

Studie i regi av Petroleumstilsynets rapport Risikonivå norsk petroleumsvirksomhet (RNNP) 2013 <http://www.ptil.no/hovedrapport-sokkel/category1155.html>

«Årsaksforhold og tiltak knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser på norsk sokkel»

Denne studien utgjør et kapittel hovedrapporten for RNNP 2013, publisert 24.4.2014 på <http://www.ptil.no/hovedrapport-sokkel/category1155.html>

Studien er gjennomført for Petroleumstilsynet av Safetec ved prosjektleder Jens Christen Rolfsen, Stein Haugen, Vibeke F. Een, Helene Kjær Thorsen, Jorunn Seljelid og Trygve Steiro, Safetec, Jan Erik Vinnem, Preventor og Stian Antonsen, Sintef

10. Årsaksforhold og tiltak knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser

10.1 Innledning

10.1.1 Bakgrunn og målsetting

På norsk sokkel har det vært flere hendelser som kan knyttes til konstruksjoner og maritime systemer. Den mest alvorlige var tapet av Alexander L. Kielland i 1980, hvor svikt i et horisontalstag førte til at plattformen kantret og 123 mennesker omkom. Tapet av West Gamma i 1990 under forflytning på Ekofisk, var forårsaket av tauing i dårlig vær og skader på tanker som følge av at livbåter på dekk ikke var tilstrekkelig festet. På West Gamma berget alle 49 mennesker livet. Tapet av Sleipner A-1 i 1991 var i hovedsak forårsaket av feil i konstruksjonsanalyser. Betongkonstruksjonen sank i Gandsfjorden under testing uten personer om bord. Også internasjonalt har det vært svært alvorlige konstruksjons- og maritime hendelser, som Kolskaya-ulykken med 53 døde i 2011 og forlisene av P-36 i 2001, Aban Pearl i 2010 og Jupiter 1 i 2011. Kolskaya, Jupiter 1 og Aban Pearl har alle tidligere operert på norsk sokkel.

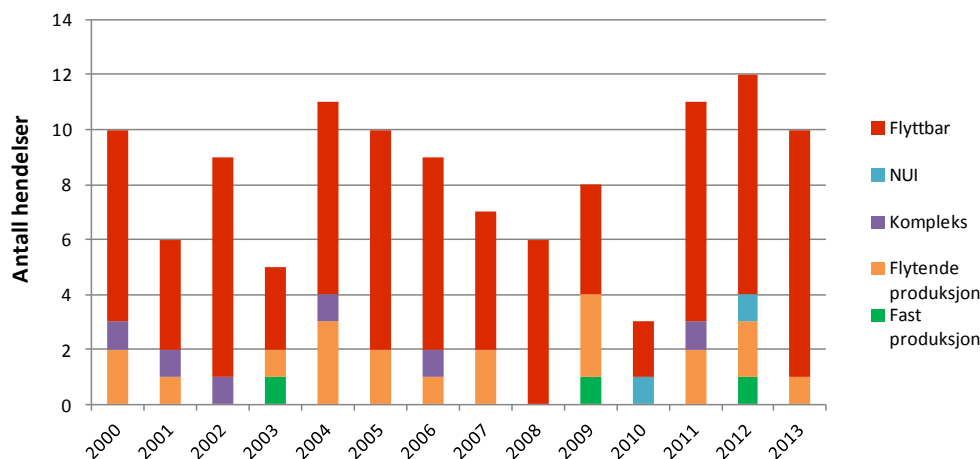
I 2013 satte Petroleumstilsynet i gang en studie som skulle se nærmere på Definerte Fare og Ulykkessituasjon (DFU)8 – skade på plattformkonstruksjon/stabilitets-/forankrings-/posisjoneringsfeil. Bakgrunnen for studien var den negative utviklingen for rapporterte konstruksjonshendelser på norsk sokkel, samt de alvorlige hendelsene på Floatel Superior og Scarabeo 8 i 2012. Studien er rettet mot hendelser som kan lede til storulykker. Målsettingene kan oppsummeres som følger:

- Innhente data fra litteratur, granskinger, intervjuer og spørreskjema om årsaksforhold og tiltak for konstruksjons- og maritime hendelser.
- Foreta en helhetlig vurdering og analyse av menneskelige, tekniske og organisatoriske årsaksforhold og bakenforliggende faktorer. Dette vil bidra til et bedre kunnskapsgrunnlag enn man har i dag.
- På grunnlag av identifiserte årsaker, foreslå områder for forbedring og konkrete tiltak som næringen bør ta tak i.

Denne rapporten presenterer resultatet av dette arbeidet.

10.1.2 DFU 8 – Beskrivelse og avgrensninger

Studien som er gjennomført er begrenset til DFU8 slik den er beskrevet i RNNP. Figur 1 viser antall innmeldte hendelser og skader på konstruksjoner og maritime systemer som tilfredsstiller kriteriene til DFU8 i perioden 2000-2013.



Figur 1 Antall innmeldte hendelser og skader på konstruksjoner og maritime systemer som tilfredsstiller kriteriene til DFU8 i RNNP¹

Kollisjon med skip er en potensielt viktig årsak til denne typen hendelser, men det er definert egne DFUer for skip på kollisjonskurs (DFU5), drivende gjenstand [på kollisjonskurs] (DFU6) samt kollisjon med feltintern trafikk (DFU7). Kollisjon som årsak er derfor ikke med i denne dybdestudien. Det er forøvrig gjennomført flere andre studier av kollisjonsrisiko, særlig for feltintern trafikk (Kongsvik, Fenstad, & Wendelborg, 2012).

DFU8 Figur 1 Antall innmeldte hendelser og skader på konstruksjoner og maritime systemer som tilfredsstiller kriteriene til DFU8 i RNNP angår kun hendelser som har storulykkespotensial. Litt forenklet inneholder DFU8 hendelser med svikt i hovedbærekonstruksjoner som kan bidra til tap av bæreevne for hele konstruksjonen eller vitale deler av den (konstruksjonshendelser), samt hendelser som involverer tap av posisjon, stabilitet og oppdrift (maritime hendelser). I studien er det skilt mellom disse to hovedtypene av hendelser.

Skillet er ikke nødvendigvis helt entydig i alle situasjoner. For eksempel kan skade på eller svikt i konstruksjoner medføre vanninntrengning som igjen kan medføre tap av stabilitet eller oppdrift. Dette var tilfellet med Floatel Superior i 2012, hvor ytre skade fra et anker medførte vannfylling. I desember 2002 hadde en flyttbar innretning vanninntrengning i horisontale stag på grunn av sveisefeil. Dersom dette hadde fortsatt over noe tid kunne det ført til en alvorlig hendelse. Vanninntrengningen ble imidlertid oppdaget i god tid før sprekken hadde vokst til kritiske størrelser. Begge disse hendelsene er eksempler på konstruksjonsskader som har gitt stabilitetsproblemer. Det er dermed ikke alltid opplagt om en hendelse skal klassifiseres som konstruksjonshendelse eller maritim hendelse.

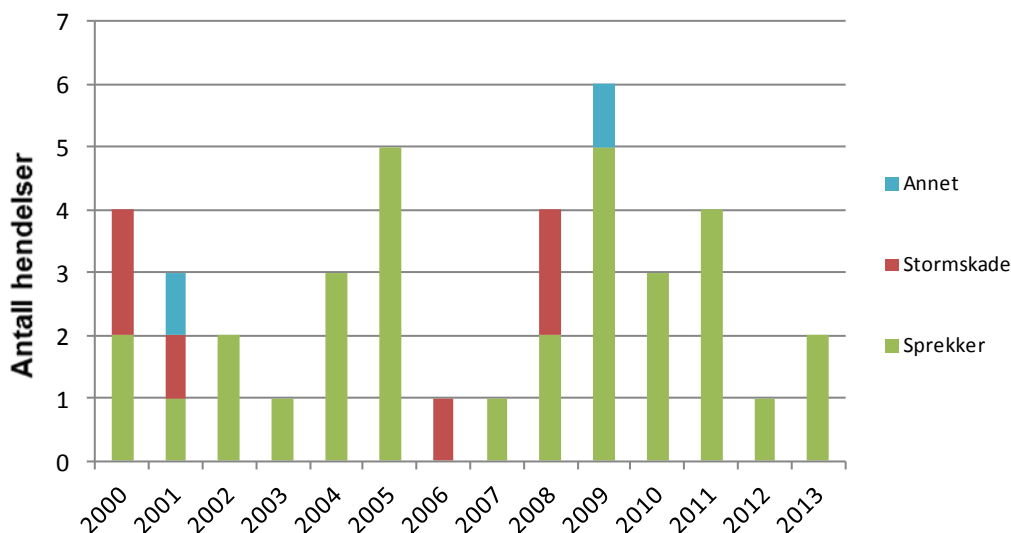
Klassifiseringen avhenger av hva som utgjør storulykkespotensialet i hendelsen. Dersom konstruksjonsskaden er så alvorlig at den kan føre til svikt av hovedbærekonstruksjonen er hendelsen klassifisert som en konstruksjonshendelse. På den annen side, hvis det er følgeeffekten i form av vanninntrengning som er kritisk, er hendelsen i denne studien klassifisert som en maritim hendelse.

Ut fra denne logikken blir Floatel Superior klassifisert som en maritim hendelse, fordi det vurderes som svært usannsynlig at hendelsen kunne ført til sammenbrudd i konstruksjonen. Alexander L. Kielland ville blitt klassifisert som en konstruksjonshendelse fordi den utløsende hendelsen var utmatting og brudd i et stag.

¹ NUI - "Normalt Ubemannet Innretning"

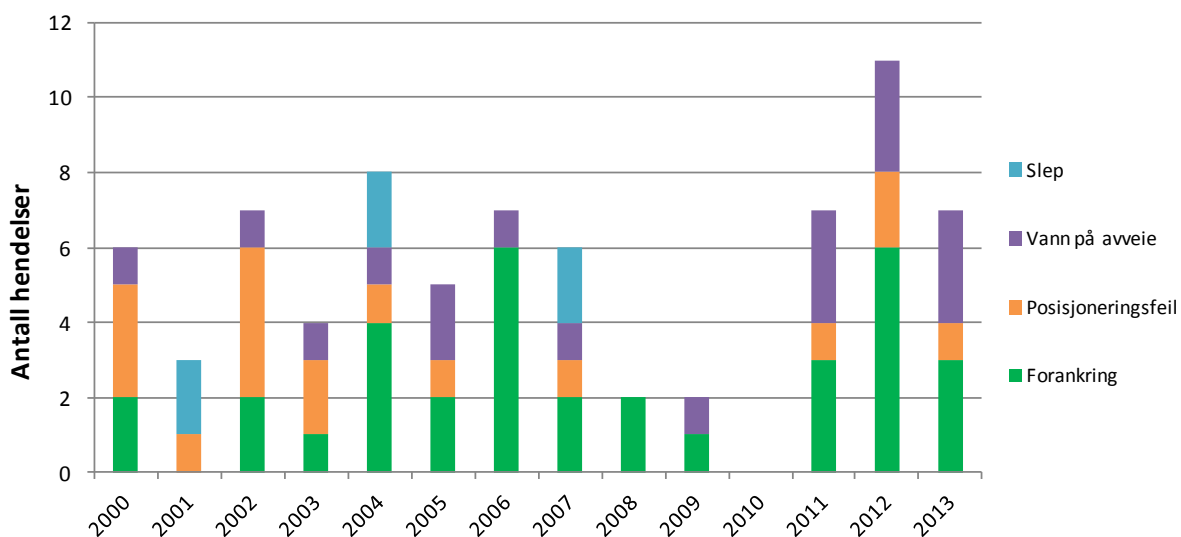
Fordelen med denne måten å skille de to hendelsestypene på er at forbedringsforslag tydeligere kan innrettes mot enten forbedringer i styrken i konstruksjonen eller forbedringer relatert til stabilitet, oppdriftsegenskaper eller vann på avveie.

Figur 151 og Figur 152 viser henholdsvis antall rapporterte konstruksjonshendelser og maritime hendelser i RNNP fra år 2000 – 2013, fordelt på type hendelser.



Figur 151 Antall innmeldte hendelser og skader på konstruksjoner som tilfredsstiller kriteriene til DFU8 i RNNP

Figuren viser at det er rapportert inn i alt 40 konstruksjonshendelser i perioden.



Figur 152 Antall innmeldte hendelser og skader på maritime systemer som tilfredsstiller kriteriene til DFU8 i RNNP

Figuren viser at det er rapportert inn i alt 75 maritime hendelser i perioden.

Studien dekker i prinsippet hendelser som skjer i alle faser av en innretnings levetid, så lenge de har storulykkespotensial. I praksis har vi² imidlertid i hovedsak informasjon om prosjektering, installasjons- og driftsfasen.

RNNP-innrapporteringen fra næringen til Ptil foretas årlig. Innrapporterte hendelser vurderes for kritikalitet og medtas i RNNP-statistikken basert på overordnet krav om storulykkesrisikopotensiale³. I perioden 2000-2013 er det tatt med 40 konstruksjonshendelser og 75 maritime hendelser i kategorien DFU8. Det er dette datagrunnlaget som behandles i denne studien. Det foregår i tillegg en fortløpende innmelding fra industrien til beredskapsvakten hos Petroleumstilsynet: Innrapporteringen i beredskapsgruppens hendelseslogg grupperes ikke likt RNNP-inndelingen, og baseres på en umiddelbar risikovurdering som kan endre status i etterkant. I perioden 2000-2013 har det blitt innrapportert 93 hendelser med «konstruksjonsskade» og 117 «hendelser ifm ankerline og DP» til Petroleumstilsynets beredskapslogg.

10.1.3 Typer av innretninger

I noen sammenhenger er det naturlig å skille mellom ulike typer av innretninger når resultatene presenteres og diskuteres. I hovedsak skiller rapporten da mellom to grupper:

- **Produksjonsinnretninger** – I dette begrepet inkluderes alle innretninger som i utgangspunktet bygges for å produsere olje eller gass fra et felt eller som fungerer som et lager. Dette vil kunne omfatte en rekke ulike konsepter, inkludert bunnfaste og flytende konstruksjoner. Eksempler er betonginnretninger, fagverksinnretninger, strekkstaginnretninger (TLP), skipsformede flytende produksjonsinnretninger og boreinnretninger, halvt nedsenkbare innretninger og så videre. Lastebøyer kan også inkluderes i dette begrepet, selv om vi ikke har data spesifikt for denne typen installasjoner.
- **Flyttbare innretninger** – Dette vil i hovedsak være boreinnretninger og noen boliginnretninger som ikke er dedikert til et bestemt felt, men som flyttes fra sted til sted. På norsk sokkel gjelder dette halvt nedsenkbare innretninger og oppjekkbare innretninger.

10.1.4 Aktørbildet

Det er mange aktører og aktørgrupper som er involvert i arbeidet med å styre risiko knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser, spesielt når man også ser etter bakenforliggende årsaker til at slike hendelser kan skje. Det er derfor naturlig å gi en kort oversikt over de viktigste aktørgruppene. Beskrivelsen av aktørgruppene er ikke ment å skulle gi en fullstendig beskrivelse av virksomheten som utøves, men legger vekt på de sider ved virksomheten hos aktørene som har relevans for temaet som diskuteres i denne studien.

- **Operatørselskap** – Bygger ut felt for produksjon og er dermed vanligvis både bestiller, eier og driver av produksjonsinnretninger. Operatørselskaper har i de fleste tilfeller tett oppfølging av innretningene fra konseptvalg og tidlig design og inn i drift og senere fjerning. De leier også flyttbare innretninger fra rederier for boring av brønner.
- **Engineeringsselskaper** – Gjennomfører konseptstudier og utvikler design av installasjoner på bestilling fra reder, verft eller operatørselskaper. Prosjektering gjennomføres av norske og utenlandske selskap i ulike land. Det er gjerne ulike selskaper, i forskjellige land, som har kontrakt i forhold til leveranser knyttet til ulike prosjekteringsfaser. Engineeringsselskapene produserer dokumentasjon som

² ”Vi” refererer her til forskergruppen som utførte denne studien på vegne av Petroleumstilsynet

³ Kriterier for rapportering av konstruksjons- og maritime hendelser i RNNP er beskrevet i Petroleumstilsynet (2012)

”Metoderapport - vektning av hendelser på konstruksjoner og maritime systemer (DFU 8) i RNNP” på www.ptil.no.

underlag for innkjøp av utstyr og utstyrspakker, bygging og senere drift. I mange tilfeller foretas engineering og bygging av integrerte selskaper som dermed også fyller funksjonen som verft, men for dette formålet har vi valgt å skille på disse funksjonene.

- **Verft** – Bygger innretninger på oppdrag fra operatørselskaper eller rederier. Basert på prosjektering utarbeider verftet noe detaljprosjektering og alle byggetegninger, foretar bestillinger av materiell, utstyr og utstyrspakker og utfører mekanisk ferdigstilling. Avhengig av kontrakt, utfører verftet også systemferdigstilling i samarbeid med ingeniør/operatørselskap. Verftet er som regel ansvarlig for overlevering av "as-built" dokumentasjon som underlag for drift. Bygging av innretninger skjer både i Norge og i utlandet. Det er også vanlig at ulike deler av innretninger bygges på ulike lokasjoner, for eksempel i Polen og Korea, og så monteres sammen et tredje sted.
- **Myndigheter** – I dette tilfellet omfatter dette Petroleumstilsynet, flaggstatene inkludert Sjøfartsdirektoratet og klasseinstitusjonene. Disse organene forvalter sine respektive forskrifter og regelverk, og følger opp etterlevelse av disse gjennom tilsyn og andre tiltak. I tillegg har klasseselskapene delegert myndighet til å ivareta enkelte myndighetsoppgaver.
- **Redere** – Bestiller, eier og driver flyttbare innretninger og har ansvar for å bemanne innretningene med personell med maritim kompetanse som skal håndtere systemer knyttet opp mot for eksempel stabilitet og posisjonering. De fleste rederier utfører også utstrakt oppfølging av byggevirkksomhet på verft.

Det er også andre aktørgrupper som er involvert. Dette gjelder for eksempel underleverandører til verftene, inkludert leverandører av utstyr og systemer og tjenesteleverandører som leverer ulike rådgivningstjenester, analysetjenester, inspeksjons- og vedlikeholdstjenester osv. Klasseselskapene og flaggstatene, som utsteder maritime sertifikater, er også en del av aktørbildet.

10.1.5 Teoretisk utgangspunkt

Det er forsket mye på storulykker og det er også en rekke teoretiske perspektiver på storulykker som er lansert i forskningslitteraturen. En utfyllende diskusjon av de viktigste kan blant annet finnes i Rosness et al. (2010). Valget av perspektiv kan ha stor betydning for hva det fokuseres på i analysen og dermed også hva man avdekker som relevante og interessante funn i en studie som dette. En redegjørelse for det teoretiske utgangspunktet er derfor nødvendig for å sette resultatene inn i en sammenheng.

En viktig teoretisk ramme har vært James Reasons bok "Managing the Risks of Organizational Accidents" (Reason 1997). Reason bygger på energi-barriereperspektivet som ble lansert så tidlig som i 1961 (Gibson 1961, Haddon 1980), men gjør en viktig utvidelse med introduksjonen av den velkjente "sveitserostmodellen". Denne modellen illustrerer at man kan ha aktive feil som årsak til at barrierer svikter, men at det også kan være latente betingelser som kan føre til svikt. Reason poengterer at latente betingelser kan introduseres lenge før en hendelse inntreffer, for eksempel i prosjekterings- eller byggefasen av en innretning, eller gjennom modifikasjoner eller drift av innretningene.

I tråd med Reason, brukes "årsaker" i denne sammenheng i vid forstand og ikke kun om forhold som direkte fører til at en hendelse inntreffer. Årsaker kan også omfatte forhold som vurderes til å ha hatt en påvirkning på en hendelse ved at de har bidratt til, eller kan bidra til å øke sannsynligheten for at en hendelse inntreffer. En slik forståelse av årsaksbegrepet gjør at det vil være naturlig å ikke bare se på direkte årsaker eller utløsende årsaker, men at man også leter lenger bakover i hendelseskjeden for å finne bakenforliggende årsaker. En slik vid fortolkning av årsaker er også naturlig ut fra

Petroleumstilsynets prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten⁴ (Ptil, 2013), hvor man har en tilsvarende vid forståelse av barrierer.

En utfordring med et slikt perspektiv er at sammenhengene mellom årsak og hendelse kan bli oppfattet som svake og utydelige. I studien er det imidlertid valgt å inkludere slike forhold så lenge man også logisk kan argumentere for at det kan være en sammenheng mellom årsak og hendelse.

En naturlig følge av det som er beskrevet over er at det har vært benyttet et menneske, teknologi og organisasjonsperspektivet (MTO) i letingen etter årsaker, det vil si at studien har sett både etter tekniske, menneskelige og organisatoriske forhold som kan ha påvirket, eller som kan påvirke de hendelsestypene som er studert.

To andre teoretiske perspektiver som har hatt betydning i vurderingen av materialet er Turners "Man-Made Disasters" (Turner og Pidgeon 1997) og Dekkers "Drift into Failure" (Dekker 2011). Turner konkluderte med at alvorlige ulykker ofte hadde lange "inkubasjonsperioder" hvor forholdene utviklet seg i negativ retning, inntil en ulykke faktisk inntraff. Et sentralt element i Turners teori var videre at det nesten alltid var enkeltpersoner eller deler av en organisasjon som kjente til at en slik utvikling var i ferd med å skje. Utfordringen lå i å oppdage disse utviklingstrendene, se de i sammenheng og korrigere de i tide. Viktige og relevante forhold i dette perspektivet er informasjonsflyt i og mellom organisasjoner og også oversikt over og forståelse for sammenhenger. Dette gis ekstra aktualitet på grunn av kompleksiteten i organiseringen av spesielt prosjektering og bygging av innretninger. Det er mange involverte aktører, med forskjellig erfaring, fra forskjellige land og med forskjellige kulturer. Dette kan forsterke potensielle problemer med informasjonsflyt.

Dekkers "Drift into failure" dreier seg om langsomme utviklingstrekk som man ikke blir oppmerksom på fordi utviklingen skjer så langsomt at man venner seg til de små endringene, uten å se at det over tid kan medføre store endringer som påvirker risikobildet i negativ retning. Slike utviklingstrekk har vi vært på utkikk etter i materialet som er samlet inn.

Et siste teoretisk perspektiv som er relevant å nevne er Rasmussens (1997) artikkel "Risk Management in a dynamic society: A modelling problem". Her fremstilles utviklingen som en kontinuerlig "dragkamp" mellom ulike mål, f.eks. sikkerhet kontra kostnader eller sikkerhet kontra fremdrift, og hvordan man hele tiden må være på vakt overfor ubalanser. Målkonflikter er også ett av de områdene som vi spesielt har sett etter i analysen.

