



METODERAPPORT

UTVIKLINGSTREKK 2022 NORSK SOKKEL

Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet



2022

Innhold

1. Bakgrunn og formål.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål med metoderapporten	1
1.3 Forkortelser	1
2. Analysemetode - innhold og begrensninger	3
2.1 Hovedtrekk ved kvantitativ analyse.....	3
2.2 Kriterier for valg av DFUer	4
2.3 Formål	4
3. Kvantitativt risikonivå- offshore	5
3.1 DFUer	5
3.2 Ytelse av barrierer	32
3.3 Angivelse av risikonivå	35
3.4 Kategorisering av innretninger	41
3.5 Normalisering av hyppighet.....	42
3.6 Presentasjon av risikonivå	42
3.7 Metoder ved analyser av sammenhenger mellom ulike datasett.....	45
4. Kvantitativt risikonivå - landanlegg	46
4.1 DFUer	46
4.2 Ytelse av barrierer	54
4.3 Angivelse av risikonivå	54
4.4 Normalisering av hyppighet.....	54
4.5 Presentasjon av risikonivå	54
5. Underlagsdata for vekting av DFUer for sokkelen	59
5.1 Premisser	59
5.2 Hydrokarbonlekkasje fra prosessområde.....	61
5.3 Brønnehendelser	63
5.4 Andre branner	66
5.5 Kollisjon med passerende skip.....	68
5.6 Drivende gjenstand på kollisjonskurs	70
5.7 Kollisjon med feltrelatert trafikk.....	71
5.8 Konstruksjonsskader	73
5.9 Hydrokarbonlekkasje og skade på stigerør	75
5.10 Oppsummering av vektfactorer	76
6. Metode for analyse av trender	79
6.1 Eksempel.....	79
6.2 Matematisk formulering, antall hendelser.....	79
6.3 Matematisk formulering, løpende gjennomsnitt av antall hendelser siste 3 år	80
7. Spørreskjema og Kvalitative studier	83
7.1 Metodetriangulering	83
7.2 Spørreskjemaundersøkelsen.....	83
7.3 Kvalitative metoder.....	85
7.4 Avslutning	87
8. Referanser og bakgrunns litteratur	88

1. Bakgrunn og formål

1.1 Bakgrunn

Prosjektet "utvikling i risikonivå – norsk sokkel" ble igangsatt i 2000 for å overvåke utviklingen av risikonivå i Petroleumsvirksomhet, bidra til en felles oppfatning av denne utviklingen blant partene i næringen, tidlig identifisere negative trender og dermed bedre prioritere ulykkesforebyggende innsats fra myndighetene og aktørene.

Hvert år blir rapporten "RNNP- Risikonivå i Norsk Petroleumsvirksomhet" utgitt av Petroleumstilsynet. Det utgis separate rapporter for sokkelvirksomhet og for landanlegg, hvor rapporten for landanlegg ble utgitt for første gang i 2006. RNNP dekker Petroleumstilsynets myndighetsområde med hensyn på sikkerhet og arbeidsmiljø og omhandler storulykker, arbeidsulykker, arbeidsmiljø og helse.

Bakgrunn for prosjektet og hvordan metoden ble valgt, er nærmere beskrevet i hovedrapportene for offshore og for landanlegg. Hovedrapportene har lagt vekt på å gi en oversiktlig og grundig framstilling av resultatene, mens en beskrivelse av analysemetoden er gitt i denne metoderapporten.

I forbindelse med utgivelse av data fra 2015 ble det gjort endringer på fallende gjenstander/last (DFU20 og DFU21) og kategorisering av DFU3-hendelser. I forbindelse med rapportene for årene 2016 og 2017 er det gjort noen utvidelser for DFU20 og DFU21. I forbindelse med rapportene for året 2018 er det gjort utvidelser for DFU20 og DFU21 for landanlegg. Metoderapporten er derfor oppdatert for å reflektere dette.

Vektene for DFU-er basert på risikoanalyser ble oppdatert i 2020 med bakgrunn i et sett på 23 risikoanalyser fra årene 2010-2019 (Se kapittel 5). I forbindelse med dette arbeidet ble følgende hovedendringer gjort:

- kollisjon med feltrelatert trafikk (DFU 7) delt inn i tre hendelsestyper for å reflektere tåleevne til innretning og hastighet ved treff.
- vekten for kollisjon med passerende skip (DFU 5) avhengig av om innretningen er overvåket av Sandsli eller tilsavrende.
- Sigrerørslekkasjer (DFU 9) henter nå forventet antall omkomne direkte fra risikoanalysene.

Resterende endringer er oppdateringer basert på nyere risikoanalyser enn tidligere.

1.2 Formål med metoderapporten

Formålet med metoderapporten er primært å beskrive detaljene i analysemetoden som er benyttet i arbeidet for å beregne risiko for storulykker. Dessuten presenteres relevante kvalitative vurderinger som inngår i arbeidet.

Det presenteres ikke resultater fra analysen i metoderapporten. Dette gjøres dels i hovedrapportene for offshore og landanlegg, dels av sammendragsrapportene.

1.3 Forkortelser

AIS	Automatic Identification System
ANOVA	ANalysis Of VAriance
ASR	Air Safety Report
ATM	Air Traffic Management
BOP	BlowOut Preventor (Utblåsingssikring)
BORA	Barrier and Operational Risk Analysis
CODAM	Petroleumstilsynets database for skade på konstruksjoner og rørledningssystemer

CPA	Closest Point of Approach (nærmeste passeringsavstand)
DDRS	Daily Drilling Reporting System (Petroleumstilsynets database for bore og brønnaktiviteter)
DFU	Definerte Fare- og Ulykkessituasjoner
DMF	Drilling Managers Forum
DP	Dynamic Positioning
DSYS	Petroleumstilsynets database for personskader og eksponeringstimer i dykker aktivitet
ESDV	Emergency Shut Down Valve (Nødavstengningsventil)
FOR	Flight Occurrence Report
FPU	Floating Production Unit (Lagringsskip)
FV	Forebyggende Vedlikehold
GM	Metasenterhøyden (avstanden fra metasenteret (M) til tyngdepunktet (G) på innretningen)
GOR	Ground Operation Report
HC	HydroCarbon (Hydrokarboner)
HCLIP	Hydrocarbon Leak and Inventory Project
HIPPS	High Integrity Pressure Protection System
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
KV	Korrigerende Vedlikehold
MEL	Minimum Equipment List
NOROG	NORsk Olje og Gass (Tidligere OLF)
NUI	Normalt Ubemannet Innretning
OD	OljeDirektoratet
OLF	Oljeindustriens LandsForening (Nå NOROG)
OLS	Ordinary Least Squares
PLL	Potential Loss of Life
Ptil	Petroleumstilsynet
QRA	Quantitative Risk Assessment (tilsvarer normalt TRA)
QSV	Quick closing Shut off Valve
RNNP	RisikoNivå Norsk Petroleumsvirksomhet
SAR	Search and Rescue
TCPA	Time to Closest Point of Approach (tid til nærmeste passering)
TRA	Total Risiko Analyse
UPS	Uninterruptible Power Supply
VSKTB	Virksomhetens Spesifikke Krav Til Beredskap
WOAD	Worldwide Accident Database

2. Analysemetode - innhold og begrensninger

Dette kapitlet presenterer en kort overordnet beskrivelse av innholdet i den valgte analysemetoden og de begrensninger som er lagt til grunn.

2.1 Hovedtrekk ved kvantitativ analyse

Det er valgt å basere den kvantitative analysen på definerte fare- og ulykkessituasjoner (DFUer), med følgende hovedtrekk:

- Opptreden av DFUer er valgt som indikator for frekvens av potensielle storulykker
- Ytelsen av sikkerhets- og beredskapsbarrierer er valgt som indikator for barrierenes godhet

DFUene har vært sentrale i regelverket for sokkelen i mange år, og ble derfor valgt da RNNP startet i 2000. Selskapene har også fokusert på krav til barrierenes ytelse for offshoreinnretninger i forbindelse med opptreden av DFUer, gjennom spesifikke krav til beredskap, i henhold til gjeldende regelverk. Dette dekker tekniske systemer så vel som operasjonelle og organisatoriske tiltak.

DFUer eller barrierenes ytelse har ikke vært noe sentrale begrep i tilsvarende lovverk for landanleggene, men det er langt på vei de samme selskapene som driver landanleggene som driver offshoreinnretningene, så DFU som begrep samt barriere-begrepet har ikke vært ukjent i forhold til landanleggene. Omfanget av datainnsamling har imidlertid vært mindre for landanlegg enn for offshoreinnretninger.

Opptreden av DFUer og krav til ytelse av barrierer er således eksisterende innsatsområder i selskapene, og det innføres derfor ikke krav om nye data for selskapene i noen vesentlig grad. Dette gjelder primært for opptreden av DFUer.

Bruk av DFUer som indikatorer vil føre til oppfølging i industrien av disse forhold og dermed bidra til å fokusere på betydningen av DFUer.

Det er kun en mindre del av de hendelser som normalt defineres som DFUer, som er relatert til storulykker. Slik sett kan det argumenteres for at kun disse skulle følges opp, ettersom indikatorer for storulykker er det primære satsingsområde. Det er likevel lagt opp til at alle kategorier av DFUer inngår i rapporteringen. Dette innbefatter:

- Potensielle storulykker
- Ulykkeshendelser av mindre omfang
- Midlertidig økning av risiko

DFUene diskuteres nærmere i kapittel 3. Følgende begrensninger er gjeldende:

- DFUene er fokusert på storulykker og øvrige ulykker der det allerede finnes data i Ptils databaser.
- Ptils eksisterende databaser for storulykker utnyttes i så stor utstrekning som mulig. For disse DFUer gjøres ikke annen datainnsamling.
- Beregninger av indikatorer forenkles.

Ptil har publisert en revisjon av rammeforskriftene som innebærer en videreutvikling av risikobegrepet, der usikkerhetsdimensjonen tillegges større vekt enn det som tradisjonelt har vært tilfelle. Som refleksjon av Ptils videreutvikling av risikobegrepet er det sentralt å vurdere kunnskapsstyrke og robusthet i forhold til de anvendte indikatorer. I noen grad er dette gjort i RNNP siden starten, men ikke på en omfattende og systematisk måte.

På sikt vil en styrke og systematisere vurderingen av kunnskapsnivå og robusthet av indikatorene i RNNP. Denne rapporten viderefører bruken av statistiske risikoindikatorer og undersøkelser basert på subjektiv vurdering av risiko.

2.2 Kriterier for valg av DFUer

DFUene er valgt ut fra følgende to kriterier:

1. DFUene er bevisst valgt slik at de til sammen dekker alle kjente hendelser som kan lede til tap av liv ved ulykker. Det er ett unntak; nærmere bestemt for arbeidsulykker. Det er slik at alle hendelseskjeder som kan føre til tap av liv vil inkludere en eller flere av de valgte/etablerte DFUene. I hvilke grad en DFU fører til tap av liv, vil avhenge av den eller de barrierer som påvirker det videre hendelsesforløp.
2. Tilgjengeligheten og kvaliteten av informasjon om den enkelte DFU. DFUene må være observerbare og det bør helst foreligge gode/pålitelige data om opptreden. Dette er en viktig praktisk begrensning.

2.3 Formål

RNNP ble startet i år 2000. Det ble først utført et pilotprosjekt for sokkelen og formålet med dette var å:

- Utvikle en "modell", dvs en analyse- og vurderingsprosess, som er egnet for å vurdere risikonivået på norsk sokkel, samt identifisere mulige trender.
- Teste ut "modellen" med aktuelle data for å identifisere nødvendige tilpasninger og justeringer.
- Samle inn tilgjengelige data for år 2000 i samarbeid med industrien

Pilotprosjektet var den første årlige analyse- og vurderingsrapport med data fra hele norsk sokkel. Etter vurdering av pilotprosjektet ble det besluttet å gjennomføre arbeidet som en kontinuerlig aktivitet med en årlig rapportering. I år 2005 ble det besluttet å utføre den samme analysen for landanlegg, hvor den første rapporten ble utgitt med 2006 data.

Formålet med RNNP er å:

- Måle effekten av HMS-arbeidet i næringen
- Bidra til å identifisere områder som er kritiske for HMS og hvor innsats for å identifisere årsaker må prioriteres for å forebygge uønskede hendelser og ulykker.
- Øke innsikten i mulige årsaker til ulykker og deres relative betydning for risikobildet, for å gi beslutningsgrunnlag for industri og myndigheter vedrørende forebyggende sikkerhet og beredskapsplanlegging.

Arbeidet vil også kunne bidra til å identifisere innsatsområder for regelverksendringer, forskning og utvikling.

3. Kvantitativt risikonivå- offshore

I delkapittel 2.1 er grunnlaget til den kvantitative analysen kort omtalt med basis i DFUer. I dette kapitlet diskuteres de ulike elementene av den kvantitative analysen for offshoreanlegg i ytterligere detalj.

3.1 DFUer

3.1.1 Valgte hendelser

De hendelser som skal inngå som indikatorer fra industrien er definert som et antall DFUer. De kunne alternativt ha vært beskrevet som hendelsesindikatorer eller viktige hendelser.

Tabellen nedenfor er satt opp i "DFU-format", slik at de som er vant til å forholde seg til DFUer vil kjenne seg igjen. Den viser en oversikt over DFUene, og om de er forutsatt å være gyldige for produksjons- og flyttbare innretninger.

Tabell 1 Oversikt over DFUer for norsk sokkel

DFU nr	DFU beskrivelse	Produksjon*	Flyttbar enhet
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	X	X
2	Antent hydrokarbonlekkasje	X	X
3	Brønnehendelse/tap av brønnkontroll	X**	X
4	Brann/eksplosjon i andre områder, ikke HC	X	X
5	Skip på kollisjonskurs [mot innretning]	X	X
6	Drivende gjenstand [på kurs mot innretning]	X	X
7	Kollisjon med feltrelatert fartøy/innretning/skytteltanker	X	X
8	Skade på innretningskonstruksjon/stabilitets-/forankrings-/posisjoneringssfeil	X	X
9	Lekkasje fra stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg***	X	
10	Skade på stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg***	X	
11	Evakuering	X	X
12	Helikopterhendelse	X	X
13	Mann over bord	X	X
14	Alvorlig personskade + dødsulykker	X	X
15	Arbeidsbetinget sykdom	X	X
16	Full strømsvikt	X	X
17	Kontrollrom ute av drift	X	X
18	Dykkerulykke	X	X
19	H ₂ S-utslipp	X	
20	Kran- og løfteoperasjoner	X	X
21	Fallende gjenstand	X	X

* Med 'produksjon' menes alle typer innretninger som benyttes for produksjonsformål, inklusiv lagerskip

** Vil ikke være relevant for flytende innretninger uten brønner

*** Inkluderer brønnstrømsrørledning, lastebøye og lasteslange der relevant.

DFU20 Kran- og løfteoperasjoner ble inkludert i 2015. DFU17 (Kontrollrom ute av drift) har utgått fra analysen siden 2005. I utgangspunktet var det også inkludert DFUer for akutt forurensning, produksjonsstans samt stans av transportsystem, men disse DFUene har ikke blitt videreført etter pilotprosjektet.

3.1.2 Underinndeling av DFUer

Den neste tabellen viser hva slags typer underinndeling av hendelser som gjøres for hver enkelt DFU. En nærmere beskrivelse av noen av kategoriene for DFU1, DFU3, DFU20 og DFU21 er gitt i henholdsvis delkapittel 3.1.3, 3.1.4 og 3.1.6 og 3.1.7.

Tabell 2 Oversikt over kategorier DFUene er inndelt i

DFU nr	Beskrivelse og kategorier
1	Uantent hydrokarbonlekkasje <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI • Operatør • Initierende hendelse (se delkapittel 3.1.3 for nærmere beskrivelse) • Lekkasje størrelse*: <ul style="list-style-type: none"> - Liten lekkasje: 0,1-1 kg/s - Medium lekkasje: 1-10 kg/s - Stor lekkasje >10 kg/s
2	Antent hydrokarbonlekkasje <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI • Lekkasje størrelse*: <ul style="list-style-type: none"> - Liten lekkasje: 0,1-1 kg/s - Medium lekkasje: 1-10 kg/s - Stor lekkasje >10 kg/s

DFU nr	Beskrivelse og kategorier
3	Brønnhendelse/tap av brønnkontroll <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU med brønner - FPU uten brønner - Kompleks - NUI - Flyttbar • Område <ul style="list-style-type: none"> - Nordsjøen - Barentshavet - Norskehavet • Type boreoperasjon <ul style="list-style-type: none"> - Leteboring - Produksjonsboring • Kategorisering av brønnhendelse (se beskrivelse av kategoriene i delkapittel 3.1.4) <ul style="list-style-type: none"> - nivå 1 - nivå 2 - nivå 3
4	Brann/eksplosjon i andre områder, ikke HC <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar
5	Skip på kollisjonskurs [mot innretning] <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar
6	Drivende gjenstand [på kurs mot innretning] <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar

DFU nr	Beskrivelse og kategorier
7	Kollisjon med feltrelatert innretning <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar • Dødvekt • Alvorlighetsgrad: <ul style="list-style-type: none"> - Alvorlige kollisjoner (over 5000 dødvekttonn eller 2 m/s) - Mindre alvorlige kollisjoner (under 5000 dødvekttonn eller 2 m/s)
8	Skade på innretningskonstruksjon/stabilitets-/forankrings-/posisjoneringfeil <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar • Alvorlighetsgrad**: <ul style="list-style-type: none"> - Major - Supermajor
9	Lekkasje fra stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Landanlegg***
10	Skade på stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Landanlegg***
11	Evakuering (gjelder hendelser som ikke inngår i andre DFUer) <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar

<i>DFU nr</i>	<i>Beskrivelse og kategorier</i>
12	Helikopterhendelser <ul style="list-style-type: none">• Hendelser med liten eller middels gjenværende sikkerhetsmargin• Hendelse med sikkerhetseffekt• Helidekk-forhold• ATM-aspekter• Volum
13	Mann over bord <ul style="list-style-type: none">• Type innretning<ul style="list-style-type: none">- Fast produksjon- FPU- Kompleks- NUI- Flyttbar- Fartøy
14	Alvorlig personskade + dødsulykker <ul style="list-style-type: none">• Personellgruppe<ul style="list-style-type: none">- Administrasjon/produksjon- Boring/brønnoperasjoner- Forpleining- Konstruksjon/vedlikehold• Type innretning<ul style="list-style-type: none">- Produksjonsinnretninger- Flyttbare innretninger• Alvorlighetsgrad<ul style="list-style-type: none">- Alvorlig arbeidsulykke- Dødsulykke

DFU nr	Beskrivelse og kategorier
15	<p>Arbeidsbetinget sykdom****</p> <ul style="list-style-type: none"> • Støy <ul style="list-style-type: none"> ○ Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Produksjonsinnretninger <ul style="list-style-type: none"> - "Nye"***** - "Gamle" - Flyttbar ○ Med/uten hørselsvern • Kjemisk arbeidsmiljø <ul style="list-style-type: none"> ○ Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Produksjonsinnretninger - Flyttbar ○ Kjemikalietype <ul style="list-style-type: none"> - Høyt farepotensial - Helsefareklassifisert • Ergonomi <ul style="list-style-type: none"> ○ Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Produksjonsinnretninger - Flyttbar ○ Personellgruppe <ul style="list-style-type: none"> - Boredekkarbeider - Forpleining - Mekaniker - For produksjonsinnretninger har man også personellgruppene: Stillas, Overflatebehandler og Prosessoperatør ○ Risikofaktorer <ul style="list-style-type: none"> - Arbeidsstilling - Variasjon/ensidighet - Løft - Håndholdt verktøy
16	<p>Full strømsvikt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar innretning - Fartøy
18	<p>Dykkerulykke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alvorlighetsgrad <ul style="list-style-type: none"> - Tilløp - Skade

DFU nr	Beskrivelse og kategorier
19	H ₂ S-utslipp <ul style="list-style-type: none"> • Type innretning <ul style="list-style-type: none"> - Fast produksjon - FPU - Kompleks - NUI - Flyttbar innretning - Fartøy
20	Kran- og løfteoperasjoner <ul style="list-style-type: none"> • Hendelser med og uten personskader • Type løfteaktivitet og type løfteutstyr involvert i hendelsen og arbeidsprosess (se delkapittel 3.1.6.1 og 3.1.6.2 for nærmere inndeling) • Beskrivelse og vurdering av hendelsens potensiale, herunder; <ul style="list-style-type: none"> - Energiklasse (for hendelser som involverer fallende gjenstand) <ul style="list-style-type: none"> - 0-40 J (skillet er endret fra 10 J til 40 J fra og med 2017) - 40-100 J (som ovenfor) - 100 -1000 J - >1000 J - Operatørs egen klassifisering av hendelsen. Dette kan f.eks. være "rød/gul/grønn". • Barrierebrudd/årsaksanalyse (se delkapittel 3.1.6.3 for nærmere beskrivelse)
21	Fallende gjenstand <ul style="list-style-type: none"> • Hendelser med og uten personskader • Arbeidsprosess (se delkapittel 3.1.7.1 for nærmere inndeling) • Energiklasse • 0-40 J (skillet er endret fra 10 J til 40 J fra og med årets rapport) • 40-100 J (som ovenfor) • 100 -1000 J • >1000 J • Antall boltehendelser (merk at dette vurderes i et eget kapittel i hovedrapporten) • Operatørs egen klassifisering av hendelsen. Dette kan f.eks. være "rød/gul/grønn". • Barrierebrudd/årsaksanalyse (se delkapittel 3.1.6.3 for nærmere beskrivelse)

* Den detaljerte lekkasjestørrelsen blir også brukt for prosesslekkasjer til å vekte hendelsene (se delkapittel 5.2).

** Hendelseskategorien "supermajor" ble innført fordi hendelsestypene i DFU8 er for forskjellige til å kunne bruke samme vekt for alle hendelser på samme innretningstype. Det er imidlertid ingen faste kriterier for hvilke hendelser som skal inkluderes i denne kategorien.

*** Landanlegg inkluderes i DFU9 og DFU10 på grunn av at det kan forekomme skader på havbunnsinnretninger som tilhører landanlegg

**** Risikofaktoren "arbeidsbetinget sykdom" blir ikke rapportert inn eller behandlet som en DFU, se delkapittel 3.3.6 for nærmere beskrivelse av denne risikofaktoren

***** Med "Nye" innretninger menes innretninger som har godkjent plan for utbygging og drift (PUD) etter 1.8.1995. På dette tidspunktet ble det innført skjerpede og detaljerte krav til støy(SAM-forskriften)

3.1.3 Inndeling av hydrokarbonlekkasjer i kategorier

Det har blitt diskutert hvilke kategorier som skal brukes for inndeling av hydrokarbonlekkasjer, og det ble i starten av prosjektet benyttet en inndeling basert på både rate og lekkasjevarighet. Nå benyttes en inndeling ut fra rate:

- Liten lekkasje: 0,1-1 kg/s
- Medium lekkasje: 1-10 kg/s
- Stor lekkasje >10 kg/s

Alle de uantente prosesslekkasjene som inngår i datagrunnlaget for RNNP har også blitt klassifisert i henhold til BORA (Safetec, SINTEF og Preventor/UiS, 2007). Utgangspunktet for BORA-metodikken er en gjennomgang av samtlige gasslekkasjer større enn 0,1 kg/s som har vært rapportert på norsk sokkel. De initierende hendelsene er delt opp i seks hovedgrupper for å kunne si noe om hvilke tiltak/barrierer man har for å hindre at de initierende hendelsene fører til en lekkasje. Grupperingen er presentert i Tabell 3 (Safetec, SINTEF og Preventor/UiS, 2007).

Tabell 3 Oversikt over initierende hendelser

<i>Hendelsestype</i>	<i>Karakteristikk av hendelsestypen</i>	<i>Initierende hendelse</i>
A. Teknisk degradering av systemet	<p>Dette er hendelser som kan karakteriseres ved en (langsom) svekkelse av systemet inntil en lekkasje inntreffer. For å hindre lekkasje må svekkelsen avdekkes i tide (inspeksjon) og repareres, eventuelt må komponenten erstattes i tide (preventivt vedlikehold).</p>	<p>Degradering av ventiltettinger Degradering av flenspakninger Redusert strekk i bolter Utmatting Innvendig korrosjon Utvendig korrosjon Erosjon Andre årsaker</p>
B. Menneskelig inngripen introduserer skjult feil	<p>Disse hendelsene kan karakteriseres ved at en person utfører en operasjon på systemet og gjør en handling som innebærer at det introduseres en feil i systemet som på et senere tidspunkt medfører lekkasje. For å unngå lekkasje må man ha tiltak for å oppdage feilen som er introdusert tidsnok.</p>	<p>Feil blinding/isolering Feilmontering av pakning/bolter under vedlikehold Ventil står i feil posisjon etter vedlikehold Feil valg/innretning av tettemiddel Feiloperering av ventil under manuell operasjon* Feil bruk/operasjon av midlertidige slanger</p>
C. Menneskelig inngripen medfører umiddelbar lekkasje	<p>Disse hendelsene innebærer også at det utføres en operasjon på systemet, men I dette tilfellet medfører feilen at man får en lekkasje med en gang. Dette betyr altså at det ikke er noen tiltak "mellom" den initierende hendelsen og lekkasje.</p>	<p>Svikt av isolering under vedlikehold Feiloperering av ventil under manuell operasjon* Arbeid på feil utstyr</p>

<i>Hendelsestype</i>	<i>Karakteristikk av hendelsestypen</i>	<i>Initierende hendelse</i>
D. Prosess- forstyrrelse	Dette dekker alle hendelser som er knyttet til reguleringen og kontrollen av prosesssystemet. Dette kan omfatte både forhold som skyldes prosessstrømmen i seg selv eller det kan være prosessoperatøren som er skyld i hendelsen.	Overtrykking Overfylling
E. Innebygd designsvakhet	Karakteristisk for denne typen hendelser er at avvikene ikke er kjente på forhånd og at det derfor heller ikke er meningsfullt å introdusere tiltak mot de i operasjon. Den beste måten å beskytte seg mot disse hendelsene er gjennom en robust design.	Design relatert feil/svikt
F. Eksterne påvirkninger	Dette omfatter hendelser som ikke er prosessrelatert men som skyldes andre typer aktiviteter på anlegget. Tiltak mot denne type hendelser må derfor settes inn mot de aktuelle aktivitetene som utføres, f.eks. løfting.	Fallende/svingende last Kollisjoner/støt fra truck, tralle e.l.

