomheten	46
	Referanser	48

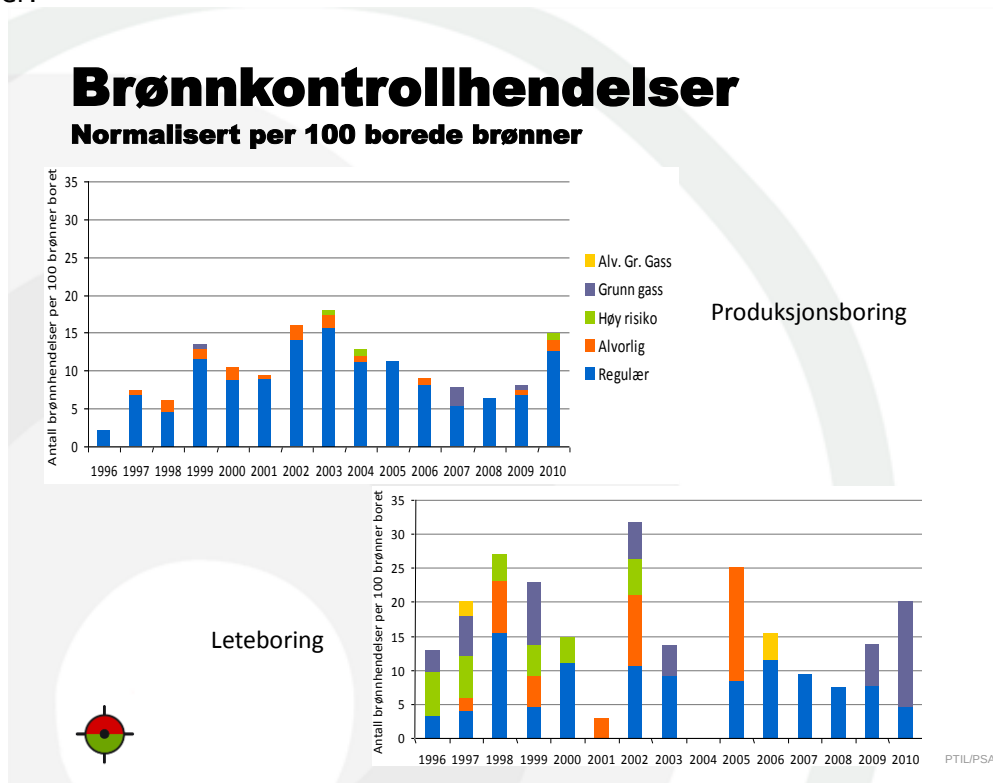
10 Årsaksforhold og tiltak knyttet til brønnskrollhendelser i norsk petroleumsvirksomhet

10.1 Innledning

Dette kapitlet presenterer resultater fra en studie av årsaksforhold og tiltak knyttet til brønnskrollhendelser på norsk sokkel. Studien baserer seg på en gjennomgang av granskningsrapporter og hendelsesrapporter, andre rapporter og dokumenter tilsendt fra næringen, samt intervjuer med utvalgt personell i næringen. Vi¹ vil her presentere resultater knyttet til (1) sentrale årsaker til brønnskrollhendelser på norsk sokkel, (2) hvilke tiltak som er foreslått/implementert, (3) om det er godt samsvar mellom identifiserte årsaker og tiltak og (4) hvordan petroleumsnæringen kan arbeide videre for å redusere antall brønnskrollhendelser.

10.1.1 Bakgrunn for studien

Den negative utviklingen i perioden 2008-2010 knyttet til rapporterte brønnskrollhendelser på norsk sokkel², og erfaringer etter Deepwater Horizon-ulykken i Mexicogulven i 2010 har gitt petroleumsvirksomheten en påminnelse om risikopotensialet i brønnskrollhendelser. I RNNP er en "brønnskrollhendelse" definert som følger: *Med brønnskrollhendelse menes innstrømning av formasjonsfluid i brønnen, hvor en får trykkoppbygging ved stengt BOP, etter positiv strømmingssjekk. Drepemetode er bestemt og iverksatt.* Merk at definisjonen avgrenser seg til hendelser som skjer i brønnens konstruksjons- eller kompletteringsfase, og omfatter ikke hendelser i driftsfasen. Figur 1 viser utvikling i antall brønnskrollhendelser 1996 – 2010, normalisert per 100 borede brønner.



Figur 1 Utvikling i antall brønnskrollhendelser 1996 – 2010, normalisert per 100 borede brønner (Kilde: Petroleumstilsynet²)

¹ I dette kapitlet refererer pronomenet "vi" til forskerne fra SINTEF som utførte denne studien.

² <http://www.ptil.no/risikonivaa-rnnp/category20.html>

Som en ser av figuren er det en økning i antall brønnkontrollhendelser både i produksjonsboring og leteboring for perioden 2008-2010.

10.1.2 Utfordringer knyttet til bore- og brønnoperasjoner

Bore- og brønnoperasjoner er kjennetegnet ved stor grad av kompleksitet og står for den største andelen av kostnadene på norsk sokkel. En lang rekke involverte aktører skal samhandle og den teknologiske utviklingen drives raskt framover av dypere brønner og mer komplekse reservoarer. Et stort aktivitetsnivå med hyppige omorganiseringer og andre endringer i samspill mellom aktørene, gir utfordringer i forhold til kompetanse knyttet til blant annet brønnkontroll. Operative beslutninger som er kritiske i forhold til sikkerhet må ofte tas under krevende forhold og stor usikkerhet. Sentrale beslutningstakere vil også kunne stå overfor målkonflikter hvor krav til effektivitet og kostnadsreduksjoner vil kunne påvirke sikkerheten. Kostnadene knyttet til nedetid (stans i operasjonene) er høye. Boreleder og boresjef kan oppleve høyt arbeidspress (Forseth m.fl., 2011). Integrerte operasjoner med eksperter i distribuerte team stiller store krav til informasjonsflyt for god beslutningsstøtte. Samspillet mellom menneske, teknologi og organisasjon vil dermed være sentralt for å ivareta sikkerheten ved bore- og brønnoperasjoner.

Leting og feltutvikling i nye og marginale olje- og gassprovinser og industriens ambisjoner om økt oljeutvinning (IOR³) med forlenget platåproduksjon på felt i produksjon gir nye sikkerhetsmessige utfordringer. Bruk av avansert brønntechnologi og IOR-teknikker for stimulering og trykkstøtte i reservoaret, står sentralt for mer effektiv boring og økt produksjon, men gir samtidig utfordrende dynamiske temperatur- og trykkforhold i brønnen. Skjerpede krav til overvåking av sikkerhet og evne til kontinuerlig brønnkontroll i alle faser av en brønns levetid, er en naturlig konsekvens av at marginene strekkes. De lettest tilgjengelige forekomstene av olje og gass tømmes og nye felt omfatter brønner i mer kompleks og ukjent geologi. Trenden er dypere og mer komplekse brønner, ofte kombinert med operasjoner på stadig dypere vann og langt fra land.

Kontroll av teknisk tilstand til brønnens barriereelementer blir mer kritisk ved forlenget bruk, blant annet knyttet til problemstillinger rundt aldring og slitasje, men også gammel og til dels manglende dokumentasjon. Spesielt gjelder dette de permanente komponentene som føringsrør og sement. Utfordringene og kostnadene med permanent nedstengning med plugging og forlating av gamle brønner er et til nå forsømt område, som vil kreve utvikling av nye, sikre og kostnadseffektive teknikker. Dette for at slike operasjoner skal kunne gjennomføres innen rimelig tid og til en akseptabel pris. I sum setter de framtidige utfordringene innen bore- og brønnoperasjoner store krav til oppdatert kompetanse, men også til utvikling og kvalifisering av ny teknologi. Boring og brønnoperasjoner står for en stadig større andel av feltutviklingskostnadene og tid der rigg er tilgjengelig er et avgjørende element i dette. Brønnboring med bruk av stadig større og mer automatiserte rigger og brønnutstyr med tilhørende tjenester, er blitt mer spesialiserte og høyteknologisk avanserte.

En borsers kontrollsystem er i dag basert mer på datamaskinbaserte systemer enn på analoge og lett gjenkjennbare fysiske systemer og instrumenter. Kompetansekravene for sikker håndtering av avansert, stort og tungt utstyr endrer kravene til opplæring med behov for kontinuerlig trening og oppfølging. Sikker boring handler i teorien om relativt enkle prinsipper som å ha kontinuerlig hydrostatisk kontroll i brønnen og mulighet for hurtig korrigering ved ubalanse. I praksis kan dette likevel bli komplekst. En brønns "borbarhet" er et viktig stikkord og krever en dynamisk balanse mellom trykk og stabilitet i brønnen for å unngå at hydrokarboner strømmer inn i brønnen og potensielt opp på innretningen. Mer komplekse systemer i brønnen for dynamisk kontroll av brønnens trykkforhold gjennom bruk av trykksensorer og ventiler, samt sjonglering av flere slam-systemer, setter store krav til årvåkenhet, evne til å tolke informasjon og danne seg en riktig situasjonsforståelse, og til effektive alarmsystemer.

³ IOR: Improved Oil Recovery.

10.1.3 Formål og problemstillinger

Formålet med studien har vært å beskrive utfordringer som petroleumsnæringen kan gripe fatt i for å redusere antall framtidige brønnkontrollhendelser. Temaet er belyst ved gjennomgang av tilgjengelig dokumentasjon om brønnkontrollhendelser i perioden 2003-2010, intervju med fagfolk i næringen, samt gjennomgang av litteratur og annet materiale mottatt fra næringen⁴.

Følgende hovedproblemstillinger har blitt belyst i studien:

1. Hva fremstår som de sentrale menneskelige, tekniske og organisatoriske årsakene til brønnkontrollhendelser ved innretninger på norsk sokkel?
2. Hva er de mest sentrale tiltakene som er foreslått/implementert for å redusere antall brønnkontrollhendelser?
3. Er det samsvar mellom identifiserte årsaker og tiltak som er foreslått/-implementert?
4. Hvordan kan petroleumsnæringen arbeide videre for å redusere antall hendelser?

Andre tema som er diskutert er selskapenes gjennomføring av risikoanalyser og anvendelse av risikoanalyser i etablering av barrierer.

10.1.4 Tilnærmingstype

Studien er utført som en kombinasjon av dokumentgjennomgang og intervjuer med utvalgte fagfolk. Viktige informasjonskilder har vært:

- Granskningsrapporter
- Hendelsesrapporter (av type Synergi o.l.)
- Annen relevant dokumentasjon mottatt fra næringen, inkludert oversikt over årsaker og tiltak, samt prosedyrer for brønnkontroll
- Diverse rapporter fra ulike forskningsmiljø, konsulentselskaper, myndigheter og bransjeorganisasjoner
- Intervju med fagfolk fra tre operatørselskaper og tre boreentreprenører (totalt 33 personer)

10.1.4.1 Gjennomgang av gransknings- og hendelsesrapporter

En sentral del av arbeidet har vært en detaljert gjennomgang av tilgjengelige gransknings- og hendelsesrapporter. Datamaterialet omfatter følgende rapporter og type hendelser:

- For perioden 2003-2010 er det totalt registrert 146 brønnkontrollhendelser. Herav er 117 klassifisert i kategori 1 ("Regulær"), syv i kategori 2 ("Alvorlig"), tre i kategori 3 ("Høy risiko"), 17 i kategori 4 ("Grunn gass") og én hendelse i kategori 5 ("Høy risiko grunn gass").
- For 10 av disse hendelsene (i kategori 2-5) har vi hatt tilgang på granskningsrapporter, hvorav to hendelser er gransket av både operatørselskapet og av Petroleumstilsynet.
- De granskede hendelsene omfatter fire operatørselskaper og seks boreentreprenører, og totalt åtte ulike innretninger/rigger.
- Det er fokusert på årsaker og tiltak som kan redusere frekvensen av brønnkontrollhendelser. Totalt inneholder de gjennomgåtte selskapsgranskningene 38 registrerte utløsende årsaker, 56 bakenforliggende årsaker og 74 foreslåtte tiltak. Årsaker og tiltak relatert til konsekvenser, samt beredskapsmessige forhold er i liten grad diskutert.

⁴ Medlemmer i Oljeindustriens Landsforenings (OLF) forum Drilling Managers Forum har bidratt aktivt med å skaffe tilgang til sentrale informanter og kontakter i relevante operatør- og entreprenørselskaper i forbindelse med denne studien.

- For ytterligere 21 av hendelsene (i kategori 2-5) har vi hatt tilgang på rapporter av type Synergi eller lignende.
- Omfatter hendelser knyttet til lete- og produksjonsboring (hendelser under brønn-intervensjon er ikke inkludert i definisjon av "brønnkontrollhendelser").
- Omfatter hendelser under boring fra så vel flyttbare innretninger (rigger), som faste produksjonsinnretninger.

Som basis for gjennomgang av granskningsrapporter og annen informasjon knyttet til hendelser, er det utviklet et klassifiseringsskjema for angitte årsaker og foreslåtte tiltak. Skjemaet som er benyttet for å kategorisere utløsende og bakenforliggende årsaker og type tiltak, er vist i Tabell 1. Det er her tatt utgangspunkt i de tre hovedkategoriene Menneske, Teknologi og Organisasjon (MTO). Den videre inndelingen er basert på en sammenstilling av flere ulike metoder og tilnærminger, herunder blant annet "Operasjonell tilstand sikkerhet" (OTS) (Sklet m.fl., 2010), litteratur knyttet til menneskelig pålitelighet og menneskelige feilhandlinger⁵, samt prosjektmedarbeidernes egne erfaringer.

Tabell 1 *Klassifiseringsskjema for utløsende og bakenforliggende årsaker og type tiltak*

Overordna	Spesifisert type årsak eller tiltak
<u>M</u> enneske	Feilhandling av type glipp/slurv/forglemmelse
	Kognitiv feil (pga. manglende kompetanse og/eller risikoforståelse)
	Feilhandling direkte knyttet til dårlig / mangelfullt design
	Feilhandling knyttet til brudd på gjeldende praksis/prosedyrer
<u>O</u> rganisasjon	Selskapsledelse, innretningsledelse
	Arbeidsledelse
	Risikovurderinger / analyser (SJA, etc.)
	Planlegging / forberedelser
	Prosedyrer / dokumentasjon
	Arbeidspraksis / operasjonell oppfølging av barrierene
	Arbeidsbelastning
	Kontroll / sjekk / verifikasjon
	Kommunikasjon / samhandling / grenseflater
	Kompetanse /opplæring
	Målkonflikter – sikkerhet/effektivitet
	Endringsledelse
<u>T</u> eknologi	Teknisk brønndesign (sement, plugg, fôringsrør, osv.)
	Teknisk svikt i, eller mangelfull deteksjon av brønnspråk
	Teknisk svikt / svakheter i primærbarrieren / slamsøylen
	Teknisk svikt / svakheter i sekundærbarrieren / BOP
	Annen teknisk utstyrssvikt eller svakheter i sikkerhetskritisk utstyr
	Ergonomi / menneske-maskin grensesnitt / utforming av arbeidsplass
	Eksterne årsaker – geologi og reservoar

Merk: Generelt kan en sette «mangelfull» foran de organisatoriske årsaksfaktorene.

I forhold til tekniske årsaker er disse i vesentlig grad basert på en pragmatisk tilpasning av kategoriene som ble definert i *hydrokarbonlekkasjeprojektet* (RNPP, 2010) som i

⁵ Reason (1997) skiller mellom tre hovedkategorier av menneskelige feilhandlinger (eng. *human errors*): (1) feilhandlinger av type glipp/slurv (eng: *slips, lapses, trips or fumbles*) hvor opprinnelig plan/intensjon var adekvat men utførelsen var feil (f.eks. glemme å stenge en ventil eller trykke feil knapp), (2) feil hvor en tror en gjør det rette, men pga. manglende forståelse, oppfatning eller kompetanse gjør en (kognitiv) feil og (3) feil knyttet til brudd på prosedyrer, standarder og regler (eng: *violations*). Det er dessuten definert en egen kategori for feilhandlinger som kan knyttes *direkte* opp mot dårlig/mangelfull design (f.eks. at et kick ble avdekket for seint fordi instrumenteringa var mangelfull eller feiloperering av avledersystemet pga. dårlig design), da dette ikke ble eksplisitt dekket av de tre andre kategoriene.

tillegg fanger opp forhold som er spesifikke for boring og brønn. Herunder er det spesielt lagt vekt på å knytte tekniske feilårsaker opp mot svikt i de tekniske barrierene som er tilstede under boring. Dette er diskutert nærmere under.

Teknisk brønndesign (sement, plugger, fôringsrør, osv.)

Forhold knyttet til dårlig eller mangelfullt brønndesign. Svakheter i sementering, plugger, fôringsrør og andre tekniske forhold i selve brønnen. Inkluderer også svakheter/degradering som skyldes aldring, slitasje, osv.

Teknisk svikt i, eller mangelfull deteksjon av brønnsparke

Forhold knyttet til svikt i, eller mangelfull instrumentering og metode for deteksjon av brønnsparke. Inkluderer både designsvakheter – slik som mangelfull redundans og/eller tekniske løsninger (normalt basert på volum og rate sammenligninger) – samt tilfeldig utstyrssvikt i instrumentering for deteksjon av brønnsparke. Merk at forhold spesifikt knyttet til mangelfull MMI⁶ er klassifisert separat (se under).

Teknisk svikt / svakheter i primærbarrierene / slamsøylen

Forhold knyttet til svikt/degradering og eller svakheter i primærbarrieren under boring – her definert som slamsøylen som kontrollerer trykklansen i brønnen under boring. Inkluderer slam og sement-pumper, utstyr for kraftgenerering, utstyr for blanding av slam, kontroll- og styresystemer, osv.

Teknisk svikt / svakheter i sekundærbarrieren / BOP

Forhold knyttet til svikt/degradering og eller svakheter i sekundærbarrieren – her definert som utblåsingssikringen – BOP. Inkluderer utstyr for aktivering (kontroll og styresystemer), signaloverføring samt ulike ventiler / kutteventiler og tetninger som inngår i BOP'en.

Annen teknisk utstyrssvikt eller svakheter i sikkerhetskritisk utstyr

Forhold knyttet til svikt eller svakheter i utstyr som ikke inngår direkte i de tekniske barrierene listet over. For eksempel svakheter i avledersystemet som medfører at reaksjonen på et brønnsparke ikke er optimale eller svikt i DP⁷-systemet som forårsaker en farlig brønnsituasjon.

Ergonomi / menneske maskin grensesnitt / utforming av arbeidsplass

Forhold knyttet til utforming av arbeidsplassen / MMI som påvirker aksjoner og/eller beslutninger som tas eller burde vært tatt. Kan for eksempel være informasjon som finnes i «systemet», men som ikke formidles/presenteres videre til operatør på godt nok vis, eller det kan være fysiske forhold på arbeidsplassen som direkte påvirker utførelsen av en kritisk arbeidsoperasjon.

Eksterne årsaker – geologi og reservoar

Uventede/uforutsette forhold knyttet til geologi og reservoar som medfører brønnsparke/ grunn gass hendelse og som ikke bare kan tilskrives mangelfull planlegging.

Som en ser av kategoriene over er disse definert slik at de tekniske barrierene (eller barriere-elementene) som er tilstede for å unngå en brønnskrollhendelse synliggjøres spesielt. En svikt eller svekkelse knyttet til en slik barriere (eller et barriereelement) kan skyldes en designmessig svakhet eller det kan skyldes en mer eller mindre tilfeldig utstyrssvikt. For å begrense antall årsaksforhold er det i klassifiseringsskjemaet over ikke skilt eksplisitt mellom tekniske designsvakheter og tilfeldig utstyrssvikt, men den kvalitative diskusjonen vil uansett fokusere på dette. Det bør påpekes at for eksempel "utilstrekkelig slamvekt" eller "uforutsette forhold i reservoaret" i denne studien er klassifisert som teknisk utløsende årsaker (klassifisert under henholdsvis "teknisk svikt/svakheter i primærbarrieren/slamsøylen" og "eksterne årsaker – geologi og reservoar"). Årsaken til en slik svekkelse er ikke nødvendigvis knyttet til teknisk

⁶ MMI: Man Machine Interface (Menneske-maskin grensesnitt).

⁷ DP: Dynamisk posisjonering.

utstyrssvikt, men kan skyldes mangelfull planlegging eller risikovurdering. Da vil dette i så fall komme fram som en bakenforliggende årsak.

Merk at under Organisasjon inkluderer årsakskategorien (*mangelfull*) *arbeidspraksis* også mangelfull operasjonell oppfølging av barrierer. I forhold til generell *barrierestyring*, og mangler i denne, som for eksempel knytter seg til for dårlig planlegging, risikovurderinger og endringskontroll, er dette dekket eksplisitt av ulike årsakskategorier under Organisasjon. Når det gjelder mangelfull oppfølging av barrierene under operasjon (for eksempel knyttet til for dårlig testing og vedlikehold) er imidlertid dette klassifisert under *Arbeidspraksis / operasjonell oppfølging av barrierene*.

Tiltakene har, i tillegg til type, også blitt klassifisert i forhold til nivå i, eller utenfor organisasjonen som disse var rettet inn mot. Skjemaet som her er brukt, er vist i Tabell 2 under.

Tabell 2 *Klassifiseringsskjema for nivå som tiltaket rettes inn mot*

Overordna nivå	Detaljert nivå	Kommentar
Myndigheter	Myndigheter	Tiltak rettet inn mot regelverksutforming og tilsynspraksis
Bransje	Bransjeorganisasjoner	Tiltak rettet inn mot felles bransjeorganisasjoner (OLF, NORSOK, etc.)
	Aktører på tvers av selskap	Tiltak rettet inn mot aktører direkte involvert i boring / dvs. tiltak på tvers av flere selskap
Selskapsledelse og landstøtte	Operatørselskap	Tiltak rettet inn mot selskapsledelse operatør / teknisk støtte på land
	Boreentreprenør	Tiltak rettet inn mot ledelse boreentreprenør samt teknisk støtte land
	Brønnserviceselskap	Tiltak rettet inn mot ledelse brønnserviceselskap samt teknisk støtte land
	Øvrige utstyrleverandører	Tiltak rettet inn mot øvrige utstyrsleverandører
	Teknisk utforming og tilstand selskapsnivå	Teknisk utforming og tilstand som går på tvers av flere innretninger
Innretning	Lokal innretningsledelse	Innretningsledelse operatør
		Innretningsledelse boreentreprenør
	Lokal arbeidsledelse	Arbeidsledelse operatør
		Arbeidsledelse boreentreprenør
	Utførende personell	Borepersonell / utførende personell
	Grensesnitt mellom ulike aktører	Grenseflate operatør-/entreprenør-/leverandøransatte
	Teknisk utforming og tilstand innretningsnivå	Teknisk utforming og tilstand på innretningsnivå

I gjennomgangen av granskningsrapportene og klassifisering av årsaker og tiltak har vi benyttet oss av de ovennevnte skjemaene. Med andre ord er det gjort en tolkning og fordeling av årsaker og tiltak i henhold til de beskrevne klassifiseringsskjemaene.