10.2 Metode

10.2.1 Oversikt

Studien har vært gjennomført av et tverrfaglig forskerteam med lang erfaring både fra ingeniørvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig forskning og rådgivningsarbeid. Bred kompetanse innen sikkerhetsfag generelt, konstruksjonssikkerhet og maritime operasjoner, risikoanalyse og granskinger, sikkerhetskultur, organisatoriske og menneskelige faktorer, var representert i teamet. Petroleumstilsynet har også bidratt med konstruksjonsfaglig og maritim kompetanse. Hensikten med å etablere et tverrfaglig team har vært å sikre at både tekniske, organisatoriske og menneskelige årsaker blir kartlagt i studien. Hele teamet har deltatt aktivt i hele prosjektet, fra utforming og gjennomføring av datainnsamlingsaktiviteter, analyse av de enkelte kildene og sammenstilling og rapportering av resultater.

Studien har basert seg på innsamling av informasjon fra ulike typer datakilder og en analyse av de innsamlede dataene i etterkant. Bruk av flere datakilder gir mulighet for

⁴ <http://www.ptil.no/getfile.php/PDF/Prinsipper%20for%20barrierestyring%20i%20petroleumsvirksomheten.pdf>

sammenlikning og kontroll av ulike typer informasjon mot hverandre. De fire hovedgruppene av informasjonskilder som er benyttet er følgende:

1. Faglitteratur og forskningslitteratur
2. Granskinger av relevante hendelser
3. Intervjuer med relevante fagpersoner
4. En spørreundersøkelse spisset mot relevante fagpersoner

Underveis i datainnsamlingen har foreløpige resultater blitt brukt til å målrette det videre arbeidet. Intervjuguiden har for eksempel blitt justert underveis, for å få mer utdypende informasjon om tema som er identifisert i de første intervjuene. Likeledes ble også spørreskjemaet laget med grunnlag i blant annet resultater fra de andre datakildene. Informasjonsinnsamlingen har dermed utviklet seg underveis i arbeidet.

Studien har kun vært mulig å gjennomføre takket vært stor velvilje fra enkeltpersoner og selskaper. En helt sentral del av underlaget for studien er basert på informasjon innsamlet fra eksperter fra fagmiljøet i norsk petroleumsindustri⁵, og som dekker sentrale aktørgrupper på området. Totalt har 85 personer bidratt i undersøkelsen (44 intervjuobjekter, 41 respondenter på spørreundersøkelsen). Med dette dekkes et bredt utvalg av de som i bransjen regnes som eksperter på konstruksjons- og maritime fagområder. En indikasjon på dette, er at det i intervjuene ble spurt om intervjuobjektet hadde forslag til personer som burde intervjues i kraft av å være anerkjente fagpersoner. Etter hvert som undersøkelsen gikk fremover, ble det et mønster at de navnene som ble oppgitt, allerede var på kontaktlisten. Likeledes var mange av de personene som ble oppgitt som mulige respondenter i spørreundersøkelsen allerede intervjuet.

Det kan også nevnes at det i internasjonal sammenheng er unikt at selskapene stiller med granskingsrapporter og informanter. I forbindelse med tidligere årsaksstudier i regi av RNNP (2010 og 2011) har Petroleumstilsynet fått tilbakemeldinger ved presentasjoner av funn på internasjonale konferanser, at det i en internasjonal sammenheng er "*høyst uvanlig*" at selskapene har bidratt med granskingsrapporter og informanter. Det er gledelig å se at tradisjonen i norsk petroleumsvirksomhet med å dele erfaringer og bidra til økt innsikt i årsaker til hendelser med storulykkespotensial har fortsatt også i forbindelse med denne studien.

I de følgende underkapitlene er arbeidet med de fire datakildene beskrevet. Avslutningsvis er det kort beskrevet hvordan den totale analysen er gjennomført.

10.2.2 Litteraturstudie

I litteraturstudiet ble relevant nasjonal og internasjonal forskning knyttet til konstruksjonssikkerhet og maritime systemer identifisert og analysert. Målsettingen var å undersøke om det finnes litteratur som kan bidra til økt kunnskap og innsikt i årsaksforhold og forebyggende tiltak knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser.

Med utgangspunkt i en søkeordliste, ble det brukt generelle søkemotorer (eksempelvis Google Scholar) i tillegg til søk i OnePetro, en database spesielt knyttet til olje- og gassindustrien. Dessuten ble en rekke rapporter fra ulike forskningsmiljøer, konsultentselskaper og myndigheter brukt for å identifisere litteratur. Hovedfokus ble lagt på referanser fra olje- og gassindustri de siste 10-15 årene.

Totalt ble 145 rapporter og artikler identifisert. Disse ble behandlet som følger:

- Det ble først gjort en grovsortering av de 145 datakildene som ble identifisert. Grovsorteringen baserte seg i hovedsak på titlene. Denne sorteringen ble gjort av prosjektteamets fageksperter og reduserte antallet relevante kilder til 70.

⁵ Petroleumstilsynet vil rette en stor takk til alle som har bidratt

- Sammendragene i disse 70 kildene ble gjennomgått for å gjøre en ytterligere rangering av relevansen. Kildene ble også sortert på tema og type innretning.
- Kildene vurdert til å ha høyest relevans, i alt 48, ble så gjennomgått i detalj. Av disse er 39 kilder utgitt i perioden fra 2000 frem til i dag. Den detaljerte gjennomgangen innebar at kildene ble analysert med hensyn på om, og på hvilken måte, de kastet lys over årsaksfaktorer til konstruksjons- og maritime hendelser.

10.2.3 Granskinger

Gjennomgangen av granskinger har tatt utgangspunkt i 52 granskingsrapporter mottatt fra Petroleumstilsynet. Granskingene var gjennomført av operatørselskaper, redere eller Petroleumstilsynet etter konstruksjons- og maritime hendelser på norsk sokkel. Kun granskinger fra og med år 2000 ble tatt med. Før den tid er det færre granskinger og dårligere underlag for analyse. Dataunderlaget er likevel utvidet med Sleipner-ulykken i 1991. Dette ble gjort siden det er siste storulykke forårsaket av konstruksjonsmessige forhold i Norge, det er en ulykke med mye informasjon, samt at det er få konstruksjons-hendelser med storulykkespotensial for bunnfaste produksjonsinnretninger.⁶

Granskingene ble analysert på følgende måte:

- Det ble først gjennomført et arbeid for å sikre at rapportene var relevante opp mot DFU8. For eksempel ble alle rapporter som omhandlet kollisjoner eller tilløp til kollisjoner, samt rapporter om konstruksjonshendelser som ikke omfattet primærkonstruksjon, tatt ut av utvalget. Videre er utvalget begrenset til hendelser som har skjedd med innretninger i drift (med unntak av Sleipner). Til slutt ble 30 granskingsrapporter vurdert som relevante og valgt ut for videre analyse. I tillegg ble 18 granskinger av utrausinger i RNNP vurdert som relevante for å gi informasjon om forankringshendelser, selv om hendelsene ikke inngår i datamaterialet i RNNP⁷.
- På forhånd var det etablert en detaljert analysematrise, som skulle brukes for å kategorisere og sortere funn og tiltak beskrevet i granskingsrapportene. Denne ble benyttet, selv om det viste seg vanskelig å fylle matrisen fordi flere av granskingene ikke inneholdt informasjon om bakenforliggende forhold.
- Granskingene ble først sortert og systematisert og relevante granskinger ble analysert.

10.2.4 Intervjuer

Intervjuer med selskapenes eksperter innenfor konstruksjoner og maritime systemer utgjorde en viktig del av datagrunnlaget for undersøkelsen. Intervjuobjektene ble valgt ut ved at selskapene ble bedt om å peke ut sine mest sentrale fagfolk på de to temaområdene. Formålet med intervjuene var å innhente erfaringer knyttet til årsaker, utfordringer og fremtidige tiltak innenfor konstruksjoner og maritime systemer. Invitasjonen til å delta i intervjuene ble utformet av Ptil, og her het det blant annet:

“For å få et utfyllende datagrunnlag er det avgjørende å innhente informasjon gjennom intervju med relevante fagfolk med kunnskap om, og erfaring med, både prosjektering, risikostyring og operasjon knyttet til konstruksjoner og maritime systemer. Dette gir mulighet for å få fram informasjon som sjelden synliggjøres i det skriftlige materialet, som eksempelvis oppfatninger om risikovurderinger, rutiner og praksis som påvirker risikoen for konstruksjons- og maritime hendelser.”

Videre: “Når det gjelder årsaker til hendelsene, er vi primært ute etter selskapenes fageksperters synspunkter på hva de selv vurderer å være de viktigste årsakene. Vi ønsker at (forskerteamet) kan få intervju personer i ditt selskap med inngående innsikt i og kompetanse og erfaring knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser.

⁶ Merk at Sleipner-hendelsen ikke er representert i datamaterialet i RNNP, da den ikke var i drift på hendelsestidspunktet

⁷ Utrausinger er normalt ikke en del av grunnlaget for RNNP-data. Årsaken til at det er mange granskinger om utrausinger i denne studien, er at Ptil gjennomførte et prosjekt om denne type hendelser i fjor sommer.

Petroleumstilsynet håper derfor at du kan bidra med utvelging av intervjuobjekter i ditt selskap.”

Det ble også spesifisert at det fra engineeringsselskapene var ønskelig å intervju personell med fagansvar innenfor konstruksjon og maritime systemer. Fra operatørselskapene var det ønske om intervju med personell på flere nivå av fagansvar for konstruksjon og maritime systemer, mens det fra rederne var ønske om å intervju ballastoperatører/DP-operatør, stabilitetsansvarlig og fageksperter på land.

Det ble i alt gjennomført 38 intervjuer med 44 fagpersoner fra næringen. Det er grunn til å anta at intervjuene representerer et godt utvalg av Norges fremste ekspertise på området. Intervjuobjektene ble spurt om de hadde forslag til andre personer som burde bli intervjuet. Dette medførte at antall intervjuer ble utvidet noe sammenlignet med det som opprinnelig var planen.

Prioritet ble gitt til ansatte i engineeringsselskaper (14), operatørselskaper (12) og redere (11). I tillegg dekker intervjuene til sammen sju personer hos myndigheter, klasseselskap og i forsknings- og konsulentmiljøer. Totalt representerte intervjuobjektene 14 organisasjoner. Temaene for intervjuene varierte avhengig av personenes bakgrunn og kompetanse. 12 intervjuer hadde konstruksjonshendelser som hovedtema, 12 maritime hendelser og 14 dekket begge tema. De fleste intervjuobjektene har teknisk kompetanse fra prosjektering, bygging, drift, rådgivning eller forskning, men det er også noen intervjuobjekter som i hovedsak har driftserfaring.

Intervjuene ble gjennomført i tidsrommet oktober – desember 2013. 34 av 38 intervjuer ble gjennomført ansikt-til-ansikt, mens de resterende ble foretatt per telefon. Intervjuene ble, med fire unntak, gjennomført av to deltakere fra forskerteamet. Dette for å kunne dokumentere intervjuene tilstrekkelig uten å benytte opptaker, og for å kunne ha med både ingeniørvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig kompetanse i intervjuene. Hvert intervju hadde en varighet på ca. én time.

Før oppstart av intervjuene ble det utarbeidet en intervjuguide med oversikt over relevante spørsmål og temaer. I tillegg til spesifikke spørsmål og tema omfattet også intervjuene helt åpne spørsmål som ”slik du ser det, hvor ligger den største risikoen når det gjelder konstruksjonshendelser/maritime hendelser, og ”hvis du hadde all makt og alle midler tilgjengelig, hva ville du ha prioritert for å forbedre sikkerheten innen disse områdene?” Avslutningsvis ble det også stilt spørsmål om det var andre tema man hadde forventet å bli spurt om, eller om det var andre tema man gjerne ville ta opp. Dette for å sikre at det ikke utelukkende var intervjuernes interesser som styrte tema som ble tatt opp.

Det ble skrevet fyldige notater underveis i hvert intervju som dannet grunnlag for et referat. I etterkant av hvert intervju foretok intervjuerne en kort oppsummering, hvor viktige resultater fra intervjuet ble identifisert. Dette ble benyttet som innspill til tema som eventuelt burde følges opp videre i senere intervjuer, for å avkrefte eller bekrefte tidlige hypoteser og funn. Tilsvarende ble det gjort en oppsummering av hele prosjektteamet etter at omkring en tredel av intervjuene var gjennomført. Dette ga også innspill til nye tema og ytterligere målretting av de resterende intervjuene.

10.2.5 Spørreundersøkelse

Intervjuer er en effektiv, men samtidig tidkrevende metode for innsamling av data. For å sikre tilgang på synspunkter fra et enda bredere utvalg av fagfolk ble det også gjennomført en elektronisk spørreundersøkelse. Hensikten med denne undersøkelsen var dels å supplere de data som var innhentet gjennom intervjuene, dels å undersøke nærmere enkelte av de temaområdene som gjennom intervjuene var identifisert som interessante.

For å få relevante respondenter til undersøkelsen, ble det tatt direkte kontakt med i alt 17 operatørselskap, 14 boreentreprenører, fire engineering-selskap, tre organisasjoner innen inspeksjon- og vedlikehold samt fem utstyrsleverandører. I tillegg ble det tatt kontakt med klasseselskaper og universitetsmiljø. Samtlige ble bedt om å oppgi e-postadresser til fageksperter innen henholdsvis konstruksjoner eller maritime systemer. Enkelte selskaper valgte å ikke delta i undersøkelsen. De oppga at de ikke hadde kompetanse knyttet til konstruksjoner og maritime systemer internt i selskapet. Enkelte av de foreslåtte navnene var allerede intervjuet og ble ikke spurt om å være med på spørreundersøkelsen. I alt 34 organisasjoner svarte positivt på invitasjonen. Av disse var 12 operatørselskap, ti boreentreprenører, tre engineering-selskap, to innen inspeksjon og vedlikehold, fem utstyrsleverandører og to øvrige. Totalt ble det sendt ut spørreskjema til 76 e-postadresser og 41 svar ble mottatt (svarprosent 54).

I undersøkelsen ble det stilt en rekke åpne spørsmål rundt årsaker og tiltak knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser. Disse ble besvart som fritekst. I tillegg ble det stilt avkrysningsspørsmål hvor respondentene ble bedt om å ta stilling til påstander på utvalgte temaområder. Spørreundersøkelsen var lagt opp slik at den presenterte respondentene for spørsmål tilpasset det fagområdet de primært arbeidet med – konstruksjoner eller maritime systemer. Her følger noen eksempler på åpne spørsmål:

- Slik du ser det, hvor ligger den største risikoen når det gjelder konstruksjons-hendelser?
- Hva kan være de bakenforliggende årsakene til at det skjer mange ankerlinebrudd, utrausninger og andre hendelser knyttet til forankring?

Eksempler på avkrysningsspørsmål (konstruksjon):

- Erfaringer fra tidligere konstruksjonshendelser blir i liten grad tatt hensyn til i konseptvalg og prosjektering
- Det gjøres tilstrekkelige analyser og vurderinger før en tar i bruk nye konsepter eller løsninger

Eksempler på avkrysningsspørsmål (maritim):

- Sentrale maritime systemer (f.eks ballasterings- og DP-systemer) er enkle å forstå og bruke
- Forhold knyttet til maritime systemer er et område som får for lite oppmerksomhet i sikkerhetsarbeidet i næringen

Fritekstsvarene fra spørreundersøkelsen ble analysert i to steg. Først ble svarene sortert i tematisk like grupper. Deretter ble hovedessensen av svarene sammenstilt i overordnede MTO-kategorier. Avkrysningsspørsmålene ble presentert som deskriptiv statistikk, og svarene blir brukt til å belyse hovedtema fra intervjuundersøkelsen der det er naturlig.

10.2.6 Bearbeiding av innsamlede data

Etter at alle datainnsamlingsaktivitetene var igangsatt (men før de var ferdigstilt), ble det gjennomført et arbeidsmøte i studiens prosjektteam hvor foreløpige funn og konklusjoner fra alle kildene ble gjennomgått og diskutert. Formålet med dette var først og fremst å se om det var åpenbare resultater som var naturlige å trekke frem, om det var tema som burde følges i det videre arbeidet og også om det var behov for å justere datainnsamlingsarbeidet på andre måter.

Deretter ble det gjennomført et arbeidsmøte med hele prosjektteamet hvor det ble gjort en systematisk gjennomgang av datamaterialet fra alle kilder for å identifisere viktige funn og observasjoner. Dette ble gjort med utgangspunkt i to innfallsvinkler:

- For det første ble de ulike fasene i prosjektgjennomføring vurdert for å se om det kunne knyttes observasjoner til hver av fasene. Her ble det gjort separate vurderinger av en feltutbygging kontra bygging av en boreinnretning. For boreinnretninger var de

langt fleste funnene knyttet til drift, men for feltutbygginger fungerte faseinndelingen meget godt.

- For hver fase ble de ulike aktørene vurdert, for å se om det var observasjoner som kunne knyttes til enkelte aktørgrupper, som for eksempel "Operatørselskap" eller "reder".

10.3 Resultater

I de følgende delkapitlene omtales resultatene fra litteraturstudiet, gjennomgang av granskinger og spørreskjemaundersøkelsen. Resultatene fra intervjuene behandles i delkapittel 10.4.

10.3.1 Resultater fra litteraturstudiet

Som beskrevet tidligere, var det i alt 145 kilder som ble identifisert og 70 som ble gjenstand for nærmere gjennomgang. Av disse ble 48 grundig vurdert.

Tematisk fordelte disse 48 kildene seg på flere ulike områder⁸:

Tema	Antall kilder og eksempel
Menneskelige og teknologiske faktorer i prosjektering og drift av innretninger	6 kilder (eks. Bea, 2002)
Forankring og forankringsutfordringer	4 kilder (eks. Majhi & D'Souza, 2013)
Aldringsproblematikk og Structural Integrity Management (SIM)	8 kilder (eks. SINTEF, 2010)
Dynamiske posisjonerings systemer (DP) og sikkerhet for flyttbare innretninger	3 kilder (eks. Chen, Moan & Verhoeven, 2008)
Ulykkesrapporter	7 kilder (eks. MMS, 2007 om Thunder Horse)
Ulike erfaringsstudier	10 kilder (eks. Vinnem et al., 2000)
Ikke-kategoriserte	10 kilder

Det overordnede resultatet av gjennomgangen er at litteraturen i liten grad er til støtte når det gjelder å forstå sammenhenger mellom utløsende og bakenforliggende årsaker til konstruksjons- og maritime hendelser. Mye av litteraturen omtaler spesifikke tekniske årsaker. I de kildene hvor forfatterne går bak de utløsende årsakene, er det ofte i form av generelle betraktninger om betydningen av å forebygge menneskelige feilhandlinger eller om forholdet mellom organisatoriske faktorer og risikobildet. Disse diskusjonene er av generell karakter, og kobler i liten grad hendelsesspesifikke menneskelige og organisatoriske faktorer til årsaksbildet. Det kan være mange årsaker til at det er slik. En nærliggende forklaring er at det ikke eksisterer god empiri i form av gode granskinger.

Dette er i seg selv et interessant funn, og det omtales senere i rapporten. Den litteraturen som på ulike måter gir innspill til de tema som diskuteres senere, blir trukket frem der det er relevant.

10.3.2 Resultater fra gjennomgang av granskingsrapporter

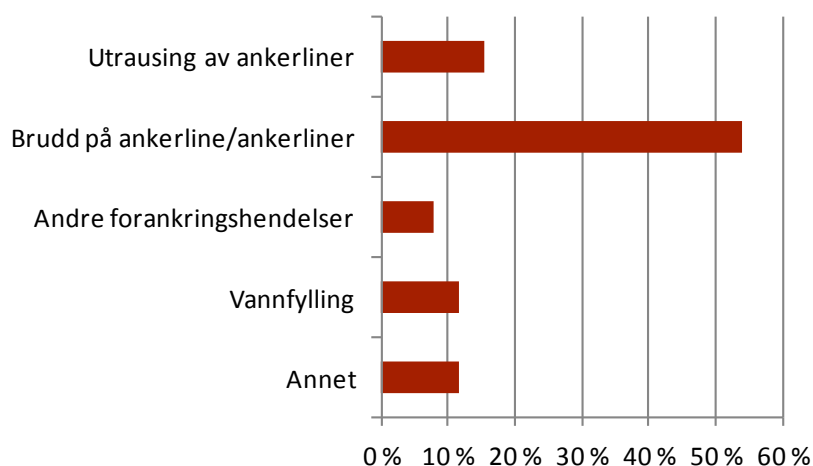
En viktig del av denne studien har vært en gjennomgang av tilgjengelige granskingsrapporter. I alt er 30 granskinger av konstruksjons- og maritime hendelser fra norsk sokkel benyttet som underlag. Samtlige er, med ett unntak, fra perioden 2000-2013.⁹ Fire av granskningene er konstruksjonshendelser, mens 26 er maritime hendelser. I tillegg omfatter materialet 18 granskinger av utrausingshendelser som ikke er en del av grunnlaget for RNNP. Der granskningene er offentliggjort, har vi omtalt hendelsen med navn på innretningen. Alle øvrige hendelser er anonymisert.

⁸ Fullstendig oversikt over de kildene som ble grundig vurdert, finnes i referanselisten.

⁹ Granskningen av Sleipner-ulykken, som skjedde i 1991, er også inkludert i materialet.

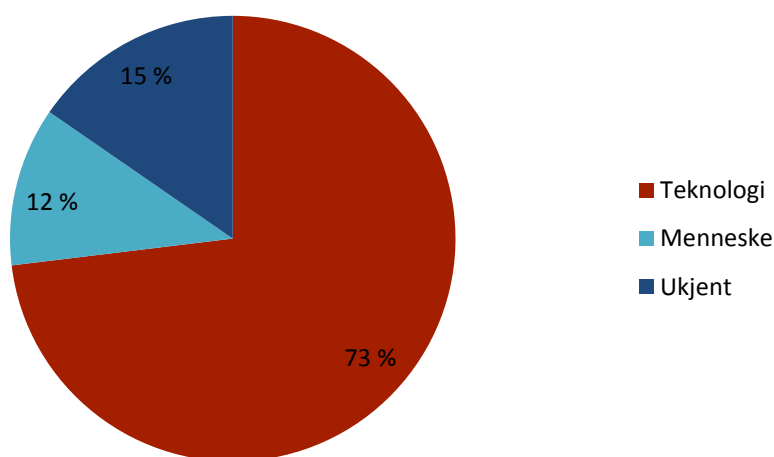
10.3.2.1 Maritime hendelser

Oversikt over type maritime hendelser i studien, og som inngår i RNNP, fremgår av Figur 2.