*Dette kan enten føre til umiddelbar lekkasje eller latent feil

3.1.4 Inndeling av antente hydrokarbonlekkasjer

Det har blitt diskutert hvilke kategorier som skal brukes for inndeling av antente hydrokarbonlekkasjer, og det vurdert som fornuftig å benytte samme inndeling som for lekkasjer, basert på rate:

- Liten lekkasje: 0,1-1 kg/s
- Medium lekkasje: 1-10 kg/s
- Stor lekkasje >10 kg/s

3.1.5 Inndeling av brønnehendelser i kategorier

Ny retningslinje (Norsk olje og gass, 2013) for klassifisering av brønnkontrollhendelser utarbeidet av NOG /Drilling Managers Forum (DMF), ble tatt i bruk for første gang i 2013. Dette er en endring fra tidligere år, alle hendelsene tilbake i tid er derfor vurdert på nytt. I henhold til Tabell 2 deles brønnehendelser inn i nivå 1, 2 og 3, der nivå 1 er kritiske brønnkontrollhendelser med høy risiko for miljø, personell og fasilitetene og 3 er regulære brønnkontrollhendelser. Hvert nivå er videre delt inn i ulike undernivåer. Hva som inngår i disse undernivåene varierer for boring og ferdigstilling av brønner, vist i Tabell 4, og brønnintervensjon, vist i Tabell 5.

Tabell 4 Klassifisering av brønnhendelser for boring og ferdigstilling

<i>Alvorlighetsgrad</i>	<i>Boring og ferdigstilling</i>	<i>Veiledning</i>
Nivå 1 – Rød Kritiske brønnskrollhendelser med høy risiko for personell, miljø og fasilitetene.	1. Utblåsning	1. Utblåsning til miljø eller fasilitet, inkludert undergrunnsutblåsning. Svikt i primære og sekundære barrierer.
	2. Høy risiko HC influks	2. Svikt i primær brønnbarriere. Aktivering av sekundær barriere i kritiske kill-operasjoner med høy risiko for utblåsning.
	3. Alvorlig grunn gass flow	3. Grunn gass hendelse med høy risiko for personell, integritet eller stabilitet på installasjonen.
	4. Alvorlig grunt vann flow	4. Grunt vann flow med høy risiko for stabiliteten på en installasjon (jack up, fast eller template),
Nivå 2 – Gul Alvorlige brønnskrollhendelser	1. Medium risiko HC influks	1. Influks over kick margin, men mulighet for å gjenvinne barriere med standard kill-prosedyre.
	2. Tap av væskebarriere	2. Tapssituasjon uten mulighet til å vedlikeholde hydrostatisk trykk i brønn og stengning av BOP med trykk på undersiden.
	3. Medium grunn gass flow	3. Grunn gass hendelse med ikke-suksessfull dynamisk kill-operasjon. Gass strømmer til sjøbunn eller blir håndtert på installasjonen.
Nivå 3 – Grønn Regulære brønnskrollhendelser	1. Lav risiko for HC kick eller vann kick.	1. Influks under kick margin, og suksessfull gjenvinning av barrierer med standard kill-prosedyre uten degradering av brønnintegriteten.
	2. Lav risiko grunn gass	2. Grunn gass hendelse med dynamisk kill-operasjon. Ingen gass håndtert på installasjonen.
	3. Lav risiko grunt vann flow	3. Grunt vann flow hendelse uten risiko for stabiliteten på installasjonen.
Uklassifisert	1. Ukontrollert diskontinuerlig gass/vann migrasjon i brønn – med alle barrierer på plass	1. Typisk når et barriereelement slippes med gass/vann fanget under, uten at tilpassede rutiner er initiert.

Tabell 5 Klassifisering av hendelser før brønnintervensjon

Alvorlighetsgrad	Brønn intervensjon	Veiledning
Nivå 1 – Rød Kritiske brønnskrollhendelser med høy risiko for personell, miljø og fasilitetene.	1. Utblåsning	1. Utblåsning til miljø eller fasilitet. Svikt i primære og sekundære barrierer.
	2. Svikt i primær og sekundær barrierer	2. Brønnskrollsutstyr skadet fra eksterne laster, ikke-skjærbart enhet mellom BOP og sikkerhetshodet. Brønnstrøm til omgivelser. Brønn drept eller kapslet igjen på lokasjon.
Nivå 2 – Gul Alvorlige brønnskrollhendelser	1. Svikt i primær brønnbarriere. Aktivering av sekundær brønnbarriere – ingen andre redundante barriere elementer tilgjengelig	1. Brønn sikret ved å sikre en enkelt ventil (sikkerhets hode eller XT- ventil). Blokkering med streng på andre ventiler hindrer redundante barriereelementer.
	2. Svikt i primær brønnbarriere. Aktivering av sekundær brønnbarriere – andre redundante barriereelementer tilgjengelig.	2. Brønnen sikret ved å lukke en singel ventil (sikkerhetshodet- eller XT-ventil). Ytterligere ventil(er) tilgjengelig til å fungere som redundante barriere- elementer.
Nivå 3 – Grønn Regulære brønnskrollhendelser	1. Midlertidig reduksjon av funksjonen til brønnbarriere- elementer.	1. Svikt i et av barriereelementene i brønnen. Aktivering av redundante barriereelementer og retablering av brønnbarriereelementet i primærbarrieren. Den sekundære barrieren er intakt.
Uklassifisert	1. Veldig liten lekkasje, ingen aktivering av BOP nødvendig.	1. Veldig liten lekkasje, kan trekke ut av hullet og smøre normalt for å reparere lekkasjen. To barrierer intakt.

3.1.6 Inndeling av hendelser knyttet til kran- og løfteoperasjoner i kategorier

DFU20 omfatter en kartlegging og vurdering type løfteutstyr, involvert arbeidsprosess, potensiale, barrierebrudd/årsaksanalyse og om hendelsen har medført personskade. De benyttede energikategoriene er presentert i Tabell 2. Type løfteutstyr og arbeidsprosess blir presentert i delkapittel 3.1.7.1, mens klassifiseringen av bakenforliggende og utløsende årsak er presentert i delkapittel 3.1.6.3.

3.1.6.1 Type løfteaktivitet og arbeidsprosesser

Alle hendelser knyttet til kran- og løfteoperasjoner er kategorisert etter hvilken type løfteaktivitet som ble gjennomført ved hendelsen og etter involvert arbeidsprosess, dvs.

arbeidsprosessen som pågikk da hendelsen intraff eller som forårsaket hendelsen. Inndelingen i typer løfteaktivitet, samt den videre inndelingen i arbeidsprosesser for disse, er vist (med koder som brukes i analysen) i Tabell 6.

Merk at en, i tillegg til kategorisering i typer løfteaktivitet også kategoriserer i typer løfteutstyr, se neste avsnitt (3.1.6.2).

Tabell 6 Type løfteaktivitet og arbeidsprosesser

<i>Løfteaktivitet - Arbeidsprosess</i>	<i>Beskrivelse</i>
Løfting med offshorekran (OK)	Hendelser som følge av bruk av offshorekran, vedlikehold av offshorekran, fallende gjenstander fra kranen og fallende gjenstander i omkringliggende områder som en følge av bruk av eller feil på kranen. Dette inkluderer også fallende last eller bom og eller andre deler av løfteutstyret.
- Interne løft (OK_LØ)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til løfting internt på innretningen.
- Lossing/lasting (OK_LL)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til lossing/lasting mellom innretning og fartøy
- Vedlikehold (OK_V)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til vedlikehold av offshorekranen
- Ikke i bruk (OK_S)	Inkluderer hendelser på grunn av tekniske feil og mangler når offshorekranen ikke er i bruk
Løfting i boremodulene (LB)	Hendelser som følge av bruk av løfteutstyr, vedlikehold av løfteutstyr, tekniske årsaker, fallende gjenstander fra løfteutstyr og fallende gjenstander i omkringliggende områder som en følge av bruk av løfteutstyr i boremodul (rørdekk, boredekk med underliggende områder, boretårn). Dette inkluderer også fallende last eller bom og eller andre deler av løfteutstyret.
- Løfting (LB_D)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til løfting i boremodul
- Vedlikehold (LB_V)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til vedlikehold av løfteutstyr i boremodul
- Ikke i bruk (LB_S)	Inkluderer hendelser på grunn av tekniske feil og mangler når løfteutstyret ikke er i bruk

<i>Løfteaktivitet</i> <i>- Arbeidsprosess</i>	<i>Beskrivelse</i>
Bruk av utsettings- arrangementer (UA)	Hendelser som følge av bruk av utsettings- og opptaksarrangementer (løfteutstyr) for redningsmidler, vedlikehold av løfteutstyr, tekniske årsaker, fallende gjenstander fra løfteutstyr og fallende gjenstander i omkringliggende områder som en følge av bruk av løfteutstyr. Dette inkluderer også fallende last (livbåt/MOB-båt/flåter/strømper/personellkurv) eller andre deler av løfteutstyret, om det faller ned. Kategorien inkluderer offshorekran når denne brukes for utsetting av redningsmidler.
<i>- Utsetting/opphenting (UA_D)</i>	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til utsetting eller opphenting av redningsmidler ved bruk av utsettings- og opptaksarrangementer (løfteutstyr)
<i>- Vedlikehold (UA_V)</i>	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til vedlikehold av løfteutstyr for redningsmidler
<i>- Ikke i bruk (UA_S)</i>	Inkluderer hendelser på grunn av tekniske feil og mangler når løfteutstyret ikke er i bruk
Andre løfteaktiviteter (AL)	Hendelser knyttet til annen type løfteaktivitet enn de tre ovennevnte.
<i>- Bruk (AL_D)</i>	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til bruken av løfteutstyr til andre løfteaktiviteter.
<i>- Vedlikehold (AL_V)</i>	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til vedlikehold av løfteutstyr brukt til andre løfteaktiviteter.
<i>- Ikke i bruk (AL_S)</i>	Inkluderer hendelser på grunn av tekniske feil og mangler når løfteutstyret ikke er i bruk.

3.1.6.2 Type løfteutstyr

Som beskrevet i avsnittet ovenfor (3.1.6.1) kategoriseres hendelsene etter hvilken type løfteaktivitet som ble gjennomført ved hendelsen. Type løfteutstyr er så kategorisert (delvis) uavhengig av dette, se Tabell 7 (tabellen viser også de kodene som benyttes i analysen).

Merk at for løfteaktivitetene Løfting med offshorekran og Bruk av utsettingsarrangementer vil alltid typen løfteutstyr være hhv. Offshorekran og Utsettingsarrangementer, mens en for de to andre typene løfteaktivitet, Løfting i boremodul og Andre løfteaktiviteter, har kategorisert etter om løfteutstyret er Bro og traverskran eller Annet løfteutstyr, og da med videre underinndeling for Annet løfteutstyr som vist i tabellen.

Tabell 7 Type løfteutstyr

Type løfteutstyr - Underkategori	Beskrivelse
Offshorekran (OK)	Offshorekran (når denne ikke er i bruk for utsetting av redningsmidler)
Utsettings-arrangementer (UA)	Utsettings- og opptaksarrangementer (løfteutstyr) for redningsmidler. Inkluderer også fallende last (livbåt/MOB-båt/flåter/strømper/-personellkurv) eller og eller andre deler av løfteutstyret. Kategorien inkluderer offshorekran når denne brukes for utsetting av redningsmidler.
Bro og traverskran (BT)	Bro og traverskran
Annet løfteutstyr (AN)	Annen type kran/løfteutstyr enn de tre ovenfor
- Fast montert kran (AN_FT)	Fast montert kran med sving og/eller teleskop
- Vinsj/motorisert talje (AN_VMT)	Vinsjer og motoriserte taljer
- Manuell kran/talje (AN_MKT)	Manuelle kraner og taljer
- Løfteredskap (AN_LR)	Løfteredskap
- Personløftere (AN_PL)	Personløftere
- Annet (AN_AN)	Annet

3.1.6.3 Årsakskategorisering

Hendelsene knyttet til kran- og løfteoperasjoner er klassifisert ut fra deres *bakenforliggende og utløsende årsak*, se Tabell 8. Hendelsene under DFU21 (fallende gjenstander) er også klassifisert på samme måte, og beskrivelsen nedenfor gjelder derfor også for disse hendelsene.

En bakenforliggende årsak kan for eksempel være en iboende designfeil eller forlagt eller gjenglemt utstyr, mens en utløsende årsak kan være overbelastning, ytre påvirkning som vind eller en feilhandling knyttet til utførelsen av en arbeidsoperasjon.

Initierende hendelser er for hydrokarbonlekkasjer utviklet gjennom BORA-prosjektet (Safetec, SINTEF og Preventor/UiS, 2007), og ble presentert i avsnitt 3.1.3. I BORA er det delt inn i seks hendelsestyper, A til F (se Tabell 3, s. 12).

Årsakskategoriseringen for DFU20 og DFU21 er gjort med basis i BORA-metodikken, men siden BORA sikter spesielt mot hydrokarbonlekkasjer er inndelingen for DFU20 og DFU21 litt forskjellig fra dette. En ser derfor at inndelingen i Tabell 8 avviker fra BORA på to punkter; hovedkategori D (Prosess-forstyrrelse) er ikke vurdert som relevant for hendelser med kran/løft og fallende gjenstander da dette refererer til interne driftsforstyrrelser ved et system. Videre er det ikke skilt mellom «Menneskelig inngripen introducerer skjult feil» og «Menneskelig inngripen medfører umiddelbar ... (lekkasje)», disse er slått sammen i samme hovedkategori.

Hendelser som ikke er beskrevet i tilstrekkelig detalj er ikke kategorisert, men gitt benevnelsen X1 eller X2. Kategori X1 referer til last, materiell eller utstyr som er

observert at "faller", "sklir" eller "kommer", men hvor initierende årsak verken er direkte beskrevet eller antydnet i den rapporterte teksten. Hendelser der last, materiell eller utstyr blir funnet, men ikke observert fallende er samlet i kategori X2.

Tabell 8 Oversikt over kategorisering av bakenforliggende og utløsende årsaker benyttet for DFU20 og DFU21

Kode	Årsak	Definisjon	Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner	Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander
A	Teknisk degradering eller svikt	Mekanisk eller materiell forringelse som ikke er eliminert gjennom inspeksjoner og/eller periodisk vedlikehold.		
A1	Degradering	Materielle egenskaper som påskynder forringelsesraten.	Under uttrekking av borerør løsnet tannhjul og falt til riserdekk via boredekk.	1) Hylse som holder på plass ventilrattet skrudde seg ut slik at både hylsen og ventilrattet falt ned. 2) Festebolt har brukket av slik at låsebolt har løsnet og, sannsynligvis, ramlet videre ned når skip/dragchain har turnet.
A2	Utmatting	Materielle egenskaper og/eller belastning over tid som medfører utmattingsbrudd.	1) Ved undersøkelse ble det funnet at en del av en guidebrakett for kranwire hadde blitt deformert etter kontakt med krankrybben. 2) Hendelsen skjedde som følge av at boltene som holdt støyskjermen på plass ble ødelagt/revet ut av festene på grunn av vibrasjoner/slag fra losseoperasjoner og/eller skipets bevegelser i hardt vær.	1) Skilt falt ned grunnet utmattingsbrudd. 2) Bolt falt fra sin posisjon og ned på et dekk ca. 5 m under. Bolten holdes på plass av en skive som igjen holdes på plass av en 12 mm bolt som var brukket.

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
 METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
 PETROLEUMSTILSYNET

<i>Kode</i>	<i>Årsak</i>	<i>Definisjon</i>	<i>Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner</i>	<i>Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander</i>
A3	Korrosjon	Kjemiske reaksjoner mellom materialer og deres bruksmiljø som påskynder forringelsesraten.	Ved inspeksjon av vestre kran ble det oppdaget at bolter for innfestning av motor/gir var korroderte og knekte	<p>1) En doblingsplate så mistenkelig ut (rustet) og mekaniker gikk ned i basket for å sjekke denne. Da han slo på den med hammer løsnet den og falt i sjøen.</p> <p>2) To menn var i ferd med å flytte en opphengssaks oppunder kjellerdekket, da saksen plutselig åpnet seg og falt til sjø. Årsaken til at den åpnet seg ser ut til å være at en sikringssplint var korrodert og av den grunn har brukket og falt ut.</p>
A4	Overbelastning	Overbelastning på utstyr, materiell eller struktur som medfører plutselig brudd.	Bulkslange røk da den skulle henges på plass etter overføring av boreslam da slangen hang seg opp i en konstruksjon.	<p>1) Sjaklene som holdt elevator brøt sammen og falt ned på boredekket mens elevatoren skled ned foringsrøret.</p> <p>2) Da bigbag med sandsekker var ca. 3 meter over dekk røk tre av fire fester og sandsekker falt til dekk.</p>
B	Planleggings-, forberedelses- eller utførelsesaktiviteter	Fare som introduseres til systemet som del av planlegging, forberedelse eller utførelse, og som medfører fallende gjenstander umiddelbart eller på et senere tidspunkt.		

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
PETROLEUMSTILSYNET

<i>Kode</i>	<i>Årsak</i>	<i>Definisjon</i>	<i>Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner</i>	<i>Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander</i>
B1	Forlagt eller gjenglemt utstyr/materiell	Last, materiell eller utstyr som legges ned under arbeid eller etterlates med potensial for å falle.	Ved arbeid på prosessdekk under kranoperasjon falt avglemt bolt med mutter ned på dekk.	<p>1) Person satte fra seg bærbar VHF radio på rekkverk ved bro da han skulle ta en telefonsamtale. Radioen gled ned mellom rekkverk og vindvegg, og falt i sjøen.</p> <p>2) Under materialhandling dunket man borti en kabelgate. Oppe på kabelgaten lå en stillasclip som kom i bevegelse og falt ned.</p>
B2	Mangelfull sikring	Last, materiell eller utstyr som faller på grunn av utilstrekkelig sikring.	Wireline-brønnløse ble løftet og erstattet av permanent luke. Dette ble gjort uten dobbelsikring.	<p>1) Under arbeid med å installere center pile mistet man et 6 kg tungt luftdrevet torque tool til sjøen. Torque tool var ikke tilstrekkelig sikret.</p> <p>2) Under stillasarbeid på gasslift kompressoren falt et rør ned på underliggende dekk.</p>

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
 METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
 PETROLEUMSTILSYNET

<i>Kode</i>	<i>Årsak</i>	<i>Definisjon</i>	<i>Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner</i>	<i>Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander</i>
B3	Operasjonell ved driftsoperasjoner	Annen fare som introduseres gjennom planlegging, forberedelse eller utførelse av ordinære driftsoperasjoner.	Del av traverskran falt ned på spiderdekk. Traverskran skulle brukes til å heise gjenstander opp fra spiderdekk. Årsak - Mangelfull risikoforståelse/feilvurdering av farepotensialet	<p>1) Ved retur av emballasje, var det plassert kjøleelementer oppi melkevogn. Da den skulle flyttes inn i heis, ramlet de gjennom rekkverk og ned en etasje.</p> <p>2) Under innrigging av slange skulle arbeidslaget forsere et rekkverk med slangen. Det ble lagt en treplanke på toppen av rekkverket for å beskytte slangen. Planken tålte ikke tyngden av slangen og knakk i to. Den ene biten ramlet ned på underliggende nivå.</p> <p>3) Person mistet hjelm på sjø.</p>

Kode	Årsak	Definisjon	Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner	Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander
B4	Operasjonell ved vedlikehold/inspeksjon	Annen fare som introduseres gjennom planlegging, forberedelse eller utførelse av intervensjon i systemet, for eksempel ved montering, inspeksjon, vedlikehold eller demontering av utstyr.	<p>1) Den øverste gripemekanismen på PRS ble forsøkt satt for høyt oppe på casing joint, og kom derfor for nær casing collar. Når gripemekanismen ble åpnet igjen, viste det seg at en av de to klørne på gripemekanismen hadde brukket av. Denne falt ned på boredekk.</p> <p>2) I forbindelse med vedlikehold av flotasjonscelle, skulle agitatorene løftes opp og settes på topp av cellen. Ved oppstramming av løfteskrev til den ene agitatorene, falt løpekatten ned. Det var ingen skade på person eller utstyr.</p>	1) Ved utskiftning av ventil på øvre prosessdekk ble det mistet en fastnøkkel.
E	Design	Feil eller svakheter ved design av systemet som medfører latent fare for fallende gjenstander.		
E1	Ergonomi	Ergonomisk utforming av arbeidsplassen som vanskeliggjør utførelse av arbeidsoppgaven på en sikker måte.		Skulle åpne en manuell choke ved bruk av skiftenøkkel. Da set-punkt ble nådd slo den så kraftig tilbake at skiftenøkkelen ble slått ut av hendene på operatør og falt ned.

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
PETROLEUMSTILSYNET

Kode	Årsak	Definisjon	Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner	Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander
E2	Layout	Egenskaper ved layout av arbeidsplassen som medfører fare for fallende gjenstander.	Etter hiv skulle kranbom toppet på en trang plass. Kranfører hører da en lyd og observerer at en del faller fra kranbom.	
E3	Iboende designfeil	Feil eller svakheter ved design som det er vanskelig å kjenne til før iverksettelse av aktivitet/arbeidsoperasjon.	Under lossing mottok vi en komprimator, SBC-141. Da denne landet på dekk falt det ut en liten stang/pinne som sannsynligvis tilhører låsmekanismen av tømme luken bak på komprimatoren. Årsak – designfeil.	1) Da ventilen ble stengt løsnet stemmen på ventilen og innmat og ventilhendel ble slengt 3-4 meter. Svikten er foreløpig knyttet til svakheter med designet der ventilstemmen kun er holdt på plass av en 4 mm setskrue. 2) Under boring av topp hull ble det funnet en skive (washer) som hadde falt ned på boredekk. Mulig mangelfull teknisk design.
E4	Funksjonsfeil	Enkeltstående eller periodisk teknisk feil som det er vanskelig å kjenne til før iverksettelse av aktivitet/arbeidsoperasjon.	1) ... observerte personell at mutter var i ferd med å skru seg ut. Grunnet sterk vind var det på dette tidspunkt ikke mulig å bruke kran for å senke wire og sikre sjakk/bolt/mutter. Det ble foretatt en ny observasjon 09.35 og da var mutter og bolt skrudd seg ut og falt til sjø. 2) I det ca. 40 meter av slangen er spolet ut oppstår det brudd i slangens weaklink som da akkurat har passert topp av trommel. Det resulterer i at slange deler seg i weaklink.	1) Under arbeid med rustfjerning ble det brukt en luftdrevet slipemaskin på rekkverket på hoveddekket. Slipeskiva skrudde seg ut og falt ned i sjøen. 2) I forbindelse med låring av hydraulisk slange fra lukedekk til brønnehodedekk, skjedde det en utrasing av slangen fra trommel. Slangen med kobling spolte ut og falt fra lukedekk og ned på hoveddekk.

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
PETROLEUMSTILSYNET

Kode	Årsak	Definisjon	Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner	Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander
F	Ytre forhold	Forhold som påvirker systemet utenfra og som vanskelig kan elimineres, men som kan hensyntas i design og barrierer.		
F1	Bølger, vind og temperatur	Ytre påvirkning på last/materiell/utstyr eller struktur fra bølger, vind og temperatur.	1) Vindmåler på toppen av kranens A-ramme blåste bort.	1) Skilt blåste ned på gangvei i avsperrert område. 2) En stor bølge kom gjennom moonpool området og forårsaket at støttevengen svinget inn i housingen. Bølgekraften forårsaket at en guide ble brukket av og falt i sjøen.
F2	Bevegelse i flytende innretning	Ytre påvirkning på last/materiell/utstyr eller struktur fra bevegelser i flytende innretning.	1) Sekk med kjetting fra traverskran falt 6 m ned på gangvei. Hendelsen oppsto på grunn av skipets bevegelser i hardt vær.	1) Under stillasbygging slo en dør opp på grunn av bølgebevegelser og traff et stillas som var under bygging. 2) En slange som var koblet til et fôringsrør ble revet av i svivel og falt ned på boredekk. Sannsynligvis slo svivelen oppi nedre del av DDM på grunn av riggbevegelse og trangt hull.

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
 METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
 PETROLEUMSTILSYNET

<i>Kode</i>	<i>Årsak</i>	<i>Definisjon</i>	<i>Eksempler – DFU20 Kran og løfteoperasjoner</i>	<i>Eksempler – DFU21 Fallende gjenstander</i>
F3	Innvirkning fra sammenstøt/ hekting	Ytre påvirkning på last/materiell/utstyr eller struktur fra sammenstøt eller hekting.	1) Da en slange skulle posisjoneres over sjø vha kran, hang stroppen (flat-strop) som slange var festet i seg fast og røk.	1) Under arbeidet med å svinge ut babord brennerbom traff enten løftewiren eller slangen på bommen et vann nozzle slik at den falt ned på dekket. 2) Da krankrok ble senket ned for avhuking, hektet forløperen seg inn på et stillasspir. Litt sving på krankulen gjorde at spiret brakk og falt i sjøen.
F4	Vibrasjoner/trykk/trykkslag	Ytre påvirkning på last/materiell/utstyr eller struktur fra vibrasjoner, trykk eller trykkslag.	1) Boltene ble ødelagt/revet ut av festene på grunn av vibrasjoner/slag fra losseoperasjoner.	1) Et inspeksjonslokk gikk av på grunn av overtrykk i shale shuten. 2) Dartskive falt ned på grunn av vibrasjon fra helikopter "take off".
X	Ukjent årsak	Årsak er ikke beskrevet i tilstrekkelig detalj til å kunne kategoriseres.		
X1	Ukjent årsak – observert	Selve hendelsen er observert.		
X2	Ukjent årsak – ikke observert	Selve hendelsen er ikke observert.		

3.1.6.4 Kategorisering i type barrierebrudd

Fra og med 2017-rapporten er det innført en kategorisering etter hvilken type barrierebrudd som ligger bak hendelsene; om det er tekniske, operasjonelle eller organisatoriske forhold. Dette er gjort både for bakenforliggende og utløsende årsak. For hendelsene rapportert før utgivelsen av 2017-rapporten (data opp til og med 2016) er dette gjort på en skjematisk måte, uten å gå inn i noen ny vurdering. For data fra 2017 er den skjematiske framgangsmåten benyttet som en basis, men det er også gjort noen spesifikke vurderinger for enkelte av hendelsene.

Hendelsene under DFU21 (fallende gjenstander) er også klassifisert på samme måte, og beskrivelsen nedenfor gjelder derfor også for disse hendelsene.

3.1.7 Inndeling av fallende gjenstand hendelser i kategorier

DFU21 omfatter en kartlegging og vurdering av involvert arbeidsprosess, energi (vekt og fallhøyde) og barrierebrudd/årsaksanalyse. De benyttede energikategoriene er presentert i Tabell 2. Arbeidsprosesskategoriene blir presentert i delkapittel 3.1.7.1, mens klassifiseringen av bakenforliggende og utløsende årsak samt type barrierebrudd, er den samme som er benyttet for DFU21, og er presentert i delkapitlene 3.1.6.3 og 3.1.6.4.