I analysen er datamaterialet normalisert slik at hver brønnkontrollhendelse får samme vekt. Dette er gjort for å unngå at en hendelse med for eksempel fem identifiserte bakenforliggende årsaker skal veie det femdobbelte av en hendelse hvor kun én slik årsak er beskrevet. For hver hendelse er derfor summen av direkte årsaker fordelt på ulike kategorier representert med en totalsum på 1. Tilsvarende er gjort for bakenfor-

liggende årsaker og tiltak. Disse andelene utgjør grunnlaget for summeringen fra alle granskningene og beregning av prosentvis fordeling angitt i resultatpresentasjonen.

10.1.4.2 Andre rapporter og dokumentasjon

I tillegg til granskningsrapporter og hendelsesrapporter har vi mottatt et omfattende skriftlig materiale fra næringen (totalt 18 selskaper; åtte operatørselskaper og 10 boreentreprenører) som blant annet har inkludert:

- Tabeller med beskrivelse av sentrale årsaksforhold som selskapenes fagfolk mener fører til økt risiko for brønnkontrollhendelser
- Tabeller med tiltak som selskapene har gjennomført, og dessuten *mulig* framtidige tiltak
- Ulike prosedyrer og manualer for brønnkontroll

Dette materialet er blitt brukt som underlag for intervjuer, og som utfyllende informasjon i analyse av datamaterialet.

Rapporter fra ulike forskningsmiljø, konsulentselskaper, myndigheter (Petrolestilsynet og BOEMRE⁸) og bransjeorganisasjoner (OLF, OGP⁹) har også vært brukt som underlag. Herunder nevnes spesielt:

- Rapporter etter Deepwater Horizon-ulykken (Chief Counsel's Report, 2011; Petrolestilsynet, 2011a; Tinmannsvik m.fl., 2011)
- DNV/Petrolestilsynets rapport om menneskelige faktorer i bore- og brønnoperasjoner (Jernæs m.fl., 2005)
- IRIS¹⁰ sin granskning av Gullfaks C hendelsen (Austnes-Underhaug m.fl., 2011)
- Rapporter fra Petrolestilsynets prosjekt: "Rammebetingelsers betydning for arbeidsmiljørisiko og storulykkesrisiko" (Forseth m.fl., 2011; Rosness m.fl., 2011a; Rosness m.fl., 2011b)
- Rapporter og resultater fra OMT¹¹ og PDS¹² prosjektet

10.1.4.3 Intervjuer

I perioden 2002-2009 ble det rapportert 158 hydrokarbonlekkasjer (> 0,1 kg/s) på norske produksjonsinnretninger, hvorav omtrent 130 ble gransket. Sammenlignet med hydrokarbonlekkasjer og andre hendelser med stort ulykkespotensial, er det utført svært få granskninger knyttet til brønnkontrollhendelser. Som diskutert over har vi for eksempel kun hatt tilgang på granskninger fra 10 relevante hendelser på norsk sokkel for perioden 2003-2010. I tillegg til den informasjonen som er dokumentert i hendelsesrapporter og granskningsrapporter, har derfor informasjon blitt innhentet gjennom intervju med fagfolk i næringen. Intervjuene har supplert den skriftlige informasjonen og har i tillegg gitt mulighet for å få fram informasjon som i begrenset grad synliggjøres i det skriftlige materialet, for eksempel knyttet til barrierestyring, bruk av risikoanalyser, oppfatninger om rammebetingelser og rutiner og praksis som påvirker risikoen for brønnkontrollhendelser.

Type personell som ble intervjuet, er:

- Boreledere (offshore)

⁸ Amerikanske BOEMRE ('Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement') tidligere Minerals Management Service (MMS), ble 1. oktober 2011 erstattet med 'Bureau of Ocean Energy Management' (BOEM) og 'Bureau of Safety and Environmental Enforcement' (BSEE). Et hovedformål med omorganiseringen var å skille styring og allokering av ressurser (BOEM) fra sikkerhetsrelaterte spørsmål som nå er organisert under BSEE (<http://www.bsee.gov/>)

⁹ OGP: 'International Association of Oil and Gas producers' har i kjølvannet av ulykker som Montara og Deepwater Horizon utarbeidet internasjonale retningslinjer for å forebygge og redusere konsekvensen av brønnkontrollhendelser, se www.ogp.org.uk.

¹⁰ IRIS: 'International Research Institute of Stavanger'.

¹¹ OMT: Et prosjekt som integrerer organisatoriske, menneskelige og teknologiske faktorer i utvikling av en modell for kvantifisering av barrierereytelse (relatert til storulykkesrisiko), se www.preventor.no.

¹² PDS: Pålitelighet av datamaskinbaserte sikkerhetssystemer, se www.sintef.no/pds.

- Boresjefer og borere (offshore)
- Bore- og undervannsingeniører (offshore/land)
- Driftssjefer/riggansvarlige (land)
- Sjefer/fagansvarlige for brønnoperasjoner (land)
- Ansvarlige for vedlikehold (land)
- Operasjonelle rådgivere - boring og brønn (land)

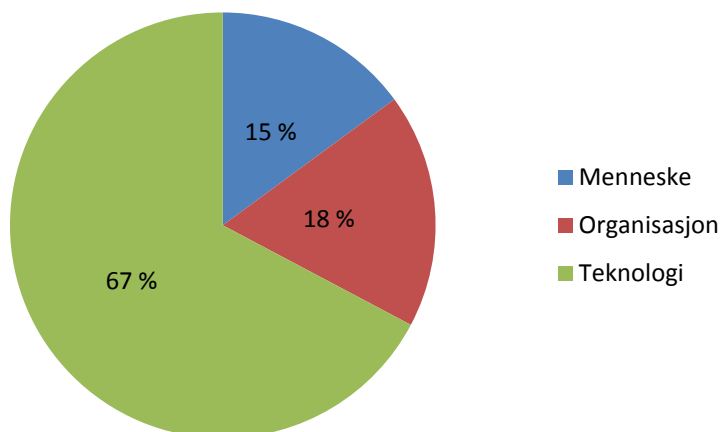
Totalt ble det gjennomført 18 to-timers intervjuer hos seks selskaper; tre operatørselskaper og tre boreentreprenører. Selskapene dekker boring fra både flytende og faste innretninger. Intervjuene ble gjennomført som enkeltintervju eller gruppeintervju, og totalt er 33 personer blitt intervjuet. Som underlag for intervjuene ble det på forhånd utarbeidet en relativt detaljert intervjuguide som dekket tema som en ønsket å ta opp i intervjuene. Spørsmålene ble dessuten utarbeidet med tanke på at en ønsket å dekke ulike perspektiver på ulykker, for eksempel ved at en stilte spørsmål knyttet til barrierer ("barriereperspektivet"), men også til egnetheten av teknologien, faglig støtte i hverdagen ("organisatorisk redundans"), informasjonsflyt, synliggjøring av resultater fra analyser, rammebetingelser (økonomi, målkonflikter, ledelse, osv.) som alle er sentrale momenter i alternative perspektiver på organisatoriske ulykker og robuste organisasjoner (Rosness m.fl., 2010). Avslutningsvis i intervjuene ble det gitt rom for å ta opp temaer som ikke var eksplisitt nevnt i intervjuguiden.

10.2 Resultater fra gjennomgang av gransknings- og hendelsesrapporter

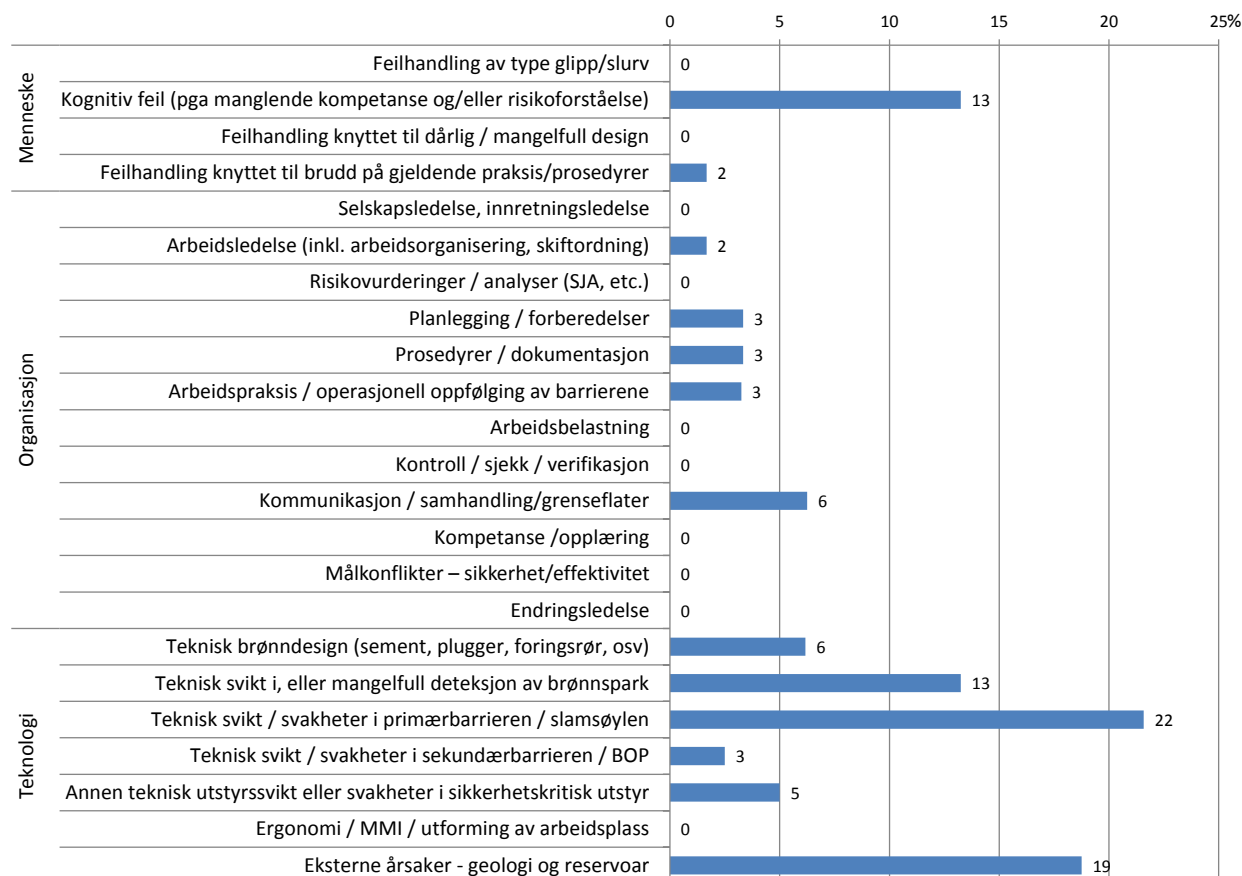
Det primære datagrunnlaget for resultatpresentasjonen er granskningsrapportene. For å kompensere for et lite antall granskede hendelser (10 hendelser), er det avslutningsvis under hvert punkt tatt med et avsnitt som presenterer resultater fra tilsvarende analyser av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.).

10.2.1 Utløsende årsaker

De utløsende årsakene identifisert fra granskningsrapportene domineres av tekniske forhold (67 %), jfr. Figur 2.



Figur 2 Utløsende årsaker fordelt på menneske, organisasjon og teknologi



Figur 3 Prosentvis fordeling av utløsende årsaker basert på selskapsinterne granskninger av brønnskrollhendelser

Av Figur 3 ser vi videre at de tre hyppigst forekommende tekniske årsakene er:

- "Teknisk svikt/svakheter i primærbarrierene/slamsøylen" (22 %)
- "Eksterne årsaker – geologi og reservoar" (19 %), og
- "Teknisk svikt i, eller mangelfull deteksjon av brønnsparke" (13 %)

Det bør bemerkes at de utløsende årsakene – spesielt de to første - henger tett sammen. Som en følge av uforutsette forhold i undergrunnen/reservoaret kan en konsekvens være at en benytter feil slamvekt og dette kan medvirke til at en får et brønnsparke. Sviktende eller mangelfull deteksjon av brønnsparke kan i neste omgang medføre at situasjonen utvikler seg til å bli mer kritisk enn nødvendig. En ser dessuten at mangelfull deteksjon er nært knyttet til samspillet menneske/teknologi og kan ha menneskelige årsaker ("manglende årvåkenhet og oppmerksomhet") og/eller mer tekniske årsaker.

Konkrete eksempler på tekniske årsaker som går igjen er: "For lav/utilstrekkelig slamvekt", "høyere poretrykk enn forventet", "uforutsett gass i formasjonen", "uforutsett grunn gass", "manglende alarmer/sensorer", "uheldig plassering av sensorer" og "manglende synkronisering mellom systemer".

Som forklaring på hvorfor en har hatt feil slamvekt og/eller uforutsette forhold i brønnen, vises det i flere av hendelsene til mangelfulle risikovurderinger eller forberedelser. Se delkapittel 10.2.2.

Som en ser av Figur 2 og Figur 3 er menneskelige og organisatoriske årsaker i begrenset grad klassifisert som direkte utløsende. En ser imidlertid at følgende to enkeltkategorier gir relativt store bidrag:

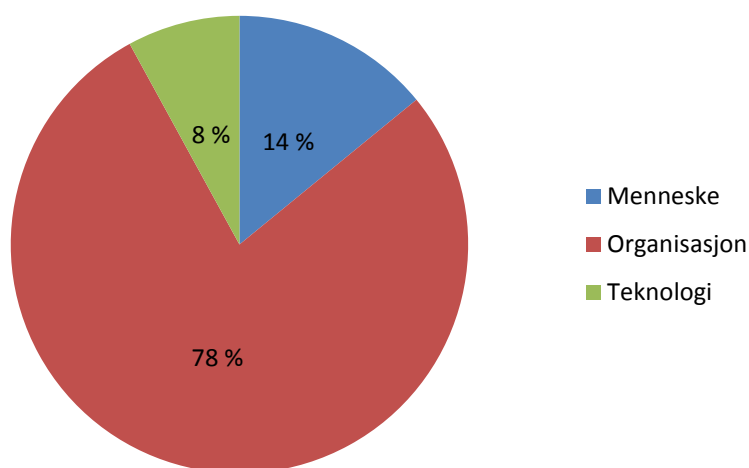
- Kognitive feil (feilvurderinger pga. manglende kompetanse og/eller risikoforståelse) (13 %)
- Mangelfull kommunikasjon/samhandling/grenseflater (6 %)

Tilsvarende analyser av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.)

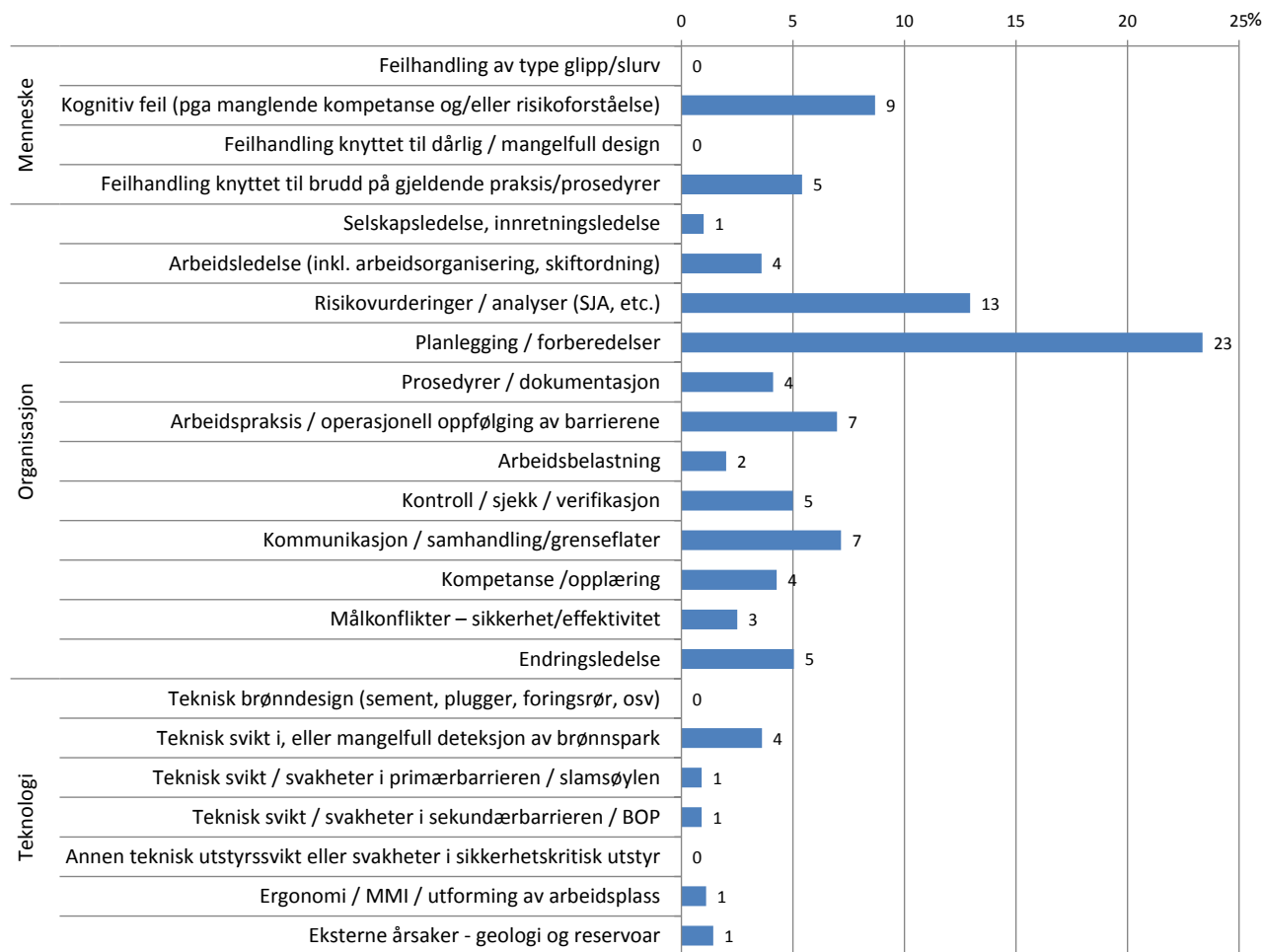
Gjennomgangen av hendelsesrapporter som generelt er på et langt grovere og mer overordna nivå enn granskningsrapportene, viser at 91 % av utløsende årsaker er relatert til teknologiske forhold. Hovedvekten av dette er på eksterne årsaker knyttet til geologi og reservoar (60 %). Ingen utløsende årsak er klassifisert under organisasjon, mens totalt 8 % er klassifisert som menneskelige feilhandlinger. Det bør bemerkes at en stor del av hendelsene hvor en kun har Synergirapporter eller lignende er grunn gass-hendelser, og at dette vil påvirke fordelingen av årsaker.

10.2.2 Bakenforliggende årsaker

Basert på de gjennomgåtte selskapsinterne granskningsrapportene er det foretatt en klassifisering av bakenforliggende årsaker i henhold til kategoriene M, T og O som vist i Figur 4 og Figur 5.



Figur 4 Bakenforliggende årsaker fordelt på menneske, organisasjon og teknologi



Figur 5 Prosentvis fordeling av bakenforliggende årsaker basert på selskapsinterne granskninger av brønnskrollhendelser

Bakenforliggende årsaker knytter seg til omstendigheter og betingelser som er til stede forut for selve brønnskrollhendelsen. Det er derfor rimelig at organisatoriske forhold spiller en viktig rolle. I vår gjennomgang ser vi at organisatoriske faktorer utgjør så mye som 78 % av de definerte bakenforliggende årsakene. Fra Figur 5 ser vi at de mest sentrale bidragsyterne innenfor denne kategorien er funnet å være:

- Mangelfull planlegging/forberedelse (23 %)
- Mangelfulle risikovurderinger/analyser (13 %)
- Mangelfull kommunikasjon/samhandling/grenseflater (7 %)
- Mangelfull arbeidspraksis/operasjonell oppfølging av barrierene (7 %)

Mangler i planlegging/forberedelser og risikovurderinger/-analyser utgjør så mye som 36 % av de bakenforliggende årsakene. Eksempler på gjentakende årsaker innenfor disse kategoriene er "for dårlige prediksjoner av poretrykk", "mangelfull beskrivelse av barrieresituasjonen", risikovurderinger/risikoregisteret fanget ikke opp risiko for gass" og "undervurdering av risikobildet".

Som diskutert i forrige delkapittel om utløsende årsaker, er mangelfulle risikovurderinger og/eller forberedelser gjerne en forklaring på at en har hatt feil slamvekt eller at en har støtt på uforutsette geologiske forhold. Dette kan gå på at risikoanalysen identifiserte problemet, men ikke tok tilstrekkelig høyde for det ("risikoanalysen for brønnen inkluderte risikoen for høyere trykk, men denne var klassifisert som Low"), eller at analysen ikke fanget opp forholdet i det hele tatt ("risikovurderingene så ikke på muligheten for gass/trykkoppbygging" eller "Risk-It dokumentet tar ikke opp risiko for gass under operasjonen"). Det pekes også på mangelfulle forberedelser og tolkninger av

seismiske data uten at det eksplisitt begrunnes i mangelfulle risikoanalyser ("prediksjon av poretrykk i planleggingsfasen forutså ikke mulighet for vanninntrenging fra omkringliggende sone"). Felles for granskningsrapportene er at de i liten, eller ingen grad peker på hvordan risikovurderingene kan forbedres.

Merk at mangelfull planlegging og risikovurdering også har en tett kobling opp mot M-kategorien "kognitiv feil pga. manglende kompetanse og/eller risikoforståelse" som utgjør betydelige 9 %. Mangelfulle vurderinger i forkant og/eller underveis i operasjonene henger sammen med manglende kompetanse og risikoforståelse og tilsammen utgjør altså disse kategoriene 45 % av bakenforliggende årsaker i vår undersøkelse.

Eksempler på årsaker innenfor kategorien "mangelfull kommunikasjon/samhandling/-grenseflater" er at innspill fra kolleger ikke er gitt god nok saksbehandling, at det etablerte fagmiljøet ikke har blitt tilstrekkelig involvert i operasjonelle beslutninger og at det generelt har vært for dårlig kommunikasjon mellom fagdisipliner både forut for, og underveis i operasjoner.

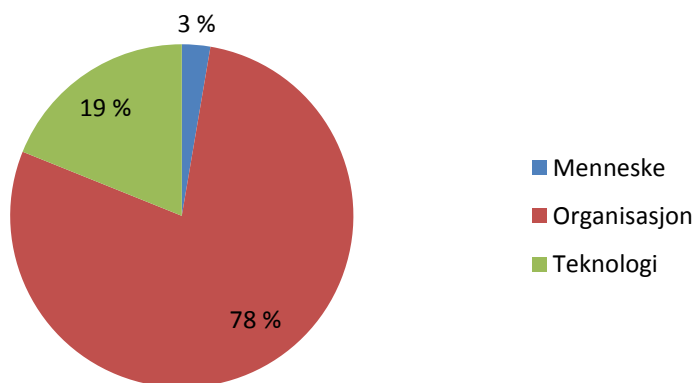
Når det gjelder kategorien "mangelfull arbeidspraksis/operasjonell oppfølging av barrierene" er eksempler her "manglende kvalitetssikring ved bruk av perforeringsutstyr", "manglende forståelse for behovet for å utføre risikovurderinger" og "for sein respons på faresignaler/for dårlig oppfølging av utviklende situasjon". Sistnevnte eksempel kan også knyttes opp mot kategorien "målkonflikter – sikkerhet/effektivitet", hvor vi har noen eksempler på at for mye fokus hos operativt personell har vært på andre samtidige aktiviteter, istedenfor på brønnkontrollsituasjonen som var i ferd med å utvikle seg.