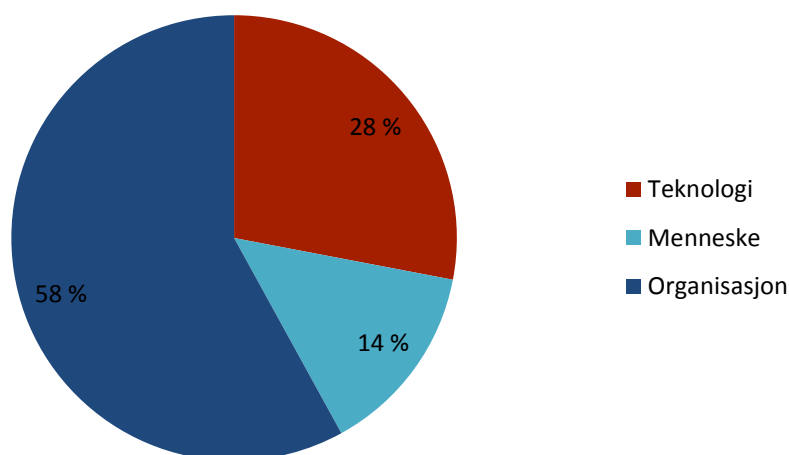
Figur 2 Oversikt over type maritime hendelser basert på granskingsrapporter i perioden 2000-2013. Tallene er i prosent, N=26 (totalt antall maritime hendelser i materialet som inngår i RNNP)

Utrausing av ankerliner under operasjon utgjorde 15 prosent av hendelsene, brudd på en eller flere ankerliner utgjorde 54 prosent, mens andre typer forankringshendelser utgjorde åtte prosent. 12 prosent av hendelsene involverte inntrenging av vann i konstruksjonen, mens 12 prosent var andre typer maritime hendelser.



Figur 3 Oversikt over direkte utløsende årsaker knyttet til maritime hendelser identifisert fra granskingsrapportene

De direkte utløsende årsakene identifisert fra granskingsrapportene fremgår av Figur 3. Tekniske årsaker utgjorde 73 prosent mens menneskelige årsaker utgjorde 12 prosent. For fire av hendelsene (15 prosent) er den utløsende årsaken ikke kategorisert, da denne ikke klart fremgikk av granskingene.



Figur 4 *Bakenforliggende årsaker knyttet til maritime hendelser fordelt på menneske, organisasjon og teknologi*

De bakenforliggende årsakene, identifisert fra granskingsrapportene, fremgår av Figur 4. Merk at denne oversikten er basert på betydelig grad av skjønn. De skjønnsmessige vurderingene har vært nødvendig, da informasjon om bakenforliggende årsaker var mangelfull i 35 prosent av granskingsrapportene.

I en RNNP-studie om årsaker og tiltak knyttet til brønnkontrollhendelser (RNNP, 2011) ble det brukt et klassifiseringsskjema for å fremstille utløsende og bakenforliggende årsaker og type tiltak. Skjemaet var basert på en pragmatisk tilpasning av kategoriene som ble definert i en tilsvarende årsaksstudie om hydrokarbonlekkasjer (RNNP, 2010). Etter å ha vurdert kvaliteten på granskningene som inngår i det utvalgte materialet, har forskerteamet besluttet å ikke inkludere en slik fremstilling i denne studien. Fremstillingen ville kunne gi inntrykk av et mer solid kunnskapsgrunnlag enn det som faktisk er tilfelle. Informasjon fra granskingsrapportene om bakenforliggende årsaker er derfor gjengitt i tekstform i dette kapittelet, og blir brukt sammen med andre datakilder som en del av diskusjonen i delkapittel 10.4.

Som vist i Figur 2 er de maritime granskningene dominert av forankringsrelaterte hendelser – brudd på ankerliner, utrasing og tap av ankerkjetting. Denne type hendelser kan resultere i storulykker. Gryphon Alpha, en FPSO (flytende produksjonsskip) på britisk sokkel, hadde et meget alvorlig tilløp i 2011 som illustrerer potensialet. Fire ankerliner ble tapt i en storm, med påfølgende skade både på skipet, på stigerør og på produksjonsutstyr. Alt ikke-kritisk personell ble evakuert med helikoptre, og to taubåter måtte hjelpe til å holde FPSOen i posisjon. Det tok nærmere to år med verkstedopphold før den var tilbake i produksjon. En liknende hendelse skjedde med Petrojarl Banff, en FPSO som drev produksjon på britisk sokkel i Nordsjøen. Banff mistet fem av 10 ankere og drev 250 meter ut av posisjon, også her med skader på stigerør som resultat.

Brudd på ankerliner

54 prosent av granskningene i materialet omhandler brudd på ankerliner. I to av hendelsene oppstod det brudd på to ankerliner, i de resterende ble en ankerline brutt. Den vanligste konsekvensen var materielle skader, fulgt av bore- eller produksjonsstans og det granskingsrapportene omtaler som "ingen konsekvens".

Med ett unntak¹⁰ er samtlige av hendelsene utløst av tekniske årsaker. De vanligste av disse er beskrevet som:

- Overbelastning av liner, som følge av dynamiske snapplaster eller uventede værforhold
- Utmatningsbrudd i kjetting
- Skade på fiberline

Det er stor variasjon i granskingene når det gjelder beskrivelse av bakenforliggende forhold og tilhørende tiltak. Det er derfor vanskelig å angi et mønster, men følgende faktorer går igjen i enkelte av rapportene:

- Manglende kunnskap om faktiske laster på fortøyningsystemene
- Feil eller utilstrekkelig forankringsanalyse med tilhørende behov for gjennomgang og verifikasjon
- Svakheter i overordnet filosofi for vedlikeholdsprogram og vedlikeholdsaktiviteter knyttet til forankringssystemer samt manglende vektlegging av betydningen av slike systemer
- Mangler ved kompetanse, opplæring og trening i håndtering av forankringssystemer

Utrausing

Av antall rapporterte maritime hendelser er 15 prosent knyttet til hendelser med utrausing av ankerliner. Ved å inkludere alle tilgjengelige granskinger av utrausingshendelser blir andelen 50 prosent. To av hendelsene var med flytende produksjonsinnretninger, de øvrige med flyttbare innretninger. Mange av hendelsene oppstod under flytting av innretninger. Graden av alvorlighet i hendelsene er varierende, og begrenser seg i mange tilfeller til at innretningen flytter seg noen meter. Enkelte av hendelsene må betegnes som mer alvorlige, for eksempel hadde Ocean Vanguard i 2004 utrausing av to ankerliner. Hendelsen medførte betydelig avdrift av innretningen, svikt av borestigerør og BOP.

Med ett unntak¹¹ er samtlige hendelser utløst av tekniske årsaker. De vanligste av disse er:

- Bremses som ikke holder av ulike årsaker
- Koblinger som ikke holder eller som glipper
- Teknisk svikt på grunn av utmatting, slitasje eller hydraulikklekkasje

Granskingene av utrausinger er gjennomgående svake når det gjelder identifikasjon og omtale av bakenforliggende årsaker. Det som oftest påpekes er at prosedyrene ikke har vært gode nok eller at man har utilstrekkelig vedlikehold. Det er også ett tilfelle hvor det påpekes at designanalysene ikke har vært tilfredsstillende.

Tiltakene er i all hovedsak av teknisk karakter og retter seg mot de årsakene som er nevnt over. Av foreslåtte organisatoriske tiltak er det et fåtall typer som kan nevnes:

- Endring av prosedyrer
- Endring av vedlikeholdsrutiner/intervaller
- Spredning av informasjon til relevant personell og til andre installasjoner

Vannfylling

¹⁰ Feilaktig rigging av fiberliner

¹¹ Feil bruk av bremseutstyr ved kjøring av ankervinsj

Det var tre granskede hendelser i perioden 2000-2013 med inntrenging av vann i konstruksjonen. Forskerteamet anser to av disse som de mest alvorlige maritime hendelsene som er gransket med hensyn til potensial for storulykker.

I september 2012 fikk den halvt nedsenkbare boreinnretningen Scarabeo 8 utilsiktet krenkning på syv grader under boreoperasjon. Den utløsende årsaken var feilhåndtering av ballastsystemet. Petroleumstilsynets granskingsrapport avdekket mangler ved forhold som er viktige for å unngå storulykker. Disse inkluderer blant annet reders evne til å fange opp, vurdere og ta aksjon basert på informasjon om sårbarheter i eget og entreprenørers system knyttet til det å sikre tilstrekkelig kapasitet og kompetanse hos operasjonelt personell. Rapporten peker også på svakheter i menneske-maskin-grensesnittet i kontrollrommet.

I november 2012 forårsaket et løst anker åtte hull i skroget, vannfylling av to tanker og krenkning på ca. 5,8 grader på Floatel Superior. Det var i tillegg mindre skader på tre andre tanker. Granskingsrapporten til Petroleumstilsynet argumenterer for at punktering også av disse tankene ikke var usannsynlig og kunne ført til krenkning nær designgrensen på 17 grader. Konstruksjonene som skulle sikre ankrene, mens de ikke var i bruk, hadde utilstrekkelig styrke til å motstå bølgelaster fra transport og storm situasjoner. Et anker kom løs og skadet skroget. Alle bolsterne viste tegn til tilsvarende skade. Granskingsrapporten gir et godt bilde av hvordan disse faktorene, i kombinasjon med gjennomgående mangel på samvirke og forståelse for ulike aktørers forutsetninger i prosjektering, bygging og drift av innretningen, samlet forårsaket den alvorlige hendelsen. Aktørene omfatter engineeringselskap, verft, utstyrsleverandør, reder, operatør og driftsorganisasjon.

Det var i tillegg en mindre alvorlig hendelse med en flyttbar leteinnetning. Hendelsen omfattet hull i skrog som følge av korrosjon, og tilhørende inntrenging av vann i konstruksjonen. Den direkte utløsende årsaken til denne hendelsen, var groptæring i bilge som over tid utviklet seg til hull. Granskingsrapporten, utført av reder, peker videre på flere organisatoriske årsaker som bidro til ulykken. Blant annet ble det under siste inspeksjon oppdaget tæring som målte opp til 80% av platetykkelsen. Granskingsgruppen argumenterer for at det, når det oppdages tæring av slikt omfang, bør iverksettes økt inspeksjonsomfang eller endrede vedlikeholdsrutiner. Dette ble ikke gjort her. Tæringen som ga hull befant seg i et område som ikke ble kontrollert.

10.3.2.2 Konstruksjonshendelser

Det er fire konstruksjonshendelser som inngår i denne studien. I tillegg kan to av hendelsene omtalt i forrige delkapittel også sees på som konstruksjonshendelser. Med et så begrenset antall hendelser, er det ikke hensiktsmessig å lage kvantifiserbare oversikter over utløsende og bakenforliggende årsaker. Nedenfor følger en kortfattet beskrivelse av hendelsene basert på granskingsrapportene.

Den mest alvorlige ulykken er tapet av understellet for Sleipner A i Gandsfjorden i 1991, kort tid før planlagt sammenkobling med dekket. Under en test der konstruksjonen ble ballastert ned til et lavt fribord, førte en feil i prosjekteringsfasen til brudd med stor ukontrollert vanninnstrømning i D3-skaftet. Skaftet ble raskt fylt og understellet sank og ble knust mot bunnen i Gandsfjorden. Alt personell ble evakuert i tide, og ulykken førte derfor kun til materielle skader. De økonomiske konsekvensene av å måtte bygge ny konstruksjon og av forsinket produksjon var store. Granskingen viste at det i prosjekteringsfasen var gjort store feil i den globale elementanalysen av konstruksjonen og at dette var årsaken til at det var utilstrekkelig armering i veggen mellom celler og skaft. Videre var ikke disse feilene avdekket i kvalitetskontrollen.

I 2006 ble en bunnfast produksjonsinnretning truffet av en serie bølger i dekk. Episoden hadde åpenbart potensial for personskade, da innretningen ikke var nedstengt og nedbe-mannet etter varsel om ekstreme bølger. Granskingsrapporten avdekker ikke skade på

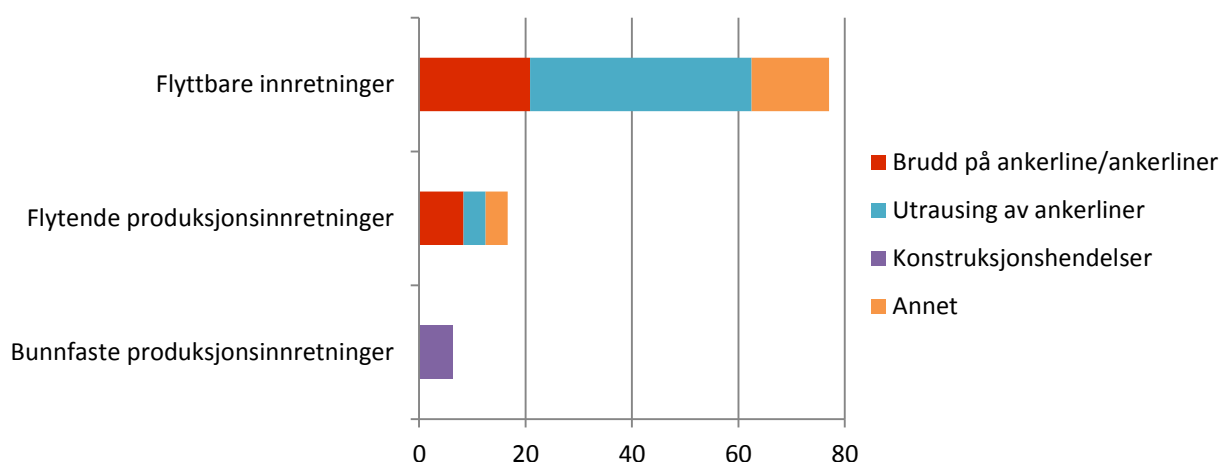
primærkonstruksjon. Samtidig var det et potensial for slik skade i hendelsen. I henhold til Ptil kategorisering i DFU8 var denne hendelsen skade på konstruksjon og hendelsen ble tatt med i RNNP som eneste konstruksjonshendelse i 2006. Granskingsrapporten avdekket bakenforliggende årsaker til hendelsen, blant annet at forståelsen for prosedyren for avmanning og nedstengning av innretningen i forbindelse med dårlig vær var uklar. Videre påpekte granskingsrapporten at det var svak risikoforståelse i forhold til å la personell fortsette aktivitet på dekk. Plattformens sjefen var ny i jobben uten vesentlig erfaring fra offshoreinnretninger, og det var ikke gjort tilstrekkelige risikovurderinger på innretningen.

I 2002 ble det oppdaget tre gjennomgående sprekker i horisontalstagene på en flyttbar boreinnretning. Sprekkene ble oppdaget gjennom lekkasjedeteksjonssystemet ved at vanninntrengning ble registrert. Innretningen ble tatt til land så fort som mulig. Granskingsrapporten avdekket at direkte årsak til de gjennomgående sprekkenes var sprekker startet i sveiser i doblingsplater i forbindelse med en tidligere ombygging. Sveisemetoden var ikke i henhold til prosjekteringsforutsetningene, og rapporten beskriver hvordan dette kan indikere en svikt i kommunikasjon og kvalitetskontroll. Det blir videre pekt på at kvalitetskontrollen av tegningene utført av klaseselskapet ikke fungerte som en barriere, da det ikke ble oppdaget endring mellom prosjekteringstegning og den løsningen som ble anvendt. I tillegg til kortsiktige tiltak rettet mot den involverte innretningen, anbefales det i rapporten å gjennomføre videre undersøkelser for å etablere bakenforliggende årsaker. Det er ukjent for forskeremaet om dette er gjort, og hva et slikt arbeid eventuelt resulterte i.

Den siste hendelsen som inngår i materialet er også fra 2002. Det oppstod problemer under arbeidet med å installere fem av åtte peler for en relativt liten stålfagverksplattform. Problemet oppstod under installasjonsfasen, forårsaket av kombinasjon av mindre fabrikkasjonsdefekter og et spesielt tett lag i formasjonen. Utfordringene ble løst før produksjonsoppstart og hadde ikke storulykkepotensial. Hendelsen er på denne bakgrunn ikke en konstruksjonshendelse, og den blir ikke vektlagt videre.

10.3.2.3 Forskjeller mellom innretningstyper

Fremstillingen så langt har beskrevet granskinger av maritime- og konstruksjonshendelser, uten å skille mellom hva slags type innretninger som er involvert. I dette avsnittet er derfor hovedtypene konstruksjons- og maritime hendelser fordelt på de ulike innretningstypene som inngår i studien. Det er tatt utgangspunkt i inndelingen i avsnitt 10.1.3, men gruppen "Produksjonsinnretninger" er delt inn i to; bunnfaste produksjonsinnretninger og flytende produksjonsinnretninger.



Figur 5 Prosentvis fordeling av samtlige av de konstruksjons- og maritime hendelser som inngår i studien mot ulike innretningstyper (N=48)

Figur 5 viser den prosentvise fordelingen av samtlige konstruksjons- og maritime hendelser som inngår i studien mot ulike innretningstyper. Seks prosent av hendelsene involverer bunnfaste produksjonsinnretninger, 17 prosent flytende produksjonsinnretninger og 77 prosent flyttbare innretninger. Merk at figuren og øvrige beskrivelser i dette avsnittet inkluderer alle granskingene i studien, også utrausingshendelsene som ikke inngår i RNNP.

For de bunnfaste produksjonsinnretningene er det tre typiske konstruksjonshendelser; korrosjonsskader, sprekker og bølger i dekk.

Når et konstruksjonselement korrorderer, vil platetykkelsen minke og dermed vil motstanden i konstruksjonselementet reduseres. Tilsvarende vil spenninger øke. Det betyr at marginen mellom last og motstand reduseres og kan bli uakseptabel.

Ved vekslende belastninger som gir strekkspenninger i et konstruksjonselement, kan det oppstå sprekker – som er konsekvensen av utmatting. Relevante vekslende belastninger blir normal generert av miljølaster og for utmattingspåkjennte konstruksjoner er vekslende belastninger ofte primært bølgebelastning.

Bølger i dekk innebærer enten at klaring mellom stille vann og undersiden av dekk er redusert eller at forventet designbølge er økt slik at det medfører en større risiko for at bølger slår opp i dekket. Bølgene kan forårsake lokale skader på dekket og påføre hovedbærekonstruksjonen ikke-lineære laster utover det som er inkludert i opprinnelig dimensjonering, slik at den innebygde sikkerheten reduseres. Redusert klaring mellom stille vann og undersiden av dekk har i hovedsak vært forbundet med nedsynking av havbunnen. Dette forholdet har særlig vært framtrædende på Ekofisk- og Valhall-feltene. For disse feltene har en benyttet flere kompensierende tiltak for å motvirke effekt eller konsekvensene av nedsynking; oppjekking av innretninger, nedstengning, og avbemannning ved varsel om høye bølger.

I granskingene som inngår i denne studien, er det i alt tre hendelser med bunnfaste produksjonsinnretninger, alle er konstruksjonshendelser (se 10.3.2.2.)

Det er i alt åtte hendelser med flytende produksjonsinnretninger, seks av disse involverer brudd på ankerline/ankerliner eller utrausinger. Alvorlige konstruksjonsskader på flyttbare produksjonsinnretninger som kunne ha bidratt til storulykker har ikke blitt gransket i perioden. En situasjon hvor gransking kunne gitt verdifull læring involverer en flytende produksjonsinnretning som etter mer enn 15 år i drift er stengt ned og avmannet av operatøren i påvente av avklaring om dekket skal forsterkes eller om andre tiltak skal velges for å forlenge levetiden på innretningen.

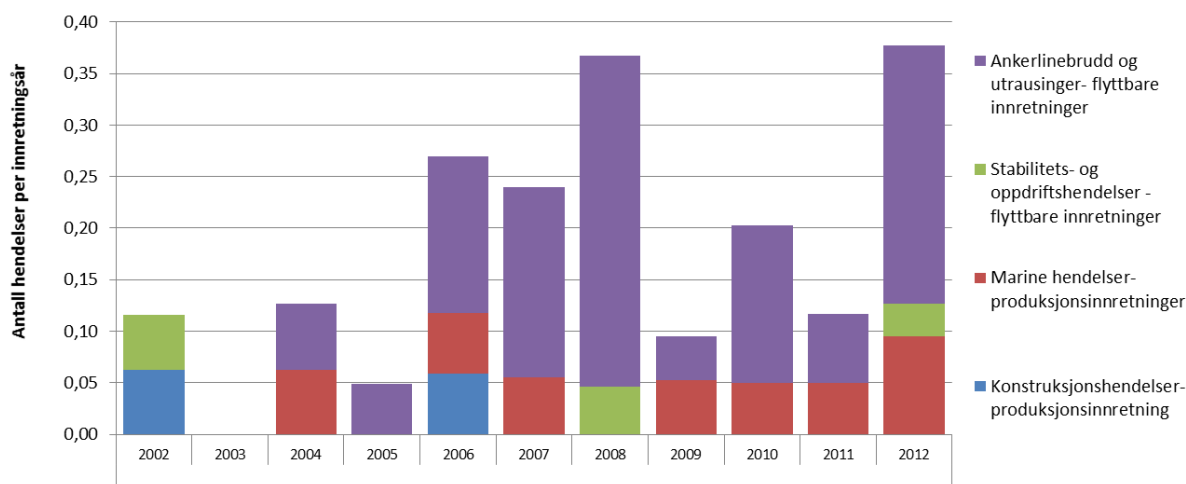
Det er klart flest granskinger av maritime hendelser mot flyttbare innretninger, i alt 37. Det er langt flere ankerlinebrudd på flyttbare innretninger enn det er på flytende produksjonsinnretninger, totalt 10 hendelser med brudd på en eller to ankerliner. Det er også langt flere hendelser med utrausing, i alt 20 for flyttbare innretninger mot 4 for flytende produksjonsinnretninger. En systematisk sammenligning er ikke tilgjengelig, men det kan pekes på at de fleste flytende produksjonsinnretninger har 12 eller 16 ankerliner, mens flyttbare innretninger normalt har 8 ankerliner. Mange flytende produksjonsinnretninger har passive forankringssystemer (dvs. at linene er låst uten kontinuerlig mulighet for stramming eller slakking), mens flyttbare innretninger har aktive systemer.

Gjennomgangen av granskingene viser at utrausinger i vesentlig grad er knyttet til alder på innretningene, særlig når de blir mer enn 25 år. Fordelingen av alder på hendelsestidspunktet er som følger:

- 0–5 år: 16,7 %

- 5–10 år: 0 %
- 10–20 år: 3,3 %
- 20–25 år: 36,7 %
- 25–30 år: 33,3 %
- >30 år: 10,0 %

Samlet viser gjennomgangen at det er langt flere maritime hendelser med flyttbare innretninger enn med flytende produksjonsinnretninger.



