



Universitetet
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Risikostyring	Vårsemesteret, 2015 Åpen
Forfatter: Hilde Kristin Vebenstad (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Roger Flage Veileder: Bjørnar Heide (Petroleumstilsynet)	
Tittel på masteroppgaven: Metodeutvikling for RNNP - Storulykkeindikatorer og visualisering av resultater på operatør- og innretningsnivå Engelsk tittel: Improved methods for RNNP - Major hazard risk indicators and visualization of results for operator and installation level	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Risikonivå Risikoindikatorer Storulykke Barriereytelse Visualisering	Sidetall: 75 + vedlegg/annet: 42 Stavanger, 15.06.2015 dato/år

Sammendrag

RNNP er et måleverktøy som viser utviklingen av trender i risikonivået på norsk sokkel og de landanleggene som er underordnet Petroleumstilsynet (Petroleumstilsynet, 2013a). Bakgrunnen for oppgaven er at det var et behov for å få RNNP informasjon på et mer detaljert nivå. Formålet med oppgaven er å dele RNNP data, primært hendelses- og barriereindikatorer, inn etter operatør- og innretningsnivå, og se på utvikling av metoder for å kunne analysere, tolke og oppsummere resultatene av inndelingen. De statistiske utfordringene i forbindelse med å bruke RNNP på et mer detaljert nivå er lav hyppighet av hendelsesindikatorerne (DFUer) og forskjell i testintervall og antall tester for barriereelementer.

Metoden «screening for trender», basert på Kvaløy & Aven (2005), ble prøvd ut på DFUene. For barriereindikatorerne har det blitt prøvd ut to typer trendanalyser. Den ene er trendanalyse for hvert enkelt barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling), men det kan ofte være mer nyttig med informasjon om barriereelementet er under eller over bransjekravet, slik fokuset er i RNNP i dag. I den andre trendanalysen for barriereelementer (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) blir derfor bakgrunnskunnskaper om feilandel fra foregående år erstattet med bransjekravet til tilgjengelighet for hvert barriereelement. Her blir antall feil for barriereelementene i valgt år sammenlignet mot et prediksjonsintervall som er basert på at feilandelen for antall tester i valgt år ligger akkurat på bransjekravet til tilgjengelighet for de forskjellige barriereelementene. Sistnevnte trendanalyse har ikke vært gjort for RNNP data tidligere. Det ble også utarbeidet en oppsummering som skulle visualisere resultatene fra analyse og metodeutvikling av hendelses- og barriereindikatorer.

Nåværende metode for RNNP fungerer på stor operatør, og metoden screening for trender kan anvendes for stor og mellomstor operatør. Det har ikke blitt funnet en metode for å tolke DFUer for liten operatør og innretninger i denne oppgaven, på grunn av lav hyppighet av DFUer. Den første trendanalysen for barriereelementer kan anvendes dersom antagelser for normaltilnærming er oppfylt. For den nye barriereindikatoren kan alle innretninger som har registrerte tester (i valgt år) for de barriereelementene det gjøres analyse for tas med. Det å få informasjon om DFUer og barrierer samlet i en og samme figur har ikke vært gjort for RNNP informasjon tidligere, og det kan være nyttig for å kunne gjøre en mer helhetlig vurdering per operatør internt i Ptil.

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av masterstudium i risikostyring ved Universitetet i Stavanger. Oppgaven utgjør 30 studiepoeng og ble gjennomført våren 2015.

RNNP-arbeidet fanget min interesse allerede høsten 2014 gjennom et av fagene på studiet, og denne våren har jeg hatt gleden av å skrive masteroppgave gjennom Petroleumstilsynet om metodeutvikling for RNNP. Det har vært et lærerikt, spennende og utfordrende halvår, som jeg kan ta med meg videre inn i arbeidslivet.

Jeg vil med dette takke alle i Petroleumstilsynet og Safetec Nordic som har bidratt med tilgang til RNNP data og besvart praktiske spørsmål rundt den kvantitative behandlingen av RNNP-arbeidet. Jeg vil også takke familie for korrekturlesing.

Jeg vil spesielt takke

- Ekstern veileder Bjørnar Heide i Petroleumstilsynet som har kommet med gode råd og veiledning underveis i oppgaven.
- Roger Flage ved Universitet i Stavanger, som har anbefalt metoder, gitt god veiledning og gitt konstruktive innspill gjennom oppgaven.
- Bente Hallan, Kjell Marius Auflem og Torleif Husebø i Petroleumstilsynet for innspill til hva som var viktigst å fokusere på i oppsummeringsfigurer for resultater fra oppgaven.

Stavanger, juni 2015

Hilde Kristin Veбенstad

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	ii
Forord.....	iv
Innholdsfortegnelse	v
Figurliste.....	vii
Tabelliste	ix
1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Formål.....	2
1.3 Avgrensninger.....	2
1.4 Definisjoner og forkortelser.....	3
1.5 Oppbygging	5
2 Teoretisk bakgrunn.....	6
2.1 Risikonivå.....	6
2.2 Risikoindikatorer	8
2.2.1 Hendelsesbaserte indikatorer	9
2.2.2 Barriereindikatorer	10
2.2.3 Proaktive vs. reaktive indikatorer	11
2.3 Statistisk metode i RNNP	13
2.3.1 Vekting	13
2.3.2 Analyse av trender	14
2.3.3 Normalisering av hyppighet	16
2.4 Tolkning av data	17
2.5 Alternative trendanalyser for hendelser.....	19
2.5.1 Screening for trender.....	19
2.5.2 Testing for trender	20
2.5.3 Valg av prosedyre/test.....	21
2.6 Ny barriereytelsesindikator.....	22
3 Metodeutvikling.....	25
3.1 Inndeling av data.....	25
3.2 Analyse.....	28
3.3 Visualisering av hendelser, barrierer og vedlikehold	29

3.4 Arbeid i regneark/Excel	32
4 Resultater	38
4.1 Screening for trender	38
4.2 Analyse av barriereytelse.....	44
4.2.1 Ny barriereytelsesindikator	47
4.3 Oppsummering og visualisering	54
4.4 Rammeverk	60
4.4.1 Rammeverk DFUer	61
4.4.2 Rammeverk barrierer	63
5 Diskusjon	66
5.1 Analyse og metodeutvikling av hendelsesindikatorer.....	66
5.2 Analyse og metodeutvikling av barriereindikatorer	68
5.3 Oppsummering og visualisering	71
5.4 Videre arbeid.....	72
6 Konklusjon.....	73
Referanser	74
Vedlegg 1: Oversikt over hendelsesdata og normalisering av hyppighet	76
Vedlegg 2: Parametre for barrieredata - offshore	78
Vedlegg 3: Inndeling DFUer per operatør.....	80
Vedlegg 4: Inndeling barrieredata per operatør.....	90
Vedlegg 5: Resultater fra screening for trender.....	99
Vedlegg 6: Oppsummering og visualisering.....	107
Vedlegg 7: Prosedyre for oppdatering av regneark.....	116

Figurliste

Figur 1: Illustrasjon av fremgangsmetode for oppgaven.....	25
Figur 2: Antall produksjonsinnretninger	26
Figur 3: Antall hendelser 2004-2014.....	27
Figur 4: Symbolforklaring for visualiseringsfigur	30
Figur 5: Eksempel på figur for visualisering for DFU3	31
Figur 6: Eksempel på figur med antall hendelser og risikovekter for DFUer	33
Figur 7: Eksempel på figur med antall hendelser normalisert på innretningsår og arbeidstimer	34
Figur 8: Eksempelfigur Total- og midlere andel feil, gj.snittsverdier 2002-2014.....	35
Figur 9: Symbolforklaring for utslag fra screeningen	38
Figur 10: Op1 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11.....	40
Figur 11: Op4 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11.....	42
Figur 12: Op6 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11.....	43
Figur 13: Analyse av trend for barriereelementet branndeteksjon for operatør 1.....	44
Figur 14: Analyse av trend for barriereelementet branndeteksjon for operatør 4.....	45
Figur 15: Analyse av trend for barriereelementet branndeteksjon for operatør 6.....	45
Figur 16: Operatør 6 Gassdeteksjon.....	53
Figur 17: Symbolforklaring for visualiseringsfigur.....	54
Figur 18: Visualiseringsfigur Op1 for DFU1: Ikke-antent hydrokarbonlekkasje.....	55
Figur 19: Visualiseringsfigur Op1 for DFU2: Antent hydrokarbonlekkasje.....	56
Figur 20: Visualiseringsfigur Op1 for DFU3: Brønnhendelse/tap av brønnkontroll...	56
Figur 21: Visualiseringsfigur Op1 for DFU8: Skade på konstruksjoner.....	57
Figur 22: Visualiseringsfigur Op1 for DFU11: Evakuering.....	57
Figur 23: Arbeidstimer siste fem år for operatør 1, 4 og 6.....	58
Figur 24: Op1, 4 og 6 Forebyggende vedlikehold	58
Figur 25: Op1, 4 og 6 Korrektivt vedlikehold	59
Figur 26: Op1, 4 og 6 Antall merket utstyr totalt og HMS-kritisk	59
Figur 27: Innretning AR DFU1	60
Figur 28: Innretning AR Antall hendelser for DFU1, 3, 8 og 11	60
Figur V 1: Op1 DFU1-10 Antall hendelser	80
Figur V 2: Op1 DFU1-10 risikovektet	81
Figur V 3: Op 1 DFU1-10 Antall hendelser per innretningsår	82
Figur V 4: Op1 DFU1-10 Antall hendelser per million arbeidstime.....	83
Figur V 5: Op4 DFU1-10 Antall hendelser	84
Figur V 6: Op4 DFU1-10 Risikovektet	85
Figur V 7: Op4 DFU1-10 Antall hendelser per innretningsår	86
Figur V 8: Op4 DFU1-10 Antall hendelser per million arbeidstimer	87
Figur V 9: Op6 DFU1-10 Antall hendelser og risikovektet.....	88
Figur V 10: Eksempel på gjennomsnitt Op1, 4 og 6 vs. gjennomsnitt norsk sokkel...	89

Figur V 11: Op1 Total- og midlere andel feil 2002-2014	90
Figur V 12: Op1 total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder	91
Figur V 13: Op1 Total andel feil med prediksjonsintervall.....	92
Figur V 14: Op4 total- og midlere andel feil 2002-2014	93
Figur V 15: Op1 total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder	94
Figur V 16: Op4 Total andel feil med prediksjonsintervall.....	95
Figur V 17: Op6 Total- og midlere andel feil 2002-2014	96
Figur V 18: Op6 Total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder	97
Figur V 19: Op6 Total andel feil med prediksjonsintervall.....	98
Figur V 20: Symbolforklaring for Screening for trender.....	99
Figur V 21: Op1 Arbeidstimer	107
Figur V 22: Op1 Vedlikehold	107
Figur V 23: Symbol for visualiseringsfigur	108
Figur V 24: Op4 Visualisering DFU1.....	108
Figur V 25: Op4 Visualisering DFU2.....	109
Figur V 26: Op4 Visualisering DFU3.....	109
Figur V 27: Op4 Visualisering DFU8.....	110
Figur V 28: Op4 Visualisering DFU11	110
Figur V 29: Op4 Arbeidstimer	111
Figur V 30: Op4 Vedlikehold	111
Figur V 31: Op6 Visualisering DFU1.....	112
Figur V 32: Op6 Visualisering DFU2.....	113
Figur V 33: Op6 Visualisering DFU3.....	113
Figur V 34: Op6 Visualisering DFU8.....	114
Figur V 35: Op6 Visualisering DFU11	114
Figur V 36: Op6 Arbeidstimer	115
Figur V 37: Op6 Vedlikehold	115

Tabelliste

Tabell 1: Definisjoner.....	3
Tabell 2: Forkortelser	4
Tabell 3: Screening for trender operatør 1	39
Tabell 4: Screening for trender operatør 4	41
Tabell 5: Screening for trender operatør 6	42
Tabell 6: Antall innretninger over bransjekrav	46
Tabell 7: Bransjekrav innretning AR.....	47
Tabell 8: Op6 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriererelementer inkludert.....	48
Tabell 9: Op4 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriererelementer inkludert.....	49
Tabell 10: Op1 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriererelementer inkludert.....	49
Tabell 11: Op1 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriererelementer inkludert.....	50
Tabell 12: Op4 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriererelementer inkludert.....	51
Tabell 13: Op6 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriererelementer inkludert.....	51
Tabell 14: Op1 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor	52
Tabell 15: Op4 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor	52
Tabell 16: Op6 barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor	52
Tabell 17: Alle produksjonsinnretninger barrierelytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor.....	53
Tabell 18: Rammeverk for metoder for analyse av trender for DFUer.....	62
Tabell 19: Rammeverk for metoder for analyse av trender for barrierer.....	64
Tabell V 1: Oversikt over hendelsesdata.....	76
Tabell V 2: Oversikt over barrieredata.....	78
Tabell V 3: Op1 Screening for trender 2004-2014	99
Tabell V 4: Op4 Screening for trender 2004-2014	101
Tabell V 5: Op6 Screening for trender 2004-2014	104

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

På siste del av 1990-tallet var det stor uenighet blant partene i petroleumsnæringen om risikonivået på norsk sokkel var synkende eller ikke (Vinnem et al, 2006). Det var få innretninger på norsk sokkel som hadde oversikt over risikonivået om bord på kontinuerlig eller på hyppig basis. En av grunnene til dette er at kvantitative risikoanalyser (QRA) blir oppdatert med flere års mellomrom, og dette var ofte den eneste oversikten over risikonivået de hadde (Øien, 2001). Representanter for fagforeningene og myndighetene var opptatt av at risikonivået var økende i petroleumsvirksomheten, mens selskapenes ledelse og deres representanter hevdet det motsatte (Vinnem et al., 2006). Myndighetene var derfor usikre hvordan de skulle tolke situasjonen og det var et tydelig behov for å systematisere informasjonen om sikkerhetssystemene på norsk sokkel (Vinnem et al., 2006). I 1999/2000 satte Oljedirektoratet (OD), nå Petroleumstilsynet (Ptil), i gang utviklingen av prosjektet RisikoNivå i Norsk Petroleumsvirksomhet (RNNP) (Vinnem et al., 2006). RNNP er et måleverktøy som viser utviklingen av trender i risikonivået på norsk sokkel og de landanleggene som er underordnet Ptil (Petroleumstilsynet, 2013a). For å måle trender for risikonivået anvendes en blanding av hendelsesbaserte- og barriereindikatorer i RNNP (Vinnem, 2010). Ut fra en kombinasjon av disse indikatorene og informasjonen fra de kvalitative analysene skal en få en best mulig forståelse av utviklingen av risikonivået på norsk sokkel. Arbeidsomfanget for RNNP var begrenset i starten, og en av målsetningene med pilotprosjektet var å prøve ut den valgte metoden (Oljedirektoratet et al., 2001). Det var tidlig i prosjektet konkludert med at en fasevis utvikling burde anvendes ut fra kunnskap om at det er bedre å starte enkelt og heller utvikle med erfaringer over tid (Oljedirektoratet et al., 2001). I dag er ikke RNNP-arbeidet lengre et prosjekt, men etablert som en fast oppgave i Ptil (Petroleumstilsynet, 2013b). RNNP skal bidra til en omforent forståelse blant partene om utviklingen i risikonivået (Petroleumstilsynet, 2014a). Ptil bruker også konklusjonene fra RNNP som en viktig basis for planlegging av tilsyn og for utviklingen av regelverk (Petroleumstilsynet, 2013b).

Petroleumstilsynet fører tilsyn med alle aktørene i petroleumsnæringen, og tilsynsansvaret gjelder for hele livssyklusen i petroleumsvirksomheten, alt fra leteboring, utbygging og drift fram til nedstenging og fjerning (Petroleumstilsynet, s.a.). Ptil har det som kalles risikobasert tilsyn, som vil si at Ptil prioriterer tilsyn hvor

risikoen har vist seg å være størst (Petroleumstilsynet, s.a.). Ansvar for tilsynet er organisert i seks ulike lag som har ansvar for hver sin portefølje av aktører, heretter referert til som tilsynslag. Hvert tilsynslag har hver sin tilsynskoordinator med produktansvar og formell vedtaksmyndighet, og alle tilsynslagene er satt sammen med relevante fagfolk fra Ptils organisasjon (Petroleumstilsynet, s.a.). I RNNP rapporten som blir gitt ut hvert år ligger det mye informasjon om risikonivået på norsk sokkel og landanleggene, hvor fokuset er å gi oversikt over risikonivået for hele petroleumsnæringen - ikke på et mer detaljert nivå som operatør- og innretningsnivå. Det er statistiske utfordringer ved å bruke RNNP på et mer detaljert nivå, da det blir mindre data. Det er likevel et behov for å få RNNP informasjon inndelt etter mer detaljert nivå, og det var ønskelig å finne en metode hvor resultater fra inndelingen kan tolkes på en god måte, slik at resultater fra inndeling av RNNP informasjon enklere kan anvendes internt i Ptil.

1.2 Formål

Formålet med masteroppgaven er å:

- Utvikle metode som kan bidra til at Petroleumstilsynet kan analysere og tolke RNNP data (primært hendelses- og barriereindikatorer) på et mer detaljert nivå, som på operatør - og innretningsnivå.
- Finne en intuitiv og enkel måte å visualisere resultatene fra inndeling og analyse av hendelses- og barriereindikatorer.

1.3 Avgrensninger

RNNP inneholder mye kvantitativ og kvalitativ informasjon og for å begrense omfanget fokuserer oppgaven mest på den kvantitative delen av RNNP og indikatorer for storulykkesrisiko på norsk sokkel. Oppgaven tar også utgangspunkt kun i informasjon som allerede er tilgjengelig for RNNP-arbeidet. Data for ytelse av barrierer og vedlikehold er begrenset til produksjonsinnretninger. Normaliseringsparametere for innretningsår og arbeidstimer er kun delt inn etter produksjonsinnretninger og flyttbare innretninger.

1.4 Definisjoner og forkortelser

Tabell 1: Definisjoner

Definisjoner	
Barriere	«Tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementer som enkeltvis eller i sammen skal redusere muligheten for at konkrete feil, fare- og ulykkessituasjoner inntreffer, eller som begrenser eller forhindrer skader/ulemper» (Petroleumstilsynet, 2013c, s.6)
Barriereelement	«Tekniske, operasjonelle eller organisatoriske tiltak eller løsninger som inngår i realiseringen av en barrierefunksjon» (Petroleumstilsynet, 2013c, s.6)
Barrierefunksjon	Oppgaven eller rollen til en barriere (Petroleumstilsynet, 2013c)
Bransjekrav til tilgjengelighet	«Tilgjengelighetskrav for sikkerhetskritiske systemer, hvor det er referert til Statoils interne retningslinjer definert i dokumentet Safety critical failures, (HES)», (Statoil, 2009) referert til i Petroleumstilsynet (2014a, s.124)
FAR	Antall omkomne per 100 millioner eksponerte timer (når beregnet ut fra inntrufne dødsfall) eller statistisk forventet antall omkomne per 100 millioner eksponerte timer (når beregnet ut fra risikoanalyse), $FAR = \frac{PLL * 10^8}{POB_{gj.sn} * 8760}$, (Petroleumstilsynet, 2014a, s.11)
HMS-kritisk	Ved feil (tap av funksjon) har komponent/utstyret konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet (Petroleumstilsynet, 2015, s.9)
POB _{gj.sn.}	Gjennomsnittlig antall personer om bord i året (Petroleumstilsynet, 2014a)
Risiko	Risiko kan angis som (C, U), hvor C er fremtidige konsekvenser av aktiviteten som betraktes, og U uttrykker at C er ukjent (Aven & Krohn, 2014)
Storulykke	«En akutt hendelse, for eksempel et større utslipp, en brann eller en eksplosjon, som umiddelbart eller senere medfører flere alvorlige personskader og/eller tap av menneskeliv, alvorlig skade på miljøet og/eller tap av større økonomiske verdier». (Petroleumstilsynet, 2013c, s.6)

Definisjoner	
Tag	«En unik kode som definerer den funksjonelle plasseringen og funksjonen til en fysisk komponent i et anlegg. Funksjonell plassering henviser kun til hvor komponenten inngår i et system, ikke den presise fysiske posisjonen» (Petroleumstilsynet, 2015, s.10).
Tilsynslag	Ptil har organisert ansvaret for tilsyn i seks ulike lag som har ansvar for hver sin portefølje av aktører (Petroleumstilsynet, s.a.).
Ytelse (av barrierer)	Integritet (pålitelighet, tilgjengelighet), effektivitet (kapasitet, tid) og sårbarhet (motsatt av robusthet) (Petroleumstilsynet, 2014b, s.11)

Tabell 2: Forkortelser

Forkortelser	
DFU	Definerte fare- og ulykkessituasjoner
FAR	Fatal accident rate
FV	Forebyggende vedlikehold
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
KV	Korrigerende vedlikehold
MAF	Midlere andel feil (for barriereelementer)
NUI	Normalt ubemannede innretninger
OD	Oljedirektoratet
PLL	Potential loss of life
Ptil	Petroleumstilsynet
QRA	Kvalitativ risikoanalyse
RNNP	Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet
TAF	Total andel feil (for barriereelementer)

1.5 Oppbygging

Før en går inn på inndeling av RNNP data og metodeutvikling, bør en ha kjennskap til hvordan RNNP gjøres i dag. Kapittel 2 inneholder derfor teoretisk bakgrunn for oppgaven, hvor relevant teori, begreper, den statistiske metoden som brukes for RNNP i dag og alternative analysemetoder blir forklart.

Kapittel 3 beskriver metodeutvikling og hva som har vært gjort underveis for å komme frem til forslag for metode for inndeling av RNNP data og analyse av data.

I kapittel 4 presenteres resultatene fra analysene som har utført, visualiseringsfigur for hendelses- og barriereindikatorer. Et rammeverk som beskriver generelle funn i oppgaven, av hva som har vært mulig å gjøre og begrensninger som gjør at enkelte analyser/metoder ikke kan brukes presenteres tilslutt i kapitlet.

I kapittel 5 diskuteres fordeler og begrensninger med inndeling av DFUer og barrierer på operatør- og innretningsnivå og for oppsummering/visualiseringsfigur.

Kapittel 6 inneholder konklusjonene for oppgaven.

2 Teoretisk bakgrunn

I kapittel 2.1 presenteres risiko og hvordan den kvantitative delen av risikonivå i RNNP-arbeidet angis. Deretter blir risikoindikatorene som brukes i RNNP gått nærmere inn på i kapittel 2.2, siden det er disse som senere i oppgaven skal deles inn på et mer detaljert nivå, som operatør- og innretningsnivå. I kapittel 2.3 blir den statistiske metoden som brukes i RNNP-arbeidet i dag presentert, siden en bør ha kjennskap til hvordan RNNP gjøres i dag før det kan forslås analyse, tolking og metodeutvikling for inndeling av RNNP data. Inndeling av RNNP data har vært diskutert tidligere, og noen problemområder ved dette presenteres i kapittel 2.4. I kapittel 2.5 blir alternative metoder for trendanalyse for DFUer gått nærmere inn på, da en av disse metodene blir anvendt senere i oppgaven. Tilslutt blir en modell og trendanalyse for en alternativ barriereindikator presentert i kapittel 2.6.

2.1 Risikonivå

For å forstå begrepet risikonivå, er det først nødvendig å definere risiko. Risiko kan defineres som (C, U) , hvor C er fremtidige konsekvenser av aktiviteten som betraktes, og U uttrykker at C er ukjent (Aven & Krohn, 2014). Risiko kan beskrives med (C', Q, K) , hvor C' er spesifikke hendelser/konsekvenser og Q er et mål for usikkerhet, typisk uttrykt med sannsynligheter (hvor $Q=P$). K angir bakgrunnskunnskapen som C' og Q er basert på (Aven & Krohn, 2014). I RNNP angis kvantitativt risikonivå på flere måter med parallelle angivelser av (Petroleumstilsynet, 2014b):

- Storulykkerisiko
- Risiko forbundet med arbeidsulykker/personskader

For storulykkesrisiko brukes flere utfyllende illustrasjoner av nivåer og trender. Her inngår både diskusjon av hendelser, kalt definerte fare- og ulykkessituasjoner (DFUer) og barrierer, samt illustrasjon av overordnet risiko for storulykker (Petroleumstilsynet, 2014b). Risikoindikatorene for hendelser (DFUer) og barrierer som benyttes i RNNP blir forklart nærmere i kapittel 2.2. FAR-verdi (fatal accident rate) og PLL (potential loss of life) er mye brukt for å angi forventet antall omkomne for personell. Disse kan angis på bakgrunn av observerte verdier eller statistisk forventede verdier (beregnet fra risikoanalyse) (Petroleumstilsynet, 2014a). Antallet observerte hendelser for arbeidsulykker, i hvert fall over noen år, kan kanskje være nok til at beregningene kan baseres på dette og gi et realistisk estimat på forventet antall omkomne. Ved

storulykker på norsk sokkel derimot, er antallet observerte hendelser så lavt at disse ikke vil gi et godt bilde, og beregning av FAR-verdi kan ikke baseres på observerte ulykker (Petroleumstilsynet, 2014a). Derfor blir risikoindeksorer benyttet, og det overordnede risikonivået for storulykker blir i RNNP uttrykt basert på «hyppighet av opptreden av DFUer, godhet av barrierene, vektning av bidragene fra de enkelte DFUer og tilhørende barrierer og oppsummering av bidragene fra alle DFUer» (Petroleumstilsynet, 2014b, s.23). Fokusområde ved angivelse av risikonivået er risiko for personell knyttet til opptreden av storulykker, som er DFU 1 – 12 (hvor DFU11 er storulykkerrelatert, men ikke brukes slik i arbeidet med RNNP nå) (Petroleumstilsynet, 2015). De resterende DFUene er ikke relatert til storulykker, og ved disse presenteres kun hyppighet av opptreden av DFUen. Se vedlegg 1 for oversikt over DFUene som benyttes i RNNP-arbeidet.

Som nevnt blir risikoindeksorer benyttet i RNNP, men det er viktig å nevne at det ikke finnes en fullt objektiv måte å beskrive risikonivå på gjennom et sett av indikatorer, argumentert i Vinnem et al. (2006). Derfor er RNNP basert på metodetriangulering, som er triangulering av statistiske, ingeniør- og samfunnsvitenskapelige metoder for å gi et bredt og allment risikobilde (Haaland, 2011). Hensikten med trianguleringen er at kombinasjonen av kvalitative og kvantitative data skal kunne gi en best mulig beskrivelse av risikonivået og sikkerheten i petroleumsvirksomheten (Petroleumstilsynet, 2014b). Det kvalitative arbeidet er en viktig del av RNNP-arbeidet. Kvalitative studier og spørreskjema-data anvendes for å gå nærmere inn på de kvantitative sidene av risikobildet, undersøke personellens subjektive opplevde risiko, få oversikt over folks opplevelse av HMS forhold og kartlegge godheten på forskjellige styringssystemer for HMS i petroleumsnæringen og praktiseringen av dem (Petroleumstilsynet, 2014b).

I følge Petroleumstilsynets metoderapport (2014b, s.4) er 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.»

RNNP-arbeidet er stadig under utvikling. I tillegg til Ptils arbeidsgruppe og innleide konsulenter som gjør store deler av arbeidet med RNNP rapporten hvert år, er det også samarbeid med eksterne grupper for kvalitetssikring og innspill; HMS-faggruppe, sikkerhetsforum og partssammensatt rådgivningsgruppe (Petroleumstilsynet, 2014b). De siste årene har det blitt gitt ut en hovedrapport og en sammendragsrapport for norsk sokkel personellrisiko, en hovedrapport for landanlegg personellrisiko og en rapport for akutte utslipp. Denne oppgaven vil begrense seg til personellrisiko på norsk sokkel. I de neste delkapitlene vil risikoindikatorerne som er benyttet i forbindelse med RNNP-arbeidet bli forklart nærmere, samt metoden som brukes for vekting og analyse av trender. Videre presenteres alternative analysemetoder som har vært vurdert i oppgaven.