Tilsvarende analyser av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.)

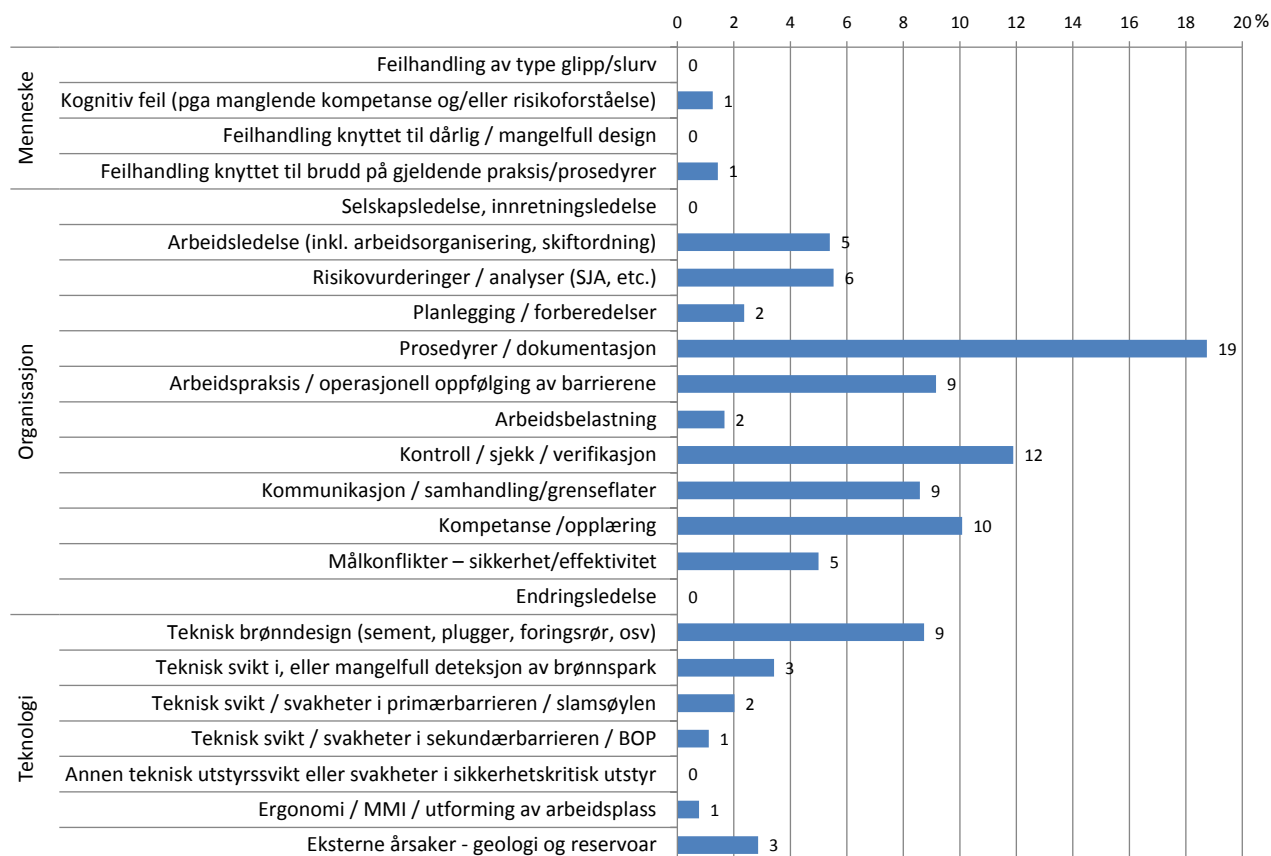
I den grad bakenforliggende årsaker er identifisert, forsterker gjennomgangen av hendelser basert på Synergi og andre hendelsesrapporter hovedtrekkene ovenfor mht. de største bidragsyterne. Totalt 78 % av de bakenforliggende årsakene er klassifisert under organisatoriske forhold, hvorav 43 % forklares som mangelfull planlegging/forberedelse, mens 10 % er klassifisert som mangelfulle risikovurderinger/analyser. Deretter er det 7 % på både arbeidsledelse, prosedyrer/dokumentasjon og kompetanse/opplæring.

10.2.3 Tiltak registrert i granskingsrapporter

Basert på de gjennomgåtte granskningsrapportene er det foretatt en klassifisering av identifiserte tiltak i henhold til MTO-kategoriene. Av tiltakene som er beskrevet i granskningsrapportene er 78 % klassifisert som å være av organisatorisk karakter, 19 % er teknologisk og 3 % av menneskelig karakter. Det bør i denne sammenheng bemerkes at tiltak som retter seg inn mot kompetanseheving og opplæring, er klassifisert under organisasjon ("kompetanse/opplæring/risikoforståelse").



Figur 6 Foreslåtte tiltak fordelt på menneske, organisasjon og teknologi



Figur 7 Prosentvis fordeling av foreslåtte tiltak i selskapsinterne granskningsrapporter

Figur 7 viser at de fem hyppigst registrerte kategoriene av tiltak er:

- Forbedring av prosedyrer/dokumentasjon (19 %)
- Økt eller forbedret kontroll/sjekk/verifikasjon (12 %)
- Styrking av kompetanse/økt opplæring (10 %)
- Forbedret arbeidspraksis/operasjonell oppfølging av barrierene (9 %)
- Forbedret teknisk brønndesign (9 %)

Tiltak knyttet opp mot forbedring av prosedyrer og styrende dokumentasjon utgjør den største kategorien tiltak med totalt 19 %. Eksempler på slike tiltak er "definere prosedyre for innstengning av brønn", "etablere rutine for å forbedre planleggingsfasen", "bore-entreprenøren bør utarbeide en sjekklister for aktivisering av settpunkter og alarmer etter en shutdown" og "operatørens prosedyre må oppdateres og samstemmes med bore-entreprenørs prosedyre".

Når det gjelder de to neste kategoriene av tiltak i fem på topp lista over, er noen eksempler på tiltak i kategorien kontroll/sjekk verifikasjon: "Sjekk og verifiser systemet for kick-deteksjon", "evaluer muligheten for å installere en høy-høy alarm på returstrøm som ikke skal gå av ved vanlig connection" og "benytt tredje part for uavhengig verifikasjon av kritiske boreprogram". Eksempler på tiltak for å styrke kompetanse og opplæring er "styrke kunnskap om styrende dokumentasjon", "styrke kunnskap om brønnskontroll og barrierer" og "utlede en case av hendelsen som brukes i forbindelse med opplæring på riggene".

Generelt, når vi ser på tiltakene som er foreslått i granskningene, er disse forholdsvis konkrete, noe som anses som positivt med tanke på muligheten for at de implementeres. Det er imidlertid også eksempler på det motsatte, hvor de angitte tiltakene vil kreve vesentlig bearbeiding før de kan gjennomføres, som for eksempel: "Ved vesentlige

endringer i brønnplan skal neste nivå av ledelsen informeres", "tiltak må iverksettes for å kunne gjennomføre sanntids avlesing av tripp-tank" og "for å opprettholde fokus på brønnkontroll må boreentreprenør vurdere om brønnserviceselskaper kan overta større ansvar for monitorering av brønnen i klart definerte perioder". For en del tilfeller, som i det siste eksemplet, er nok årsaken til at tiltakene er lite konkrete at operatørselskapet har foretatt granskning og identifisert tiltak som boreentreprenøren selv må definere videre.

Tilsvarende analyser av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.)

Gjennomgangen av ikke-granskede hendelser basert på Synergi og tilsvarende hendelsesrapporter gir et noe annerledes bilde av hvordan tiltakene fordeler seg. Her er så mye som 72 % av tiltakene klassifisert til å være av teknologisk art, derav 42 % rettet mot forbedringer i primærbarrieren/slamsøyla. Vi ser at disse tiltakene i det alt vesentlige fanger opp grunn gass-forhold som på årsakssiden er kategorisert under "eksterne årsaker – geologi og reservoar". Typiske tiltak for gjenvinning av primærbarrieren er å veie opp, og pumpe drepeslam for å stabilisere/drepe brønnen. En annen stor andel tiltak (23 %) er rettet mot teknisk brønndesign. Et vanlig tiltak her i forhold til grunn gass, er å plugge igjen og forlate lokasjon. Man setter da en sementplugg noen hundre meter direkte i åpent hull over sonen. Alternativet er tiltak som gjør det mulig å bore brønnen videre etter at brønndreping er fullført. Først sementeres da brønnen tilbake, hvorpå man borer ut og setter (sementer) et føringssrør over gass-sonen (grunt 20" føringssrør). Deretter installeres "marin riser" og BOP. Nå kan slamvekten økes tilstrekkelig for å balansere mottrykket i brønnen, og man kan bore sikkert gjennom sonen med grunn gass. De resterende tiltak er klassifisert under organisatoriske faktorer hvor planlegging/forberedelse og prosedyrer/dokumentasjon utgjør de største bidragene med hhv. 15 % og 8 %. Hovedsakelig omhandler dette bedre rutiner med forundersøkelser av nye områder og at man tar bedre høyde for grunn gass i planleggingen.

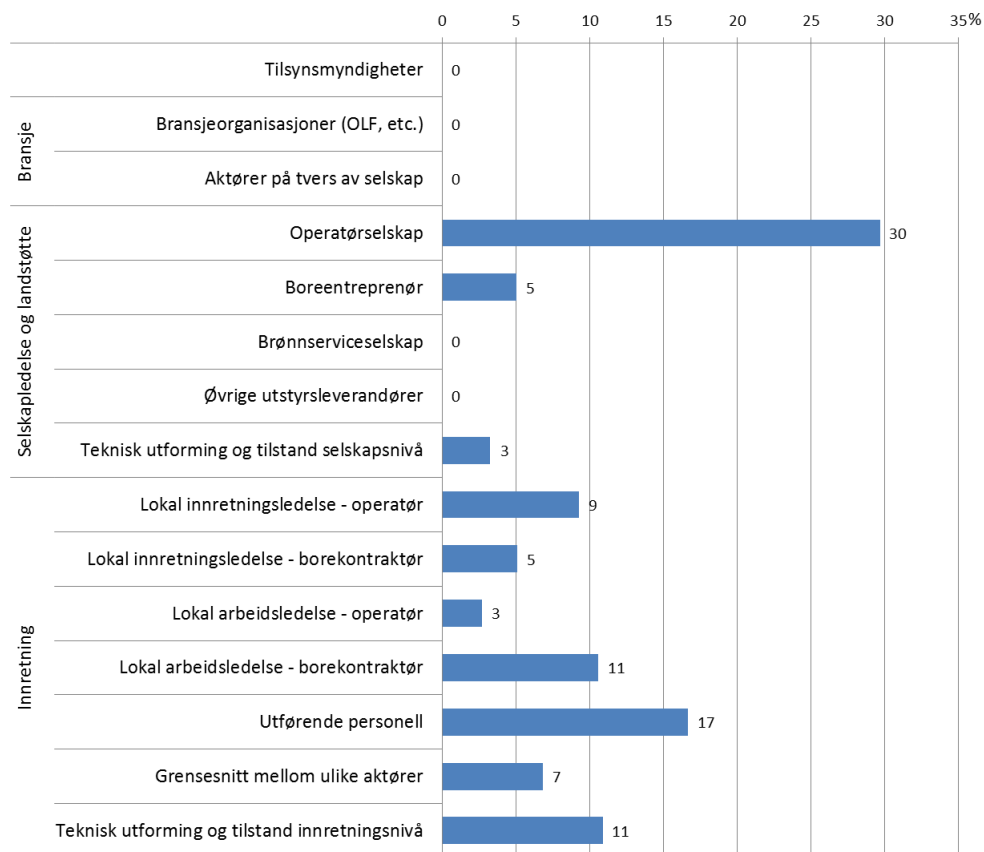
Som vi ser avviker fordelingen av tiltak i Synergirapporter mye fra tiltakene som er definert i granskningsrapporter. Synergirapportene representerer i stor grad grunn gass-hendelser og spesifiserte tiltak er ofte knyttet til operasjonelle tekniske tiltak for å få kontroll med brønnen, for deretter å kunne gjenoppta boringen. Dette betyr at tiltakene er rettet inn mot den spesifikke hendelsen. I granskningsrapportene har en derimot større fokus på bakenforliggende årsaker – som ofte er organisatoriske – og tiltakene er rettet inn mot å forebygge at nye tilsvarende hendelser skal inntreffe igjen.

10.2.4 Nivåer tiltakene i granskningene er rettet inn mot

Tiltakene foreslått i granskningsrapportene er klassifisert ut fra hvem/hva tiltaket er rettet inn mot (jfr. Figur 8) og resultatene er oppsummert i Tabell 3. Opplysninger om hvem/hva tiltaket berører er ikke alltid klart og entydig beskrevet i granskningsrapportene. Vår klassifisering er derfor basert på skjønn ut fra tilgjengelig informasjon i granskningsrapportene.

Tabell 3 Prosentvis fordeling over hvem/hva tiltak i granskninger berører

Nivå	Prosentandel
Myndigheter	0
Bransje	0
Selskapsledelse / landstøtte	39
Innretning	61
Sum	100



Merk: For fullstendig beskrivelse av nivået tiltaket retter seg mot, se Tabell 2.

Figur 8 Prosentvis fordeling over hvem/hva tiltak foreslått i granskningsrapportene berører

Vi ser at ingen tiltak er rettet inn mot bransje- eller myndighetsnivå, noe som nok har sammenheng med at granskerne i begrenset grad føler de har påvirkning på beslutninger som fattes på et høyere nivå enn på innretnings- og selskapsnivå. Det vil dessuten være slik at tiltak rettet inn mot bransjenivå fattes i andre organer enn i forbindelse med en enkelt granskning.

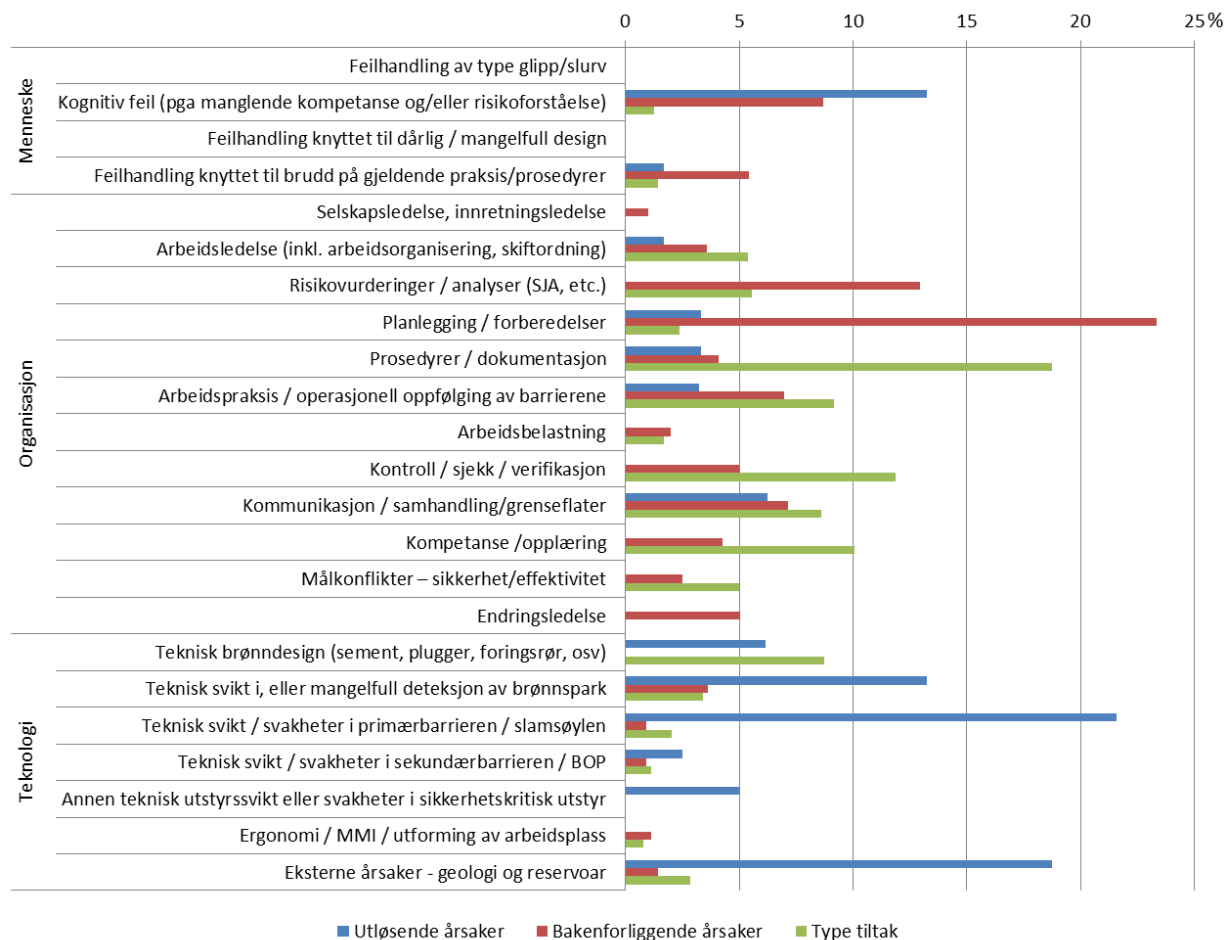
Vi ser videre at tiltak rettet inn mot operatørselskapets ledelse og landstøtte utgjør den største enkeltkategorien med hele 30 %. Merk at tiltak som antas å gjelde hele operatørselskapet er registrert i denne kategorien og derfor ikke nødvendigvis retter seg mot selskapsledelsen. Tiltakene er ofte knyttet til forbedring av selskapets styrende dokumentasjon og rutiner (blant annet knyttet til planlegging) og mot utføring av kontroller/verifikasjoner. Eksempler på slike tiltak er "etabler prosedyre/rutine for å forbedre planleggingsfasen", "Ved boring av nye brønner må en gjennomføre en mer omfattende risikoanalyse" og "gjennomfør uavhengig verifikasjon av seismikkdata".

Merk at relativt få tiltak (5 %) er rettet inn mot selskapsledelsen hos boreentreprenøren, og at ingen tiltak er spesifikt rettet inn mot ledelsesnivå hos brønnserviceselskaper eller utstyrsleverandører.

En annen stor kategori er tiltak rettet inn mot utførende borepersonell med 17 % av totalen. Eksempler på slike tiltak er "Styrke kunnskap og erfaringsoverføring innen brønnkontroll og barriereforståelse med spesiell vekt på gass i oljebasert boreslam" og "Highlight to the drillers the importance of checking the flowsensors during connections after the mud pumps are switched off".

10.2.5 I hvilken grad er det samsvar mellom identifiserte årsaker og tiltak?

Et viktig spørsmål som vi ønsker å belyse i denne studien er i hvilken grad det er samsvar mellom identifiserte årsaker og de tiltakene som er beskrevet i granskningene. Figur 9 viser en sammenstilling av identifiserte årsaker (direkte og bakenforliggende) og foreslåtte tiltak for gjennomgåtte granskninger.



Figur 9 Sammenstilling av identifiserte årsaker (utløsende og bakenforliggende) og foreslåtte tiltak for de selskapsinterne granskningene

Rent umiddelbart ser vi av Figur 9 at det ikke er noe direkte samsvar mellom utløsende og bakenforliggende årsaker og type tiltak. Først kan en slå fast at det ikke nødvendigvis vil være naturlig med et én-til-én forhold mellom årsaker og tiltak. For eksempel kan det være slik at teknisk utløsende årsaker ikke alltid kan løses ved designendringer eller andre teknisk tiltak, men kanskje krever organisatoriske tiltak slik som nye vedlikeholds-rutiner eller bedre opplæring. Noe av misforholdet mellom årsaker og tiltak kan imidlertid være verdt å kommentere spesielt:

- Tilsvarende som i *HC-lekkasjestudien fra RNNP 2010*, ser vi mange tiltak for å forbedre styrende dokumentasjon, selv om mangelfulle prosedyrer i begrenset grad er identifisert som et problem på årsakssiden.
- Videre er andelen tekniske tiltak liten om man ser dette i forhold til bidrag fra tekniske feil og mangler på utløsende årsaker. Som diskutert over kan dette i noen tilfeller ha naturlige forklaringer. Når det gjelder for eksempel teknisk svikt i, eller mangelfulle systemer for deteksjon av brønnspråk, er det imidlertid grunn til å spørre hvorfor dette ikke i større grad har utløst tekniske systemforbedringer. Dette er nærmere diskutert i delkapittel 10.7.
- Svakheter i slamsøylen, som er en viktig utløsende årsak, handler ofte om mangelfulle poretrykksprediksjoner snarere enn teknisk utstyrssvikt, og det er derfor naturlig at dette i liten grad er fulgt opp med tekniske tiltak rettet inn mot

selve slambehandlingssystemene. En skulle imidlertid forvente at disse årsakene, sammen med eksterne årsaker knyttet til reservoar og geologi, ble fulgt opp med tiltak som beskriver hvordan en i framtida skal forbedre reservoarprediksjonene. Dette er imidlertid i begrenset grad tilfelle, og et generelt inntrykk er at de fleste tiltakene er knyttet til å kunne forbedre håndteringen av brønnsituasjonen *gitt* at innstrømning i brønnen allerede har funnet sted.

- Manglende proaktivt fokus for tiltak viser seg videre ved at en begrenset andel av tiltakene er rettet inn mot bedre planlegging, forberedelser og risikovurderinger - til tross for at slike forhold bidrar med hele 36 % av de bakenforliggende årsakene. Noe kan forklares med at tiltak rettet inn mot "prosedyrer/-dokumentasjon" til dels er knyttet til forbedret planlegging, men generelt er det altså slik at en overvekt av tiltakene handler om bedre håndtering av avviks-situasjonen, snarere enn å unngå situasjonen i første omgang.
- Av Figur 9 ser vi at en god del tiltak er klassifisert under kategorien "kontroll/-sjekk/verifikasjon", mens dette bidrar lite på årsakssiden. En gjennomgang av disse tiltakene viser at de stort sett er på formen "sjekk mulige forbedringer i design av et teknisk system", "vurder arbeidspraksis og fordeling av oppgaver" og "gjennomfør en uavhengig verifikasjon av tolkning av seismikkdata". Hvorvidt slike sjekker og verifikasjoner har medført konkrete systemendringer er usikkert, men fra intervjuene, svarskjemaene fra selskapene og granskningene synes det generelt som at konkrete tekniske tiltak har begrenset fokus.
- Vi ser at en god del tiltak er klassifisert under "opplæring/kompetanse", mens denne kategorien bidrar lite som årsaksfaktor. En forklaring på dette er at feil-handlinger knyttet til mangelfull kompetanse er klassifisert under "menneske", mens opplæring og kompetansehevingstiltak er klassifisert under "organisasjon".
- Vår gjennomgang av granskningsrapportene viser at "endringsledelse" bidrar med fem prosent av bakenforliggende årsaker. Dessuten viser gjennomgang av ulykker/hendelser slik som Deepwater Horizon og Gullfaks C at mangelfull endringsledelse og dokumentasjon knyttet til endringer i boreoperasjoner er et problem. Det er derfor grunn til å stille spørsmålsteget ved at ingen tiltak fra granskningene kan knyttes eksplisitt til forbedret endringsledelse.