Figur 6 Oversikt over konstruksjons- og maritime hendelser som er gransket 2002–2012 per innretningsår

Basert på alle granskingene som inngår i arbeidet er det laget en oversikt over antall granskinger av konstruksjonshendelser og hendelser med maritime systemer over tid. Figur 155 inkluderer separate kategorier for konstruksjons- og maritime hendelser delt på antall innretningsår for produksjonsinnretninger og flyttbare innretninger. Maritime hendelser for flyttbare innretninger er ytterligere splittet opp i henholdsvis stabilitets- og oppdriftshendelser og ankerlinebrudd og utrausinger.¹² På bakgrunn av at antall hendelser totalt sett er lite, er alle hendelsestypene summert opp til en total for å se om trender kan spores.¹³

Figur 155 har normalisert antall hendelser i forhold til antall innretningsår per år for henholdsvis produksjons- og flyttbare innretninger. Dette er gjort ved at antall granskede hendelser er dividert med antall innretningsår for hvert år. Antall flyttbare enheter som opererer på norsk sokkel har økt betydelig de siste årene. Derfor blir det ingen klar trend i figuren når antall hendelser normaliseres mot innretningsår. Imidlertid er det åpenbart at antall granskinger av ankerlinebrudd og utrausinger for flyttbare innretninger har økt etter 2005.

Ut fra dataene er det ikke mulig å forklare alle variasjoner fra år til år. Ikke alle hendelser er gransket, antall døgn med storm varierer fra år til år, og andre tilfeldigheter vil spille inn. Når det er relativt få hendelser per år, kan utslagene bli så store som Figur 155 viser, uten at det er statistisk signifikant.

10.3.2.4 Kvaliteten på granskinger av maritime hendelser

I RNNP er det siden 2000 rapportert i alt 74 maritime hendelser. I dette materialet inngår 26 granskinger samt ytterligere 18 granskinger av utrausinger som ikke inngår i RNNP.

¹² For flyttbare innretninger er det én konstruksjonshendelse som er gransket, denne er ikke inkludert i figuren

¹³ Merk at tapet av Sleipner i 1991 ikke er tatt med i denne oversikten da det ikke er andre hendelser i utvalget mellom 1991 og 2002.

Hensikten med å benytte granskingsrapporter har vært å identifisere årsaker til konstruksjons- og maritime hendelser. For å få innsikt i årsaksbildet, må granskingene også være dekkende når det gjelder bakenforliggende årsaker. Sentrale årsaker er i varierende grad dekket i de granskinger som foreligger. Dette gjør det vanskelig å lage gode og troverdige oversikter og tilhørende analyser av sammenhengen mellom utløsende og bakenforliggende årsaker, og av kvaliteten på foreslåtte tiltak.

Hvis man går litt mer enn 10 år tilbake, var det få granskinger utført av selskapene som inneholdt informasjon om menneskelige og organisatoriske forhold. Endringen kan spores tilbake til Ptils¹⁴ menneske, teknologi og organisasjon (MTO)-prosjekt på begynnelsen av 2000 tallet¹⁵. I denne perioden var det en klar trend mot mer helhetlig tenkning når det gjelder granskingsaktiviteter i en rekke næringer. En årsak til at vi likevel ikke ser jevnt høy kvalitet på granskingene i denne studien, kan være knyttet til hendelsenes natur. Det kan synes som om MTO-perspektivet og Reasons teorier om aktive og latente feil først og fremst er anvendt ved granskinger av et begrenset type hendelser som hydrokarbonlekkasjer og granskinger av fallende gjenstander. Konstruksjons- og maritime hendelser har kanskje ikke i samme grad blitt prioritert som gjenstand for dyptgående granskinger.

Det er et gjennomgående trekk i denne studien at granskinger gjennomført av redere i hovedsak er fokusert på umiddelbare årsaker, særlig de tekniske. Dette gjelder også dersom vi ser bort fra granskingene om utrausinger. Granskinger gjennomført av operatørselskaper og Ptil inkluderer i større grad bakenforliggende årsaker. Det er derfor dårligere grunnlag for å vurdere bakenforliggende årsaker til maritime hendelser. Dette peker på utfordringer hva gjelder granskingskompetanse hos redere. Variasjonen i kvaliteten på granskingene er et viktig funn i denne studien, og det blir omtalt nærmere i delkapittel 10.4.

10.3.2.5 Antall granskinger av konstruksjonshendelser

Også for konstruksjonshendelsene, har forskerteamet møtt utfordringer knyttet til gjennomgang av granskinger. Til forskjell fra de maritime hendelsene, er det ikke varierende kvalitet på granskingene som er krevende, men det lave antall granskingsrapporter.

I RNNP er det siden 2000 rapportert i alt 40 konstruksjonshendelser. I denne studien inngår tre granskinger av konstruksjonshendelser fra samme periode. Dette betyr at de fleste rapporterte konstruksjonshendelser ikke granskes.¹⁶ En årsak til dette kan være at mange potensielt relevante konstruksjonshendelser ikke opptrer hyppig eller har stor faktisk eller potensiell konsekvens.¹⁷ Som regel vil for eksempel sprekker (som kan betraktes som initierende hendelser) bli oppdaget gjennom det ordinære inspeksjonsprogrammet lenge før de blir kritiske, etterfulgt av korrektivt vedlikehold. Slike hendelser blir ikke nødvendigvis gransket.

Systematisk oppsamling av kunnskap om bakenforliggende årsaker til at sprekker oppstår krever at det gjennomføres gode, helhetlige granskinger etter anerkjente metoder. Dette skjer ikke dersom man håndterer avviket ved å la "hendelsen" inngå i vedlikeholdsprogrammet istedenfor å benytte det som en kilde til læring. I 2010 ble det oppdaget en omfattende sprekk i en av de enkleste stålplattformene på norsk sokkel. Sprekken ble oppdaget i et stag som ikke var erkjent som kritisk påkjent, og derfor ikke prioritert. Dette er den eneste kjente hendelsen av såpass alvorlig karakter i perioden.

¹⁴ Ptil var en del av Oljedirektoratet til 2004, derfor var det formelt Oljedirektoratet som igangsatte prosjektet.

¹⁵ Ptil engasjerte J.P. Bento for å analysere ca ti hendelser for å demonstrere hva en gransking med MTO-fokus ville kunne gi, dessuten ble det utgitt et kompendium og en klassifisering av MTO-årsaker (Bento, J.P., 2001).

¹⁶ Det eksisterer informasjon om hendelser som ikke er gransket, men typisk i form av tekniske notater om utløsende årsaker. Dette materialet er ikke en del av denne studien.

¹⁷ Ref. Styringsforskriftens paragraf 20

Klassifisering av konstruksjonselementer med hensyn til kritikalitet gjøres av engineeringsselskapene under prosjektering, som underlag for inspeksjonsaktiviteten i driftsfasen. Hendelsen er ikke gransket, og informasjon framkom i et intervju. Potensialet i hendelsen er derfor ikke kjent, men det er grunn til å anta at alvorlige konsekvenser kunne oppstått, om ikke sprekken var blitt oppdaget. En gransking av hendelsen ville kunnet avdekke dette, og gitt verdifull innsikt i utløsende og bakenforliggende årsaker.

Det må i denne sammenheng omtales at problemene med Yme-plattformen også kan sees på som en konstruksjonshendelse, og som sådan være kandidat til verdifull læring for næringen, gitt at den hadde blitt gransket som en konstruksjonshendelse.¹⁸

Utfordringene rundt gransking av konstruksjonshendelser blir tatt opp igjen i kapittel 10.4.

10.3.3 Resultater spørreundersøkelse

Som beskrevet i avsnitt 10.2.5 ble det sendt ut spørreskjemaer til i alt 76 respondenter. 41 svarte, noe som gir en svarprosent på 54.

At svarprosenten ikke ble høyere, kan skyldes flere årsaker. Da selskapene ble kontaktet med forespørsel om å delta, var det generelt stor interesse for temaet og tilhørende vilje til å stille med informanter. Det ble samtidig påpekt at det for tiden er et høyt aktivitetsnivå på norsk sokkel, og tilhørende arbeidspress på sentrale fagpersoner. Dette kan ha påvirket svarprosenten. Videre var det fem personer som trakk seg fra undersøkelsen da de ikke anså sin kompetanse som relevant, og som ga skriftlig beskjed om at de ikke ville delta. Det må kunne antas at det var flere som trakk seg av samme årsak, men som ikke ga skriftlig beskjed.

Selv om svarprosenten kunne vært høyere, utgjør respondentene et spisset utvalg i form av å være de deltagende organisasjonenes egne eksperter på konstruksjoner og maritime systemer. Informantene dekker alle aktørgrupper som ble invitert i undersøkelsen, med unntak av inspeksjon og vedlikehold.

23 prosent av informantene arbeidet innenfor fagfeltet konstruksjoner, 45 prosent innen maritime systemer, mens resterende 32 prosent arbeidet med begge fagområder. 56 prosent arbeidet i operatørselskap, 22 prosent hos redere, mens de resterende arbeidet i engineeringsselskaper, leverandører av maritimt utstyr og i universitetsmiljøer.

10.3.3.1 Oppsummering av fritekstsvær

Det ble gjennom spørreundersøkelsen stilt flere åpne spørsmål rundt årsaker og tiltak knyttet til konstruksjons- og maritime hendelser. Av de 41 som besvarte spørreskjemaet, var det 22 som svarte på spørsmål om konstruksjonshendelser, mens 27 besvarte spørsmål om maritime hendelser. Dette betyr at 8 respondenter svarte på begge sett med spørsmål, noe det ble gitt mulighet til i undersøkelsen. I dette delkapittelet gis en oppsummering av svarene. Vi gjengir også typiske eksempler på svar på de ulike spørsmålene, samt prosentvis hvor mange som har trukket frem de ulike temaene. I og med at dette var fritekstsvær, ble gjerne flere tema nevnt av samme respondent.

Konstruksjonshendelser

På spørsmål om hva respondentene anser som de viktigste årsakene til konstruksjonshendelser i petroleumsvirksomheten, ble følgende årsaksforhold fremhevet.

- Korrosjon
- Utmatting, sprekker og sprekkdannelse
- Uforutsette lastpåvirkninger

¹⁸ Yme-plattformen skulle ferdigstilles offshore i 2012, men kom aldri i drift. Den ble evakuert i 2012 grunnet sprekker som ble oppdaget i plattformens bein. Innretningen skal etter hvert fjernes.

- Eks. *"Bruksendringer og uforutsette laster fra miljø / vær"*¹⁹
- Mangelfull erfaringsoverføring mellom ulike faser i en innretnings livsløp (prosjektering, fabrikasjon, installasjon og drift)
 - Eks. *"Vansker i erfaringsoverføring fra prosjekt til drift, kollektiv glemsel, hvordan kan organisasjonen huske på begrensningene til innretningen"*
- Mangelfull kompetanse og erfaring og manglende bevissthet om bruk av slik kompetanse
 - Eks. *"Manglende kompetanse og bevissthet om behov for å sikre rett kompetanse og teknisk kvalitetskontroll. Fagpersonen med faglig integritet, blir overstyrt. Ingen prosedyre eller styringssystem kan erstatte den ansvarlige og kompetente fagpersonen."*
- Innsynking
 - Eks. *"Innsynking av plattform og påfølgende bølgelaster på konstruksjonen"*

Korrosjon ble trukket frem av 35 prosent av respondentene, det samme ble utmatting. Uforutsette lastpåvirkninger, mangelfull erfaringsoverføring og mangelfull kompetanse og erfaring ble til sammen trukket frem av 25 prosent av respondentene.

I tillegg ble det nevnt enkelte andre årsaker, blant annet knyttet til selve konstruksjonsfaget og hvilken status dette har: *"For liten fokus på struktur og vedlikehold/inspeksjon av denne. Lav prestisje i det å jobbe med struktur sett i forhold til det å jobbe med prosess. Dårlig/lav rekruttering til det å jobbe mot struktur."*

Det ble videre stilt spørsmål om det finnes utfordringer knyttet til kvalitetssikring og oppfølging av byggeprosessen som kan påvirke faren for konstruksjonsfeil i negativ retning. Følgende ble spesielt vektlagt av respondentene:

- Oppfølging av utenlandske aktører (leverandører og verft)
 - Eks. *"Mangelfull oppfølging og tilstedeværelse av kompetent personell for oppfølging av byggeprosessen"*
- Erfaring og kompetanse
 - Eks. *"Ingeniørenes kompetanse når det gjelder store komplekse strukturer med mange forskjellige typer laster."*

På spørsmål om hvilke risikoreduserende tiltak som bør iverksettes for å sikre integriteten til bærende konstruksjoner på norsk sokkel ble følgende tiltak fremhevet:

- Økt fokus på inspeksjon og tilstandskontroll på innretninger i drift.
 - Eks. *"Sikre at inspeksjonsprogrammer er etablert, at de er detaljerte nok til å sikre at alle viktige strukturdetaljer blir ivarettatt og inspisert likt hver gang, at de er oppdatert mhp. re-analyse resultater og levetidsforutsetninger"*
- Strengere krav og oppfølging fra myndighetene.
 - Eks. *"Strengere krav til levetidsforlengelse for installasjoner"*

40 prosent av respondentene trakk frem økt fokus på inspeksjon og tilstandskontroll, mens 15 prosent trakk frem strengere krav og oppfølging fra myndighetene når de skal svare på hvilke risikoreduserende tiltak som bør iverksettes knyttet til konstruksjonshendelser.

Det ble også gitt uttrykk for at konstruksjonsrelaterte funn i driftsfasen ikke i tilstrekkelig grad blir analysert med tanke på å finne årsaker.

¹⁹ Direkte sitater fra fritekst i spørrekjema (skriftlige) eller uttalelser under intervju (muntlige) er markert med anførselstegn og satt i kursiv. Utvalgte sitater er typiske forutsagn fra informantene (viser et mønster i datamaterialet), eller som gir god innsikt i problemstillinger som trekkes frem som viktige. .

Maritime hendelser

På spørsmål om hva som er de viktigste årsaksforholdene som kan skape maritime hendelser, ble følgende årsaksforhold vektlagt:

- Mangelfull maritim kompetanse og erfaring hos personell om bord på innretningene
 - Eks. *"Kvalifikasjon på personell om bord er ofte en del av årsaksbilde for maritime hendelser. Det er 30 mennesker som styrer et kontrollrom gjennom et år, det er krevende å følge opp den maritime kvalifikasjonen for en så stor gruppe"*
- Svikt i forankringssystemer
 - Eks. *"Ankerlinebrudd, dregging av anker, utrausing av kjetting"*
- Mangelfulle prosedyrer og mangelfull etterlevelse av krav i prosedyrer om bord

26 prosent trakk frem mangelfull kompetanse, 15 prosent svikt i forankringssystem mens 12 prosent trakk frem mangelfulle prosedyrer.

I tillegg til å fremheve mangelfull maritim kompetanse om bord, ble det fremhevet at operatørselskapene legger for liten vekt på maritim utdanning og kompetanse. En rekke andre faktorer ble også nevnt, slik som «*dårlige holdninger*», «*menneskelige faktorer*» og «*menneskelig svikt*», samt feil på utstyr.

Som gjennomgangen av granskingene tydelig viser, er det mange forankringshendelser på norsk sokkel. Vi stilte derfor spørsmål om hva som kan være de bakenforliggende årsaker til ankerlinebrudd, utrausinger og andre hendelser knyttet til forankring. Følgende årsaksforhold ble fremhevet:

- Mangelfullt vedlikehold, inspeksjon og tilstandsovervåking av forankringssystemer
 - Eks. *"Mangelfullt vedlikehold, materiellet eldes og kapasiteter reduseres."*
 - *"Det er nok sammensatt, men det er ganske krevende å foreta fullstendige inspeksjoner av forankringssystemer"*.
- Mangelfull kompetanse og erfaring, knyttet både til utstyret som brukes og til selve bruken av det
 - Eks. *"Manglende erfaring med kjetting, fiber og wire til fortøyningsoperasjoner"*
 - Eks. *"Det er for lite opplæring av personell om bord"*
 - Eks. *"Dette er komplekse systemer, det er vanskelig å lage en god modell av bølgene og enhetens respons"*
- Feilhåndtering av utstyr/systemer
 - Eks. *"Operatørfeil under bruk av wincher"*
- Svikt/feil på teknisk utstyr
 - Eks. *"Design eller produksjonsfeil"*
 - Eks. *"Software feil i POSMOOR kontroll system"*
- Overbelastning
 - Eks. *"Overbelastning på forankringssystemene"*

Det er de to første punktene som hyppigst ble trukket frem, med 41 prosent for mangelfullt vedlikehold, inspeksjon og tilstandsovervåking av forankringssystemer og 37 prosent for mangelfull kompetanse og erfaring.

På spørsmål om hvilke tiltak som bør iverksettes for å redusere sannsynligheten for og konsekvensene av maritime hendelser ble følgende tiltak vektlagt:

- Styrke den maritime kompetansen både offshore og i landorganisasjonen
 - Eks. *"Styrke maritim kompetanse om bord og økt opplæring i krisehåndtering for denne kompetansen. Ser også at det er behov for slik kompetanse i landorganisasjonen."*

- Eks. *"Bruk av sanntids simulatorer med scenario-basert trening på årlig basis"*
- Økt fokus på vedlikehold, inspeksjon og tilstandsovervåking av flyttbare innretninger både under prosjektering, bygging og drift
 - Eks. *"Fortsette fokus på tilstandsovervåking"*
 - Eks. *"Robuste integritets- og inspeksjonsprogrammer under konstruksjon og drift"*
- Forbedre og styrke myndighetenes regelverk
 - Eks. *"Mer direkte myndighetsoppfølging av tekniske forhold, ikke bare oppfølging av managementsystemer og prosedyrer"*

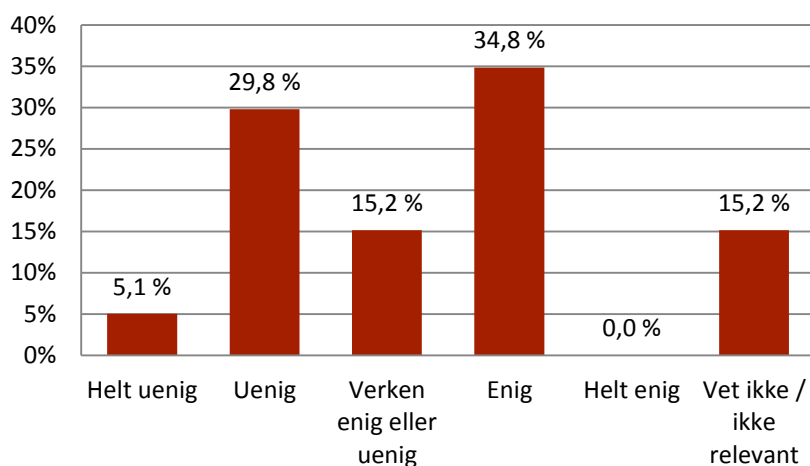
33 prosent trakk frem å styrke den maritime kompetansen, 22 prosent trakk frem økt fokus på vedlikehold, mens 11 prosent foreslo å forbedre og styrke myndighetenes regelverk.

Det er også en rekke svar som på ulike måter forslo at det er nødvendig å øke den generelle oppmerksomheten mot maritime systemer og operasjoner.

Svarene på fritekstspørsmålene i spørreundersøkelsen inngår som en del av analysegrunnlaget i denne studien, og blir trukket inn i diskusjonene i delkapittel 10.4.

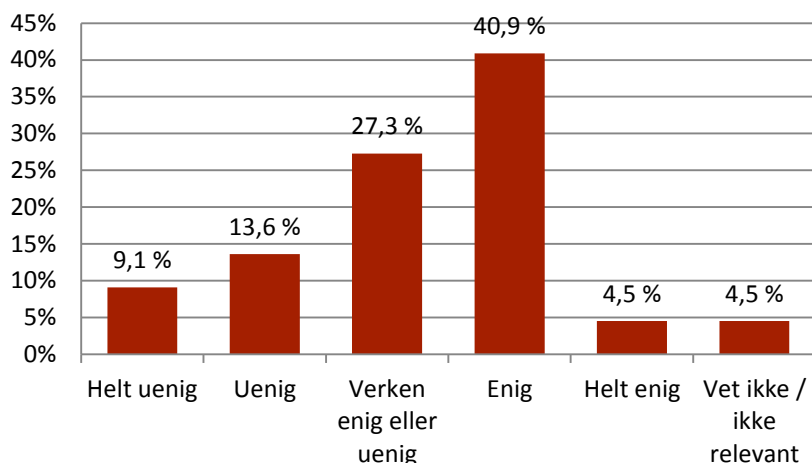
10.3.3.2 Andre spørsmål i spørreundersøkelsen

I tillegg til fritekstsvarene, ble det stilt en rekke spørsmål som respondentene ble bedt om å ta stilling til. Et utvalg av svarene fremgår av følgende figurer. Vi kommenterer ikke svarene nærmere her, men de inngår som en del av grunnlaget for analysen i delkapittel 10.4, og blir omtalt nærmere der.



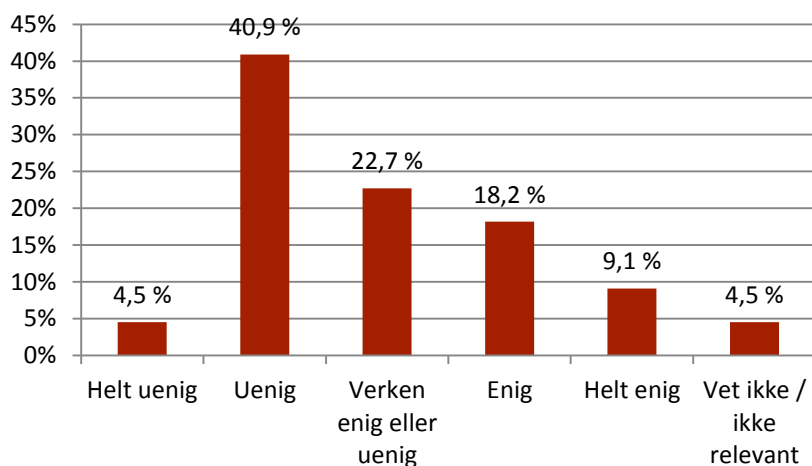
Figur 7 Erfaringer fra tidligere konstruksjonshendelser blir i liten grad tatt hensyn til i konseptvalg og design (N=22)

34,8 prosent av respondentene oppga at de var enige i påstanden om at erfaringer i liten grad blir tatt hensyn til i konseptvalg og prosjektering.