3.1.7.1 Arbeidsprosess

Alle hendelser som medfører fallende gjenstand skal inndeles etter involvert arbeidsprosess, dvs. arbeidsprosessen som pågikk da hendelsen inntraff eller som forårsaket hendelsen. Inndeling av arbeidsprosesser (med koder som brukes i analysen) er presentert i Tabell 9.

Tabell 9 Beskrivelse av arbeidsprosesser

Arbeidsprosesser	Beskrivelse
Boreområdene (B)	Fallende gjenstander i boreområdet. Dette inkluderer fallende gjenstander fra utstyr, skilter og mellom forskjellige nivåer med videre. Dette inkluderer ikke fallende gjenstander som er montert på løfteutstyr eller faller ned som en konsekvens av bruk av løfteutstyr.
- Drift/operasjoner (B_BBO)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til boring og brønn på boredekk eller i boreområdet.
- Vedlikehold (B_VBO)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til vedlikehold i boretårn og på boredekk eller i boreområdet.
- Struktur (passiv) (B_S)	Inkluderer struktur (passiv) som boretårn og boredekk med tilhørende permanent utstyr.
Prosessområdene (P)	Fallende gjenstander i prosessområde. Dette inkluderer fallende gjenstander fra utstyr, skilter og mellom forskjellige nivåer med videre. Dette inkluderer ikke fallende gjenstander som er montert på løfteutstyr eller faller ned som en konsekvens av bruk av løfteutstyr.
- Drift, vedlikehold og modifikasjon (P_DVM)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til drift, vedlikehold og modifikasjon som ikke kan relateres til bore- og brønnoperasjoner eller kranhendelser.
- Struktur (passiv) (P_S)	Inkluderer struktur (passiv) som prosessutstyr/hydrokarbonførende utstyr.

<i>Arbeidsprosesser</i>	<i>Beskrivelse</i>
Stillas (S)	Alle fallende gjenstander fra stillas uavhengig område det er plassert i. Dette omfatter også komponenter som inngår i stillas.
- I bruk (S_D)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til bruk av stillas.
- Montering og demontering (S_M)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til montering eller demontering av stillas.
- Ikke i bruk (S_S)	Inkluderer struktur (passiv) uten at stillas er i bruk.
Andre arbeidsprosesser (G)	Fallende gjenstander i områder som ikke faller inn under andre arbeidsprosesser.
- Drift, vedlikehold og modifikasjon (G_DVM)	Inkluderer arbeidsprosesser relatert til drift, vedlikehold og modifikasjon som ikke kan relateres til bore- og brønnoperasjoner, kranoperasjoner eller prosessoperasjoner.
- Struktur (passiv) (G_S)	Inkluderer struktur (passiv) med unntak av struktur tilhørende bore- og brønnoperasjoner, kranoperasjoner eller prosessoperasjoner.
- Annet (G_A)	Inkluderer arbeidsprosesser som ikke dekkes av ovennevnte koder, eller som er ukjent.

3.1.8 Datainnsamling

3.1.8.1 Rapporteringsgrenser - DFUer

Ved fastsettelsen av rapporteringsgrenser er det tatt hensyn til at antallet hendelser som registreres per år skal være så høyt at det blir et tilfredsstillende dataomfang, men uten at datamaterialet "forurenses" med et stort antall hendelser uten stor betydning for risikonivået.

Tabell 10 angir rapporteringsgrensene for DFUene. En nærmere beskrivelse av hvilke hendelser som inkluderes i analysen er gitt for DFU1 til DFU10 i kapittel 5, mens rapporteringsgrensene for arbeidsbetinget sykdom og helikopterhendelser er nærmere beskrevet i henholdsvis delkapittel 3.3.6 og 3.3.7.

Tabell 10 Rapporteringsgrenser for DFUer

<i>DFU nr</i>	<i>DFU beskrivelse</i>	<i>Kriterier for valg av rapporteringsnivå</i>
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	Gass/kondensat/olje: - Lekkasje rate >0,1 kg/s.
2	Antent hydrokarbonlekkasje	Alle rapporteres
3	Brønnehendelse/tap av brønnkontroll	Alle hendelser rapporteres i hht grenser for DDRS. Se delkapittel 5.3.1 for hvilke hendelser som inkluderes i analysen
4	Brann/eksplosjon i andre områder, antennbar væske, ikke HC	Alle rapporteres, så lenge de er utilsiktet
5	Skip på kollisjonskurs [mot innretning]	Alle som er varslet til/på innretningen

DFU nr	DFU beskrivelse	Kriterier for valg av rapporteringsnivå
6	Drivende gjenstand [på kurs mot innretning]	Alle som er varslet til/på innretningen
7	Kollisjon med feltrelatert fartøy/innretning/skytteltanker	Alle rapporteres
8	Skade på innretningskonstruksjon/stabilitets-/forankrings-/posisjoneringseil	Konstruksjonsskade: Kategori 'Major' fra CODAM Stabilitets-/forankrings-/posisjoneringseil: Alle rapporteres
9	Lekkasje fra stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg	Alle HC-lekkasjer rapporteres
10	Skade på stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg	Skade på rørledning/stigerør/-produksjonsanlegg osv.: Kategori 'Major' fra CODAM
11	Evakuering	Alle rapporteres, bortsett fra rene mønstringer
12	Helikopterhendelse	Alle helikopterhendelser ved persontransport relatert til petroleumsvirksomheten på norsk sokkel
13	Mann over bord	Alle rapporteres, uansett personskade eller ikke
14	Arbeidsulykke	Følgende inngår: 1. Alle fraværsskader (kun som totalt antall) 2. Alvorlig skader
15	Arbeidsbetinget sykdom	Se delkapittel 3.3.6
16	Full strømsvikt	Skip med DP: Full DP-svikt Andre: Varighet av kraftsvikt (ekskl UPS) > 5 minutter
18	Dykkerulykke	Som for Ptils database DSYS
19	H ₂ S-utslipp	Alle med potensial for å gi helseskade
20	Kran- og løfteoperasjoner	MED faktisk fallende gjenstand: <u>Alle</u> hendelser skal rapporteres, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø og uavhengig av klassifisering. UTEN faktisk fallende gjenstand: Kun hendelser <u>som har et skadepotensial</u> (gule og røde hendelser) skal rapporteres (inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø). Ingen nedre grense for fallenergi eller fratrekk for personhøyde skal benyttes.
21	Fallende gjenstand	Alle hendelser MED faktisk fallende gjenstand som ikke involverer kran-

DFU nr	DFU beskrivelse	Kriterier for valg av rapporteringsnivå
		og løfteutstyr og bruken av dette rapporteres, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø og uavhengig av klassifisering. Ingen nedre grense for fallenergi eller fratrekk for personhøyde skal benyttes.

3.1.8.2 Datakilder

Tabell 11 presenterer hvilke kilder som hovedsakelig blir brukt for å finne hendelsesdata for de ulike DFUene. Delkapittel 3.1.8.3 beskriver nærmere innrapporteringen og datainnsamlingen som blir gjort for hydrokarbonlekkasjer.

Tabell 11 Oversikt over kildene til hendelsesdataene

DFU nr	Beskrivelse	Kilde
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	Næringen
2	Antent hydrokarbonlekkasje	Næringen
3	Brønnehendelser/tap av brønnkontroll	Ptil
4	Brann/eksplosjon i andre områder, ikke HC	Ptil
5	Skip på kollisjonskurs [mot innretning]	Næringen
6	Drivende gjenstand [på kurs mot innretning]	Ptil
7	Kollisjon med feltrelatert fartøy/innretning/skytteltanker	Ptil
8	Skade på innretningskonstruksjon/stabilitets-/forankrings-/posisjoneringssfeil	Ptil + næringen
9	Lekkasje fra stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg	Ptil
10	Skade på stigerør, rørledning og undervanns produksjonsanlegg	Ptil
11	Evakuering	Næringen
12	Helikopterhendelse	Helikopternæringen
13	Mann over bord	Næringen
14	Arbeidsulykker	Ptil
15	Arbeidsbetinget sykdom	Næringen*
16	Full strømsvikt	Næringen
18	Dykkerulykke	Ptil
19	H ₂ S-utslipp	Næringen
20	Kran- og løfteoperasjoner	Ptil/Næringen
21	Fallende gjenstand	Ptil/Næringen

* Risikofaktoren "arbeidsbetinget sykdom" blir ikke rapportert inn eller behandlet som en DFU, se delkapittel 3.3.6 for nærmere beskrivelse av denne risikofaktoren

Tabell 12 viser et eksempel på de data som næringen er bedt om å rapportere, for produksjonsinnretninger, samt flyttbare innretninger.

Tabell 12 Eksempel på format for de data som næringen bes å rapportere for DFU5

RNNP - NORSK SOKKEL - RAPPORTERING AV DFUer OG BARRIEREDATA							
Beskrivelse:	Skip på kollisjonskurs						
Rapporteringsgrense:	Alle som er varslet til/på innretningen						
Hendelsesindikator:	Antall						
Ytelsesindikatorer:	Tid detektert i forhold til mulig trefftidspunkt		Alle tider regnet i forhold til når eventuelt treff ville skje				
	Ble det oppnådd kontakt eller ikke med skipet						
	Inntraff kollisjonen						
	Gå tilbake til oversikt						
Dato for hendelse	Kort beskrivelse	Innretning	Skipets navn, størrelse, fart	Når detektert i forhold til mulig treff tidspunkt	Når ble kontakt oppnådd med skipet, ev. ikke	Inntraff kollisjonen	Vedlegg (Ja/Nei)
20/10/2010	08:35 Starter å kalle på Halten Bank som kurser innenfor sikkerhetsonen til GFC, på VHF. Kl 08:40 oppnår kontakt, de er kjent med sikkerhetsonen og vil holde godt klar. Vil passere på sørsiden. kl 08:44 GFC SKR informert.	Gullfaks C	Halten Bank, 7 knop	TCPA 26 min	TCPA 17 min	Nei	Nei

3.1.8.3 Hydrokarbonlekkasjer

Tidligere har hydrokarbonlekkasjer vært registrert i en egen database, HCLIP, ved lekkasjerate tilsvarende 0,1 kg/s eller høyere. Fra 2005 er ikke HCLIP lenger i bruk, men selskapene registrerer tilsvarende data internt, i egne databaser for uønskede hendelser. Flere av selskapene benytter Synergi for dette formål. I tillegg presenterer NOROG statistikk for gasslekkasjer. Innrapporterte data gjennomgår en betydelig kvalitetssikring etter en egen utarbeidet prosedyre. Dette har ført til at kvaliteten på dette arbeidet har økt betydelig. Større gasslekkasjer gir et betydelig bidrag i risikobildet. Fra 2004 er risikobidragene vektet lineært med utslippsraten for å få fram et mer nyansert bilde. Tidligere har gruppene vært tre; 0,1-1,0 kg/s, 1-10 kg/s og større enn 10 kg/s.

3.1.8.4 Innrapporteringsmetode

I forbindelse med Pilotprosjektet ble det gjort en vurdering for hver enkelt DFU om det forventede antall hendelser som vil bli rapportert årlig. Basert på en forventning om rundt 100 hendelser per år samt 50 alvorlige personskader ble det besluttet å benytte regneark til innsamling av data. En database er imidlertid bedre egnet for lagring av data for lengre perioder, slik at det ble i 2010 påbegynt et arbeid med en database som skal benyttes til datainnsamlingen

3.2 Ytelse av barrierer

3.2.1 Formål

Barrierer er av stor betydning for sikkerhet på norsk sokkel. Dette reflekteres også tydelig i foreliggende styringsforskrift. Formålet med å benytte indikatorer for barrierer er å

reflektere hvordan de installerte barrierer på innretningene responderer på de tilløp til ulykker og unormale hendelser som inntreffer.

Det var tidligere ikke noen omfattende praksis på norsk sokkel med å registrere respons av barrierer, verken i ulykkesituasjoner eller som del av vedlikeholdsrutiner. Dette innebærer at det var lite eksisterende materiale en kunne basere seg på, og omfanget av datainnsamlingen i pilotprosjektet ble derfor lagt på et lavt nivå. Fra 2002 har barrierer knyttet til å beskytte mot storulykker blitt inkludert og næringen har siden dette blitt anmodet til å supplere data angående barrierer. I 2009 ble analysen av barrierer utvidet til å også inkludere vedlikeholdsstyring.

3.2.2 Datakilder

De følgende datakilder er tilgjengelige med hensyn til ytelse av barrierer:

- Data registrert i Petroleumstilsynet
- Data som rapporteres av næringen i tilknytning til opptreden av DFUer
- Rapportering fra næringen i tilknytning til test, inspeksjon og vedlikehold av barrierer (utenom opptreden av DFUer)

3.2.3 Utvalgte parametre

Tabell 13 viser parametre som ytelse av barrierer rapporteres for.

Tabell 13 Parametre for barrierer - offshore

DFU nr	DFU beskrivelse	Registrering av ytelsesparametre
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	Gassdeteksjon, tilgjengelighet ved test Trykkavlastningsventil, tilgjengelighet ved test Sikkerhetsventil, tilgjengelighet ved test Nedstengningsventil (Stigerør ESDV), tilgjengelighet ved test: <ul style="list-style-type: none"> • Lukketest • Lekkasjetest Ving- og masterventil, tilgjengelighet ved test: <ul style="list-style-type: none"> • Lukketest • Lekkasjetest
2	Antent hydrokarbonlekkasje	Branneteksjon, tilgjengelighet ved test Aktiv brannsikring, tilgjengelighet ved test: <ul style="list-style-type: none"> • Deluge ventil • Starttest
3	Brønnhendelser/tap av brønnkontroll	Nedihull sikringsventil, tilgjengelighet ved test Overflate BOP, tilgjengelighet ved test: <ul style="list-style-type: none"> - Bore BOP - Kveilerør BOP - Trykkrør BOP - Kabeloperasjon BOP Havbunns BOP, tilgjengelighet ved test: <ul style="list-style-type: none"> - Bore BOP - Kveilerør BOP - Trykkrør BOP - Kabeloperasjon BOP
8	Skade på plattformkonstruksjon/stabilitets-/forankrings/posisjoneringfeil	Lukking av vanntette dører, tilgjengelighet ved test Funksjonstest ventiler i ballastsystemet, tilgjengelighet ved test Stabilitet: GM-verdi
11	Evakuering	Tid til mønstring ved evakueringsmidler er gjennomført, øvelser Andel tester som har møtt VSKTB krav

Fra 2009 har også barrierer forbundet med vedlikeholdsstyring blitt inkludert. Følgende elementer inkluderes:

Beslutningsgrunnlaget for vedlikeholdsstyring:

- Antall merket ("tagget") utstyr totalt
- Antall "tag" som er klassifisert
- Antall "tag" klassifisert som HMS-kritisk
- Klassifisering sist utført

Status for utført vedlikehold:

- Antall timer FV
- Antall timer KV
- Antall timer modifikasjoner og prosjekt
- Antall timer revisjonsstans
- FV etterslep, antall timer totalt
- FV etterslep, antall timer HMS-kritisk
- KV utestående, antall timer totalt
- KV utestående, antall timer HMS-kritisk

3.3 Angivelse av risikonivå

Angivelse av kvantitativt risikonivå skjer på flere måter med parallelle angivelser av:

- Storulykkesrisiko
- Risiko forbundet med arbeidsulykker/personskader

Når det gjelder storulykkesrisiko, benyttes flere komplementære illustrasjoner av nivåer og trender. Dette innbefatter både diskusjon av DFUer og barrierer, samt illustrasjon av overordnet risiko for storulykker.

Presentasjoner av risikonivåer er ytterligere diskutert i delkapittel 3.6.

I delkapittel 3.3.1 til 3.3.4 er det vist hvordan et overordnet risikonivå for storulykker kan utledes og uttrykkes. I delkapittel 3.3.5 presenteres basis for barriereindikator, mens arbeidsbeintinget sykdom og helikopterhendelser omtales i henholdsvis delkapittel 3.3.6 og 3.3.7.

3.3.1 Overordnet risikonivå for storulykke

Når en skal angi overordnet risikonivå, må dette gjøre på basis av:

- Hyppighet av opptreden av DFUer
- Godhet av barrierene
- Vekting av bidragene fra de enkelte DFUer og tilhørende barrierer
- Oppsummering av bidragene fra alle DFUer

Prosjektet har hatt som målsetting å utvikle en overordnet indeks for å angi risikonivået på sokkelen og har derfor utviklet en analysemodell for å reflektere de faktorer og forhold som er listet ovenfor.

Angivelsen av risikonivå er primært fokusert på risiko for personell knyttet til opptreden av storulykker. DFU1-10 er inkludert i indikatoren for storulykker.

I RNNP har behandlingen av helikopterrisiko endret seg siden oppstarten. Det har vært en del usikkerhet angående behandling av alvorlighetsgraden av inntrufne hendelser. Fra og

med 2009-rapporten er alle registrerte hendelser derfor gjennomgått av en ekspertgruppe for å oppnå en konsistent behandling av helikopterhendelser. Disse hendelsene vektes ikke, og inngår derfor ikke i de vektete totalindikatorene. Helikopterhendelser omtales nærmere i delkapittel 3.3.7.

I Pilotprosjektet ble det konkludert med at antall rapporterte tilfeller av arbeidsbetinget sykdom (DFU15) ikke anses som en egnet indikator. Dette omtales nærmere i delkapittel 3.3.6.

For de andre DFUene som ikke inngår i storulykkesindikatoren (DFU11, DFU13, DFU14, DFU16, DFU18, DFU19, DFU20 og DFU21) presenteres kun hyppighet av opptreden av DFUen.

3.3.2 Basis for kvantifisering av overordnet risikonivå for storulykker

Med utgangspunkt i personrisiko og storulykker er det valgt å ta utgangspunkt i følgende for angivelse av risikonivå:

- PLL - Potential Loss of Life

PLL beregnes vanligvis for en og en innretning, og kan betraktes som forventet antall omkomne per innretning per år. PLL beregnes ofte i totalrisiko analyser (TRA/QRA).

Dersom en tenker seg at PLL beregnes for hver innretning separat, og deretter summeres for alle innretninger, vil en få forventet antall omkomne per år for hele norsk sokkel.

3.3.3 Sammenheng mellom DFUer og risikonivå

Risikonivået, R , uttrykkes ved:

$$R = \sum_I \sum_J DFU_{ij} \cdot v_{ij}$$

$$v_{ij} = EX_{ij}$$

Her er følgende notasjon brukt:

DFU_{ij} DFU nr i for innretning j

v_{ij} vekt av DFU nr i for innretning j

EX_{ij} forventet antall omkomne ved DFU nr i på innretning j

Disse likningene er ikke anvendt for hver innretning, men innretningene er inndelt i kategorier, som er antatt å ha samme vekt faktorer.

3.3.4 Bestemmelse av vekt faktorene for DFUer

Delkapittel 3.3.3 dokumenterer sammenhengen mellom risikonivået, DFUer og vekt faktorer. Vekt faktorene uttrykker forventet antall omkomne per opptreden av DFU, i prinsippet for hver enkelt innretning.

Slik denne vekt faktoren er definert er den sammenfallende med slik hendelsestrær benyttes i risikoanalyser. For en gitt initierende hendelse i et hendelsestre, vil terminalhendelsene i hendelsestreet uttrykke sannsynlighetsfordelingen for konsekvensene av den initierende hendelsen. Summeres det over alle slutt hendelser, fremkommer forventningsverdien for vedkommende initierende hendelse. Dersom dette begrenses til omkomne, blir forventningsverdien lik vekt faktoren som angitt ovenfor.

Matematisk innebærer dette å summere produktene av betingede sannsynligheter for alle slutt hendelser i et hendelsestre. Disse betingede sannsynligheter uttrykker blant annet

godhet av barrierer i en gitt ulykkessituasjon. Dette innebærer at disse vektfaktorene kan fastsettes på to ulike måter:

- Gjennom data fra risikoanalyser
- Gjennom erfaringsdata om godhet av barrierer.

3.3.5 Basis for barriereindikatorer

I RNNP har det ved studie av barrieredataene blitt sett på to ulike beregningsmetoder for andel feil.

Total andel feil,

$$\text{Total andel feil} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{\sum_{j=1}^N X_j}$$

og midlere andel feil,

$$\text{Midlere andel feil} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{x_j}{X_j}$$

Symbolet N representerer antall innretninger som har utført tester for barriereelementet. Antall feil på innretningen j er gitt ved x_j og antall tester er gitt ved X_j .

Det er svært ulikt hvor mange tester som blir utført på de ulike innretningene. Ved å beregne total andel feil for innretninger med svært ulikt antall tester, vil innretninger som har utført mange tester i stor grad dominere resultatene. Total andel feil vil derfor reflektere godheten av barrieren på innretningene med mange tester, ikke nødvendigvis for sokkelen.

Ved å beregne midlere andel feil blir alle innretningene i sorteringsgruppen vektet likt. På denne måten unngår man at innretninger som utfører mange tester dominerer resultatene. Derimot blir problemet med statistiske dårlige data på innretningene med få utførte tester introdusert. Det er derfor besluttet at begge metodene benyttes.

3.3.6 Basis for indikator for arbeidsbetinget sykdom

Det ble konkludert i Pilotprosjektet at antallet rapporterte tilfeller av arbeidsbetinget sykdom ikke anses som en egnet indikator. For å kunne etablere indikatorer som kan fortelle noe om (risikoen for) utvikling av arbeidsbetinget sykdom, er det utviklet indikatorer som forteller noe om hvilken eksponering som arbeidstakerne utsettes for i arbeidsmiljøet. Hittil er tre typer forhold som kan lede til arbeidsbetinget sykdom inkludert i RNNP. Disse tre risikoforholdene er støyeksposering, kjemisk arbeidsmiljø og ergonomiske forhold.

Indikator for støyeksposering beregnes på grunnlag av støynivå og oppholdstider i de mest støyende områdene samt bidrag fra støyende arbeidsoperasjoner. I tillegg til støyeksposeringsdata, er det rapportert supplerende opplysninger som gir indikasjoner på selskapenes styring av risiko for hørselsskade.

Indikator for kjemisk arbeidsmiljø har to elementer. Det ene er antall kjemikalier i bruk fordelt på helsefarekategorier, kjemikaliespekterets fareprofil, samt data om substitusjon. Det andre elementet er knyttet til faktisk eksponering for definerte stillingsgrupper hvor en søker å fange opp eksponering med høyest risiko.

Indikatorer for ergonomiske faktorer ble innrapportert for første gang i 2009. Selskapene rapporterer data for to arbeidsoppgaver de selv vurderer gir høy risiko for utvikling av muskelskjelettplager for hver av arbeidstakergruppene presentert i Tabell 2.

Arbeidsoppgavene som er vurdert skal være oppgaver som utføres jevnlig og med en viss varighet for hver av disse gruppene.

3.3.7 Helikopterhendelser

3.3.7.1 Omfang og begrensinger

DFU12 Helikopterhendelse omfatter all persontransport ved bruk av helikopter relatert til petroleumsvirksomheten på norsk kontinentalsokkel.

I henhold til BSL A 1-3, Forskrift om rapporterings- og varslingsplikt ved luftfartsulykker og luftfartshendelser mv., (Samferdselsdepartementet, 2016) kategoriseres uønskede hendelser som luftfartsulykke, alvorlig luftfartshendelse, lufttrafikkhendelse eller andre hendelser. I RNNP inngår alle rapporteringspliktige hendelser som angår fasen flyging. Det rapporteres hendelser som oppstår i forbindelse med tilbringertjeneste, "skyttling" og SAR (Search and Rescue). Tidligere utgaver (2001, 2006) av BSL A 1-3, Forskrift om rapporterings- og varslingsplikt ved luftfartsulykker og luftfartshendelser mv., har hatt litt annen kategorisering av hendelser som ikke er luftfartsulykker eller alvorlighet luftfartshendelser, for detaljer om dette se tidligere rapporter.

Helikopteroperatørene sender informasjon om alle hendelser som er rapporteringspliktige i henhold til "Rapporteringsforskriften", BSL A 1-3 til RNNP.

Rapportene skal så langt det er praktisk mulig inneholde informasjon om:

- Hendelsesidentifikasjonsnummer
- Type flyging (tilbringer/skyttel/SAR/trening)
- Dato
- Helikoptertype
- Avgangssted
- Ankomststed
- Fase av flyging
- Risiko
- Alvorlighetsgrad (bestemt av operatørenes risikomatrise)
- "Tittel på hendelse"
- Beskrivelse av hendelse med internundersøkelse
- Kategorisering (dersom tilgjengelig)

Produksjonsdata er innhentet fra involverte helikopteroperatører, og er inndelt i type flyging (tilbringertjeneste og skytteltrafikk). Her inkluderes flytimer, personflytimer, antall turer, antall passasjerer og antall landinger. Passasjerer og besetning er vurdert samlet.

3.3.7.2 Rapporteringsgrad

Rapporteringsgraden er totalt antall registrerte hendelser med helikopter på norsk kontinentalsokkel. I innrapporteringen fra helikopteroperatørene, beskrevet i 3.3.7.1, følger en del hendelser som ikke er relevante for RNNP, som for eksempel forsinkelser, overskridelse av arbeidstid for piloter og hendelser i forbindelse med posisjons-, trenings- og fraktflyging. Alle rapporterte hendelser utenom disse hendelsene inkluderes i totalt antall registrerte hendelser.

3.3.7.3 Hendelsesindikator 1 – hendelser med liten eller middels gjenværende sikkerhetsmargin

Registrering og klassifisering av hendelser praktiseres forskjellig hos helikopteroperatørene. Operatørene fokuserer naturlig nok mer på risiko og i noen tilfeller på potensialet en hendelse har. I RNNP benyttes alvorlighetsgraden ved de faktiske inntrufne tilløpshendelser, ikke potensialet. For å søke å finne en tilstrekkelig god indikator for helikoptersikkerhet, særlig i forhold til de forbedringer av redundans og robusthet som de nye helikoptrene har, ble det bestemt at man skulle opprette en ekspertgruppe for å gjøre en uavhengig vurdering av alvorlighetsgrad for de mest alvorlige tilløpshendelsene. Dette arbeidet startet for rapporten for 2009 og ble videreført for hendelsene fra og med 2010. Hendelsene fra årene 2006–2008 ble vurdert tilsvarende, men noe forenklet, i forbindelse med arbeidet med 2010-rapporten.

Ny Hendelsesindikator 1 er basert på ekspertgruppens uavhengige vurdering av alvorlighetsgrad. Indikatoren viser tilløpshendelser med liten eller middels gjenværende sikkerhetsmargin mot fatal ulykke. Hendelser i parkert fase er ikke vurdert.

Alvorlige tilløpshendelser ble inndelt som følger:

- Ingen gjenværende barrierer. - Liten gjenværende sikkerhetsmargin mot fatal ulykke
- En gjenværende barriere. - Middels gjenværende sikkerhetsmargin mot fatal ulykke
- To eller flere gjenværende barrierer. - Stor gjenværende sikkerhetsmargin mot fatal ulykke.