2.2 Risikoindikatorer

En indikator kan brukes for å forenkle kompliserte forhold og den skal gi et tydelig varsel om en tilstand eller endring i tilstand (Dahlum, 2014). En indikator er ifølge Øien (2001, s.130) definert som «en målbar eller operasjonell variabel som kan brukes for å beskrive en tilstand av et bredere fenomen eller aspekt av virkeligheten». Dette delkapittelet omhandler risikoindikatorer, som er indikatorer som skal måle/beskrive risikoen. For å kunne vurdere trender basert på historiske hendelsesdata og for å gi underlag for å uttrykke framtidig risiko er følgende risikoindikatorer for RNNP etablert (Petroleumstilsynet, 2014a, s.14):

- «Indikator for storulykkesrisiko – hendelsesindikatorer
- Indikator for barrierer knyttet til storulykkesrisiko
- Indikator for arbeidsulykker og dykkerulykker
- Indikator for arbeidsmiljø faktorer
- Indikatorer for andre DFUer»

En sentral begrunnelse for utformingen av dagens regelverk er å redusere storulykkesrisikoen, og en ønsker derfor å ha kontroll over risikoindikatorerne for storulykke (Petroleumstilsynet, 2013d). Så hva skiller en storulykke fra en ulykke? Ptil definerer en storulykke som (Petroleumstilsynet, 2013c, s.6) «en akutt hendelse, for eksempel et større utslipp, en brann eller en eksplosjon, som umiddelbart eller senere medfører flere alvorlige personskader og/eller tap av menneskeliv, alvorlig skade på miljøet og/eller tap av større økonomiske verdier». I de neste delkapitlene blir hendelses- og barriereindikatorerne som brukes i RNNP presentert.

2.2.1 Hendelsesbaserte indikatorer

Hendelsesbaserte indikatorer med tilløp til storulykkerisiko er indikatorer basert på forekomst av tilfeller og nestenulykker (Vinnem et al., 2006). En kan ikke måle eller beregne risikoen for fremtidige storulykker direkte, man vet ikke hva som vil skje i fremtiden. Det er derimot mulig å observere tidligere ulykker (i form av tap av liv) for å få et bilde på historisk risikonivå, ifølge Vinnem et al. (2006). I en begrenset sektor og tidsperiode, hvor RNNP begrenser seg til norsk petroleumsvirksomhet og for eksempel data fra 2006-2010, vil antallet ulykkeshendelser være for lite til å kunne trekke konklusjoner om trendene for tap av liv. Man kan likevel benytte tidligere kunnskap om ulykker og de faktorene som påvirker deres utvikling (Vinnem et al., 2006). Altså ved å observere og benytte tilløp til ulykker (som ikke-planlagte hendelser og feil/svikt), og anvende disse sammen med nåværende kunnskap om de fysiske fenomener som oppstår (f.eks. søl/lekkasjer, gasspredning, antenning, brann), så mener Vinnem et al. (2006) at man har et grunnlag for å uttrykke risikoen. Det er flere slike ikke-planlagte hendelser eller situasjoner (nesten-ulykker) som er valgt i RNNP, hvor de kalles definerte fare og ulykkessituasjoner (DFUer), som nevnt i kapittel 2.1. I QRA-studier er de relevante tilløpene til storulykker for personell på innretningene adressert, og dette var en av de viktigste kildene når indikatorene i RNNP ble identifisert og valgt (Vinnem et al., 2006).

DFUene er valgt ut fra følgende to kriterier (Petroleumstilsynet, 2014b, s.3):

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.»

2.2.2 Barriereindikatorer

Barriereindikatorerne i RNNP ble utviklet og inkludert i 2002 etter at de hendelsesbaserte indikatorene var veletablerte (Vinnem et al., 2006). Hovedsatsingen er lagt på barriereelementer knyttet til forebygging av brann og eksplosjon, men strukturelle barrierer er også adressert til en viss grad (Vinnem et al., 2006). En barriere blir ifølge Ptil (2013c, s.6) definert som «tekniske, operasjonelle og organisatoriske elementer som enkeltvis eller i sammen skal redusere muligheten for at konkrete feil, fare- og ulykkessituasjoner inntreffer, eller som begrenser eller forhindrer skader/ulempen». En barrierefunksjon er oppgaven eller rollen til en barriere (Petroleumstilsynet, 2013c). «Et barriereelement er tekniske, operasjonelle eller organisatoriske tiltak eller løsninger som inngår i realiseringen av en barrierefunksjon» (Petroleumstilsynet, 2013c, s.6). Petroleumsnæringen rapporterer resultater fra testing av barriereelementer, i form av antall tester og antall feil funnet gjennom disse testene. Barriereindikatorerne sier noe om ytelsen til barrierene som testes og er dermed ytelsesbaserte indikatorer. Se vedlegg 2 for oversikt over hvilke barriereelementer som testes og rapporteres til Ptil.

I følge Ptils regelverk skal følgende forhold ved barrierelytelsen bli adressert: pålitelighet/tilgjengelighet, effektivitet/kapasitet og robusthet (sistnevnte er motsatt betydning av sårbarhet) (Vinnem, 2010). Det eneste aspektet av ytelse som varierer betraktelig under drift er pålitelighet/tilgjengelighet. Effektivitet/kapasitet og robusthet har i hovedsak innflytelse under prosjekterings- og designperioden. Aspekter som kan påvirke pålitelighet og tilgjengelighet av tekniske barrieresystemer er (Vinnem et al., 2006, s.786):

- «Forebyggende og korrigerende vedlikehold.
- Inspeksjons- og testprogrammer.
- Ledelse og administrative aspekter.»

Barrierer i forbindelse med vedlikeholdsstyring ble inkludert i analysen fra 2009 (Petroleumstilsynet, 2014a). Se vedlegg 2 for oversikt over hva som rapporteres innenfor barrierer og vedlikehold. Det skal være mulig å verifisere ytelsen til barriereelementene (Petroleumstilsynet, 2013c). Et eksempel er at det skal etableres program for vedlikehold, test og inspeksjon, som skal sikre og verifisere at de forskjellige ytelseskravene er opprettholdt (Petroleumstilsynet, 2013c). Vedlikehold er i seg selv ikke å anse som et barriereelement i denne sammenhengen, men det er en viktig

forutsetning for å opprettholde ytelsen til en barriere over tid (Petroleumstilsynet, 2013c).

Ved testing av barriereelementer ser man på antall feil Y i løpet av n tester neste år, og dette predikeres basert på data fra foregående år med binomisk fordeling, $Y \sim \text{bin}(p, n)$ (Petroleumstilsynet, 2014b). Y er altså binomisk fordelt med parametere for feilandel (p) og antall tester (n). Det er to beregningsmetoder for andel feil for barrieredata; total andel feil og midlere andel feil (Petroleumstilsynet, 2014b):

$$\text{Total andel feil} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{\sum_{j=1}^N X_j} \quad (2.1)$$

$$\text{Midlere andel feil} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{x_j}{X_j} \quad (2.2)$$

hvor

- N antall innretninger som har utført tester for barriereelementet
- x_j antall feil på innretningen j
- X_j antall tester på innretning j

Antall tester som blir gjennomført på de forskjellige innretningene varierer mye. Innretninger som utfører mange tester vil dominere resultatet ved å beregne total andel feil (Petroleumstilsynet, 2014b). Dette vil si at total andel feil vil reflektere ytelse av barriereelementer på innretningene som har mange utførte tester, men ikke nødvendigvis for hele sokkelen (Petroleumstilsynet, 2014b). Midlere andel feil beregnes slik at alle innretninger i sorteringsgruppen skal bli vektet likt, for å unngå dominerende resultat ved innretninger som har mange gjennomførte tester (Petroleumstilsynet, 2014b). Ulempen med dette er derimot problemer med statistiske dårlige data på innretningene med få utførte tester (Petroleumstilsynet, 2014b). Begge metodene blir derfor benyttet i RNNP.

2.2.3 Proaktive vs. reaktive indikatorer

Mange forskere i fagmiljøet mener at det kan skilles mellom «proaktive» (leading) indikatorer og «reaktive» (lagging) indikatorer, og forskjellene mellom proaktive og reaktive indikatorer har vært omdiskutert i litteraturen de siste årene. Dette er også et aktuelt tema for indikatorene som brukes i RNNP og derfor tas de ulike definisjonene med her. Ifølge Heide (2009) referert til i Haaland (2011, s.13) kan en proaktiv/reaktiv indikator spesifiseres etter hvor raskt indikatoren reagerer på endring. Med denne definisjonen er ikke indikatorer enten proaktiv eller reaktiv, men kan sorteres på en

skala med proaktiv i en ende og reaktiv i den andre, altså etter grad av proaktivitet eller reaktivitet (Haaland, 2011). Vinnem et al. (2003) referert til i Haaland (2011, s.7) definerer en proaktiv risikoindikator som «en målbar størrelse som gir informasjon om risikoen, eksplisitt adresserer et aspekt av fremtidige ytelse/resultater (for eksempel forventet antall varme arbeidstid neste år)» og en reaktiv risikoindikator som «en målbar størrelse basert på utfallet av ulykker og hendelser». Kjellén (2009) referert til i Vinnem (2010, s.776) mener at «en proaktiv sikkerhetsytelses indikator er en indikator som endrer seg før det faktiske risikonivået har endret seg». Denne definisjonen er i samsvar med det som vanligvis brukes i økonomien, men forskjellig fra hva andre forskere innen sikkerhet bruker. Vinnem (2010) støtter denne definisjonen. Ale (2009) referert til i Vinnem (2010, s.776) mener at indikatorer hvor verdiene er basert på observasjoner over tid ikke kan bli sett på som proaktive indikatorer. Med denne tolkningen vil ingen av indikatorene i RNNP være proaktive. Definisjonen foreslått av Kjellén (2009) vil si at barriereindikatorer vil være proaktive indikatorer, som er konsistent med tolkningen av dette i RNNP. Proaktive indikatorer er altså indikatorer som skal endre seg før risikonivået endrer seg, etter definisjonen som brukes i RNNP (Vinnem, 2010). De proaktive indikatorene i RNNP er indikatorer for barrieresystemer som er rettet mot å forebygge fremtidige tilfeller å utvikle seg til storulykker (Vinnem, 2010). Storulykker og tilløp til storulykker er reaktive risikoindikatorer. Når tilløp til en storulykke har inntruffet, så har allerede risikonivået endret seg (i hvert fall midlertidig), ifølge Vinnem (2010).

Det er allment akseptert at proaktive indikatorer er klart foretrukket fremfor reaktive indikatorer (Vinnem, 2010). Rapporteringen av ytelsen til forebyggende tiltak er mer motiverende sammenlignet med ytelse av opptreden av nesten-ulykker (Vinnem, 2010). RNNP-arbeidet har inkludert proaktive indikatorer hvor det er realistisk og mulig. Følgende indikatorer er definert som proaktive indikatorer i RNNP-arbeidet (Vinnem, 2010, s. 777):

- «Indikatorer basert på ytelse av barrierer som er installert for å beskytte mot kilder til storulykkerisiko
- Indikatorer basert på vurdering av ledelsesaspekter av kjemisk arbeid miljø eksponering
- Indikatorer som reflekterer kvaliteten av operasjonelle barriereelementer, basert på spørreundersøkelser»

2.3 Statistisk metode i RNNP

For å kunne dele opp data fra RNNP for hver operatør/innretning individuelt bør en først se på metoden som anvendes i dag. I delkapittel 2.3.1 beskrives det hvordan vektingen av DFU1-10 gjøres i RNNP. I 2.3.2 blir det forklart hvordan analyse av trender for risikoindikatorerne blir gjort. I 2.3.3 blir normalisering av hyppighet for DFUene beskrevet.

2.3.1 Vekting

For storulykkeindikatorerne DFU1-10 har blitt gitt vektorer for å uttrykke risikonivået. DFU1-10 fremstilles både som vektete og ikke vektete indikatorer, altså sistnevnte som hyppighet av DFUer hvert år. Ulike tilløp til hendelser blir vurdert å gi forskjellig risikobidrag, og dette ønskes å uttrykkes ved hjelp av vektorer. Risikonivået for en indikator, R , uttrykkes med (Petroleumstilsynet, 2014b):

$$R = \sum_I \sum_J DFU_{ij} \times v_{ij} = \sum_I \sum_J DFU_{ij} \times E(X_{ij}) \quad (2.3)$$

hvor

$v_{ij} = E(X_{ij})$	
DFU _{ij}	årlig antall nesten-ulykker for DFU nr i for innretning j
v_{ij}	vekt av DFU nr i for innretning j
$E(X_{ij})$	statistisk forventet antall omkomne per forekomst av hendelse for DFU nr i på innretning j
R	årlig risikonivå, som forventet omkomne per år, gitt antall nesten-ulykker for innretning j

Vektfaktorene uttrykker «forventet antall omkomne per opptreden av DFU» (Petroleumstilsynet, 2014b, s.24). Disse likningene er beregnet for innretninger innen ulike kategorier, ikke for hver innretning separat. Deretter er det antatt at vektfaktoren i en kategori gjelder alle innretninger for denne kategorien (Petroleumstilsynet, 2014b). Vektfaktoren er definert slik at den er overensstemmende med hendelsestrær slik de er anvendt i risikoanalyser. De fleste vektfaktorene kan dermed settes på basis av data fra risikoanalyser og gjennom erfaringsdata om barrierens godhet (Petroleumstilsynet, 2014b).

Totalindikator

Siden begrepet totalindikator brukes senere i oppgaven, blir dette kort forklart her. En overordnet indeks for storulykker, kalt totalindikator, blir beregnet for å gi en indikasjon på hvordan det totale risikonivå for storulykker endrer seg over tid. Det er DFUene 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 og 10 som har blitt gitt vekt for å angi deres bidrag til tap av liv for personell og disse inngår i totalindikatoren. DFU2, antente hydrokarbon lekkasjer (over 0,1 kg/s), har det ikke vært i perioden RNNP har samlet inn data (Petroleumstilsynet, 2014a). Totalindikatoren blir normalisert på antall arbeidstimer, og uttrykkes på en relativ skala, slik at verdien i år 2000 settes til 100 og etterfølgende år beregnes i forhold til denne verdien (Petroleumstilsynet, 2014a). Normalisering av hyppighet blir nærmere forklart i kapittel 2.3.3.

2.3.2 Analyse av trender

For å predikere risikonivået på norsk sokkel gjennomføres analyse av trender for hendelsesdataene. Dette delkapittelet omhandler hvordan metoden for analyse av trender blir gjort i RNNP i dag.

Data fra DFUer registreres for årene 1, 2, ..., k, og $x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{ik}$ betegner antall DFUer for disse årene for DFU av type i, $i=1, 2, \dots, n$. Kommende år betegnes som $k+1$, og det antas at data fra tidligere år er relevant for å predikere kommende år. En prediksjon, $X^*_{i,k+1}$, beregnes basert på målingene $x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{ik}$ av registrerte DFUer fra foregående år. Normalt vil prediksjonen være snittet av foregående år, $x_{i1}, x_{i2}, x_{i3}, \dots, x_{ik}$, men den behøver ikke være det. Ved betydelige endringer i forhold til foregående år kan prediksjonen justeres med hensyn til dette. Et prediksjonsintervall $[a, b]$ oppgis sammen med predikasjonen, hvor det er vurdert 90% sikkert at fremtidig observasjon vil komme innenfor intervallet $[a, b]$. Usikkerhet uttrykkes ved hjelp av Poisson-fordeling. Det vil si at en tenker seg en «stabil prosess» hvor antall hendelser er relativt konstant i hvert intervall. Hvis år $k+1$ har store endringer i forhold til dette, så kan det stilles spørsmål til utgangspunktet, som har basis i en stabil prosess. Dermed oppdages endringer og utviklinger av trender, og metoden bør dermed være nokså følsom. Prediksjonsintervallet produseres altså basert på gitte data under en streng betingelse. Uten denne måtte prediksjon og angivelsen av usikkerhet bli gjort på en annen måte, og det er ennå ikke opplagt hvordan. Ved et høyt antall observasjoner kan Poisson-fordeling tilnærmes normalfordeling. Det er viktig å understrekes at prediksjonsintervallet kun skal brukes som en screeningmetode for å få fokus der en

bør, og at intervallet ikke skal oppfattes som operasjonelle akseptkriterier. Avsnittet er basert på Petroleumstilsynet (2014b).

For vektete indikatorer, hvor antall hendelser i hver kategori multiplisert med tilhørende vekt for hver kategori, vil fortsatt forventningsverdien, X_{k+1} , være Poissonfordelt, og videre blir denne fordelingen tilnærmet normalfordeling (Petroleumstilsynet, 2014b). Si for eksempel at gjennomsnittet av foregående år er 17, og vekt v er 0,002, blir (Petroleumstilsynet, 2014b):

$$X_{k+1} \sim Po(17) \approx N(17,17) \quad (2.4)$$

For at metoden kan benyttes, må det sjekkes at antagelse om normaltilnærming er oppfylt. Merk at det finnes forskjellige retningslinjer for antagelser for normaltilnærming. Nå som fordelingen er tilnærmet normalfordeling med forventningsverdi 17 og varians 17, vil produktet $X_{k+1} \times v$ også være normalfordelt. Transformasjonen til standardnormalfordeling gir (Petroleumstilsynet, 2014b):

$$Z = \frac{vX_{k+1} - E(vX_{k+1})}{\sqrt{Var(vX_{k+1})}} \quad (2.5)$$

For eksempelet over gir dette:

$$Z = \frac{vX_{k+1} - 0,002 \times 17}{\sqrt{0,002^2 \times 17}} = \frac{vX_{k+1} - 0,034}{0,00825}$$

Og med 90 % prediksjonsintervall og $z_{\alpha/2} = 1,645$ vil dette gi et prediksjonsintervall på $0,034 \pm 1,645 \times 0,00825 = [0,0204, 0,0475]$.

For barrieredata antas det også at data fra forgående år er relevant for prediksjonen for kommende år (Petroleumstilsynet, 2014b). Y er binomisk fordelt med parametere for feilandel (\hat{p}) basert på forgående år og antall planlagte tester (n) for kommende år, og en normaltilnærming kan brukes til å finne et tilnærmet 90% prediksjonsintervall for andel feil for kommende år (Petroleumstilsynet, 2014b):

$$\hat{p} \pm 1,645 \sqrt{\frac{1}{n} \hat{p}(1 - \hat{p})} \quad (2.6)$$

For å anvende ligning 2.6 må det sjekkes at antagelsene for normaltilnærmingen er oppfylt. Denne trendanalysen blir ikke gjennomført i RNNP for norsk sokkel, men metoden blir forklart i RNNP metoderapport (Petroleumstilsynet, 2014b), og anvendt i denne oppgaven.

Usikkerheten uttrykkes som nevnt ofte med sannsynligheter, som nevnt i kapittel 2.1. Så hvordan kan sannsynlighetene i RNNP tolkes? I RNNP blir ikke sannsynlighetene av interesse beregnet før observasjonene, gitt en parameter og formulert som en hypotesetest, slik som ved klassisk statistisk hypotesetesting (Aven, 2012). Problemet med hypotesetesting er at dataene må gi en veldig sterk melding før det kan konkluderes at sikkerhetsnivået er forverret eller forbedret (Aven, 2012). I RNNP er det ønskelig å oppdage endringer og utvikling av trender tidlig og en ønsker at metoden som benyttes skal være nokså følsom (Petroleumstilsynet, 2014b). Det innføres ikke parametere i RNNP, fokuset er på observerbare størrelser, og sannsynlighetene av interesse blir altså gitt observasjonene. Dette er også i motsetning til standard Bayesiansk statistikk, hvor det første steget vil være å innføre en parameter, hvor parameteren er ukjent og usikkerheten relatert til dens verdi er spesifisert gjennom a prior fordeling (Aven, 2012). Det er prediktiv Bayesiansk tilnærming som blir anvendt i RNNP. Som tidligere nevnt har man observasjonene fra tidligere år, og det antas at disse er relevant for kommende år. For å uttrykke usikkerhet om de observerbare størrelsene brukes en Poisson-fordeling, som vil være en subjektiv sannsynlighetsfordeling (Aven, 2012). Hvor god prediksjonen er, kommer an på bakgrunnskunnskapen K . Ut fra dette ser man at sannsynlighetene tolkes som subjektive sannsynligheter i RNNP. Ved subjektiv sannsynlighet er sannsynligheten gitt/betinget tildelerens bakgrunnskunnskap, og denne sannsynligheten uttrykker tildeler sin usikkerhet/grad av tro (Aven & Reniers, 2013). Prediktiv Bayesiansk rammeverk bruker altså en læringsprosess som gjør at tilnærming for å supplere i ny informasjon eller «trender» skal medregnes i «fremtidig» datatesting (Haaland, 2011).

2.3.3 Normalisering av hyppighet

Hendelsesindikatorerne blir også normalisert, det vil si antallet ulykker og hendelser relateres til eksponeringsdata. Grunnen til dette er å utelukke «falske» signaler når trender av DFUene skal vurderes, for at eventuelle trender som blir detektert representerer utviklingen på norsk sokkel (Petroleumstilsynet, 2014b). Det finnes ikke en enkelt måleenhet som er den beste parameteren for normalisering, og det er derfor

viktig at man betrakter flere normaliseringsparametere for DFUene, i tillegg til ikke-normalisert/absolutte tall (Petroleumstilsynet, 2014b). Ved noen sammenhenger er det naturlig å ta hensyn til økning av eksponerte systemer og innretninger, som for eksempel at det har vært en sterk økning i bruken av flytende produksjonsinnretninger på norsk sokkel i senere år (Oljedirektoratet et al., 2001). Parameteren «antall hendelser per innretningsår» kan da være en god parameter. For DFU5, skip på kollisjonskurs, anvendes eksponeringsparameter «antall hendelser per 100 overvåkningsdøgn», som for eksempel ikke er god å bruke for DFU1, 2 og 3. For DFU3, brønnhendelser/tap av brønnkontroll, kan parameteren «antall hendelser per 100 brønner boret» brukes, som er en mye bedre eksponeringsfaktor for DFU3, men ikke særlig god for DFU5. Derfor er det viktig hvordan normaliseringen blir utført. Normaliseringsparametere som anvendes er antall arbeidstimer, antall innretninger, antall borede brønner, årlig produksjonsvolum, årlig total lengde rørledninger og antall dykkertimer (Petroleumstilsynet, 2014b). Normalisering med hensyn til antall arbeidstimer er mest anvendt, gjerne med en annen eksponeringsparameter i tillegg til arbeidstimer. Se vedlegg 1 for mer informasjon om de ulike normaliseringsparametere. Et spørsmål som stilles i pilotprosjektrapporten (Oljedirektoratet et al., 2001) er hva gir mest representative resultater, å uttrykke frekvensen av hendelser med eller uten normalisering? Derfor blir trendene analysert både som absolutte tall og normaliserte verdier.

2.4 Tolkning av data

Hyppigheten av antall hendelser som inntreffer på norsk sokkel innenfor en bestemt tidsperiode vil være lavt, som nevnt i kapittel 2.2.1 Ved å observere og benytte tilløp til ulykker, og anvende disse sammen med nåværende kunnskap om de fysiske fenomener som oppstår, så har man et grunnlag for å uttrykke risikoen. Antallet hendelser per år er relativt få for hver av DFUene, og ved å dele hendelsene inn etter operatørnivå/innretninger vil gjøre deteksjon av trender vanskeligere. Det kan for eksempel være flere av de foregående år hvor det er ingen hendelser innenfor hver DFU.

For barriereindikatorer har man betydelig større datagrunnlag sammenlignet med hendelsesindikatorer. En av utfordringene med barrieredata er at det er store variasjoner i antall tester som utføres på hver innretning. Grunner til dette kan være forskjeller i testintervall, forskjeller i antall komponenter som testes og at flere innretninger ikke har operasjoner/aktiviteter som krever at alle barrierene testes

(Petroleumstilsynet, 2014a). Hvis feilraten for total andel feil, det vil si antall feil per tidsenhet, er antatt å være konstant, kan det videre antas at total andel feil vil synke dersom hyppigheten på testene øker (Petroleumstilsynet, 2014a). Forskjeller i testintervall er observert, men effekten av dette er ikke nærmere analysert (Petroleumstilsynet, 2014a). Operatører med lavere antall innretninger og komponenter vil ha mer variasjon. Barriereelementer som har relativt få tester vil normalt ha størst variasjon. Det må derfor utøves forsiktighet når det skal sammenlignes resultater mellom operatører/innretninger. Det er også viktig at rapportering av sikkerhetskritiske feil på barrierer blir gjort og opprettholdt på et nivå med høyt kvalitet, ifølge Vinnem (2010). Dette for å unngå både under – og overrapportering. Hvis en nødavstengningsventil ikke lukker på kommando, er dette en sikkerhetskritisk feil. Dersom ventilen lukker, men ikke kan gjenåpnes, kan dette være kritisk for produksjonen, men det er ikke en sikkerhetskritisk feil. Det er kun den første typen feil skal rapporteres i en barrieredata rapporteringsordning for sikkerhetskritiske feil Vinnem (2010).

I Vinnem (2010) diskuteres muligheten for å vurdere hver innretning individuelt, som en fremtidig videreutvikling av metodikken. Dersom hver innretning blir vurdert individuelt, kan dette gi muligheter til å fullt ut integrere hendelsesbaserte indikatorer og barriereindikatorer. I teorien vil dette gi en mulighet til å etablere verdier for totalindikator for hver innretning (Vinnem, 2010). Det er to fordeler med å se på hver innretning individuelt (Vinnem, 2010):

- Representasjon av bidrag til nasjonalt nivå fra hver innretning vil være mer presis.
- Selv om ikke dette gir den største nytten for nasjonalt nivå, vil de faktiske resultatene for de enkelte innretningene gi informasjon som kan presenteres for operatørene av de enkelte innretningene for deres bruk og oppfølging.

Den største komplikasjonen med en slik tilnærming er at forekomsten av tilløp til storulykker er relativt sjeldne hendelser. Dette medfører at det vil være store svingninger selv med basis på tre års rullerende gjennomsnitt, og dette begrenser muligheten til å trekke konklusjoner for individuelle innretninger (Vinnem, 2010).

2.5 Alternative trendanalyser for hendelser

I Kvaløy & Aven (2005) diskuteres flere metoder for å detektere trender for ulykkes data, hvor det blir gjort «screening for trender» og «testing for trender» for både klassisk tilnærming og prediktiv bayesiansk tilnærming. Siden en variant av metoden screening av trender blir anvendt senere i oppgaven, blir de forskjellige metodene foreslått i Kvaløy & Aven (2005) for å identifisere trender, forklart her. De forskjellige metodene blir beskrevet ut fra at prediktiv bayesiansk tilnærming anvendes, siden dette perspektivet anvendes i RNNP, som beskrevet i kapittel 2.3.2. Denne tilnærmingen fokuserer som tidligere nevnt på observerbare størrelser, og sannsynlighetsfordelingene er kun brukt for å uttrykke epistemisk usikkerhet (Kvaløy & Aven, 2005). Epistemisk usikkerhet kommer fra mangel på grunnleggende kunnskap om fundamentale fenomener (Aven, 2012). Usikkerhetene relatert til de fremtidige observerbare størrelsene er altså epistemisk, de er et resultat av mangel på kunnskap (Aven, 2012).

2.5.1 Screening for trender

Dette er en enkel screening metode for trender i historiske data, når ingen annen relevant informasjon er tilgjengelig. Prosedyren for «screening for trender» foreslått i Kvaløy & Aven (2005) er som følger:

1. Beregn gjennomsnittet av hendelser for årene $1, 2, \dots, j$, $m_j = \frac{\sum_{k=1}^j x_k}{j}$
2. Bruk Poisson-fordeling med gjennomsnitt $(r-j)m_j$ for å beregne et 90% prediksjonsintervall for total antall av hendelser for årene $j+1, j+2, \dots, r$, og sjekk om observasjon $\sum_{k=j+1}^r x_k$ faller i dette intervallet eller ikke. Hvis observasjonen faller utenfor intervallet blir det gitt en alarm.
3. Repeter punkt 1 og 2 for noen eller alle $j = r-1, r-2, \dots, 1$.