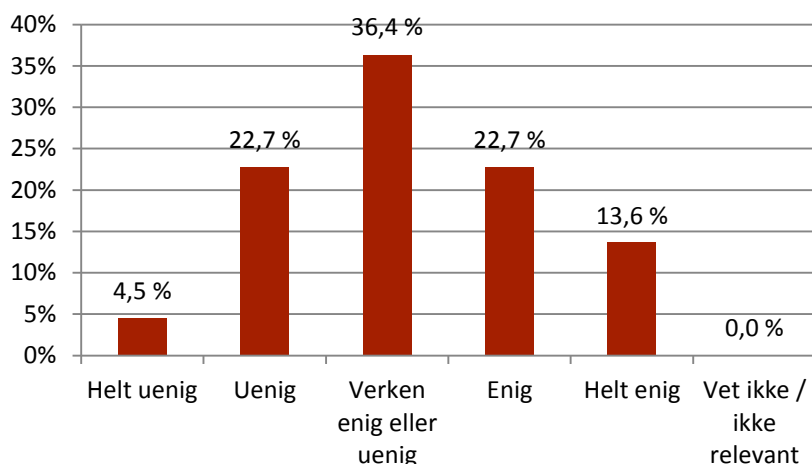
Figur 8 *Bedre og kraftigere analyseverktøy har ført til mindre robuste konstruksjoner (N=22)*

45,4 prosent oppga at de var enige eller helt enige i påstanden om at bedre og kraftigere analyseverktøy har ført til mindre robuste konstruksjoner.



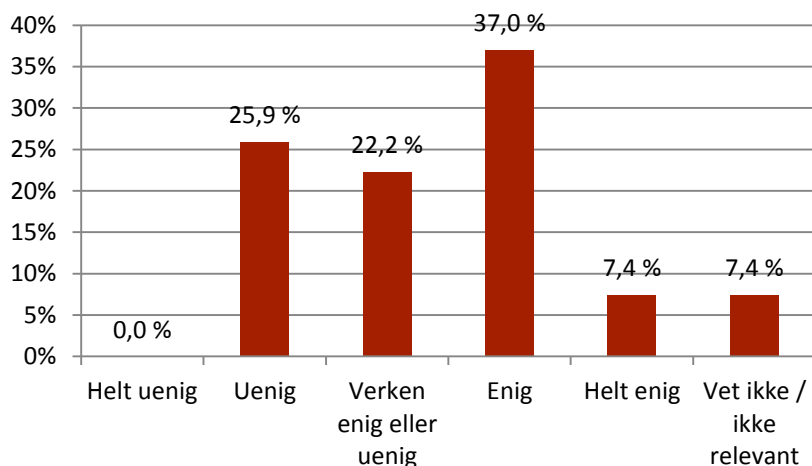
Figur 9 *Byggeprosessen følges godt opp av operatør og engineeringsselskap (N=22)*

45,4 prosent oppga at de var helt uenige eller uenige i påstanden om at byggeprosessen følges godt opp av operatør og engineeringsselskap.



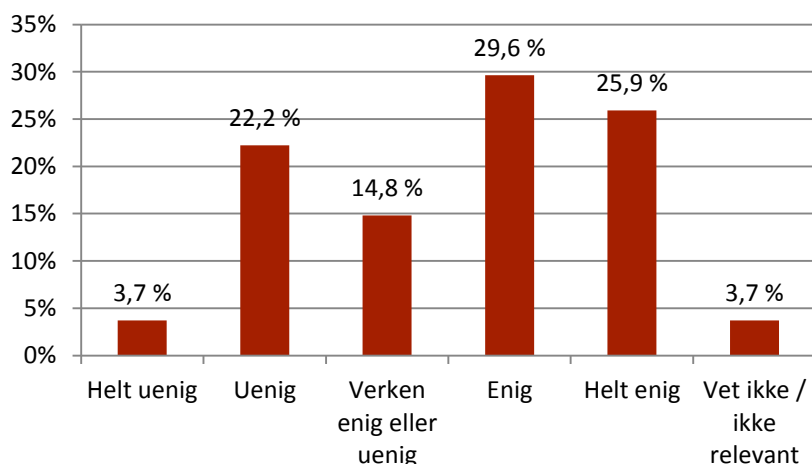
Figur 10 *I min organisasjon gir det status å være ekspert på konstruksjonsfag (N=22)*

27,2 prosent var helt uenig eller uenig i påstanden om at det gir status å være ekspert på konstruksjonfag.



Figur 160 *Sentrale maritime systemer (f.eks ballasterings- og DP-systemer) er enkle å forstå og bruke (N=27)*

25,9 prosent oppga at de var uenige i påstanden om at sentrale maritime systemer (f.eks ballasterings – og DP-systemer) er enkle å forstå og bruke, mens 44,4 var enig eller helt enig.



Figur 11 Forhold knyttet til maritime systemer er et område som får for lite oppmerksomhet i sikkerhetsarbeidet i næringen (N=27)

55,5 prosent av respondentene oppga at de var enig eller helt enig med påstanden om at forhold knyttet til maritime systemer er et område som får for lite oppmerksomhet i sikkerhetsarbeidet i næringen.

10.4 Analyse og diskusjon

10.4.1 Innledning

Som nevnt under delkapittel 10.2.4, inneholder intervjumaterialet data fra aktørenes egne eksperter innenfor konstruksjoner og maritime systemer. Intervjuobjektene er involvert i konseptvalg og tidlig design, detaljert design, og bygging og drift av innretningene. Resultater fra analysen vil bli presentert for hver av disse fasene. Vi tar utgangspunkt i intervjuene, og supplerer med relevante data fra litteraturundersøkelsen, spørreskjemaundersøkelsen og relevante granskinger i diskusjonen.

Det er en vesensforskjell på de to typene av hendelser som er analysert. Sikkerhet mot konstruksjonshendelser, særlig hendelser med storulykkespotensial, er i større grad et spørsmål om valg knyttet til konseptvalg og prosjektering enn om drift (selv om inspeksjonsaktiviteter knyttet til tilstandsovervåking av innretningene er en viktig aktivitet i driftsfasen). For maritime hendelser får driftsmessige forhold en forholdsmessig større betydning for ivaretagelse av sikkerhet. Bildet er selvsagt ikke entydig. For eksempel viser delkapittel 10.3 at det i all hovedsak er tekniske forhold som er utløsende årsak til forankringshendelser. Dette kan igjen tyde på at grunnleggende valg knyttet til forankringskonsepter og prosjektering av utstyr er med på å påvirke risikobildet. Det er likevel klare forskjeller mellom konstruksjons- og maritime hendelser.

I analysen har vi videre valgt å skille på produksjonsinnretninger som bygges for en dedikert lokasjon (enten det er faste eller flytende innretninger) og flyttbare innretninger (i praksis er dette i hovedsak flyttbare boreinnretninger, men også noen floteller). Det er flere årsaker til dette. For det første er en produksjonsinnretning dedikert til et helt bestemt formål og en bestemt lokasjon. Sammenliknet med flyttbare innretninger, er derfor mulighetene for standardløsninger mindre og behovet for spesialtilpasninger tilsvarende høyere. Dette stiller andre krav i de ulike prosjektfasene og i overgangen mellom prosjektfaser, enn for flyttbare innretninger. For det andre er tilfanget av data forskjellig for de to gruppene av installasjoner. Som vist i delkapittel 10.3, er for eksempel granskningene som utføres av operatørselskap (samt Ptil) for produksjonsinnretninger av bedre kvalitet enn tilsvarende granskinger for flyttbare innretninger utført av redere. For det tredje er flyttbare innretninger oftere i land for blant annet reklassifisering og modifikasjoner, sammenlignet med flytende produksjonsinnretninger. Dette gir enklere tilgang til relevante inspeksjonspunkter for å

kontrollere integriteten til konstruksjonen, slik som undervannskonstruksjonen og skvalpesonene.

Det er samtidig klart at det er en rekke fellestrekk mellom disse to hovedtypene av innretninger. Vi anser likevel at det for denne studiens del gir best oversikt over årsaksbildet bak konstruksjons- og maritime hendelser og tilhørende mulige tiltak ved å skille mellom produksjonsinnretninger og flyttbare innretninger.

10.4.2 Produksjonsinnretninger

10.4.2.1 Konseptvalg og tidlig prosjektering

Et sentralt tema for informantene og som de trakk fram i intervjuene, var knyttet til betydningen av å velge robuste designløsninger i tidlig prosjekteringsfase. Intervjuobjektene la flere betydninger i bruken av begrepet "robuste" løsninger. Dels ble begrepet brukt om å prosjektere primærkonstruksjonen slik at man har gode sikkerhetsmarginer og slik at konstruksjonen tåler svikt av enkeltkomponenter uten katastrofale konsekvenser (redundans). Denne bruken av begrepet kan også knyttes til det vi kan kalle passiv sikkerhet²⁰, for eksempel for halvt nedsenkbare produksjonsinnretninger. Som et eksempel på passiv sikkerhet tok flere intervjuobjekter fra engineeringsselskaper og operatørselskap til ordet for isolerte ballastsystemer i de fire kvadrantene i skroget. Dette gjør det fysisk umulig å flytte ballastvann mellom kvadrantene, som igjen eliminerer muligheten for en type feiloperering som kan få alvorlige konsekvenser. Eksempelvis kan ventiler som er utilsiktet åpne medføre vann på avveie og dermed eventuelt forverre situasjonen. På den annen side ble det hevdet at en slik løsning med isolerte ballastsystemer kunne hindre den fleksibiliteten som kan være ønskelig i visse driftssituasjoner. Det pågår for tiden diskusjoner mellom engineeringsselskaper og operatører om denne type løsninger på norsk sokkel.

Begrepet "robust" ble også brukt for å betegne konstruksjonens evne til å håndtere mulige fremtidige behov knyttet til å plassere for eksempel nytt og tyngre produksjonsutstyr på innretningen. Et intervjuobjekt omtalte det slik; *"plattformene bygges slik at de er akkurat for små for behovet akkurat nå"*. Erfaringsmessig vil produksjonsinnretninger over tid gjennomgå en rekke modifikasjoner pga nytt utstyr, endring i produksjonen, nye felt som knyttes inn osv. Dersom det ikke er tatt høyde for slike fremtidige behov i prosjektering, kan det være krevende å modifisere uten at vekten øker utover det innretningen opprinnelig ble prosjektert for.

En tredje bruk av begrepet "robust" var å prosjektere slik at kraftgangen i konstruksjonen er enklest mulig. Det ble gitt uttrykk for at dette gjør det enklere å verifisere godheten av et konsept gjennom håndberegninger og god ingeniørkompetanse, noe som igjen ble ansett å gi en ekstra trygghet for at sikkerheten er ivaretatt, sammenlignet med om man er helt avhengig av detaljerte beregninger med programvare for å verifisere konseptet.

Det var først og fremst informanter fra operatørselskap og engineeringsselskap som omtalte konseptvalg og tidlig prosjektering. Det følgende er en tematisk gjennomgang av funnene fra disse intervjuene, samt tilhørende resultater fra andre datakilder.

Konseptforståelse og ingeniørkompetanse

Informantene var generelt tydelige på at gode valg i konseptfasen krever tilgang på høyt kvalifiserte ingeniører med bred erfaring fra offshoreprosjekter. En rekke av intervjuobjektene trekker fram uttrykket *"konseptforståelse"* som sentralt. Dette peker på viktigheten av ett av punktene nevnt i avsnittet over, nemlig kompetansen til å kunne gjøre enkle overslagsberegninger på statikken i et konsept på et overordnet nivå, uten å måtte gjennomføre tid- og kostnadskrevende analyser. Et eksempel som ble nevnt i intervjuene

²⁰ Passiv sikkerhet forstås som en innebygget sikkerhet eller robusthet som ikke krever aktivisering fra operatør eller automatisjonssystemer for å tre i funksjon.

var ingeniøren som kunne ta med seg blyant og papir på kontoret sitt i to-tre dager og komme ut igjen med et ferdig hovedkonsept. Samtidig, sa informantene, er konseptforståelse viktig for å kunne forstå og vurdere helheten i den konstruksjonen som skal bygges, nettopp for å sikre at man oppnår en god løsning. Det ble også sagt at en god konseptforståelse er en forutsetning for å kunne stille kritiske spørsmål ved valget av konsept på et tidlig stadium.

Det var flere intervjuobjekter som ga uttrykk for at det har blitt færre ingeniører som er i stand til å utføre slike manuelle overslagsberegninger og at ingeniørkompetansen i økende grad har blitt dreid mot gjennomføring av tunge software-baserte analyser. Det er med andre ord tegn som tyder på at det blir færre som har den gode konseptforståelsen. Det er viktig å understreke at det ikke bare er eldre ingeniører som uttrykker bekymring for at det blir færre som besitter det mer "gammeldagse" ingeniørhåndverket. Dette handler ikke om "at alt var mye bedre før", men om en bekymring for at manglende basisferdigheter i beregninger gjør at konstruksjonene blir overanalysert og underdesignet.

Har konstruksjonene blitt mindre robuste²¹ som følge av nøyaktigere analysemetoder?

Overslagsberegninger og detaljerte software-beregninger ble nevnt over, og ett synspunkt som er fremmet er at overgangen til mer detaljerte beregninger har redusert marginene i konstruksjonene og dermed i praksis redusert sikkerheten. Intervjuobjektene ga imidlertid varierende tilbakemeldinger på dette. Noen støttet synspunktet mens andre hevdet at man tvert i mot har fått sikrere løsninger på denne måten. Det er heller ikke et tydelig mønster når vi undersøker variasjoner i data fra intervjuer og spørreundersøkelse på tvers av aktørgrupper. Samtidig viser resultatene fra spørreundersøkelsen at 46 prosent var enig eller helt enig påstanden om at "bedre og kraftigere analyseverktøy har ført til mindre robuste konstruksjoner". Sammen med resultatene fra intervjuundersøkelsen om dette temaet, forstår vi dette som tegn på at det er behov for mer kunnskap om og på hvilken måte analysemetoder påvirker konstruksjonssikkerhet.

Dårligere vilkår for konstruksjonsfaglig spisskompetanse

Flere av intervjuobjektene, særlig fra operatørselskapene, tok til orde for at det er mekanismer i næringen som gjør det vanskeligere å "stå i faget" og rendyrke spisskompetanse på konstruksjonstekniske forhold. Dels ble det hevdet at karrieresystemet i enkelte av selskapene ikke belønner kontinuitet mot ett fagområde, dels ble det hevdet at statusen for ansatte med konstruksjonsfaglig spisskompetanse har blitt lavere de siste årene. På bakgrunn av disse intervjufunnene, var ett av spørsmålene i spørreundersøkelsen "I min organisasjon gir det status å være ekspert på konstruksjonsfag". 27 prosent av respondentene var helt uenige eller uenige i denne påstanden, disse representerte både operatørselskap og engineeringselskap. Disse bekrefter dermed at det er utfordringer knyttet til verdsettelse av konstruksjonsfaglig kompetanse.

Flere av selskapene blant de aktørgruppene som inngår i denne studien, har i økende grad lagt opp til at de ansatte skal skifte rolle og arbeidsoppgaver med jevne mellomrom. Dette er positivt med tanke på å bygge faglig bredde, men det legger opp til å skape flere faglige generalister enn spesialister. Selv om resultatene fra spørreundersøkelsen varierer, anser vi det som viktig å lytte til de fagekspertene som i spørreundersøkelsen og gjennom intervjuene uttrykker bekymring for statusen for eget fagområde.

Endringer i bevisbyrden for å vurdere sikkerheten i konstruksjoner

²¹ Merk at begrepet "robust" her er brukt i betydningen "design primærkonstruksjonen slik at man har gode sikkerhetsmarginer og slik at konstruksjonen tåler svikt av enkeltkomponenter uten katastrofale konsekvenser". Ref NORSOK N-001 kap. 4.7 Robustness assessment

Et sentralt funn i studien er at flere intervjuobjekter fra engineeringsselskap og operatørselskap fortalte at de opplever at det har blitt vanskeligere å nå frem med kritiske synspunkter knyttet til konseptvalg mot ledelsen i egen organisasjon, eller i overgangen fra en prosjektfase til en annen. Det er også kommet fram illustrerende utsagn som tyder på at det har blitt dårligere vilkår for "budbringere av dårlige nyheter".

Eksempler på utsagn fra intervjuene som knyttes til dette er:

- *"Har fag nok status? Nei, en ser mange eksempler på at fagfolk blir overkjørt av blå russ"*
- *"Kultur som forutsatte at ledelsen kunne overkjøre fagfolk på tekniske forhold"*
- *"Når du har et team på site og kommer på besøk fra Norge vil ledelsen heller høre på optimistiske versjoner fra verftet enn dårlige nyheter fra besøkende fra Norge"*
- *"Økonomenes inntogsmarsj, mye mer fokus på optimalisering og nåverdi enn før."*
- *"Det er optimisme og positivitet som er karrierefremmende"*
- *"Nå må de bevise at en løsning ikke holder i stedet for at en skal bevise at den faktisk holder"*

Basert på intervjumaterialet kan man spørre om det over tid har skjedd en glidning mot å fokusere sterkere på kostnader (nåverdi) og fremdrift i prosjektene. Sentrale fagfolk i flere operatørselskaper har beskrevet at det er vanskeligere enn tidligere å ta rollen som djevelens advokat og stille kritiske spørsmål om konstruksjonssikkerheten etter at prosjektene har kommet forbi konseptfasen. Dette kan bidra til å svekke kontrollmekanismene som skal oppdage små feil før de får muligheten til å bidra til en storulykke.

Næringen har blitt mer kostnadsorientert de senere årene. Dette er blant annet et resultat av at kostnadsnivået knyttet til utbygginger har økt, slik at innjeningsmarginene ikke er de samme som ved tidligere store utbygginger. Et mål for dette er utviklingen over tid i den olje- og gassprisen som er nødvendig for å gjøre nye utbygginger lønnsomme (balansepris). Tall fra stortingsmeldingen "En næring for framtida – om petroleumsvirksomheten"²², viser at mens balanseprisen for nye feltutbygginger i 2004 lå på om lag 100 kroner per fat, lå tilsvarende pris i 2009 på over 300 kroner per fat. I perioder med viktige og naturlige behov for å kutte kostnader og øke effektivitet, er det som Rasmussen (1997) beskriver, særlig viktig å opprettholde riktig balanse mellom sikkerhet på den ene siden, og kostnader på den andre. Det er blant annet sentralt å lete etter tegn og signaler på feilbalanse, og det er viktig å opprettholde en sikkerhetskultur hvor budbringere av dårlige nyheter belønnes og lyttes til.

Forskerteamet stiller spørsmål ved om det er i ferd med å skje en viss forskyvning i "bevisbyrden" knyttet til sikkerhet. Mens fagmiljøene tidligere antok at en konstruksjon ikke var sikker inntil det motsatte var bevist, blir det nå av sentrale informanter gitt uttrykk for at det nå heller mer mot å anta at konstruksjonen er sikker inntil man har bevist at den ikke er sikker.

Denne typen glidninger i bevisbyrden har vært beskrevet i tidligere ulykkesgranskinger, blant annet i etterkant av ulykken med den amerikanske romfergen Challenger i 1986 (Vaughan, 1996). Det virker å være forskjeller mellom selskaper på dette området. Der noen opplever at situasjonen har forverret seg markant de siste årene, forteller andre om organisasjoner hvor det er stor takhøyde for å ta opp bekymringer knyttet til robusthet, til tross for at dette kan føre til økte kostnader og forsinkelser. Datamaterialet gir ikke grunnlag for å trekke noen klare konklusjoner knyttet til forskjeller mellom, eller innad i, aktørgrupper. Funnene illustrerer imidlertid at petroleumsnæringens fokus på sikkerhetskultur ikke bør være avgrenset til operativt personell i driftsfasen – også beslutninger knyttet til valg av konsept må ta stilling til ulike former for målkonflikter og vil således kunne være påvirket av organisasjonenes sikkerhetskultur.

²² Meld. St. 28 (2010-2011)

Bygging av offshoreinnretninger etter maritimt regelverk

I valget mellom ulike konsepter gir rammeforskriftens § 3 åpning for å legge maritimt regelverk til grunn for byggingen av flyttbare innretninger som følger et maritimt driftskonsept. Betingelsen er altså at en blant annet gjennomgår «klassing» hvert 5. år. Flere av informantene, i hovedsak fra engineeringsselskap og operatørselskap, var kritiske til denne åpningen i regelverket. Dette begrunnes av informantene med at det kan åpnes for valg av konsepter hvor en lempet på konstruksjonssikkerheten for å kunne oppnå rimeligere løsninger. Spørreundersøkelsen var ikke entydig på dette punktet. Ca halvparten av de som har svart var enig i at dette er problematisk. I samtale med relevante myndigheter, kom det imidlertid ikke fram at det å bygge etter maritimt regelverk innebærer lavere sikkerhet.

10.4.2.2 Detaljert prosjektering, bygging og installasjon

Beslutninger tatt i forbindelse med konseptvalg utgjør viktige rammebetingelser for alle senere faser. Dette vil ikke bare ha betydning for fremdrift og kostnader i feltutbygging, men også for storulykkesrisiko. Fremdrift og kostnader påvirkes fordi feil som oppdages kan føre til omfattende behov for redesign, noe som er både kostbart og tidkrevende. Storulykkesrisikoen påvirkes imidlertid også, fordi konstruksjonen er mindre i stand til å tåle feil som ikke oppdages. I de tilfellene hvor en har valgt et konsept med god passiv sikkerhet skal det mer til at feil som introduseres i detaljprosjektering og bygging fører til en storulykke.

Oppfølging av detaljprosjektering og bygging

De siste årene har det vært en tendens til at mer og mer av detaljprosjektering og bygging gjøres utenfor Norge og at samspill mellom mange involverte. Det kan være ulike engineeringsselskaper lokalisert i Oslo, London, India eller Polen som utfører arbeid knyttet til ulike faser av et prosjekt. Det kan også være flere verft i ulike verdensdeler som parallelt er involvert i bygging av elementer til en innretning. Dette er en komplisert problematikk, og forskerteamet tar ikke stilling til om dette er en heldig utvikling eller ikke. Intervjuene og spørreskjemaet har imidlertid gitt en del informasjon knyttet til hva som er problemstillingene som bør adresseres og som kan være relevant for storulykkesrisiko.

Mye av informasjonen som fremkom er relatert til bygging i østen, men det ble også nevnt eksempler fra engineeringsselskapene på tilsvarende problematikk ved bygging og bruk av underleverandører i andre deler av verden, inkludert østeuropeiske land. Selv om diskusjonen primært har fokus på østen, skal man ikke undervurdere betydningen av tilsvarende utfordringer i situasjoner hvor aktørgrupper benytter leverandører som har begrenset erfaring med å levere til norsk offshoreindustri.

Det som ble fremhevet som den viktigste utfordringen er oppfølging av detaljprosjektering og byggefasen. Det var spesielt engineeringsselskapene som påpekte dette, f.eks. *"Vanskelig og dyrt å få til god oppfølging på verft i Asia – gir dårligere kobling mellom engineering og verft"*. Et annet tilsvarende eksempel er *"Bygging i østen krever stort team for oppfølging"*. Fritekstsvarene på spørreskjemaet inneholdt også flere tilsvarende utsagn, som at *"Operatør ikke setter nok ressurser inn på oppfølging av verft med lite byggeerfaring av aktuelle installasjon"*. Deltakerne i spørreundersøkelsen ble bedt om å ta stilling til påstanden *"byggeprosessen følges godt opp av operatør og engineeringsselskap"*. 45,4 prosent var helt uenig eller uenig i denne påstanden, og disse fordelte seg mellom operatørselskap, redere og engineeringsselskap. Bekymringer relatert til om det er tilstrekkelig oppfølging i byggefasen fremkom dermed også her.