Tilsvarende analyser av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.)

Når vi ser på hendelsene hvor det kun foreligger Synergirapport eller tilsvarende hendelsesrapporter, ser vi at det er langt bedre samsvar mellom de utløsende årsakene og valg av tiltak. Som diskutert tidligere i kapitlet, skyldes dette hovedsakelig at Synergihendelsene er grunn gass-hendelser hvor tiltak er rettet direkte inn mot de utløsende årsakene for å få kontroll med den spesifikke hendelsen, og at det derfor blir stor grad av samsvar mellom direkte årsaker og tiltak.

Når det gjelder bakenforliggende årsaksforhold, kommer "mangelfull planlegging/-forberedelse og risikovurderinger" ut med totalt 53 % blant de ikke granskede Synergi-hendelsene. Her er det imidlertid verdt å merke seg at kun 15 % av tiltakene for disse hendelsene virker å være rettet inn mot slike forhold eller mangler. Oppsummert, tyder dette på at for hendelser som rapporteres kun i Synergi eller lignende, er det i hovedsak teknologiske forhold som vektlegges ved definering av tiltak, mens det for granskede hendelser i større grad er organisatoriske tiltak som vektlegges.

10.3 Resultater fra gjennomgang av skriftlig dokumentasjon fra næringen

Dette delkapitlet gir en oversikt over hva de operative lederne og fagfolkene innen boring og brønn i selskapene mener er sentrale årsaker til brønnkontrollhendelser, samt hvilke tiltak selskapene har iverksatt for å redusere risiko for brønnkontrollhendelser. Det gis også et generelt bilde på hvordan operatørselskapene og boreentreprenørene opplever effekten av iverksatte tiltak¹³.

¹³ Informasjonsinnhenting her er basert på et skjema for beskrivelse og vurdering av gjennomførte tiltak som ble benyttet i fjorårets studie om hydrokarbonlekkasjer i prosessområdet (utarbeidet av OLF). Dette ble supplert med et eget skjema for

Flere selskaper fremhever følgende årsaksforhold:

- Mangelfull risikovurdering, særlig knyttet til endringer i planer
- Mangelfull kompetanse, kommunikasjon og endringsledelse
- Mangelfull planlegging og dårlig kartlegging av reservoarforhold som kan gi utilstrekkelig margin mellom poretrykk og oppsprekkingstrykk
- Uventet grunn gass ved boring, innestengt gass under pluggen, bak føringsrør og lignende ved gjenopptak av eksisterende brønn

Mangelfulle risikovurderinger og deretter manglende kompetanse og kommunikasjon er forhold som oftest går igjen som bakenforliggende årsaker i svarene fra operatørselskapene. Hos boreentreprenørene er gjentakende årsaksfaktorer mangelfull fenomenforståelse og kompetanse knyttet til forhold ved brønnkontroll. Dette begrunnes ofte i bruken av konsulenter og dels uerfarent personell i sentrale posisjoner.

På spørsmål om hvilke tiltak selskapene har gjennomført for å redusere antall brønnkontrollhendelser, er følgende tiltak gjengangere i selskapenes tilbakemeldinger:

- Intensivert opplæring og trening av personell involvert i brønnkontrollsituasjoner
- Tydeliggjøring av kravene til risikostyring/risikoanalyser og operasjonell risiko ved boring og brønnaktiviteter/operasjoner
- Etablering av "god standard" i selskapene for gjennomføring av bore- og brønnoperasjoner, herunder definering av beste praksis
- Videreutvikle prosedyrer, inkludert manualer for brønnkontroll i tråd med beste praksis
- Boring av pilothull¹⁴ med vektet boreslam i forkant av topphullseksjoner på letebrønner
- Innføring av kontroll med/ tiltak for verifisering av brønnbarrierer i alle operasjoner
- Organisatoriske tiltak som tar sikte på kompetansebygging og spredning av erfaringer og kunnskap. Arrangere interne seminarer og samlinger med tema innen brønn og boring med storulykkesfokus. Bidra aktivt i ulike eksterne fora (OLFs Drilling Managers Forum) og i standardiseringsarbeid.

Informanter fra operatørselskapene gir uttrykk for middels tro på effekten av å gjøre grundigere risikoanalyser. Større tro har en på kompetansefremmende tiltak for å redusere antall brønnkontrollhendelser. En viktig faktor her er tiltak som sikrer involvering av riktig fagkompetanse i forhold til de utfordringene en står ovenfor under operasjon. Kompetansefremmende tiltak er for det meste innenfor tema som brønnintegritet og verifisering av barrierer ved ulike bore- og brønnoperasjoner.

Blant boreentreprenørene er risikovurderinger generelt lite omtalt som tiltak. Her har en mest tro på tiltak rettet mot forbedring av prosedyrer/instrukser og etterlevelse av sådanne. Opplæringstiltak og erfaringsdeling er også tiltak boreentreprenørene har god tro på.

10.4 Resultater fra intervjuer

I dette delkapitlet gjengis sentrale funn og observasjoner fra intervjuene uten at disse kommenteres eller tolkes spesielt (dette gjøres i delkapittel 10.5 og utover). Det ble i intervjuene trukket fram både positive og negative forhold i bransjen, men siden denne studien skal komme opp med områder som petroleumsnæringen kan gripe fatt i for å

antatte årsaksforhold. Disse skjemaene ble sendt til totalt 18 selskaper, hvorav omtrent to tredjedeler av selskapene besvarte skjemaene.

¹⁴ Pilothull innebærer boring av hull i to steg, først med liten diameter som en "sikkerhetssjekk". På den måten blir det lettere å kontrollere trykket og hindre en omfattende utblåsning.

redusere antall brønnkontrollhendelser, er fokus i gjengivelse av funn fra intervjuene i stor grad på utfordringer og forbedringsområder.

10.4.1 Årsaker til brønnkontrollhendelser

10.4.1.1 Generelt – årsaker som blir omtalt som viktigst

Generelt fokuserte informantene i stor grad på "den menneskelige faktor" når vi ba dem om å peke på hovedårsaker til at brønnkontrollhendelser inntreffer. Mer spesifikt – i forhold til menneskets rolle i brønnkontrollhendelser – ble følgende forhold *gjentagende* trukket fram:

- *Kompetanse.* Den formelle kompetansen er generelt på plass, men praktisk erfaring/realkompetanse kan mangle.
- *Oppmerksomhet/årvåkenhet.* Erfaring fra ulike hendelser viser at faresignalene var der, men disse ble av ulike årsaker ikke oppfattet eller tatt hensyn til.
- *Etterlevelse.* Prosedyrene oppleves generelt som "gode nok", men de blir ikke alltid fulgt - noe som også kan skyldes manglende kjennskap til prosedyrene.
- *Planlegging.* Svikt i planleggingsfasen blir nevnt av flere, både i forhold til mangelfulle reservoar-/trykkprediksjoner og manglende risikovurderinger mer generelt.
- *Kultur for å si fra.* Det å ha en kultur for å kunne si fra og/eller stoppe opp hvis en er usikker, er noe som blir trukket fram som helt sentralt, og noe næringen selv mener de er blitt vesentlig bedre på.

Disse forholdene er diskutert i kommende delkapittel. Når det gjelder manglende oppmerksomhet/årvåkenhet hos operatørene, er dette diskutert i sammenheng med systemer for brønnovervåkning/deteksjon av brønnspråk, mens manglende planlegging er diskutert i forbindelse med delkapitlet om bruk av risikoanalyse i forbindelse med planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner (delkapittel 10.4.2).

10.4.1.2 Kompetanse og opplæring

Et tema svært mange av informantene var opptatt av knytter seg til kompetansenivået på operativt personell. Det blir generelt lagt vekt på at den teoretiske kompetansen er god, men at det av og til skorter på praktisk kompetanse og erfaring, deriblant detaljert kjennskap til det tekniske utstyret.

Forklaringene på at operativt personell mangler praktisk erfaring er ulike; det trekkes fram av flere at det har vært en "boom" i bransjen de seinere årene med mange nye rigger og stor sirkulasjon av folk, og at erfaringsnivået som en følge av dette, generelt har gått ned. Det er derfor en betydelig utfordring for mange selskaper å bygge opp "in-house" kompetanse. Blant annet vises det til at ulike konsulentselskaper har rekruttert inn en stor mengde personell som operatørselskapene og boreentreprenørene sliter med å erstatte.

Som en følge av mangel på personell pekes det videre på at karrierehopping i dag går langt raskere enn tidligere: "*Nå går en fra boredekket til driller på 5 år. Før brukte en kanskje 10-15 år.*". Tilsvarende vises det til at en før brukte 10 år for å avansere fra borer til boresjef, mens dette i dag tar omtrent fem år.

Et annet forhold som flere trekker fram er dagens skiftordning offshore med to uker på og fire uker av ("2-4 rotasjon"). Denne ordningen medfører at det tar lang tid å opparbeide seg praktisk kompetanse på en rekke operasjoner. Eller som en av informantene uttrykte det: "*2/4 ordningen hjelper ikke akkurat på - at myndighetene i det hele tatt har akseptert det, er utrolig.*"

Med hensyn til praktisk kompetanse og "rett person på rett plass" er bl.a. følgende forhold trukket fram under intervjuene:

- Mangelfull praktisk erfaring hos boreledere fra operatørselskapene. Det kan være boreingeniører som ikke nødvendigvis har kompetanse til å foreta viktige operative beslutninger.
- En opplever at personell hos boreentreprenøren av og til har for snevert fokus og at de mangler helhetsspektivet – det å kunne se det fulle bildet.
- Manglende kvalifikasjoner hos personell fra serviceselskaper (herunder "borevæskeloggere") som sitter i observasjonssentrene. Deres oppgave består i stor grad i å lese grafer og kontinuerlig observere diverse boreparametere, men pga. manglende offshoreerfaring kan det være utfordrende å skjønne hva grafene betyr rent operasjonelt.
- Økt bruk av innleide konsulenter, blant annet som boreledere innleid av operatørselskapet. Dette blir sett på som både positivt og negativt. Det er ofte snakk om erfarent personell, men kjennskap til selskaps- og riggsesifikke prosedyrer kan av og til mangle.

Når det gjelder det såkalte IWCF¹⁵-kurset, dvs. det internasjonale testings-/sertifiseringsprogrammet som ledende bore- og brønnservicepersonell må gjennomføre annethvert år, ble det av flere pekt på at kvaliteten av dette kurset varierer. Kurset ble av flere oppfattet som for statisk og repeterende, blant annet i forhold til det en lærer om teknisk utstyr. At personell – spesielt fra kontraktørene – som normalt ikke lønnes ekstra for hele kursperioden, gjerne velger kun å møte opp på eksamen, er også et tegn på at variasjonen i kursets innhold er begrenset. IWCF-kurset blir derfor sett på som en nyttig oppfriskning av gammel kunnskap, men ikke spesielt utviklende.

I perioden/året mellom IWCF-kursene har flere selskaper som målsetting at deres personell skal delta på en større samling eller kurs hvor en fokuserer på brønnkontroll og case-studier. Det kan her være snakk om interne skreddersydde kurs eller eksterne kurs. Dette ble av mange informanter trukket fram som positivt og noe en har vel så stort utbytte av som IWCF-kurset. Slike samlinger anses som en fin anledning til å treffe personell fra andre innretninger og for å legge til rette for erfaringsoverføring mellom innretningene, et område flere av informantene mener en ikke er flinke nok på.

10.4.1.3 Styrende dokumentasjon og etterlevelse

En generell tilbakemelding fra bransjen er at utvikling av prosedyrer er et område en har jobbet mye med de seinere årene, og at styrende dokumentasjon og brønnkontroll-prosedyrer i dag anses som "gode nok", men at det er etterlevelsen det skorter på. Et typisk utsagn var at *"Prosedylene er gode nok, men de blir ikke fulgt"*. Det ble også uttrykt at hendelser sjelden henger sammen med manglende prosedyrer, men snarere har å gjøre med manglende kunnskap om, eller feilaktig tolkning av disse.

Det ble imidlertid av flere også trukket fram at prosedyrene er for omfattende, at de ikke kommuniseres godt nok ut til operativt personell, at de er for "tunge" og tidvis ikke oppdaterte, og at dette gjør det til en utfordring å ha god kjennskap og oversikt over prosedyrene. I denne sammenheng ble det også gitt uttrykk for at manglende kunnskap om prosedyreverket i verste fall kunne føre til ansvarsfraskrivelse – at ting rett og slett ikke ble gjort i frykt for at en skulle bryte en prosedyre.

Et annet forhold som ble trukket fram som tidvis utfordrende er at operatørene i utgangspunktet ønsker å bruke sine prosedyrer, mens boreentreprenørene på sin side ønsker å benytte egne prosedyrer: *"Vi kan jobbe for 3-4 operatører i løpet av et år. Derfor er det viktig at vi får bruke våre egne prosedyrer – ansvaret for å stenge inne ligger hos oss"*. Å bygge bro mellom (eng. "bridging") operatørselskapenes og boreentreprenørenes prosedyrer ble i denne sammenheng trukket fram som et viktig hjelpemiddel for å bli enige om hvordan en gjør ting.

¹⁵ IWCF = International Well Control Forum, se www.iwcf.org.

Det ble også gitt uttrykk for at bruk av innleide konsulenter, for eksempel som boreledere, kunne være en utfordring, siden disse "hopper fra tue til tue" og derfor ikke alltid har tid til å sette seg inn i rådende prosedyrer ombord. *"Konsulentene har ofte sine egne prosedyrer i hodet og i tillegg kvier de seg for å stenge ned en brønn siden de er avhengig av å levere resultater"* var blant annet et utsagn vi fikk høre. Det skal imidlertid sies at det også ble trukket fram at *"det er etter hvert mange flinke konsulenter der ute"* og at dette også gjaldt for innleide boreledere.

10.4.1.4 En kultur for å si fra - stoppkriterier

Mange av informanter pekte på viktigheten av å ha en kultur som tilsier at med én gang en er usikker, så stenger en inne brønnen. Det ble i denne sammenheng gitt generelt uttrykk for at bransjen har forbedret seg betraktelig, og at en i dag har åpne dører og en "én for alle - alle for én"-kultur som tilsier at borer alltid skal avbryte en operasjon dersom han/hun er usikker. Mens en tidligere hadde en tendens til å vente og se og dessuten forhøre seg med overordnede, er det i dag fokus på at borer skal stenge ned uten at dette skal stilles spørsmål ved. Mange nye, unge folk i bransjen ble trukket fram som én av årsakene til denne kulturendringen.

Det ble videre gitt uttrykk for at en trenger klare kriterier for når en operasjon skal avbrytes. Dette er ofte eget tema for samlinger og møter før oppstart av en ny brønn, eller i forbindelse med at en har valgt ny boreentreprenør. Når vi ba informantene om å eksemplifisere hvordan stoppkriteriene var formulert, var svarene imidlertid noe unnavikende og stort sett i form av *"når en er usikker"* og/eller *"når en har kick signaler"*. Det ble ellers henvist til tabeller med krav til testing og akseptkriterier i NORSOK D-010. Det ble også trukket fram at konkrete stoppkriterier er mer omfattende i HPHT¹⁶ boring som generelt er mer prosedyrestyrt.

Til tross for en generell god kultur for å si fra og stoppe opp, ble det også pekt på enkelte skjær i sjøen i form av dobbeltkommunikasjon og avvik mellom liv og lære. Enkelte representanter fra boreentreprenørene trakk fram at de av og til opplever utidig press fra enkelte av operatørselskapenes representanter (oftest boreleder), og at utsagn som *"du burde ventet med å stenge ned og først hørt med meg"* eller *"du burde skjont at det ikke var nødvendig å stoppe"* dessverre ikke er helt uvanlige. Det at operatørselskapet i møter er tydelig på at en aldri skal betvile det å stenge ned, samtidig som at en i felt kommuniserer det motsatte, er nok i stor grad personavhengig, men anses samtidig som et kulturproblem drevet primært av økonomi. Bruk av innleide konsulenter ble i denne sammenheng også nevnt, siden de vil ha en viss egeninteresse av å levere resultater og holde operasjonen i gang.

10.4.1.5 Tekniske systemer og årsaker

Gjennomgående var det slik at informantene fokuserte mer på menneskets rolle enn teknologiens rolle når de skulle forklare hovedårsaker til brønnkontrollhendelser. Når det gjaldt de tekniske systemene, ga noen til og med uttrykk for at disse i stor grad er "gode nok", og at det derfor er naturlig at fokus settes inn mot operativt personell i form av opplæring og holdningsskapende arbeid.

Til tross for en viss grad av tilfredshet med teknologien, var det spesielt to områder hvor mange informanter mente det var rom for forbedringer:

- Usikkerhet i reservoarprediksjoner
- Systemer for deteksjon av brønnspar

Geologisk usikkerhet er en viktig del av hverdagen for bore- og brønnpersonell, og et tema de fleste av informantene var opptatt av. I motsetning til produksjon oppe på en innretning hvor utstyr og omgivelser kan tas og føles på, ligger mye av problemene

¹⁶ HPHT: High Pressure, High Temperature er knyttet til brønner som bores inn i en formasjon med forventet innestengt brønnehodetrykk større enn 690 bar og/eller bunnhullstemperatur som overstiger 150 °C (NORSOK D-010). Slike brønner har pga. høye trykk og/eller temperaturer et større risikopotensial enn "tradisjonelle" brønner med lavere trykk/temperaturer.

knyttet til brønnkontroll skjult nede i brønnen. "50 % av hendelsene bygger på feil trykkprognoser" var et utsagn som gikk igjen. Et annet utsagn som flere gjentok, var at få av feilene ligger oppe på innretningene; "*problemer er ofte knyttet til brønndesign og fôringsrør og sementering, vindu for å bore videre osv. Det er nede i grunnen mye av kompleksiteten ligger*". Manglende reservoarforståelse ble primært forklart ut i fra to forhold: (1) nye felter hvor en går inn uten tilstrekkelig forhåndskunnskap om geologiske forhold i undergrunnen, og (2) et økende antall modne felter med gamle tappede brønner og redusert reservoarstyrke, hvor trykkforholdene endrer seg som en følge av langtids vann-/gassinjeksjon, hvor en har store differensialtrykk i reservoarene og hvor en også kan oppleve uforutsette "påvirkninger" mellom brønner pga. langvarig injeksjon.

Et annet tema knyttet til teknologi som mange av informantene var opptatt av, var systemer for brønnovervåkning og *deteksjon av brønnspar*. Disse systemene består av et stort antall sensorer fra ulike kilder, og selve implementeringen varierer fra innretning til innretning. Generelt benytter imidlertid alle seg av nivåmåling i slamtanker og raten av boreslam inn/ut av brønnen. Mulige forbedringer av dette systemet er nærmere diskutert i delkapittel 10.7.

Systemer for deteksjon av brønnspar henger tett sammen med *utforming av borekabin* og presentasjon av informasjon for borer og borevæskelogger, og dette var også et tema som flere informanter kom inn på. Moderne borekabiner er i stor grad tilpasset "Play-station-generasjonen" og en står derfor i fare for å miste følelsen av, og å ha fysisk kontakt med hva en holder på med, og hvilke krefter en opererer med. Det ble også pekt på at enkelte skjermbaserte systemer er slik at en må bla gjennom mange skjermbilder for å komme til rett bilde. Dette er motivert ut ifra ønsket om å redusere antall skjermer, men gir utfordringer knyttet til brukervennlighet og sårbarhet ved utfall ("svart skjerm").

Samtidig som flere pekte på utfordringer knyttet til tekniske systemer for deteksjon av brønnspar, var også et sentralt spørsmål for mange dilemmaet knyttet til hva systemene skal oppdage, versus hva en bør forvente at operatørene selv oppdager. Det ble vist til at en i etterkant av flere hendelser har sett at faresignalene har vært der, men enten pga. manglende oppmerksomhet hos operatørene, distraksjoner fra andre aktiviteter, eller kanskje manglende fysisk kontakt med elementene, er disse signalene blitt oversett. En tendens til å forsøke å forklare/bortforklare avvik fra det normale, for eksempel avvikende trykktester eller innstrømningstester, er også noe en ofte har sett en tendens til i etterkant av hendelser.

Avledersystemet (eng. *divertersystemet*) som skal benyttes for å lede uønsket brønnstrøm bort fra innretningen for å hindre antennelse av hydrokarboner, ble også av flere omtalt som en "gråson" hvor det er varierende design og varierende praksis for eksempel for testing. På enkelte faste innretninger er dette systemet fjernet etter en sikkerhetsvurdering, mens det på flyterigger er obligatorisk. Økt standardisering og tydeligere krav til avledersystemet, blant annet gjennom oppdatering av NORSOK D-010, ble derfor trukket fram.

10.4.1.6 Om årsakene til et økt antall brønnkontrollhendelser de seinere årene

Informantene ble bedt om å kommentere på den negative utviklingen i antall brønnkontrollhendelser for perioden 2008 – 2010. Flere svarte at de var usikre på hva årsakene kunne være, siden bransjen generelt har hatt et økt fokus på brønnkontroll de seinere årene. Av forhold som de fleste likevel nevnte, var økt kompleksitet og vanskeligere brønner. Det ble pekt på modne felt hvor en opererer med brønner hvor boremarginene er mindre enn tidligere, og at dette kan være en årsak til flere hendelser. Manglende praktisk kompetanse hos nytt personell ble også nevnt som en mulig årsak. Nye metoder for boring som en årsak til flere brønnkontrollhendelser ble ikke trukket fram eksplisitt av informantene.

Det ble også av flere informanter trukket fram at bransjen til dels har et ulikt rapporteringsnivå på brønnkontrollhendelser, og at en har behov for tydeligere definisjoner og mer samkjørte krav til rapportering og rapporteringskriterier. Det ble blant annet gitt

eksempler hvor boreentreprenøren mente en sto ovenfor en brønnkontrollhendelse, mens operatørselskapet selv hadde valgt ikke å definere hendelsen slik. Enkelte mente derfor at statistikken (inkl. RNNP) dels er misvisende, og gir et skjevt inntrykk av situasjonen i industrien. Det ble i denne forbindelse kommentert at en mener det er galt å inkludere grunn gass-hendelser som en del av brønnkontrollhendelsene pga. deres spesielle karakter og det faktum at grunn gass normalt skjer i forbindelse med boring av pilothull (og at økende andel av brønner med pilothull er positivt for sikkerheten).

10.4.1.7 Bruk av KPIer ("Key Performance Indicators")

Alle selskapene vi snakket med, var kjent med og benyttet seg av systemer for å måle utvalgte indikatorer (KPIer) knyttet til HMS og effektivitet. Disse systemene inkluderer typisk indikatorer knyttet til fraværsskader, uønskede hendelser, fallende last, utestående vedlikehold, antall korrektive tiltak, leveranse av brønner per år, "trippehastighet", "slips to connection"-tid, antall borede meter per time/dag, antall dager per 10.000 borede fot, leveranser innenfor kost og tid, osv.