Det er utarbeidet en metodebeskrivelse som gruppen arbeidet etter. Hver enkelt hendelse ble vurdert i forhold til barrierer og redundans samt barrierenes godhet/robusthet. Det ble ansett å være viktig at den nye klassifiseringen måtte passe for alle typer hendelser:

- Tekniske feil
- Operasjonelle feil
- ATM feil

Ekspertgruppen består av teknikere, piloter og representanter fra helikopteroperatørens sikkerhetsavdelinger og LFE i OLF (nå NOROG). I sekretariatet er det i tillegg personell med generell risikokompetanse.

Fordelingen på liten og middels gjenværende sikkerhetsmargin gjengis i tabell.

Hendelser som inngår i Hendelsesindikator 1 oppgis normalisert per 100.000 flytimer og per 1.000.000 personflytimer per år.

3.3.7.4 Hendelsesindikator 2 – hendelser med sikkerhetseffekt

Hendelsesindikator 2 omfatter antall hendelser med sikkerhetseffekt fordelt på type flyging og fordelt på fasene parkert, avgang, ankomst og underveis. For hendelser fra 2008 inkluderer hendelsesindikator 2 alle hendelser i totalt antall rapporterte hendelser, se 3.3.7.2, som har alvorlighetsgrad 2 eller høyere. Hendelser før 2008 ble rapportert i WinBasis og for disse inkluderer hendelsesindikator 2 hendelser med alvorlighetsgrad i WinBasis lik høy, medium eller lav, mens de med alvorlighetsgrad minimal er ikke inkludert.

Hendelsesindikator 2 vises normalisert per 100.000 flytimer, og normalisert per 1.000.000 personflytimer. Det vises og fordelt på fase av flyging, (ikke normalisert) og prosentvis fordelt på type feil; annet, ATM, , Helideck, Operasjonelt og Teknisk.

<i>Hendelseskategori</i>	<i>Innbefatter</i>
---------------------------------	---------------------------

ATM	<p>Tap av kommunikasjon og manglende kommunikasjon med luftlufttrafikkledelse</p> <p>Nærpassering annet luftfartøy</p> <p>Betydelig avvik fra tilordnet flygebane/høyde/hastighet</p> <p>Hendelser med flyplassen</p>
Operasjonelt	Operasjonelle feil fra pilotene som ikke er omfattet av ATM
Teknisk	Tekniske feil på helikopteret, alarmer i helikopteret. Feil fra vedlikehold eller lignende som blir oppdaget under flygning.
Birdstrike	Kollisjon med fugl
Annet	<p>Statisk utladning, lynnedslag uten teknisk feil</p> <p>Feil på overlevningutstyr</p> <p>Passasjerer som utgjør en fare</p>
Helideck	Hendelser som omfatter innretningen, helidekket til innretningen og kommunikasjon med innretning. Blir ytterligere inndelt

Helidekkategori	Innbefatter
Brudd på prosedyrer	<i>Brudd på prosedyrer fra personell på helidekket</i>
Feil/manglende informasjon	Feil eller manglende informasjon fra innretning angående vær, forhold på helidekk, eller lignende
Feil posisjon rigg	Oppgitt feil posisjon på en flyttbar innretning
Hindringer	<i>Hindring i nærheten av eller på helidekket. (Nærliggende båt, flyttbar innretning, kran i feil posisjon, gjenstand på helidekket)</i>
Utstysfeil	Ustysfeil på innretningen/helidekket
Turbulens - Heave/Roll	For stor bevegelse av helidekket grunnet bølger
Personer i begrenset sektor	For mye turbulens på helidekket
Annet	Personer på helidekket eller passasjerer som befinner seg i begrenset sektor
	Annet

3.3.7.5 Hendelsesindikator 3 – Helidekk forhold

Hendelsesindikatoren omfatter hendelser relatert til helikopterdekk, med samme alvorlighetsgrad som Hendelsesindikator 2. Det er sannsynlig at et visst antall hendelser relatert til feillasting og overlast blir registrert som GOR hos helikopteroperatørene, og som dermed ikke blir synlig i RNNP.

3.3.7.6 Hendelsesindikator 4 – ATM-aspekter

RNNP har valgt å se nærmere på hendelses/-årsakskategorier relatert til ATM. Dette gjelder for eksempel nærpasseringer i større og mindre alvorlighetsgrad. Andre typer hendelser som blant annet vil omfattes av Hendelsesindikator 4 er tap av kommunikasjon, misforståelser i kommunikasjon, utilsiktet betydelig avvik fra flygehastighet, påtenkt bane eller høyde, ikke-autorisert inntrenging i luftrom, rullebaneinntrenging og klareringer som ikke kan etterfølges. Indikatoren omfatter hendelser med samme alvorlighetsgrad som Hendelsesindikator 2.

3.3.7.7 Forbedringsforslag

Gjennom arbeidet med RNNP har man muligheten til å se områder med forbedringspotensial fordi hendelser gjentar seg, og gjerne hos de forskjellige operatørene. På grunnlag av hendelser som er registrert gjentakende ganger utarbeides forbedringsforslag. Tidligere års forbedringsforslag følges opp med status, og nye forbedringsforslag føyes til med begrunnelse.

3.4 Kategorisering av innretninger

3.4.1 Inndeling i kategorier

Innretningene på norsk sokkel er inndelt i følgende kategorier:

- Faste produksjonsinnretninger
- Flytende produksjonsinnretninger
- Produksjonskomplekser
- Normalt ubemannede innretninger
- Flyttbare innretninger

Tabell 14 presenterer hvilke innretninger de fem kategoriene innbefatter.

Tabell 14 Kategorier av innretninger

<i>Kategori innretninger</i>	<i>Innbefatter</i>
Faste produksjonsinnretninger	Alle GBS og fagverksunderstells plattformer
Flytende produksjonsinnretninger	Alle flytende produksjonsanlegg, inkl. TLP plattformer, og lagringsskip
Produksjonskomplekser	Broforbundne plattformer (større eller lik 2), unntatt fast plattform med flotell samt flyttbar innretning i tender modus.
Normalt ubemannede innretninger	Inklusiv lastebøyer
Flyttbare innretninger	For boreformål og floteller

Hvilke innretninger på norsk sokkel som inngår i de ulike kategoriene presenteres i hovedrapporten.

3.4.2 Vektfaktorer for kategorier av hendelser

Som angitt i delkapittel 3.3.4 er resultater fra kvantitative risikoanalyser en mulig kilde for bestemmelse av vektfaktorer. Det er som tidligere beskrevet valgt å inndele innretningene i kategorier, for deretter å bestemme representative vektfaktorer for hver av kategoriene.

Dette er blitt gjennomført på følgende måte:

- For hver av kategoriene ble det valgt ut et mindre antall representative innretninger.
- Risikoanalysene for de aktuelle innretningene er gjennomgått for å trekke ut de relevante verdier. I dette arbeidet fikk en noe assistanse også fra industrien.
- Basert på de kartlagte verdiene for de representative innretningene, ble gjennomsnittsverdier for de aktuelle kategoriene bestemt.
- For at vektfaktorene skal være korrekte, må det også justeres for eventuelle forskjeller i rapporteringsgrense for de DFUer som inngår i prosjektet i forhold til de tilsvarende DFUer som inngår som initierende hendelser i risikoanalysene.

Vektfaktorene er beskrevet i detalj i kapittel 5.

3.5 Normalisering av hyppighet

Når en skal vurdere trender i hyppighet av ulykkeshendelser, er det viktig at en kan eliminere mulige kilder til "falske" signaler slik at de eventuelle trender som blir påvist, er representative for utviklingen på sokkelen. "Normalisering" er derfor viktig i den forstand at en kan sammenligne hyppigheten per arbeidstime eller per innretningsår eller per brønn boret eller normalisert på en annen parameter.

De parametre som er kartlagt for bruk som basis for normalisering, er følgende:

- Antall innretninger i de ulike typer
 - Faste produksjonsinnretninger
 - Flytende produksjonsinnretninger
 - Produksjonskomplekser
 - Normalt ubemannede innretninger
 - Flyttbare innretninger
- Antall arbeidstimer
 - Produksjonsinnretninger
 - Flyttbare innretninger
- Antall borede brønner og -operasjoner, samt produksjonsbrønner, oppdelt som:
 - Produksjonsbrønner, på plattform
 - Produksjonsbrønner, undervanns
 - Produksjonsbrønner boret, plattform
 - Produksjonsbrønner boret, undervanns
 - Lete- og avgrensingsbrønner boret
 - Tungt brønnvedlikehold, plattform
 - Tungt brønnvedlikehold, undervanns
- Årlig produksjonsvolum
- Årlig total lengde rørledninger
- Antall dykkertimer

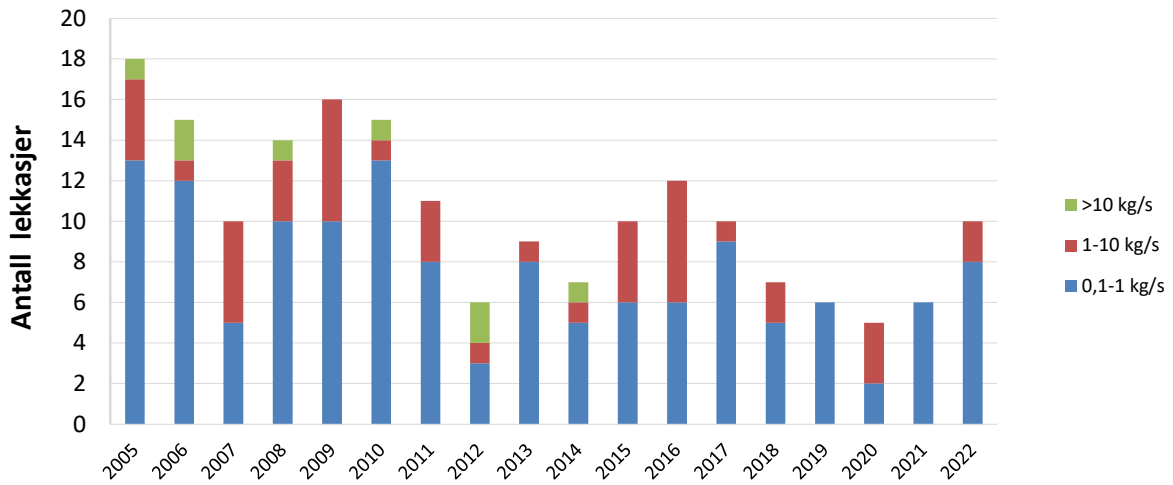
3.6 Presentasjon av risikonivå

3.6.1 Separat presentasjon av DFUer

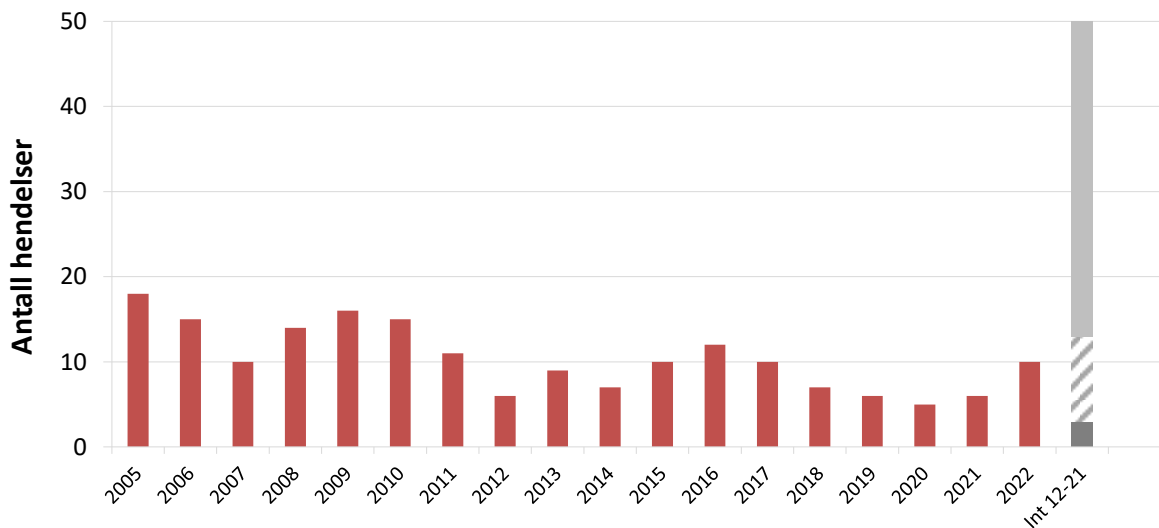
For å illustrere hvordan presentasjoner av data for hver enkelt DFU gjennomføres, vises et eksempel for uantente prosesslekkasjer. Presentasjonen viser følgende:

- Antall lekkasjer per år for alle innretninger norsk sokkel
- Antall lekkasjer per år for alle innretninger norsk sokkel normalisert på antall innretningsår
- Trender antall lekkasjer, ikke normalisert
- Trender antall lekkasjer, normalisert på antall arbeidstimer

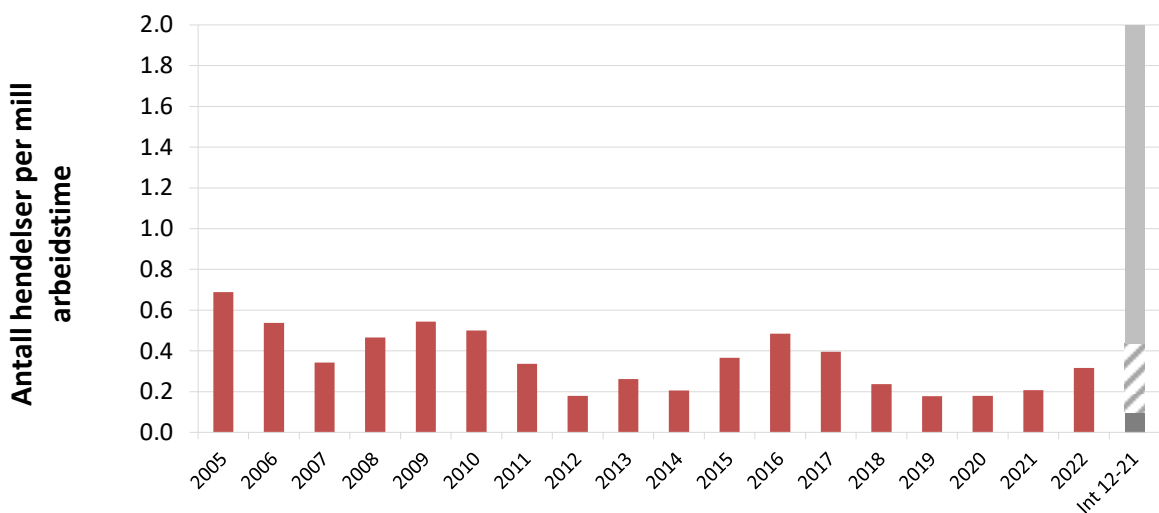
Antall lekkasjer per år samt antall lekkasjer per innretningsår kan også presenteres for de ulike innretningstypene.



Figur 1 Antall lekkasjer per år for alle innretninger norsk sokkel



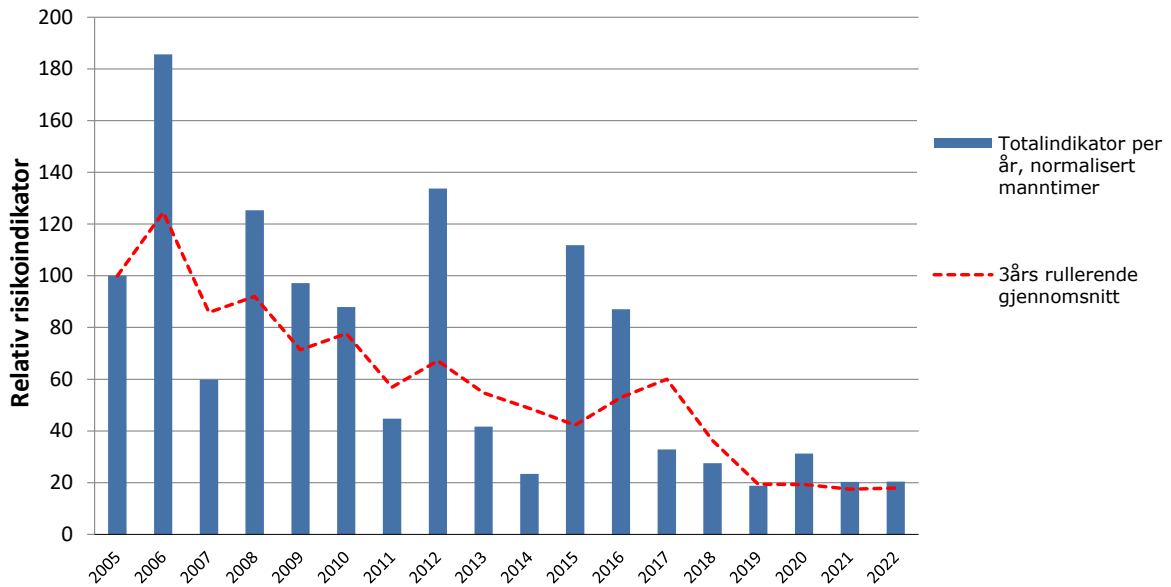
Figur 2 Trender antall lekkasjer, ikke normalisert



Figur 3 Trender antall lekkasjer, normalisert på antall arbeidstimer

3.6.2 Totalindikator – storulykker

For å gi en indikasjon på hvordan det totale risikonivå for storulykker endrer seg, beregnes en overordnet indeks for storulykker som beskrevet i delkapittel 3.3, 3.4 og 3.5. I utgangspunktet normaliseres indeksen på antall arbeidstimer, og uttrykkes på en relativ skala, slik at verdien i år 2005 settes til 100, se Figur 4 nedenfor.



Figur 4 Totalindikator for storulykker per år, normalisert mot arbeidstimer (Referanseverdi er 100 i år 2005, både for totalindikator og 3års rullerende)

3.7 Metoder ved analyser av sammenhenger mellom ulike datasett

Gjennom arbeidet med RNNP og metodeutvikling har det blitt gjennomført analyser med hensyn på forskjeller mellom operatørers omfang av vedlikehold, alder på installasjon, andel feil på barrierer og lekkasjer (DFU1 og DFU2). I tillegg har det blitt undersøkt sammenhenger mellom spørreskjemadata og DFU1, 2 og akutte utslipp. Alle analysene har tatt utgangspunkt i et signifikansnivå på 0,05 (5 prosent) og er utført i programvarene SPSS og R. Følgende statistiske analyser er blitt utført (ikke alle resultater er rapportert i hovedrapporten):

- Test for overlappende konfidensintervall mellom gjennomsnitt
- Analysis of Variance (ANOVA) for analyse mellomgjennomsnitt
- Krysstabellanalyse (Test for overlappende konfidensintervall for fordelinger) for analyse mellom proporsjoner
- Bivariate korrelasjonsanalyser (*Cramer's V*) for analyse mellom to kategoriske variabler
- Multiple Ordinary Least Squares (OLS)-regresjonsanalyser
- Multippel logistisk regresjon
- Prinsippal komponent-analyse (*faktoranalyse*) for å redusere antall spørsmål i spørreskjema til færre dimensjoner

4. Kvantitativt risikonivå - landanlegg

I delkapittel 2.1 er grunnlaget til den kvantitative analysen kort omtalt med basis i DFUer. I dette kapitlet diskuteres de ulike elementene av den kvantitative analysen for landanlegg i ytterligere detalj.

4.1 DFUer

4.1.1 Valgte hendelser

Det har tradisjonelt ikke vært samme rapporteringskultur for landbasert virksomhet som det har vært for sokkelen. Antall DFUer er derfor noe begrenset for landanlegg. Tabellen under viser en oversikt over DFUene som inkluderes for landanlegg, hvor DFU numrene er de samme som benyttes for innretninger på norsk sokkel. DFU22 og DFU23 er imidlertid kun relevant for landanlegg, og følgelig ikke inkludert i Tabell 1 som viser DFUene for norsk sokkel.

Tabell 15 Oversikt over DFUer for landanlegg

DFU nr	DFU beskrivelse
1	Uantent hydrokarbonlekkasje
2	Antent hydrokarbonlekkasje
4	Brann/eksplosjon i andre områder, antenbar væske, ikke HC
19	Giftige utslipp
20	Kran- og løftehendelser
21	Fallende gjenstand
22	Utslipp fra støttesystem
23	Bilulykker/ulykke med andre transportmidler

DFU20 Kran- og løftehendelser rapporteres fra og med 2018.

4.1.2 Underinndeling av DFUer

Den neste tabellen viser hva slags typer underinndeling av hendelser som gjøres for hver enkelt DFU.

Tabell 16 Oversikt over typiske ulykkehendelser som inngår i DFUene

DFU nr	DFU beskrivelse
1	Uantent hydrokarbonlekkasje <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt. • Rapporteringsgrense for HC lekkasjer: <ul style="list-style-type: none"> • >0,1 kg/s eller <0.1 kg/s dersom total masse > 100 kg • Lekkasjekategori <ul style="list-style-type: none"> • Gasslekkasjer og totalt antall lekkasjer: 0,1-1 kg/s, 1-10 kg/s og >10 kg/s • Oljelekkasjer: <1m³ og >1m³
2	Antent hydrokarbonlekkasje <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt. • Rapporteringsgrense for HC lekkasjer: <ul style="list-style-type: none"> • >0,1 kg/s eller <0.1 kg/s dersom total masse > 100 kg • Lekkasjekategori <ul style="list-style-type: none"> • Gasslekkasjer og totalt antall lekkasjer: 0,1-1 kg/s, 1-10 kg/s og >10 kg/s • Oljelekkasjer: <1m³ og >1m³
4	Brann/eksplosjon i andre områder, antennbar væske, ikke HC <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt. • Brannstørrelse <ul style="list-style-type: none"> • Liten: 0,1-1 kg/s • Medium: 1-10 kg/s • Stor: >10 kg/s Potensialet for eskalering: <ul style="list-style-type: none"> • Liten - lite potensial for eskalering til andre systemer/områder • Medium – potesial for eskalering til andre systemer/områder • Stor – potesial for storulykke med mulighet for flere dødsfall eller brann eskalert til andre systemer
19	Giftige utslipp <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt.

DFU nr	DFU beskrivelse
20	<p>Kran- og løfteoperasjoner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg presenteres fra og med 2018-rapporten med totale tall for alle anlegg samlet, for: <ul style="list-style-type: none"> - Antall hendelser samt antall hendelser normalisert mot totalt antall arbeidstimer - Antall hendelser som involverer fallende gjenstand fordelt på energiklasse <ul style="list-style-type: none"> - 0-40 J - 40-100 J - 100-1000 J - >1000 J - Antall hendelser uten fallende gjenstand, med eksponert bemanning - Antall hendelser fordelt på type løfteutstyr og område (se delkapittel 4.1.3 for nærmere forklaring)
21	<p>Fallende gjenstand</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg presenteres fra og med 2018-rapporten med tall for alle anlegg samlet, for: <ul style="list-style-type: none"> - Totalt antall hendelser samt totalt antall hendelser normalisert mot totalt antall arbeidstimer - Hendelser med fallende gjenstander fordelt på energiklasse <ul style="list-style-type: none"> ○ 0-40 J ○ 40-100 J ○ 100-1000 J ○ >1000 J ○ manglende opplysning om energi - Hendelser med potensiale for HC-lekkasje - Hendelser med faktisk personskaide - Hendelser med potensiale for personskaide - Hendelser med eksponert personell
22	<p>Utslipp fra støttesystemer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt.
23	<p>Bilulykke/Ulykke med andre transportmidler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landanlegg, hvor hvert landanlegg analyseres spesifikt.

4.1.3 Inndeling av hendelser knyttet til kran- og løfteoperasjoner (DFU20)

DFU20 kran- og løfteoperasjoner omfatter hendelser som involverer løfteutstyr og bruken av dette og som fører til, eller kan føre til, skader på personell, miljø eller materiell.

DFU20 ble introdusert fra og med 2018-rapporten. Introduksjonen av DFU20 ble gjort for å øke nytteverdien av deler av informasjonen som tidligere år har vært rapportert inn under DFU21 fallende gjenstand. Tidligere innrapporterte DFU21-hendelser (før 2018), tilbake til og med året 2010, ble da gjennomgått og rekategorisert på passende DFU basert på tilgjengelig informasjon. Det skal dermed ikke lenger finnes DFU20-relevante hendelser i det historiske DFU21-datamaterialet fra før 2010. Det historiske datamaterialet tilgjengelig på DFU20 er imidlertid ikke å anse som innrapportert av operatørene før året 2018.

Den nye DFU-en er nok fortsatt ikke fullt ut innarbeidet hos alle operatørene, noe som medfører at det er noe usikkerhet rundt fordeling av innkommende data. I datamaterialet for 2018 var det indikasjoner på at flere operatører rapporterer i tråd med de fastsatte rapporteringsrutinene, mens andre operatører fremdeles ikke gjør dette fullt ut i tråd med kriteriene.

Antallet analyser med tilhørende grafer som presenteres i rapporten forventes å øke etter hvert som flere år tilkommer i dataserien og etter hvert som innrapporterte data blir mer i tråd med de nylig endrede rapporteringskravene.

Vurdering av DFU20 innbefatter fra 2018-data vurdering av eksponert personell (inkludert antall personer skadd og bemanning i området), type løfteutstyr, involvert arbeidsprosess, energi (vekt kombinert med fallhøyde) og potensiale for HC-lekkasje samt bakenforliggende og utløsende årsak.

En hendelse kan medføre flere fallende gjenstander og det kan være relevant å telle antallet fallende gjenstander. Hver enkelt fallende gjenstand er derfor registrert separat i databasen. I enkelte figurer er det imidlertid mer nyttig å se antallet hendelser. Figurteksten forklarer hva som er valgt i hvert enkelt tilfelle.

Behandlingen av de innrapporterte hendelsene viser at det bør skilles mellom følgende to typer hendelser:

1. Hendelser knyttet til kran- og løfteoperasjoner som involverer fallende gjenstand som en konsekvens av en løfteoperasjon. Der hvor informasjon om vekt og fallhøyde er oppgitt, er disse hendelsene kategorisert i henhold til energipotensiale.
2. Hendelser knyttet til kran- og løfteoperasjoner som ikke involverer fallende gjenstand, eller hvor det er manglende informasjon om vekt og fallhøyde. Disse hendelsene har potensiale for skade (f.eks. last som svinger som medfører klemskade). Disse hendelsene vil derfor ikke være kategorisert med fallenergi, og må vurderes på andre måter, primært ved å se på om det er bemanning i området («eksponert bemanning»). Målet er å være i stand til å vurdere årsaksforhold og å kunne utføre nærmere vurdering av de mest alvorligere hendelsene, selv om fallende gjenstand ikke er involvert.