Intervjuobjektene knyttet sine kommentarer både til prosjektfremdrift og sikkerhet av innretningen som ble levert. Manglende oppfølging gir behov for både redesign og ombygginger og dette vil føre til tidspress, noe som igjen kan gå på bekostning av kvalitet i prosjektering og bygging. Dette er en klassisk målkonflikt som beskrevet av

Rasmussen (1997), se delkapittel 10.1.5. Samtidig ser man også at manglende oppfølging representerer både en sikkerhetsmessig og en økonomisk risiko.

Den viktigste årsaken til at intervjuobjektene så økt behov for oppfølging ved bygging i Østen, er utenlandske engineeringsselskapers og verfts manglende erfaring med prosjektering og bygging for norske forhold og ihht norske krav og standarder. Manglende kjennskap til NORSOK-standarder og norsk regelverk, spesielt bakgrunnen for standardene og regelverket, ble nevnt som en faktor. Likeledes ble det også nevnt manglende kjennskap til lastene konstruksjonene skal motstå og måten de skal brukes på.

En mulig tolkning kan være at den sikkerhetsmessige betydningen av særegne værforhold på norsk sokkel og det norske regelverkets funksjonelle krav blir tillagt for lite oppmerksomhet i kommunikasjon mellom bestillere og leverandører i planlegging, prosjekteringen og byggeprosessen.

Det må presiseres at intervjuobjektene ikke nødvendigvis ga uttrykk for at utenlandske verft gjør en dårligere jobb enn norske verft. Det handler heller ikke om at utenlandske ingeniørressurser er mindre kompetente enn norske ingeniører²³. Forskerteamets forståelse er at det først og fremst er snakk om mindre erfaring og man ville trolig få de samme problemene om man valgte et norsk verft som ikke hadde erfaring med offshore fra før. En kommentar som kan knyttes til dette, kom fra et av intervjuobjektene som jobber for en reder: *"Hvis man vet hva man skal ha før man starter bygger man i Østen, ellers bygger man i Norge"*. I dette ligger at standardløsninger (som gjerne er bygget tidligere) og løsninger hvor man har kommet langt med detaljprosjekteringen enklere kan bygges i østen.

En mulig løsning på de utfordringene som er skissert her, og som mange av informantene har påpekt, er tettere oppfølging av de involverte leverandørene (både engineeringsselskaper og verft) inntil de har bygd opp nødvendig erfaring. Dette krever at selskapene innehar og bruker ressurser i form av personell, tid og kompetanse til å drive tett oppfølging av det utførende leddets kompetanse, forståelse av hva som skal bygges og forståelse av de lastene konstruksjonene vil bli utsatt for når de er ferdig installert.

I denne sammenheng er det også naturlig å nevne Oljedirektoratets rapport fra 2013 om «Vurdering av gjennomførte prosjekter på norsk sokkel» (Oljedirektoratet 2013). Rapporten dekker fem prosjekter med godkjent utbyggingsplan i perioden 2006-2008 og med investeringer på minst 10 milliarder. I rapporten trekkes undervurdering av behovet for oppfølging av byggeprosjekter i utlandet frem som en viktig årsak til overskridelser og forsinkelser. Rapporten nevner også manglende NORSOK- og regelverkserfaring hos verftene som bygger innretningene som viktige årsaker. Oljedirektoratets fokus har vært på prosjekter som har hatt store forsinkelser eller kostnadsoverskridelser, noe som bekrefter at oppfølging er viktig både i forhold til sikkerhet og økonomi i prosjekter.

Prosjektgjennomføring og kulturforskjeller

Vi vil også trekke frem noen forhold knyttet til hvordan man er vant til å gjennomføre prosjekter i Norge og gjennomføring av prosjekter ved utenlandske verft.

Det er velkjent at det er nasjonale kulturforskjeller mellom Norge og blant annet Singapore, Korea og Kina (for eksempel Hofstede, 1980). Et viktig element er at man i Norge er vant til flate og uformelle organisasjoner hvor alle kan komme med synspunkter og innspill, og hvor hver enkelt har stort spillerom og stort ansvar. I mange kulturer i

²³ I intervjuene har det fremkommet eksempler på at norske løsninger for bruk i utlandet har vist seg å være for dårlige på grunn av manglende kunnskap om lokale miljøforhold og laster. Dette illustrerer at det er mer et spørsmål om kjennskap til det miljøet konstruksjonene skal stå i.

Østen er organisasjoner langt mer hierarkiske, med ledere som absolutte autoriteter og hvor ansatte utfører ordrer uten å stille spørsmål. I forhold til prosjektgjennomføring kom intervjuobjektene blant annet med følgende utsagn om asiatiske forhold:

- «Alle forventer å få klare ordrer fra sin leder, og gjør sitt beste for å oppfylle disse ordrene til punkt og prikke.»
- «Man stiller ikke spørsmål ved ordre man får, uansett om de oppfattes som riktige og fornuftige eller ikke.»

Forskerteamet tar ikke stilling til hva som er en "riktig" kultur eller ikke, poenget er at det er forskjellig fra det man er vant til i Norge. Dette kan blant annet få effekter som:

- Ledere må være mye tydeligere i sine beskjeder enn man trenger i Norge. Hvis ordre ikke er klare og entydige kan man ikke forvente at det blir stilt spørsmål om hva som er ment, for å rydde opp i uklarheter.
- Tverrfaglig samarbeid kan ikke forventes å bli like lett som man er vant til i Norge. De hierarkiske strukturene kan gjøre dette problematisk.

Også her kan tettere oppfølging og ikke minst mer ressurser til oppfølging være bidrag til å motvirke problemstillingene.

10.4.2.3 Drift

Informasjonsutveksling mellom faser og aktører

Det har kommet fram mye informasjon i studien som tyder på at informasjonsutveksling og læring mellom faser og aktører kan forbedres. Både intervjuene og spørreskjemaundersøkelsen bekreftet dette. Temaet er også sentralt i flere av granskningene. Granskningen av konstruksjonshendelsen med bølger i dekk, viste for eksempel hvor utfordrende det kan være å sikre at forutsetninger og resultater av risikoanalyser blir kommunisert på en måte som sikrer at berørt personell forstår implikasjonene og handler deretter. Selv om plattformeledelsen var godt kjent med prosedyren for avbemannning og hadde trent på slike situasjoner, var de ikke klar over at den gjeldende kombinasjonen av bølgehøyde og varslet sterk vind krevde evakuering. I enkelte granskinger av forankringshendelser med flytende produksjonsinnretninger ble det trukket frem behov for tilbakeføring av informasjon fra driftsfase og til prosjekteringen. Dette er også et tema i mange intervjuer. Spesielt var det mange utsagn fra engineeringselskapene som kan knyttes til dette. Sett fra de teoretiske perspektivene som ble skissert i delkapittel 10.1.5 kan dette knyttes til Turners "Man-made Disasters", hvor manglende informasjonsflyt mellom organisasjoner og faser fremheves som en potensiell kilde til storulykker.

Det viktigste punktet som ble fremhevet er at engineeringselskapene mener de får for lite informasjon om hvordan konstruksjoner de har prosjektert faktisk oppfører seg når de er bygget og satt i drift. De tiltakene som gjennomføres i dag for å tilbakeføre informasjon oppleves ikke som gode nok. Eksempler på utsagn er:

- "Nei, slik jeg ser det får vi veldig lite erfaringsdata fra kunden. Vi er aldri inne og regner på om det som faktisk skjer ute på feltet matcher våre designanalyser."
- "Får ingen tilbakemeldinger fra brukerorganisasjonene på hvordan konstruksjonene fungerer. Lurer ofte på hvordan det gikk med konstruksjonene gjennom tiden."
- "Utover Ptils konstruksjonsseminar²⁴ er det ingen arenaer for informasjonsutveksling"
- "Når det gjelder dette med skader, har vi fått veldig lite tilbakemeldinger om skader og korrosjon på konstruksjonen. Så vi vet ikke om det vi bruker som designkriterier faktisk fungerer."

²⁴ Petroleumstilsynet har de siste årene gjennomført en årlig fagdag, «konstruksjonsdagen», hvor næringen inviteres til å delta. Konstruksjonsdagen gjennomføres med presentasjoner som tar opp relevante problemstillinger knyttet til konstruksjoner og sikkerhet.

Spørreundersøkelsen berørte også dette tema og det ble kommentert i fritekstsvarene:

- *“Relevant informasjon om konstruksjonshendelser kommer i for liten grad tilbake til designmiljøene. Her har myndighetene (Ptil) en oppgave.”*

Deltakerne ble videre bedt om å ta stilling til påstanden “erfaringer fra tidligere konstruksjonshendelser blir i liten grad tatt hensyn til i konseptvalg og design”. 34,8 prosent av respondentene oppga at de var enige i påstanden, majoriteten av disse representerte engineeringsselskaper.

Engineeringsselskapene trakk frem manglende informasjonsutveksling som en utfordring fordi det kan føre til en gjentakelse av uheldige løsninger.²⁵ Systematisk overføring av driftsdata kan over tid gi grunnlag for forbedringer i både regelverk, forståelse av laster og av lastvirkning i konstruksjoner. Tilsvarende gjelder også for forankringssystemer, hvor flere av intervjuobjektene i engineeringsselskapene etterlyste data om faktiske belastninger på forankringssystemer i krevende vær-situasjoner. Det ble påpekt at slike data er viktig for å validere resultater fra for eksempel modellforsøk. Tilsvarende anbefalinger knyttet til erfaringsoverføring fra drift til prosjekteringsmiljøene finner vi blant annet i en studie av forankringssystemer på FPS (Floating, Production and Storage) installasjoner (Majhi, D’Souza & Granherne, 2013).

Et forslag som kom frem i intervjuene (ble nevnt av flere) var at man bør styrke praksis med hensyn til å kontrollere konstruksjoner som etter hvert nå skal fjernes for å se hvor man har sprekkvekst, som grunnlag for kontroll mot forutsetninger og beregninger som ble gjort i prosjekteringsfasen. Aktivitetsforskriften §50 har allerede et krav om dette: «Når innretninger disponeres skal operatøren gjennomføre undersøkelser av konstruksjonenes tilstand. Resultatene skal brukes for vurdering av sikkerheten på liknende innretninger». Videre i veiledningen «Undersøkelsene som nevnt i fjerde ledd, bør utføres spesielt med tanke på prosjektering av nye innretninger og bruk av innretninger ut over opprinnelig planlagt levetid.» Det synes klart at dette punktet ikke er godt kjent i næringen når det kommer forslag om at dette bør bli vanlig praksis. Det skal bemerkes at kravet ble innført for forholdsvis kort tid siden.

Intervjuobjekter fra engineeringsselskapene stilte også spørsmål ved om den kunnskapen man sitter på i prosjekteringsteamene, om høyt belastede knutepunkter og elementer på innretningene, blir benyttet på en god nok måte. Inspeksjonsprogrammer utvikles for å overvåke tilstanden på innretninger i drift. Det ble nevnt eksempler på at inspeksjonsprogrammer var utviklet med en prosentvis dekning av knutepunktene som var ihht anbefaling fra prosjektering, men hvor valget av knutepunkter som faktisk ble inspisert var gjort ut fra tilgjengelighet og ikke ut fra hvilke som var høyest belastet eller mest kritisk i forhold til integritet:

“Knutepunktene i topsiden ble beskrevet i en rapport fra [engineeringsselskap], hvor en beskrev hva som var de mest kritiske knutepunktene. I inspeksjonsplanen ble det lagt opp til å inspisere 5% av knutepunktene i året, men det var de samme 5% som ble inspisert hvert år, og det var de mest tilgjengelige og ingen av de mest kritiske som ble valgt ut.”

I spørreundersøkelsen trakk 40 prosent av respondentene frem økt fokus på inspeksjon og tilstandskontroll på innretninger i drift som svar på spørsmålet om hvilke risikoreduserende tiltak som bør iverksettes for å sikre integriteten til bærende konstruksjoner. I lys av diskusjonene i dette avsnittet er det sentralt at en eventuell

²⁵ I en årsaksstudie av hydrokarbonlekkasjer i regi av RNNP 2010 ble 48% av utløsende årsaker knyttet til feil eller uheldig design av prosessanlegget. I oppfølgingen av dette funnet har Ptil har kontakt med en rekke engineeringsselskaper og de har gitt uttrykk for tilsvarende behov for erfaringsoverføring fra operatørselskapenes drift av prosessanleggene til designmiljøene for å hindre gjentakelse av uheldige løsninger.

økning i aktivitetsnivå når det gjelder inspeksjon og tilstandskontroll, også inkluderer tiltak for å sikre at informasjon om resultatet av aktivitetene når frem til relevante aktørgrupper. Dette inkluderer aktører som utarbeider grunnlaget for inspeksjonsprogrammer (engineeringsselskap eller konsulentselskap), de som vurderer resultater fra inspeksjonene (reder eller operatør) eller inspeksjonsentreprenøren som utfører inspeksjonsarbeidet. I en av granskningene som er omtalt tidligere ble nettopp dette poenget påpekt av granskingsgruppen. De beskriver at inspeksjoner av skroget avdekket betydelig tæring, uten at dette medførte endringer inspeksjonsrutiner eller vedlikeholdsaktiviteter. Granskingsrapporten beskriver ikke aktørbildet, men det er fremstår likevel som tydelig at informasjonsflyten mellom aktørene (klasse, reder og vertf) har vært mangelfull og at dette har bidratt til hendelsen.

Fra operatørselskapene har det også fremkommet utsagn som tyder på at det er begrenset med systematisk erfaringsoverføring og læring mellom selskapene. Et par utsagn som illustrerer dette: *"Jeg har aldri møte med andre operatørselskaper for å dele erfaringer". "Kjenner jo folk og prates, men det er ikke noe formalisert samarbeid"*.

Totalt sett er det mye som peker mot mindre grad av kunnskaps- og erfaringsutveksling mellom fasene og aktørene enn man kunne ønske seg. De eneste formaliserte kommunikasjonsarenaene som nevnes av informantene er Ptils konstruksjonsseminarer, samt "Joint Industry Projects" (JIP) for faglig samarbeid på tvers av selskapene. Det bør nevnes at det også arrangeres andre relevante fagkonferanser i petroleumsvirksomheten, men funn fra studien kan tyde på at disse ikke alene oppleves som hensiktsmessige arenaer for erfaringsutveksling knyttet til mer konkrete driftserfaringer.

Utfordringer knyttet til alder på installasjoner

Norsk olje- og gassindustri har de siste årene vært opptatt av utfordringer som følge av at en stor andel av innretningene har nådd opprinnelig planlagt levealder, og at mange av disse ønskes brukt i lang tid fremover. Aldring og levetidsforlengelse var for eksempel blant Ptils hovedprioriteringer i 2005-2010, og i litteraturstudiet som er gjennomført som en del av dette arbeidet, omhandlet 8 av 48 identifiserte kilder aldringsproblematikk og Structural Integrity Management. Det er på denne bakgrunn interessant at utfordringer knyttet til alder på installasjoner ikke har vært fremtredende i spørreundersøkelsen eller intervjuene. En mulig forklaring kan være at intervjuobjektene og respondentene på spørreundersøkelsen anser at disse utfordringene er dekket gjennom den oppmerksomhet temaet har fått de siste årene. Intervjuobjekter fra ett operatørselskap forklarte at de hadde god kontroll på aldringsproblematikk, og at utfordringene først og fremst var knyttet til kvaliteten på deler av dokumentasjonen. Samtidig er det verdt å merke seg at det som nevnt var 40 prosent av respondentene som trakk frem inspeksjon og tilstandskontroll som svar på spørsmålet om hvilke risikoreduserende tiltak som bør iverksettes for å sikre integriteten til bærende konstruksjoner.

10.4.3 Flyttbare innretninger

Som nevnt under avsnittet om analysemetodikk er det samlet inn relativt lite informasjon om tidlige faser i prosjektering og bygging av flyttbare innretninger, i motsetning til produksjonsinnretninger. Det er flere mulige forklaringer på dette. Som tidligere omtalt er prosjekteringen av boreinnretninger mer standardisert og har dermed typisk færre frihetsgrader i forhold til konseptvalg. Man kan også til en viss grad snakke om serieproduksjon siden det ofte er flere søsterinnretninger.

Diskusjonen i dette delkapittelet er i hovedsak fokusert på driftsfasen for flyttbare innretninger. Samtidig vil en rekke av de forholdene som er omtalt tidligere for konstruksjonshendelser, også kunne være relevante for flyttbare innretninger. Granskningen av for eksempel Floatel Superior viste at designvalg i høyeste grad kan påvirke risikobildet.

Kompetanse, kapasitet og kontinuitet

Den høye og økende aktiviteten i riggnæringen er et tema som opptar mange. Det er allerede slik at selskapene har problemer med å holde på de ansatte og dette forventes å tilta ytterligere i årene som kommer fordi flere flyttbare innretninger er under bygging og vil komme til norsk sokkel de nærmeste årene. Dette innebærer minst tre problemer for kompetansen i næringen, både offshore og på land. I intervjuene var utfordringer ift kompetanse og kapasitet spesielt knyttet til ballastsystemer.

For det første gjelder det forhold knyttet til formalkompetanse innen stabilitet og posisjonering. Flere av intervjuobjektene i rederiene rettet kritikk mot kvaliteten av dagens opplæringstilbud i Norge innen stabilitet for operatører og stabilitetssjefer. Opplæringen ble beskrevet som utdatert og utilstrekkelig, og det ble sagt at man foretrakk å sende ansatte på sammenlignbare kurs i utlandet.

For det andre er det kompetanseutfordringer knyttet til opplæringen i innretningsspesifikt utstyr og innretningsspesifikke rutiner. Særlig intervjuobjekter i offshore-roller var bekymret for at det kan glippe på dette området. I tillegg til de formelle kravene som skal tilfredsstilles, skal det settes av tid til familiarisering, hvor en gjør seg kjent med kontrollromssystemer, andre tekniske løsninger, samt arbeidsform og kolleger i kontrollrommet. I en presset bemanningssituasjon, ble vi fortalt at tiden som brukes på denne typen opplæring kan bli for knapp i dagens pressede marked. Stabilitetshendelsen med Scarabeo 8 er et aktuelt eksempel på denne problemstillingen. Ballastoperatøren hadde svært begrenset opplæring på den aktuelle innretningen før han ble satt til å håndtere oppgavene alene på broen.

For det tredje ble det uttrykt bekymring for at personell stiger langt raskere i gradene enn tidligere, slik at personell i nøkkelroller besitter mindre erfaring nå enn hva tilfellet var for bare få år siden.

Denne utviklingen er av betydning for storulykkesrisikoen. Personell innen stabilitet og posisjonering innehar viktige roller, både for å forhindre maritime hendelser, men også for å hindre at de hendelsene som oppstår eskalerer til storulykker. Dersom en får mindre erfarent personell i sentrale roller er det på ingen måte urimelig å anta at dette berører evnen til å unngå og eventuelt håndtere kritiske situasjoner.

Betydningen av kompetanse for å unngå storulykker støttes også av resultatene fra spørreundersøkelsen. Av de 26 personene som fikk dette spørsmålet var det 20 som tok stilling til spørsmålet "mangel på kvalifisert personell innebærer en økning i risikoen for storulykker". Av disse 20 var det en klar majoritet, 14, som svarte at de var enige eller helt enige i utsagnet.

Et lavere nivå av kompetanse og erfaring i nøkkelfunksjoner er i seg selv bekymringsverdig. Ivaretagelsen av sikkerhetskritiske funksjoner i et kontrollrom krever imidlertid ikke bare at det finnes kompetente enkeltpersoner i kontrollrommet. Det er også sentralt at kontrollromsteamet fungerer og har godt etablerte samarbeidsrelasjoner. I en situasjon med høy grad av turnover vil dette være en trussel mot mannskapsrelasjonene som skal sikre effektiv samhandling i krevende situasjoner som kan oppstå. Det er viktig at en finner tiltak som kan fungere som motvekt mot disse problemene. For eksempel kan krav til samhandlingstrening, såkalt "Crew Resource Management" være et virkemiddel som motvirker noen av de uheldige konsekvensene ved rask vekst i riggnæringen. Erfaringer fra andre bransjer, særlig luftfart, viser at krav til kunnskap og kompetanse om samarbeid og utnyttelse av alle tilgjengelige ressurser har vært et effektivt virkemiddel for å redusere storulykkesrisiko. I etterkant av brønnkontrollhendelsen som eskalerte på Deepwater Horizon har det også gått ut

anbefalinger både fra Norsk olje og gass²⁶ og Oil and Gas Producers (OGP) om anvendelse av Crew Resource Management-trening av relevant borepersonell.

Kontrollromsutforming

Et aspekt som kan forverre situasjonen med redusert kompetanse går på utforming av kontrollpaneler i ballastkontrollrom. Selv om enkelte intervjuobjekter mente at det var manglende familiarisering og ikke utforming som var problemet, og selv om det ble hevdet at kontrollrommene var blitt bedre de siste årene, var mange negative også til selve utformingen. Flere intervjuobjekter hevdet at standarder (det ble ikke konkretisert hvilke) ikke anerkjennes, at det er store variasjoner på de maritime systemene, og at forskjellig utstyr fra samme leverandør noen ganger kan ha ulikt menneske-maskin-grensesnitt i samme kontrollrom. En kontrollromsoperatør uttalte: *"Plassering av utstyr er dårlig. Arbeidsplassutforming er ikke bra. Bygget av båtfolk og forutsatt at maskinisten skal sitte helt bak. Planleggingsfasen og designfasen er dårlig ivaretatt."* I spørreundersøkelsen var 25,9 prosent av respondentene uenig i påstanden om at sentrale maritime systemer (f.eks ballasterings- og DP-systemer) er enkle å forstå og bruke. Gransking av maritime hendelser har vist til feiloperasjon av maritime systemer, og til bakenforliggende årsaker i form av dårlig arbeidsplassutforming og human machine interface (HMI). Et godt eksempel er Ptils gransking av Scarabeo 8 hendelsen, hvor det heter:

"Den eksterne HMI verifikasjonen pekte på en rekke svakheter, som valg av bakgrunnsfarger, svake kontraster på skjerm (lesbarhet), skyggeeffekter, at ballast bildene av pongtongene ikke er var plassert i henhold til faktisk retning, at det å kjøre ballast krevde at man hadde oppe to bilder samtidig osv. I oppsummeringen²⁷ omtales presentasjon av sikkerhetskritisk informasjon på skjerm: "Several HMI shortcomings have been identified, especially with regards to legibility and to the way information of low operational value is emphasized on the safety system's HMIs." Utfordringer knyttet til presentasjon av sikkerhetskritisk informasjon på skjermene var kjent i organisasjonen, men ikke utbedret."