Bruk av KPIer er et tema som engasjerer folk, og hvor det kom fram mange og til dels sterke og divergerende synspunkter. Det er derfor tydelig at KPI-systemene oppleves veldig individuelt og subjektivt, noe som kan ha sammenheng med hvordan KPI-systemene er implementert i selskapene, men også med personlige oppfatninger og preferanser. Enkelte mener slike systemer er helt uproblematisk og til dels nødvendige, mens andre synes de kan virke stressende og til og med gå på bekostning av sikkerheten.

Blant positive kommentarer til KPI-systemene var:

- Innføring av slike systemer har vært en øyeåpner for bransjen og har vært viktig for å få ned kostnadsnivået på norsk sokkel. Det har ført til økt effektivitet og har til dels vært en forutsetning for at enkelte felt har blitt bygd ut.
- Slike systemer oppfattes som gode og nyttige redskap for "benchmarking", både mellom skift, innretninger, og også mellom selskaper.
- Slike systemer er nyttige for å sikre konsistens i operasjoner - at en gjør ting på samme måte og til å forklare hvorfor resultater varierer fra dag til dag. På denne måten har systemene en misjon i forhold til å få bransjen til å tenke likt (standardisering).
- Dersom det viser seg at enkelte skift/borere presterer mye bedre enn andre, er det vanlig at en sjekker hvorfor og ser nærmere på årsakene. Det kan da vise seg at den/de det gjelder tar snarveier og gjør ting på en måte som andre skift ikke gjør. Systemet kan på denne måten ha en positiv effekt på sikkerheten.
- Det ble av enkelte pekt på at en under boring i stor grad var begrenset av operasjonelle og tekniske forhold som i seg selv begrenset borehastigheten og at en derfor mente at "KPI-målingene" var uproblematisk.

Det kom som sagt også fram flere negative synspunkter på KPI-systemene:

- Kravene om å bore raskest mulig samtidig som en skal ta det med ro og utøve forsiktighet, oppleves av flere som motstridende [Sitat] *"KPIer kan fremheve at det var en lite produktiv dag, men sikkerheten kan ha blitt ivaretatt på en utmerket måte. Dette fremgår imidlertid ikke alltid av regnskapet"*.
- Systemene og det sterke fokuset på KPIer oppleves som en del av et stadig økende effektiviseringskrav fra kundene og kan medføre press med hensyn til sikkerhet. Intensjonene er gode, men resultatet blir et veldig fokus og press på enkelte skift som er dårligere enn andre.
- KPI-systemene krever mye tid og ressurser og tar delvis fokus vekk fra brønn-sikkerhet og storulykkesrisiko. Det trekkes fram at en for eksempel på morgenmøter bruker veldig mye tid til å diskutere "andre ting" slik som helsevalg, kosthold, sikkerhetssamtaler, rapportering, osv., som i seg selv er viktige temaer, men som tar tid og fokus vekk fra brønnkontroll og storulykkesrisiko.

- En brønnkontrollhendelse vil trekke ned på KPI resultatet og vil, kombinert med til dels uklare rapporteringskriterier, kunne medføre at en unnlater å rapportere hendelser som er i grenseland.
- KPI-systemene ivaretar ikke det enkelte menneske [Sitat] *"Vi er mennesker og ingen kjører bil likt"*.
- Det er uklart hvilke effekter slike KPI-systemer har på hver enkelt [Sitat] *"En har for lite kunnskap om hva slike KPI-systemer gjør med folk som blir målt hele tiden"*.

Et poeng som flere informanter trakk fram, er viktigheten av hvordan KPIer og samle-resultater presenteres og formidles til operativt personell. Her er det alfa omega at resultatene filtreres og presenteres på en måte som fremhever positive forhold, og ikke kan oppfattes som press på den enkelte. Flere selskaper, både operatører og bore-entreprenører, hadde egne stillinger som blant annet jobbet med sammenstilling, presentasjon og formidling av KPI-resultater.

Det skal til slutt nevnes at det ikke var slik at operatørselskaper og boreentreprenører var i to forskjellige "leirer" med hensyn til synspunkter på KPI-systemene. Både hos operatørselskaper og hos boreentreprenører var det folk med grunnleggende ulike synspunkter på disse målesystemene.

10.4.2 Bruk av risikoanalyser i planlegging og gjennomføring av bore-operasjoner

Som en del av intervjuene ble informantene stilt en del spørsmål knyttet til bruk av risikoanalyser i planlegging, forberedelser og gjennomføring av boreoperasjoner. Det ble også stilt spørsmål knyttet til planlegging mer generelt. Noen utvalgte resultater fra intervjuene er referert under. Temaet er dessuten diskutert nærmere i delkapittel 10.8.

10.4.2.1 Generelle kommentarer til dagens risikoanalyser

Informantene ga generelt uttrykk for at risikoregisteret (se delkapittel 10.8. for diskusjon/forklaring) var et vel innarbeidet verktøy som ble ansett som spesielt nyttig i forbindelse med planlegging av en operasjon. Det ble også pekt på at det hadde vært en stor utvikling i bruk og omfang av risikoanalyser de seinere årene. Noen utfordringer informantene pekte på knyttet til risikoanalyseprosessen:

- *Involvering.* Ansvarlig bore-/brønningeniør hos operatørselskapet forbereder og leder ofte arbeidet med utarbeidelse av risikoregisteret og boreplaner, og har i utgangspunktet allerede utarbeidet et grovt risikoregister når boreentreprenør og personell fra brønnserviceselskaper blir trukket inn i prosessen etter behov. Det ble trukket fram at prosessen med risikoidentifisering og aktiv involvering av personell fra boreentreprenør og brønnserviceselskaper, var avhengig av hvilket forarbeid som var gjort, og prosessen som ble kjørt i møtene hvor partene deltar. Det ble pekt på som en utfordring å få involvert alle i møtene og få til en effektiv identifisering av nye risikoer.
- *Ressursbruk.* Flere pekte på at prosessen med å utarbeide og vedlikeholde risikoregisteret var svært ressurskrevende og ofte involverte et stort antall personer. Samtidig ble det av flere trukket fram at prosessen ofte bærer preg av "klipp og lim" og at risikoregisteret for en ny brønn ofte blir en kopi av forrige borede brønn. Andre mente imidlertid at den store ressursbruken snarere indikerte at en var for lite flink til å gjenbruke resultater fra tidligere, og at det generelt var vanskelig/tidkrevende å hente inn tilstrekkelig erfaring fra naboprojekt.
- *Kommunikasjon av "risikobildet" til personell i felt.* Det ble av flere pekt på utfordringer knyttet til å overføre erfaringene fra alle analysene og vurderingene som gjøres på land, til personell offshore, og å ha oversikt over alle forutsetningene som ligger til grunn for analysene (*"vanskelig å kjenne til det enorme*

arbeidet som er gjort på land"). Flere informanter etterlyste en annen måte å gjøre "risk assessment" på som var enklere å gjennomføre, og enklere å kommunisere i felt. Det ble for eksempel pekt på som en stor utfordring å kommunisere lange risikomatriser ut til operativt personell.

- *Fokus for analysene.* I analyser hvor en skal vurdere frekvens- og konsekvensklasser av ulike hendelser, blir det lett fokus på selve kvantifiseringen, og mye tid går med til dette på bekostning av andre viktige aspekter som vurdering av nye risikoer og gode tiltak. Selve brønnskrollaspektet kan dermed komme noe i bakgrunnen, og effekten av en analyse kan i verste fall være at [Sitat]: *"Du kan få en vanskelig brønn til å se lett ut, og tilsvarende en lett brønn til å se vanskelig ut"*. Det ble også pekt på at risikoregisteret ofte blir veldig langt, og at en ikke evner å prioritere risikoene godt nok, for eksempel ved hjelp av akseptgrenser.
- *Manglende fleksibilitet ved endringer.* Risikoregisteret foreligger normalt som et regneark, og det ble pekt på at dette systemet har begrenset fleksibilitet, spesielt knyttet til å vurdere endringer. Dette er nærmere i diskutert i delkapittel 10.8.

10.4.3 Barrierer og barrierestyring

Med barrierestyring forstås her de prosesser, systemer, løsninger og tiltak en må ha på plass for å sikre at barrierene til enhver tid opprettholder sin funksjonalitet slik at en oppnår den påkrevde risikoreduksjon (Petroleumstilsynet, 2011b). I tillegg til diskusjonen under, er temaet noe nærmere diskutert i delkapittel 10.8.

10.4.3.1 Generelt om barrierer og barrierestyring

På direkte spørsmål om hva informantene tenker på som barrierer, nevner de fleste primær- og sekundærbarrieren under normal boring, dvs. slamsøylen og BOP. Enkelte trekker også fram sement, føringsrør, brønnhode og systemer for deteksjon av brønns-spark. I forhold til organisatoriske barrierer og barriereelementer og krav til disse, fikk vi i liten grad entydige og klare svar på hva informantene la i dette, men krav til kompetanse (kurs) ble nevnt av flere informanter.

På spørsmål om hva informantene la i begrepet barrierestyring, trekker de fleste fram barrierediagrammene som et konkret eksempel på hvordan barrierene identifiseres og beskrives. Et selskap pekte også på "Bow-tie" som en metodikk som benyttes for å identifisere og beskrive barrierene. Når det gjelder barrierediagrammene, ble det av flere uttrykt at dette var noe en brukte mye tid på, og at slike diagrammer blir utviklet for hver seksjon av en brønn. Det ble videre pekt på at barrierediagrammene i liten grad var knyttet direkte opp mot risikoregisteret, men at diagrammene normalt var vedlegg til de detaljerte boreprosedyrene. Det ble også sagt at barrierediagrammer tidvis kunne være vanskelige å lese og forstå, og at de i varierende grad ble brukt aktivt under selve boringen.

10.4.3.2 Testing av barrierer og krav til utstyr

Når det gjelder testing av og krav til utstyr, er det BOP som alle trekker fram, og som tydeligvis har størst oppmerksomhet i bransjen, ikke minst etter Deepwater Horizon-ulykken. Denne barrieren er gjenstand for et svært omfattende testregime – ifølge enkelte for omfattende (*"vi tester BOPen ihjel"*). For andre systemer slik som utstyr for slam-miksing, instrumenter for deteksjon av brønns-spark og avledersystemet, var det større variasjoner i svarene og det virker ikke som det er noen ensartet praksis i bransjen.

Med hensyn til ytelseskrav for BOP, er det funksjonelle krav i form av respons-/lukketider, akkumulatorkapasitet og hydraulikkforbruk, trykkintegritet, osv. som har fokus. Noen selskaper nevner at de har selvpålagte pålitelighetskrav, eksempelvis at de aksepterer 1,5 % feil på BOP komponenter, uten at dette synes å stå sentralt i forbindelse med oppfølgingen av BOP. Generelt synes det imidlertid som om pålitelighetskrav til tekniske

brønnbarrierer og barriereelementer er lite utbredt og kjent i bransjen, og at den operasjonelle forståelsen av pålitelighetsbegrepet er noe begrenset (*"vi har ikke feil på vårt utstyr"*).

10.4.4 Tiltak for å redusere antall brønnkontrollhendelser

På spørsmål om hvilke tiltak som ville være de mest sentrale for å redusere antall brønnkontrollhendelser i fremtiden, synes det å være mest fokus på tiltak knyttet til organisasjon og ledelse. Det ble også foreslått konkrete tiltak knyttet til forbedret teknologi.

10.4.4.1 Tiltak knyttet til organisasjon og ledelse

Følgende tiltak/tiltaksområder ble spesielt fremhevet av informantene:

- Mer praktisk systemkompetanse og trening på realistiske scenarier
- Bygge en åpenhetskultur
- Bedre etterlevelse av prosedyrer
- Bedre arbeidssituasjon for personell i borekabinen
- Økt tilstedeværelse ute i felt for operatørselskapets representanter
- Bedre prosesser for brønnplanlegging
- Bedre erfaringsoverføring og læring etter hendelser

Mer praktisk systemkompetanse og trening på realistiske scenarier

Det er behov for mer praktisk systemkompetanse blant de ansatte i bore- og brønnoperasjoner, dvs. bedre kunnskap om og kjennskap til de tekniske systemene og barrierene som benyttes under boring. Dette behovet har økt i takt med lavere erfaringsnivå i bransjen, grunnet stor turnover og bratt karrierestige. Informantene etterlyser mer trening på realistiske scenarier for håndtering av brønnkontrollsituasjoner og mer bruk av simulatorer. Dagens simulatortrening fokuserer på det som skjer *etter* en nedstengning; en ønsker mer trening i håndtering av situasjoner *i forkant* av en eventuell nedstengning. En etterspør mer intern kursing, med større del av mannskapet (operatørselskap/bore-entreprenør/leverandører) slik at en får en *helhetlig* oversikt over de utfordringene en står overfor, og hvordan disse kan løses i fellesskap. Det er ifølge flere informanter også behov for å justere innholdet i de obligatoriske brønnkontrollkursene (IWCF¹⁷-kursene).

Bygge en åpenhetskultur

Det er behov for å videreutvikle en kultur hvor det er lov å si fra og hvor det er helt greit å avbryte operasjon og stenge inne brønnen med en gang en er usikker. En må kunne stenge ned uten at dette skal stilles spørsmål ved. *"Vi må ha en sikkerhetskultur som springer ut fra ledelsen"*. Informantene var opptatt av gode rammer for å kunne jobbe sikkert, utvikle god samhandling mellom personell der en tar ansvar for sine fagområder og spiller inn i fellesskapet. En bør utvikle en kultur der det er høyt under taket, der uenigheter og bekymringer kommer åpent fram og tas på alvor i organisasjonen.

Bedre etterlevelse av prosedyrer

Informanter fra både operatørselskaper og boreentreprenører mente at bedre etterlevelse av prosedyrer er viktig for å redusere antall brønnkontrollhendelser. Grad av etterlevelse vil avhenge av flere faktorer, bl.a. 1) om prosedyrene oppfattes fornuftige og effektive, 2) om en har fått den nødvendige opplæringen, 3) om antall prosedyrer som den enkelte må forholde seg til, holdes på et rimelig nivå, og 4) om detaljeringsgraden er tilpasset den arbeidsoppgaven som skal gjøres. Bruk av signerte lister og steg-for-steg prosedyrer ble trukket fram som et nyttig verktøy for å sikre etterlevelse. Det ble hevdet at signering med navn ville gi større eierskap og være mer forpliktende. Videre vil detaljerte steg-for-steg prosedyrer kunne virke kompenserende for begrenset operasjonell erfaring. Samtidig var informantene tydelig på at en burde tenke grundig gjennom behovene for nye prosedyrer. Mange og detaljerte prosedyrer kan føre til ansvars-

¹⁷ IWCF: International Well Control Forum.

fraskrivelse og unnlater, av frykt for å bryte en prosedyre, samtidig som en kan miste treningen i å løse uforutsette problemer.

Bedre arbeidssituasjon for personell i borekabinen

Arbeidssituasjonen for borer og planlegger i borekabinen kan ifølge informantene forbedres gjennom følgende virkemidler:

- Gi mer kvalifisert beslutningsunderlag til borer og planlegger ved å etablere trender fra statistikk og å sørge for visualisering av sentrale parametere i bore- og brønnoperasjoner.
- Skjerme borer mest mulig fra forstyrrelser, blant annet ved å unngå unødige telefoner og besøk i borekabinen ("*borer kan ses på som en pilot på et fly*"). Borer må ha fred og ro til å utføre sine kjerneoppgaver.
- Tilrettelegge for bedre volumkontroll knyttet til boreslam inn/ut av brønnen og tidlig deteksjon av brønnsparke.
- Sikre robust organisering av boreteamet, bl.a. knyttet til arbeidsfordeling og rutiner ved skiftavløsning.

Økt tilstedeværelse ute i felt for operatørselskapets representanter

Informanter fra operatørselskapene ønsket seg færre forstyrrende elementer, slik at en kunne fokusere 100 % på det som er viktig i jobben. Det er behov for mindre byråkrati og rapporteringskrav for operatørselskapets representanter ute på riggen. En blir sittende for mye på kontoret, framfor å ha tid til å være en ressurs og å kunne føre tilsyn med aktivitetene på boredekket. En representant for borelederne hevdet at én av hans viktigste oppgaver var å motarbeide selvtilfredshet ved hele tiden å utfordre og motivere for å gjøre ting bedre. Det ble foreslått en gjennomgang av boreleders arbeidsoppgaver og prioritering av tidsbruk, f.eks. forhold knyttet til:

- Hva som "spiser opp" tiden til boreleder (rapportering, møter)
- Nytteverdien av at borerapportene er blitt lengre og lengre (borerapportene er veldig tekniske; hvem/hvordan benyttes informasjonen i rapportene?)
- Begrensninger knyttet til IKT-løsninger (f.eks. at manglende fiberoptikk på enkelte rigger vanskeliggjør arbeidet med rapportering til land)

Bedre prosesser for brønnplanlegging

Informantene ga uttrykk for at det er mye å hente på bedre prosesser for brønnplanlegging. Det er viktig å ta seg tid til å gjøre de riktige strategiske valgene i planleggingsfasen av brønnen; tenke seksjon for seksjon og å ha en strategi for å kunne takle hendelser dersom en kjører seg inn i problemer. God reservoarforståelse (basert på input fra geologer hos operatørselskapene) er en forutsetning for god brønnplanlegging, og en trenger bedre trykkprognoser. Erfaringene fra ett boreprogram implementeres i stor grad i neste program, men høy turnover gjør at det er vanskelig å se lenger enn to år tilbake. For å sikre god samhandling mellom operatørselskap og boreentreprenør/leverandører i operasjonsfasen er det viktig med tidlig involvering i planer, og at en har fysiske samlinger der en får innblikk i andre aktører sine operasjoner. Det er behov for å øke forståelsen for at enhver brønn er unik og krever spesiell oppmerksomhet og oppfølging. Det framkom også forslag om å involvere boreleder i workshoper (i forbindelse med utvikling av brønnprogram), i og med at boreleder er bindeledd mot land.

Bedre erfaringsoverføring og læring etter hendelser

Enkelte informanter hevdet at det har vært noe ensidig fokus på rapportering av HMS-hendelser (skader på personell, utslipp til miljø), og i mindre grad hendelser med storulykkespotensial. Videre ble det hevdet at i søken etter bakenforliggende årsaker er fokuset på teknologi blitt noe underordnet. Granskningsprosessen bør derfor sikre at forhold knyttet til teknologi blir ivaretatt like systematisk som menneskelige og organisatoriske faktorer. Andre forhold som ble vektlagt av informantene var:

- Bedre formidling av erfaringer og tiltak mellom riggene
- Flere fysiske samlinger for erfaringsutveksling internt, og på tvers av selskaper

- Behov for å utvikle gode metoder for formidling av erfaringer og læring etter hendelser

10.4.4.2 Tiltak knyttet til forbedret teknologi

Under diskusjon om de tekniske systemene fikk vi en del forslag til mulige forbedringer. Noen av tiltakene som ble trukket fram er listet under:

- Bedre systemer for tidlig deteksjon av brønnsplask ble trukket fram av flere. Herunder, å se nærmere på alarmsystemet og arbeidsmiljøet til borerne. Dette er nærmere diskutert i delkapittel 10.7.
- Erfaringer og rutiner fra boring av HPHT brønner kan i større grad benyttes i tradisjonell boring, for eksempel bruk av "Fingerprinting"¹⁸, og maksimum antall tillatt aktive slamtanker i bruk samtidig (for å redusere usikkerheten i volumberegninger knyttet til boreslam inn/ut av brønnen).
- Det å sette det øverste føringsrøret ("topp-casingen") litt dypere ble trukket fram som et nyttig tiltak som blir brukt for å bedre sikkerheten.
- Bedre seismikkmodeller (4D) som ser forkastninger er viktig for å avdekke risiko for grunn gass, og for å oppdage alternative lekkasjeveier i undergrunnen. Det ble pekt på at dataprosessering kan forbedres og at en i dag ikke benytter undergrunnsforståelsen godt nok.
- Mer automatisering knyttet til håndtering av boreslam. I dag kan måten å starte pumpene på være forskjellig mellom ulike skift/besetninger. Det bør være et mål å standardisere operasjonene.
- Bedre systemer for å logge kvalitet av sement og mulige gasslommer bak føringsrør ved sidestegsboring, bl.a. TTRD (Through Tubing Rotary Drilling).
- Se nærmere på avledersystemet og kravene til separator for borevæske. Informantene peker på ulik design og operasjon av disse systemene. Blant annet er det usikkerhet rundt hvorvidt en på "norske innretninger" har systemer med kobling mellom separator for borevæske og over bord-linjene (slik at en i verste fall kan lede brønnstrømmen feil i en nødsituasjon). Det pekes også på at krav til avledersystemet i regelverk og standarder (som NORSOK D-010) er begrenset.

10.5 Diskusjon av resultater fra intervjuer og gjennomgang av granskningsrapporter

I dette delkapitlet diskuteres noen hovedinntrykk fra intervjuene, samtidig som det gjøres sammenlikninger med resultater fra gjennomgangen av granskninger og hendelsesrapporter. Det er mange fellestrekk, men også en god del sprik som kan være interessant å diskutere litt nærmere.

10.5.1 Noen hovedinntrykk fra intervjuene

Samtalene med fagfolkene innenfor bore- og brønnoperasjoner avslørte at den enkeltes erfaring med brønnskrollhendelser var begrenset. Noen hadde erfaring fra to, men sjelden flere enn tre hendelser, og disse var stort sett ikke ansett som alvorlige nok til å bli gransket. Generelt er det noe uklart hvilke kriterier bransjen benytter med hensyn til når en hendelse skal granskas. Dette, sammen med en generell oppfatning av at brønnsplask - og ikke minst hendelser med grunn gass - er noe en stort sett håndterer operasjonelt, kan være en forklaring på at såpass få hendelser totalt sett er blitt gransket.

Vi møter videre en bransje som mener at systemene, både de tekniske og administrative, jevnt over er bra, og at det i første rekke er på det menneskelige plan det svikter. Dette eksemplifiseres blant annet gjennom ulykken med Deepwater Horizon, hvor det pekes på

¹⁸ "Fingerprinting" er en teknikk som benyttes for å sjekke at en boreoperasjon forløper som forventet. En pumper mot stengt brønn (dvs. før en borer gjennom sementskoen) og etablerer kurve på trykkutvikling målt mot tid, både på pumping og på retur. En bruker deretter dette som fasit for å sjekke mot faktiske kurver under selve boreoperasjonen. Er det avvik, kan det være tegn på innstrømming eller tapt sirkulasjon, og man bør da stenge inne og sjekke ut.

at mange signaler på at noe var galt var til stede, men hvor en serie av feiltolkninger og bortforklaringer (jfr. for eksempel "bladder" effekten) førte til katastrofe. Bransjens hovedfokus er derfor i stor grad på kompetanseheving og økt risikoforståelse hos operativt personell, samt etterlevelse av prosedyrer.

Når det gjelder bransjens syn på ny teknologi, innføring av *integreerte operasjoner* (IO)¹⁹ og nye metoder for boring (for eksempel trykbalansert boring), er "avmålt skepsis" kanskje et riktig begrep å benytte. Spesielt boreentreprenørene ga uttrykk for slike synspunkter, noe som kan være historisk betinget ved at det i stor grad har vært operatørselskapene som har diktert strategi mht. valg av teknologi og boremetode.