Hvor det er relevant er det benyttet **normalisering av dataene**, slik at en tar hensyn til aktivitetsnivået når data sammenlignes mellom forskjellige år i dataserien. Dette er gjort ved at dataene er normalisert mot totalt antall arbeidstimer på landanlegget.

Se Tabell 17 for detaljer om informasjon som operatørene skal sende inn til RNNP og som ligger til grunn for videre inndeling av hendelsene.

Tabell 17 Kran- og løftehendelser, krav til rapportering

<i>Krav til rapportering</i>	<i>DFU20 hjelpetekst</i>
<i>Rapporteringsgrense</i>	<p>Hendelser som involverer løfteutstyr og bruken av dette og som fører til skade, eller potensielt kunne ha ført til skade ved marginalt endrede omstendigheter, på personell, miljø eller materiell.</p> <p>Alle hendelser skal rapporteres - både med og uten fallende gjenstand, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø og uavhengig av klassifisering.</p> <p>Hendelser relatert til bruk av løfteutstyr, vedlikehold av løfteutstyr, tekniske årsaker, fallende gjenstander fra løfteutstyr og fallende gjenstander i omkringliggende områder som en følge av bruk av eller feil på løfteutstyr.</p> <p>Type løfteutstyr involvert i hendelsen angis i egen kolonne, se hjelpetekst for denne kolonnen. Dette inkluderer også fallende last eller bom og eller andre deler av løfteutstyret.</p> <p>Ingen nedre grense for fallenergi eller fratrekk for personhøyde skal benyttes.</p>
<i>Kort beskrivelse</i>	<p>Beskrivelse av hendelsesforløp som minimum omfatter hvor på anlegget/under hvilken type aktivitet hendelsen skjedde og (om relevant) hvilken gjenstand som falt/potensielt ville ha falt. Videre om hendelsen skjedde relatert til bruk av utstyret ved <u>drift/vedlikehold</u>, bruk av utstyret ved <u>modifikasjoner</u>, under <u>vedlikehold av løfteutstyret</u>, eller når utstyret <u>ikke var i bruk</u>.</p>
<i>Anlegg/Del av anlegg</i>	<p>Det skal angis om hendelsen skjedde i <u>prosessområdet</u> (inkl. også kaiområde) eller i <u>verksted/vedlikeholdsområdet</u>.</p>
<i>Type løfteutstyr involvert i hendelsen</i>	<p>Her skal det framgå hvilken type løfteutstyr som er involvert i hendelsen, etter følgende inndeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilkran/lastebilkran - Tårnkran/portal-/svingkran - Bro-/traverskran - Løfteredskap inkl. manuelle taljer - Gaffeltruck - Personløftere - Lastearmer - Tau/løftegalge (ved montering/demontering av stillas) - Annet (beskriv eventuelt)
<i>Stillasbruk</i>	<p>Oppgi om hendelsen skjedde relatert til stillas, og om det i så fall skjedde relatert til <u>bruk</u> av stillas, under <u>montering/demontering</u> av stillas eller <u>uten at stillaset var i bruk</u>.</p>

4.1.4 Inndeling av fallende gjenstand-hendelser (DFU21)

RNNP-rapporten har i mange år hatt med hendelser under DFU21, Fallende gjenstand. Dette inkluderer operatørenes rapportering inn til risikonivåprosjektet og varslings-/meldingspliktige hendelser som operatørene har rapportert til Ptil løpende gjennom året.

Det er kun hendelser med gjenstander som faktisk har falt (energipotensiale utløst) som tas med i DFU21 rapporteringen.

I tidligere år (før 2018) har kun hendelser med potensial for å gi personskader, ofte kategorisert som «gule» eller «røde» hendelser i operatørenes systemer for registrering av HMS-hendelser, vært rapporteringspliktig til RNNP. Frem til og med 2017-data har innrapporterte hendelser hvor operatørene oppgir ingen potensiale for skade, typisk «grønne» hendelser, blitt tatt ut av datagrunnlaget.

Fra og med 2018-data er følgende endringer gjort i RNNPs krav til hva operatørene skal rapportere inn:

1. Rapporteringsgrensene for DFU21 har blitt presisert, se Tabell 18. Eksempelvis skal nå alle hendelser med fallende gjenstander rapporteres uavhengig av operatørs egen klassifisering av hendelsen.
2. DFU20, Kran- og løftehendelser har blitt introdusert som ny hendelseskategori i landrapporten. Fallende gjenstander som er relatert til kran- og løftehendelser skal nå rapporteres inn under DFU20, ikke lenger under DFU21. Øvrige hendelser med fallende gjenstander hører som tidligere inn under DFU21. Se nærmere beskrivelse om introduksjonen av DFU20 i kapittel 4.1.3.
3. Det etterspørres supplerende informasjon om hendelsene i forhold til tidligere år, eksempelvis relatert til ny områdeinndeling på landanleggene og hvilken type arbeidsprosess hendelsen kan relateres til. Se Tabell 18 for et konkret utvalg av hva operatørene av landanleggene har blitt bedt om å rapportere inn for hver enkelt hendelse.

Tabell 18 Fallende gjenstander, krav til rapportering

Krav til rapportering	DFU21 hjelpetekst
Rapporteringsgrense	Alle hendelser <u>med</u> faktisk fallende gjenstand som ikke involverer kran- og løfteutstyr og bruken av dette rapporteres, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø (fra anlegget) og uavhengig av klassifisering.
Kort beskrivelse	Beskrivelse av hendelsesforløp som minimum omfatter hvor på anlegget/under hvilken type aktivitet hendelsen skjedde og hvilken gjenstand som falt. Det skal også angis om hendelsen skjedde relatert til <u>drift/vedlikehold</u> , <u>modifikasjoner</u> , eller <u>uten aktivitet</u> (passivt).
Anlegg/Del av anlegg	Det skal angis om hendelsen skjedde i <u>prosessområdet</u> (inkl. også kaiområde) eller i <u>verksted/vedlikeholdsområdet</u> .
Stillasbruk	Oppgi om hendelsen skjedde relatert til stillas, og om det i så fall skjedde relatert til <u>bruk</u> av stillas, under <u>montering/demontering</u> av stillas eller <u>uten</u> at stillaset var i bruk.

Vurdering av DFU21 innbefatter vurdering av eksponert personell (inkludert antall personer skadd og bemanning i området), involvert arbeidsprosess, involvert stillasprosess, energi (vekt kombinert med fallhøyde) og potensiale for HC-lekkasje samt bakenforliggende og

utløsende årsak. Kvaliteten på operatørenes innrapportering påvirker graden av sikkerhet i analyseresultatene.

Erfaringsvis vil det ta noe tid før endringene beskrevet i tabellen og teksten ovenfor er fullt ut implementert i operatørenes innrapportering til RNNP. Videre trenger man flere år med data for å kunne presentere utvikling og mulige trender over tid. Det er i årets rapport, som i fjorårets rapport, presentert et begrenset utvalg analyser og grafer. Det forventes at ytterligere analyser vil inngå i senere års RNNP rapporter etter hvert som dataserien utvides og kvaliteten på innrapporterte data øker i tråd med forventningene i rapporteringskravene for DFU21-hendelser.

Hvor det er relevant er det benyttet **normalisering av data**, slik at en tar hensyn til aktivitetsnivået når dataene sammenlignes mellom år. Dette er gjort ved at antallet hendelser er normalisert mot totalt antall arbeidstimer på landanlegget.

4.1.5 Rapporteringsgrenser - DFUer

Tilsvarende som for sokkelen er det for landanlegg tatt hensyn til at antallet DFUer som registreres per år skal være så høyt at det blir et tilfredsstillende dataomfang ved fastsettelse av rapporteringsgrensesnitt, men uten at datamaterialet "forurenses" med et stort antall hendelser uten stor betydning for risikonivået.

Grensene som angitt i den etterfølgende tabellen er i stor grad vurdert skjønnsmessig, med basis i skadepotensialet i hver type hendelse.

Tabell 19 Rapporteringsgrenser for DFUer

DFU nr	DFU beskrivelse	Kriterier for valg av rapporteringsnivå
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	Gass/kondensat/olje: Lekkasjerate >0,1 kg/s. I tillegg skal lekkasjer med totalmengde >100 kg rapporteres dersom lekkasjeraten er mindre enn 0,1 kg/s.
2	Antent hydrokarbonlekkasje	Alle rapporteres
4	Brann/eksplosjon i andre områder, antennbar væske, ikke HC	Alle gule og røde hendelser, så lenge de er utilsiktet
19	Giftige utslipp	Alle med potensial for å gi helseskade. Fra 2018 er det valgt å ikke inkludere H ₂ S-hendelser, da det er stor variasjon i praksisen ved innrapportering for de ulike anleggene.

<i>DFU nr</i>	<i>DFU beskrivelse</i>	<i>Kriterier for valg av rapporteringsnivå</i>
20	Kran- og løftehendelser	<p>Alle hendelser skal rapporteres - både med og uten fallende gjenstand, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø og uavhengig av klassifisering.</p> <p>Ingen nedre grense for fallenergi eller fratrekk for personhøyde skal benyttes.</p> <p>Se Tabell 17 i kapittel 4.1.3 for ytterligere detaljer om rapporteringsgrenser.</p>
21	Fallende gjenstand	<p>Alle hendelser med faktisk fallende gjenstand som ikke involverer kran- og løfteutstyr og bruken av dette rapporteres, inkludert fallende gjenstander bak sperringer og til sjø (fra anlegget) og uavhengig av klassifisering.</p> <p>Ingen nedre grense for fallenergi eller fratrekk for personhøyde skal benyttes.</p> <p>Se Tabell 18 i kapittel 4.1.4 for ytterligere detaljer om rapporteringsgrenser.</p>
22	Utslipp fra støttesystem	Alle gule og røde hendelser med potensial for å gi helseskader
23	Bilulykker /ulykke med transportmidler	Gule og røde hendelser. Hendelsene må skje innenfor anleggets gjerder. Der hendelsen er om bord på skip/båter som ligger til kai skal hendelsen tas med dersom den utgjør en fare for anlegget.

4.1.6 Datainnsamling

Følgende begrensninger gjelder for innsamling av data om DFUer:

- DFUer som inngår er de som er knyttet til mulige storulykker samt de som det allerede er databaser for i Ptil, dette innebærer:
 - Storulykker: DFU1, 2 og 4
 - Andre DFUer: DFU19, 20-23

Data for landanlegg samles inn fra næringen ved hjelp av et enkelt regneark, med dedikerte felt for de ulike DFUer, barrierer, alvorlige personskader og arbeidstimer.

4.2 Ytelse av barrierer

Metoden for framstilling av barriereindikatorer for landanlegg er tilsvarende som metoden for offshore, beskrevet i delkapittel 3.3.5.

Tabellen nedenfor viser parametre som ytelse av barrierer rapporteres for.

Tabell 20 Parametre for barrierer, landanlegg

DFU nr	DFU beskrivelse	Registrering av ytelsesparametre
1	Uantent hydrokarbonlekkasje	Gassdeteksjon, tilgjengelighet ved test Nedstengningsventil: - Lukketest - Lekkasetest Sikkerhetsventil, tilgjengelighet ved test Brannvann, tilgjengelighet ved test HIPPS/QSV
2	Antent hydrokarbonlekkasje	Brannvann, tilgjengelighet ved test

4.3 Angivelse av risikonivå

For landanlegg presenteres:

- Hyppighet av opptreden av DFUer
- Godheten av barrierer

Det er ikke utviklet vektorer for landanlegg. Siden landanleggene som inkluderes er svært forskjellig i natur og også forskjellige i risikopotensial vil en måtte tilnærme seg en vurdering av risiko på anleggsnivå. Et forhold som er spesielt for landanlegg er muligheten for at tredje person (personer i nabolaget) kan eksponeres ved ulykkeshendelser.

4.4 Normalisering av hyppighet

Når en skal vurdere trender i hyppighet av ulykkeshendelser, er det viktig at en kan eliminere mulige kilder til "falske" signaler slik at de eventuelle trender som blir påvist, er representative for utviklingen av landanlegg. Normalisering er derfor viktig i den forstand at en kan sammenligne hyppigheten normalisert på en gitt parameter.

Når det gjelder landanlegg, har en ikke funnet andre aktuelle og praktiske parametre enn arbeidstimer for normalisering. Det har heller ikke vært samme grad av rapportering av mulige normaliseringsdata på landanleggene, som det er for sokkelaktiviteten. For noen anlegg har en kun totalt antall arbeidstimer tilgjengelig, men på sikt kan en se for seg en viss felles nedbryting.

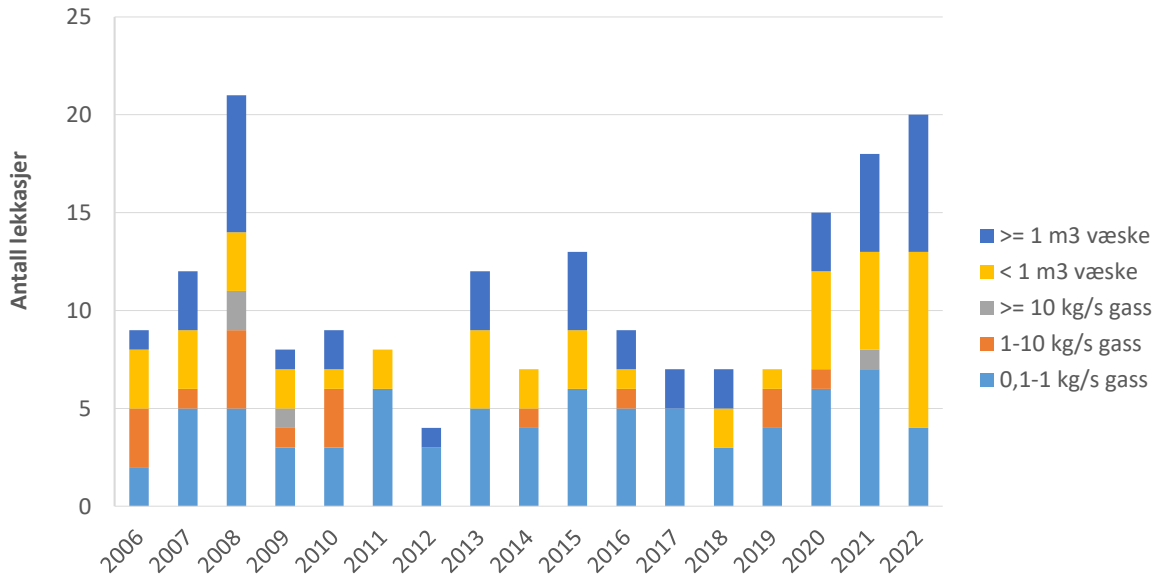
4.5 Presentasjon av risikonivå

4.5.1 Separat presentasjon av DFUer

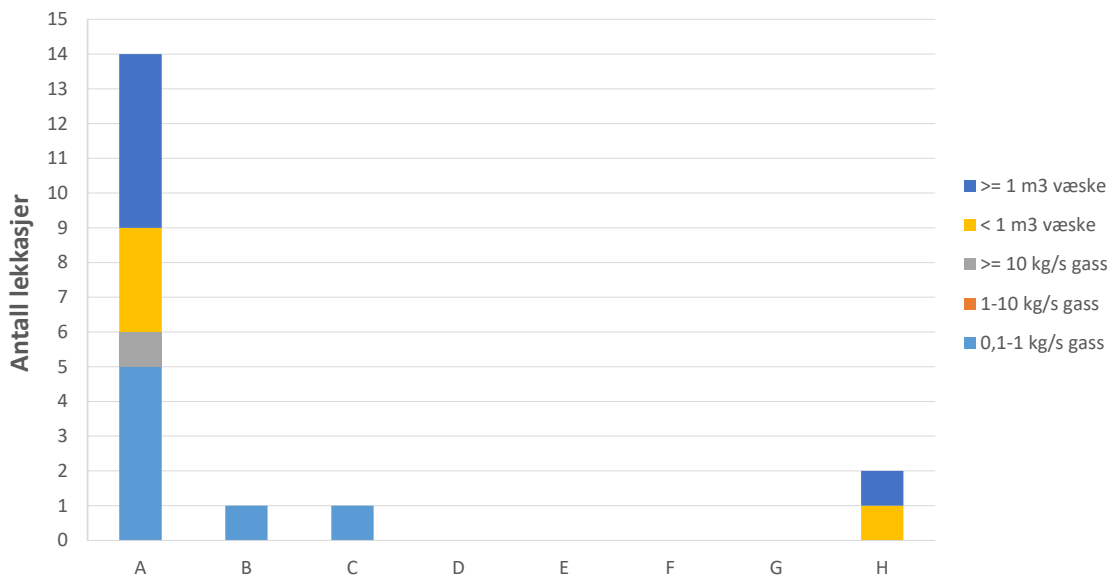
For å illustrere hvordan presentasjoner av data for hver enkelt DFU kan gjennomføres, vises et eksempel for uantente hydrokarbonlekkasjer. Presentasjonen viser følgende:

- Antall uantente lekkasjer per år
- Antall lekkasjer for de enkelte landanlegg for et gitt år

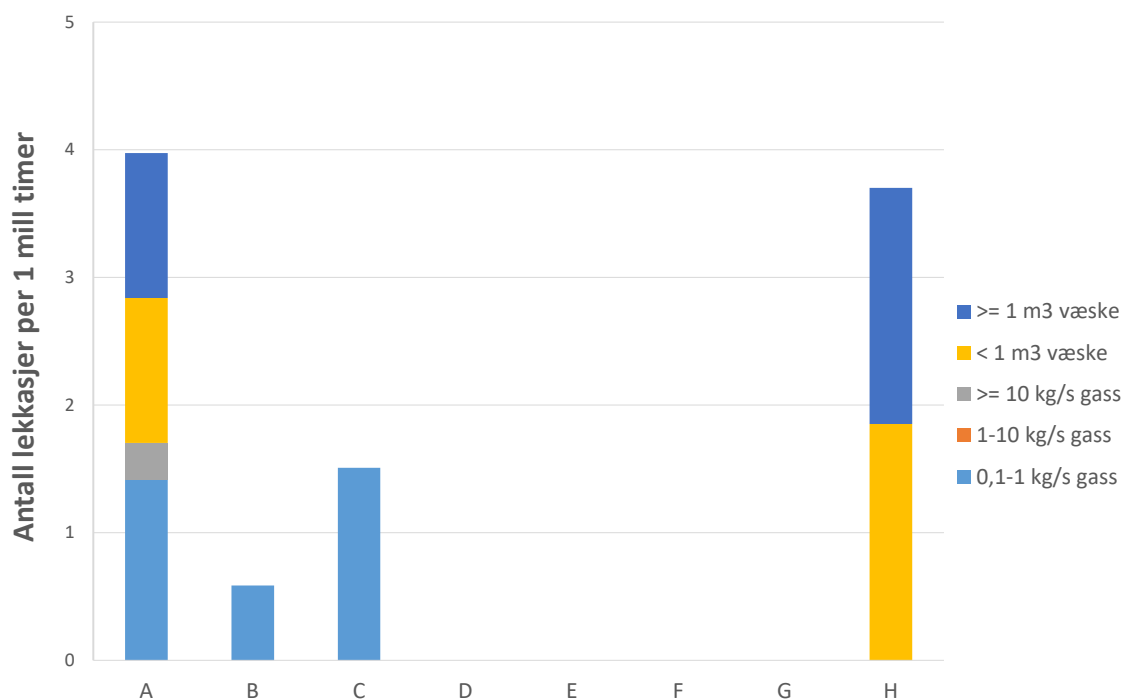
- Antall lekkasjer for de enkelte landanlegg for et gitt år normalisert på antall arbeidstimer
- Merk at eksempelfigurene viser data til og med 2022.



Figur 5 Oversikt over alle uantente lekkasjer (DFU1) på landanlegg



Figur 6 Antall lekkasjer for de enkelte landanlegg for et gitt år



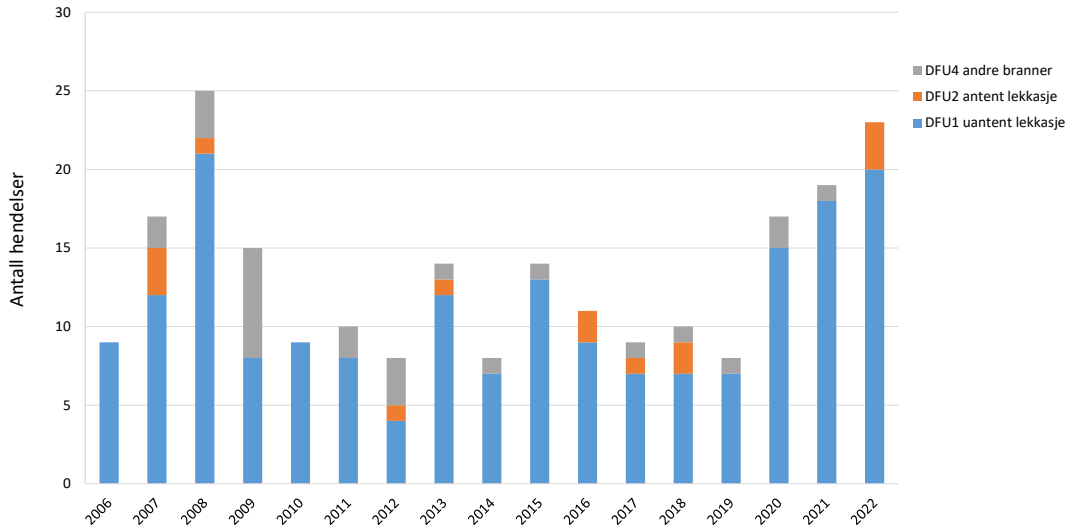
Figur 7 Antall lekkasjer for de enkelte landanlegg for et gitt år normalisert på antall arbeidstimer

4.5.2 Overordnet risikoindikator – storulykker

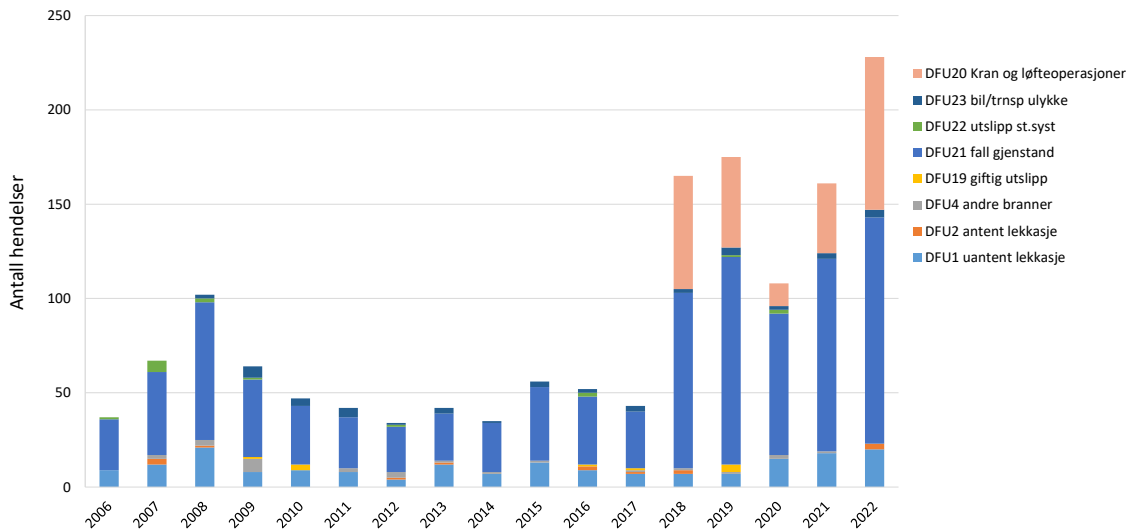
For å gi en indikasjon på hvordan det totale risikonivå for storulykker endrer seg, presenteres totalt antall hendelser knyttet til DFU1, DFU2, DFU4, DFU19, DFU20, DFU21, DFU22 og DFU23.

Følgende presenteres:

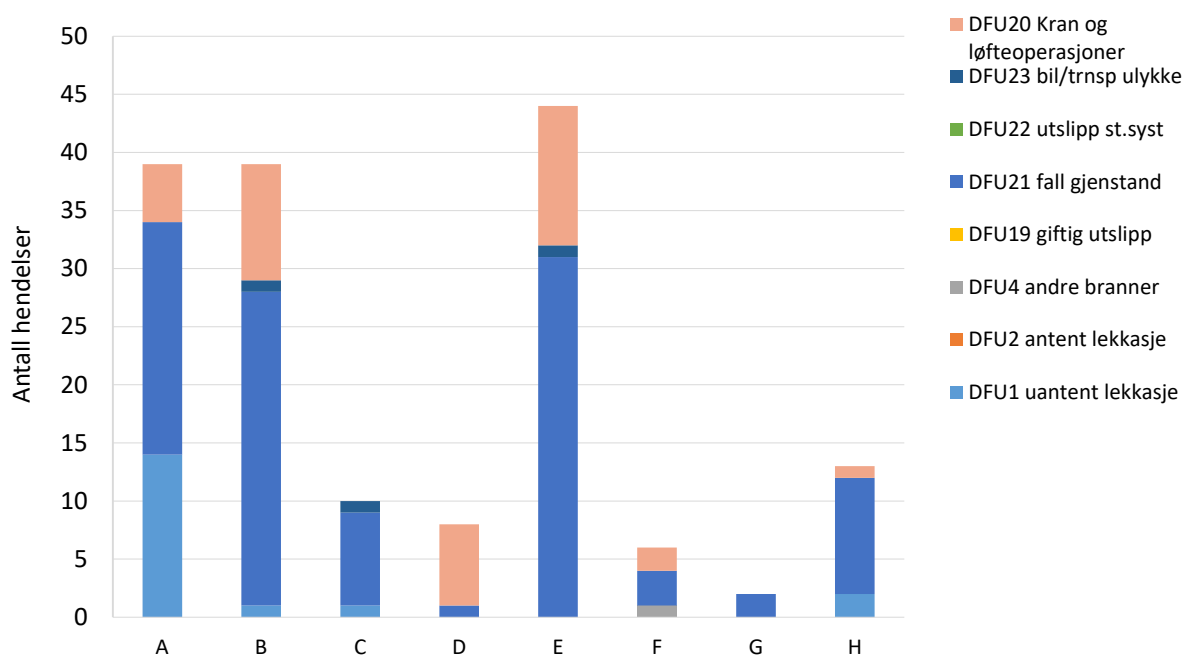
- Antall hendelser per år
- Antall hendelser for de enkelte landanlegg for et gitt år
- Gjennomsnittlig antall hendelser for de enkelte landanlegg normalisert på antall arbeidstimer for en gitt periode.