Lignende funn knyttet til kontrollromsutforming er gjort flere ganger under tilsyn fra Ptil mot flyttbare innretninger. Typiske funn inkluderer mangelfull utforming av konsollarbeidsplasser, bruk av farger i skjermbilder, rombelysning som ikke er egnet for å gi et godt arbeidsmiljø i kontrollrom osv. I en årsaksstudie knyttet til brønnskrollhendelser gjennomført i regi av RNNP i 2011 ble tilsvarende utfordringer knyttet til presentasjon av sikkerhetskritisk informasjon for borer og mudlogger, samt uheldig arbeidsplassutforming i borekabin, identifisert. Det vil være forskjeller mellom borekabin, mudlogger kabin og kontrollrom, men tidligere erfaringer fra tilsyn og granskinger, både av maritime hendelser og brønnskrollhendelser, viser at et uheldig menneske-maskin-grensesnitt kan øke sannsynligheten for feiloperasjon.

Det bør nå være god og omforent forståelse i næringen for at feilhandlinger utført av kvalifisert personell i krevende operative situasjoner først og fremst må forstås som tegn på svakheter i det systemet mennesket er en del av. Dette er et sentralt premiss i sikkerhetsforskning (se f.eks Dekker, 2006), og utgjør grunnlaget for regelverkskrav og til reduksjon av risiko for menneskelige feilhandlinger. Det er videre godt etablerte standarder og retningslinjer for hvordan kontrollrom må utformes for å støtte beslutninger og arbeidsoperasjoner på best mulig måte. På bakgrunn av storulykkespotensialet i hendelser som involverer grensesnittet mellom mennesker og kontrollsystemer, er det derfor grunn til å undre seg over hvorfor en menneskesentrert design, også i tilknytning til nye innretninger, ikke er i varetatt i tilstrekkelig grad, slik funn i granskinger og tilsyn bekrefter.

²⁶

http://www.norskoljeoggass.no/Global/Publikasjoner/_H%c3%a5ndb%c3%b8ker%20og%20Rapporter/DWH%20rapporter/OLFs%20DWH%20rapport%20%202012.pdf

²⁷ Oppsummering av ENI's HMI verifikasjon

Avslutningsvis kan det bemerkes at det i flere intervjuer (både med operasjonelt personell og ansatte i engineering) ble etterlyst klargjøring av forholdet mellom stabilitets- og ballastforskriftene når det gjelder gjenoppretting av stabilitet i håndteringen av stabilitetshendelser. Stabilitetsforskriften krever at innretninger skal tåle 17 grader helning²⁸. Det ble hevdet at det er en utbredt oppfatning at ballastforskriften krever at det ikke skal gå mer enn tre timer før innretningen er rettet opp. Realiteten er imidlertid at kravet er at man skal ha kapasitet til å kunne rette opp krengheten på tre timer²⁹. Denne tolkingen av regelverkskrav kan skape tidspress i situasjoner der det er sentralt å være varsom for å sikre at ballastoperatøren(e) ikke gjør forhastet inngripen som kan forverre situasjonen.

Som angitt tidligere har ikke vesentlige data fra konseptvalgsfasen når det gjelder flyttbare innretninger vært tilgjengelige for prosjektteamet. Men det er noen få utsagn som refererer til at det er vanlig å bestille «hyllevare» når det gjelder maritime systemer i kontrollrom. I så fall skiller dette seg fra flytende produksjonsinnretninger, der det er vanlig at utbygger følger opp at prosjekteringsprinsippene fra FEED-fase implementeres i detaljert prosjektering. Forskerteamet har bedt Ptil vurdere dette temaet opp mot relevant regelverk³⁰. Fra Ptils side vurderes regelverket dit hen at alle flyttbare innretninger, også de som kan legge et maritimt regelverk med utfyllende klasseregler til grunn for tekniske løsninger, har en plikt til å følge de øvrige kravene fra petroleumsregelverket. Dette omfatter å ta stilling til, vurdere og utforme tekniske løsninger med tanke på hvordan de skal virke sammen med organisatoriske og menneskelige faktorer, og oppfylle funksjonskravene som er beskrevet i ramme-, styrings- og aktivitetsforskriften samt kravene fra innretningsforskriften som går utover rent tekniske krav. Ptil ser det derfor ikke som tilstrekkelig å utelukke basere seg på det maritime regelverket ved utforming av tekniske løsninger uten at dette sees i sammenheng med øvrige krav i petroleumsregelverket.

Vedlikehold

Delkapittel 10.3.2.1 viser at det har vært i overkant av 20 hendelser knyttet til forankring i løpet av perioden. I tillegg omfatter materialet et antall granskinger av utrausinger. Som nevnt er granskningene av slike hendelser for flyttbare innretninger gjennomgående av begrenset verdi, ettersom de kun fokuserer på utløsende årsaker. Det er imidlertid påvist i delkapittel 10.3.2.3 at 80 prosent av utrausinger har skjedd med flyttbare innretninger som var mer enn 20 år gamle på tidspunktet hendelsene skjedde. Mangelfullt eller manglende vedlikehold synes derfor å være en mulig aktuell forklaring, slik det framgår i noen grad også av granskningene. Vedlikehold er også den mest hyppige nevnte faktoren i spørreskjemaundersøkelsen når det gjelder årsaker til forankringshendelser (delkapittel 10.3.3.1). Det ble også påpekt at godt vedlikehold er krevende ut fra en reell driftssituasjon med begrensede ressurser, tidspress og andre operasjonelle begrensninger.

²⁸ Forskrift om stabilitet, vanntett oppdeling og vanntette/værtette lukningsmidler på flyttbare innretninger kapittel VII. Detaljkrav, stabilitet, § 20, 1. ledd bokstav a). (<http://www.lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1991-12-20-878?q=stabilitetsforskriften>*)

²⁹ Forskrift om ballastsystem på flyttbare innretninger kapittel V. Ballastpumper og røropplegg, § 11. 1 og 2. ledd (<http://www.lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1991-12-20-879>)

³⁰ Rammeforskriften § 3 om anvendelse av maritim regelverk i petroleumsvirksomheten til havs og innretningsforskriften § 1 om virkeområde gir under visse betingelser flyttbare innretninger mulighet for å legge et maritimt regelverk med utfyllende klasseregler til grunn for relevante tekniske krav. En kan da se vekk fra innretningsforskriften når det gjelder tekniske krav, men ikke for krav som går utover det. Flyttbare innretninger som følger et maritimt regelverk plikter å ta hensyn til petroleumsregelverkets krav til analyse og operasjonsmessige forhold ved valg av tekniske løsninger noe som i praksis innebærer det samme funksjonelle nivået som gjelder for andre innretninger i petroleumsnæringen. For tekniske krav til flyttbare innretninger som følger et maritimt regelverk kan blant annet: Forskriftene om ballast, stabilitet, brann samt standardene DNV-OS-D202 - Automation, Safety and Telecommunication og DNV-OS-D101 - Marine and Machinery Systems and Equipment komme til anvendelse som erstatning for liknende krav i innretningsforskriften. Kravet til å sikre et godt menneske-maskin samspill, jf. innretningsforskriften § 21 kommer til anvendelse for alle typer petroleumsinnretninger.

En kan også peke på effekten av det høye aktivitetsnivået som har vært de siste år, som gjør at det er mange gamle flyttbare innretninger i drift på norsk sokkel. Dersom det er krevende å vedlikeholde forankringssystemet på en god måte, tilsier det at problemet øker jo eldre innretningene blir.

Utfordringer med forankringssystemer

Forankringshendelser var et tema i en rekke av intervjuene, her følger noen typiske eksempler. En representant fra et operatørselskap hadde følgende utsagn *".... jeg sa for 4–5 år siden at ankerline aldri har gått på overlast. Men det har skjedd flere ganger de siste år."* Et beslektet utsagn *"En bør se på belastning over tid, og se på sammenligning mellom analysert og erfarte laster i løpet av første driftsår. Finne ut hvor feilene er."* Videre i tilknytning til belastninger; *"Ikke alle måler linestrek, de som har norsk flagg har krav til måling, men det fordrer at myndighetene følger opp ved første reklassing."*³¹

Et utsagn fra en reder om operasjonelle forhold: *"For å forebygge forankringshendelser trengs enda mer fokus på utstyret og personellet. For noen år siden var det mange som ville vente lengst mulig med å koble i fra [brønnen]. Og til slutt så når du en grense hvor det ikke er mulig å koble fra lenger, og der har vi jo vært noen ganger. Her trenger du folk med god kompetanse og pondus – for å stå opp mot oljeselskapene og konsulentene. Derfor er det så viktig med kompetanse slik at folk kan si nei."*

Det er også kommentarer fra intervjuene som går på fabrikasjon av ankerkjetting, her fra en representant for et engineeringselskap: *"Jeg kjenner mange materialsvakhetsproblemer, problemer med kvaliteten på stålet i kjettingene, svikt i rutiner for kvalitetssikringen. Dårlig filosofi på prøvetaking. For oss er oppfølging av underleverandører på forankringssiden ekstremt viktig. Det er nesten slik at vi må ha tre skift for å følge opp hele tiden. Vi ville vært veldig bekymret for å få til nye leverandører av kjetting i de dimensjonene vi snakker om her. Vi pusher hele tiden på størrelse og det er ikke sikkert at større dimensjoner uten videre øker bruddstyrken."*

Et annet utsagn kom fra samme intervjuobjekt: *"Min tenking om borerigg er at det er stort push på å ikke gå utover det som er konvensjonelt, mens riggene bare er blitt større og større og beveger seg på vanddyp som bare blir større og større. Trusterne skal bli større, mens forankringssystemet vil dem helst holde på 8 liner, så konvensjonelt som mulig."*

En representant for et operatørselskap var opptatt av utfordringene med ankerliner på flyttende produksjonsinnretninger. *"Det er snakk om to årsaker – det er kvaliteten i linen, og det er lastene de utsettes for. Her er det relativt store sikkerhetsfaktorer, her ligger en gjerne på 2.2 for en produksjonsinnretning. En av hovedbidragsyterne til økt linebruddfrekvens for mobile enheter er at enhetene har gått opp i størrelse. Disse store riggene, kan være like store som produksjonsinnretningene, og de har færre kjettinger og mindre kjettinger. De ligger på thrustersystemer som er ganske komplekse å analysere. Det er en del effekter og krefter, som er vanskelig å kontrollere, særlig når det er snakk om grunt vann. Riggene blir større, og du blir avhengig av et DP-system"*³² *som skal fungere."*

Fra rapporterte hendelser ser vi at det er mange ankerlinebrudd og utrausinger med flyttbare innretninger, og det er flere utsagn som indikerer at det er for lite robusthet i valg av forankringssystemer, selv om de tilfredsstiller relevante regelverkskrav. Potensialet fra et enkelt linebrudd kan framstå som ubetydelig, men det er

³¹ Sjøfartsdirektoratets krav tilsier at alle skal ha måling av linestrek i løpet av 2014.

³² Dynamisk Posisjonering (DP) system, som består av thrustere og eventuelt andre fremdriftssystemer, referansesystemer og et databasert kontrollsystem som skal holde innretning (eller skip) i en angitt posisjon. Det er tre klasser, DP1; DP2; DP3, varierende fra ingen redundanskrav til full redundans på alle systemer.

storulykkespotensial i disse hendelsene, som Ocean Vanguard der utrausing av to ankerliner medførte betydelig avdrift av innretningen, svikt av borestigerør og BOP.

Når en skal sammenfatte alle funn i denne undersøkelsen knyttet til forankring, framstår det som en mulig forklaring til de funn som er gjort, at forankringssystemer i for liten grad oppfattes som et sikkerhetskritisk system. Det er ingen eksplisitte utsagn som har fremstilt det akkurat på denne måten, men det framstår som en naturlig observasjon som sammenfatter de ulike funn og kommentarer. Uten at forankringssystemer oppfattes som et sikkerhetskritisk system, vil det ikke bli gjennomført tilstrekkelig vedlikehold, det vil trolig være for lite fokus på å unngå etterslep i vedlikehold, det kan være manglende kompetanse, samt utilstrekkelig fokus på overvåking av linestrekk.

Et annet hovedpunkt går på konseptvalg. Flyttbare innretninger har så å si uten unntak, kun åtte ankerliner – som er i hht. relevante regelverkskrav – mens flyttbare produksjonsinnretninger har 12 eller 16 ankerliner, til tross for at nye flyttbare innretninger ofte er like store som flytende produksjonsinnretninger. Det er flere utsagn som stiller spørsmål ved bruk av åtte ankerliner på nye flyttbare innretninger, når de flyttbare innretningene er blitt betydelig større, har kraftigere thrustere, etc. Samtidig bør det nevnes at det ikke nødvendigvis er antall liner alene som vil sikre en hensiktsmessig forankring, men ankersystemet i sin helhet som må vurderes i valg av konsept.

10.4.4 Utfordringer på tvers av DFU8

Som avslutning på dette kapittelet, er viktige funn oppsummert i form av det forskerteamet anser som sentrale utfordringer.

10.4.4.1 Status og oppmerksomhet

Et gjennomgående inntrykk etter litteraturstudiet, gjennomgangen av granskinger, spørreundersøkelsen og intervjuene er at statusen og oppmerksomheten mot de hendelsestypene som inngår i DFU8 og tilhørende fagekspertise er lav sett i forhold til potensialet både hva gjelder kostnader og risiko.

Intervjuene har gitt oss en rekke innspill om at statusen på det konstruksjonsmessige fagområdet er svekket, og at det er blitt vanskeligere å rendyrke konstruksjonsmessig spisskompetanse i operatørselskapene. Selv om blant annet spørreundersøkelsen nyanserer bildet og viser at det er variasjon i oppfatning av status til fagområdet, er dette et interessant funn. Likeledes har intervjuene med representanter for det maritime fagområdet også gitt uttrykk for at de føler sine fagområder nedprioritert. Det samme reflekteres i svarene på spørreundersøkelsen, hvor 56 prosent av deltakerne var enig eller helt enig i påstanden om at "forhold knyttet til maritime systemer er et område som får for lite oppmerksomhet i sikkerhetsarbeidet i næringen".

Resultatene av litteraturstudiet og gjennomgangen av granskningene kan også forstås som et tegn på de aktuelle fagområdenes status og oppmerksomhet. Prosjektteamet hadde forventet å finne mer litteratur som koblet utløsende og bakenforliggende årsaker til konstruksjons- og maritime hendelser sammen, og at dette ble gjort i tråd med beste praksis og kunnskap. Det var også tankevekkende å se hvor få granskinger som var utført av konstruksjonshendelser og det var uventet stor variasjon innen kvaliteten av granskningene av maritime hendelser. Prosjektteamet registrerte også at det var eksempler på operatørselskap med pågående utbyggingsprosjekter på norsk sokkel som takket nei til å delta i spørreundersøkelsen, og hvor dette ble begrunnet med at de ikke hadde egne fagekspertiser på konstruksjonsfag.

Erfaring viser at enkelte hendelsestyper av ulike årsaker kan få mye oppmerksomhet, og at dette kan gå på bekostning av oppmerksomhet mot andre typer hendelser. Det beste eksemplet er det sterke fokuset som har vært på arbeidsulykker i mange år og som har

gått på bekostning av storulykker (se f.eks. granskingen etter Texas City, Baker 2007). Resultatet har vært at forhold som åpenbart representerer storulykkerisiko, ikke er kjent og håndtert. Til sammenlikning ble det for eksempel i en periode på 8 år fra 2002 til 2009 gjennomført i alt 130 granskinger av hydrokarbonlekkasjer på norsk sokkel, enten av operatørselskaper eller Petroleurstilsynet (RNNP, 2010). Denne studien viser at det fra 2000 og frem til i dag er gransket fire konstruksjonshendelser med relevans for DFU8.

Det er flere som gjennom intervjuer og gjennom spørreundersøkelsen har gitt uttrykk for at det nok blir vist større oppmerksomhet mot hydrokarbonlekkasjer enn mot konstruksjons- og maritime hendelser. Som en representant fra et engineeringsselskap uttrykte det *"ballast og bilge er nok ikke så hot som prosess – der hvor verdiene skapes"*. Det synes derfor nødvendig å på ulike måter søke å heve status og oppmerksomhet mot konstruksjonshendelser, konstruksjonsfaget og tilsvarende innen det maritime fagområdet, samt bedre risikoforståelsen på andre nivå i organisasjonene.

10.4.4.2 Forebygging av storulykker

Et annet fellestrekk forskerteamet ønsker å trekke frem, er det som kan fremstå som utfordringer i næringens tenkning og praksis rundt forebygging og håndtering av storulykkerisiko i forbindelse med konstruksjons- og maritime hendelser.

Innledningsvis i denne studien beskriver vi hvordan arbeidet til James Reason (1997) danner et viktig teoretisk rammeverk til studien. Vi beskriver også en av utfordringene knyttet til dette perspektivet, nemlig at sammenhenger mellom årsaker og hendelser kan oppfattes som svake og utydelige. Vi understreker samtidig at vi i studien har valgt å inkludere slike forhold så lenge det er mulig å føre en logisk argumentasjon for sammenhenger mellom årsaker og mulige hendelser i form av storulykker.

For konstruksjonshendelser kommer intervjudata og resultater fra spørreundersøkelsen fra bransjens egne eksperter innen konstruksjonsfag. Selv om det er forskjeller mellom engineeringsselskaper og operatørselskaper med tanke på hva intervjuobjektene fremmer av synspunkter, anser vi det som viktig å ta de bekymringer som blir fremmet alvorlig. At bransjens egne eksperter opplever det som mer krevende å være "budbringer av dårlige nyheter" om konstruksjonsmessige forhold, og at det kan stilles spørsmål ved om bevisbyrden for å vurdere sikkerheten i konstruksjoner er i ferd med å endres, er forhold som nettopp kan sies å fremme betingelser for latente feil i Reasons terminologi.

Bea (2002) beskriver hvordan designmessige trusler mot kvalitet og pålitelighet i offshorekonstruksjoner utvikler seg langsomt. Det at prosessen er langsom, bidrar til å maskere tegnene på at slike trusler eksisterer. Dette er i tråd med teoriene om man-made disasters (Turner og Pidgeon, 1997), og "drift into failure" (Dekker, 2011), som begge omhandler og påpeker betydningen av å avdekke, forstå og korrigere slike negative prosesser i tide. Dette krever en god sikkerhetskultur på alle nivå i operatørselskapene, og det krever god informasjonsflyt på tvers av samtlige aktører. Sist, men ikke minst, krever dette en erkjennelse av betydningen av evnen og viljen til hele tiden å sette spørsmålstegn ved om risikonivået er kjent og tilstrekkelig styrt, selv ved mange års fravær av alvorlige hendelser eller ulykker. Dette blir i særlig grad av betydning når det gjelder konstruksjonshendelser som inntreffer gradvis og sjelden.

Petroleurstilsynet har i 2014 varslet at det vil bli lagt vekt på oppfølging av virksomheten i et storulykkesperspektiv. Dette vil kunne være et godt utgangspunkt for å adressere de forhold som er påpekt i denne delen av studien.

Når det gjelder de maritime hendelsene, synes utfordringene knyttet til tenkning og praksis rundt forebygging og håndtering av storulykkesrisiko å være noe annerledes enn for konstruksjonshendelser. Det er for eksempel grunn til å stille spørsmål ved om svakhetene ved de granskingene som gjennomføres av redere tyder på at denne delen

av bransjen trenger å styrke sin forståelse og praksis hva gjelder risikoforståelse og sikkerhetsstyring i et storulykkesperspektiv.

Ett beskrivende utsagn som fremkom i intervjuene, var at "den maritime næringen slipper seg så lavt som mulig". Dette ble brukt for å illustrere et poeng om at næringen legger seg på det nivået standarder og regelverket krever, og at den ikke har tradisjon for å gjennomføre ytterligere risikoreduserende tiltak ut over forskriftskrav og krav i standarder. Med dette som bakteppe, og som en del av analysene av intervjuene med representanter fra rederne, har prosjektteamet derfor stilt spørsmål ved deler av denne næringens evne og vilje til selv å ta ansvar og eierskap for den risiko som de maritime operasjonene medfører. Respondentene etterlyste for eksempel endringer i regelverket for bemanning i kontrollrom når en benytter trusterassistert forankring; "position mooring" (posmoor). Det ble hevdet at det er krav til to kontrollromsoperatører når en operer på DP, mens det ikke var tilsvarende tydelige krav til antall operatører i operasjoner med trusterassistert "position mooring". Det ble sagt at resultatet var at enkelte riggselskaper kun hadde en kontrollromsoperatør i denne typen operasjoner. Dette ble sett på som uheldig ettersom motorkraften i trustersystemer ofte kan overstige bruddstyrken for ankerliner. Hvis noe uforutsett skulle skje, må operatøren reagere raskt for å unngå skader på forankringssystemet, og da kan en person være utilstrekkelig hvis denne er opptatt med andre arbeidsoppgaver. Slik sett kan det i et storulykkeperspektiv virke uheldig å ha kun en kontrollromsoperatør på vakt i denne type operasjoner. Fra et sikkerhetsstyringsperspektiv synes det unødvendig å vente på regelverksendringer for å rette opp i slike forhold. Ytterligere bedring i arbeidet med å håndtere storulykkesrisiko kan kreve grunnleggende refleksjon og tenkning om forskjeller og samspillet mellom preskriptive og funksjonsbaserte tilnærminger til styring av risiko. Forskerteamet har i denne sammenheng bedt Ptil om en konkret vurdering av eksempelet som er gjengitt over om bemanning ved posmoor-operasjoner. Slik Ptil vurderer det, synes det klart at eksempelet ovenfor går utover rent tekniske krav i det maritime regelverket, og slik sett vurderer Ptil at det ved bemanning av kontrollrom vil være petroleumregelverket som kommer til anvendelse. I tillegg må den flyttbare innretningen oppfylle nasjonale krav stilt av den flaggstaten de opererer under, i Norge det maritime regelverket utgitt av Sjøfartsdirektoratet. Selv om det skulle være tilfelle at det maritime regelverket setter et spesifikt tall på krav til antall kontrollromsoperatører, er det brudd på regelverket dersom dette ikke er tilstrekkelig til å oppfylle de funksjonelle bestemmelsene med relevans for bemanning i HMS regelverket for petroleumsvirksomheten³³.

I arbeidet med studien har forskerteamet gjort noen refleksjoner om de ulike fagtradisjonene som ligger bak henholdsvis konstruksjonshendelser og maritime hendelser. Tradisjonelt har begge disse disiplinene sitt opphav innenfor tradisjonell maritim virksomhet, selv om det innenfor konstruksjonshendelser i tillegg også er viktige bidrag fra konstruksjonsanalyser på land. Denne felles bakgrunnen er imidlertid ikke nødvendigvis et tegn på at sikkerheten håndteres på samme måte. Dette tema ble så vidt berørt også innledningsvis, da forskjellene mellom konstruksjons- og maritime hendelser ble kommentert.