Et hovedinntrykk vi sitter igjen med er en bransje som er fullt klar over det risiko-potensialet som ligger i brønnkontrollhendelser, som jobber praktisk og systematisk med å bli bedre, men som samtidig mener de har ganske bra kontroll, blant annet med henvisning til det begrensede antall alvorlige hendelser en tross alt opplever.

10.5.2 Forhold hvor granskninger og intervjuer delvis understøtter hverandre

Fra granskningene ser vi at mangler i planlegging/forberedelser og risikovurderinger/-analyser utgjør en betydelig del av de bakenforliggende årsakene. Dette forsterkes av resultater fra intervjuene hvor det pekes på at problemene ofte "ligger i undergrunnen" og at vanskelige brønner/reservoarer, geologisk usikkerhet og for dårlige reservoar-prediksjoner er en betydelig utfordring. Videre påpeker flere informanter at systemer for deteksjon av brønnsparke har potensial for forbedringer, noe som understøttes av resultater fra granskningene.

Når det gjelder tiltak for å unngå brønnkontrollhendelser, ser en at intervjuer og granskninger understøtter hverandre. I granskningene er det i hovedsak foreslått organisatoriske tiltak (prosedyrer, verifikasjoner, opplæring, osv.), og dette er også fokus når vi spør informantene om hvilke tiltak de ser på som viktigst. Dette bildet forsterkes ytterligere av responsen vi fikk på skjemaene som selskapene har fylt ut på tiltak (se delkapittel 10.3).

En viktig observasjon er at til tross for at både intervjuer og granskningsrapporter peker på mangelfulle risikoanalyser og mangelfull planlegging som viktige bakenforliggende årsaker, er dette utfordringer hvor det tydeligvis er vanskelig å utvikle konkrete tiltak. Dette er nærmere diskutert i delkapittel 10.8.

10.5.3 Forskjeller i årsaksforklaringer

To områder peker seg ut som spesielt avvikende når vi ser på forklaring av årsaker til brønnkontrollhendelser i granskninger, sammenlignet med intervjuene; kompetanse og betydningen av tekniske årsaker.

10.5.3.1 Kompetanse

En sentral årsak til brønnkontrollhendelser som ble trukket fram i mange intervjuer, var mangelfull realkompetanse og praktisk erfaring hos operativt personell. Det ble her blant annet pekt på kjappe karriereopprykk, en generell "boom" i bransjen og også dagens skiftordning som grunner til at operativt personell av og til mangler praktisk erfaring. Når vi analyserer granskningene, finner vi imidlertid at bare 4 % av bakenforliggende årsaker forklares med manglende kompetanse/opplæring.

Så hvorfor dette spriket? Én mulig forklaring kan være at intervjusituasjonen er mer uformell enn det som framkommer i en skriftlig granskning, og at en i en granskning

¹⁹ IO: "Integrerte operasjoner" benyttes som et samlebegrep på nye samarbeidsformer mellom hav og land, og som tar sikte på bedre utnyttelse av fagkompetansen på land ved gjennomføring av operasjoner offshore. Dette for å effektivisere og optimalisere prosessene. En hovedforutsetning for effektiv IO er sanntidsoverføring av store datamengder mellom hav og land.

kvier seg for å påpeke forhold som kan oppfattes som politisk ukorrekte og problematiske for selskapene selv ("kompetansen skal jo være på plass"). Det bør vel i denne sammenheng nevnes at informantene var påpasselige med å påpeke at kompetansen "på papiret" var god nok (den formelle kompetansen), men at det kunne skorte på praktisk erfaring og teknisk systemkunnskap.

En annen mulig forklaring kan knyttes til at informantene i en intervjusituasjon primært vil snakke ut fra sine daglige operative erfaringer og egne vurderinger av hva som *kan* forårsake brønnkontrollhendelser. Siden de færreste (heldigvis) kan sies å ha omfattende erfaring med brønnkontrollhendelser, vil nok informantene derfor trekke fram forhold de opplever som utfordrende på riggene i forbindelse med daglig drift, uten at dette nødvendigvis er forhold som *faktisk* har forårsaket mange brønnkontrollhendelser. Dette underbygges delvis av at noen informanter påpekte at uerfarent personell ofte er forsiktig og flink med å forhøre seg med kollegaer, mens mer erfarent personell kan "kjøre på" og i enkelte tilfeller gjøre feilaktige vurderinger – noe som viser seg ved at også erfarent personell har vært involvert i alvorlige hendelser.

10.5.3.2 Teknologi og tekniske årsaker

En annen forskjell mellom resultater fra granskninger/hendelsesrapporter og resultater fra intervjuene, er det generelle fokus på teknologi og tekniske årsaker. Fra granskningene og Synergirapportene ser vi at en stor andel av hendelsene har teknisk utløsende årsaker, mye knyttet til slamsøylen (som følge av mangelfulle reservoarprediksjoner), men også systemer for deteksjon av brønnspråk. I intervjuer er det imidlertid klart størst fokus på "den menneskelige faktor" i form av manglende kompetanse og etterlevelse av prosedyrer. Informantene er også tydelige på at for dårlige reservoarprediksjoner er et stort problem, men det er generelt stor oppmerksomhet om rollen til operativt personell, snarere enn teknologien. Dette kan være et uttrykk for hva informantene mener er innenfor rekkevidde å gjøre noe med; at utvikling av nye tekniske løsninger tar lang tid og derfor ikke i samme grad blir vurdert som en sentral årsak til brønnkontrollhendelser.

Dette er interessant og illustrerer et poeng som også *IRIS-rapporten fra Gullfaks C* (Austnes-Underhaug m.fl., 2011) trekker fram, nemlig at en generelt, og hos ledende personell spesielt, kan se en sterk tro på at systemene er gode nok, og at det er hos utførende personell (mennesket) at problemene hovedsakelig ligger. Rapporten trekker fram at det er en lederoppfatning at feil som oppstår er knyttet til feilaktig bruk av de administrative systemene, snarere enn systemene selv. For egen del kan vi legge til at det også synes som, på et overordna nivå, å være en generell tilfredshet med de tekniske systemene og at en derfor velger å fokusere mye på forbedret etterlevelse av prosedyrer og opplæring, snarere enn å forbedre selve teknologien. Dette er nærmere diskutert i delkapittel 10.7.

Ut fra det samlede datamaterialet har vi valgt ut fire sentrale utfordringer for å redusere antall brønnkontrollhendelser:

1. Skape rammebetingelser for god samhandling i operatør-leverandørhierarkiet
2. Sterkere satsing på tekniske tiltak for å bedre sikkerheten
3. Økt satsing på barrierestyling og bedre tilpassede risikoanalyser
4. Mer fokus på storulykkesrisiko – mer granskning av hendelser

10.6 Utfordring 1: Skape rammebetingelser for god samhandling i operatør-leverandørhierarkiet

Både gjennomgangen av gransknings- og hendelsesrapporter, og intervjuene med folk i bransjen viser at forhold knyttet til kommunikasjon og samhandling mellom ulike aktører er en viktig bidragende faktor til at det skjer brønnkontrollhendelser. Dette var også

tilfellet for ulykken med Deepwater Horizon (DWH-ulykken) 20. april 2010 og ved utblåsningen på Montara-feltet utenfor Australia 21. august 2009 (Petroleumstilsynet, 2011a; Tinmannsvik m.fl., 2011; Montara Commission of Inquiry, 2010). Resultater fra Petroleumstilsynets arbeid med HMS i kontrakter, granskninger og internasjonal forskning viser at rammebetingelser er sentrale for forebygging av storulykkesrisiko og arbeidsmiljørisiko.

Med "rammebetingelser" menes *forhold som påvirker de praktiske muligheter en organisasjon, organisasjonsenhet, gruppe eller individ har til å holde storulykkesrisiko og arbeidsmiljørisiko under kontroll*. Definisjonen innebærer at rammebetingelser utøver en indirekte påvirkning på arbeidsmiljørisiko og storulykkesrisiko, ved at de påvirker handlingsrommet, samhandlingsmuligheter, ressurser, insentiver m.m. Det dreier seg om forhold som de aktuelle aktørene ikke selv har en effektiv og umiddelbar kontroll over. Noen eksempler på rammebetingelser er insentiver i kontrakter og ansettelsesavtaler, fysiske begrensninger og plassforhold, ansettelsesforhold (for eksempel bruk av out-sourcing) og beslutningsprosesser i forbindelse med sikkerhetstiltak. Rammebetingelsene kan eksempelvis være skapt av markedet, gjennom tidligere beslutninger, gjennom beslutninger i en annen organisasjon eller på et annet organisasjonsnivå (Rosness m.fl., 2011a).

Vi er her opptatt av de rammebetingelsene som aktørene i norsk petroleumsvirksomhet kan påvirke. Vi har valgt denne vinklingen blant annet fordi vi i intervjuene møtte en oppfatning om at både de tekniske og administrative systemene jevnt over er bra, og at det i første rekke er på det menneskelige plan det svikter (delkapittel 10.5.1). Da er det naturlige neste spørsmålet hvordan en kan sette menneskene i stand til å løse krevende, sikkerhetskritiske oppgaver på en best mulig måte.

10.6.1 Aktuelle fokusområder for forbedring av rammebetingelser

Dersom en vil forbedre rammebetingelsene for samhandling, kan det være en fordel å ta utgangspunkt i konkrete situasjoner eller oppgaver som er kritiske for å ivareta sikkerheten. Vi vil her omtale fire slike situasjoner, eller oppgaver som kan være utgangspunkt for å forbedre rammebetingelser for samhandling i bore- og brønnoperasjoner. Deretter vil vi kommentere hvordan en kan gå fram for å forbedre rammebetingelsene for individer, grupper og organisasjonsenheter som står overfor krevende, sikkerhetskritiske oppgaver.

10.6.1.1 Planlegging av komplekse brønner

Bakgrunnen for dette punktet er de sikkerhetsmessige utfordringene knyttet til leting og feltutvikling i marginale olje- og gassprovinser og ambisjoner om økt oljeutvinning (delkapittel 10.1.2). Forlenget bruk av brønner fører til utfordringer rundt aldring og slitasje, og rundt det å framskaffe fullstendig dokumentasjon om brønnen. Snorre A og Gullfaks C-hendelsene illustrerer ulike aspekter ved denne kompleksiteten. Ved Snorre A hadde kompleksiteten sammenheng med brønnens historikk, skadene den var påført og reparasjonstiltakene som var iverksatt. Ved Gullfaks C var hovedutfordringen små trykk-marginer mellom poretrykk og oppsprekkestress, men lekkasje fra reservoaret gjennom dårlig sementerte fôringsrør og sprekkesystemer utenfor brønnen økte kompleksiteten ytterligere (Tinmannsvik m.fl., 2011, basert på Statoils interne granskningsrapport).

I studien av bakenforliggende årsaker til hendelsen på Gullfaks C (Austnes-Underhaug m.fl., 2011) pekes det på en rekke rammebetingelser som kan ha betydning for planlegging av komplekse brønner, for eksempel:

- Hastverk
- Beslutninger om tekniske forhold og progresjon i boreaktiviteter ble tatt uten at innspill og innvendinger fra fagpersonell ble håndtert på en tilfredsstillende måte

- Det ble foretatt beslutninger om å fortsette boreaktiviteter uten at planer for løsning av eventuelle problemer forelå
- Representanter for operativt personell syntes ikke å være med i planleggingsprosessen på land

10.6.1.2 Risikovurdering og kvalitetssikring når operative planer må endres på kort varsel

Operative planer blir ofte endret på kort varsel. Både Snorre A og Gullfaks C-hendelsen illustrerer disse utfordringene. Ved Snorre A-hendelsen ble planene for slissegjenvinning endret kort tid før operasjonen skulle gjennomføres, og et møte for risikovurdering av disse endringene ble sløffet fordi boreriggen ble tilgjengelig tidligere enn forventet, ifølge Petroleumstilsynets granskningsrapport. Ved Gullfaks C-hendelsen besluttet en å gå over til trykbalansert boring på et så sent tidspunkt at denne operasjonen måtte planlegges på tre måneder, mens det ifølge informantene til Austnes-Underhaug m.fl. (2011) var vanlig å bruke minst seks måneder på å planlegge en slik operasjon.

Rammebetingelsene som er knyttet til dette punktet overlapper med det som er beskrevet i forrige avsnitt. Forskjellen er at ønsket om tilstrekkelig tid til planlegging og risikovurderinger kan komme i konflikt med ønsket om effektiv utnyttelse av personell og utstyr.

10.6.1.3 Deteksjon og tolkning av tidlige signaler på fare for tap av brønnskroll

Tidlige signaler på at en står i fare for å tape brønnskroll, kan være svake og flertydige, eksempelvis at trykk eller volum i borevæsken utvikler seg litt annerledes enn forventet. I forbindelse med Macondo-utblåsningen fikk operatørene om bord flere indikasjoner på at noe var galt, men de tok ikke umiddelbar aksjon før borevæsken veltet utover boredekket (Chief Counsel's Report, 2011). Dette punktet dreier seg følgelig om å skape forutsetninger for at tidlige signaler på fare for tap av brønnskroll, blir oppdaget og tolket på "riktig" måte. "Riktig" kan i noen tilfelle bety at en stanser operasjonene i en situasjon hvor det i ettertid viser seg at en likevel ikke var i ferd med å tape kontroll over brønnen (se også diskusjon i delkapittel 10.7).

Relevante rammebetingelser kan være kompetansen til operativt personell, kultur for å søke en "second opinion" i tvilstilfelle, samhandling mellom borer og "borevæskeløgger", muligheter for raskt å mobilisere faglig støtte fra land, og i hvilken grad boreplanene gir støtte for å avdekke og tolke signaler på tap av brønnskroll. Det er også avgjørende at operativt personell føler de har ryggdekning for å stoppe operasjonene når de er usikre. Dette henger sammen med neste punkt – sikker håndtering av nedetidssituasjoner.

10.6.1.4 Sikker håndtering av nedetidssituasjoner

Situasjoner hvor boreoperasjoner stopper opp, kan påføre operatør og/eller bore-entreprenør store kostnader. I tillegg kan mye nedetid oppfattes som uheldig for omdømmet til boreentreprenøren (Osmundsen m.fl., 2006; Forseth m.fl., 2011). Derfor er det viktig å legge til rette for at operativt personell stopper boreoperasjonen dersom de er usikre i forhold til brønnskroll, og at en unngår at travelhet og stress i nedetids-situasjoner fører til uheldige beslutninger.

I en intervjustudie fant Forseth m.fl. (2011) at det var bred aksept for at hastverk i forbindelse med nedetidssituasjoner representerer et potensielt sikkerhetsproblem. Flere informanter i den nevnte studien mente at presset i nedetidssituasjoner ofte er høyere ved riggboring enn ved plattformboring, fordi nedetid har større økonomiske konsekvenser for boreentreprenøren ved riggboring. Informantene beskrev konkrete grep de brukte for å skjerme utøvende personell i nedetidssituasjoner, og for å kommunisere at sikkerhet har prioritet også i disse situasjonene. De la vekt på å ligge i forkant med planlegging av korrektivt vedlikehold for å forebygge nedetidssituasjoner. Videre forsøkte de å ha tidskritiske arbeidsoppgaver i bakhånd, slik at de kunne unngå at avbrytelser i planlagte operasjoner førte til nedetid. Flere informanter i studien til Forseth m.fl. (2011)

mente at både operatørselskaper og boreentreprenører i de seinere år var blitt mer bevisste på å motvirke at hastverk i forbindelse med nedetid skal føre til uønskede hendelser. Imidlertid hadde de også erfaring for at dette kunne være personavhengig – ikke alle boreledere var like flinke til å motvirke stress i nedetidssituasjoner. Disse resultatene tyder på at det allerede finnes god praksis i næringen på dette området, og at hovedoppgavene er å spre og vedlikeholde denne praksisen. Noen informanter i vår intervjustudie hadde inntrykk av at innleide boreledere følte press om å unngå nedetid sterkere enn fast ansatte boreledere (delkapittel 10.4.1).

10.6.2 Hvordan skape rammebetingelser for god samhandling?

I avsnittene ovenfor har vi nevnt en del rammebetingelser som kan ha betydning for å ivareta brønnskroll. Hensikten er ikke å foreskrive hvilke rammebetingelser aktørene i petroleumsvirksomheten bør gripe fatt i, men å stimulere til diskusjoner om hvilke rammebetingelser som er viktige, og hvordan de kan forbedres. Utgangspunktet for slike diskusjoner bør være arbeidssituasjonen til individer og organisasjonssenheter som utfører oppgaver som er kritiske for å ivareta brønnskroll.

Noen granskninger og analyser av ulykker går grundig inn på *hvorfor* aktørene handlet som de gjorde og følger årsakskjeden fra den skarpe enden og til beslutninger og forhold som påvirket rammebetingelsene for aktørene i den skarpe enden.²⁰ Slike granskninger og analyser kan gi verdifull innsikt i hvilke rammebetingelser som er viktige for sikkerheten, og hvordan disse skapes og vedlikeholdes. Dette er nærmere drøftet av Rosness m.fl. (2011b).

Dårlige rammebetingelser for å ivareta sikkerheten henger ikke sjelden sammen med hvordan målkonflikter mellom sikkerhet og konkurrerende mål er håndtert. Flere av informantene i vår studie, spesielt representanter fra boreentreprenørene, viste til situasjoner med mulige målkonflikter mellom sikkerhet og effektivitet, der en velger løsninger for å spare tid og penger framfor hensynet til sikkerhet (*"Det blir hele tida ei avveining mellom økonomi og risiko og dette er noe vi føler på hver dag. Vi har ting i utstyret og måten vi opererer på som vi skulle ønsket å ha gjort noe med. Men vi får ikke anledning å gjennomføre det fordi det koster penger"*). Et eksempel som her ble nevnt, er til dels gamle og dårlige BOP løsninger på faste innretninger, men hvor NORSOK kravene er oppfylt og en derfor velger å leve med det en har. Et annet eksempel som ble trukket fram var akustisk nødaktivering av BOP hvor en i dag har singel "kontrollpod" og derfor må trekke denne ved feil. Mangel på redundans er i dette tilfellet hovedsakelig knyttet til regularitet, men vil også påvirke sikkerheten. Også her er en imidlertid i henhold til krav, så det er vanskelig å få gehør for en endring hos riggeier/eier av utstyret. Det ble videre hevdet av informanter fra boreentreprenørene at en stadig opplever krav om effektivisering fra kunder og tidvis opplever at kundens representanter offshore setter spørsmålstegn ved hvorfor en valgte å stoppe boreoperasjonen.

Målkonflikter på lavt nivå henger ofte sammen med beslutninger på høyere nivå i organisasjonen, f.eks. hvilke tidsfrister som settes for en arbeidsoppgave eller prosjekt. Noen ganger fører målkonflikter til gradvise endringer i arbeidspraksis, slik at sikkerhetsmarginene forvitrer og gapet mellom krav/prosedyrer og faktisk arbeidspraksis øker. Dette kan føre til at en bevisst eller ubevisst nærmer seg en grense for akseptabel måte å gjennomføre jobben på. Hvis en mangler totaloversikt kan mange mindre endringer fra krav spille sammen på en måte som fører til en ulykke. Dette samsvarer med målkonflikt-perspektivet på storulykker Rasmussens (1997). Samtidig er det viktig å minne seg selv om at alle organisasjoner sliter med målkonflikter – poenget er hvordan en synliggjør dem, formidler dem og håndterer dem.

Når vi ser på de granskede hendelsene fra denne studien, er det minst et par tilfeller hvor en kan sette spørsmålstegn ved hvorvidt tydelige stoppkriterier for når en operasjon

²⁰ Noen eksempler på slike granskninger og analyser er CSB (2007), Austnes-Underhaug m.fl. (2011) og Schiefloe m.fl. (2005).

bør avbrytes, har vært til stede. Informantene gir i intervjuene uttrykk for at slike kriterier er klare nok. Selskapenes brønnkontrollprosedyrer beskriver en del kriterier/-indikatorer på mulig brønnsbank som skal medføre manuell nedstengning av brønnen. Disse kriteriene kan imidlertid oppfattes som lite absolutte (for eksempel "unexplained gain in pit volume" og "increase in return flow rate") og kan som sådan være gjenstand for individuell og situasjonsbetinget tolkning.

I forbindelse med målkonflikter mellom sikkerhet og effektivitet beskriver Rosness m.fl. (2010) følgende risikoreduserende strategier:

- Bevisstgjøring om hvordan bransjen forholder seg til målkonflikter, for eksempel kostnadskutt som besluttes på overordnet nivå. Hvem er involvert i diskusjoner om konsekvenser for det operative miljø? "Oppsøker" beslutningstakere effekten av egne beslutninger – før og etter at beslutninger fattes?
- Er involverte aktører klar over når grensen for uakseptabel risiko nærmer seg; har en f.eks. utviklet og formidlet tydelige stoppkriterier? Har erfaringene fra storulykker (for eksempel Deepwater Horizon) påvirket praksisen på dette området?
- Bevisstgjøring om hvilke krefter som presser beslutningstaking mot grensen for sikker ytelse, og hvordan slike krefter kan motvirkes for eksempel ved å følge opp resultatmål for sikkerhet på lik linje med økonomi.
- Kommunisere målkonflikter mellom økonomi og sikkerhet tydelig, med henvisning til konkrete beslutninger en kan stå overfor. De som befinner seg på operativt nivå, kan bli satt i et dilemma hvor ledere sier at sikkerhet har prioritet, mens de stilltiende kommuniserer det motsatte gjennom planlegging, oppfølging, ressursfordeling og egen atferd (jfr. diskusjonen om bruk og formidling av KPIer i delkapittel 10.4.1).

10.7 Utfordring 2: Sterkere satsing på tekniske tiltak for å bedre sikkerheten

Av Figur 2 og Figur 3 i delkapittel 10.2.1 ser en at teknisk svikt og/eller svakheter i systemene/barrierene, er funnet å være den viktigste utløsende årsakskategorien for de vurderte hendelsene. Siden næringen synes å fokuseres relativt begrenset på tekniske tiltak, er dette temaet derfor valgt ut for nærmere diskusjon.

10.7.1 Om kompleksitet og samspillet menneske/teknologi

"Tenk på en borerigg som leter etter olje som en fyrstikkeske. Tenk deg videre at fyrstikkeska er plassert på toppen av et toetasjes hus, hvor andre etasje nå er fylt med vann og første etasje med stein, sand og kanskje en del salt. Det å treffe oljereservoaret blir da som å treffe en mynt på golvet i førsteetasjen med et borerør så tynt som et hårstrå".²¹

Foruten den rent tekniske utfordringen det er å treffe et usynlig mål langt nedi undergrunnen, kan en også legge til kompliserende faktorer som mange involverte aktører som skal samhandle, hyppige omorganiseringer og nye arbeidsprosesser hos disse aktørene, økt automatisering og barrierer som endrer seg etter hvor i boreoperasjonen en befinner seg.