Figur 8 Antall DFUer med storulykkespotensial



Figur 9 Antall hendelser - alle DFUer



Figur 10 Antall hendelser for de enkelte landanlegg for et gitt år

5. Underlagsdata for vekting av DFUer for sokkelen

5.1 Premisser

Det finnes ikke noen kilde der en kan hente vektdata for forventet antall omkomne per opptreden av DFU. Disse vektfaktorene er derfor basert på en betydelig mengde risikoanalyser som er konsultert. De etterfølgende avsnitt dokumenterer hvordan vektfaktorene er bestemt på grunnlag av de ulike studier.

Vektfaktorer er diskutert separat for følgende risikoaspekter:

- Prosesslekkasjer (DFU1 og DFU2)
- Brønnhendelser (DFU3)
- Andre branner (DFU4)
- Skip på kollisjonskurs (DFU5)
- Drivende gjenstand/fartøy på kollisjonskurs (DFU6)
- Kollisjon med feltrelatert fartøy mv (DFU7)
- Konstruksjonshendelser (DFU8)
- Stigerørslekkasjer og skader på stigerør (DFU9 og DFU10)

Nødevakuering og føre-var evakuering av innretninger er egen DFU (DFU11), men regnes ikke separat i beregningen av indeks for storulykker. I vektene som er beregnet for de andre DFUer på basis av kvantitative risikoanalyser, er det forutsatt at bidraget fra evakuering er inkludert.

I det etterfølgende er det benyttet underlagsdata fra 23 kvantitative risikoanalyser for forskjellige typer produksjons- og flyttbare innretninger. Navnene på innretningene er anonymisert, men det er angitt hvilken kategori analysene tilhører.

Mellom analysene er det betydelige forskjeller i resultater for enkelte innretninger av samme kategori. Dette skyldes sannsynligvis reelle, naturlige forskjeller mellom innretningene og deres egenskaper og at det er metodiske forskjeller grunnet blant annet videreutvikling av metode, ulikheter mellom analyseselskaper, etc..

Etter pilotrapporten har det ved flere anledninger blitt utført justeringer av vektingen til enkelte DFUer. Før 2019 er vekter for DFU1, DFU5 og DFU8 blitt justert. Fra og med RNNP 2020 har vektene for samtlige DFU blitt oppdatert for hele perioden fra 2000 til i dag, samt det er gjort noen metodiske endringer.

De etterfølgende delkapitlene beskriver vektene slik de er brukt i denne rapporten.

1.1.1 Datagrunnlag

Vektene basert på risikoanalyser ble oppdatert i 2020 med bakgrunn i et sett på 23 risikoanalyser fra årene 2010-2019.

Tabell 21 Oversikt risikoanalyser som er grunnlag for justerte vektorer i 2020.

Type innretning	Havområde	År for risikoanalyse
Fast innretning	Nordsjøen	2012
Fast innretning	Nordsjøen	2014
Fast innretning	Norskehavet	2018
Fast innretning	Nordsjøen	2011
FPU	Nordsjøen	2019
FPU	Nordsjøen	2019
FPU	Nordsjøen	2010
FPU	Norskehavet	2013
FPU	Norskehavet	2018
FPU	Norskehavet	2016
FPU	Barentshavet	2015
Kompleks	Nordsjøen	2015
Kompleks	Nordsjøen	2011
Kompleks	Nordsjøen	2018
NUI	Nordsjøen	2019
NUI	Nordsjøen	2017
Flytende	Norskehavet	2016
Flytende	Norskehavet	2014
Flytende	Barentshavet	2018
Flytende	Barentshavet	2015
Flytende	Nordsjøen	2014
Flytende	Nordsjøen	2014
Flytende	Nordsjøen	2016

5.2 Hydrokarbonlekkasje fra prosessområde

5.2.1 Hovedprinsipper

Alle lekkasjer med rate større enn eller lik 0,1 kg/s inkluderes i DFU1.

For å bestemme vekter for hydrokarbonlekkasjer fra prosessområder har det blitt tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel. Normalt benytter disse risikoanalysene de samme hendelser som DFU1 (liten, middels, stor lekkasje) som initierende hendelse i analysen, slik at vekt faktorer for bruk i prosjektet kan bestemmes direkte ut fra risikoanalysene.

5.2.2 Grunnlagsdata og vekter for DFU1

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel. Følgende verdier er dratt ut:

- Frekvens av lekkasjer, i kategorier
 - 0,1 – 1 kg/s
 - 1 – 10 kg/s
 - > 10 kg/s
- Forventet antall omkomne på innretningen per år (PLL), for de samme kategorier.

Med disse data som utgangspunkt kan en etablere forventet antall omkomne per lekkasje i de tre kategoriene. Resultatene framgår av Tabell 22 og Tabell 23.

Tabell 22 Forventet antall omkomne per lekkasje for typiske innretninger

Lekkasje kategori	Fast innretn. 1	Fast innretn. 2	Kompleks 1	NUI 1	NUI 2
Liten	$9,30 \cdot 10^{-4}$	$3,73 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$6,87 \cdot 10^{-4}$	$3,63 \cdot 10^{-4}$
Middels	$7,21 \cdot 10^{-3}$	$2,05 \cdot 10^{-2}$	$8,94 \cdot 10^{-3}$	$4,89 \cdot 10^{-3}$	$1,02 \cdot 10^{-2}$
Stor	$1,04 \cdot 10^{-1}$	$1,63 \cdot 10^{-1}$	$6,08 \cdot 10^{-2}$	$5,95 \cdot 10^{-2}$	$5,05 \cdot 10^{-2}$

Tabell 23 Forventet antall omkomne per lekkasje for FPUer

Lekkasje kategori	FPU 1	FPU 2	FPU 3	FPU 4	FPU 5
Liten	$6,76 \cdot 10^{-4}$	$9,60 \cdot 10^{-5}$	$7,40 \cdot 10^{-4}$	$3,75 \cdot 10^{-4}$	0,00
Middels	$2,25 \cdot 10^{-3}$	$1,27 \cdot 10^{-3}$	$1,01 \cdot 10^{-2}$	$4,55 \cdot 10^{-3}$	$1,12 \cdot 10^{-3}$
Stor	$1,83 \cdot 10^{-2}$	$2,13 \cdot 10^{-2}$	$1,28 \cdot 10^{-1}$	$1,23 \cdot 10^{-1}$	$9,07 \cdot 10^{-2}$

Det er tatt utgangspunkt i at omkomne fra prosesslekkasjer i hovedsak innbefatter såkalt "umiddelbare dødsfall", dvs. dødsfall i umiddelbar nærhet av der ulykken starter. Dette innebærer at det ikke skulle være vesentlige forskjeller på de forskjellige typer produksjonsinnretninger.

Antall omkomne er beregnet som aritmetisk middel fra de viste verdier, i det en har lagt til grunn at disse studier utgjør et representativt utvalg.

- 0,0022 omkomne per liten lekkasje
- 0,0139 omkomne per middels lekkasje

- 0,121 omkomne per stor lekkasje

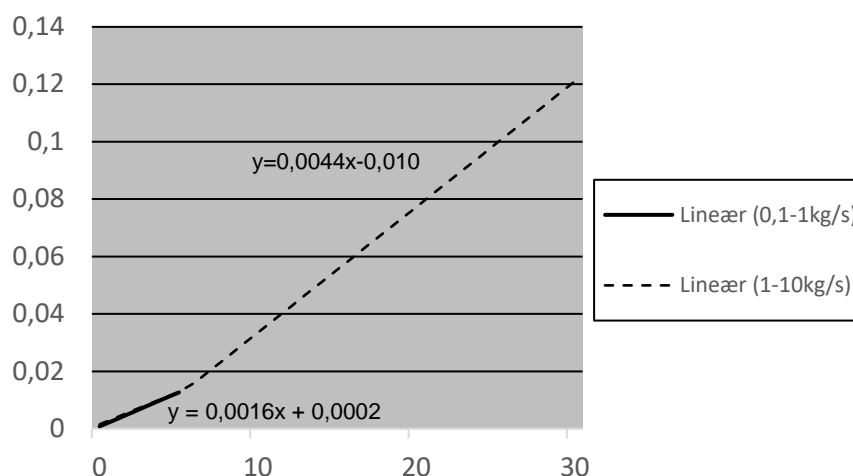
For normalt ubemannede innretninger er verdiene redusert med en faktor på 50 %. Dette er uendret fra vektene før oppdateringen i 2020. Arimtetisk middel fra verdiene i Tabell 22 indikerer at 50% reduksjon stemmer godt for medium og store lekkasjer og er noe underestimert for små lekkasjer. Da datasette kun består av 2 observasjoner er det ikke justert spesifikt for små lekkasjer. Følgende verdier benyttes dermed for NUIer:

- 0,0011 omkomne per liten lekkasje
- 0,007 omkomne per middels lekkasje
- 0,06 omkomne per stor lekkasje

Forventet antall døde for de tre kategoriene er tilnærmet 1:7:50. For å unngå store sprang i vekt for lekkasjer som ligger nær hverandre, men i ulike kategorier benyttes lineær interpolering

De nye vektene er basert på vektene for de tre kategoriene, og lineær interpolering, som vist i Figur 11 for bemannede innretninger. Det er trukket linjer mellom tre punkter, der vektene som angitt over er forutsatt å representere midtpunktene i intervallene, dvs. 0,55 kg/s og 5,5 kg/s. For det høyeste kategorien, >10 kg/s, er representativ verdi forutsatt å være 30 kg/s, som er en ofte brukt verdi i risikoanalyser.

Det har vært vurdert å trekke en rett linje, i stedet for to, men den valgte løsning representerer best de opprinnelige vektene for kategoriene.



Figur 11 Lineær interpolasjon mellom oppgitte verdier for bemannede innretninger, vekt DFU1

De nye vektene for bemannede innretninger bestemmes ut fra følgende formler:

- Lekkasje rate (x) 0,1-5,5 kg/s: vekt= $0,0023 x + 0,0009$
- Lekkasje rate (x) 5,5-10,0 kg/s: vekt= $0,0044 x - 0,010$

De nye vektene for normalt ubemannede innretninger bestemmes ut fra følgende formler:

- Lekkasje rate (x) 0,1-5,5 kg/s: vekt= $0,0011 x + 0,0008$
- Lekkasje rate (x) 5,5-10,0 kg/s: vekt= $0,0022 x - 0,005$

For alle lekkasjer over 10 kg/s blir det gjort en egen vurdering av vekt, der en ser på om det er spesielle forhold som tilsier at standard vekt ikke kan benyttes.

Den generelle effekten av endringen er at vektene reduseres en del, ettersom tyngdepunktet av lekkasjenes størrelse vanligvis ligger i nedre del av et intervall, mens gjennomsnittsvektene i prinsippet forutsetter en uniform fordeling over intervallene.

For lekkasjer i perioden 1996-2000, er ikke detaljert lekkasjerate kjent, kun kategorien. For å bestemme omtrentlige justeringer for lekkasjer i perioden 1996-2000, er følgende gjennomsnittlige endringer av vekter beregnet for de tre opprinnelige kategoriene:

- 0,1 - 1 kg/s: -69 %
- 1 - 10 kg/s: -59 %
- >10 kg/s: 0 %

5.3 Brønnhendelser

5.3.1 Hovedprinsipper

Inndelingen av brønnhendelsene er gjort i henhold til retningslinjen (Norsk olje og gass, 2013) for klassifisering av brønnkontrollhendelser utarbeidet av NOG /Drilling Managers Forum (DMF). For beskrivelse av inndelingen og hvilke hendelser som inngår i de ulike nivåene henvises det til kapittel 3.1.5.

For å bestemme vekter for brønnhendelser har det blitt tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flyttbare innretninger på norsk sokkel. Risikoanalysene er så å si uten unntak fokusert på frekvens av utblåsning, basert på en statistisk analyse. Dette innebærer at det er to typer faktorer som må bestemmes:

- Sannsynlighet for utblåsning, gitt brønnhendelse
- Forventet antall omkomne, gitt utblåsning

Den sistnevnte faktor kan bestemmes direkte fra risikoanalysene.

5.3.2 Grunnlagsdata

5.3.2.1 Sannsynlighet for utblåsning

Sannsynlighet for utblåsning bestemmes ut fra data og vurderinger i Ptil, med utgangspunkt i registrering av brønnhendelser.

Ptil har gjennomført en omfattende analyse av forekomst av brønnhendelser på norsk sokkel, fra flyttbare, flytende og faste innretninger. Brønnhendelsene er inndelt i følgende kategorier:

- Nivå 1
- Nivå 2
- Nivå 3

Basert på faglige vurderinger i Ptils boremiljø, er det anslått betingede sannsynligheter for opptreden av utblåsning, gitt brønnhendelse i de tre kategoriene:

- Nivå 1:
 - Nivå 1.1: 1,00
 - Nivå 1.2: hver hendelse vurderes individuelt, vekting tar utgangspunkt i Nivå 2.3 (0,05)
- Nivå 2: 0,01, med unntak av nivå 2.3
- Nivå 3: 0,002

Grunn gass-hendelser er behandlet for seg, og inndelt i to kategorier, med følgende sannsynligheter for å gi alvorlig gassutblåsning:

- Nivå 2.3 (Grunn gass): 0,05
- Nivå 1.3 (Alvorlig grunn gass): 0,75

Nivå 1.3 er eneste verdi som er justert i 2020 oppdateringen. Antall forventet døde for alvorlig grunn gass sammenlignet med utblåsning er beregnet å være 13% lavere basert på risikoanalysene. Grunnet få observasjoner bruker en ikke dette tallet nøyaktig, men oppjusterte fra 50% til 75%.

5.3.2.2 Forventet antall omkomne ved utblåsning

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel. Resultatene framgår av Tabell 24 for produksjonsinnretninger og Tabell 25 for flyttbare innretninger.

Tabell 24 Antall omkomne per lekkasje for typiske produksjons innretninger

Innretning	Fast innr. 1	Fast innr. 2	Fast innr. 3	Fast innr. 4	NUI 1	NUI 2	FPU. 1	Komp. 1	Komp. 2
	0,72	0,01	0,87	0,62	$2,3 \cdot 10^{-4}$	0,17	1,49	0,01	1,06

Tabell 25 Antall omkomne per lekkasje for flyttbare innretninger

Innretning	Semisub.1	Semisub.2	Semisub.3	Oppjekkb. 1	Oppjekkb. 2
	0,73	0,21	0,12	0,17	0,24

Antall omkomne er beregnet som aritmetisk middel fra de viste verdier, i det en har lagt til grunn at disse studier utgjør et representativt utvalg. Verdiene er vist i delkapittel 5.3.3 - 5.3.7.

5.3.3 Fast produksjonsinnretning

Antall omkomne gitt utblåsning er hovedsakelig beregnet som aritmetisk middel fra de viste verdier for faste innretninger, i delkapittel 5.3.2.2:

- 0,75 omkomne per utblåsning

Denne verdien skal multipliseres med sannsynlighet for utblåsning, gitt brønnehendelse, det innebærer de verdier som er vist i delkapittel 5.3.2.1. Dette gir følgende vekter for faste produksjonsinnretninger:

- Nivå 1:
 - Nivå 1.1: hver hendelse vurderes og individuell vekt settes
 - Nivå 1.2: hver hendelse vurderes individuelt, vekting tar utgangspunkt i Nivå 2.3 (0,037)
- Nivå 2: 0,0075, med unntak av nivå 2.3
- Nivå 3: 0,0015

Unntakene gjelder grunn gass, som har følgende vekter

- Nivå 1.3: 0,56 (alvorlig grunn gass)

- Nivå 2.3 0,037 (grunn gass)

5.3.4 FPU med brønner

For flytende innretninger med brønner brukes samme vektorer som for faste innretninger, gitt i delkapittel 5.3.3.

5.3.5 Produksjonskompleks

Det er flere forhold som i prinsippet skal reflekteres når en skal fastsette forventet antall omkomne for produksjonskomplekser:

- Antall personer som normalt er tilstede ved en eventuell utblåsning vil være det samme som på fast (integrert) produksjonsinnretning.
- Det må forventes at bidraget fra rømning og evakuering er vesentlig, slik at mulighet for å evakuere (i alle fall initialt) over bro, må forventes å gi en vesentlig reduksjon av forventet antall omkomne ved utblåsning.

Gjennomsnittlig antall omkomne for kompleks er 28% lavere enn for flytende og fast produksjonsinnretninger. Dette er basert på risikoanalyser for kun 2 kompleks og usikkerheten er av den grunn høy (Tabell 24). Verdiene som benyttes er med bakgrunn av vurderingene ovenfor og tallmaterialet vurdert til en tredjedel av verdiene for faste produksjonsinnretninger:

- Nivå 1:
 - Nivå 1.1: hver hendelse vurderes og individuell vekt settes
 - Nivå 1.2: hver hendelse vurderes individuelt, vektning tar utgangspunkt i Nivå 2.3 (0,025)
- Nivå 2: 0,005, med unntak av nivå 2.3
- Nivå 3: 0,001

Unntakene gjelder grunn gass, som har følgende vektorer

- Nivå 1.3: 0,37 (alvorlig grunn gass)
- Nivå 2.3 0,025 (grunn gass)

5.3.6 Normalt ubemannet innretning

Det er flere forhold som i prinsippet skal reflekteres når en skal fastsette forventet antall omkomne for normalt ubemannede innretninger:

- Sannsynlighet for at utblåsning skjer når personell er tilstede, i forhold til når det ikke er personell tilstede. Utblåsning skjer i hovedsak med personell til stede.
- Bidrag fra rømning og evakuering kan forventes å være høyere grunnet mindre beskyttelse og mer eksponering under evakuering
- Borreoperasjoner på en ubemannet innretning forventes å være like kompleks som på andre innretninger

Antall omkomne i risikoanalysen for NUI innretningene er meget lavt (Tabell 24). Det anses ikke som realistisk at færre omkomne inntreffer ved en utblåsning på en slik innretning grunnet vurderingen ovenfor. Av den grunn nyttes aritmetisk middel for fast og flytende produksjon også som representativt for NUI.

Verdiene som benyttes er derfor vurdert til å være de samme som verdiene for faste produksjonsinnretninger:

- Nivå 1:
 - Nivå 1.1: hver hendelse vurderes og individuell vekt settes
 - Nivå 1.2: hver hendelse vurderes individuelt. Vekting tar utgangspunkt i Nivå 2.3 (0,037)
- Nivå 2: 0,0075, med unntak av Nivå 2.3
- Nivå 3: 0,0015

Unntakene gjelder grunn gass, som har følgende vekter

- Nivå 1.3: 0,56 (alvorlig grunn gass)
- Nivå 2.3 0,037 (grunn gass)

5.3.7 Flyttbar enhet

Antall omkomne gitt utblåsning er beregnet som aritmetisk middel fra de viste verdier for flyttbare innretninger, i delkapittel 5.3.2.2:

- 0,30 omkomne per utblåsning

Denne verdien skal multipliseres med sannsynlighet for utblåsning, gitt brønnehendelse, det innebærer de verdier som er vist i delkapittel 5.3.2.1. Dette gir følgende vekter for flyttbare innretninger:

- Nivå 1:
 - Nivå 1.1: hver hendelse vurderes og individuell vekt settes
 - Nivå 1.2: hver hendelse vurderes individuelt. Vekting tar utgangspunkt i Nivå 2.3 (0,015)
- Nivå 2: 0,0030, med unntak av nivå 2.3
- Nivå 3: 0,0006

Unntakene gjelder grunn gass, som har følgende vekter

- Nivå 1.3: 0,22 (alvorlig grunn gass)
- Nivå 2.3 0,015 (grunn gass)

5.4 Andre branner

5.4.1 Hovedprinsipper

Andre branner inkluderer brann/eksplosjon i andre områder enn produksjons- og prosessområder samt branner i antennbar (ikke hydrokarbon) væske, som også kan være i prosessområde. Dette innebærer at typiske eksempler på branner som inngår er:

- Brann i hjelpesystemer (hydraulikk, trykkluft, osv)
- Brann ved lekkasje fra tank eller rørsystem knyttet til lagring av brennbare væsker
- Brann i kraftgenereringsanlegg
- Elektriske branner i tavler, brytere, koplingsbokser mv.
- Overslag mv i elektrisk utstyr

- Brann i boremoduler
- Brann i verksteder mv
- Brann i innelukkede rom, skaft, søyler mv
- Brann i boligkvarter
- Brann i avfall mv

Branner slik som angitt her kan variere betydelig i omfang, varighet og skadepotensial. Ved lekkasje av brennbar væske (for eksempel diesel) kan det være opptil titalls tonn tilgjengelig, dersom en ikke får isolert en lekkasje. Elektriske overslag kan i motsatt ende av spekteret være over på brøkdelen av et sekund.

Det er kun branner som har eller kan ha et farepotensial for å skade mennesker eller utstyr som inkluderes. Eksempler på dette er:

- Forbrenning på hud (2. og 3. grad)
- Røykforgiftning
- Røykspredning til de sikreste områdene (boligkvarter, kontrollrom etc)
- Kraftig røykutvikling eller utvikling av spesielt giftige gasser
- Røykutvikling som vil begrense rømming og evakuering
- Kraftig varmeutvikling
- Muligheter for kraftig varmeutvikling og/eller eskalering
- Brannskader i form av tydelige og synlige skader, og som vil kreve reparasjon
- Brann med uventet lang varighet eller uforutsette problemer med slokking

Det har vært en ulykke med omkomne på norsk sokkel knyttet til den type branner som inngår i denne kategorien. Denne brannen inntraff på Statfjord A plattformen i 1978 under ferdigstillingsarbeidet, der fem personer omkom i et skaft på grunn av røyk, da noe diesel ble antent (Preventor, 2001). Det har vært en liknende ulykke i et skaft på britisk sokkel, med fire omkomne, i 1984 under årlig vedlikeholdsstans (WOAD, 1998).

Disse to ulykkene skjedde for lang tid tilbake, siden 1978 har det ikke vært omkomne på norsk sokkel ut fra slike branner (heller ikke ut fra hydrokarbonbranner), men det har vært tilfeller av personskader på grunn av brann, med varierende alvorlighet. Det må derfor beregnes et lite bidrag fra slike branner, men det er vurdert å være en lavere risiko på norsk sokkel per dags dato enn det som brannen på Statfjord A i 1978 kan gi inntrykk av.

5.4.2 Grunnlagsdata

5.4.2.1 Sannsynlighet for brann

Det er vanskelig å klassifisere branner ut fra potensialet for at det skal omkomme personer som følge av disse brannene. Etter noe søken etter objektive kriterier ble det konkludert med at en ville benytte den inndeling av alvorlighet av branner som Ptil gjennomfører i forbindelse med statistikk gjengitt i årsrapport. Det gjøres her en inndeling i store, middels og små branner. En har valgt å konsentrere seg om store og middels branner, ettersom de små ikke anses å ha potensial for å gi personskader. I presentasjonen av disse brannene er de slått sammen uten å skille på stor og middels størrelse.

De mest alvorlig av de branner som derved er benyttet tilsvarer slike branner som inkluderes i en del risikoanalyser. Det er derfor ikke behov for noen omregningsfaktorer.

5.4.2.2 Omkomne ved brann

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for de innretninger der PLL verdier for "ikke-HC" branner var tilgjengelig, i praksis viste dette seg å være

syvproduksjonsinnretninger og syv flyttbare innretninger på norsk sokkel. Resultatene framgår av Tabell 26.

Tabell 26 Antall omkomne per brann for faste og flyttbare produksjons innretninger

Innretning	Fast innr. 1	Fast innr. 2	FPU 1	FPU 2	FPU 3	FPU 4	Komp. 1
Brann ikke-HC		0,003	4,68	-	1,32	-	-
El brann		-	-	-	-	-	-
Maskinrom		-	0,001	0,0041	0,0098	-	-
LQ brann	0,009	0,0004	0,0026	0,0048	-	-	-
Lekkasje hjelpesyst	0,0027	0,0019	0,0007	-	-	0,0009	0,0003

Tabell 27 Antall omkomne per brann for flyttbare innretninger

Innretning	Flyt. 1	Flyt. 2	Flyt. 3	Flyt. 4	Flyt. 5	Flyt. 6	Flyt. 7
Brann ikke-HC	0,0014	-	-	-	-	-	-
El brann	-	-	0,0001	-	-	-	0,002
Maskinrom	0,0006	0,0006	0,0036	0,11	0,022	0,001	0,001
LQ brann	0,003	0,23	0,0005	-	0,0006	0,010	0,01
Lekkasje hjelpesyst	0,030	-	-	-	-	0,001	0,001

Gjennomsnittsverdi for alle innretninger er 0,0185 omkomne per brann. Denne verdien rundes opp til 0,02 og brukes for alle typer innretninger.

For normalt ubemannede innretninger reduseres verdien med 90 %. Antall omkomne per brann for NUI er dermed 0,002.

5.5 Kollisjon med passerende skip

5.5.1 Hovedprinsipp

Alle hendelser som har blitt varslet på/til innretningen der et passerende fartøy har vært på mulig kollisjonskurs blir innrapportert. Alle disse hendelsene blir gjennomgått og for at hendelsen skal bli inkludert i analysen må følgende kriterier oppfylles:

- Når kursen ligger innenfor sikkerhetssonen som innretningen har, og det ikke er oppnådd kontakt med fartøyet innen 25 minutter før mulig treff (TCPA), eller
- Dersom beredskapsfartøy (eventuelt helikopter eller annet fartøy) har vært mobilisert for å gå mot det innkommende fartøyet, regnes det som skip på kollisjonskurs, uansett tidsfaktor og beregnet nærmeste passeringsavstand (CPA).

Følgende unntak gjøres:

- Fiskefartøy som går i sakte fart (eksempelvis i forbindelse med fiske) regnes ikke som fartøy på potensiell kollisjonskurs.
- Lystfartøyer regnes heller ikke som fartøy på potensiell kollisjonskurs, uansett kurs og fart, da de ikke har stort nok skadepotensial.

Vektene for DFU5 har blitt justert i flere omganger siden oppstarten i 2001. De påfølgende kapitlene gjennomgår bakgrunnen for disse justeringene og de nye vektene blir presentert.

5.5.2 Bakgrunn

I 2020 ble vektene justert basert på innsamlet data fra risikoanalyser. Risikoanalysene gir generelt informasjon om antall døde per kollisjon, ikke per skip på kollisjonskurs. Av den grunn ble det innhentet trafikkdata for 5 innretninger og forventet antall omkomne per skip på kollisjonskurs er beregnet (Tabell 28). Vektet snitt for de ulike installasjonstypene er beregnet og sammenlignet med tidligere vektet snitt per installasjonsår.

Oppdatert data fra risikoanalyser indikerer nedgang på 85 % sammenlignet med vektene fra tidligere år. I 2020 ble av den grunn antall omkomne per skip på kollisjonskurs nedjustert med 85 % for alle installasjonstyper utenom flytende produksjonsinnretninger. Grunnen til at flytende produksjonsinnretninger er uendret er at de to datapunktene fra risikoanalysene ikke gir grunnlag for å redusere denne.