Metoden har likheter med metoden som brukes i RNNP, beskrevet i kapittel 2.3.1. Poisson-fordelingen med gjennomsnitt av de foregående årene er her også brukt for å adressere usikkerhet angående antall observerte hendelser for de neste årene. Ut fra punkt 3 kan en rekke forskjellige varianter av denne screening prosedyren bli brukt. Hvilke verdier for j som brukes i prosedyren avhenger av hovedfokuset i situasjonen som skal studeres (Kvaløy & Aven, 2005). Hvis for eksempel det er de siste observerte verdiene som er hovedfokus, kan prosedyren stoppes når prediksjonsintervall for en eller noen få av de siste periodene har blitt beregnet. Hvis hovedfokus er utviklingen over hele intervallet kan hele prosedyren gjøres. En må da være klar over at ved å bruke full screening oppnår man maksimal sensitivitet, men et problem kan da være

at en får alarm for deteksjon av trender for ofte (Kvaløy & Aven, 2005). Man kan også sammenligne første halvdel mot siste halvdel av dataene, ta for eksempel at tidsperioden 2004 – 2011 skal vurderes. Prediksjonsintervallet baseres på gjennomsnittet av antall hendelser i tidsperioden 2004-2007 (bakgrunnskunnskap) gange 4 (siden det er fire år for de observerte verdiene) og sammenlignes mot summen av antall hendelser i tidsperioden 2008-2011, som her blir ansett som de observerte hendelsene. Da sjekkes det om hendelsene for årene 2008-2011 faller innenfor prediksjonsintervallet, som er basert på antall hendelser i årene 2004-2007.

2.5.2 Testing for trender

En annen måte for deteksjon av trender i historiske data er som følger; la x_1, \dots, x_r være antall hendelser for år $1, \dots, r$. Et mål på trender i disse dataene kan for eksempel konstrueres ved å sammenligne gjennomsnittene av forskjellige deler av data. Kapittel 2.5.2 baseres på Kvaløy & Aven (2005). Første forslag i Kvaløy & Aven (2005) er:

$$T_1 = \sum_{j=1}^{r-1} \left(\frac{\sum_{i=j}^r x_i}{j} - \frac{\sum_{i=j+1}^r x_i}{r-j} \right) \quad (2.7)$$

Her blir gjennomsnittene av alle første og siste delene av dataene for alle divisjoner av data i en «første» og «siste» del sammenlignet. Ved en økende trend i dataene, vil T_1 bli negativ, og jo sterkere trenden er, desto større vil den negative verdien av T_1 være. Ved synkende trend vil T_1 bli positiv. Men hvor stor negativ eller positiv verdi bør T_1 ha før det kan konkluderes med at det er en trend i dataene? Det er observert $n = \sum_{i=1}^r x_i$ hendelser og et gjennomsnitt på $\bar{x} = \sum_{i=1}^r x_i / r$ hendelser per år. I situasjoner hvor det ikke er en trend uttrykkes usikkerheten angående antall hendelser neste år med Poisson-fordeling med gjennomsnitt \bar{x} , basert på summen av antall hendelser n . For å avgjøre om den observerte verdien av T_1 er uvanlig stor eller liten i forhold til hva en kan forvente i en ingen trend situasjon kan det genereres et stort antall av nye datasett, x_1^*, \dots, x_r^* , fra usikkerhetsfordelingen betinget på $\sum_{i=1}^r x_i^* = n$. For hver av disse datasettene beregnes T_1 og sammenlignes mot den observerte verdien av T_1 fra de opprinnelige dataene. Hvis den observerte verdien av T_1 fra de opprinnelige data er blant de største eller minste, for eksempel 5% av verdiene av den genererte data kan det konkluderes med at det er en trend i de originale data.

Det er flere andre t-tester enn T_1 som kan anvendes. En kan for eksempel sammenligne første halvdel av dataene til andre halvdel, hvis det er av interesse:

$$T_2 = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^{r/2} x_i}{r/2} - \frac{\sum_{i=r/2+1}^r x_i}{\frac{r}{2}}, r \text{ even} \\ \frac{\sum_{i=1}^{(r+1)/2} x_i}{(r+1)/2} - \frac{\sum_{i=r/2+1}^r x_i}{\frac{r-1}{2}}, r \text{ odd} \end{cases} \quad (2.8)$$

Eller hvis en ser på lengre sekvenser og i tillegg til monotone trender også ønsker å detektere ikke-monotone trender, kan en se på:

$$T_3 = \sum_{j=1}^{r-1} \left(\frac{\sum_{i=j}^j x_i}{j} - \frac{\sum_{i=j+1}^r x_i}{r-j} \right)^2 \quad (2.9)$$

Med T_3 vil en bare kunne si at det er en trend når T_3 er stor i forhold til de verdiene som er beregnet fra de simulerte data, for eksempel blant de 10% største verdier. Hvis en ønsker å bruke en t-test som har evnen til å oppdage både monoton og ikke-monoton trender er:

$$T_4 = \sum_{j=1}^r (x_j - \bar{x})^2 \quad (2.10)$$

aktuell å anvende, hvor hver observasjon sammenlignes med gjennomsnittet. Som for T_3 kan også T_4 bare oppdage at det er en trend når T_4 er stor i forhold til de verdiene som er beregnet fra de simulerte data. For noen av testene som presenteres her er det sannsynligvis mulig å bestemme teoretisk store prøvefordelinger av testene målt i en ingen trend situasjon. Siden simuleringstilnærmingen som er foreslått av Kvaløy & Aven (2005) er enkel å utføre og dekker også situasjoner med få målinger, som er hovedinteressen i artikkelen (og denne oppgaven), blir ikke dette utdypet videre.

2.5.3 Valg av prosedyre/test

Det blir konkludert i Kvaløy & Aven (2005) at ikke en enkelt test eller prosedyre for å detektere trender kan anbefales fremfor de andre i alle situasjoner. Det kommer an på situasjonen og hvor sensitiv en ønsker at deteksjon av trender skal være. Hvis en ønsker å oppdage bare sterke trender om de «verste» tilfellene kan T_1 eller T_3 testene være et godt valg (Kvaløy & Aven, 2005). Derimot hvis det viktigste er antallet hendelser de siste ett eller to årene, kan varianter av screeningprosedyre, hvor siste ett- eller to

årene blir sjekket mot informasjonen om tidligere år, være den beste fremgangsmåten (Kvaløy & Aven, 2005). Andre varianter av t-testene for å teste en spesifikk interesse kan også konstrueres. Testing av trender anbefales hvis en ønsker å detektere veldig sterke trender og disse er generelt mindre sensitiv enn screening for trender. Hvis det er viktig å detektere også mindre sterke trender, kan en av variantene av prosedyren for screening for trender brukes (Kvaløy & Aven, 2005). Når en ser på kritiske hendelser, kan det være nyttig å bruke en metode for deteksjon av mer moderate trender (Kvaløy & Aven, 2005). I RNNP ønsker man at metoden er nokså sensitiv, og det ble derfor valgt å prøve ut metoden screening for trender da det var ønskelig å se om man kan detektere trender selv om det er lavere hyppighet av DFUer når en deler inn på et mer detaljert nivå.

Bakgrunnskunnskap

Hvis full screening er valgt, må en også være litt kritisk til hvor langt bak en skal gå når en ser på resultatene fra screeningen. I Røed & Aven (2009) blir det nevnt at ved prediktiv Bayesiansk (epistemisk) tilnærming må bakgrunnskunnskapen være sterk for at tilnærmingen skal gi meningsfulle resultater. Antallet tester i bakgrunnsinformasjonen bør være dobbel så mange eller mer, enn antall nye tester (Røed & Aven, 2009). For DFUene ser man ikke på antall tester, men antallet hendelser (forekomster av tilfeller og nestenulykker). Ved screening deles antall hendelser inn i to tidsperioder, H_1 og H_2 . Prediksjonsintervallet baseres på gjennomsnittet av antall hendelser i $H_1 \times$ antall observerte år (i H_2), og summen av antall hendelser i H_2 anses som observerte hendelser. Regelen kan da sjekkes ved å se på summen av antall hendelser i H_1 , $S_1 = \sum_{k=1}^j X_k$ og summen av antall hendelser i H_2 , $S_2 = \sum_{k=j+1}^r X_k$, som da gir at $S_1 \times 2 > S_2$.

2.6 Ny barriereytelsesindikator

For trendanalyse basert på ligning 2.6, hvor binomisk fordeling tilnærmes normalfordeling, blir det sjekket om det er trend for hvert barriereelement enkeltvis. I Flage (2015) beskrives modell og metode for trendanalyse tilpasset for barriereelementer i RNNP, hvor modellen er basert på normaltilnærming av Poisson binomisk modell. Her blir det foreslått en alternativ analyse for trendanalyse for barriereelementene, som tester for systematisk endring av ytelsene for barriereelementene samlet sett (Flage, 2015). Generelle beregningsdetaljer for

normaltilnærming av Poisson binomisk fordeling er beskrevet i Hong (2013). Kapittel 2.6 er basert på Flage (2015).

Modell

La N være antall feil ved test av ytelsen til barriereelementer av alle typer, på en innretning eller flere innretninger (for eksempel alle innretninger for en operatør, eller alle innretninger på norsk sokkel) samlet. Videre la X_{ijk} være en indikatorstørrelse lik 1 dersom test nummer k for barrieresystem j på innretning i feiler og 0 hvis ikke, med $i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m, k=1, 2, \dots, t_{ij}$, hvor n er antall innretninger, m er antall barriereelementer og t_{ij} er antall tester av barrieresystem j på innretning i . Det antas uavhengighet mellom disse størrelsene og at X_{ijk} er Bernoulli fordelt med parameter p_{ijk} . Dermed er $N = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{t_{ji}} X_{ijk}$ Poisson binomisk fordelt med forventningsverdi $E(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{t_{ji}} p_{ijk}$ og varians $Var(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{t_{ji}} p_{ijk}(1 - p_{ijk})$. Videre antas at $p_{ijk} = q_{ij}$ for alle k , slik at $E(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} q_{ij}$ og $Var(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} q_{ij}(1 - q_{ij})$.

La F være fordelingsfunksjonen til en Poisson binomisk fordelt størrelse Y . F kan da tilnærmes normalfordeling som

$$F(y) \approx \Phi\left(\frac{y+0.5-E(Y)}{\sqrt{Var(Y)}}\right), y = 0, 1, \dots, n \quad (2.11)$$

hvor $\Phi(z)$ er kumulativ fordelingsfunksjon for standardnormalfordeling. Når n er liten, kan ytelsen av normaltilnærmingen være dårlig (Hong, 2013). Volkova (1996) referert til i Hong (2013, s.46) beskriver en «raffinert normaltilnærming» (RNA), som kan anvendes for korreksjon for skjevheten i fordelingen av N ved:

$$F(y) \approx G\left(\frac{y+0.5-E(Y)}{\sqrt{Var(Y)}}\right), y = 0, 1, \dots, n \quad (2.12)$$

hvor

$$G(z) = \Phi(z) + \frac{\gamma(1-z^2)\phi(z)}{6} \quad (2.13)$$

hvor $\phi(z)$ er tetthetsfunksjonen, hvor

$$\gamma = [Var(N)]^{-\frac{3}{2}} E[N - \mu]^3 = \sigma^{-3} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} q_{ij} (1 - q_{ij}) (1 - 2q_{ij}) \quad (2.14)$$

$$\mu = E(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} q_{ij} \quad (2.15)$$

$$\sigma = [Var(N)]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} q_{ij} (1 - q_{ij}) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.16)$$

For denne oppgaven er det valgt å anvende RNA, siden det er varierende hvor mange tester som gjøres for de forskjellige barriereelementene.

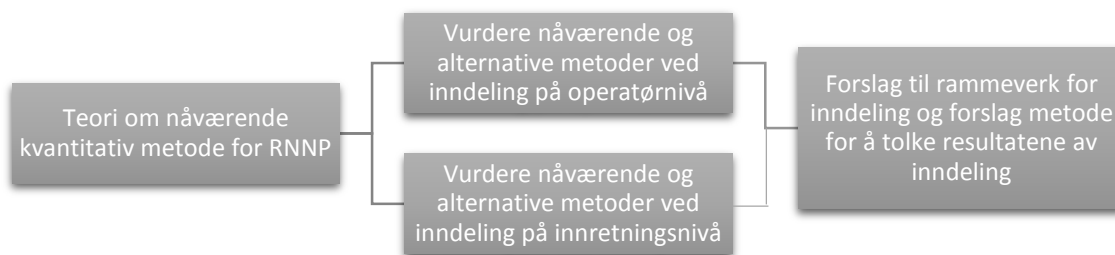
Trendanalyse

I RNNP-arbeidet er det fokus på om andel feil for barriereelementene ligger over eller under bransjekrav til tilgjengelighet. Derfor ble det valgt å sette $q_{ij} = r_j$ for alle i , hvor r_j er bransjekrav til barriereytelse for barrieresystem j . Forventet antall på innretning i , for barriereelement j beregnes da som $m_{ij} = t_{ij} r_j$, og variansen beregnes som $v_{ij} = t_{ij} r_j (1 - r_j)$. Ut fra dette kan et α -100% prediksjonsintervall $[a, b]$ beregnes slik at $P(a \leq N \leq b | E(N) = m, Var(N) = v) = \alpha$.

Det vil da si at antall feil for barriereelementene i 2014 sammenlignes mot et prediksjonsintervall som er basert på at feilandelen for antall tester i 2014 ligger akkurat på bransjekravet til tilgjengelighet for de forskjellige barriereelementene.

3 Metodeutvikling

Dette kapitlet beskriver hva som har blitt utført og grunnlag for valgene som har blitt gjort i arbeidet med oppgaven. Fremgangsmåten som ble valgt for å løse oppgaven er illustrert i Figur 1. I kapittel 3.1 beskrives av inndeling av RNNP data og i 3.2 beskrives analysemetodene som ble valgt. Det var ønskelig at resultatene fra inndeling og analyser skulle oppsummeres i en visualiseringsfigur, og tanken bak dette beskrives i kapittel 3.3. Mye av arbeidet med denne oppgaven har blitt utført i Excel, og derfor omhandler kapittel 3.4 en nærmere beskrivelse av dette.



Figur 1: Illustrasjon av fremgangsmetode for oppgaven

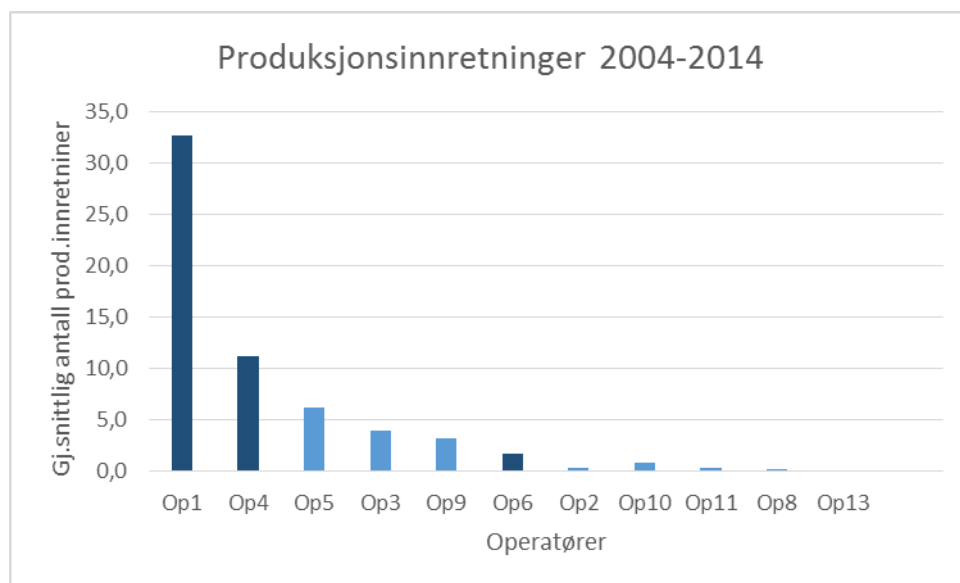
Det første som ble gjort var å sette seg inn i RNNP-arbeidet og teorien bak dette. Deretter ble et utvalg trend figurer for antall hendelser og risikobidrag for DFUene på norsk sokkel lagd i regneark og sammenlignet med RNNP hovedrapport for 2013. Dette for å sette seg inn i nåværende metode for RNNP og behandle datamaterialet riktig i regnearkene.

3.1 Inndeling av data

I starten av arbeidet med inndeling av data ble antall hendelser og risikovektede hendelser sortert per operatør for hver av DFUene for 2000-2014 (DFU 1-11, 13, 16 og 19), for å få oversikt over dataene. Figurer med antall hendelser hvert år og risikovektede hendelser hvert år ble også laget for å lettere kunne å visualisere utviklingen av hendelser. Et lignende regneark ble også laget for inndeling av tilsynslag.

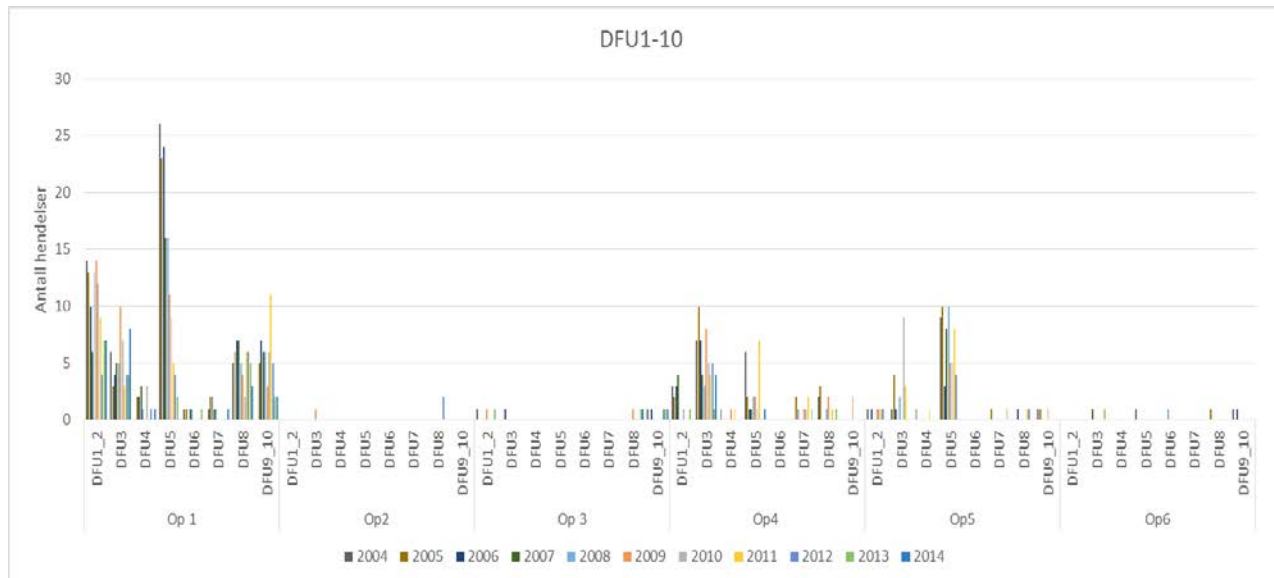
Hvilke operatører som hører til de forskjellige tilsynslagene kan variere noe, og det kan også stilles spørsmål hvor mye en får ut av informasjonen av inndeling på tilsynslag. Hvis en for eksempel merker et «problemområde» for en bestemt indikator i et tilsynslag som følger opp flere operatører, vil ikke dette gi så mye informasjon om hvor problemet ligger. En bør da heller se på lavere nivå, som operatørnivå og innretningsnivå. Derfor ble videre arbeid rettet mot inndeling og analyse på operatørnivå og innretningsnivå. Etter hvert ble også to typer eksponeringsdata per operatør inkludert, antall innretninger og antall arbeidstimer. Flere normaliseringsdata kan inkluderes senere om dette er av interesse og om eksponeringsdata per operatør er tilgjengelig. For eksempel for DFU3, brønnhendelser/tap av brønnkontroll, kan normalisering med hensyn på antall brønner boret hvert år være en god eksponeringsfaktor, i tillegg til arbeidstimer, hvis man har denne informasjonen per operatør/innretning.

En oversikt over datainndelingen kan fås for alle operatørene på norsk sokkel, men i denne oppgaven ble tre operatører valgt ut, operatør 1, 4 og 6. Det har blitt valgt å dele disse inn som henholdsvis stor, mellomstor og liten operatør, i forhold til antall innretninger, se Figur 2.



Figur 2: Antall produksjonsinnretninger, hvor operatørene valgt i oppgaven er uthevet i mørkeblå.

Figur 3 illustrerer operatør 1 til 6 med antall hendelser for DFU1-10 for årene 2004-2014. Ut fra dette ser man også at antall hendelser for operatørene varierer.



Figur 3: Antall hendelser 2004-2014

I vedlegg 3 finnes en oversikt over antall hendelser og risikovektede hendelser for DFU1-10 for operatør 1, 4 og 6 for årene 2000-2014. Ut fra resultatene fra denne inndeling (i vedlegg 3) var det tydelig at det ble lite datagrunnlag for operatør 6, som bare har en innretning. Dette ser man også ut fra Figur 3 med antall hendelser for DFU1-10 for operatør 6. Derfor ble det valgt å fokusere på inndeling av DFUene etter operatørnivå først, og heller se på muligheter for inndeling på innretningsnivå etter en eventuell metode var funnet for inndeling for operatørnivå. Hvis en brukbar metode for liten operatør kan utvikles, kan denne også anvendes for innretningsnivå.

Barrieredata for årene 2002-2014 ble så delt inn per operatør. Barrieredata ble delt inn med informasjon om total andel feil og midlere andel feil per operatør, og en oversikt over figurene fra det kan finnes i vedlegg 4. Total andel feil og midlere andel feil for operatør 1, 4 og 6 ble også sammenlignet mot norsk sokkel for forskjellige tidsperioder, i tillegg til figurer med utviklingen av andel feil for hvert år. Figurer for dette kan også finnes i vedlegg 4.

Etter ønske fra tilsynscoordinatorer i Ptil ble også inndeling av vedlikeholdsdata per operatør for produksjonsinnretninger inkludert, og følgende informasjon er med om vedlikehold:

- Totalt antall timer etterslep av forebyggende vedlikehold
- Antall timer etterslep av HMS-kritisk forebyggende vedlikehold
- Totalt antall timer utestående av korrektivt vedlikehold
- Antall timer utestående av HMS-kritisk korrektivt vedlikehold
- Totalt antall merket («tagget») utstyr
- Antall «tag» som er klassifisert som HMS-kritisk

I RNNP personellrisiko blir det gjort analyse av sammenheng i data mellom omfanget av vedlikehold, alder på innretning, andel feil på barrierer og antall lekkasjer (Petroleumstilsynet, 2014a). Det blir ikke gjort analyser eller gått nærmere inn på dette i denne oppgaven. Vedlikeholdsinformasjon fra punktene over er med som en tilleggsopplysning, men det er hendelsesbaserte- og barriereindikatorer som er hovedfokus for analyse, tolkning og metodeutvikling.

3.2 Analyse

Etter inndeling av data per operatør var det ønskelig å finne en metode for å analysere og tolke risikonivået på operatørnivå. RNNP-arbeidet er omfattende og inneholder mye informasjon, og det måtte gjøres valg for hva en skulle fokusere på. Siden forebygging av storulykker er en viktig del av sikkerhetsarbeidet på norsk sokkel, ble indikatorer for storulykkerisiko valgt til å være hovedfokus for denne oppgaven. Det ble forsøkt å lage trend figurer for antall hendelser for DFU1-10 med nåværende metode, som er beskrevet i kapittel 2.3.2. Siden det er liten forekomst av tilfeller og nestenulykker som inntreffer per år for hver DFU, særlig når det deles inn på operatørnivå, var det interessant å se på utviklingen over flere år. Altså at en ikke bare sammenligner antall observerte hendelser for $k+1$ med de foregående årene, 1, 2, ..., k , slik som det gjøres i RNNP i dag, men at man ser på metoder for å inkludere flere år som observerte hendelser, for eksempel $(k+1)+(k+2)+(k+2)$ og at disse sammenlignes med foregående år, 1, 2, ..., k . Derfor ble det valgt å bruke metoden «screening for trender», som beskrevet i kapittel 2.5.2. DFU1 (Ikke-antent hydrokarbonlekkasje), DFU3 (Brønnehendelser/tap av brønnkontroll), DFU8 (Skade på konstruksjoner) og DFU11 (Evakuering – føre-var/nødevakuering) ble valgt på grunn av at disse også har tilhørende barrieredata. Metoden screening for trender kan utvides til alle DFUene

senere om ønskelig, hvis hyppigheten av DFUer er høy nok. Resultatene fra analysen blir gått nærmere inn på i kapittel 4.1. Det ble gjort analyse av trender for barrieredata også, basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling (ligning 2.6 i kapittel 2.3.2). Det ble sjekket om total andel feil for hvert barriereelement lå over eller under bransjekravet i 2014, og hvor mange innretninger per operatør som lå over bransjekravet hvert år for årene 2002-2014. Tilslutt ble trendanalyse av en ny barriereindikator prøvd ut, denne er basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling (ligning 2.13 i kapittel 2.6). Det kan gjøres mange varianter av trendanalyse for denne barriereindikatoren, og det ble derfor valgt ut tre forskjellige analyser for å illustrere dette. Se kapittel 4.2.1 for resultater fra trendanalyser som ble gjort.

3.3 Visualisering av hendelser, barrierer og vedlikehold

Siden en tallverdi alene sier lite om risikonivået, er det viktig å vurdere risikoindikatorene ut fra flere aspekter som antall hendelser, antall hendelser normalisert på forskjellige parametere og antall hendelser med risikovektet bidrag. Det var ønskelig å få inn dette inn i visualiseringsfiguren. Informasjon om ytelsen til barrierene, som er definert som en proaktiv indikator i RNNP, ble også inkludert. For å kunne tolke dataene er det viktig å se på helheten, inkludert kvalitative vurderinger, som er en viktig del av RNNP. Det var ønskelig at resultatet av en eventuell inndeling på operatørnivå/innretningsnivå skulle kunne oppsummeres på en oversiktlig, enkel og intuitiv måte, slik at det er lett for tilsynslagene/ansatte i Ptil å kunne bruke og tolke resultatene ved planlegging av tilsyn hos operatørene. I Flage (2014) blir en figur for visualisering av hendelses- og barriereindikatorene foreslått i forbindelse med metodeutvikling for RNNP. Denne figuren har blitt brukt som utgangspunkt ved utforming av visualiseringsfigurene. Her blir DFUene som er knyttet opp mot storulykker og barrierene som skal beskytte mot disse storulykkene samlet i en og samme figur.

Visualiseringsfiguren inneholder derfor informasjon om:

- Hendelser:
 - Antall hendelser i perioden 2004-2014
 - Antall utslag for signifikante forbedring/forverring fra metoden screening for trender for antall hendelser

- Normaliserte hendelsene ligger høyere eller lavere enn norsk sokkel, for 2014 og summen av hendelser i 2010-2014.
- Barrierer:
 - Total andel feil for de forskjellige barriereelementene for 2014 ligger over eller under bransjekravet
 - Antall innretninger i 2014 og gjennomsnittlig antall innretninger i 2002-2013 som var over bransjekravet til tilgjengelighet
 - Total andel feil for barriereelementene gir signifikant forbedring, forverring, eller ingen trend for barriereelementene i 2014 i forhold til 2007-2013.
 - Summen av total andel feil og midlere andel feil er høyere eller lavere i forhold til norsk sokkel

I Figur 5 på neste side illustreres et eksempel på informasjon en visualiseringsfigur kan gi, her for DFU3 med tilhørende barrierer. I Figur 4 er symbolforklaringer for symbolene i Figur 5.