I en slik virkelighet er det mange som har pekt på samspillet mellom menneske, teknologi, organisasjon og omgivelsene som en helt sentral faktor for å oppnå sikre og effektive bore- og brønnoperasjoner. Som det påpekes i rapporten "Human factors i bore- og brønnoperasjoner" (Jernæs m.fl., 2005): *"For å redusere risikopotensialet i denne type aktiviteter er det nødvendig å betrakte helheten i alle forholdene som kan påvirke risikonivået. (...) Utfordringen er å få samspillet mellom menneske, teknologi og organisasjon til å fungere på en best mulig måte"*. Basert på intervjuene med fagfolk i

²¹ Hentet fra "The Economist, Technology Quarterly, Q1, 2010" (om dypvannsboring); <http://www.economist.com/node/15582301>

bransjen er det vårt inntrykk at en generelt er opptatt av aspekter knyttet til både menneske, teknologi og organisasjon, men at det er aller størst fokus på menneskets rolle. Dette gjenspeiler seg i at en ofte forklarer hendelser med "menneskelig feil" uten alltid å sette dette inn i en større sammenheng, hvor for eksempel rammebetingelser, målkonflikter eller teknologi trekkes inn.

Når det gjelder samspillet mellom menneske og teknologi, er det som diskutert i fjorårets *HC-lekkasjestudie*, minst to måter å se dette på. Enten med fokus på at det er mennesket som feiler til tross for godt tilpasset teknologi, eller en kan spørre seg om utstyrs- og prosessdesign i noen tilfeller "innbyr" til feilhandlinger. La oss se på et par konkrete brønnkontrollhendelser:

.....

Hendelse A:

I forbindelse med sammenkobling av borerør etter at man hadde boret sement og rensket opp rottehullet²² til reservoaraksjonen (8 1/2") oppsto det et 15 m³ stort brønnsparke. Direkte årsak til brønnsparket var at poretrykket i brønnen var høyere enn antatt og en derfor hadde for lav egenvekt på boreslammet.

Påfølgende granskning av hendelsen påpekte at brønnsparket kunne vært oppdaget tidligere dersom borer hadde observert strømningsmåler eller "flowline" kamera. Fordi et enkelt borerør skulle legges ut før man koblet til en ny stand (3 borerør) var borer konsentrert om å operere boreutstyret via "Top drive" kamera, og oppdaget ikke at brønnen strømmet tilbake før sammenkoblingen var ferdig og TV monitoren ble satt tilbake på "flowline" kamera. Dataingeniør fra brønnserviceselskapet oppdaget tilbakestrømningen, men misforstod en melding fra tårnmannen og antok at den skyldtes en boreslamstank som ble lagt til aktivt system.

Granskningen avslørte også flere svakheter i de tekniske systemene ombord. Deriblant at de to uavhengige systemene for overvåkning av brønnen ikke var synkronisert (4 min forskjell), det var ingen bruk av "Fingerprinting" i logge-enheten, sensor på strømning ut ("flow out sensor") i det ene loggesystemet var ugunstig plassert og alarm var ikke aktivert, menneske-maskin grensesnitt i borekabinen var ikke optimalt og det hadde vært flere tilfeller med "frys" av skjermer.

Hendelse B:

I forbindelse med utfresing av en pakning som forberedelse til trekking av fôringsrør og påfølgende sidestegsboring, strømmet fluid inn i brønnen og førte til tap av den primære brønnbarrieren (slamsøyla). Innstrømning ble bekreftet og øvre "ram" i BOP ble stengt. Under arbeidet med å gjenopprette barrieren oppstod en situasjon hvor boreslam sprutet ut på boredekk da BOP feilaktig ble åpnet. Pga. en tilbakeslagsventil var det ikke mulig å lese statisk trykk på borestrengen og trykkmåler for konstant måling av ringroms trykk på brønnehode var ikke oppkoblet. Trykket ville da vært tilgjengelig for avlesning på skjerm i bore-bua. Det er sannsynlig at det ville blitt reagert på at det var trykk under BOP og at denne da ikke ville blitt åpnet.

.....

Eksempelhendelsene over, og flere av de andre gjennomgåtte hendelsene, viser at feil gjerne oppstår som et resultat av menneskelige feilvurderinger kombinert med tekniske svakheter. Hendelse A kunne kanskje vært unngått dersom sensor på strømning ut fra brønnen hadde vært bedre plassert og alarmen aktivert, eller hvis de to systemene for overvåkning av brønnen hadde vært bedre synkronisert. Som det sies i granskningen av den andre hendelsen, manglet det sensor for trykkmåling av ringromstrykk på brønnehodet som kunne ha forhindret feilaktig åpning av BOP.

Figur 3 viser at en stor del av de utløsende årsakene kan knyttes til tekniske svakheter. Svakheter i primærbarrieren/slamsøyla henger tett sammen med uforutsette geologiske forhold i reservoaret og utgjør tilsammen omtrent 40 %. Svakheter i system for deteksjon av brønnsparke gir også et signifikant bidrag på 13 %. På den annen side ser vi fra Figur 7 at tiltak rettet direkte inn mot disse kategoriene er forholdsvis begrensede. En kvalitativ gjennomgang av tiltak spesifisert i granskningsrapportene forteller oss at det i kategorien kontroll/sjekk/verifikasjon ligger en del aksjoner som innebærer at eksis-

²² Rottehull (Eng: "Rat hole") er et ekstra hull som bores i bunnen av en seksjon for å kunne gjøre ekstra undersøkelser og for å kunne forlate utstyr og skrot som er overflødig (kilde: Schlumberger oilfield glossary).

terende systemer skal "gjennomgås", "vurderes" og "verifiseres" uten at vi i denne studien har gått konkret inn på hvor ofte dette faktiske fører til tekniske systemendringer. Fra intervjuer og mottatte svarskjemaer fra fagfolk i selskapene får vi imidlertid et generelt inntrykk av at tekniske tiltak ikke har prioritet.

Fra Figur 7 og fra intervjuene ser vi videre at spesifiserte tiltak ofte er knyttet til tilpasning og forbedring av prosedyrer og arbeidspraksis, samt opplæring og bevisstgjøring av operativt personell. Med andre ord kan det synes som at en i samspillet menneske/-teknologi – har en tendens til å fokusere på at mennesket skal "tilpasse" seg de tekniske løsningene, snarere enn at de tekniske systemene bygges om for å tilpasses brukeren. Informantene var selv innom dette temaet ved at det for eksempel ble påpekt at presentasjonen av data fra brønnen kunne forbedres/forenkles (se neste delkapittel).

10.7.2 Behov for større fokus på teknologi og tekniske tiltak

Dersom vi ser på resultatene fra gjennomgang av hendelsene og de innspill vi fikk angående behov for teknologiforbedring i intervjuene, er det to områder som peker seg ut:

- Behov for bedre poretrykks-/reservoarprediksjoner
- Bedre systemer for deteksjon av brønnspar

Når det gjelder poretrykks-/reservoarprediksjoner, er ny/forbedret teknologi, bedre styring og formidling av usikkerhet og forbedret kunnskap om områdene en borer i, viktige stikkord.

Systemer og instrumentering for deteksjon av brønnspar er et vanskelig område som ytterligere kompliseres av dype brønner med store volumer, flyterigger som beveger seg og andre pågående aktiviteter på riggen, inkludert kranbruk. Dette var imidlertid et område hvor informantene hadde flere synspunkter på utfordringer og mulige tiltak:

- Automatisk nedstengning ved deteksjon av brønnspar er gjennomgående ikke implementert, kun alarmer. En er dermed avhengig av at borer og/eller borevæskeløgger reagerer på disse alarmene og eventuelt stenger inne brønnen. De som leverer systemer for overvåkning av ulike brønnparametere bør derfor vurdere et intelligent system som ser "alle" signaler i sammenheng og som presenterer dette på en enkel måte for borer og borevæskeløgger, eventuelt automatisk stenger inne brønnen.
- Det pekes også på at alarmfiltrering og kritikalitetsrangering av alarmer ofte er mangelfulle ("*uansett hvilken alarm som går, så er det den samme lyden*") og at det derfor kan bli for mange alarmer å forholde seg til. Bedre filtrering av kritiske alarmer er derfor viktig.
- Godheten av systemene avhenger av hvordan alarmgrenser og marginer manuelt er satt opp forut for en operasjon – grensene/marginene er derfor i stor grad basert på skjønn og vurderinger fra gang til gang. Økt standardisering og bedre rutiner for oppsett av alarmgrenser og marginer bør derfor vurderes.
- Erfaringer og rutiner fra boring av HPHT brønner kan i større grad benyttes i "tradisjonell boring", for eksempel bruk av "Fingerprinting" og maksimum antall tillatte aktive slamtanker i bruk samtidig for å redusere usikkerheten i volumberegninger knyttet til boreslam inn/ut av brønnen.
- Miljøet til borerne og layout av borekabinene ble også trukket fram. Masse informasjon skal fordøyes i et miljø som er preget av mange skjermer og til dels stor trafikk. Forbedret informasjonspresentasjon (se også Jernæs m.fl., 2005) og skjerming av borer (blant annet ved å unngå unødvendige telefoner og besøk inne i borekabinen) er derfor viktige tiltak.

I etterkant av Deepwater Horizon-ulykken har utallige granskningsrapporter og eksperter pekt på at det var merkelig at borepersonellet kunne overse alle signalene om at en utblåsning var under utvikling, og ikke forsøkte å stenge inne brønnen tidligere. For egen

del kan det da være fristende å spørre: *Gitt at alle disse signalene var tilgjengelige og såpass entydige, hvorfor har en ikke et system som automatisk stenger inne brønnen?*

Et generelt inntrykk etter intervjuene er at informantene fra boreentreprenørene i noe begrenset grad er opptatt av spørsmål om ny og forbedret teknologi. Det var flere positive kommentarer angående det å få aksept for å installere ny teknologi, men dette dreide seg stort sett om mindre ting som flere kameraer og lignende. Når det gjelder ny boreteknologi, og spesielt trykktbalansert boring (MPD – Managed Pressure Drilling), var boreentreprenørene generelt tilbakeholdne, blant annet påpekes det at MPD setter større krav til kompetanse, reduserer marginene ved at utstyrsfeil blir mer kritisk, og at sikkerheten derfor utfordres.

Teknologifokuset er generelt sterkere hos operatørselskapene og holdningen til ny boreteknologi derfor mer positiv. Dette er først og fremst økonomidrevet og handler om større utvinningsgrad og ny boreteknologi for å bore dypere og for å bore i krevende og modne reservoarer med mindre marginer. Her er teknologiutvikling gjerne en premiss for i det hele tatt å kunne bore.

Når det gjelder teknologi som i større grad er knyttet til å forbedre sikkerheten under boring (av type deteksjonssystemer for brønnspark, avledersystem og BOP), er vårt generelle inntrykk at dette primært er "drevet" av krav i standarder og regelverk, og at en skal ha forholdsvis gode argumenter for å strekke seg lenger. Som nevnt i delkapittel 10.6.2, peker for eksempel informanter fra bransjen på at en velger å leve med til dels gamle og dårlige BOP løsninger på faste innretninger, fordi minimumskravene i NORSOK er oppfylt. Det er derfor grunn til å utfordre aktørene på dette punktet og dessuten understreke viktigheten av at standarder som NORSOK D-001 og D-010 er mer offensive i forhold til å sette krav som bidrar til kontinuerlig forbedring i bransjen.

10.8 Utfordring 3: Økt satsing på barrierestyring og bedre tilpassede risikoanalyser

Bore- og brønnoperasjoner karakteriseres ved et dynamisk risikobilde som blant annet varierer med endringer i boreplaner, endrede brønnparametere, men også med hvor i boreoperasjonen en befinner seg. Det er derfor viktig at en (1) ved hjelp av risikoanalyser kartlegger og vurderer det risikobildet som til enhver tid foreligger, og at en (2) identifiserer, setter krav til, og opprettholder de barrierer som er etablert for å håndtere det foreliggende risikobildet. Erfaring fra hendelser og fra intervjuer med fagfolk i bransjen viser at det tidvis svikter i både (1) og (2) over. Som diskutert tidligere i kapitlet, peker for eksempel granskningsrapportene på mangelfull planlegging og mangelfulle risikoanalyser som sentrale bakenforliggende årsaksfaktorer, og at det er utfordrende å komme opp med konkrete tiltak for å forbedre analysene (se f.eks. delkapitlene 10.3 og 10.5.2). Vi ser videre fra intervjuene at bransjen har en noe snever tolkning av barrierebegrepet. Barrierestyring og herunder risikoanalyse, er derfor valgt ut som tema for nærmere diskusjon.

10.8.1 Kort om selve risikoanalyseprosessen

I forbindelse med intervjuene ble de risikoanalytiske prosessene i forbindelse med planlegging og gjennomføring av boreoperasjoner, diskutert med informantene. Til tross for en viss variasjon fra selskap til selskap og fra brønn til brønn, fant vi en del typiske fellestrekk. Disse er oppsummert under, som grunnlag for videre diskusjon i dette delkapitlet:

1. Ansvarlig bore-/brønningeniør hos operatørselskapet har hovedansvar for å forberede brønnen og for å sette opp et brønnprogram inkl. plan for boring. Som input til dette benyttes blant annet resultater fra geologiske undersøkelser og erfaringer fra tidligere borede brønner i samme område/felt (hvis tilgjengelig).

2. Sentralt i risikoanalyseprosessen står "risikoregisteret/risikomatrisen/risikologgen". Dette er en tabellarisk oversikt over risikoaspekter knyttet til brønnen, med vurderte frekvenser og konsekvenser, som i kombinasjon gir ulike risikoklasser (typisk: grønn, gult og rødt). Det er vanlig at bore-/brønningeniører utarbeider en første "draft"-versjon av dette risikoregisteret, gjerne basert på tilsvarende tabell fra forrige sammenlignbare brønn.
3. Denne tidlige risikovurderingen tas med inn i første "stormøte" (normalt i regi av operatørselskap) som involverer representanter fra operatørselskap, bore-entreprenør og brønnserviceselskaper (og utstyrleverandører ved behov). Her gjennomgås boreprogrammet seksjon for seksjon, og risikoregisteret oppdateres og kompletteres med fokus på nye/spesielle risikoer og på de mest kritiske risikokategoriene (gult og rødt), hvor risikoreduserende tiltak spesifiseres med ansvarlige personer/avdelinger. Grunn gass, poretrykk og lengde på fôringsrør kan være typiske temaer for risikogjennomgangen.
4. Risikoene og tiltakene fra risikoregisteret tas med videre og innarbeides i stadig mer detaljerte bore- og operasjonsplaner – såkalte seksjonsplaner – som er prosedyrene som benyttes av boreentreprenøren under selve boringen. Risikoregisteret beholdes som eget dokument og kan typisk være et vedlegg til de detaljerte operasjonsprosedyrene.
5. Det utarbeides dessuten barrierediagrammer som også blir en del av de detaljerte operasjonsprosedyrene.

I forbindelse med utarbeidelse og gjennomgang av risikoregisteret kan dette dessuten "trigge" behov for spesielle dybdeanalyser, for eksempel knyttet til utmatting av brønnhode (typisk for HPHT brønner med stor BOP), HAZOP analyser for utvalgte seksjoner av brønnen, osv.

I tillegg til analysene over, pekte informantene på at det utføres kvantitativ risikoanalyse (QRA/TRA²³). Disse analysene kan være brønnspesifikke og vil da blant annet estimere forventet utblåsningsfrekvenser fra den spesifikke brønnen. De kan også være riggspeifikke og vil da for eksempel kunne inneholde forutsetninger om antall letebrønner en gitt rigg kan bore i løpet av et år, og hvilket testregime som forutsettes for det mest sikkerhetskritiske utstyret (som BOP). Disse analysene gjennomføres vanligvis av et konsultantselskap og "eies" typisk av teknisk sikkerhet hos operatørselskapet og/eller riggeier.

10.8.2 "Mangelfulle risikoanalyser" – etterpåklokskap, bortforklaring eller reelt problem?

Vi har hatt flere hendelser på norsk sokkel hvor det i ettertid er pekt på mangelfulle risikoanalyser/risikovurderinger og for dårlig kontroll med barrierene. Et par eksempler er gitt under:

.....

Hendelse C:

Under forberedelser til boring av et sidesteg fikk man tilbakestrømning av gass fra reservoaret. Gassen gikk gjennom et hull i fôringsrøret på omtrent 1.500 m dyp, og kom opp på havbunnen. Dette medførte at betydelige mengder gass kom opp til havoverflaten under og ved siden av innretningen.

Granskningene etter hendelsen pekte blant annet på at boreledelsen om bord undervurderte risikobildet og at det ikke ble gjennomført en fullgod risikovurdering i forkant av aktivitetene. Videre hadde det underveis blitt besluttet å åpne mot reservoaret før 7 5/8" fôringsrør var trukket ut, men denne endringen ble ikke risikovurdert, og gass ble sugd inn i brønnen ved trekking av fôringsrøret. Brønn-barrierer sviktet også i form av hull i to fôringsrør, og brønnens tekniske tilstand gjorde det vanskelig å holde kontroll med brønnvolumet og analysere endringer i brønnvolumet.

Hendelse D:

²³ QRA/TRA: Quantitative Risk Analysis/Totalrisikoanalyse.

Ved opp-boring av gammel vanninjeksjonsbrønn ved hjelp av et sidesteg, fikk en økende mengde gass i boreslammet. Det ble reagert for seint på diverse tegn og signaler og en fikk til slutt gass på boredekket og alarm. Høyeste måling viste 65 % LEL.

Det ble i påfølgende granskning pekt på at boring av sidesteget var for dårlig forberedt og at risikovurderinger ikke har sett på muligheten for gass/trykkoppbygging i formasjonen rundt opprinnelig vanninjeksjonsbrønn. I forhold til barrierene ble det pekt på dårlig sement rundt en "liner", mangelfulle tekniske systemer for kickdeteksjon i form av tidsforsinkelse mellom gassavlesning i boreslam og faktisk gassnivå, samt utilstrekkelig slamvekt.

.....

Det er først grunn til å reflektere litt rundt hva som egentlig ligger bak årsaksforklaringen "mangelfulle risikoanalyser/risikovurderinger". En kan eksempelvis spørre seg om ikke hendelse D over kunne vært unngått dersom riktig person med riktig erfaring fra tidligere vanninjeksjonsbrønn hadde deltatt i planlegging av sidesteget. Tilsvarende kan en for flere av hendelsene hvor en i ettertid peker på mangelfulle risikovurderinger, spørre seg hvorvidt problemet ligger i analysemetodikken, i gjennomføringen av analysene, i manglende involvering av relevant personell, i mangelfull kunnskap hos dem som planlegger og/eller gjennomfører operasjonen, eller om det også kan henge sammen med urealistiske forventninger til hva risikovurderingene egentlig kan gi.

Det er ikke rett fram å besvare spørsmålene over basert på granskninger og resultater fra intervjuene. Granskningsrapportene nøyer seg stort sett med å peke på at analysene i for liten eller ingen grad har vurdert et spesifikt forhold (som f.eks. muligheten for gassinntrengning), uten at det reflekteres nærmere over hvorfor dette ikke ble vurdert. Dersom "mangelfulle risikovurderinger" settes i sammenheng med andre bakenforliggende årsaker, ser vi at forhold som "manglende datagrunnlag", "manglende involvering av relevant fagpersonell" og "mangelfull læring av tidligere hendelser" er blant årsakene som opptrer samtidig med manglende analyser. Det er verdt å merke seg at verken granskningene eller informantene i særlig stor grad peker på selve risikoanalysemetodene som et problem.

Det er altså nærliggende å spørre seg om "mangelfulle risikoanalyser" av og til er en mer bekvem forklaring enn for eksempel manglende kompetanse eller mangelfull læring av tidligere hendelser (erfaringsoverføring). I noen tilfeller kan en også spørre seg om "mangelfulle risikovurderinger" simpelthen uttrykker etterpåklokskap i forhold til det som ingen hadde tenkt på – men som *"en grundigere analyse"* kunne ha forutsett.

På spørsmålet om hva som egentlig ligger bak "mangelfulle risikoanalyser", kan vi derfor ikke konkludere entydig. I noen tilfeller vil nok grundigere analyser eller andre/bedre metoder være svaret, mens det andre ganger er involvering av fagpersonell, kompetanse eller datagrunnlaget det kan ha skortet på. Som en konklusjon kan en derfor si at "mangelfulle risikovurderinger/analyser" som årsaksforklaring er noe utilstrekkelig og at en i framtidige granskninger bør ha fokus på å utdype dette langt mer.

10.8.3 Risikovurderinger knyttet til endringer

Når en befinner seg på en borerigg med en dagrate på flere millioner kroner, og noe uforutsett skjer, er det ikke overraskende at håndtering av slike situasjoner kan bli en utfordring. I intervjuene trakk flere informanter fram mangelfulle risikovurderinger og avklaring av konsekvenser ved endringer, som et område der en har mye å hente (*"Vi er veldig god til å gjøre ting på forhånd, men det er vanskeligere å takle ting når de plutselig dukker opp"*). Endringer av brønnrelaterte parametere ble blant annet trukket fram som et utfordrende område, eksempelvis ble endringer i slamvekt underveis i boreoperasjonen nevnt som et forhold hvor potensielle konsekvenser i noen tilfeller ikke vurderes tilstrekkelig.

Et tema som trekkes fram av flere, er uklare premisser og manglende retningslinjer i forhold til hva som innebærer en signifikant endring, og når/hvorvidt denne skal risikovurderes. Dette er derfor et område der skjønnsmessige vurderinger ofte råder, noe som

for så vidt kan være positivt med tanke på fleksibilitet, men som i større grad vil kunne påvirkes av kontekstuelle forhold der og da (som tidspress, økonomi, bemanning, osv.), og som dessuten kan medføre ulik praksis. Det ble blant annet vist til at boreprogrammer endres etter beslutninger tatt av operatørselskapets representanter ute, som for eksempel boring av nytt pilothull, uten at nye risikovurderinger på land blir gjort. Et annet forhold som også ble gjentatt i intervjuene, var mangelfull kobling mellom risiko-registeret og vurderingene som gjøres ved endringer. Ofte er det slik at seksjonsplaner oppdateres ved endringer uten at en går tilbake og sjekker risikoregisteret.

10.8.4 Utfordringer knyttet til dagens risikoanalyser

Basert på granskninger, intervjuer, samt erfaring fra tidligere prosjekter²⁴, ser vi en del utfordringer knyttet til metodene som i dag brukes i forbindelse med risikoanalyse av bore- og brønnoperasjoner:

- Metoder av type *QRA/TRA* er forholdsvis omfattende og ressurskrevende og har begrenset nytteverdi for å vurdere operasjonelle beslutninger i en "dag-til-dag"-sammenheng.
- *Risikoregisteret* er en innarbeidet metode som anses som nyttig, men ressurskrevende. Metoden er mest anvendelig i forbindelse med planlegging av operasjoner, men er for statisk til effektivt å kunne brukes til å analysere effekten av endringer. Det kan blant annet mangle eksplisitte koblinger mellom risikoene identifisert i risikoregisteret og barrierene, eller mellom risikoene og ulike brønn-/operasjonelle parametere.
- Vårt inntrykk er at dagens risikovurderinger, herunder risikoregisteret og dessuten *QRA/TRA* analyser, i stor grad fokuserer på *tekniske risikoforhold*. Eksempelvis ble det under intervjuene trukket fram at forhold som grunn gass, poretrykk og lengde på fôringsrør ofte er sentrale tema. Siden resultatene fra gjennomgang av årsaker, spesielt bakenforliggende årsaker (jfr. delkapittel 10.2.2) peker på et bredt spekter av årsaker, og siden fagfolk fra selskapene peker på menneskets rolle og kompetanse som sentrale utfordringer, er dette gode argumenter for at også risikovurderingene i større grad bør trekke inn slike organisatoriske forhold, eksempelvis om en har riktig tilgjengelig kompetanse i brønnens ulike faser.
- *Usikkerhet* i poretrykksprediksjoner trekkes fram av mange informanter, samt i granskningene, som en utfordring. Det er imidlertid uklart hvordan denne usikkerheten gjenspeiles i de risikovurderingene som utføres, og de beslutninger som tas i forhold til for eksempel valgt slamvekt. Et mer bevisst forhold til usikkerhet i analysene og en bedre beskrivelse av hvordan graden av usikkerhet gjenspeiles i operasjonelle beslutninger, er derfor nødvendig.
- Operasjonelle analyser à la *SJA* (sikker jobbanalyse) er mye brukt for å vurdere risikoen knyttet til ulike arbeidsoperasjoner. En innvending mot *SJA* er imidlertid at den kan ha et begrenset fokus på storulykkesrisiko (Tinmannsvik m.fl., 2011).