Tabell 28 Antall omkomne per skip på kollisjonskurs

Innretning	FPU 1	FPU 2	NUI 1	NUI 2	Flyt. 1
Antall omkomne	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$4,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$

5.5.3 Justerte vekter

Vektene er justert i 2020 basert på data fra risikoanalyser. Samtlige risikoanalyse er utført med installasjoner med overvåkning, fra Sandsli eller Ekofisk radar. I risikoanalysen gis det en risikoreduksjon på 60-85% grunnet radarovervåkingen. Det skilles av den grunn mellom innretninger med og uten radarovervåking, der innretninger med radarovervåking har 85% lavere vekting enn installasjoner med.

For flyttbare innretninger har det ikke vært tilgjengelig detaljert data for prosjektet. Det har av den grunn ikke vært mulig å justere mellom innretninger som er overvåket og ikke. Tilbakemeldingene fra overvåkningssentralene er at flyttbare innretninger overvåkes så fremt disse har VTS utstyr. Det antas av den grunn at de fleste flyttbare også overvåkes. Da det er usikkerhet her har en beregnet andelen av alle innretningsår som var overvåket i 2019; 71%. Dette er deretter nyttet som justeringsfaktor for vektene for flyttbare innretninger. Vekt for flyttbare innretninger er beregnet som et vektet snitt der 71% er hentet fra beregnet vekt gitt overvåking og det resterende er uten overvåking

Tabell 29 Antall omkomne per skip på kollisjonskurs

	Fast produksjon	FPU	Kompleks	NUI	Flyttbar innretning
Antall omkomne per skip på kollisjonskurs med radarovervåking	0,0012	0,0009	0,0011	0,0002	
Antall omkomne per skip på kollisjonskurs uten radarovervåking	0,0081	0,006	0,0073	0,0013	0,0007

5.6 Drivende gjenstand på kollisjonskurs

5.6.1 Hovedprinsipper

Drivende fartøyer, flyttbare innretninger og andre objekter behandles i risikoanalyser med samme modeller som skip på kollisjonskurs. Dette er også lagt til grunn i bestemmelsen av vekter for DFU6.

DFU6 innbefatter ikke kollisjon med feltrelatert fartøy, slik som beredskapsfartøy, forsyningsfartøy, og skytteltanker. Følgende definisjon av fartøy/gjenstand på kollisjonskurs er lagt til grunn (begge kriterier må tilfredsstilles) for DFU6:

- Gjenstanden eller fartøyet må være nærmere enn 10 nm,
- Gjenstanden eller fartøyet må ha drivretning mot innretningen.

Mindre gjenstander som livbåter og bøyer er ikke inkludert.

5.6.2 Grunnlagsdata

5.6.2.1 Sannsynlighet for kollisjon

Sannsynlighet for kollisjon gitt skip på kollisjonskurs må bestemmes med basis i risikoanalyser. Det er utført risikoanalyser for kollisjon for alle innretninger i Nordsjøen, i forbindelse med sammenlikning mellom de ulike modeller for beregning av kollisjons sannsynlighet som eksisterer (Tilley, 1998).

For norsk sokkel ble beregninger gjennomført med bruk av Collide programmet (versjon 2.6) med 1993 og 1996 Coast databaser, og med MANS modellen (Tilley, 1998). Fiskefartøyer og ubåter er ikke med i beregningen. Midlere kollisjonsfrekvens på grunn av drivende fartøyer per innretningsår er for norsk sokkel:

- COLLIDE $8,1 \cdot 10^{-5}$ per innretningsår

Ved opptelling av innretningsår på norsk sokkel i år 2000 finner en 62 innretningsår (komplekser telles som ett mål), slik at samlet frekvens av kollisjon på norsk sokkel er $5,02 \cdot 10^{-3}$ per år.

Gjennomsnittlig antall tilløp i perioden 1996-2000 er justert ut fra forskjell i eksponeringsdata, slik at antallet er beregnet ut fra antallet i år 2000. De resulterende justerte frekvenser blir da:

- Fast produksjonsinnretning: 1,37
- Flytende produksjonsinnretning: 0,31
- Produksjonskompleks: 0,21
- Normalt ubemannet innretning: 0,47
- Flyttbar innretning: 0,40

5.6.2.2 Forventet antall omkomne ved kollisjon og beregnede vekter

Kollisjonsenergi ved drivende gjenstander er begrenset ettersom drivhastighet ofte er under 1 knop, i ekstreme tilfeller opp til 5 knop. Massen kan på den annen side ofte være betydelig, men energinivået blir likevel begrenset, sjelden over 10 MJ.

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjons-innretninger, samt flyttbare innretninger på norsk sokkel. Data fra risikoanalyser ble oppdatert i 2020. Disse observasjonene viste en gjennomsnittlig økning på 48.5% som ble rundet av til 50% sammenlignet med verdiene brukt frem til 2020. Antall omkomne ved kollisjon er oppjustert med 50% for alle innretningstyper, utenom for

faste innretninger der datagrunnlaget ikke indikerer noen økning sammelignet med tidligere.

Tabell 30 Antall omkomne ved kollisjon med drivende gjenstand

Type innretning	Fast innretning	FPU	Kompleks	NUI	Flyttbare innretninger
Antall omkomne	0,43	0,08	0,59	0,10	0,02

Basert på verdiene presentert i tabellen ovenfor og i delkapittel 5.6.2.1 kan antall omkomne per drivende gjenstand på kollisjonskurs beregnes for de ulike innretningskategoriene. Antall omkomne per drivende gjenstand på kollisjonskurs presenteres i tabellen nedenfor.

Tabell 31 Antall omkomne per drivende gjenstand på kollisjonskurs

Type innretning	Fast innretning	FPU	Kompleks	NUI	Flyttbare innretninger
Antall omkomne per drivende gjenstand	0,0009	0,0002	0,0012	0,0002	0,00004

5.7 Kollisjon med feltrelatert trafikk

5.7.1 Hovedprinsipper

For å bestemme vektorer for kollisjon med feltrelatert trafikk er det tatt utgangspunkt i data fra 18 kvantitative risikoanalyser på norsk sokkel. De kollisjonsscenarioer som inngår her er forsynings- og hjelpefartøyer, samt skytteltankere

5.7.2 Bakgrunn

Alle vektorer er oppdatert i 2020 med bakgrunn i data fra en rekke risikoanalyser. Før 2020 var ikke vektene for DFU 7 bestemt ut fra risikoanalyser da eldre risikoanalyser i liten grad tok høyde for kollisjon med feltrelatert trafikk. Tidligere vektorer ble fastsatt basert på en overordnet risikoanalyse tilnærming, som har blitt benyttet i tilsvarende øyemed for britisk sokkel (DNV Technica, 1995).

5.7.3 Grunnlagsdata

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for innretninger på norsk sokkel. Følgende verdier er dratt ut:

- Årlig kollisjonsfrekvens med feltrelatert trafikk
- Forventet antall omkomne på innretningen per år (PLL)

Med disse data som utgangspunkt kan en etablere forventet antall omkomne per kollisjon i de tre kategoriene. Resultatene framgår av Tabell 32 og Tabell 33.

Tabell 32 Antall omkomne per kollisjon med feltrelatert trafikk for typiske innretninger

	Fast innretn. 1	Fast innretn. 2	Fast innretn. 3	FPU 1	FPU 2	FPU 3	FPU 4	FPU 5	NUI 1	NUI 2
Antall omkomne per kollisjon	5,62·10 ⁻³	24,9	1,22	3,59·10 ⁻¹	9,72·10 ⁻¹	1,90·10 ⁻¹	1,07·10 ⁻¹	4,22	1,99	1,44

Tabell 33 Antall omkomne per kollisjon med feltrelatert trafikk for typiske innretninger

	Flyt, 1	Flyt, 2	Flyt, 3	Flyt, 4	Flyt, 5	Kompl, 1	Kompl, 2	Kompl, 3
Antall omkomne per kollisjon	9,95·10 ⁻²	9,32	1,16·10 ⁻³	4,29·10 ⁻²	1,42·10 ⁻¹	6,5	3,20 10 ⁻²	14,6

Tabell 32 og Tabell 33 viser at det er betydelig forskjell i forventet antall døde i de ulike risikooanalysene. Spesielt overraskende er det at kompleks, der en kan rømme over til en annen innretning, har høyt antall forventet omkomne i risikooanalysene. I tillegg mp fast innretning nummer 2 nevnes med 24,9 forventet antall omkomne per kollisjon.

Antatt tåleevne for de ulike innretningene er gjennomgått for å undersøke forskjellene nærmere. Tåleevnen varierte mellom 10 og 150 MJ. Det er en rekke risikoanalyser som antar en tåleevne på 14MJ. I 2019 ble det utført en detaljert beregning av tåleevne på en stålinnretning som var oppgitt å tåle 14 MJ (Springer 2019), denne innretningen tålte egentlig 60 MJ. Dette vil ha svært stor påvirkning på risikoanalyseresultatene. Det antas basert på dette at en del av risikoanalysene er svært konservative. For å redusere konservativitet noe er det besluttet å bruke medianen av verdiene fra risikoanalysene som input til vektingen; 0,36.

5.7.4 Justerte vekter

Konsekvensen gitt en kollisjon påvirkes betydelig av fart ved sammenstøt og om bemanningen blir varslet i forkant av sammenstøtet. Av den grunn deles det inn i 3 ulike kollisjonstyper:

- Signifikant
 - Sammenstøt med feltrelatert trafikk som ligger nær inntil innretning og manøvrerer på DP (el tilsv), med drive off eller drift off feil.
- Major
 - Feltrelatert trafikk som treffer feltinstallasjoner med tilnærmet marsjfart der forsøk på unnavikelsesmanøver gjør at kollisjonsenergien blir betydelig mindre
- SuperMajor
 - Feltrelatert trafikk som treffer feltinstallasjoner med tilnærmet marsjfart uten noe forsøk på unnavikelsesmanøver

Antall omkomne gitt en SuperMajor hendelse settes til 0.36 basert på verdiene i risikooanalysene. En har valgt SuperMajor som representativ for risikooanalysene da risikooanalysene er vurdert som konservative. Vekten til major er satt til 50 % av SuperMajor mens vekten til signifikant er satt til 5 % av SuperMajor

I tillegg er konsekvensen avhengig av tåleevnen og muligheten for rask evakuering. Basert på dette er følgende regler benyttet for å justere vektene:

- Justeringer for type innretning/materiale:
 - Kompleks: deler på 2, grunnet enklere rømning

- Betong: deler på 10, grunnet tåleevne
- FPSO: Deler på 10, grunnet tåleevne
- NUI settes til null dersom den er ubemannet ved hendelsen

5.7.4.1 Beregnede vekter

Tabellen nedenfor viser de beregnede verdier for antall omkomne per alvorlig kollisjon med feltrelatert trafikk, for de ulike typer innretninger, basert på kombinasjon av verdiene i Tabell 32, Tabell 33 og justeringen beskrevet i avsnitt 5.7.4.

Tabell 34 Beregnet antall omkomne per alvorlig kollisjon med feltrelatert trafikk

Type innretning	SuperMajor	Major	Signifikant
Fast innretning	0,36	0,18	0,02
FPU	0,36	0,18	0,02
Kompleks	0,18	0,09	0,01
NUI	0,36	0,18	0,02
NUI -ubemannet	0,00	0,00	0,00
Flyttbare innretninger	0,36	0,18	0,02
FPSO	0,036	0,018	0,002
Betonginnretning	0,036	0,018	0,002

5.8 Konstruksjonsskader

I forbindelse med analysen av 2019 data ble vektene for DFU8 oppdatert og en oppdatert versjon av rapporten *Metoderapport – vekting av hendelser på konstruksjoner og maritime systemer (DFU8) i RNNP* (Kvitrud et.al, 2019) ble utgitt. Førrige versjon av rapporten ble utgitt i 2012 (Kvitrud et.al, 20012). Vektene er oppdatert ut fra nyere hendelsesdata i hovedsak for perioden 2010-2019.

Større ulykker knyttet til konstruksjoner og maritime systemer er sjeldne. Selv om det har vært flere svært alvorlige hendelser i Norge, er de for få til å kunne måle trender. Det er derfor valgt hendelser og skader med mindre alvorlighetsgrad som mål for endringer i risikoen, og det er antatt at det er en sammenheng mellom antallet av mindre hendelser og de alvorligste. Ptils database CODAM er benyttet som utgangspunkt for å etablere frekvenser for konstruksjonsskade for faste, flytende og flyttbare innretninger på norsk sokkel.

De hendelseskategoriene som er med i DFU8 for flyttbare innretninger og flytende produksjonsinnretninger er:

- Tap av minst en ankerline
- Innretninger som er tatt til land for utbedring etter funn av skader eller sprekker (som etter sprekker som gir vanninntrengning fra sjø i skroget) eller alvorlige sprekker inne i skroget eller over vann - som for faste innretninger.
- Tap av slepelinjer i dårlig vær eller at slepebåt ikke klarer å holde rigg i rett posisjon eller rute
- Erosjon rundt beina til jackuper
- Hendelser med posisjonssystemer - som gir "drift off", "drive off" eller tap av mer enn en thruster

- Berøring av havbunnen under forflytning (ikke i havn)
- Bølger på dekket som gjør skade
- Produksjonsskip som ligger med feil vei mot været i dårlig vær eller manøvreres feil vei i forhold til dreieskivens begrensninger
- Uønsket vannfylling av tanker eller rom (av noe volum) eller uønsket autostart på ballastpumper.

For faste innretninger er det tatt med major-hendelser i CODAM, men med unntak av:

- Skader i flammestårn + kranpidestall - de er ikke av betydning for storulykker
- Sprekker og skader i conductor-rammer og caissoner - da de bidrar lite til storulykker
- Kollisjonsskader - da de er dekket som egen kategori
- Fallende last da det dekkes av en annen gruppe
- Skader som følge av brann og eksplosjoner - da de dekkes av en annen gruppe.

Videre er det tatt med:

- Bølger på dekket som gjør skade av noe omfang - vanninntrengning eller skade på konstruksjoner;
- Menneskeskapte jordskjelv eller jordskjelv påvirket av produksjonsaktivitet med styrke over $M=4$.

De fleste vektene for DFU-ene i RNNP er fastsatt med bakgrunn i resultatene for risikoanalyser for et utvalg av innretninger. De fleste kvantitative risikoanalyser har imidlertid ingen god analyse av risiko forbundet med konstruksjonsskader (se Kvitrud et.al, 2019). Som basis for bestemmelse av forventet antall omkomne ved alvorlig konstruksjonsskade er disse uegnet. Basert på hendelser på verdensbasis er følgende gjort for å fastsette vektene:

- Beregnet eller vurdert frem til en årlig frekvens av alvorlige ulykker i verden for ulike konstruksjonstyper for år 2000 og framover.
- Beregnet eller vurdert frem til et forventet antall døde for hver av disse hendelsene. Bare et fåtall av hendelsene har resultert i mange dødsfall.
- Delvis anslått og delvis beregnet PLL-tall for ulike typer innretninger. Tidligere ble PLL beregnet for hver indikatorhendelse, men det er utelatt denne gangen.

Som nevnt ovenfor er det beregnet vekter basert data fra hele verden. Vektene er justert for å reflektere forskjeller i forholdene på norsk sokkel og på verdensbasis.

De første årene reflekterte vektene bare forskjeller mellom innretningstyper, men det ble etter hvert konkludert med at hendelsestypene i DFU8 var for forskjellige til å kunne bruke samme vekt for alle hendelser på samme innretningstype. Derfor ble hendelseskategorien "supermajor" innført. Det er imidlertid ingen faste kriterier for hvilke hendelser som skal inkluderes i denne kategorien.

Følgende vekter benyttes, og dokumenteres i Kvitrud et.al, 2019.

Tabell 35 Forventet antall omkomne per 'major' hendelse i CODAM

Type innretning	Fast innretning	FPU	Kompleks	NUI	Flyttbare innretninger
major hendelse	0,016	0,013	0,012	0,0035	0,011
supermajor hendelse	0,32	N/A	0,23	N/A	0,22

Vektene for hendestypene markert "N/A" vil bli vurdert når en får hendelser i disse kategoriene.

5.9 Hydrokarbonlekkasje og skade på stigerør

5.9.1 Hovedprinsipper

For å bestemme vekter for hydrokarbonlekkasjer fra stigerør og skader på stigerør er det tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel. Normalt benytter disse risikoanalysene lekkasjer i tre kategorier (liten, middels og stor lekkasje) som initierende hendelse i analysen.

Hendelsene som inkluderes i analysen er hydrokarbonlekkasjer eller skader som er klassifisert som major. Skader på flenser, frie spenn og skader på selve røret og stigerøret er tatt med. Følgende hendelser blir derimot ikke inkludert:

- Skader på:
 - pig-receivere
 - betongkappe eller coating
 - støtter (typisk: clamps og bolter)
 - anoder
- Skader under installering som oppdages under installering
- Trykktesting før bruk
- Rørledningssystemer som ikke inneholder hydrokarboner
- Lekkasjer fra hydrokoblinger ved nedstengning og oppstart

5.9.2 Grunnlagsdata

5.9.2.1 Forventet antall omkomne gitt stigerørslekkasje

Det er tatt utgangspunkt i data fra kvantitative risikoanalyser for faste og flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel.

- Frekvens av lekkasjer, i kategorier
 - Liten
 - Middels
 - Stor
- Forventet antall omkomne på innretningen per år (PLL), for de samme kategorier.

Med disse data som utgangspunkt kan en etablere forventet antall omkomne per lekkasje i de tre kategoriene. Tabell 36 viser total lekkasjefrekvens og PLL per innretning, det bemerkes at disse dataene kan deles opp i liten, medium og stor lekkasje fra risikoanalysene. Dette er ikke gjort ettersom at DFU9 rapporteringen ikke skiller på lekkasjestørrelse.

Tabell 36 Total lekkasjefrekvens og PLL for typiske innretninger

	<i>Fast inn- retn. 1</i>	<i>Fast inn- retn. 2</i>	<i>FPU 1</i>	<i>FPU 2</i>	<i>FPU 3</i>	<i>FPU 4</i>	<i>Komp. 1</i>	<i>Komp. 2</i>	<i>NUI</i>
Tot. Lekk. Frekv.	8,1·10 ⁻⁴	0,016	0,006	0,096	0,069	0,141	0,028	0,017	2,96·10 ⁻³
PLL	2,1·10 ⁻⁴	5,2·10 ⁻³	1,6·10 ⁻⁴	1,0·10 ⁻²	1,3·10 ⁻⁴	1,1·10 ⁻²	2,8·10 ⁻⁴	2,1·10 ⁻³	2,6·10 ⁻⁶

Vektene per innretningstype er regnet ut ved å ta summen av PLL per innretningstype delt på summen av lekkasjer for denne innretningstypen. Verdiene presenteres i neste avsnitt.

5.9.2.2 Benyttede vekter

Forventet antall omkomne per stigerørslekkasje er beregnet ut fra verdiene i Tabell 36. For 'major' skade på stigerør multipliseres vektene med 0,2. . De resulterende vektene vises i tabellen nedenfor.

Tabell 37 Forventet antall omkomne per lekkasje eller 'major' skade

<i>Type innretning</i>	<i>Fast innretning</i>	<i>FPU</i>	<i>Kompleks</i>	<i>NUI</i>
Antall omkomne per lekkasje	0,29	0,009	0,0048	7.7·10 ⁻⁵
Antall omkomne per 'major' skade	0,058	0,002	0,001	1,5·10 ⁻⁵

Vektene i tabellen ovenfor gjelder for stigerørslekkasjer og skader som skjer opptil 200 meter fra innretningen. For hendelser som skjer mellom 200 og 500 meter fra innretningen reduseres vekten med 75 %. For hendelser som skjer utenfor sikkerhetssonen til innretningen (mer enn 500 meter fra innretningen) settes vekten lik 0 på grunn av sannsynligheten for at personell på innretningen skades som følge av lekkasjen er neglisjerbar.

5.10 Oppsummering av vekt faktorer

5.10.1 Produksjonsinnretninger

Tabellen viser sammendrag av vekt faktorene som er bestemt for produksjonsinnretninger.

RISIKONIVÅ I NORSK PETROLEUMSVIRKSOMHET
 METODERAPPORT - UTVIKLINGSTREKK 2021
 PETROLEUMSTILSYNET

DFU		Vektfaktor - fast produksjonsinnretning	Vektfaktor- flytende produksjonsinnretning	Vektfaktor - produksjonskompleks	Vektfaktor – Normalt ubemannet innretning
Prosess- lekkasjer	- Liten	Bestemmes ved lineær interpolasjon (se delkapittel 5.2.2)			
	- Middels	Bestemmes på samme måte som for liten prosesslekkasje			
	- Stor	Settes individuelt			
Brønn- hendelser	- Nivå 3	0,0015	0,0015	0,0010	0,0015
	- Nivå 2, utenom nivå 2.3	0,0075	0,0075	0,0050	0,0075
	- Nivå 1.2	Settes individuelt, basert på basis vektfaktor i Nivå 2.3 (0,037)			
	- Nivå 2.3	0,037	0,037	0,025	0,037
	- Nivå 1.1	Settes individuelt			
	- Nivå 1.3	0,56	0,56	0,37	0,56
	Andre branner		0,02	0,02	0,02
Kollisjon, passerende skip	Med overvåkning	0,0012	0,0009	0,0011	0,0002
	Uten overvåkning	0,0081	0,0060	0,0073	0,0013
Drivende gjenstand		0,0009	0,0002	0,0012	0,0002
Kollisjon, feltrelatert fartøy	SuperMajor	0,36	0,36	0,18	0,36
	Major	0,18	0,18	0,09	0,18
	Signifikant	0,02	0,02	0,01	0,02
Konstruksjons- hendelser	Major	0,016	0,013	0,012	0,0035
	Supermajor	0,32	N/A	0,23	N/A
Stigerørslekkasje		0,29	0,009	0,0048	1,5·10 ⁻⁵
Skade på stigerør		0,058	0,0018	0,001	7,7·10 ⁻⁵

5.10.2 Flyttbar enhet

Tabell 38 viser sammendrag av vektfaktorene som er bestemt for flyttbare innretninger.

Tabell 38 Sammendrag av vektfaktorer for flyttbare innretninger

DFU	Vektfaktor
Brønnhendelser	
- Nivå 3	0,0006
- Nivå 2, utenom nivå 2.3	0,0030
- Nivå 1.2	Settes individuelt, basert på basis vektfaktor i Nivå 2.3 (0,015)
- Nivå 2.3	0,015
- Nivå 1.1	Settes individuelt
- Nivå 1.3	0,22
Andre branner	0,02
Kollisjon, passerende skip	0,0007
Drivende gjenstand	0,00004
Kollisjon, feltrelatert fartøy	
- SuperMajor	0,36
- Major	0,18
- Signifikant	0,02
Konstruksjonshendelser	
- Major	0,011
- Supermajor	0,22

6. Metode for analyse av trender

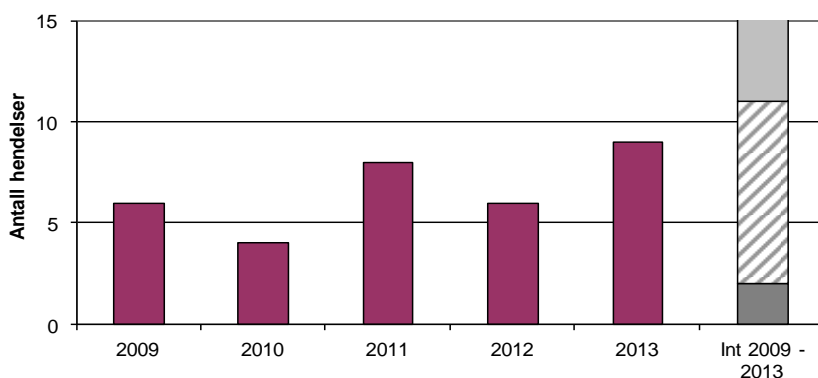
Metoden som benyttes i RNNP for å analysere trender beskrives i dette kapitlet. Beskrivelsen er en gjengivelse av Pilotprosjektrapporten, med videreutvikling i de påfølgende delkapitler.

6.1 Eksempel

Som eksempel betraktes følgende målinger for en bestemt hendelse i de fire foregående år:

6, 4, 8, 6

Dette gir en gjennomsnittsverdi på 6 som såkalt prediksjon. Så observeres i år 2013 verdien 9. Dette er en økning i forhold til gjennomsnittet av de tidligere årene (2009-2012), det kan ses umiddelbart. Men er det rimelig å si at økningen er stor eller vesentlig? En slik klassifisering ville være nyttig for å kunne identifisere mulige trender. Metoden som brukes er basert på et såkalt prediksjonsintervall, som vist til høyre i figuren nedenfor.



Figur 12 Illustrasjon av observerte verdier for en hendelse og prediksjonsintervall ("int")

I figuren skal prediksjonsintervallet tolkes som et 90 % prediksjonsintervall for inneværende år, basert på de fire foregående årene:

- **Nedre felt:** Nivået i inneværende år er vesentlig lavere enn gjennomsnitt for de 4 foregående år
- **Øvre felt:** Nivået i inneværende år er vesentlig høyere enn gjennomsnitt for de 4 foregående år
- **Midtre felt:** Ingen påviselig endring.

Med ni hendelser i år 2013 er det en økning, men den havner i midtre felt, og er følgelig ikke signifikant (eller sikker). Dersom 12 hendelser observeres i år 2013, havner man i øvre felt, som innebærer en vesentlig økning (statistisk signifikant).

6.2 Matematisk formulering, antall hendelser

For å illustrere hvordan analyse av trender gjennomføres og illustreres, kan følgende eksempel betraktes:

Det antas at målinger av en hendelseskategori registreres for årene 1, 2, ..., k, og la

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ betegne antall hendelser for disse årene.

Hvordan skal så resultatene for inneværende år, k+1, vurderes?

Basert på målingene $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ beregnes en prediksjon for antall hendelser for inneværende år, X_{k+1} . Denne prediksjonen vil normalt være snittet av $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$, men

den trenger ikke være det, da prediksjonen kan justeres i forhold til at det har skjedd vesentlige endringer i forhold til aktiviteten for dette året i forhold til tidligere år.

Prediksjonen betegnes for X_{k+1}^* . I tillegg til selve prediksjonen angis et prediksjonsintervall $[a, b]$ som er slik at en vurderer det som 90 % sikkert at X_{k+1} vil falle innenfor dette intervallet. Dersom X_{k+1} skulle vise seg å bli for eksempel større enn b , vil en betegne økningen i antall hendelser som vesentlig. Det er valgt å ta utgangspunkt i et 90 % signifikansnivå, ettersom datamaterialet for storulykker er forholdsvis begrenset.