Høyere	Op1 har høyere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	↘	Signifikant forbedring
Lavere	Op1 har lavere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	0	Innenfor prediksjonsintervall
Over	Over bransjekrav	↗	Signifikant forverring
Under	Under bransjekrav	N/A	Antagelser ikke ok
		TAF	Total andel feil
		MAF	Midlere andel feil

Figur 4: Symbolforklaring for visualiseringsfigur

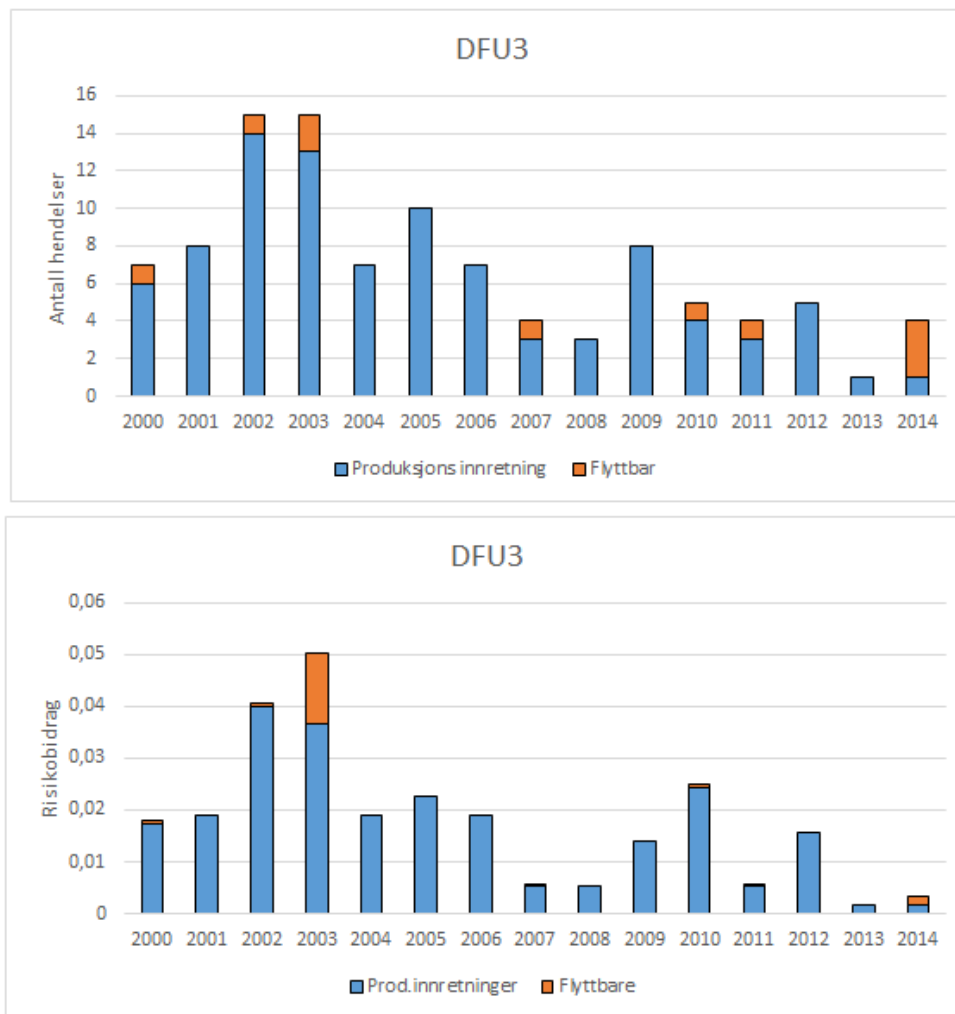
DFU	Hendelser					Barrierer		
	Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		DHSV	BOP	
	Antall hendelser 2004-2014	20				OpX over eller under bransjekrav i 2014	Over	
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	3				Antall innretninger over bransjekrav 2014	5	
3	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	1,6	
						Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A
	OpX i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	TAF OpX i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere
	Sum OpX for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Høyere	Lavere	Lavere	MAF OpX i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere

Figur 5: Eksempel på figur for visualisering for DFU3

Antall arbeidstimer og informasjon om vedlikeholdsdata for tidsperioden 2010 – 2014 ble også oppsummert i tabeller og figurer under visualiseringsfigurene som tilleggsinformasjon. Figurene gir oversikt over antall timer med utestående korrigerende vedlikehold og antall timer med utestående korrigerende vedlikehold for utstyr som er ansett som HMS-kritisk. Det samme er gjort for forebyggende vedlikehold, antall timer med etterslep av forebyggende vedlikehold totalt og antall timer etterslep for HMS-kritisk utstyr. Antall merket («tagged») utstyr totalt og antall «tag» klassifisert som HMS-kritisk utstyr er også inkludert.

3.4 Arbeid i regneark/Excel

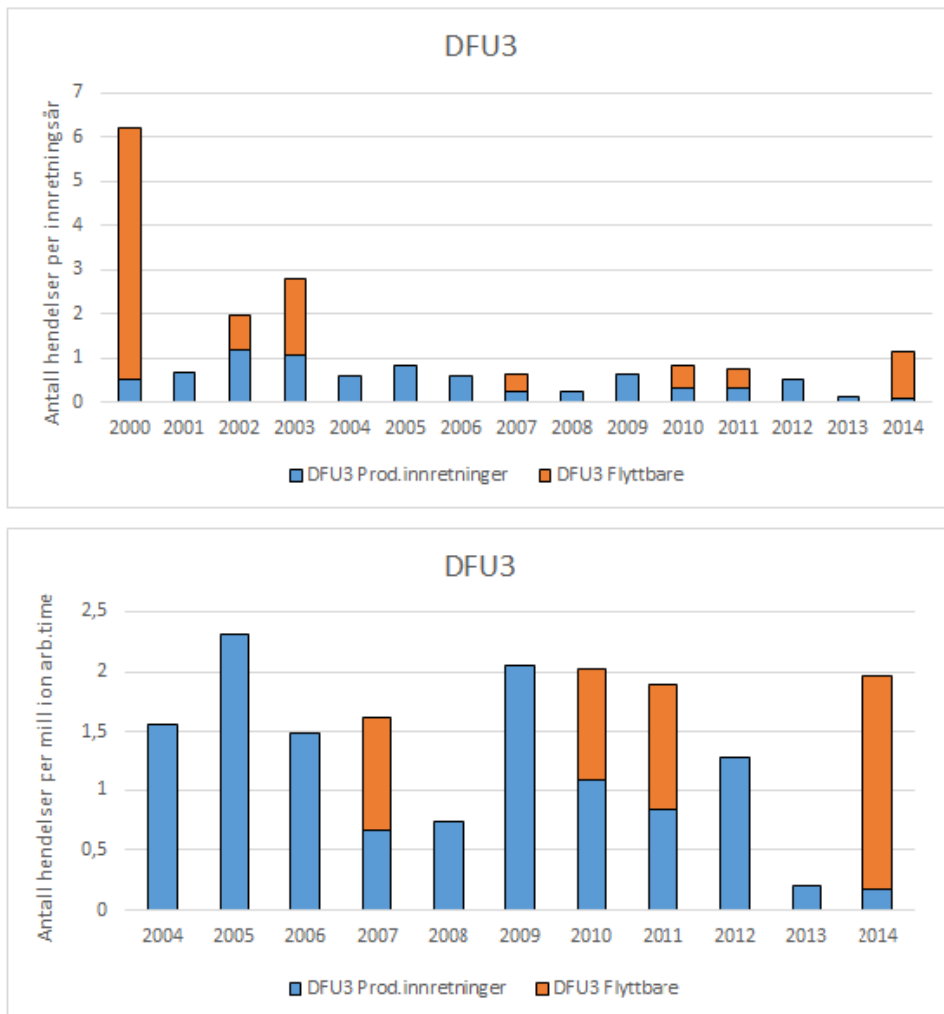
Det meste av arbeidet i forbindelse med denne oppgaven har blitt utført i regneark. I første del av arbeidet med inndeling av data ble databasene for DFU1-11, 13, 16 og 19 lagt inn i regnearket for å kunne sorterte hendelsene etter operatør. Det var ønskelig at oppsummeringen per operatør skulle være enkel å oppdatere hvert år når nye data skal legges inn i databasene. En egen fane i regnearket ble laget, med formler som henter ut antall hendelser for DFU1-11, 13, 16 og 19 og risikovekter for DFU1-10 hvert år fra 2000-2013 for den operatøren en ønsker en oppsummering for. I en av cellene er det en liste hvor en kan velge ønsket operatør, og formlene er skrevet slik at disse oppdateres ut fra hvilken operatør som er valgt i denne listen. Data for 2014 ble inkludert i databasene og i fanen for innhenting av data hvor man velger operatør når disse ble tilgjengelig. Figurer for antall hendelser og risikovektede hendelser ble også laget, og disse oppdateres også automatisk etter hvilken operatør som er valgt i listen. Se Figur 6 med eksempel på dette og vedlegg 3 for oversikt over alle figurene for antall hendelser og risikovektede hendelser for operatør 1, 4 og 6.



Figur 6: Eksempel på figur med antall hendelser og risikovekter for DFUer

Et lignende regneark ble også laget for inndeling av tilsynslag, men som nevnt i kapittel 3.1 ble videre arbeid rettet mot inndeling og analyse på operatørnivå og innretningsnivå. Etter hvert ble også to typer eksponeringsdata per operatør inkludert, per innretningsår og per arbeidstimer. I RNNP blir innretningene delt inn i 5 grupper for eksponering (fast produksjon, flytende produksjon, komplekser, normal ubemannede innretninger (NUIer) og flyttbare innretninger). I RNNP deles ikke eksponeringsdata inn per operatør, men ved normalisering av DFUene deles innretningene på sokkelen inn i forhold til disse fem gruppene. I denne oppgaven ble eksponeringsdata kun delt inn etter produksjonsinnretninger og flyttbare innretninger knyttet til hver operatør, og lagt inn i en fane for normalisering av hyppighet. Det vil si antall produksjonsinnretninger, antall flyttbare innretninger, antall arbeidstimer på produksjonsinnretninger og antall arbeidstimer på flyttbare innretninger for hvert år for valgt operatør ble hentet ut fra normaliseringsfanen. Deretter ble hendelser og

risikovektede hendelser normalisert på innretningsår og arbeidstimer, og figurer av disse ble laget. Figur 7 viser eksempel på antall hendelser normalisert (merk at normalisering med hensyn på arbeidstimer er kun gjort for 2004-2014).

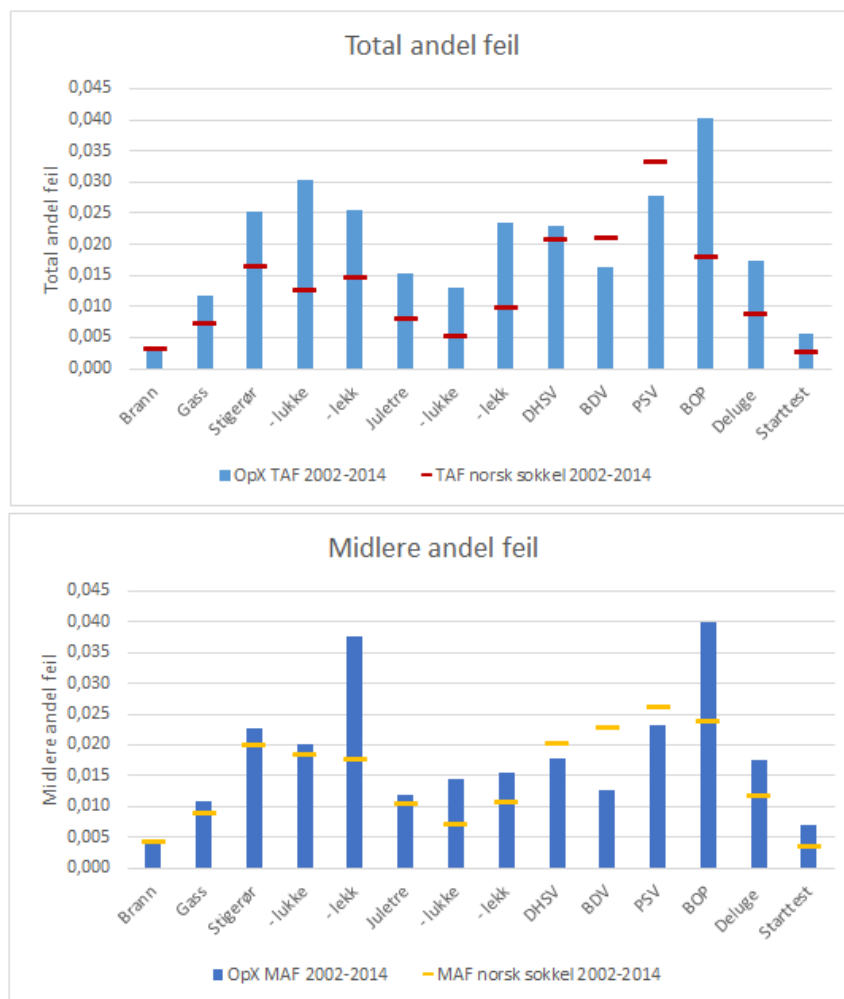


Figur 7: Eksempel på figur med antall hendelser normalisert på innretningsår og arbeidstimer

Det samme ble gjort for data for hele den norske sokkelen, for å kunne sammenligne normaliserte hendelser med valgt operatør.

Deretter ble databasen for barrieredata inkludert i regnearket for årene 2002-2013, med en egen fane som har formel som henter ut barrieredata fra databasen ut i fra valgt operatør. Data for 2014 ble inkludert når disse ble tilgjengelig. Det eksisterte allerede et regneark med oversikt og figurer for total andel feil per innretning for barrierer. Dette ble brukt som mal for å dele inn barrieredata per operatører og har blitt utvidet med mer informasjon. Her oppsummeres antall tester, antall feil, andel feil og midlere

andel feil for hvert år for alle barriereelementene (unntatt for stabilitet og forankring for DFU8). Det samme ble gjort for norsk sokkel for å kunne sammenligne valgt operatør mot norsk sokkel, slik som for DFUene. Figurer med total andel feil og midlere andel feil for 2002-2014 ble laget, samt gjennomsnitt i forskjellige tidsperioder for total andel feil og midlere andel feil ble sammenlignet opp mot norsk sokkel for de samme tidsperiodene. Se Figur 8 for eksempel for gjennomsnittsverdier for total andel feil og midlere andel feil for tidsperioden 2002-2014.



Figur 8: Eksempelfigur Total- og midlere andel feil, gj.snittsverdier 2002-2014

Videre ble prediksjonsintervall ut fra normaltilnærming av binomisk fordeling laget for 2014 som observert andel feil, basert på andel feil fra 2007-2013 som bakgrunnskunnskap for å angi prediksjonsintervallet. Figurer med andel feil hvert år og prediksjonsintervall ble laget. Det var ikke alle barriereelementene som ble rapportert fra 2002. Tidsperioden 2007-2013 ble valgt for å ha samme tidsperiode for

bakgrunnskunnskap for alle barriereelementene. Ved justering av figurene kan en også få med total andel feil fra 2002-2014 om dette er ønskelig. Det kan også gjøres en vurdering for hvert barriereelement om hvilken tidsperiode som er best å inkludere her. Dette ble ikke gjort siden det har vært fokus på mest mulig automatikk etter en velger ønsket operatør i regnearket. Se vedlegg 4 for alle figurer vedrørende barrieredata. For barriereelementene kan en få ingen feil for ett eller flere år. For å skille mellom barriereelementer hvor det er tester uten feil og barriereelementer hvor det ikke er utført tester, er det lagt inn informasjon om antall tester bak årstallene i figurene med prediksjonsintervall. Andel feil for hvert år blir også sammenlignet med bransjekrav for de forskjellige barriereelementene, og en tabell ble laget med formler som henter ut antall innretninger som ligger over bransjekravet for valgt operatør for hvert barriereelement (som har bransjekrav til tilgjengelighet) hvert år.

Etter at formlene for innhenting av både DFUer og barrieredata fungerte, ble en analyse utført basert på metoden screening for trender i regnearket. Forbedring, -, og forverring, +, er begge innenfor prediksjonsintervallet, og hvis denne indikasjonen ikke ønskes, kan begge settes til 0 eller et annet ønsket symbol som indikerer «ikke signifikant utslag». Deretter ble utarbeidelse av en egen fane for visualiseringsfigurer påbegynt. Utgangspunktet for visualiseringsfigurene er, som nevnt i kapittel 3.3, basert på Flage (2014). Formler i visualiseringsfigurene henter inn resultater fra andre faner i regnearket. I tillegg til resultat fra screening og summert antall hendelser for tidsperioden for screening (2004-2014), ble normaliserte hendelser sammenlignet med norsk sokkel for samme tidsperiode som for valgt operatør. For barrierene ble resultater fra trendanalysen for hvert av barriereelementene inkludert og informasjon om total andel feil i 2014 for barriereelementet lå over eller under bransjekravet. Etter hvert ble også informasjon om antall innretninger over bransjekrav for 2014 og gjennomsnittlig antall innretninger over bransjekravet for 2002-2013 linket inn i visualiseringsfigurene. Databasen for vedlikeholdsdata for produksjonsinnretninger for 2010-2014 ble så inkludert i regnearket og delt inn slik at vedlikeholdsdata sorteres etter valgt operatør. Denne databasen var annerledes oppbygd enn databasene for DFUer og barrierer, og egne tabeller måtte lages for hver operatør, for deretter å hente informasjonen inn i fanen for visualisering. Figurer for vedlikeholdsdata ble også inkludert, og oppdateres automatisk etter valgt operatør.

Siden alle data og visualiseringsfigurer oppdateres automatisk med formler etter valgt operatør, har det vært en utfordring tilpasse alle situasjoner og figurer for alle operatører. Hvis data ikke er innenfor antagelser, skal «N/A» komme i visualiseringsfigur. Visualiseringsfigurene skal gi en oppsummering, men tanken er at man skal kunne gå inn i andre faner i regnearket for mer detaljert informasjon, hvis det er områder en ønsker mer detaljer om.

En fane som sorterer DFUene og barrierene etter valgt innretning ble også lagd, på samme måte som for operatører (uten normaliseringsparametere). Det har ikke blitt utført analyse for DFUene, og det bør utøves forsiktighet ved bruk av figurer for disse da det er lav hyppighet for DFUene og det kan være vanskelig å prediktere fremtidig risiko ut fra dette. For barrierene er det gjort trendanalyse for hvert barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling), men for en stor del av barriereelementene per innretning vil ikke antagelser være ok.

Tilslutt ble analyse av ny barriereytelsesindiaktor (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) utført, men for denne analysen ble manuell mellomregning for hver innretning gjort. Analyse for en innretning oppdateres automatisk at formler etter valgt innretninger, men resultatene for hver innretning ble manuelt limt inn og summert, for deretter analyse av operatøren. Resultatene fra dette er ikke koblet til visualiseringsfigurene, men presenteres i kapittel 4.2.1.

Det ble skrevet en prosedyre for oppdatering av data, for å gi en oversikt over hva som skal gjøres når data for nye år skal legges til regnearket. Prosedyren kan finnes i vedlegg 7.

4 Resultater

I dette kapittelet blir resultatene som ble funnet i oppgaven presentert. I kapittel 4.1 blir resultatene for metoden screening for trender for operatør 1, 4 og 6 presentert, og i kapittel 4.2 blir resultatene for analyse av trender for barriereelementene lagt frem. I kapittel 4.3 blir foreslåtte visualiseringsfigurer for DFU 1, 2, 3, 8 og 11 presentert. Tilslutt i kapittel 4.4 oppsummeres vurderinger og begrensninger ved valg av analyser/metoder og rammeverk for DFUer og barrierer for stor, mellomstor og liten operatør.

4.1 Screening for trender

En utfordring med å dele data fra norsk sokkel inn på operatørnivå/innretningsnivå er, som tidligere nevnt, at det blir veldig lav eller ingen forekomst av tilfeller og nestenulykker (DFUer). Derfor kan det være greit at metoden for deteksjon av trend er nokså sensitiv. En variant av metoden screening for trender, nevnt i kapittel 2.5, ble prøvd ut. Screening (r-j) beskriver hvor mange år som er inkludert som observerte år. For eksempel for «screening 4» er det fire år inkludert som observerte år. Screening 1 har kun ett år som observerte år, her 2014, og er sammenfallende med RNNP metode beskrevet i kapittel 2.3.2. Signifikant forbedring, \searrow , vil si at observerte verdier er lavere enn prediksjonsintervallet og signifikant forverring, \nearrow , er hvor observerte verdier er høyere enn prediksjonsintervallet. Forbedring, -, og forverring, +, er begge innenfor prediksjonsintervallet, men gir indikasjon på om observerte hendelser er over eller under forventningsverdien, altså prediksjonen som prediksjonsintervallet er basert på. Dette er ikke så relevant, da antall hendelser stort sett alltid vil variere noe, men det kan likevel være med som tilleggsinformasjon eller fjernes etter behov. N/A vil si at forventningsverdier/prediksjonen er mindre enn 1 og grunnen til dette er for få hendelser i tidsperioden som screeningen er basert på. Figur 9 illustrerer symbolforklaring for utslag av metoden screening for trender.

\searrow	Signifikant forbedring
-	Forbedring (lavere enn forventningsverdi)
+	Forverring (høyere enn forventningsverdi)
\nearrow	Signifikant forverring
N/A	Forventningsverdi mindre enn 1

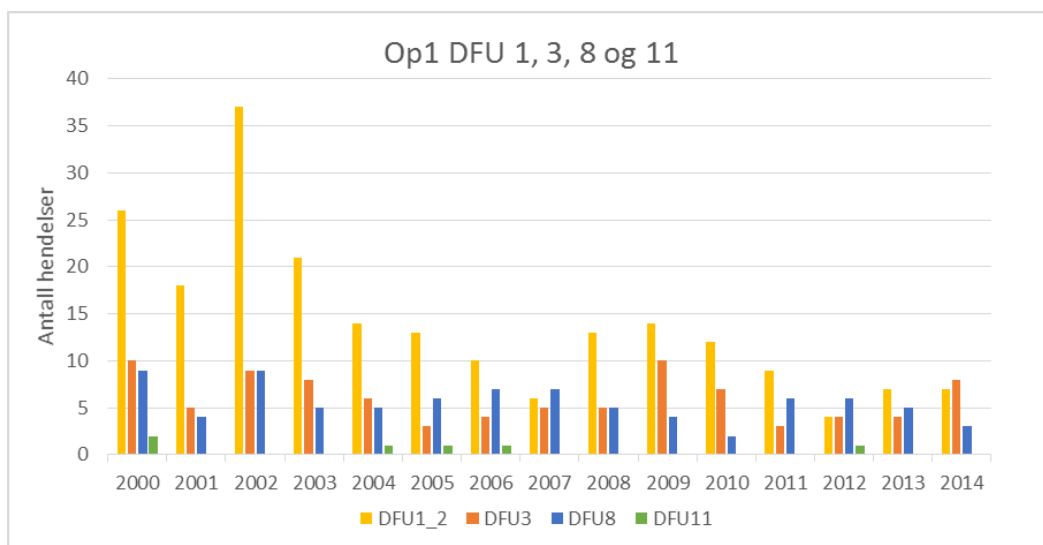
Figur 9: Symbolforklaring for utslag fra screeningen

Resultatene fra screening 1-10 for operatør 1, 4 og 6, blir presentert i Tabell 3, 4 og 5. Dette gjelder DFU1, 3, 8 og 11, hvor det er hendelser for tidsperioden 2004-2014. En bør se på disse resultatene i sammenheng med datamateriale. Se vedlegg 5 for mer detaljerte resultater fra screeningen. Som nevnt i kapittel 2.5 bør antallet hendelser i tidsperioden som danner prediksjonsintervallet minst være dobbelt så mange som antallet nye hendelser, $S_1 \times 2 > S_2$, basert på Røed & Aven (2009). For indikasjon på hvilke screeninger som inneholder mest relevante data, har de screeningene som ikke oppfyller denne regelen lysegul bakgrunnsfarge. Figur 10, 11 og 12 viser antall hendelser for DFU1, 3, 8 og 11 for tidsperioden 2000-2014 for henholdsvis operatør 1, 4 og 6.

Tabell 3: Screening for trender operatør 1

Op1 - DFU1			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	-
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	-
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	↘
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	↘
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	↘
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	↘
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	-
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↘
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	↘
Op1 - DFU3			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	+
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	+
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	-
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	-
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	-
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	+
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	+
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↗
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	+
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	-

Op1 - DFU8			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	-
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	-
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	-
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	-
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	-
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	↘
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	↘
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	-
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	-
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	+
Op1 - DFU11			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014	
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	-
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	-
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	-
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	-
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	-
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	-
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↘
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	↘

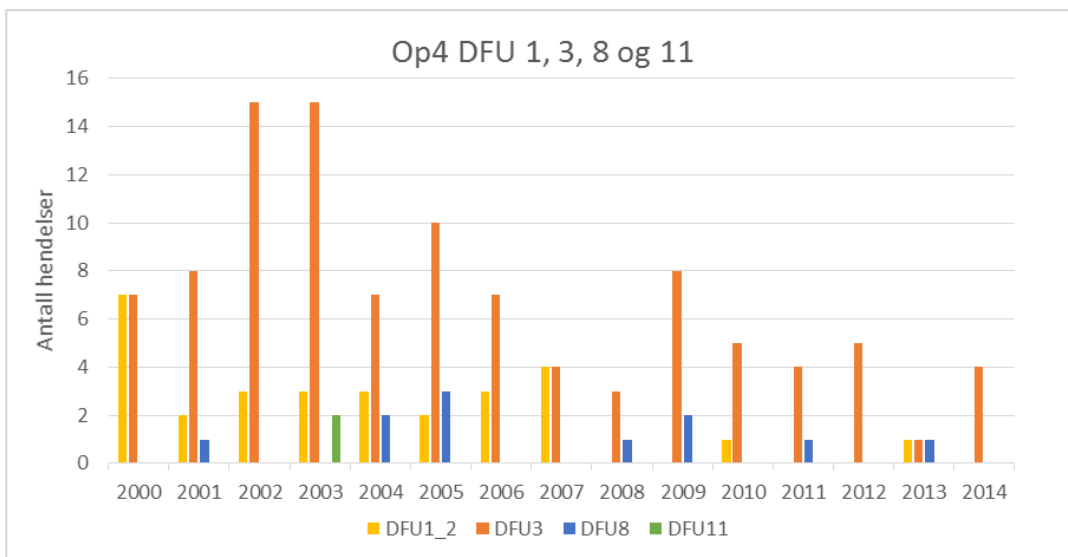


Figur 10: Op1 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11

Tabell 4: Screening for trender operator 4

Op4 - DFU1			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	-
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	-
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	-
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	↘
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	↘
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	↘
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	↘
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↘
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	↘
Op4 - DFU3			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	-
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	↘
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	↘
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	↘
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	↘
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	-
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	↘
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↘
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	↘
Op4 - DFU8			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	-
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	-
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	-
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	-
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	-
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	-
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	-
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	↘
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	↘

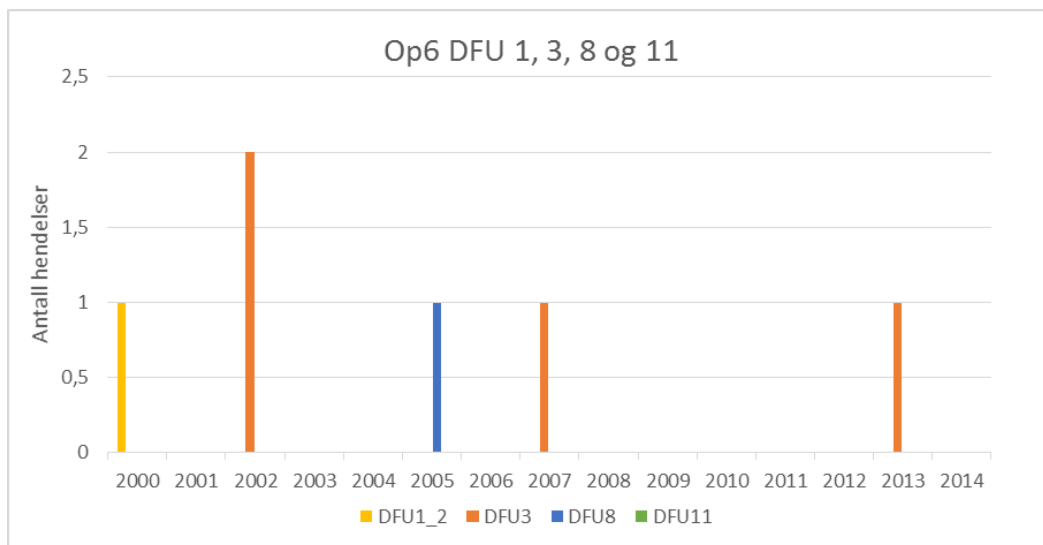
Ingen hendelser for DFU11 i tidsperioden 2004-2014



Figur 11: Op4 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11

Tabell 5: Screening for trender operatør 6

Op6 - DFU3			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	N/A
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	+
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	+
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	-
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	-
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	N/A
Op6 - DFU8			Utslag
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0	N/A
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014	N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014	N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014	-
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014	-
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014	-
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014	-
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014	-
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014	↘
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014	N/A



Figur 12: Op6 Antall hendelser DFU1, 3, 8 og 11

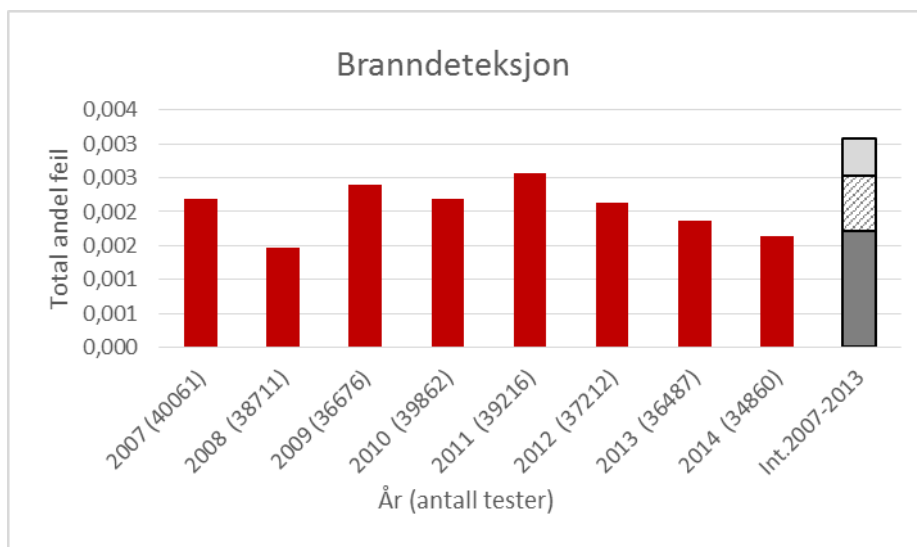
Full screening ble også gjort for tidsperioden 2000-2014, hvis en ønsker å se på utviklingen over enda lengre tid. En kan se fra Figur 10 og 11 at det var flere hendelser for de første årene, enn etter 2003. For denne tidsperioden blir nokså gamle data inkludert og det kan stilles spørsmål hvor relevant det er. Derfor blir kun antallet signifikante utslag fra tidsperioden 2004-2014 tatt med i visualiseringsfiguren, som blir beskrevet i kapittel 4.3. Det er også viktig å se resultatene fra analysen i sammenheng med hvor mange hendelser som inntruffet i tidsperioden 2004-2014. Det er for eksempel ingen hendelser for DFU1 og 11 for operatør 6 i tidsperioden 2004-2014, og det er kun 2 hendelser for DFU3 for samme tidsperioden. Ut fra informasjon om antall hendelser og/eller figurer med antall hendelser for 2004-2014 ser man at det er veldig lite data å basere screeningen på for DFU3. Når prediksjonen er 1 og større, så vil man få prediksjonsintervall og utslag fra screeningen. Dette betyr likevel ikke at tallene for screeningen nødvendigvis er god. En må se på antall hendelser totalt i tidsperioden og vurdere om screeningen har nok hendelser i bakgrunnskunnskapen. Dette bidrar også regelen $S_1 \times 2 > S_2$ til.