Konstruksjonssikkerhet har vært og er et ingeniørdominert felt med et tydelig akademisk preg. Hele grunnlaget for en sikker konstruksjon legges ved at ingeniørene gjør en god jobb i prosjekteringsfasen. Aktiviteter som utføres i senere faser dreier seg om å sikre at konstruksjonen blir slik ingeniørene hadde tenkt (gjennom bygging) og at den bevarer disse egenskapene (gjennom inspeksjon og vedlikehold). Operasjonelle forhold har

³³ Eksempelvis krav formulert i: Styringsforskriften § 14 om bemanning og kompetanse som setter krav til tilstrekkelig bemanning og kompetanse i alle faser av virksomheten, styringsforskriften § 12 om planlegging som slår fast at den ansvarlige plikter å sørge for at de ressursene som er nødvendige for å utføre de planlagte aktivitetene, skal stilles til rådighet for prosjekt- og driftsorganisasjonen. Styringsforskriften § 13 om arbeidsprosesser som sier at samspillet mellom menneskelige, teknologiske og organisatoriske faktorer skal ivaretas i arbeidsprosessene. En rekke forhold formulert i aktivitetsforskriften om blant annet arbeidsbelastning og risiko for feilhandling skal også vurderes.. Denne listen med regelverkskrav er ikke utfyllende.

dermed relativt sett mindre betydning for sikkerheten enn prosjekteringsfasen. Med relativt liten operasjonell påvirkning er det kanskje ikke overraskende at MTO-perspektivet har fått lite gjennomslag og at man har vært lite opptatt av bakenforliggende årsaker. Ingeniørdominans og liten påvirkning fra drift vil begge trekke i denne retningen. Dette må selvsagt ikke tolkes slik at sikkerhet ikke tas på alvor av ingeniører som jobber med konstruksjoner. Tvert i mot, prosjektering av konstruksjoner er en kontinuerlig balansegang for å løse praktiske problemer på en sikker måte.

Maritime hendelser knyttet til stabilitet, oppdrift og forankring har en enda sterkere kobling til maritim virksomhet og skip, men her er ikke ingeniørenes dominans like tydelig. Systemene må fortsatt prosjekteres for å være sikre, men sikker drift forutsetter også at de som operer systemene utfører oppgavene på en sikker måte. Den relative betydningen av prosjektering kontra drift blir dermed vesentlig forskjellig fra konstruksjonssikkerhet.

I en slik situasjon ville man kanskje forvente at en mer helhetlig tenking om hvordan mennesker, teknologi og organisatoriske forhold påvirker sikkerheten (MTO-tenking) hadde fått mye større gjennomslag, men her kan knytningen tilbake til maritim virksomhet spille inn. Basert på forskerteamets erfaringer har tradisjonell skipsfart ennå ikke en tydelig etablert tradisjon for å tenke helhetlig om årsaker, og sammenlignet med offshorevirksomhet er det mindre oppmerksomhet mot bakenforliggende årsaker.

10.5 Konklusjoner og anbefalinger

Målsettingen med denne studien har vært å:

- Innhente data fra litteratur, granskinger, intervjuer og spørreskjema om årsaksforhold og tiltak for konstruksjons- og maritime hendelser.
- Foreta en helhetlig vurdering og analyse av menneskelige, tekniske og organisatoriske årsaksforhold og bakenforliggende faktorer. På grunnlag av identifiserte årsaker, foreslå områder for forbedring og konkrete tiltak som næringen bør ta tak i.

Sett i lys av storulykkepotensialet, er oppmerksomheten mot konstruksjons- og maritime hendelser og involverte fagområder ikke tilstrekkelig. Granskingene av maritime hendelser er av varierende og til dels svak kvalitet, mens det er få konstruksjonshendelser som granskes. Samlet bidrar granskingene i mindre grad enn ønskelig til god forståelse for bakenforliggende årsaker og som grunnlag for gode risikoreduserende tiltak. Videre opplever næringens egne eksperter at statusen til konstruksjonsfaget er svekket og at det er nødvendig å ha mer oppmerksomhet rettet mot maritime systemer og operasjoner.

Det følgende er kortfattede oppsummeringer av de viktigste funnene i undersøkelsen, fulgt av konkrete anbefalinger.

Øke kvalitet og mengde av granskinger av konstruksjons- og maritime hendelser

Ett av studiens hovedfunn er knyttet til kvalitet og kvantitet på granskinger. Granskinger gjennomføres for å kartlegge og beskrive utløsende og bakenforliggende årsaker til hendelser, og som grunnlag for å utarbeide risikoreduserende tiltak for å hindre at tilsvarende hendelser skjer i fremtiden. Gode granskinger vil også kunne bidra til organisatorisk læring utover rammene av den aktuelle hendelsen. Dersom for eksempel en granskingsprosess av en konstruksjonshendelse resulterer i økt innsikt om at det er manglende erfaringsoverføring mellom aktører, vil forbedringsarbeid kunne forebygge en rekke hendelser forårsaket av de samme organisatoriske svakhetene.

I et storulykkeperspektiv har granskingene også en tilleggsfunksjon. Storulykker skjer svært sjelden. Gransking av hendelser og påfølgende informasjon til relevante

aktørgrupper, er derfor et viktig verktøy for å opprettholde årvåkenheten i sikkerhetsarbeidet. Det er også regelverkskrav om at sikkerhetskritisk informasjon skal innhentes, bearbeides og formidles og at personell skal ha mottatt opplæring knyttet til relevante risikoforhold. Det er relevant å benytte granskinger til dette formålet.

- Operatørselskap og redere bør i samarbeid med relevante myndigheter vurdere om flere konstruksjonshendelser kan granskes. Kriteriene for når slike granskinger skal utføres bør gjennomgås, og det må vurderes hvilken granskingsmetodikk som er best egnet til å gi bedre forståelse av konstruksjonshendelser.
- Det bør gjennomføres tiltak for å heve kvaliteten på granskinger på flyttbare innretninger. Det bør for eksempel vurderes å etablere en felles pool av granskingsressurser som små og mellomstore redere kan dra nytte av. Dette kan bidra til kompetanseheving hos alle aktører over tid og kan også bidra til bedre kvalitet og økt nytteverdi i granskinger fra forskjellige selskaper.

Bedre informasjonsutveksling mellom aktører og mellom ulike faser

Studien har avdekket et behov for styrket informasjonsutveksling mellom aktører og mellom faser i en innretnings livssyklus. Det må arbeides for styrket informasjonsutveksling mellom engineeringsselskap og operatørselskap / redere i form av for eksempel erfaringer med hvordan konseptvalg og tekniske løsninger fungerer i praksis, eller i form av styrket praksis med å anvende data fra innretninger som fjernes som kilde til erfaringslæring. God informasjonsutveksling mellom aktører og faser, krever også at det er tilstrekkelig med ressurser for å drive godt oppfølgingsarbeid i prosjekterings- og byggefasen.

- Det bør etableres nye arenaer eller styrke allerede eksisterende arenaer for diskusjon og samhandling mellom aktørene innenfor konstruksjonsfaget.
- Det bør etableres mer systematisk erfaringsoverføring fra operatørselskap og redere til engineeringsselskapene. Dette kan bidra til læring hos engineeringsselskapene og bedre konstruksjonsløsninger, både på konseptnivå og for utforming av detaljer. Eksempelvis er det behov for:
 - Informasjon til engineeringsselskap om hvordan inspeksjonsarbeidet utføres i praksis (etter hvilke metoder og målepunkter)
 - Formidling av funn fra granskingsrapporter
 - Formidling av driftserfaringer
- Det er behov for styrket oppfølging av engineeringsselskaper og verft fra bestiller av innretninger. Når det blir tildelt kontrakter til engineeringsselskaper og verft som har ingen eller liten erfaring fra norsk sokkel anbefales det å styrke oppfølgingen av konstruksjonssikkerhet og maritime systemer.
- Det er delte oppfatninger i bransjen om forbedrede analyseverktøy fører til mer eller mindre robuste konstruksjoner. Det anbefales at robusthetsbegrepet i regelverk og standarder for konstruksjoner klargjøres. Det er uansett sentralt å opprettholde ingeniørfaglig kompetanse slik at forståelse for analyseverktøyenes muligheter og begrensninger sikres.

Styrke kunnskap og praksis knyttet til maritime systemer

Det er behov for styrket kunnskap og praksis når det gjelder maritime systemer. Styrket kunnskap og praksis vil sikre at maritime systemer får nødvendig oppmerksomhet og at

risikoen for maritime hendelser blir redusert eller bedre håndtert. Når det gjelder forankringssystemer er det behov for mer kunnskap om faktiske laster, det er behov for å vurdere forholdet mellom forankringsanalyser og ankerlinekapasitet for store flyttbare innretninger, og det er ønskelig å bedre vedlikehold av forankringssystemer på flyttbare innretninger. Stabilitetshendelsene som inngår i denne studien, sammen med resultater fra intervjuene peker på behov for tiltak rettet mot menneske-maskin grensesnitt på flyttbare innretninger. Det er behov for styrket kompetanse på maritime systemer, inkludert samhandling i kontrollrommet. Dette kan for eksempel være i form av treningsopplegg som retter seg mot samarbeid, kommunikasjon og teamarbeid.

- Det bør gjennomføre studier for å skaffe bedre kunnskap om de faktiske lastene på forankringssystemer.
- Vedlikehold av forankringssystemer, spesielt på eldre flyttbare innretninger, må bedres for å redusere antall utrausinger.
- Det må på bakgrunn av forankringsanalyser sikres at det velges tilstrekkelig ankerlinekapasitet, spesielt på store halvt nedsenkable flyttbare innretninger.
- Skjermer og utstyr for kontroll av ballastsystemer på flyterigger bør forbedres og utformes i tråd med anerkjente standarder og retningslinjer for kontrollromsutstyr.
- Kompetanse for stabilitetsoperatører er et kritisk område og kvaliteten på opplæring i Norge bør bedres. Det må videre sikres familiarisering knyttet til innretningsspesifikt utstyr og personell. Det bør videre vurderes å utvikle og innføre opplæring basert på metoder som fremhever samhandlingstrening, scenariobasert trening og simulatortrening.

Systematisk sikkerhetsarbeid og forebygging av storulykker

Avslutningsvis har studien pekt på utfordringer knyttet til styring av sikkerhet i et storulykkeperspektiv. For konstruksjonshendelser har studien identifisert at konstruksjonsfaget er under press. For konstruksjonshendelser er det behov for å sikre at konstruksjonsfaglige vurderinger når frem i organisasjonene slik at dilemmaer mellom for eksempel kostnader og designvalg løses på en hensiktsmessig og forsvarlig måte, og slik at eventuelle tendenser til "drift into failure" oppdages og korrigeres.

For det maritime fagområdet har studien pekt på at ulike regelverksregimer skaper utfordringer, og det er behov for økt kunnskap om grensesnitt mellom maritimt regelverk og petroleumsregelverket. En god forståelse av et funksjonelt regelverk bør legge tilstrekkelig grunnlag for utarbeidelse av gode risikoreduserende tiltak uavhengig av konkrete detaljkrav i normer og standarder.

- Petroleumsnæringen bør sikre at konstruksjonsfaglig ekspertise og vurderinger sees på som sentrale elementer i arbeidet med å forebygge storulykker, og sikre at god håndtering av målkonflikter i konstruksjonssammenheng er en integrert del av arbeidet med å skape og opprettholde en god sikkerhetskultur.
- Den maritime del av næringen må sikre at virksomheten planlegges og gjennomføres på en måte som er i samsvar med intensjonene bak et funksjonsbasert regelverk for styring av sikkerhet.

Referanser

Baker et al (2007): *The report of the BP U.S. refineries independent safety review panel*, January 2007

Bea, R. (2002). Human and Organizational Factors in Design and Operation of Deepwater Structure. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas

Bento, J.P. (2001): *Menneske – Teknologi – Organisasjon. Veiledning for gjennomføring av MTO-analyser*. Kurskompendium for Oljedirektoratet. November 2001.

Chen, Moan & Verhoeven. (2008). Safety of dynamic positioning operations on mobile offshore drilling units. *Reliability Engineering & System Safety*, 93, 7.

Dekker, S. (2006). *The field guide to understanding human error*. Ashgate Publishing Ltd.

Dekker, S. (2011). *Drift into Failure: From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems*. Ashgate Publishing Ltd.

Gibson, J.J. (1961). The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety – a brief for basic research. *Behavioral Approaches to Accident Research*. New York: Association for the Aid of Crippled Children, s. 77-89.

Haddon, W. (1980). The Basic Strategies for Reducing Damage from Hazards of All Kinds. *Hazard prevention*, Sept./Okt. 1980.

Kongsvik, T., Fenstad, J. & Wendelborg, D. (2012). [Between a rock and a hard place: Accident and near-miss reporting on offshore service vessels](#). *Safety Science*, 50, s. 1839-1846.

Majhi, S. & D'Souza, R. (2013). *Application of Lessons Learned From Field Experience to Design, Installation and Maintenance of FPS Moorings*. Offshore Technology Conference. Houston, Texas

MMS.(2007). *Accident Investigation Report: Thunder Horse*

Oljedirektoratet. (2013) *Vurdering av gjennomførte prosjekter på norsk sokkel*. Oktober, 2013.

Petroleumstilsynet. (2011). *Risikonivå i petroleumsvirksomheten. Hovedrapport, norsk sokkel – 2010*. 27.04.2011.

Petroleumstilsynet. (2010). *Risikonivå i petroleumsvirksomheten. Hovedrapport, utviklingstrekk 2011, norsk sokkel*. 24.04.2012.

Petroleumstilsynet. (2013). *Prinsipper for barrierestyling i petroleumsvirksomheten*.

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

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*. 2.utg. SINTEF-rapport A17034, SINTEF Teknologi og samfunn, Trondheim.

Turner, B.A. & Pidgeon, N.F. (1997). *Man-made disaster*. 2.utg. Butterworth-Heinemann.

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

SINTEF. (2010). *Ageing and life extension for offshore facilities in general and for specific systems*. SINTEF rapport nr. A15322.

Vaughan. (1996). *The Challenger Launch Decision*. University of Chicago Press.

Vinnem et al. (2000). Systematic Analysis of Operational Safety of FPSOs Reveals Areas of Improvement. *SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Stavanger, Norway.

Referanser fra litteratursøket

Bea, R. (2002). Human and Organizational Factors in Design and Operation of Deepwater Structure. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas

Bea, R. & Roberts, K.H. (1995). Human and Organization Factors (HOF) in Design, Construction, and Operation of Offshore Platforms. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas

Bea, R.G. (2004). The Role of Human Error in Design, Construction, and Reliability of Marine Structures. *Ship Structure Committee*.

Biasotto & Rouhan. (2011). Feedback from Experience on Structural Integrity of Floating Offshore Installations. *Offshore Technology Conference*. Rio de Janeiro, Brazil.

Caldwell & Constantinis. (2013). Hull Inspection Techniques & Strategy. *The Twenty-third International Offshore and Polar Engineering Conference*. Anchorage, Alaska.

Chen, Moan & Verhoeven. (2009). Effect of DGPS failures on dynamic positioning of mobile drilling units in the North Sea. *Accident Analysis & Prevention*, 41, 6.

Chen, Moan & Verhoeven. (2008). Safety of dynamic positioning operations on mobile offshore drilling units. *Reliability Engineering & System Safety*, 93, 7.

COWI A/S. (2003). *Ageing Rigs: Review of major accidents – Causes and Barriers*.

DNV. (2002). *Technical Report: Kristin Field Development Project - Assessment of Risk of Loss of Structural Integrity due to Gross Errors*.

DNV. (2005). *Technical Report: Volve Field Development Project – Assessment of Risk of Loss of Structural Integrity of the Volve Jackup due to Gross Errors*

DNV. (2005). *Technical Report: Volve Field Development Project – Assessment of Risk of Loss of Structural Integrity of the Volve FSU due to Gross Errors*

Gibson, JJ., 1961. *The contribution of experimental psychology to the formulation of the problem of safety -- a brief for basic research*. In "Behavioral Approaches to Accident Research." New York: Association for the Aid of Crippled Children, pp 77-89.

Haddon W. Jr., 1980. *Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy*. Public Health Rep 95 (5): 411-421.

HSE. (2006). *Floating production system - JIP FPS mooring integrity*

HSE (2009) *Review of technical issues relating to foundations and geotechnics for offshore installations in the UKCS*.

Kvitrud, Kleppstø & Skilbrei. (2012). Position Incidents during Offshore Loading with Shuttle Tankers on the Norwegian Continental Shelf 2000 – 2011. *The Twenty-second International Offshore and Polar Engineering Conference*. Rhodes, Greece.

Leonhardsen, Ersdal & Kvitrud. (2001). Experience And Risk Assessment of FPSOs In Use On the Norwegian Continental Shelf: Descriptions of Events. *The Eleventh International Offshore and Polar Engineering Conference*. Stavanger, Norway.

Ma, Duggdal, Smedley, L'Hostis & Shu. (2013). A Historical Review on Integrity Issues of Permanent Mooring Systems. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas.

- Majhi, S. & D'Souza, R. (2013). *Application of Lessons Learned From Field Experience to Design, Installation and Maintenance of FPS Moorings*. Offshore Technology Conference. Houston, Texas
- Miller & White. (2000). The Structural Integrity of FPSO's/FSU's - A Regulator's View. *Offshore Technology Conference*, 1 May-4 May 2000, Houston, Texas.
- MMS.(2007). *Accident Investigation Report: Thunder Horse*
- MMS. (1999). *Investigation of Rig Collapse Accident, Fatalities and Injuries, Main Pass Block 153, Gulf of Mexico Off the Louisiana Coast, July 1998*.
- Moan, T. (2010). *The Alexander L. Kielland accident – 30 years later. "What did we learn and apply and what should we not forget?"*.
- Moan, T. & Keppel. (2006). Safety of Offshore Structures. *Centre for Offshore Research & Engineering*. National University of Singapore.
- Nichols et al. (2006). Managing Structural Integrity for Ageing Platform. *SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition*, 11-13 September 2006, Adelaide, Australia.
- NOU. (1983). «Alexander L. Kielland»-ulykken: Tilleggsuttalelse.
- NOU. (2008). *Bourbon Dolphins forlis den 12. april 2007*. Justis – og politidepartementet.
- O'Connor et al. (2005). Structural Integrity Management (SIM) of Offshore Facilities *Offshore Technology Conference*.. Houston, Texas.
- Paté-Cornell & Rettedal. (1997). Probabilistic Analysis of the Effect of Resource Constraints On System Safety: Towing Failures During the Construction of Concrete Platforms. *The Seventh International Offshore and Polar Engineering Conference*. Honolulu, Hawaii.
- Pinheiro Marques de Morais. (2011). Application of the 17 Practices of the Management System for Operational Safety on Marine Installations for Drilling and Production of Oil and Natural Gas in Brazil. *Offshore Technology Conference*. Rio de Janeiro, Brazil.
- Psaraftis, Panagakos, Desypris & Ventikos. (1998). An Analysis of Maritime Transportation Risk Factors. *The Eighth International Offshore and Polar Engineering Conference*, May 24 - 29, 1998, Montreal, Canada.
- Petroleumstilsynet. (2006). *Stabilitetssvikt av innretninger på norsk sokkel – Metodikk for risikoanalyse*.
- Petroleumstilsynet. (2006). *Forankring av innretninger på norsk sokkel*.
- Petroleumstilsynet. (2012). *Metoderapport - vekting av hendelser på konstruksjoner og maritime systemer (DFU 8) i RNNP*.
- Reason, J., 1997. Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate Publishing Limited, Aldershot, England.
- Ritchie, D. M. 2011. *The Role of Asset Integrity and Life Extension in Major Accident Prevention*. Offshore Europe, 6-8 September 2011, Aberdeen, UK.
- Safetec. (2002). *Appendix I: Stability Failure During Operation*.

Serratella & Spong. (2005). Understanding through Experience – Key Findings From the FPSO Structural Performance Joint Industry Project. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas.

Singh et al. (2009) Offshore Integrity Management 20 years On - An Overview of Lessons Learnt Post Piper Alpha. *Offshore Technology Conference*, 4-7 May 2009, Houston, Texas.

SINTEF. (2010). *Ageing and life extension for offshore facilities in general and for specific systems*. SINTEF rapport nr. A15322.

Smith, A.L., Morris, P.G, Young, E. & English, M. (2004). Floating Installation Marine System Vulnerability – Global Alert. *OMAE Specialty Symposium on FPSO Integrity*. Houston, USA.

Snell. (2007). Offshore Structural Integrity Trends. *Offshore Mediterranean Conference and Exhibition*. Ravenna, Italy.

Statoil. (1992). *Tap av Sleipner A Betongunderstell*. Intern ulykkesgransking.

Tjallema & Grimmelius. (2007). The Road to Eliminating Operator Related Dynamic Positioning Incidents. *Dynamic Positioning Conference*.

Turner, B.A., 1978. *Man-Made Disasters*. Wykeham Science Press, London.

Turner, B.A., Pidgeon, N.F., 1997. *Man-made Disasters*, 2nd Edition. Butterworth±Heinemann, London.

U.S. Coast Guard. (1983). *Marine Casualty Report: Mobile Offshore Drilling Unit (MODU) Ocean Ranger, capsizing and sinking in the Atlantic Ocean 15 February 1982*.

Vinnem et.al. (1987). *Risk Assessment of Buoyancy Loss: Case Study 1*, RABL report 6, 01.09.1987, Safetec.

Vinnem, J.E., Kvitrud, A. & Nilsen, L.R. (2006). Quantitative Risk Analysis of Stability for Floating Offshore Installations. *ESREL*.

Vinnem et al. (2000). Systematic Analysis of Operational Safety of FPSOs Reveals Areas of Improvement. *SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Stavanger, Norway.

Wolford, Lin, Liming, Lidstone & Sheppard. (2001). Integrated Risk Based Design of FPSO Topsides, Structural and Marine Systems. *Offshore Technology Conference*. Houston, Texas.

Wright, I. (2011). Ageing and Life Extension of Offshore Oil and Gas Installations. *Offshore Europe*. Aberdeen, UK.

Østby, E., Berg, M., Festøy, B. (1987). *Ballast system failures and other faulty weight conditions*, RABL report 2, 17.06.87, Safetec.

Dekker, S., 2011. Drift into Failure. From Hunting Broken Components to Understanding Complex Systems. Ashgate Publishing Limited, Aldershot, England

Turner, B.A., Pidgeon, N.F., 1997. Man-made Disasters, 2nd Edition.
Butterworth±Heinemann, London.