En Poisson-fordeling brukes for å uttrykke usikkerhet. Denne framgangsmåten med basis i Poisson-fordelingen innebærer at en tenker seg at det er en "stabil prosess" der antall hendelser er forholdsvis konstant i hvert intervall. Da er det rimelig å predikere antall hendelser for neste år ved snittet av de foregående og angi usikkerhet ved Poisson-fordelingen. Dersom en så oppdager at resultatet er overraskende i forhold til dette utgangspunktet, så er det grunn til å stille spørsmål ved utgangspunktet, antagelsen om en stabil prosess. Det er "avdekket" en endring, en utvikling, en trend. Det er ønskelig at metoden skal være rimelig følsom, slik at man får noen utslag. Intervallet som produseres er altså et prediksjonsintervall basert på de gitte data, under en streng betingelse. Uten denne betingelsen, ville en predikere og angi usikkerhet på en annen måte. Hvordan er ikke opplagt, og dette er ikke foreløpig inkludert i metoderapporten.

I eksempelet ovenfor beskrives altså usikkerheten knyttet til antallet ved en Poisson-fordeling med parameter 6. Med eksemplet blir prediksjonsintervallet $[2, 11]$. Verdiene finnes ved å slå opp i standard tabell for Poisson-fordeling. Denne framgangsmåten kan også brukes uten at en har systematisk innsamlede data. Det gjøres en prediksjon av X_{k+1} basert på den tilgjengelige informasjon.

Det understrekes at prediksjonsintervallet ikke skal oppfattes som operasjonelle akseptkriterier. Intervallet er å forstå kun som en screeningmetode slik at en får fokus der en bør. Tallene kan gi utslag uten at det nødvendigvis betyr en reell forverring i forhold til tidligere år – én større lekkasje kan sies å være minst like alvorlig som flere mindre. Tallene uten en forståelse av hva som ligger bak dem er av begrenset verdi.

6.3 Matematisk formulering, løpende gjennomsnitt av antall hendelser siste 3 år

I RNNP presenteres indikatorverdier basert på løpende gjennomsnittsverdier for de siste 3 år. Dette fører til mindre variasjon i indikatorverdiene per år enn når man presenterer indikatorverdier for hvert enkelt år. Matematisk fører dette til at prediksjonsintervallene for 3 års gjennomsnittsverdier blir smalere enn prediksjonsintervaller for hvert enkelt år ville blitt.

Dersom eksempelet ovenfor hadde blitt brukt, ville indikatorverdien for 2011 ha blitt gjennomsnittsverdien for perioden 2009-2011, i dette tilfelle 6. Videre ville verdiene for 2012 og 2013 blitt henholdsvis 6 og 7,67.

Matematisk kan et prediksjonsintervall for gjennomsnittet av perioden 2011-2013 da beskrives som

$$\frac{x_{2011} + x_{2012} + X_{2013}^*}{3} \pm \frac{1,645}{3} \sqrt{X_{2013}^*} = 6,7 \pm 1,4$$

der det siste leddet betegner hvor langt ut på hver side av gjennomsnittsverdien man kan komme før en endring anses å være statistisk signifikant. Verdien 1,645 hentes fra statistiske tabeller, og kan benyttes til å beregne intervallbredde når det er 90 % sannsynlighet for at den observerte verdien vil være innenfor dette intervallet. Dette forutsetter at normalfordeling er en god tilnærming til Poisson-fordeling. Dermed kan man konkludere med at når løpende treårig gjennomsnitt for 2011-2013 observeres å være 7,67 så er observasjonen innenfor prediksjonsintervallet, og ingen statistisk trend er påvist.

6.3.1 Matematisk formulering, antall hendelser per innretningsår

For å ta hensyn til skalering i forhold til for eksempel antall innretningsår, antall brønner, antall arbeidstimer og lignende kan en justere prediksjonen og parameteren i Poisson-fordelingen. Antall hendelser kan som eksempel normaliseres i forhold til antall innretningsår. Disse målingene uttrykkes som antall hendelser per innretningsår og prediksjonen blir på samme form, eventuelt multiplisert med antall innretningsår for å få en prediksjon for selve antallet. Antall hendelser betraktes fortsatt å være Poisson-fordelt, med en parameter som er proporsjonal med antall innretningsår.

6.3.2 Matematisk formulering, vektet indikator

En vektet indikator består av antall hendelser i hver kategori ganget med tilhørende vekt basert på hendelsens alvorlighetsgrad.

Hvis for eksempel gjennomsnittlig antall registrerte hendelser for en gitt DFU i perioden er 15, og vektledet v er 0,001, benyttes

$$X_{k+1} \sim \text{Po}(15) \approx N(15, 15)$$

som angir at X_{k+1} er poisson-fordelt med forventningsverdi 15, og at denne fordelingen er tilnærmet lik normalfordeling med forventningsverdi og varians 15. Merk at det må sjekkes at antagelsen om normaltilnærming er oppfylt for at metoden skal kunne benyttes.

Da er produktet ($X_{k+1} \cdot v$) også normalfordelt, og transformasjon til standardnormalfordeling gir

$$Z = \frac{vX_{k+1} - E(vX_{k+1})}{\sqrt{\text{Var}(vX_{k+1})}} = \frac{vX_{k+1} - 0,001 \cdot 15}{\sqrt{0,001^2 \cdot 15}} = \frac{vX_{k+1} - 0,015}{0,00387}$$

For et 90 % prediksjonsintervall finnes verdien $z = 1,645$ i tabell for standardnormalfordeling. Det gir grensene

$$0,015 \pm 1,645 \cdot 0,00387 = [0,0087, 0,0214]$$

6.3.3 Matematisk formulering, vektet indikator basert på 3 års rullerende gjennomsnittsverdier

Som beskrevet ovenfor baseres indikatorene i RNNP på løpende gjennomsnittsverdier for de siste 3 år.

Følgende formel benyttes dermed for en vektet indikator for år k , basert på 3 års rullerende gjennomsnitt.

Indikatoren beregnes som

$$\frac{vx_{k-2} + vx_{k-1} + vx_k}{3}$$

Forventningsverdien for 3 års rullerende gjennomsnitt for år $k+1$ blir dermed

$$E\left(\frac{vx_{k-1} + vx_k + vX_{k+1}}{3}\right) = \frac{v}{3} \left(x_{k-1} + x_k + \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k} \right)$$

mens variansen blir

$$\text{Var}\left(\frac{vx_{k-1} + vx_k + vX_{k+1}}{3}\right) = \frac{v^2}{3^2 k} \sum_{i=1}^k x_i$$

Dermed beregnes prediksjonsintervallet som

$$\frac{v}{3} \left(x_{k-1} + x_k + \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{k} \right) \pm \frac{1,645}{3} \sqrt{\frac{v^2}{k} \left(\sum_{i=1}^k x_i \right)}$$

dersom antakelsen om normalfordeling kan benyttes.

6.3.4 Matematisk formulering, barrieredata

Følgende metode kan brukes for prediksjon av feilandel for barrieretestdata. Antall feil Y i løpet av n tester neste år er binomisk fordelt, og kan predikeres basert på data fra foregående år, som anses å være relevante for situasjonen neste år.

Som et eksempel, la oss si at gassdetektor-tester på en innretning har hatt en feilandel på 2 % de foregående 5 år, og at det planlegges 500 tester kommende år.

$$Y \sim \text{bin}(0,02, n=500)$$

angir at Y er binomisk fordelt med parametre for feilandel og antall tester.

Det brukes en normalapprosimasjon av den binomiske fordelingen til Y for å finne et tilnærmet 90 % prediksjonsintervall for andel feil kommende år:

$$\hat{p} \pm 1,645 \sqrt{\frac{1}{n} \hat{p}(1 - \hat{p})} = 0.02 \pm 0,0063 = [0,014, 0,026]$$

7. Spørreskjema og Kvalitative studier

Kvalitative studier og spørreskjemadata i RNNP benyttes for å utdype kvantitative sider av risikobildet, kartlegge ansattes subjektivt opplevde risiko, undersøke folks opplevelse av HMS forhold, kartlegge kvaliteten på ulike styringssystemer for HMS i næringen og praktiseringen av dem. Målet er å identifisere utfordringer knyttet til HMS (for eksempel problemer som ikke er kartlagt eller som det mangler tiltak på) som næringen kan gripe fatt i. Tema og spørsmål i forbindelse med disse undersøkelsene skal drøftes med partene, det vil si arbeidsgiverorganisasjonene og arbeidstakerorganisasjonene, i petroleumsvirksomheten.

7.1 Metodetriangulering

Innenfor samfunnsvitenskapen er det vanlig å bruke ulike innfallsvinkler og metoder for å belyse et fenomen; såkalt metodetriangulering. Målet med metodetriangulering i RNNP er å kombinere kvantitative og kvalitative data slik at de utfyller hverandre på en god måte. En vanlig framgangsmåte er å bruke kvantitative data som utgangspunkt for mer kvalitative undersøkelser, men det kan være like relevant å undersøke mer kvalitative observasjoner i kvantitative undersøkelser.

De vanligste metodene ved metodetriangulering er:

- Intervjuer
- Feltarbeid og deltakende observasjon
- Arbeidsseminarer
- Litteratur/dokumentstudier
- Spørreskjemadata

7.2 Spørreskjemaundersøkelsen

Spørreskjemaundersøkelsen i regi av RNNP ble igangsatt fra og med 2001 og inkluderte et utvalg ansatte på norsk sokkel. I 2003 ble denne kartleggingen utvidet til å omfatte alle ansatte offshore. Fra og med 2005 ble ansatte på landanlegg underlagt Ptils myndighetsområde også inkludert. Undersøkelsen på landanleggene ble utformet så lik som mulig den som gjøres offshore, blant annet med tanke på sammenligning, men en del justeringer ble gjort for å fange opp spesifikke forhold på landanleggene. I hovedsak består spørreskjemaet av følgende hovedbolker:

- Demografiske data (kjønn, utdanning, alder, innretning, selskap, ansiennitet osv.)
- HMS spørsmål (opplevelse og oppfatninger av HMS prioritering i det daglige)
- Opplevd risiko
- Rekreasjonsforhold
- Arbeidsmiljø (fysisk og psykososialt)
- Restitusjon og hvile
- Sykdom og skader
- Helseplager
- Arbeidsevne

Spørsmålene som ligger inne er i) basert på litteraturgjennomgang av eksisterende verktøy for studier av HMS-klima ii) utviklet spesielt for å sikre en bransjespesifikk forankring – noe som også er anbefalt i forskningslitteraturen, og iii) etter innspill fra partene i industrien. Spørreskjemaundersøkelsen er svært omfattende og gir unike monitoreringsdata av en hel næring. Den utgjør dermed et viktig datatilfang om HMS-tilstanden på norsk sokkel både for myndigheter, næringen og som datagrunnlag for forskning. Dataene gir mulighet for å følge HMS nivået over tid, gjøre sammenligninger på tvers av bransjer, innretninger/anlegg, operatør/entreprenør/under-leverandører, stillinger, verv osv. Etter hver kartlegging legges det ut hovedresultater på internett i tabellform for hele sokkelen/landanleggene og det ble ved kartleggingen i 2009/2010

utformet innretnings-/anleggsspesifikke resultatrapporter. I tillegg er det mulig for selskapene å bestille analyser og sammenstillinger av dette materialet etter eget behov.

7.2.1 Utvalg og svarprosent

For at man skal kunne uttale seg så sikkert som mulig om HMS-nivået er det viktig med en høy svarprosent – noe som alltid er en utfordring i denne typen undersøkelser. Det er dermed viktig med en god forankring hos partene og internt i selskapene i petroleumsvirksomheten. For å sikre seg en så god oppslutning som mulig er det viktig med god informasjon underveis og at man gjennomfører undersøkelsen etter strenge konfidensialitetskrav. Svarprosenten har i de tidligere undersøkelsene vært på mellom 30 og 55 %. Selv om dette er noe lavere enn ønskelig, regnes det som tilfredsstillende med så store utvalg – så sant ikke svarfordelingen er skjev. Det har derfor utviklet seg en praksis hvor utvalget vurderes opp mot kjente data om populasjonen slik som: Antall helikopterpassasjerer, selskapenes rapportering om produserte arbeidstimer, innretning/anleggssnivå, type innretning, forholdet mellom antall operatør og entreprenøransatte, andre kjente demografiske kjennetegn og ellers opp mot andre tilsvarende undersøkelser.

7.2.2 Analyser og tolkninger

Statistiske analyser av data fra spørreskjemaundersøkelser må gjennomføres av kompetent personell. Det er lett å gå vill i jungelen av analyseteknikker, spesielt i vår tid med avansert programvare som på et overfladisk plan gjør det enkelt å gjennomføre komplekse analyser. I noen tilfeller brytes fundamentale forutsetninger for analysene som gjennomføres, og i andre tilfeller utnyttes ikke potensialet i data på en god måte.

Den største utfordringen er likevel knyttet til tolkningen av resultatene. Hvordan skal statistisk signifikante sammenhenger eller gruppeforskjeller forstås? Hvilken *mening* har resultatene? For å besvare disse spørsmålene er det kritisk at man besitter god kunnskap om respondentenes arbeidssituasjon og rammebetingelser, og det er i denne fasen at verdien av kombinasjonen spørreskjema/kvalitative intervju virkelig viser seg. Kvalitative intervju kan danne et viktig grunnlag for utformingen av spørreskjemaet, men statistiske analyser av data fra spørreskjemaundersøkelser kan også være et verdifullt utgangspunkt for intervjuet.

Analyser av store mengder data innebærer bruk av avanserte statistiske teknikker. Samtidig er det et uttalt mål for undersøkelsen at resultatene og rapporten skal kunne leses og forstås av personer uten skoloring i statistikk eller samfunnsvitenskapelig metode. Gjengivelse av resultater gjøres dermed uten bruk av for mye fagterminologi. I de tilfellene hvor det er vanskelig å unngå teknisk sjargong forklares begrepene betydning så enkelt som mulig. Resultater fra store spørreskjemaundersøkelser kan lett oppfattes som et objektivt uttrykk for "hvordan ting egentlig er". Vi reserverer oss mot en slik forståelse av flere grunner. For det første er ikke utformingen av spørsmål "objektiv". Dersom spørsmålene hadde blitt formulert av andre er det rimelig å tro at spørreskjemaet ville vært annerledes. Ulike måter å formulere spørsmålene på er naturligvis bestemmende for hvilke svar man får. For det andre kan data analyseres på ulike måter. Spørreskjemaet inneholder så mange enkeltspørsmål at antall mulige analyser er nesten uendelig, så man er nødt til å gjøre et utvalg analyser og dermed begrense seg. For det tredje vil forståelsen av analysene variere avhengig av hvilket perspektiv man betrakter dem fra. Resultater som for en observatør tilsier at HMS-forholdene er tilfredsstillende vil av en annen tolkes som et uttrykk for store forbedringsmuligheter. Spørreskjemaet er ellers utviklet og testet ut i henhold til anerkjente metodeprinsipper, og data er analysert ved hjelp av standard programvare og velkjente statistiske teknikker. Leserne og brukerne av resultatene inviteres videre til kritisk refleksjon og egne tolkninger av resultatene basert på sine egne bakgrunnskunnskaper om HMS-forholdene i norsk petroleumsvirksomhet. Dette betyr ikke at alle tolkninger er like gode, men at resultatene med fordel kan forstås i en ramme som tar hensyn til lokale utfordringer og særtrekk. Dette er sannsynligvis det beste utgangspunktet for forbedringsarbeidet på den enkelte arbeidsplass. For å gi selskapene

best mulig innblikk i bakgrunn for eventuelle faktoranalyser har Ptil valgt å gi frekvensfordelinger fra alle enkeltvariabler i spørreskjemaet.

7.3 Kvalitative metoder

I regi av RNNP gjennomføres det hvert år en kvalitativ studie. Hensikten er å utdype det mer kvantitative bildet på HMS og risiko, og for å designe studier som går mer i dybden på ulike forhold ved HMS-tilstanden. En kvalitativ metodikk gir oss tilgang til de ulike aktørenes tolkninger av HMS-tilstanden og er for eksempel hensiktsmessig for å få innblikk i ulike maktforhold som kan påvirke HMS-arbeidet i virksomheten, eller identifisere organisatoriske og kulturelle årsaksforhold knyttet til storulykker.

På samme måte som med statistiske analyser av data fra spørreskjemaundersøkelser, må kvalitative analyser gjennomføres av faglig kompetent personell som kan bidra med teoretiske modeller og begrepsapparat. Teoretiske bidrag anvendes som utgangspunkt i design av studier med valg av metode, utvikling av forskningsspørsmål som skal anvendes, hypotesetesting underveis under datainnsamlingen, og i analyse og sammenstilling av innsamlede data. De vanligste kvalitative metodene som benyttes er:

- Feltarbeid og deltakende observasjon
- Intervju
- Dokumentanalyse
- Gjennomgang rapporter (granskingsrapporter, tilsynsrapporter, mv.)
- Kombinasjoner av disse metodiske strategiene.

7.3.1 Feltarbeid og deltakende observasjon

I forhold til feltarbeid og observasjon legges det vekt på en kombinasjon av observasjon og delvis deltakelse i samhandlingsprosesser, samt samtaler og intervju med informantene. I den grad det er mulig tilstrebes det å gjennomføre slike kvalitative studier på informantenes arbeidsplass. Disse metodene krever en svært bevisst tilnærming fra forskernes side både i forhold til hvordan man innhenter og ivaretar data, samt formidler resultater. Her vil det også være viktig å registrere utsagn, ikke-verbal atferd og samhandling som kan gi supplerende informasjon om informantenes intensjoner og grunnleggende verdier.

For å ivareta en god kvalitativ analyse er det ønskelig at forskerne tilstreber å få fram et mangfold av synspunkter og fortolkninger. I formidlingen av resultater vil det videre være viktig å skille mellom to representasjonsnivå:

- Informantenes egen forståelse og
- forskernes tolkninger av informantenes representasjoner

Dette innebærer å synliggjøre hvilke informanter som sier hva uten av dette går på bekostning av konfidensialitetshensyn. Det vil også være viktig å få fram hvor mange det er som mener hva og hvorfor – uten at kvantifisering av meninger blir hovedpoenget. Denne typen metoder bør ikke bli for deskriptive, men søke å identifisere de mer overordnede sosiale mønstrene i datamaterialet, hvordan disse utspiller seg og eventuelle avvik.

7.3.2 Intervju

Hensikten med intervjuer er primært å få utdypende kunnskap om ett eller flere fenomen og i dette tilfelle om HMS forhold og tolkninger knyttet til risikoutviklingen i norsk petroleumsvirksomhet. Videre ønsker man å danne seg et bilde av rådende oppfatninger og tolkninger, og hvordan disse endrer seg over tid. Intervjustudier omfatter som oftest et mindre utvalg informanter. Hensikten med en slik tilnærming vil derfor ikke være å lage statistikk eller finne prosenter og frekvenser over svarene, men gi mulighet for en grundigere gjennomgang av aktuelle tema, avdekke nye problemområder eller å søke etter

forklaringer på forandringer i risikobildet. For eksempel vil intervjuer kunne bidra til å gi oss bedre forståelse på hvorfor noen kvantitative risikoindikatorer har vist en økende tendens eller hvorfor en uventet stor del av de ansatte avgir en viss type svar i forbindelse med spørreskjemaundersøkelser.

Man skiller gjerne mellom åpne og (semi)strukturerte intervjuer. De første brukes ofte hvis tema er uavklart, hvis man ønsker å fange opp problemstillinger man ikke har tenkt på, eller om man vil gjennomføre ekspertintervjuer eller intervjuer med nøkkelinformanter. Semistrukturerte intervjuguider benyttes hvis man har en forholdsvis klar oppfatning av hvilke tema og problemer det er som er relevante, men også slike intervjuer bør være "åpne", i den forstand at de fanger opp nye problemstillinger eller tar hensyn til informantenes oppfatninger.

I den kvalitative studien må representativitet ivaretas i forbindelse med utvalg av informanter. Det er derfor viktig at man avklarer hvem det er som skal intervjues, hvor representanter fra relevante organisatoriske nivå, organisasjoner, selskaper og organisasjonsenheter må være representert. Hvis man ønsker å gjennomføre større spørreskjemaundersøkelser overfor de ansatte, vil det være mest hensiktsmessige å begrense intervjuene til spesielle grupper som f.eks. ledere, tillitsvalgte, verneombud, HMS-personell og operativt personell. Intervjuer med informanter fra ulike organisatoriske enheter, selskaper eller organisasjoner gir sammenlikningsgrunnlag for å avdekke om det er ulike fortolkninger av uttalelser, atferd, hendelser eller HMS-nivå i petroleumsvirksomheten. Aktørene er posisjonert ut fra bransje, selskap, stilling, verv, tidligere erfaringer osv. Slike posisjoner gir ofte ulike tolkninger og opplevelser av virkeligheten. Eksempler på utvalg av informanter i forbindelse med et feltarbeid på bore- og brønnoperasjoner kan være: Operatørselskap: Prosjektleder fra landorganisasjon, Plattformsjef, operasjonsleder, boresjef, ansatte i ulike disipliner. Entreprenørselskap (boring/brønn): boreleder, borer, assisterende borer, brønnsjef, dekksmannskap, sementer, kabeloperatør. I tillegg vil det ofte være relevant å intervjuer verneombud, HMS-leder(e) og fagforeningsrepresentanter i de ulike selskapene.

De første intervjuene som gjennomføres uansett om man benytter en åpen eller strukturert form, bør være forholdsvis "åpne". Man vil da lettere kunne forsikre seg om at relevante problemstillinger blir fanget opp. Her kan det være naturlig å starte med personer som allerede har eksponert seg i risikodebatten. Vi tenker da særlig på representanter for partene, samt HMS- og risikoeksperter. Hensikten med å starte med denne målgruppen er todelt: for det første er det viktig å få kartlagt deres mening om risikonivået, og for det andre er det viktig at de uttaler seg om og eventuelt korrigerer en mer strukturert intervjuguide.

7.3.3 Dokumentanalyse – revisjoner og rapporter

I arbeidet med å utvikle gode risikoindikatorer vil en del viktige data kunne hentes fra forskjellige typer skriftlig materiale, dokumenter og rapporter. Dette kan være rapporter fra gjennomgang av selskapsinterne sikkerhetsstyringssystemer og egenrevisjoner, forsknings- og revisjonsrapporter, samt granskningsrapporter.

Ptil gjennomfører hvert år et stort antall revisjoner. Rapportene fra disse revisjonene kan innen ulike tema gi nyttig informasjon om aktuelle problemstillinger i næringen. Et eksempel er å fange opp nye problemstillinger og trender i forbindelse med omstilling og nedbemanning. Et metodisk problem med disse rapportene er at de ikke så lett lar seg kategorisere tematisk. Noen rapporter holder seg på et overordnet nivå, hvor problemstillingene kan være aktuelle for flere selskaper, mens andre er mer detaljert og spesifikke for det enkelte selskap og den enkelte plattform.

I tillegg til Ptils revisjonsrapporter finnes det også en rekke selskapsinterne rapporter. Dette kan enten være egenrevisjoner, eller kartlegginger og revisjoner utført av eksterne konsulenter. Slike kartlegginger utføres ofte i forbindelse med evaluering av

styringssystemer på HMS eller kvantitative risiko- og konsekvensanalyser. Denne type undersøkelser vil som regel kunne avdekke en del viktige risikoforhold.

En annen kilde til å avdekke svikt i styringssystemer er gode granskningsrapporter etter hendelser. En systematisk gjennomgang av slike rapporter vil kunne bidra til å avdekke bakenforliggende forhold og forklare evt. trender i hendelsene.

Forskningsrapporter er selvfølgelig også en meget viktig kilde. Som nevnt under avsnittet om intervju, er det tidligere gjennomført flere forskningsundersøkelser om kvalitative risikoindikatorer. Her ligger det mye viktig informasjon, ikke minst når man ønsker å kartlegge hvorledes risikonivået utvikler seg over tid.

7.4 Avslutning

Bruk av ulike metoder for å belyse en problemstilling er en anerkjent fremgangsmåte innen samfunnsvitenskapene, og kombinasjonen av kvalitative og kvantitative tilnærminger kan danne et solid underlag for å si noe om ansattes opplevelse av sin situasjon. Bruken av spørreskjema i RNNP har vist seg å bli en svært nyttig metode, men forutsetter imidlertid at man arbeider videre med følgende problemstillinger:

- Avgrensning av spørreskjemaet i forhold til prosjektets hovedmålsetning og andre metoder som skal benyttes
- Vurdering av spørreskjemaets egnethet, eventuelle justeringer og revideringer
- Praktiske forhold knyttet til gjennomføring av undersøkelsen
- Kompetente analyser og tolkninger basert på kjennskap til statistisk metode og inngående kjennskap til industrien
- Kvantitative kartlegginger bør følges opp med mer kvalitative undersøkelser, samt analyser av forskjellige typer rapporter og annet skriftlig materiale. Det gjennomføres kontinuerlige evalueringer av metodebruk og egnethet; hva de ulike metodene tilfører prosjektet underveis og om det er behov for justeringer, eksempelvis revideringer som ivaretar endringer i næringen og at nye HMS-utfordringer kanskje krever nye metodiske tilnærminger. Vi ser det derfor som sentral og kontinuerlig vurdere følgende forhold: Utvikle både de kvantitative og kvalitative undersøkelsene i samarbeid med partene i næringen (arbeidstaker- og arbeidsgiverorganisasjoner)
- Evaluere hvordan spørreskjemaundersøkelsen og de kvalitative studiene er relatert til de andre studiene og dataene som innhentes til RNNP-rapporten.

8. Referanser og bakgrunns litteratur

DNV Technica (1995): An overview of risk levels in the offshore industry on the UK Continental shelf (1994), HSE Offshore Technology reports OTH 94 458, HMSO

Kvitrud, Arne, 2007: Metoderapport - Vekting av hendelser på konstruksjoner og marine systemer i RNNS, Ptil, 2007

Kvitrud, Arne, Kvitrud, Erlend Kulander 2012: Metoderapport - vekting av hendelser på konstruksjoner og maritime systemer (DFU8) i RNNP, Ptil, 2012

Norsk olje og gass, (2013). 135 – Guidelines for Classification and Categorization of well control incidents and well integrity incidents, Rev 01, 20.06.2013

OD. 2001a. Pilotprosjektrapport, 2000, OD, april 2001

OD. 2001b. Pilotprosjektet, sammendragsrapport, 2000, OD, april 2001

OD. 2001c. Risikonivå norsk sokkel, vurdering av status og trender. Metoderapport, Stavanger, mai 2001

Preventor, 2001: Preventors arkiv over dødsulykker, 2001

Safetec, SINTEF og Preventor/UiS, 2007. *Operational risk analysis, Total analysis of physical and non-physical barriers BORA handbook*, Rev 00., 2007-06-29

Vinnem, J. E. og Vinnem, J. E. 1998: *Risk Levels on the Norwegian Continental Shelf*, Preventor, 25.8.1998.

WOAD, 1998: Worldwide Accident Database, statistical report 1998