4.2 Analyse av barrierelytelse

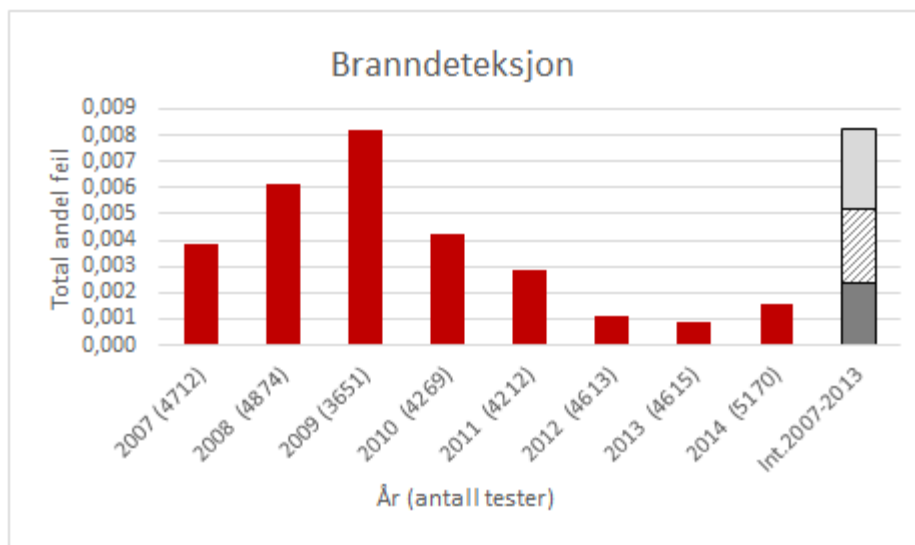
Resultatene fra inndeling av barrieredata for operatør 1, 4 og 6 kan finnes i vedlegg 4. I denne oppgaven har kun database med barrieredata for produksjonsinnretninger blitt anvendt i analysene. Her blir gjennomsnittet for total andel feil og midlere andel feil for gitte tidsperioder (2002-2013, 2006-2013 og 2009-2013) sammenlignet med gjennomsnittet for norsk sokkel for samme tidsperiode. Når data for 2014 ble tilgjengelig ble det laget trend figurer med prediksjonsintervall for total andel feil for 2014. Figur 13-15 viser trend figurer for barrieredata for henholdsvis operatør 1, 4 og 6 for årene 2007-2014. I vedlegg 4 er trend figurer for alle barrieredata mot lekkasje i prosessområde for de tre operatørene lagt ved. Prediksjonen for andel feil, \hat{p} , for 2014 er basert på total andel feil for foregående år, 2007-2013. Antall tester n , er antall tester i 2014. Det er også to antagelser som sjekkes før normaltilnærming av binomisk fordeling (ligning 2.6) kan gjøres for barrieredataene:

- 1) Om forventet antall feil neste år, $n_{2014} \times \hat{p}$, er større enn 5.
- 2) Om antall tester neste år, n_{2014} , er større enn 30.

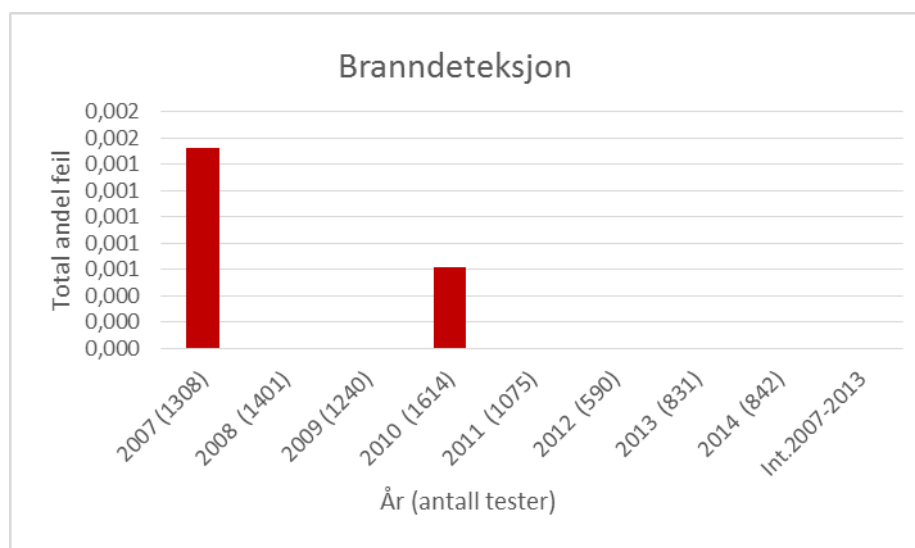
Antagelsene som er anvendt er de samme som har vært brukt ved trendanalyse for barrieredata på landanlegg.



Figur 13: Analyse av trend for barrieredata for operatør 1



Figur 14: Analyse av trend for barriereelementet branndeteksjon for operatør 4



Figur 15: Analyse av trend for barriereelementet branndeteksjon for operatør 6

Antagelsene for operatør 6 i Figur 15 er ikke ok, da forventet antall feil i 2014 er mindre enn 5 og dermed er det ikke prediksjonsintervall i Figur 15. Alle barriereelementene i RNNP som skal forebygge brann og eksplosjon, unntatt BOP, har bransjekrav til tilgjengelighet for andel feil, og det blir sjekket om total andel feil for hvert barriereelement ligger under eller over bransjekravet. Tabell 6 gir en oversikt over hvor mange innretninger som er over bransjekravet for operatør 1, 4 og 6 i 2014 og gjennomsnittlig antall innretninger for hele tidsperioden 2002-2013. Merk at ikke alle barriereelementene har rapport tester siden 2002, og hvis ønskelig kan en også finne

antall innretninger over bransjekravet for hvert barriereelement for hvert år i regnearket.

Tabell 6: Antall innretninger over bransjekrav

		Antall innretninger over bransjekrav Op1		Antall innretninger over bransjekrav Op4		Antall innretninger over bransjekrav Op6	
Barriere- element	Bransje- krav	Gjennomsnitt 2002-2013	2014	Gjennomsnitt 2002-2013	2014	Gjennomsnitt 2002-2013	2014
Brann	0,010	3,1	2	4,0	0,0	0,0	0
Gass	0,010	5,3	1	6,3	4,0	0,1	1
Stigerør	0,010	5,6	8	1,3	0,0	0,4	0
- lukke	0,010	2,4	7	0,4	0,0	0,2	0
- lekk	0,010	1,8	2	0,3	0,0	0,3	0
Juletre	0,020	2,3	0	2,1	1,0	0,8	1
- lukke	0,020	1,7	0	0,6	0,0	0,1	0
- lekk	0,020	2,4	2	1,2	1,0	0,3	1
DHSV	0,020	6,6	10	5,4	5,0	0,6	0
BDV	0,005	9,6	19	1,8	0,0	0,2	1
PSV	0,040	8,2	8	0,2	0,0	0,0	1
Deluge	0,01	4,2	6	2,6	1,0	0,5	1
Starttest	0,005	5,0	3	2,6	0,0	0,1	0

Det samme blir gjort for barriereelementer per innretning. Tabell 7 viser et eksempel på en oversikt som finnes for hver innretning, om andel feil til barriereelementene ligger over eller under bransjekrav i 2014, og om gjennomsnittet for innretningen i 2002-2013 ligger over eller under bransjekravet. Det finnes også en tabell som viser om innretninger er over eller under bransjekravet for hvert år i regnearket.

Tabell 7: Bransjekrav innretning AR

Bransjekrav innretning AR			
Barriereelement	Bransjekrav	Gjennomsnitt 2002-2013	2014
Brann	0,010	Under	Under
Gass	0,010	Under	Under
Stigerør	0,010	Over	Under
- lukke	0,010	Under	Under
- lekk	0,010	Over	Under
Juletre	0,020	Under	Under
- lukke	0,020	Under	Under
- lekk	0,020	Under	Under
DHSV	0,020	Under	Over
BDV	0,005	Over	Over
PSV	0,040	Over	Under
Deluge	0,010	Under	Under
Starttest	0,005	Under	Under

Disse resultatene blir også oppsummert i visualiseringsfigurene som presenteres i kapittel 4.3.

4.2.1 Ny barriereytelsesindikator

Trendanalysen som ble beskrevet i kapittel 2.6 kan tilpasses etter hva som er ønsket fokusområde. Analysen kan gjøres for en innretning med alle eller utvalgte barriereelementer, for alle eller utvalgte innretninger for en operatør og for alle innretninger på norsk sokkel samlet sett. Det finnes mange kombinasjoner som analysen kan gjøres for, men det har blitt valgt ut tre analyser i denne oppgaven:

1. Analyse av ni barriereelementer som skal beskytte mot brann og eksplosjon: branndeteksjon, gassdeteksjon, nedstengningsventil stigerør, ving- og masterventil, nedihulls sikkerhetsventil, trykkavlastingsventil, delugeventil og starttest brannpumpe. Se Tabell 8-10.

2. Analyse av fire barriereelementer, nødavstengningsventil for stigerør (ESDV), trykkavlastningsventil (BDV), delugeventil og DHSV. Disse hadde midlere andel feil i 2014 over bransjekravet. Se Tabell 11-13.
3. Analyse av kun ett barriereelement, gassdeteksjon. Her summeres også resultater for alle produksjonsinnretninger på norsk sokkel, i tillegg til resultater for operatør 1, 4 og 6. Se Tabell 14-17.

For enkelthetsskyld er det ikke skilt mellom lekkasjetest og lukketest for nedstengningsventil stigerør (ESDV), ving- og masterventil (juletre). I Tabell 8-10 presenteres resultatene fra trendanalyse for antall feil på alle ni barriereelementene i 2014, med prediksjonsintervall basert på at antall feil på testene i 2014 ligger akkurat på bransjekravet for henholdsvis operatør 6, 4 og 1. Her beregnes m_i og v_i for hver innretning som tilhører operatøren, og basert på disse beregnes m og v for operatøren, og det sjekkes om observert N (antall feil i 2014) ligger innenfor prediksjonsintervallet. Operatør 6 har kun en innretninger og dette gir dermed et eksempel for analysen utført på innretningsnivå, se Tabell 8.

Tabell 8: Op6 barriereytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriereelementer inkludert

Op6 – Analyse 1, ni barriereelementer	
m	26,2
v	25,7
N	30
90 % prediksjonsintervall for F(y)	18-35
F(y)	0,804
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Innenfor, ikke trend

For analysene 1 og 2 har det blitt gjort to varianter av analysen. Først inkluderes alle innretningene for operatøren som har tester på minst ett av barriereelementene som inngår i analysen. Det kan derimot være flere innretninger som ikke har tester for alle barriereelementene. Derfor ble samme analyse utført med kun for de innretningene som har tester for alle barriereelementene som inngår i analysen. Dette gir noe forskjell i tallmateriale, for eksempel for operatør 4 har bare 16% av innretningene tester for alle de ni barriereelementene i analyse 1. Resultatene fra trendanalysene gir likevel samme resultat (utslag fra trendanalyse) for de to variantene av analyse 1 og 2.

Tabell 9: Op4 barrieretelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriererlementer inkludert

Op4 – Analyse 1, ni barriererlementer		
	Alle innretninger som har tester i 2014 for minst ett av de ni barriererlementene	Kun med innretninger som har tester i 2014 for alle de ni barriererlementene
m	190,5	45,9
v	186,8	45,0
N	59	12
90 % prediksjonsintervall for F(y)	168-213	34-57
F(y)	0	0
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant lavere	Signifikant lavere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	52,6 %	66,7 %
Andel innretninger som gir signifikant høyere	0	0

Tabell 10: Op1 barrieretelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, ni barriererlementer inkludert

Op1 - Analyse 1, ni barriererlementer		
	Alle innretninger som har tester i 2014 for minst ett av de ni barriererlementene	Kun med innretninger som har tester i 2014 for alle de ni barriererlementene
m	1171,5	1016,0
v	1149,7	997,3
N2	505	423
90 % prediksjonsintervall for F(y)	1116-1228	964-1068
F(y)	0	0
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant lavere	Signifikant lavere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	82,9 %	85,7%
Andel innretninger som gir signifikant høyere	0	0

I årets RNNP hovedrapport for norsk sokkel (Petroleumstilsynet, 2015) blir det nevnt at midlere andel feil i 2014 for nødavstengningsventil for stigerør (ESDV), trykkavlastningsventil (BDV), delugeventil og DHSV ligger over bransjekravet til tilgjengelighet. Det har derfor blitt valgt å gjøre den andre analysen basert på disse fire barriereelementene for operatør 1, 4 og 6, hvor resultatene presenteres i Tabell 11-13.

Tabell 11: Op1 barriereytelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriereelementer inkludert

Op1 - Analyse 2, fire barriereelementer		
	Alle innretninger som har tester i 2014 for minst ett av fire barriereelementer	Kun med innretninger som har tester i 2014 for alle fire barriereelementer
m	134,7	122,3
v	132,4	120,1
N	193	173
90 % prediksjonsintervall for F(y)	116-154	105-141
F(y)	0,999	0,999
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant høyere	Signifikant høyere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	0	0
Andel innretninger som gir signifikant høyere	28,6%	25%

Tabell 12: Op4 barrieretelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriererelementer inkludert

Op4 - Analyse 2, fire barriererelementer		
	Alle innretninger som har tester i 2014 for minst ett av fire barriererelementer	Kun med innretninger som har tester for alle fire barriererelementer
m	23,6	7,9
v	23,2	7,8
N	25	9
90 % prediksjonsintervall for F(y)	16-32	3-13
F(y)	0,665	0,728
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Innenfor, ingen trend	Innenfor, ingen trend
Andel innretninger som gir signifikant lavere	0	0
Andel innretninger som gir signifikant høyere	5,9 %	0

Tabell 13: Op6 barrieretelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, fire barriererelementer inkludert

Op6 - Analyse 2, fire barriererelementer	
m	4,4
v	4,3
N	3
90 % prediksjonsintervall for F(y)	1-8
F(y)	0,362
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Innenfor, ingen trend

Den siste analysen gjøres for kun ett barriererelement, her er gassdetektor valgt. Analysen har blitt gjort for hver operatør med alle innretninger hvor test for barriererelementet er utført i 2014 og deretter for norsk sokkel med produksjonsinnretningene som har test for gassdetektor i 2014.

Tabell 14: Op1 barrieretyelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor

Op1 - Analyse 3, gassdetektor	
m	179,2
v	177,4
N	61
90 % prediksjonsintervall for F(y)	158-201
F(y)	0
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant lavere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	28,8 %
Andel innretninger som gir signifikant høyere	0

Tabell 15: Op4 barrieretyelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor

Op4 - Analyse 3, gassdetektor	
m	25,2
v	24,9
N	13
90 % prediksjonsintervall for F(y)	17-33
F(y)	0,006
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant lavere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	5,9 %
Andel innretninger som gir signifikant høyere	5,9 %

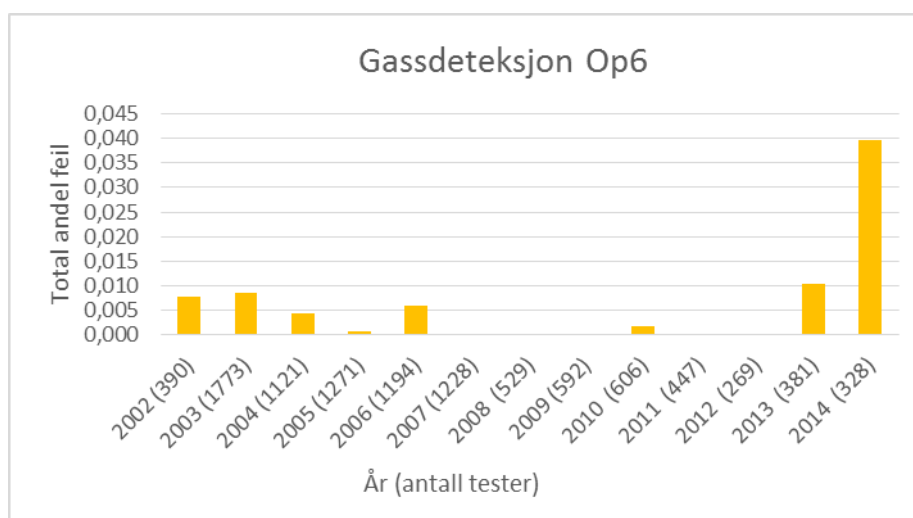
Tabell 16: Op6 barrieretyelsesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor

Op6 - Analyse 3, gassdetektor	
m	7,6
v	7,6
N	16
90 % prediksjonsintervall for F(y)	3-12
F(y)	0,998
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant høyere

Tabell 17: Alle produksjonsinnretninger barrieretyltesindikator sammenlignet mot bransjekrav, gassdetektor

Norsk sokkel, produksjonsinnretninger - Analyse 3, gassdetektor	
m	272,2
v	269,7
N	196
90 % prediksjonsintervall for F(y)	246-300
F(y)	0
Trend av N, basert på prediksjonsintervall for F(y)	Signifikant lavere
Andel innretninger som gir signifikant lavere	20,0 %
Andel innretninger som gir signifikant høyere	4,3 %

De fleste trendanalysene har utslag «signifikant lavere», som gir indikasjon på at barriereelementene samlet sett for operatøren ligger godt under bransjekravet til tilgjengelighet. Analyse 2 for operatør 1, ved test av de fire barriereelementene som ligger over bransjekravet for midlere andel feil, gir signifikant høyere utslag, mens for operatør 4 og 6 for samme analyse gir ingen trend. Analyse 3, hvor kun gassdetektorer er med, gir signifikant lavere utslag for operatør 1, 4 og for alle produksjonsinnretningene samlet, men gir signifikant utslag for operatør 6. Ved å se på Figur 16 for total andel feil for test av gassdetektor for operatør 6, kan en se at total andel feil ligger betraktelig høyere i 2014 enn tidligere år. Dette kan skyldes tilfeldig variasjon, men dette bør likevel følges opp når data for 2015 kommer neste år.



Figur 16: Operatør 6 Gassdeteksjon

4.3 Oppsummering og visualisering

I starten av utformingen av visualiseringsfigurer og oppsummering, var det ønskelig å ha med indikasjon om det var signifikant utslag for antall hendelser, antall hendelser normalisert per innretningsår, antall hendelser normalisert med hensyn på arbeidstimer og risikovektet indikator normalisert med hensyn på arbeidstimer. Prosedyren for metoden screening for trender gjelder kun for antall hendelser. For normaliserte hendelser og for risikovektet indikator må Poisson-fordelingen tilnærmes normalfordeling (se ligning 2.5). Dermed må antagelsene for normaltilnærming være oppfylt. Med så lav hyppighet av DFUer på norsk sokkel er det få operatører, om noen i det hele tatt, hvor disse antagelsene er ok. Derfor blir det ikke utført screening for trender for normaliserte og risikovektede hendelser (per DFU). De normaliserte hendelsene blir imidlertid sammenlignet mot norsk sokkel for samme tidsperiode, siden eksponering blir tatt hensyn til her. Det angis i visualiseringsfiguren antall tester med signifikant forbedring og antall tester med signifikant forverring fra metoden screening for trender for 2004-2014. Deretter kan en gå inn i tabellene med resultat fra metoden screening for trender for mer detaljert informasjon. Det oppgis også totalt antall hendelser for DFUen i 2004-2014, slik at man vet hvor mange hendelser screeningen ble basert på. Resultater for visualisering for operatør 1 blir presentert i Figur 18-22. Figur 17 inneholder symbolforklaring for visualiseringsfigurene i Figur 18-22.

Høyere	Op1 har høyere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	↘	Signifikant forbedring
Lavere	Op1 har lavere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	0	Innenfor prediksjonsintervall
Over	Over bransjekrav	↗	Signifikant forverring
Under	Under bransjekrav	N/A	Antagelser ikke ok
		TAF	Total andel feil
		MAF	Midlere andel feil

Figur 17: Symbolforklaring for visualiseringsfigur

DFU	Hendelser	Barrierer		
		Brann-deteksjon	Deluge ventil	Starttest brannpumpe
2	Op1 over eller under bransjekrav i 2014	Under	Under	Under
	Antall innretninger over bransjekrav 2014	2	6	3
	Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	3,1	4,2	5,0
	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	↘	↗	0
	TAF Op1 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Lavere	Lavere
	MAF Op1 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Høyere	Høyere

Figur 19: Visualiseringsfigur Op1 for DFU2: Antent hydrokarbonlekkasje

DFU	Hendelser				Barrierer			
	Antall	Antall/innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime	DHSV	BOP		
3	Antall hendelser 2004-2014	59			Op1 over eller under bransjekrav i 2014	Over		
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	0			Antall innretninger over bransjekrav 2014	10		
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	1			Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	6,6		
					Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	↗	↘	
	Op1 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	TAF Op1 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Lavere
	Sum Op1 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere	MAF Op1 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Lavere

Figur 20: Visualiseringsfigur Op1 for DFU3: Brønnhendelse/tap av brønnkontroll

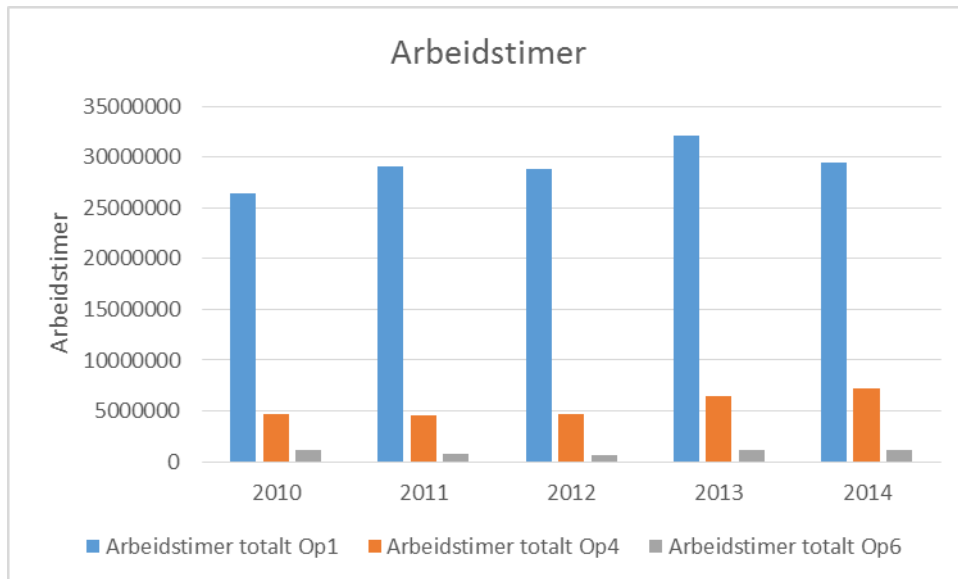
DFU	Hendelser				Barrierer			
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		Ventiler i ballastsystem	Lukking av vanntette dører
8	Antall hendelser 2004-2014	56				Op1 over eller under bransjekrav i 2014	Under	Under
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	2				Antall innretninger over bransjekrav 2014	0	0
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002- 2013	1	0
	Op1 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A
	Sum Op1 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere			

Figur 21: Visualiseringsfigur Op1 for DFU8: Skade på konstruksjoner

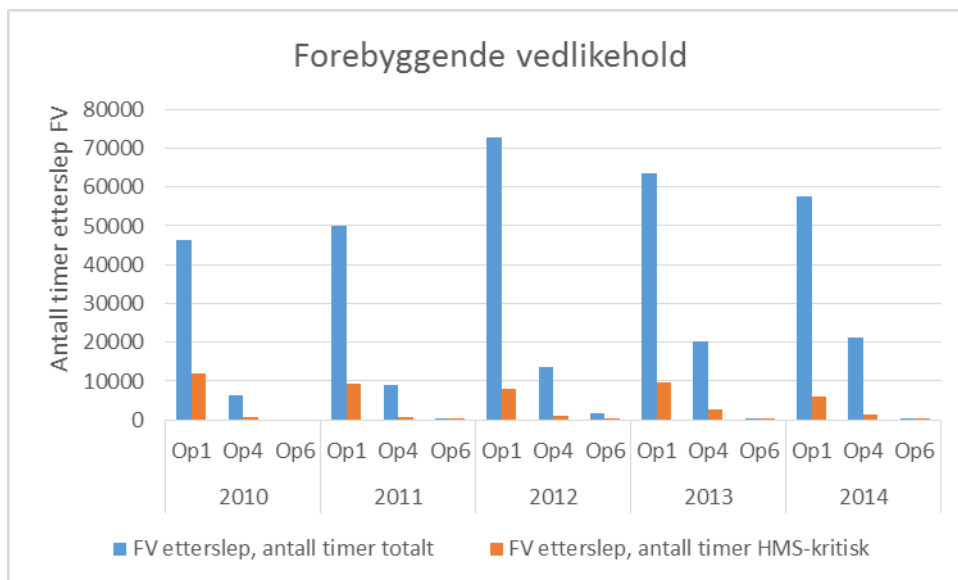
DFU	Hendelser				Barrierer	
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime		Mønstring
11	Antall hendelser 2004-2014	4			Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, 2014	0,113
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	3			Antall mønstringer	802
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0			Antall mønstringer som ikke oppfylte krav	91
	Op1 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lik	Lik	Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, gj.snitt 2007- 2013	0,140
	Sum Op1 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Op1 i forhold til norsk sokkel, sum andel øvelser ikke oppfylt krav 2010- 2014	Høyere

Figur 22: Visualiseringsfigur Op1 for DFU11: Evakuering (føre-var og nødevakuering)

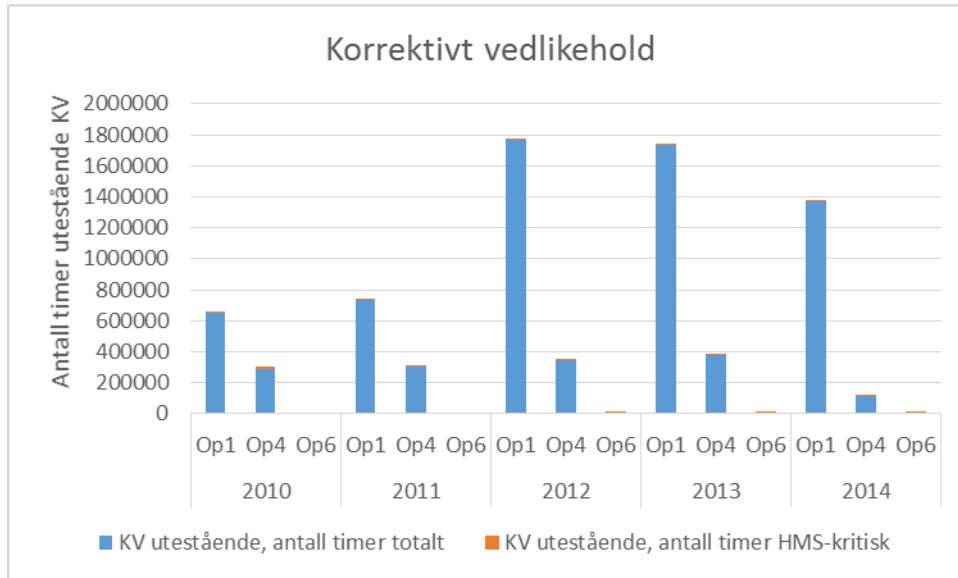
Tilleggsinformasjon om antall arbeidstimer og vedlikeholdsdata de siste fem årene er inkludert, se Figur 23-26. Visualiseringsfigurene for operatør 4 og 6 kan finnes i vedlegg 6, samt mer detaljerte figurer for arbeidstimer og vedlikeholdsdata.