Basert på de erfaringer en har med bruk av offshore risikoanalyser fra omtrent 1980 og fram til i dag, kombinert med lærdom fra diverse hendelser, er det nærliggende å spørre seg om hvor realistisk det er å kunne forutsi alle tenkelig scenarier på forhånd. Vil det ikke alltid være slik at ting endrer seg underveis og at uforutsette situasjoner uansett dukker opp? I så fall er det ikke nødvendigvis analyser som skal "dekke alt" som er veien å gå. Snarere peker dette mot – noe som også ble trukket fram under intervjuene – at det er behov for alternative måter å gjøre risikovurderinger på som er enklere å gjennomføre, og enklere å kommunisere i felt.

²⁴ Se blant annet "Rapport etter tilsyn med gjennomføring, oppfølging og bruk av risikovurderinger i drift og i forbindelse med mindre modifikasjoner" (Petroleumstilsynet, 2010);
http://www.ptil.no/getfile.php/Tilsyn%20p%C3%A5%20nettet/tilsynrapporter%20pdf/tilsynsrapport_risikoanalyser.pdf.

10.8.5 Krav til barrierestyring – hvordan er forholdet mellom liv og lære?

Barrierestyring kan defineres som *koordinerte aktiviteter for å etablere og opprettholde barrierer slik at de til enhver tid opprettholder sin funksjon*. Basert på krav i regelverket og i relevante standarder kan noen sentrale elementer i barrierestyringen sammenfattes som følger (basert på Petroleumstilsynet, 2011b):

1. Gjennomføre risikovurderinger som skal bidra til å identifisere, etablere og beskrive barrierefunksjoner, herunder:
 - identifisere fare- og ulykkessituasjoner;
 - etablere barrierefunksjoner og tilhørende barriereelementer;
 - gjennomføre risikoanalyser og nødvendige sikkerhetsstudier/analyser;
 - vurdere og evaluere risiko, inkludert følsomhet og usikkerhet – etablere risikobildet;
 - se på behovet for andre/mer effektive barrierer og/eller alternative risikoreduserende tiltak
2. Fastsette ytelseskrav for de tekniske, operasjonelle og organisatoriske barriereelementene og etablere ytelsesstandarder som dokumenterer kravene.
3. Etablere en barrierestrategi som oppsummerer resultater fra punktene 1-2, og som også klargjør:
 - hvilke fare- og ulykkessituasjoner som kan inntreffe, årsaker til disse og mulige konsekvenser
 - sammenhengen mellom identifiserte fare- og ulykkessituasjoner og de etablerte barrierene i ulike driftsfaser og for de forskjellige områdene på en innretning;
 - hvilken rolle/oppgave de ulike barrierefunksjonene har;
 - grunnlaget for ytelseskravene som er satt, deriblant sammenheng mellom risikovurderingene og ytelseskravene
4. Overvåke barrierene i drift og sikre at påkrevd barrierelytelse opprettholdes i alle relevante faser av brønnens levetid.

Når det gjelder *gjennomføring av risikovurderinger for å identifisere, etablere og beskrive barrierefunksjoner* (punkt 1), er det vårt inntrykk at risikovurderingene i noe begrenset grad benyttes som verktøy for å etablere "case-spesifikke barrierer". Generelt er det slik at etablert praksis, regelverk og standarder, samt input fra tidligere referanseprosjekter, i stor grad bestemmer hvilke barrierer en starter ut med. Dette er en effektiv og pragmatisk tilnærming for å definere barrierene, men kan føre til at behov for ekstra barrierer, som en følge av nye risikomomenter, kan overses. Sagt på en annen måte er dagens praksis i stor grad slik at risikoanalysene forutsetter at nødvendige barrierer allerede er på plass (spesielt de kvantitative analysene). Dette understøttes også av at informantene selv påpeker at det mangler klare koblinger mellom risikoer identifisert i risikoregisteret og barrierene.

Med hensyn til *fastsettelse av ytelseskrav for de tekniske, operasjonelle og organisatoriske barriereelementene* (punkt 2) kan vi slå fast at bore- og brønnmiljøene fremdeles har et stykke igjen å gå. For det første mangler det ytelseskrav (herunder pålitelighetskrav) til flere av barrierene under boring, eksempelvis for systemer for deteksjon av brønnspråk, for tekniske systemer som skal sikre en stabil slamsøyle og for avledersystemet. Vi ser også at ytelsesstandarder i liten grad er etablert og at det følgelig mangler en systematikk for hvordan selskapene definerer de ulike barriereelementene. I forhold til det siste punktet, er det spesielt uklart hva en skal legge i begrepet "operasjonelle og organisatoriske barriereelementer". Fagfolkene som vi intervjuet, snakket mye om kompetanse, opplæring, etterlevelse av prosedyrer og kultur for å si fra, uten at dette i særlig grad ble knyttet eksplisitt til barrierebegrepet. Det er derfor behov for en generell avklaring av hva en skal legge i disse begrepene.

I forhold til punkt 3 over, *etablering av en barrierestrategi*, kan vi konkludere med at mye av det som vil kreves som input til et slikt dokument, allerede foreligger per i dag (risikoanalyser, barrierediagrammer, designspesifikasjoner, osv.). Nybrottsarbeid vil imidlertid være påkrevd, blant annet for å dokumentere sammenhenger mellom fare- og ulykkessituasjoner og de etablerte barrierene, og i forhold til å dokumentere hvordan barriereelementene er definert, hvilken rolle de har og hvilke krav som er satt til dem.

Punkt 4; *overvåking av barrierene i drift og sikre at påkrevd barrierelytelse opprettholdes*, er også diskutert i delkapittel 10.4.3, hvor det påpekes at bransjen har et generelt stort fokus på utblåsingssikringen (BOP) og at denne barrieren er gjenstand for et svært omfattende testregime som inkluderer verifikasjon av krav knyttet til respons- og lukketider, akkumulatorkapasitet, hydraulikkforbruk og trykkintegritet. For andre systemer slik som utstyr for slamkontroll og instrumenter for deteksjon av brønnsplask, er det som diskutert i delkapittel 10.4.3, tilsynelatende ingen ensartet praksis i forhold til hvordan disse systemene følges opp. Dersom en går inn i relevante NORSOK standarder (som D-001 og D-010), ser en dessuten at krav til disse systemene i stor grad er knyttet til design av systemene (arkitektur, redundans, kapasitet, osv.), og at det i liten grad settes krav til *hvor gode* systemene skal være (integriteten). Dette betyr i neste omgang at det blir utfordrende å følge opp ytelsen til for eksempel en nivåmåler i en slamtank eller en strømningsmåler ut fra samme tanken, fordi en simpelthen ikke har konkrete krav til hvor gode disse instrumentene skal være.

10.8.6 Oppsummering av utfordringer knyttet til barrierer og barrierestyring

Ifølge informantene har Petroleumstilsynets initiativ knyttet til barrierer og barrierestyring, ført til betydelig økt oppmerksomhet om dette temaet i bransjen de siste par årene. Det understrekes samtidig at en fremdeles er i en søkefase og at bransjen har behov for informasjon og retningslinjer.

Fra intervjuene ser vi at "barrierer" er et velkjent begrep selv om en rekke informanter avgrenser seg til å snakke om BOP og boreslam når de snakker om barrierer. Når det gjelder "barrierestyring", er nok dette, som diskutert i forrige avsnitt, et område hvor det er behov for betydelig modning og videre arbeid i bransjen.

Dersom vi, basert på intervjuer og granskninger, samt resultater fra andre relevante prosjekter, skal oppsummere noen hovedutfordringer knyttet til barrierer og barrierestyring, mener vi at næringen blant annet bør gripe fatt i følgende:

- Det er behov for en bevisstgjøring hos selskapene på tvers av bransjen, i forhold til hva som ligger i barrierestyring, blant annet knyttet til hvilke krav som ligger i regelverket per i dag.
- Det er behov for å tydeliggjøre *alle* barrierene under boring. Blant annet bør bransjen sette seg sammen for å klare opp i forvirringen knyttet til hvordan en egentlig skal definere "operasjonelle og organisatoriske barriereelementer". Petroleumstilsynets føring om at det skal kunne settes verifiserbare ytelseskrav til barriereelementene, kan være et godt utgangspunkt for en slik gjennomgang.
- Det må fokuseres på å sette ytelseskrav til *alle* barrierene og følge disse opp i drift. Som det framkommer gjennom intervjuene og i andre rapporter (se blant annet Hauge m.fl., 2011), mangler det ytelseskrav (herunder pålitelighetskrav) til flere av de tekniske barrierene under boring. Systemer for deteksjon av brønnsplask og tekniske systemer for å sikre en stabil slamsøyle er typiske eksempler på noen av systemene det i dag er mangelfulle krav til.
- En bør vurdere om det er behov for å tydeliggjøre stoppkriteriene - når er barrierene i en slik tilstand at operasjonen bør stanses?

10.9 Utfordring 4: Mer fokus på storulykkesrisiko – mer granskning av hendelser

10.9.1 Ulike årsaksforklaringer i hendelsesrapporter og granskningsrapporter

Gjennomgang og analyse av hendelsesrapporter (Synergirapporter o.l.), granskningsrapporter og intervju med fagfolk i bransjen viser at de ulike informasjonskildene vektlegger årsaker og tiltak knyttet til brønnkontrollhendelser forskjellig (se delkapittel 10.5).

Hendelsesrapportene er generelt svært overordna, og dekker i liten grad bakenforliggende årsaker. Disse rapportene er i hovedsak tekniske, og foreslåtte tiltak er gjerne knyttet til operasjonelle tekniske forhold for å få kontroll med brønnen. Dette betyr at tiltakene er rettet inn mot den spesifikke hendelsen, mer enn å være gode virkemidler for å forebygge nye hendelser (se delkapittel 10.2.3). Dette vil ofte medføre at en velger kortsiktige løsninger som *korrigerer* et konkret problem, heller enn å investere i mer langsiktige tiltak som bidrar til en varig *forbedring* i forhold til dagens situasjon. Dette tilsvarer det som Argyris & Schön (1978) omtaler som enkel- og dobbelkretslæring. Enkelkretslæring innebærer å justere/forbedre en etablert arbeidspraksis, mens dobbelkretslæring innebærer å innføre en ny praksis som fjerner mer grunnleggende årsaker til uønskede hendelser.

I motsetning til hendelsesrapportene har granskningsrapportene i langt større grad fokus på bakenforliggende årsaker og organisatoriske tiltak. Detaljeringsgraden varierer betydelig, men en hovedregel er at jo grundigere en gransking er, jo mer nyansert bilde av direkte og bakenforliggende årsaker til hendelsen blir avdekket. Når det gjelder organisatoriske faktorer, har Petroleumstilsynet erfart at selskapenes granskningsrapporter gir en god oversikt over faktorer som relaterer seg til strukturelle forhold (f.eks. roller, ansvar, prosedyrer og opplæringsprogram), mens faktorer som knytter seg til f.eks. kulturelle forhold, ledelsesmessige betingelser, maktrelasjoner og rammebetingelser på ulike nivå i involverte organisasjoner, i mindre grad blir tydeliggjort i granskningene (Thunem, 2009).

Dette betyr at en hendelse som en velger *ikke* å granske, men bare registrerer i form av en hendelsesrapport (i Synergi e.l.), ikke vil gi den nødvendige innsikt i årsaksmekanismer, komplekse sammenhenger og rammebetingelser som er nødvendig for å identifisere gode, effektive tiltak. Dette gjelder også grundigere studier av mulige teknologiforbedringer. En kan også se tendenser til at teknologien forsvinner litt i søken etter forbedringer innen organisatoriske forhold (se delkapitlene 10.4.4 og 10.7).

10.9.2 Behov for å granske flere brønnkontrollhendelser

Oversikt over antall granskede hendelser viser at det er store forskjeller mellom de ulike fagtradisjonene i petroleumsvirksomheten. Mens kran- og løfteulykker og hydrokarbonlekkasjer i prosessområdet granskes i stor grad, blir brønnkontrollhendelser neste ikke gransket. I perioden 2002-2009 ble det rapportert 158 hydrokarbonlekkasjer (> 0,1 kg/s) på norske produksjonsinnretninger, hvorav omtrent 130 ble gransket. Tilsvarende, for perioden 2003 – 2010 hadde en totalt 146 brønnkontrollhendelser på norsk sokkel, hvorav bare et titalls hendelser ble gransket. En av årsakene til at så få brønnkontrollhendelser blir gransket kan være oppfatningen av at brønnsparke- og ikke minst hendelser med grunn gass - er noe en stort sett håndterer operasjonelt (se delkapittel 10.5.1).

Et annet forhold som ble nevnt i intervjuene, var inntrykket av et noe ensidig fokus på rapportering av HMS-hendelser (skader på personell, utslipp til miljø), og i mindre grad hendelser med storulykkespotensial (se delkapittel 10.4.4). Dette kan også være en faktor som spiller inn i forhold til å prioritere tid, ressurser og innsats til grundige og flere granskninger av brønnkontrollhendelser. Men like fullt vil en med slike holdninger gå glipp av mye kunnskap og innsikt i bakenforliggende årsaker til brønnkontrollhendelser, og dermed miste grunnlaget for systematisk forbedringsarbeid, læring og erfaringsoverføring i næringen.

10.10 Oppsummering: Fire hovedutfordringer for å ivareta brønnkontroll i petroleumsvirksomheten

Basert på resultatene i denne studien vil vi til slutt oppsummere fire sentrale utfordringer som bransjen står overfor i forhold til ytterligere å redusere antall brønnkontrollhendelser.

Sterkere satsing på tekniske tiltak for å bedre sikkerheten

I forhold til at en stor del av de utløsende årsakene kan relateres til teknologi synes andelen tekniske tiltak lav. Det er derfor grunn til å understreke viktigheten av at standarder som NORSOK D-001 og D-010 er mer offensive i forhold til å sette krav som bidrar til kontinuerlig forbedring i bransjen. Det bør i denne sammenheng ses spesielt på systemer for deteksjon av brønnspråk, herunder bedre presentasjon av sikkerhetskritisk informasjon for borer og borevæskeløgger, generell utforming av borekabinen og systemer/teknologi for bedre poretrykksprediksjoner. I etterkant av Deepwater Horizon-ulykken har mange spurt seg hvordan borepersonellet kunne overse alle signalene om at en utblåsning var under utvikling. Det kan da være fristende å spørre: *Gitt at alle disse signalene var tilgjengelige og såpass entydige, hvorfor har en ikke et system som automatisk stenger inne brønnen?* Er det manglende teknologi, og/eller frykten for å få en unødvendig nedstengning som hindrer at slike løsninger vurderes og eventuelt innføres?

Økt satsing på planlegging, barrierestyring og mer tilpassede risikoanalyser

Det er behov for alternative måter å gjøre risikovurderinger på som er enklere å gjennomføre og enklere å kommunisere i felt. Det er spesielt viktig med en metodikk for risikovurdering av endringer som oppstår underveis i boreoperasjonene. Det er også behov for å se nærmere på selve risikoanalyseprosessen blant annet i forhold til å involvere riktig fagkompetanse og i vurdering av usikkerhet i analysene. Videre er det viktig å tydeliggjøre *alle* barrierene med tilhørende barriereelementer under boring, sette ytelseskrav til disse, og sikre at kravene følges opp i drift. I denne sammenheng er det viktig å synliggjøre andre tekniske barriereelementer enn kun BOP og slamsøyla, samt utarbeide en omforent forståelse av hvordan bransjen skal definere "operasjonelle og organisatoriske barriereelementer".

Mer fokus på storulykkesrisiko – mer granskning av brønnkontrollhendelser

I perioden 2003 – 2010 var det totalt rapportert 146 brønnkontrollhendelser på norsk sokkel, hvorav bare omtrent 10 hendelser er blitt gransket. Andelen granskede brønnkontrollhendelser er langt lavere enn eksempelvis for kran- og løfteulykker og hydrokarbonlekkasjer i prosessområdet. Siden storulykkespotensialet i brønnkontrollhendelser er ubestridelig, er dette spriket påfallende. I og med at hendelsesrapporter og granskningsrapporter vektlegger årsakene til brønnkontrollhendelser forskjellig, er det helt sentralt at flere hendelser blir gransket. Dette vil gi den nødvendige innsikten i årsaksmekanismer, komplekse sammenhenger og rammebetingelser som bidrar til slike hendelser, - noe som igjen er en forutsetning for effektive tiltak og erfaringslæring i næringen. Økt innsats i forhold til barrierestyring, flere granskninger av brønnkontrollhendelser og operasjonelle risikovurderinger, vil være virkemidler for å sikre forståelse for storulykkesrisiko i forbindelse med brønnkontrollhendelser.

Skape rammebetingelser for god samhandling i operatør-leverandørhierarkiet

Denne utfordringen dreier seg om å legge forholdene best mulig til rette for individer, grupper og organisasjonssenheter som står overfor krevende og sikkerhetskritiske oppgaver. En bør rette særlig oppmerksomhet mot: 1) Planlegging av komplekse brønner, 2) Risikovurdering og kvalitetssikring når operative planer må endres på kort varsel, 3) Deteksjon og tolkning av tidlige signaler på fare for tap av brønnkontroll og 4) Sikker håndtering av nedetidssituasjoner. Eksempler på sentrale rammebetingelser er:

- Sette av tilstrekkelig tid og ressurser til planlegging av komplekse brønner, samt til risikovurdering og kvalitetssikring ved endring av operative planer
- Videreutvikle gode stoppkriterier for når en boreoperasjon skal avbrytes
- Videreutvikle en kultur for å si fra – unngå utidig innblanding i beslutninger om å avbryte en operasjon
- Videreutvikle systemer for presentasjon av brønnens tilstand til borer og borevæskeligger
- Videreutvikle KPIer som er mer rettet inn mot storulykkesrisiko

Referanser

Argyris, C. & Schön, D.A. (1978). *Organizational Learning: A Theory of Action Perspective*. Addison-Wesley, Reading, MA.

Austnes-Underhaug, R., Cayeux, E., Engen, O.A., Gressgård, L.J., Hansen, K., Iversen, F., Kjestveit, K., Mykland, S., Nesheim, T., Nygaard, G. & Skoland, K. (2011). *Læring av hendelser i Statoil - En studie av bakenforliggende årsaker til hendelsen på Gullfaks C og av Statoils læringsevne*. Rapport IRIS - 2011/156, Stavanger.

Chief Counsel's Report (2011). *Macondo – The Gulf Oil Disaster*, February 2011.

CSB (2007). U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board. *Investigation Report, Refinery Explosion and Fire (15 Killed, 180 Injured), BP Texas City, Texas, March 23, 2005*. Report No. 2005-04-I-TX, March 2007.

Forseth, U., Rosness, R. & Mostue, B.A. (2011). *Rammebetingelser som etableres i kontrakt - En intervjustudie*. SINTEF-rapport A19670, SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Hauge, S., Kråkenes, T., Håbrekke, S., Johansen, G., Merz, M. & Onshus, T. (2011). *Barriers to prevent and limit acute releases to sea – Environmental acceptance criteria and requirements to safety systems*. SINTEF-rapport A20727, SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Jernæs, S., Åsland, J.E., Heber, H., Morvik, R., Leistad, G., Enoksen, A.M. & Ellingsen, A. (2005). *Human Factors i bore- og brønnoperasjoner – utfordringer, prosjekter og aktiviteter*. DNV/Petroleumstilsynet, rapport nr. 2005-4029.

Montara Commision of Inquiry (2010). *Report of the Montara Commission of Inquiry*, juni 2010.

Osmundsen, P., Toft, A. og Dragvik, K.A. (2006). Design of drilling contracts – Economic incentives and safety issues. *Energy Policy*, 34, 2324-2329.

Petroleumstilsynet (2011a). *Deepwater Horizon-ulykken – vurderinger og anbefalinger for norsk petroleumsvirksomhet*. Petroleumstilsynet, 14.6.2011.

Petroleumstilsynet (2011b). *Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten*. Petroleumstilsynet, 06.12.2011.

Rasmussen, J. (1997). Risk Management in a Dynamic Society. A Modelling Problem. *Safety Science*, 27 (2/3), s. 183-213.

Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate.

Rosness, R., Grøtan, T.O., Guttormsen, G., Herrera, I.A., Steiro, T., Størseth, F., Tinmannsvik, R.K. & Wærø, I. (2010). *Organisational Accidents and Resilient Organisations: Six Perspectives*. Revision 2. SINTEF-rapport A17034, SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Rosness, R., Blakstad, H.C. & Forseth, U. (2011a). *Rammebetingelsers betydning for storulykkesrisiko og arbeidsmiljørisiko. En litteraturstudie. Versjon 2*. Rapport SINTEF A19578. SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Rosness, R., Mostue, B., Wærø, I., Tinmannsvik, R.K. (2011b). *Rammebetingelser som bakenforliggende faktorer for ulykker*. Rapport SINTEF A19782. SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Schiefloe, P.M., Vikland, K.M., Ytredal, E.B., Torsteinbø, A., Moldskred, I.O., Heggen, S., Sleire, D.H., Førund, S.A., Syversen, J.E. (2005). *Årsaksanalyse etter Snorre A-hendelsen 28.11.2004*. Statoil, Stavanger.

Sklet, S., Ringstad, A.J., Steen, S.A., Tronstad, L., Haugen, S., Seljelid, J., Kongsvik, T. & Wærø, I. (2010). Monitoring of human and organizational factors influencing the risk of major accidents. Paper for the *SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Rio de Janeiro, Brazil, 12 –14 April 2010.

Statoil (2010). *Brønnhendelse på Gullfaks C*. Intern ulykkesgransking, Statoil, 04.11.10.

Thunem, A.P.-J., Kaarstad, M. & Thunem, H. P.-J. (2009). *Vurdering av organisatoriske faktorer og tiltak i ulykkesgranskning*. Rapport nr. IFE/HR/F-2009/1406, Institutt for energiteknikk, Halden.

Tinmannsvik, R.K., Albrechtsen, E., Bråtveit, M., Carlsen, I.M., Fylling, I.J., Hauge, S., Haugen, S., Hynne, H., Lundteigen, M.A., Moen, B.E., Okstad, E.H., Onshus, T., Sandvik, P.C., Øien, K. (2011). *Deepwater Horizon-ulykken: Årsaker, lærepunkter og forbedrings-tiltak for norsk sokkel*. SINTEF-rapport A19148, SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.