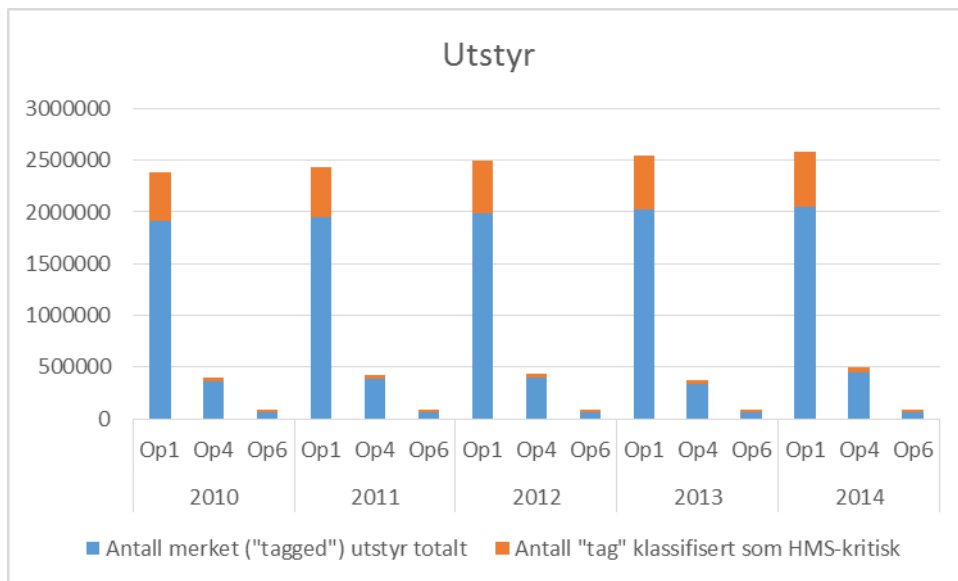
Figur 23: Arbeidstimer siste fem år for operatør 1, 4 og 6



Figur 24: Op1, 4 og 6 Forebyggende vedlikehold



Figur 25: Op1, 4 og 6 Korrektivt vedlikehold

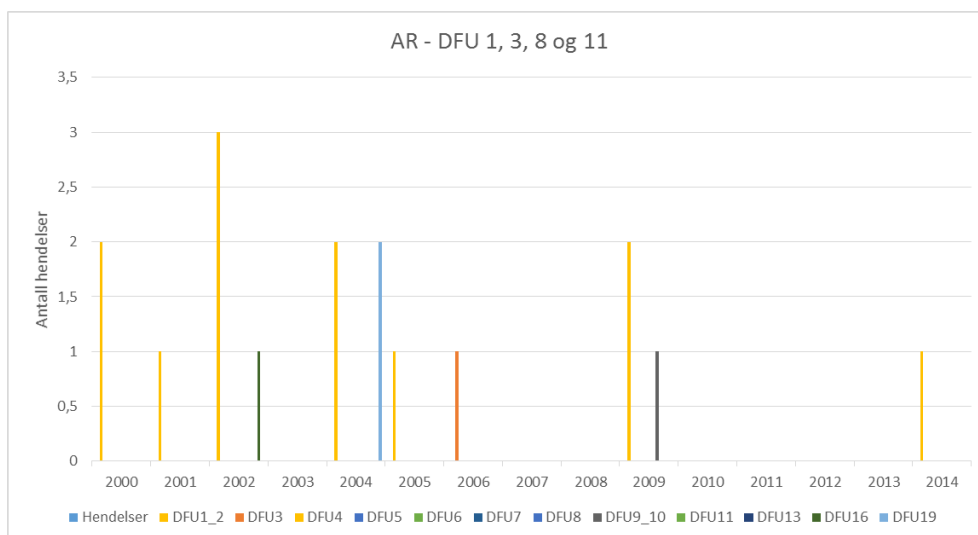


Figur 26: Op1, 4 og 6 Antall merket utstyr totalt og HMS-kritisk

Selv om det ikke har blitt gjort analyse av DFUer på innretningsnivå, ble en enkel oppsummering for produksjonsinnretninger utført. Visualiseringsfigurer per innretning er ikke ideell å anvende, men dette er en foreløpig visualiseringsfigur som eventuelt kan videreutvikles. Figur 27 viser et eksempel for innretning AR. Figur 28 viser antall hendelser for DFU1, 3, 8, og 11 for innretning AR, slik som for operatører.

DFU	Hendelser			Barrierer					
		Antall	Antall/ innretningsår		Gass- deteksjon	Trykk- avlastning	Sikkerhets- ventil	Nødvstegnings- ventil (stigerør)	Ving- og masterventil
1	Antall hendelser 2000-2014	12		Bransjekrav 2014	Under	Over	Under	Under	Under
	AR i forhold til norsk sokkel, 2014		Høyere	Bransjekrav gjennomsnitt 2002-2013	Under	Over	Over	Over	Under
	AR i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014		Høyere	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A	↘	N/A	N/A

Figur 27: Innretning AR DFU1



Figur 28: Innretning AR Antall hendelser for DFU1, 3, 8 og 11

4.4 Rammeverk

Dette delkapittelet inneholder en oppsummering av metodene som har blitt prøvd ut, hva som har fungert og hva som ikke har vært mulig å gjøre med nåværende data for RNNP. Først presenteres resultatene for de tre operatørene som ble valgt i denne oppgaven. Deretter blir dette generalisert for stor, mellomstor og liten operatør i et rammeverk slik at det resultatene fra oppgaven kan brukes i ettertid. Rammeverket for DFUer presenteres i kapittel 4.4.1 og rammeverket for barrierer presenteres i kapittel 4.4.2.

4.4.1 Rammeverk DFUer

Først presenteres generelle funn for de tre operatørene som ble valgt i denne oppgaven basert på metoden screening for trender, screening for normaliserte og risikovektede DFUer, totalindikator og kombinasjonsindikator. Deretter generaliseres dette for stor, mellomstor og liten operatør i Tabell 18, slik at det resultatene fra denne oppgaven kan anvendes i ettertid.

Screening for antall hendelser

For operatør 1 kan RNNP metode benyttes ved de DFUene som har blitt sjekket i oppgaven. Dette er tilsvarende «screening 1» ved metoden screening for trender. Det kan likevel være nyttig å se på flere observerte år, hvis en ønsker å se utviklingen over lengre tid. For operatør 4 kan metoden screening for trender benyttes for de DFUene som har blitt sjekket i oppgaven, ved unntak av DFU11 (hvor det er ingen hendelser for 2004-2014). For operatør 6 kan verken RNNP metode eller metoden screening for trender anvendes for å finne trender. Med så få hendelser, for eksempel 2 hendelser på 10 år, kan en ikke finne trender da bakgrunnskunnskapen er for svak.

Screening for normaliserte og risikovektede DFUer

For normaliserte og risikovektede DFUer må en sjekke om antagelser for normaltilnærming er oppfylt før en modifisert versjon av metoden screening for trender kan anvendes. For nedre og øvre grense av prediksjonsintervallet kan ligning 2.5, normaltilnærming av Poisson fordeling, anvendes hvis antagelsene er oppfylt. Antagelsen for normaltilnærming er ikke oppfylt for DFUene som har blitt sjekket for operatør 1, 4 og 6.

Totalindikator og kombinasjonsindikator

Analyse av trender for totalindikator for DFU1-10 og kombinasjonsindikatoren ble vurdert som et alternativ for liten operatør, hvor metoden screening for trender per DFU alene ikke kan gjøres. Totalindikatoren er en vektet indikator som deretter er normalisert på arbeidstimer og relatert til verdien 100 i år 2000. Her må det sjekkes om antagelsen for normaltilnærming er oppfylt før metoden screening for trender av totalindikatoren kan utføres. Kombinasjonsindikatoren kombinerer data for DFUer med relevante barriereytelsesdata. Se vedlegg 2 for hvilke barriereelementer som er relevante for hvilke DFUer. For å kunne gjøre trendanalyse av kombinasjonsindikatoren må både data for DFUer og data for barriereelementene kunne normaltilnærmes. Detaljene for kombinasjonsindikatoren blir ikke bli gått videre

inn på her, men kan finnes i Heide Knudsen et al., (2007). Antagelser for normaltilnærming ved bruk av totalindikator for operatør 1 er ok (og i grenseland for operatør 4), men ikke for operatør 6. Det var særlig for operatør 6 det var ønskelig å sjekke om metoden screening av trender for totalindikatoren kunne anvendes. Dette kunne vært en alternativ metode siden metoden screening for trender ikke kan gjøres per DFU.

Tabell 18: Rammeverk for metoder for analyse av trender for DFUer

Rammeverk - DFUer	
Stor operatør	<p>RNNP metode (beskrevet i kapittel 2.3.2) kan benyttes. Dette er også tilsvarende screening 1 i metoden screening for trender, hvor bare ett år er inkludert som observerte hendelser. Hvis en ønsker høyere sensitivitet og det ikke er signifikant utslag på første screening, kan man å se på utvikling over tid ved å inkludere flere år som observerte år. Altså å se videre på flere $j = r-1, r-2, \dots, 1$ ved metoden screening for trender.</p> <p>For normaliserte og risikovektede DFUer må antagelser for normaltilnærming sjekkes, før man eventuelt kan bruke en modifisert metode av screening for trender for disse. Antagelsene kan være i grenseland for stor operatør. For nedre og øvre grense kan ligning 2.5, normaltilnærming av Poisson fordeling, benyttes.</p> <p>For trendanalyse av kombinasjonsindikator må antagelser om normaltilnærming sjekkes før analyse kan utføres. For trendanalyse av kombinasjonsindikatoren (Heide Knudsen et al., 2007) må både DFUer og barrierer normaltilnærmes, og antagelser for normaltilnærming må sjekkes for begge før denne kan anvendes. For stor operatør kan antagelse for normaltilnærming for totalindikator være ok, men ikke for kombinasjonsindikatoren (per 2014).</p>
Mellomstor operatør	<p>Metoden screening for trender kan benyttes for mellomstore operatører, for antall hendelser. Antall hendelser for hver DFU varierer, og antall hendelser for tidsperioden screeningen gjøres for, må ses i sammenheng med screeningen.</p>

Rammeverk - DFUer	
	<p>For normaliserte og risikovektede hendelser må antagelser for normaltilnærming sjekkes, før en evt. bruker en modifisert prosedyre for screening for trender for disse. For nedre og øvre grense brukes da ligning 2.5, normaltilnærming av Poisson fordeling.</p> <p>For trendanalyse av kombinasjonsindikator må antagelser om normaltilnærming sjekkes før analyse kan utføres. For trendanalyse av kombinasjonsindikatoren (Heide Knudsen et al., 2007) må både hendelser og barrierer normaltilnærmes, og antagelser for normaltilnærming må sjekkes for begge før denne kan anvendes. For mellomstore operatører kan antagelse for normaltilnærming for totalindikator være ok (men i grenseland), men ikke for kombinasjonsindikatoren (per 2014).</p>
Liten operatør	<p>Verken RNNP metode eller metoden screening for trender kan benyttes på grunn av lite data.</p> <p>Totalindikator er en risikovektet indikator normalisert med hensyn på arbeidstimer, og dermed må antagelser om normaltilnærming sjekkes før metoden screening for trender av totalindikatoren kan gjøres.</p> <p>For trendanalyse av kombinasjonsindikatoren (Heide Knudsen et al., 2007) må både hendelser og barrierer normaltilnærmes, og antagelser for normaltilnærming må sjekkes før denne kan anvendes. Basert på antall hendelser for foregående år for liten operatør er ikke antagelsene for normaltilnærming ok (per 2014).</p>

4.4.2 Rammeverk barrierer

Først presenteres generelle funn for de tre operatørene som ble valgt i denne oppgaven, angående bransjekrav til tilgjengelighet, trendanalyse for hvert enkelt barriereelement og trendanalyse for ny barriereindikator. Deretter generaliseres dette for stor, mellomstor og liten operatør i Tabell 19, slik at det resultatene fra oppgaven kan anvendes i ettertid.

Bransjekrav til tilgjengelighet

Det ble sjekket om barriereelementene lå over eller under bransjekravet for alle barriereelementer som har tester, både for operatør 1, 4 og 6, samt for noen utvalgte innretninger. En må likevel være klar over utfordringene med at det kan være store variasjoner i antall tester, og at barriereelementer som har relativt få tester vil normalt ha større variasjon. Det vil si at operatører med lavere antall innretninger også vil ha større variasjon enn operatører med flere antall innretninger.

Trendanalyse for hvert enkelt barriereelement

Trendanalyse (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) av total andel feil for hvert barriereelement ble gjort for både for operatør 1, 4 og 6, samt noen utvalgte innretninger. Antagelse om normaltilnærming er ok for de fleste barriereelementene for operatør 1, ca. halvparten av barriereelementene for operatør 4 og for kun tre av barriereelementene for operatør 6. Et barriereelement kan derimot ha utslag for signifikant lavere andel feil og likevel ligge over bransjekravet – og motsatt.

Trendanalyse for ny barriereindikator

For den nye barriereindikatoren (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) sjekkes det hvordan antall feil i 2014 ligger i forhold til et prediksjonsintervall basert på at antall tester i 2014 ligger akkurat på bransjekravet til tilgjengelighet. Alle innretninger som har barriereelementer med registrerte tester i 2014 ble tatt med.

Tabell 19: Rammeverk for metoder for analyse av trender for barrierer

Rammeverk - Barrierer	
Stor operatør	<p>Hvert barriereelement kan sjekkes opp mot bransjekrav til tilgjengelighet, for hvert år. Det sjekkes også hvor mange innretninger som ligger over bransjekravet hvert år.</p> <p>For trendanalyse for hvert enkelt barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling), må antagelser for normaltilnærming sjekkes. Antagelsene for normaltilnærming er ok for de fleste barriereelementene som skal beskytte mot hydrokarbonlekkasjer for stor operatør (per 2014).</p>

Rammeverk - Barrierer	
	<p>For den nye barriereindikatoren (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) kan alle innretninger som har registrerte tester (i valgt år) for de barriereelementene det gjøres analyse for tas med.</p>
Mellomstor operatør	<p>Hvert barriereelement kan sjekkes opp mot bransjekrav til tilgjengelighet, for hvert år. Det sjekkes også hvor mange innretninger som ligger over bransjekravet hvert år.</p> <p>For trendanalyse for hvert enkelt barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling), med normaltilnærming av binomisk fordeling, må antagelser for normaltilnærming sjekkes. Antagelsene for normaltilnærming er ok for flere av barriereelementene som skal beskytte mot hydrokarbonlekkasjer for mellomstor operatør (per 2014).</p> <p>For den nye barriereindikatoren (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) kan alle innretninger som har registrerte tester (i valgt år) for de barriereelementene det gjøres analyse for tas med.</p>
Liten operatør	<p>Ytelse av barriereelement er mest meningsfylt når de betraktes på innretningsnivå. Hvert barriereelement kan sjekkes opp mot bransjekrav til tilgjengelighet, for hvert år. Det sjekkes også hvor mange innretninger som ligger over bransjekravet hvert år.</p> <p>For trendanalyse for hvert enkelt barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling), med normaltilnærming av binomisk fordeling, må antagelser for normaltilnærming sjekkes. Antagelsene for normaltilnærming er ok for noen barriereelementene som skal beskytte mot hydrokarbonlekkasjer for liten operatør (per 2014).</p> <p>For den nye barriereindikatoren (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) kan alle innretninger som har registrerte tester i valgt år for de barriereelementene det gjøres analyse for tas med.</p>

5 Diskusjon

I kapittel 5.1 og 5.2 diskuteres hva som har fungert og hva som ikke har fungert i forhold til analyse og metodeutvikling av henholdsvis DFUer og barrierer. I 5.3 diskuteres fordeler og begrensninger med visualiseringsfigurer og oppsummering. I kapittel 5.4 forslås videre arbeid.

5.1 Analyse og metodeutvikling av hendelsesindikatorer

En stor del av oppgaven har gått ut på å finne en metode for å tolke utviklingen av DFUer på operatørnivå og innretningsnivå, noe som har vært utfordrende siden det er lav hyppighet av DFUer på norsk sokkel. Fra et storulykkeforebyggende syn vil den ideelle situasjonen selvsagt være å ha få eller ingen barrierefeil og tilløp til storulykker (Vinnem, 2010), og i denne sammenhengen kan det ses på som positivt at det er lav hyppighet av DFUer.

Screening for trender - antall hendelser

Nåværende RNNP trendanalyse (tilsvarende screening 1 ved «screening for trender») kan anvendes for stor operatør, i hvert fall for de DFUene med en viss hyppighet av hendelser. Metoden screening for trender fungerer på stor og mellomstor operatør, og gir muligheter for å se på utviklingen for DFUene over et lengre tidsperspektiv enn bare for det siste året. Metoden screening for trender fungerer ikke for liten operatør, her blir prediksjonen svært ofte under 1, siden det for tidsperioden 2004-2014 er flere år, og i enkelte tilfeller alle år, der det er ingen forekomst av DFUer (det samme gjelder tidsperioden 2000-2014). Det var vanskelig å finne en god måte å tolke DFUer for små operatører på, når hyppigheten av DFUer er så lav. Små operatører er gjerne operatører med en eller to innretninger, som igjen tilsier at det ikke er funnet en analyse for DFUer per innretningsnivå heller.

For de screeningene hvor prediksjonen blir tilnærmet 1 eller høyere blir prediksjonsintervallet angitt, men dette betyr ikke at man blindt skal se på resultatet fra screening (innenfor, over eller under intervallet). Det ble derfor tatt utgangspunkt i en regel fra Røed og Aven (2009) om at antallet hendelser for tidsperioden som prediksjonen baseres på (bakgrunnskunnskapen) skal være minst dobbelt så mange som observert antall hendelser. Denne regelen setter begrensninger for hvor mange av screeningene som bør anvendes, altså hvor mange screeninger av de 10 som har blitt

gjort for 2004-2014 som bør ses som relevante. Ved å bruke denne regelen blir kun en mindre del av resultatene fra analysen relevant, men dette gir indikasjon på hvilke screeninger som har sterkere bakgrunnskunnskap og hjelper til å fokusere på de mest relevante resultatene. Ved å se på resultatene fra screening for trender for tidsperioden 2000-2014 kan noen flere år inkluderes som observerte år og fortsatt være ok i forhold til denne regelen. Et eksempel er DFU3 for operatør 4, her er de fem første screeningene (av 10) mest relevant i 2004-2014 i forhold til regelen basert på Røed og Aven (2009), mens for 2000-2014 er de 8 første screeningene (av 14) mest relevante. Dette gjør at man kan se lengre bak i tid og inkludere flere år som «observerte» DFUer, men det er også flere år med i screeningen totalt. Det kan også stilles spørsmål til hvor relevant det er å se på screening som er basert på DFUer helt bak til 2000, kun for å kunne inkludere flere år som observerte år. Resultatene fra screening 2000-2014 er derfor ikke tatt med i visualiseringsfigurene. I tillegg bør også screeningen ses i sammenheng med antall hendelser totalt i tidsperioden. Figurer med antall DFUer hvert år gir et raskt visuelt inntrykk. Det er også viktig å understrekes at prediksjonsintervallene kun skal brukes som en screeningmetode for å få fokus der en bør, og at intervallene heller ikke her skal oppfattes som operasjonelle akseptkriterier, slik som det nevnes i RNNP rapporten (Petroleumstilsynet, 2014a).

Screening for normaliserte og risikovektede hendelser

Det var først tenkt å gjennomføre «screening for trender» for normaliserte og risikovektede DFUer, slik som for DFUer med kun forekomst av hyppighet. Da måtte Poisson-fordelingen tilnærmes normalfordeling (se ligning 2.5), og antagelsene for normaltilnærming være oppfylt. Med så lav hyppighet av DFUer det er på norsk sokkel er det få operatører, om noen i det hele tatt, hvor disse antagelsene er ok. Antagelsen for normaltilnærming er ikke oppfylt for DFUene som har blitt sjekket for Operatør 1, 4 og 6, og det ble derfor ikke utført «screening for trender» for normaliserte og risikovektede hendelser.

Liten operatør/innretning

Det hadde også vært ønskelig å funnet en metode for å tolke data for DFUer på innretningsnivå, slik at hver innretning kunne blitt vurdert individuelt med både DFUer og barrierer. Dette kunne gitt muligheten for å se på hver DFU sammen med tilhørende barriereindikatorer i visualiseringsfigur, slik som for stor og mellomstore operatør. I teorien ville dette også gitt muligheter til å fullt ut integrere

hendelsesbaserte indikatorer og barriereindikatorer, som nevnt i kapittel 2.4, og muligheter til å etablere verdier for totalindikator for hver innretning. En totalindikator vil gi informasjon på et mer overordnet nivå, og det ble sjekket om totalindikator for små operatører kunne anvendes som kompensasjon for at det ikke var funnet en metode for analyse per DFU alene. For totalindikatoren, som både har risikovekter og normalisering, må også antagelser for normaltilnærming være oppfylt. En kan ikke summere DFU1-10 kun basert på hyppighet fordi det kan være stor forskjell i alvorlighetsgrad for de forskjellige DFUene og dette vil gi dårlig bakgrunnskunnskap og resultater. Risikovektene må anvendes for å uttrykke dette. Antagelsene for totalindikator er ikke oppfylt for operatør 6 (og noen tilfeldige innretninger), som har vært sjekket i denne oppgaven. Det har ikke vært forsøkt å anvende kombinasjonsindikatoren, da totalindikatoren for små operatører allerede var utelukket. Ved trendanalyse av kombinasjonsindikatoren må også antagelser for normaltilnærming sjekkes, både for DFUene og barrierene. Selv om analyse av trend for totalindikatoren ikke kan gjøres, er figurer med utviklingen for DFU1-10 med og uten risikovekter tilgjengelig i regnearket. Disse kan ved behov ses i sammenheng med visualiseringsfigur for barriereelementene på innretningsnivå. Hvis det et år har blitt mange hendelser for DFU1-10 for en innretning, kommer dette frem på figurene når de oppdateres og man kan fange opp dette lettere.

5.2 Analyse og metodeutvikling av barriereindikatorer

På operatørnivå ble det sjekket om barriereelementene lå over eller under bransjekravet, og to forskjellige trendanalyser for barriereelementene ble utført, selv om barrieredata er mest meningsfylt når de betraktes på innretningsnivå. Det er flere utfordringer med å slå sammen barrieredata for en operatør eller å sammenligne barrieredata for forskjellige innretninger, og den som anvender resultatene fra visualiseringsfigurene bør være klar over dette. Det at det kan være store variasjoner i antall tester som utføres på hver innretning er en av utfordringene med barrieredata. Grunner til dette kan være, som nevnt i kapittel 2.4, forskjeller i testintervall, forskjeller i antall komponenter som testes og at flere innretninger ikke har operasjoner/aktiviteter som krever at alle barrierene testes (Petroleumstilsynet, 2014a). Det må derfor utøves forsiktighet når det skal sammenlignes resultater mellom operatører/innretninger.

Bransjekrav til tilgjengelighet

For operatøren sjekkes det om total andel feil for hvert barriere element ligger over eller under bransjekrav til tilgjengelighet. Dette kan utvides til midlere andel feil også om ønskelig. Det kan sjekkes om barriereelementene ligger over eller under bransjekravet for alle barriereelementer som har tester. En må likevel være klar over utfordringene med at det kan være store variasjoner i antall tester, og at barriereelementer som har relativt få tester vil normalt ha større variasjon. Det vil si at operatører med lavere antall innretninger også vil ha større variasjon enn operatører med flere antall innretninger.

Trendanalyse for hvert enkelt barriereelement

Det er total andel feil for hvert barriereelement for operatøren det gjøres trendanalyse for (normaltilnærming av binomisk fordeling). Dette kan gjøres for midlere andel feil også om ønskelig, men bakkdelen med trendanalyse av midlere andel feil per operatør er derimot problemer med statistiske dårlige data på innretningene med få utførte tester. Trendanalyse av total andel feil per operatør vil gjerne reflektere trend av barrierene på innretningene som har mange utførte tester, ikke nødvendigvis for alle innretningene underlagt operatøren. Dette siden innretninger som utfører mange tester vil dominere resultatet ved bruk av total andel feil.

Det er som nevnt to krav som sjekkes før normaltilnærming av binomisk fordeling gjøres i forbindelse med analyse av trender for et barriereelement. Krav 1 er at forventet antall for observert år skal være større enn 5, (ikke variansen større enn 5 som ofte også brukes). Krav 2 er at antall tester for observert år skal være større enn 30. De fleste barriereelementene på operatørnivå oppfyller krav 2. Krav 1 gjør at flere barriereelement ikke innfrir antagelser for normaltilnærming. Der det er lavere antall tester (og andel feil har lave verdier) blir forventningsverdien ofte lav. Dessuten er det mest interessant om andel feil er under eller over bransjekravet. Et barriereelement kan ha signifikant lavere andel feil enn foregående år, og likevel ligge over bransjekravet, og motsatt. Derfor er informasjonen om barriereelementet er over eller under bransjekravet og antall innretninger over bransjekravet gjerne viktigere enn utslag fra trendanalysen. Dette er også fokuset som er i RNNP norsk sokkel, trendanalyse brukes kun for landanlegg.

Trendanalyse for ny barriereindikator

For den nye barriereindikatoren (basert på normaltilnærming av Poisson binomisk fordeling, ligning 2.12) som ble prøvd ut, ble det tatt hensyn til nettopp dette at det er mest interessant om andel feil er under eller over bransjekravet. Her sjekkes det hvordan antall feil i 2014 ligger i forhold til et prediksjonsintervall basert på at antall tester i 2014 ligger akkurat på bransjekravet til tilgjengelighet. Utfordringene ved å sammenligne test av barriereelementene mellom forskjellige innretninger vil fortsatt være tilstede, men dette kan være et bra alternativ til trendanalysen av barriereelementer (med normaltilnærming av binomisk fordeling). Det kan gjøres mange varianter av trendanalyse av den nye barriereindikatoren. Alt fra å se på kun ett barriereelement på en innretning eller ett/utvalgte/alle barriereelementer på flere eller alle innretninger for en operatør, til å se på alle barriereelementer på alle innretninger på hele sokkelen.

Innretningsnivå

På innretningsnivå sjekkes det også om total andel feil for hvert barriereelement ligger over eller under bransjekrav til tilgjengelighet. Selv om DFUer på innretningsnivå ikke kan analyseres så kan trendanalyse for barriereelementer utføres, hvis antagelsene for normaltilnærming er ok. Den nye trendanalysen kan også gjøres med flere varianter, alt fra ett barriereelement til alle barriereelementene som har tester på innretningen. I hovedrapporten for 2014 (Petroleumstilsynet, 2015) står det at det er store forskjeller på norsk sokkel og at noen innretninger har relativt sett dårlige resultater for enkelte barrieresystemer. Det er store forskjeller mellom innretningene, og det er flere enkeltinnretninger som har prestert dårligere enn forventet bransjenivå for flere av barriereelementene, både i 2014 og i gjennomsnitt for hele perioden (Petroleumstilsynet, 2015). Ifølge Ptils hovedrapporten for 2014 (Petroleumstilsynet, 2015) mener man at med det fokuset som petroleumsvirksomheten har hatt de siste årene på forebygging av storulykker, kunne en forvente muligheter til å få større forbedringer på dette området enn det dataene fra de siste årene viser. Selv om ikke analyse av DFUer er funnet i denne oppgaven kan det være nyttig å anvende inndelingen av barriereelementene per innretning. Kanskje dette, blant annet trendanalyse av ny barriereindikator, kan bidra til fokus på de innretningene som har prestert dårligere enn forventet bransjenivå? For den nye barriereindikatoren kan også flere år tas med for trendanalysen, ved å summere antall tester og summere antall feil for de årene det gjelder. Da blir prediksjonsintervallet basert på at antall tester for

årene det gjelder ligger akkurat på bransjekravet, og antall feil sjekkes fortsatt opp mot dette intervallet. Dette kan gjøres hvis det er av interesse av å se på utviklingen over flere år.

5.3 Oppsummering og visualisering

Visualiseringsfigurene er tenkt som en oppsummering med informasjon om hendelses- og barriereindikatorer rettet mot storulykkerisiko. Det å få denne informasjonen samlet i en og samme figur er ikke gjort med RNNP data før, og det kan være nyttig for å kunne gjøre en mer helhetlig vurdering per operatør internt i Ptil. Noen av fordelene med oppsummeringen er at alle tilsynslagene kan ta utgangspunkt i samme regnearket med samme metode og det er lagt opp til at det skal være forholdsvis raskt å oppdatere data hvert år. Tilsynslag som har ansvar for stor og mellomstor operatør vil få mest ut av resultatene i visualiseringsfigurene. Det er mye informasjon om DFUer og barrierer som har blitt inkludert i visualiseringsfigur. Det kan diskuteres hvor relevant alt er, for eksempel hvor informativt det er om operatøren ligger høyere/lavere enn norsk sokkel. Siden trendanalyse av normaliserte og risikovektede DFUer ikke var innenfor antagelsene for normaltilnærming, ble det derfor valgt å legge inn om summen av normaliserte hendelser for operatøren var høyere eller lavere enn norsk sokkel for samme tidsperiode. Figurer med normaliserte DFUer (uten prediksjonsintervallet) er tilgjengelig i regnearket. Alle bidrag er ment som input for å også kunne gjøre en kvalitativ vurdering av risikoen. Den som anvender visualiseringsfigurene (superbrukere i Ptil) bør være klar over dette, samt antagelsene for analysene som ligger bak resultatene i visualiseringsfigurene. Det er også tenkt at visualiseringsfigurene skal gi en god oppsummering, men at mer detaljert informasjon kan hentes fra i andre faner i regnearket. Det er flere begrensningene med visualiseringsfigurene for små operatører og det er flest små operatører på norsk sokkel. Det er vanskelig å gjøre analyse av trender for DFUer og en mindre del av barriereelementene er innenfor antagelsene for normaltilnærming. Likevel utgjør stor og mellomstore operatører nesten 82 % av arbeidstimene på norsk sokkel i 2014, så oppsummeringen per operatør som fungerer dekker en stor del av aktivitetsnivået på sokkelen. Denne oppgaven har begrenset seg til risikoindikatorerne for storulykkerisiko, og det er en stor del av RNNP-arbeidet som ikke er dekket i oppsummering/visualiseringsfigur. Det er også viktig å nevne at visualiseringsfigurene og resultatene i RNNP gir et bilde på historisk risikonivå. Det vil alltid være usikkerhet og en vet ikke hva som vil skje i fremtiden.

5.4 Videre arbeid

For DFUene er komplekser regnet som en innretning ved normalisering per innretningsår. En kan slå sammen komplekser til en innretning ved analyse av den nye barriereindikatoren.

For ny barriereindikator kan godhet av normaltilnærming sjekkes ved bruk av pakken `pobin` i programvaren `R`.

Oppsummering og visualisering kan utvides til å dekke en større del av RNNP-informasjonen. Denne oppgaven har hatt fokus på risikoindikatorer for storulykke, men det er mye informasjon i RNNP. Kan oppsummering utvides med informasjon til noen av de kvalitative sidene i RNNP eller annen informasjon gjøres per operatør eller innretning?

6 Konklusjon

Nåværende metode for RNNP fungerer på stor operatør, og «screening for trender» kan anvendes for stor og mellomstor operatør. Det har ikke blitt funnet en metode for å tolke DFUer for liten operatør og på innretningsnivå i denne oppgaven, på grunn av lav hyppighet av DFUer.

Det har blitt prøvd ut to typer trendanalyser for barriereelementene. Den ene er trendanalyse for hvert barriereelement (basert på bruk av binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling). Det kan ofte gi mer nyttig informasjon om barriereelementet er under eller over bransjekravet, slik fokuset er i RNNP i dag. Den andre trendanalysen for barriereelementer (basert på bruk av Poisson binomisk fordeling, som tilnærmes normalfordeling) gjøres derfor med hensyn til bransjekrav til tilgjengelighet for barriereelementene. Denne trendanalysen har ikke vært gjort for RNNP data tidligere. Ved å erstatte bakgrunnskunnskaper om feilandel foregående år med bransjekravet til tilgjengelighet, blir prediksjonsintervall basert på antall tester i valgt år og at andel feil for disse ligger akkurat på bransjekravet. Det sjekkes hvordan observert antall feil i valgt år ligger i forhold til dette.

Visualiseringsfigurene er tenkt som en oppsummering med informasjon om hendelses- og barriereindikatorer rettet mot storulykkerisiko, og dekker bare en del av RNNP-arbeidet. Det å få informasjon om DFUer og barrierer samlet i en og samme figur har ikke vært gjort for RNNP data tidligere, og det kan være nyttig for å kunne gjøre en mer helhetlig vurdering per operatør internt i Ptil.

Referanser

- Ale, B. (2009). More thinking about process safety indicators. *Safety Science*, 47(4), 470-471. doi: 10.1016/j.ssci.2008.07.012
- Aven, T. (2012). *Foundations of risk analysis* (2nd ed. ed.). Chichester: Wiley.
- Aven, T., & Krohn, B. S. (2014). A new perspective on how to understand, assess and manage risk and the unforeseen. *Reliability Engineering & System Safety*, 121(0), 1-10. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ress.2013.07.005>
- Aven, T., & Reniers, G. (2013). How to define and interpret a probability in a risk and safety setting (Vol. 51, pp. 223-231).
- Dahlum, S. (2014). Indikator. *Store Norsk Leksikon*. from <https://snl.no/indikator>
- Flage, R. (2014). *Metodeutvikling RNNP [PowerPoint-presentasjon]*.
- Flage, R. (2015). Forslag til ny barrierereytelsesindikator for RNNP.
- Haaland, T. E. (2011). *Develop a method to compare the barrier performance for the operator companies on Norwegian Continental Shelf and use this method to investigate if there is a statistically significant difference between the companys' barrier performances*. (Master), University of Stavanger, Norway.
- Heide Knudsen, B., Vinnem, J. E., & Aven, T. (2007). *Methods to monitor risk for onshore petroleum plants*. Paper presented at the European Safety and Reliability Conference (ESREL), Stavanger, Norway.
- Hong, Y. (2013). On computing the distribution function for the Poisson binomial distribution. *Computational Statistics & Data Analysis*, 59(0), 41-51. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csda.2012.10.006>
- Kjellén, U. (2009). The safety measurement problem revisited. *Safety Science*, 47(4), 486-489. doi: 10.1016/j.ssci.2008.07.023
- Kvaløy, J. T., & Aven, T. (2005). An alternative approach to trend analysis in accident data. *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, 90(1), 75-82. doi: 10.1016/j.ress.2004.10.010
- Oljedirektoratet, Preventor, UiO, RF, & HiS. (2001). Utvikling i risikonivå - norsk sokkel: Pilotprosjektrapport for 2000.
- Petroleumstilsynet. (2013a). Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet (RNNP) 2012. Retrieved 03.09., 2014, from http://www.ptil.no/getfile.php/PDF/RNNP_2012/RNNP%202012__presentasjon%20fra%20informasjonsm%C3%B8te%2025.4.pdf

- Petroleumstilsynet. (2013b). Retrieved 22.03., 2015, from <http://www.ptil.no/artikler-i-sikkerhet-status-og-signaler-2012-2013/frakrangel-til-kartlegging-article9182-1094.html>
- Petroleumstilsynet. (2013c). Prinsipper for barrierestyring i petroleumsvirksomheten.
- Petroleumstilsynet. (2013d). Tema: Storulykke. Retrieved 03.09., 2014, from <http://www.ptil.no/artikler-i-sikkerhet-status-og-signaler-2012-2013/tema-storulykke-article9140-1094.html>
- Petroleumstilsynet. (2014a). Risikonivå i petroleumsvirksomheten, hovedrapport, utviklingstrekk 2013, norsk sokkel.
- Petroleumstilsynet. (2014b). Utvikling i risikonivå - norsk sokkel: Metoderapport 2013, Rev.1.
- Petroleumstilsynet. (2015). Risikonivå i petroleumsvirksomheten, hovedrapport, utviklingstrekk 2014, norsk sokkel.
- Petroleumstilsynet. (s.a.). Petroleumstilsynet om tilsyn. from <http://www.ptil.no/omtilsyn/category712.html>
- Røed, W., & Aven, T. (2009). Bayesian approaches for detecting significant deterioration. *Reliability Engineering & System Safety*, *94*(2), 604-610. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.res.2008.06.017>
- Statoil. (2009). Safety critical failures, health safety, security and the environment (HES), Guideline GL0114, 01.11.2009, Final Ver. 2.
- Vinnem, J. E. (2010). Risk indicators for major hazards on offshore installations. *Safety Science*, *48*(6), 770-787. doi: 10.1016/j.ssci.2010.02.015
- Vinnem, J. E., Aven, T., Husebo, T., Seljelid, J., & Tveit, O. J. (2006). Major hazard risk indicators for monitoring of trends in the Norwegian offshore petroleum sector. *Reliability Engineering & System Safety*, *91*(7), 778-791. doi: 10.1016/j.res.2005.07.004
- Vinnem, J. E., Aven, T., Sørum, M., & Øien, K. (2003). *Risk indicators for major hazards in the offshore petroleum industry*. Paper presented at the Safety and Reliability Conference, Maastricht, the Netherlands.
- Volkova, A. Y. (1996). A Refinement of the Central Limit Theorem for Sums of Independent Random Indicators. *Theory of Probability & Its Applications*, *40*(4), 791-794. doi: doi:10.1137/1140093
- Øien, K. (2001). Risk indicators as a tool for risk control. *Reliability Engineering & System Safety*, *74*(2), 129-145. doi: 10.1016/s0951-8320(01)00067-9

Vedlegg 1: Oversikt over hendelsesdata og normalisering av hyppighet

Tabellen under presenterer hvilke kilder som hovedsakelig blir brukt for å finne hendelsesdata for de ulike DFUene (Petroleumstilsynet, 2014j).

Tabell V 1: Oversikt over hendelsesdata

DFU nummer	Beskrivelse	Kilde
1	Ikke-antent hydrokarbon lekkasje	Næringen
2	Antent hydrokarbon lekkasje	Næringen
3	Brønnhendelser/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-/posisjoningsfeil	Ptil + næringen
9	Lekkasje fra undervanns produksjonsanlegg-/rørledning/stigerør/-brønnstrømsrørledning/lastebøye-/lasteslange	Ptil
10	Skade på undervanns produksjonsanlegg-/rørledning/-stigerør/-brønnstrømsrørledning/-lastebøye/lasteslange	Ptil
11	Evakuering (føre-var/nødevakuering)	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
21	Fallende gjenstand	Ptil/Næringen

* Risikofaktoren "arbeidsbetinget sykdom" blir ikke rapportert inn eller behandlet som en DFU, se delkapittel 3.3.6 i Metoderapporten (Petroleumstilsynet, 2014g) for nærmere beskrivelse av denne risikofaktoren.

De parametere som er kartlagt for bruk som basis for normalisering, er følgende (Petroleumstilsynet, 2014j, s.30)

- «Antall innretninger i de ulike typer
 - Faste produksjonsinnretninger
 - Flytende produksjonsinnretninger
 - Produksjonskomplekser
 - 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»

Vedlegg 2: Parametre for barrieredata - offshore

Tabell viser registrering av ytelsesparametere for barrierer (Petroleumstilsynet, 2014j):

Tabell V 2: Oversikt over barrieredata

DFU nr	DFU beskrivelse	Registrering av ytelsesparametere
1	Ikke-antent hydrokarbon lekkasje	Gassdeteksjon, tilgjengelighet ved test Trykkavlastningsventil, tilgjengelighet ved test Sikkerhetsventil, tilgjengelighet ved test Nedstengningsventil (Stigerør ESDV), tilgjengelighet ved test: - Lukketest - Lekkasetest Ving- og masterventil, tilgjengelighet ved test: - Lukketest - Lekkasetest
2	Antent hydrokarbon lekkasje	Branndeteksjon, tilgjengelighet ved test Aktiv brannsikring, tilgjengelighet ved test: - Deluge ventil - Starttest
3	Brønnhendelser/tap av brønnskroll	Nedihull sikringsventil, tilgjengelighet ved test Overflate BOP, tilgjengelighet ved test: - Bore BOP - Kveilerør BOP - Trykkrør BOP - Kabeloperasjon BOP Havbunns BOP, tilgjengelighet ved test: - 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 (føre var/nødevakuering)	Tid til mønstring ved evakueringsmidler er gjennomført, øvelser Andel tester som har møtt VSKTB krav

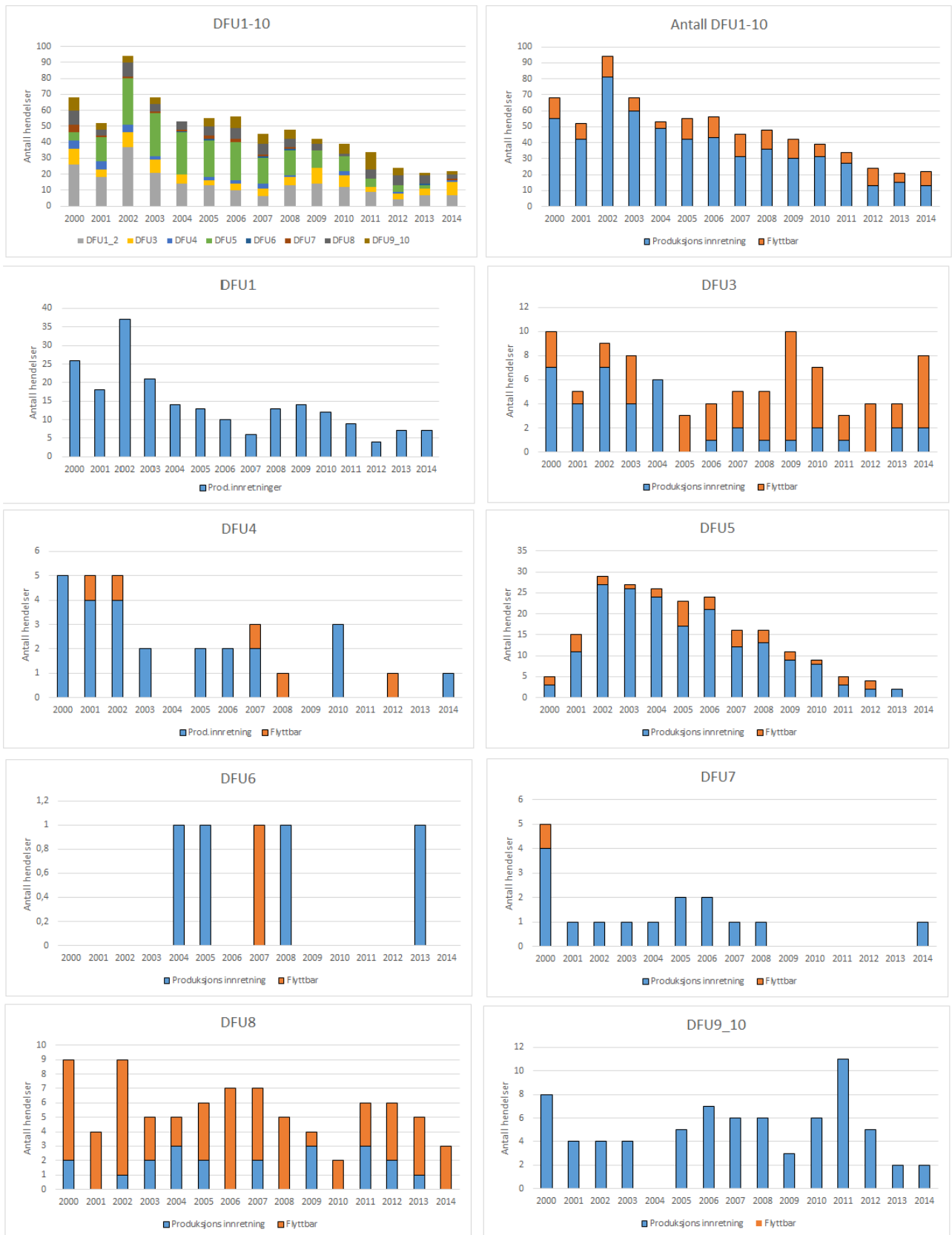
Barrierer forbundet med vedlikeholdsstyring har blitt inkludert fra 2009, og beslutningsgrunnlaget for vedlikeholdsstyring er (Petroleumstilsynet, 2014j, s.23):

- «Antall merket ("tagged") 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»

Vedlegg 3: Inndeling DFUer per operatør



Figur V 1: Op1 DFU1-10 Antall hendelser



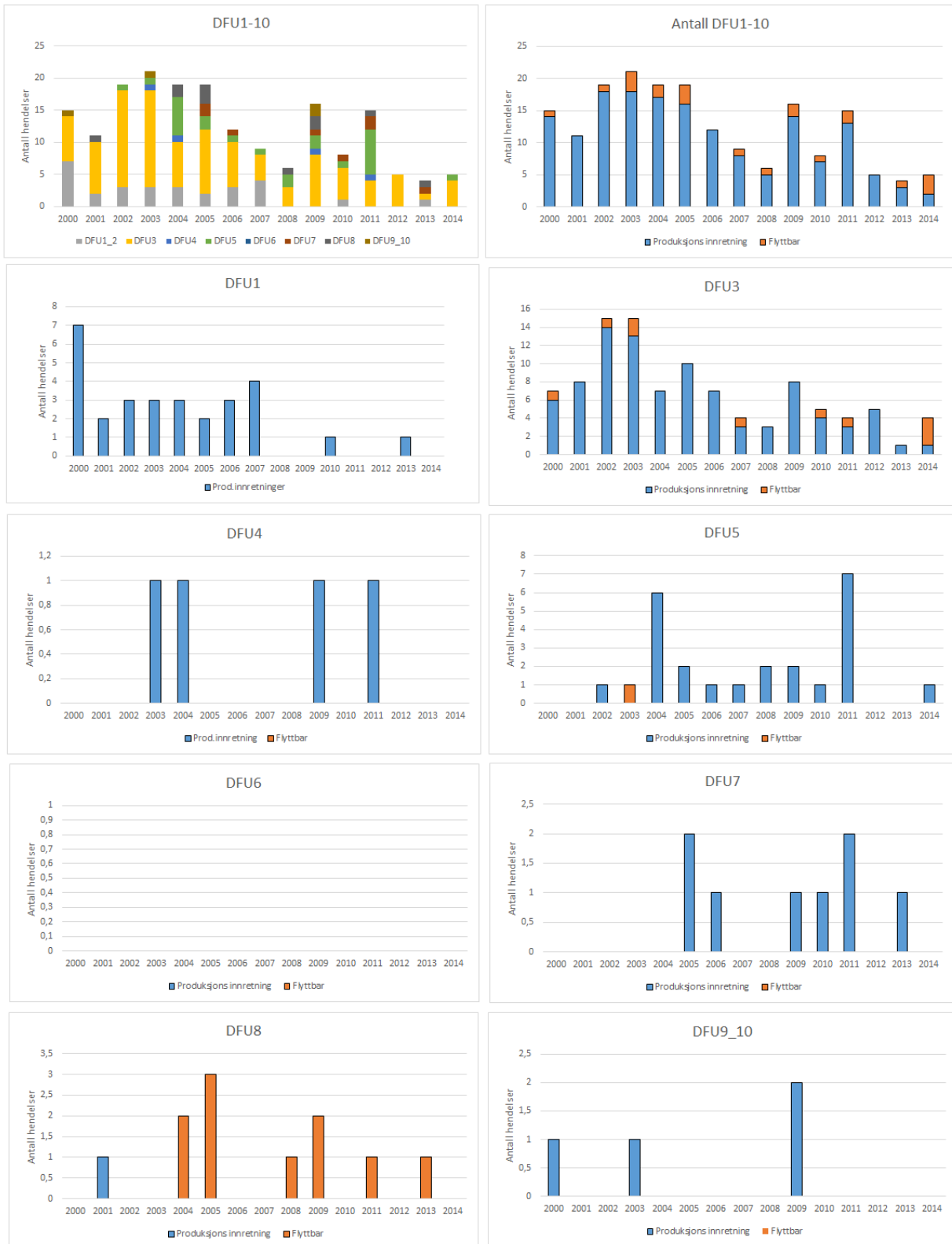
Figur V 2: Op1 DFU1-10 risikovektet



Figur V 3: Op 1 DFU1-10 Antall hendelser per innretningsår



Figur V 4: Op1 DFU1-10 Antall hendelser per million arbeidstid



Figur V 5: Op4 DFU1-10 Antall hendelser



Figur V 6: Op4 DFU1-10 Risikovektet



Figur V 7: Op4 DFU1-10 Antall hendelser per innretningsår



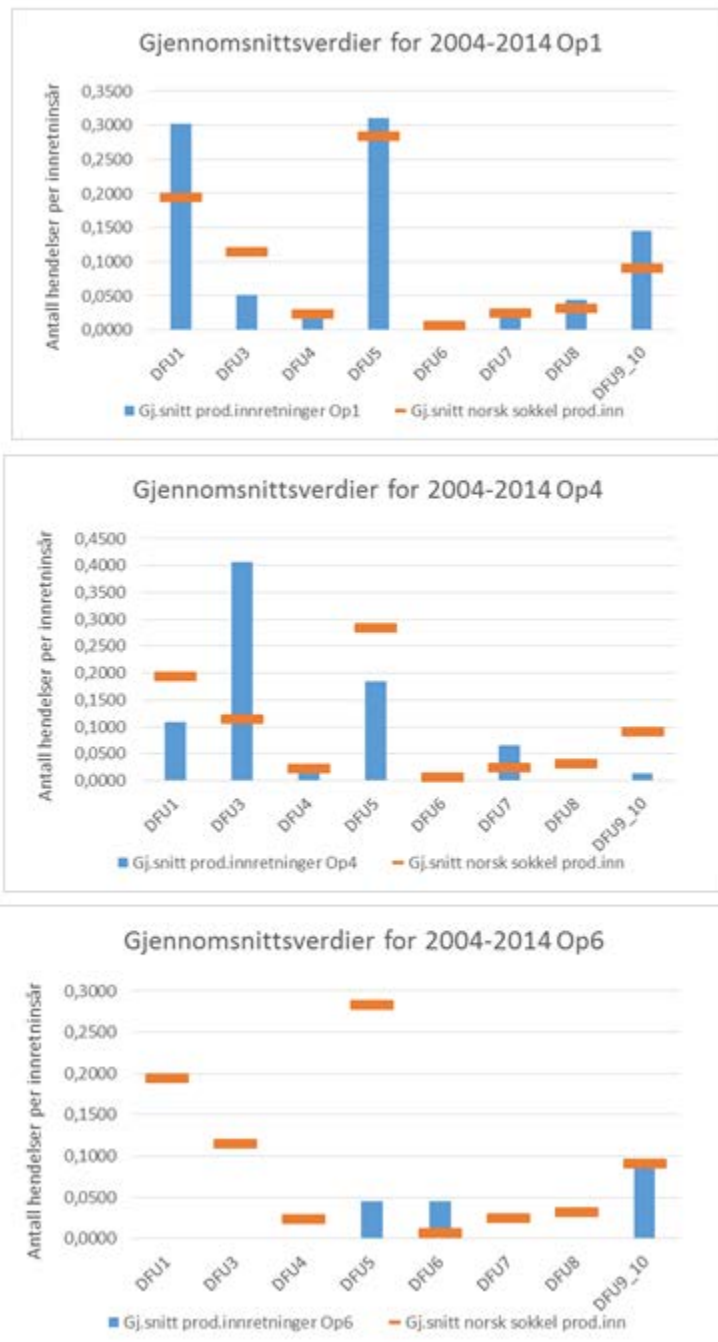
Figur V 8: Op4 DFU1-10 Antall hendelser per million arbeidstimer

Operatør 6 har lite hendelser for alle DFUene alene, og derfor tar kun figurer med DFU1-10 til sammen med her.



Figur V 9: Op6 DFU1-10 Antall hendelser og risikovektet

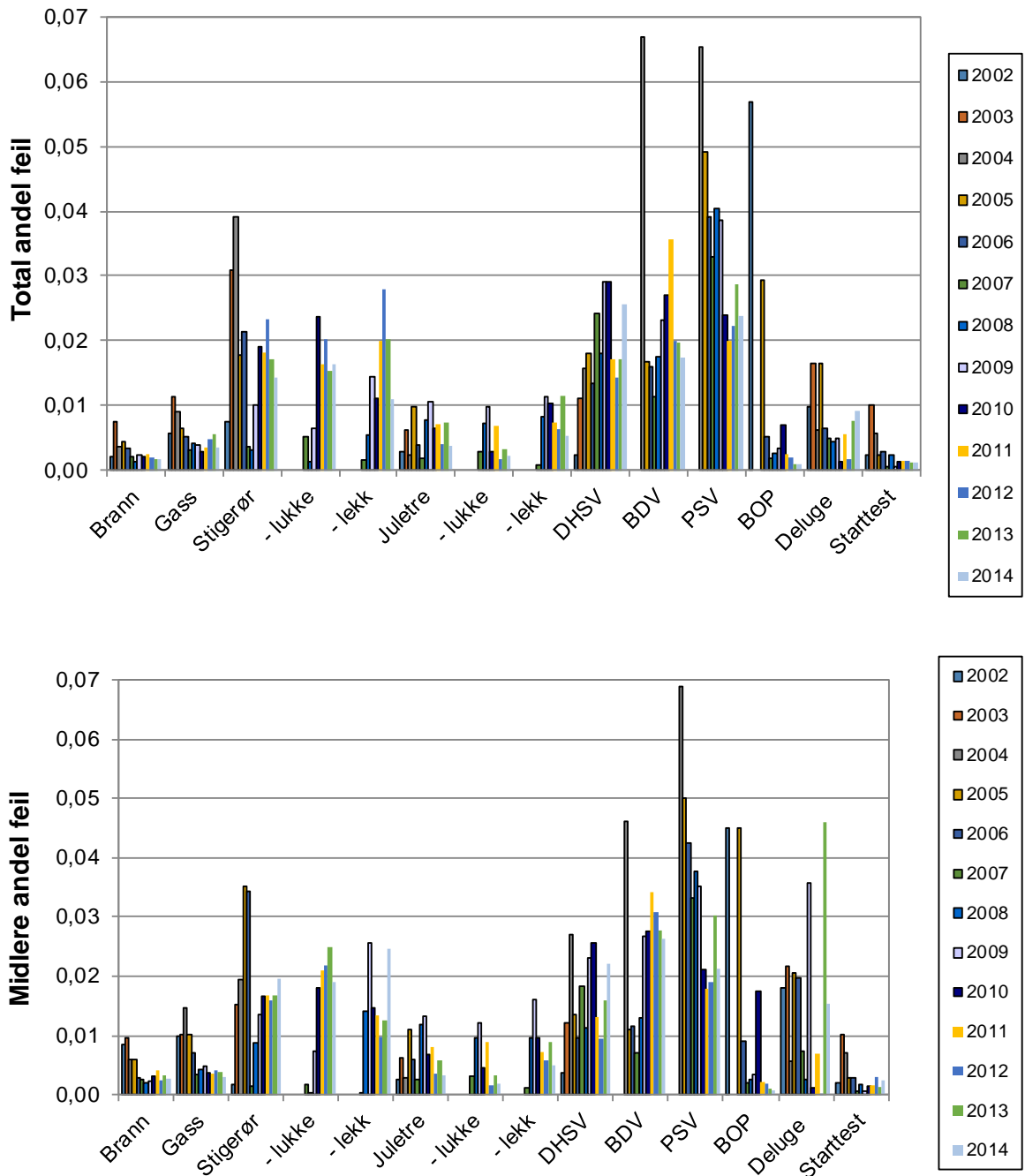
Eksempler på gjennomsnitt for DFU1-10 for Op1, 4 og 6 vs. gjennomsnitt norsk sokkel for samme tidsperioder



Figur V 10: Eksempel på gjennomsnitt Op1, 4 og 6 vs. gjennomsnitt norsk sokkel

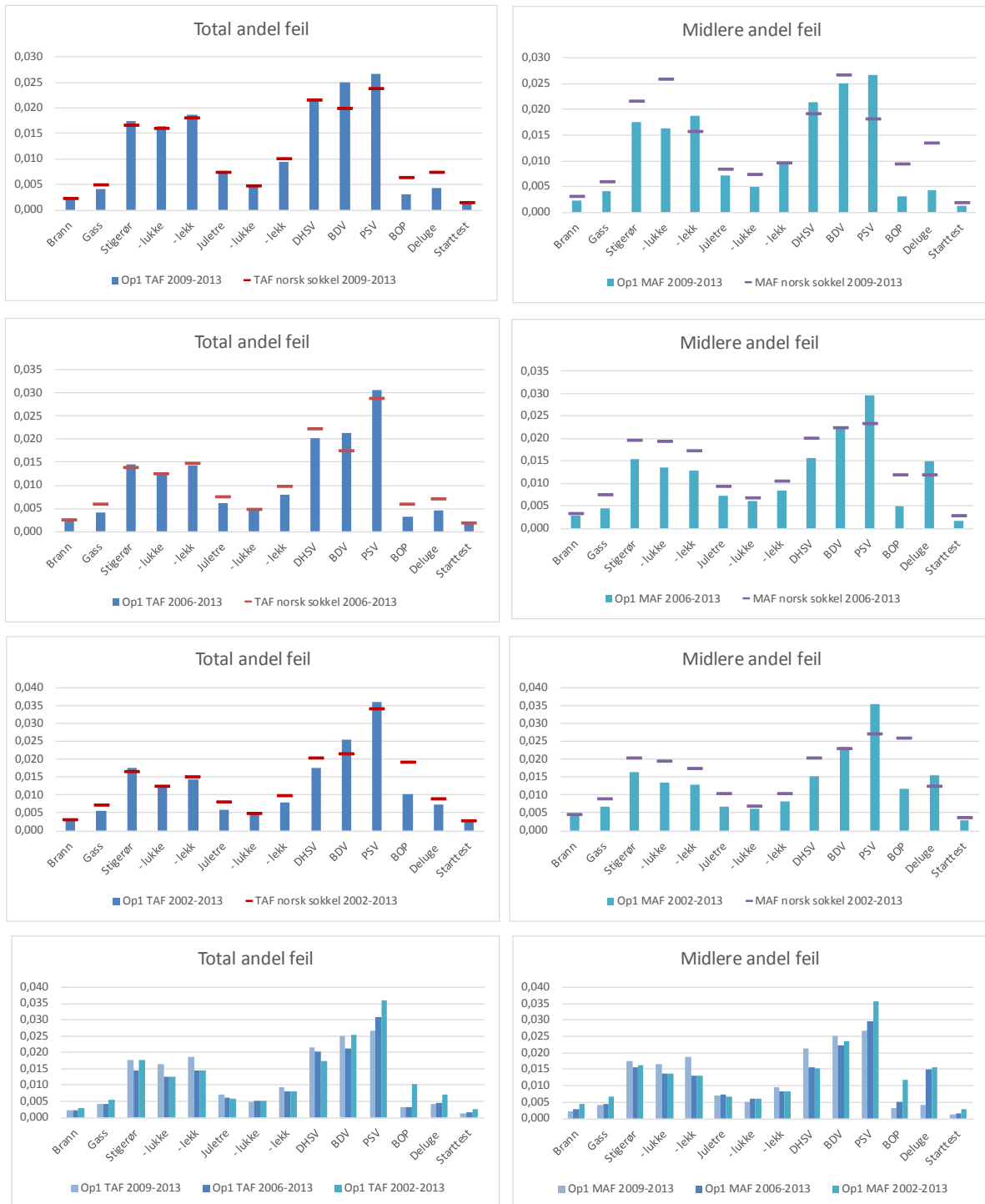
Vedlegg 4: Inndeling barrieredata per operatør

Operatør 1



Figur V 11: Op1 Total- og midlere andel feil 2002-2014

Sammenligner gjennomsnitt av forskjellige tidsperioder og sammenlignet mot gjennomsnitt norsk sokkel

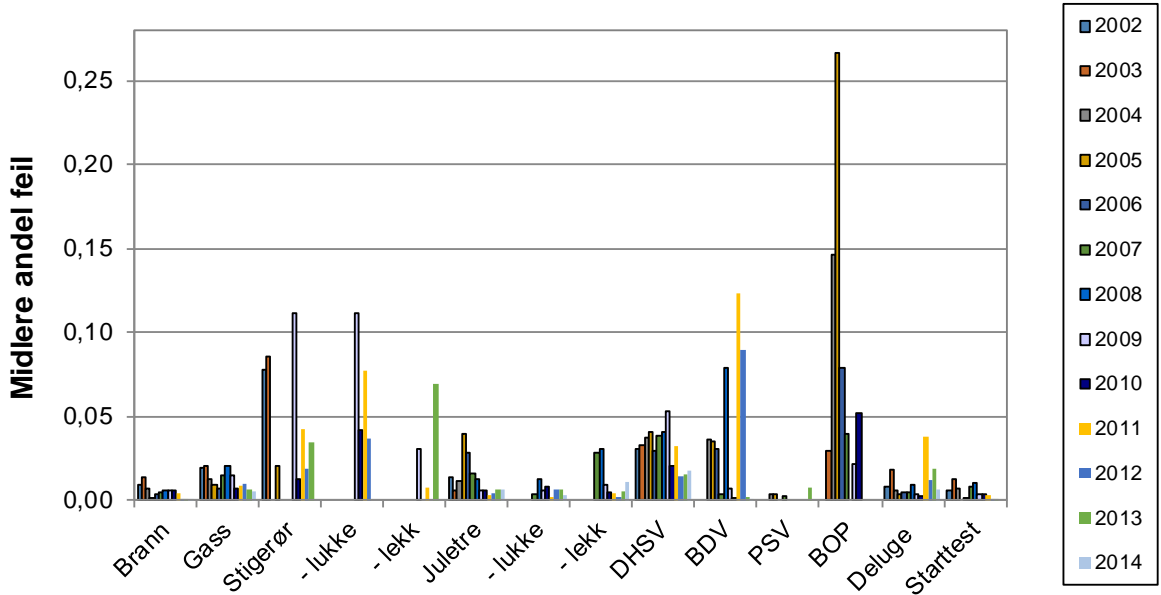
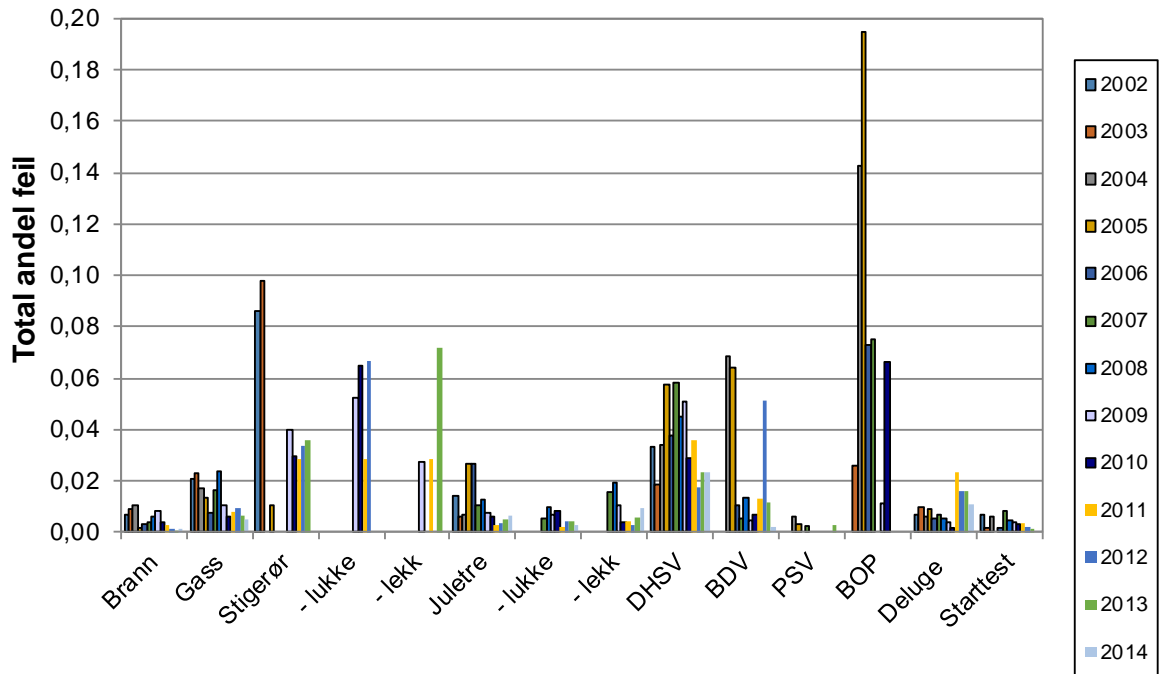


Figur V 12: Op1 total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder



Figur V 13: Op1 Total andel feil med prediksjonsintervall

Operatør 4



Figur V 14: Op4 total- og midlere andel feil 2002-2014

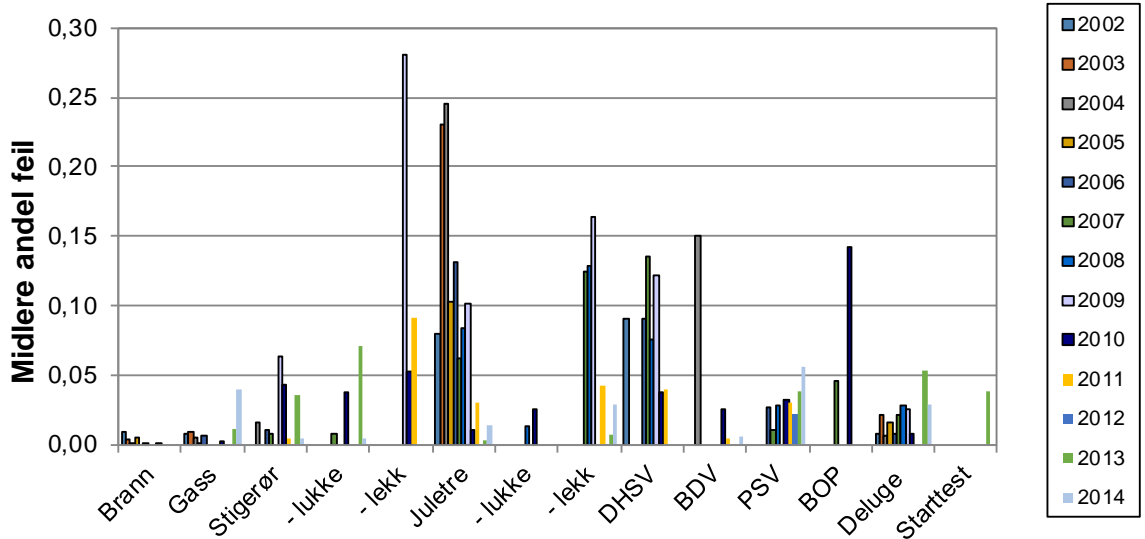
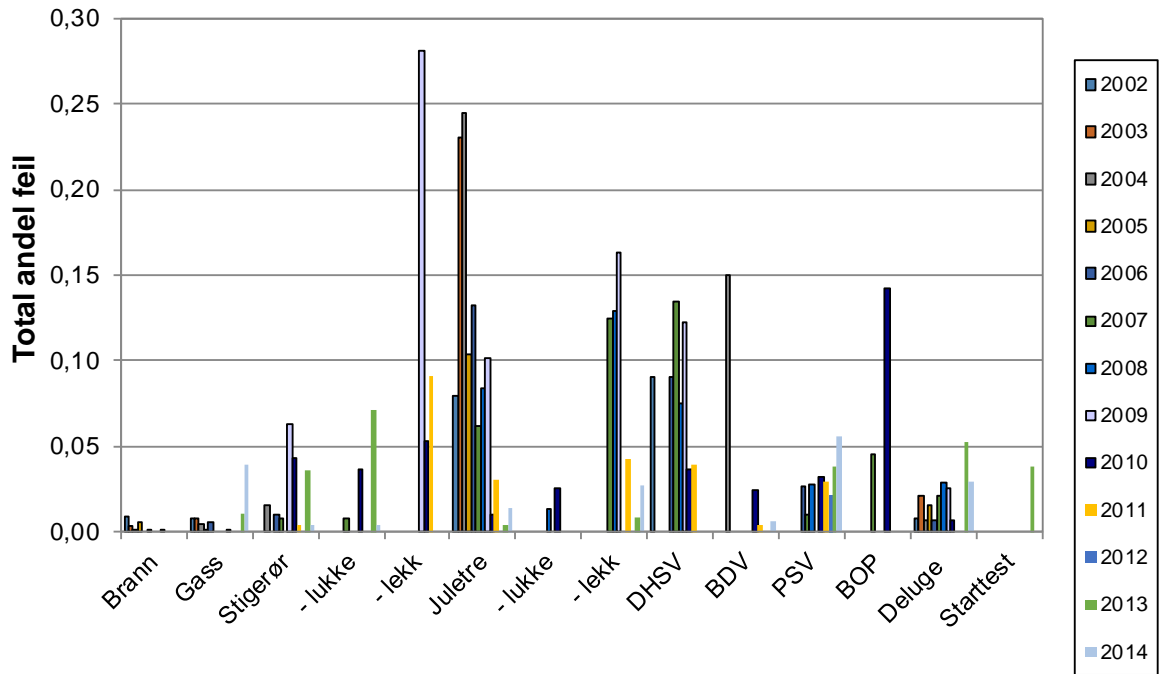


Figur V 15: Op1 total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder



Figur V 16: Op4 Total andel feil med prediksjonsintervall

Operatør 6



Figur V 17: Op6 Total- og midlere andel feil 2002-2014



Figur V 18: Op6 Total- og midlere andel feil, gjennomsnitt for tidsperioder



Figur V 19: Op6 Total andel feil med prediksjonsintervall

Vedlegg 5: Resultater fra screening for trender

Her er en mer detaljert oversikt over screening for trender. En ekstra kolonne som sjekker regel om at «antall hendelser i bakgrunnskunnskap $\times 2 >$ antall hendelser for observert periode», altså $S_1 \times 2 > S_2$, er lagt inn her, men bakgrunnsfargen for hvor betingelsen ikke er oppfylt er beholdt her. Det gir et mye raskere inntrykk av hvor regelen ikke er ok.

↘	Signifikant forbedring
-	Forbedring (lavere enn forventningsverdi)
+	Forverring (høyere enn forventningsverdi)
↗	Signifikant forverring
N/A	Forventningsverdi mindre enn 1

Figur V 20: Symbolforklaring for Screening for trender

Tabell V 3: Op1 Screening for trender 2004-2014

Operatør 1						
DFU1: Ikke-antent hydrokarbon lekkasje			Int. lav	Int. høy	Utslag	Sjekk av regel
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	10,2	7,0	4,0	16,0	-	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	21,1	14,0	13,5	28,5	-	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	34,1	18,0	24,4	43,6	↘	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	46,9	27,0	35,7	58,3	↘	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	58,3	39,0	45,5	70,5	↘	N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	67,2	53,0	53,5	80,5	↘	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	75,3	66,0	60,8	89,2	-	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	98,7	72,0	82,6	115,4	↘	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	121,5	82,0	103,8	140,2	↘	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	140,0	95,0	120,5	159,5	↘	N/A

Operatør 1						
DFU3: Brønnhendelse/tap av brønnkontroll			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	5,1	8,0	1,0	10,0	+	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	10,4	12,0	4,0	16,0	+	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	16,1	16,0	9,0	23,0	-	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	22,9	19,0	15,1	30,9	-	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	27,5	26,0	19,3	36,7	-	N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	27,6	36,0	19,3	36,7	+	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	31,5	41,0	22,7	41,3	+	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	34,7	46,0	25,3	44,7	↗	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	40,5	50,0	30,5	51,5	+	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	60,0	53,0	47,3	72,7	-	N/A
DFU8: Skade på konstruksjoner			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	5,3	3,0	1,0	10,0	-	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	10,7	8,0	5,0	17,0	-	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	15,8	14,0	9,0	23,0	-	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	20,6	20,0	13,5	28,5	-	N/A
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	28,3	22,0	19,3	36,7	-	N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	36,0	26,0	26,1	45,9	↘	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	43,8	31,0	33,1	54,9	↘	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	48,0	38,0	36,6	59,4	-	N/A

Operatør 1						
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	49,5	45,0	38,4	61,6	-	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	50,0	51,0	38,4	61,6	+	N/A
DFU11: Evakuering			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014				
	0,4	0,0	N/A	N/A		OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,9	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	1,1	1,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	1,7	1,0	0,0	5,0	-	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	2,5	1,0	0,0	7,0	-	OK
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	3,6	1,0	0,0	8,0	-	OK
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	5,3	1,0	1,0	10,0	-	OK
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	8,0	1,0	3,0	13,0	↘	OK
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	9,0	2,0	4,0	15,0	↘	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	10,0	3,0	4,0	16,0	↘	N/A

Tabell V 4: Op4 Screening for trender 2004-2014

Operatør 4						
DFU1: Ikke-antent hydrokarbon lekkasje			Int. lav	Int. høy	Utslag	Sjekk av regel
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	1,4	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	2,9	1,0	0,0	7,0	-	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	4,9	1,0	1,0	10,0	-	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	7,4	1,0	2,0	12,0	↘	OK

Operatør 4						
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	10,0	2,0	4,0	16,0	↘	OK
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	14,4	2,0	8,0	21,0	↘	OK
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	21,0	2,0	13,5	28,5	↘	OK
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	21,3	6,0	13,5	28,5	↘	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	22,5	9,0	15,1	30,9	↘	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	30,0	11,0	21,0	39,0	↘	N/A
DFU3: Brønnhendelse/tap av brønnkontroll			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	5,4	4,0	1,0	10,0	-	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	11,8	5,0	6,0	18,0	↘	OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	18,0	10,0	11,0	25,0	↘	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	25,1	14,0	16,8	33,2	↘	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	32,5	19,0	23,6	42,4	↘	OK
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	37,2	27,0	27,0	47,0	-	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	49,0	30,0	37,5	60,5	↘	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	64,0	34,0	50,8	77,2	↘	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	76,5	41,0	62,6	91,4	↘	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	70,0	51,0	56,2	83,8	↘	N/A
DFU8: Skade på konstruksjoner			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	1,0	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	2,0	1,0	0,0	5,0	-	OK

Operator 4						
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	3,4	1,0	0,0	7,0	-	OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	4,6	2,0	1,0	10,0	-	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	6,7	2,0	2,0	12,0	-	OK
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	7,2	4,0	2,0	12,0	-	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	8,8	5,0	4,0	15,0	-	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	13,3	5,0	7,0	20,0	↘	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	22,5	5,0	15,1	30,9	↘	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	20,0	8,0	12,6	27,4	↘	N/A
DFU11: Evakuering			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A

Tabell V 5: Op6 Screening for trender 2004-2014

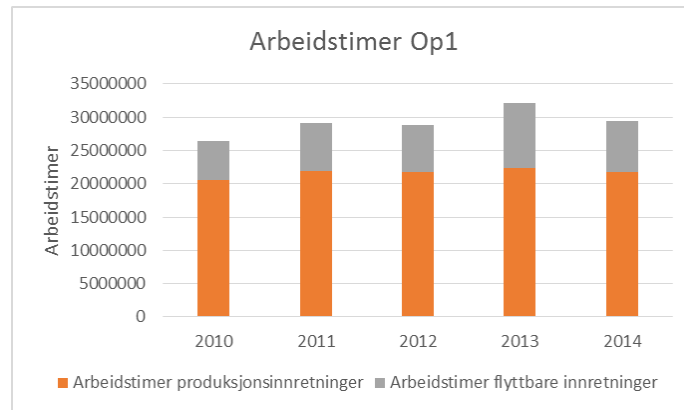
Operatør 6						
DFU1: Ikke-antent hydrokarbon lekkasje			Int. lav	Int. høy	Utslag	Sjekk av regel
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
DFU3: Brønnhendelse/tap av brønnkontroll			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	0,2	0,0	N/A	N/A		OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,2	1,0	N/A	N/A		N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	0,4	1,0	N/A	N/A		N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	0,6	1,0	0,0	4,0	+	N/A
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	0,8	1,0	0,0	4,0	+	N/A
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	1,2	1,0	0,0	4,0	-	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	1,8	1,0	0,0	5,0	-	N/A

Operatør 6						
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	0,0	2,0	N/A	N/A		N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	0,0	2,0	N/A	N/A		N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	0,0	2,0	N/A	N/A		N/A
DFU8: Skade på konstruksjoner			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014,0				
	0,1	0,0	N/A	N/A		OK
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,2	0,0	N/A	N/A		OK
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	0,4	0,0	N/A	N/A		OK
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	0,6	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	0,8	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014				
	1,2	0,0	0,0	4,0	-	OK
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014				
	1,8	0,0	0,0	5,0	-	OK
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014				
	2,7	0,0	0,0	7,0	-	OK
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014				
	4,5	0,0	1,0	10,0	↘	OK
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014				
	0,0	1,0	N/A	N/A		N/A
DFU11: Evakuering			Int. lav	Int. høy		
Screening 1	Gj.snitt 2004-2013	2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 2	Gj.snitt 2004-2012 * 2	Sum 2013-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 3	Gj.snitt 2004-2011 * 3	Sum 2012-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 4	Gj.snitt 2004-2010 * 4	Sum 2011-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A
Screening 5	Gj.snitt 2004-2009 * 5	Sum 2010-2014				
	0,0	0,0	N/A	N/A		N/A

Operatør 6					
Screening 6	Gj.snitt 2004-2008 * 6	Sum 2009-2014			
	0,0	0,0	N/A	N/A	N/A
Screening 7	Gj.snitt 2004-2007 * 7	Sum 2008-2014			
	0,0	0,0	N/A	N/A	N/A
Screening 8	Gj.snitt 2004-2006 * 8	Sum 2007-2014			
	0,0	0,0	N/A	N/A	N/A
Screening 9	Gj.snitt 2004-2005 * 9	Sum 2006-2014			
	0,0	0,0	N/A	N/A	N/A
Screening 10	2004 * 10	Sum 2005-2014			
	0,0	0,0	N/A	N/A	N/A

Vedlegg 6: Oppsummering og visualisering

Visualiseringsfigurer for operatør 1 er presentert i kapittel 4.3. Mer detaljerte figurer for arbeidstimer og vedlikehold ligger i dette vedlegget, og deretter kommer visualiseringsfigurene for operatør 4 og 6.



Figur V 21: Op1 Arbeidstimer



Figur V 22: Op1 Vedlikehold

Høyere	Op1 har høyere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	↘	Signifikant forbedring
Lavere	Op1 har lavere verdier enn norsk sokkel for samme tidsperiode	0	Innenfor prediksjonsintervall
Over	Over bransjekrav	↗	Signifikant forverring
Under	Under bransjekrav	N/A	Antagelser ikke ok
		TAF	Total andel feil
		MAF	Midlere andel feil

Figur V 23: Symbol for visualiseringsfigur

Visualiseringsfigurer for Operatør 4.

DFU	Hendelser					Barrierer							
	Antall	Antall/innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		Gassdetseksjon	Trykkavlastning	Sikkerhetsventil	Nøddavstigningsventil (stigerør)	Ving- og masterventil	Lekkasjetest	Lukketest	Lekkasjetest
1	Antall hendelser 2004-2014	14				Under	Under	Under	Under	Under	Under	Under	Under
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	7				4	0	0	0	0	0	0	1
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				6,3	1,8	0,2	0,4	0,6	0,3	1,2	0
						↘	↘	N/A	N/A	0	N/A	0	0
	Op4 i 2014 i forhold til norsk sokkel i 2014		Lavere	Lavere	Lavere	Høyere	Lavere	Lavere	Høyere	Lavere	Høyere	Lavere	Lavere
	Sum Op4 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere	Høyere	Høyere	Lavere	Høyere	Lavere	Høyere	Lavere	Lavere

Figur V 24: Op4 Visualisering DFU1

DFU	Hendelser	Barrierer		
		Branndeteksjon	Deluge ventil	Starttest brannpumpe
2	Op4 over eller under bransjekrav i 2014	Under	Over	Under
	Antall innretninger over bransjekrav 2014	0	1	0
	Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	4,0	2,6	2,6
	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	↘	N/A	N/A
	TAF Op4 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Høyere	Høyere
	MAF Op4 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere	Lavere

Figur V 25: Op4 Visualisering DFU2

DFU	Hendelser					Barrierer		
		Antall	Antall/innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		DHSV	BOP
3	Antall hendelser 2004-2014	58				Op4 over eller under bransjekrav i 2014	Over	
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	8				Antall innretninger over bransjekrav 2014	5	
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	5,4	
						Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	↘	↘
	Op4 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Høyere	Høyere	Høyere	TAF Op4 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Høyere
	Sum Op4 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Høyere	Høyere	Høyere	MAF Op4 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Høyere

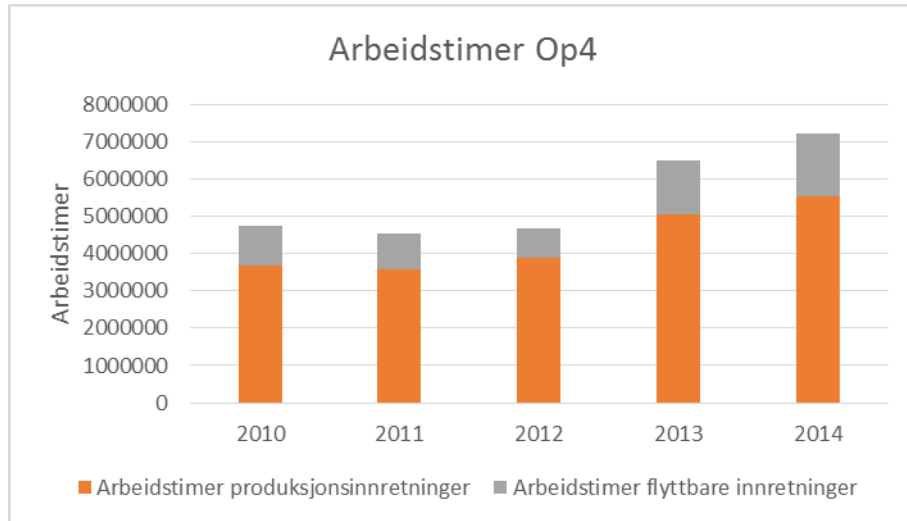
Figur V 26: Op4 Visualisering DFU3

DFU	Hendelser				Barrierer			
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		Ventiler i ballastsystem	Lukking av vanntette dører
8	Antall hendelser 2004-2014	10				Op4 over eller under bransjekrav i 2014	Ingen tester	Ingen tester
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	3				Antall innretninger over bransjekrav 2014	0	0
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002- 2013	0	0
	Op4 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A
	Sum Op4 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere			

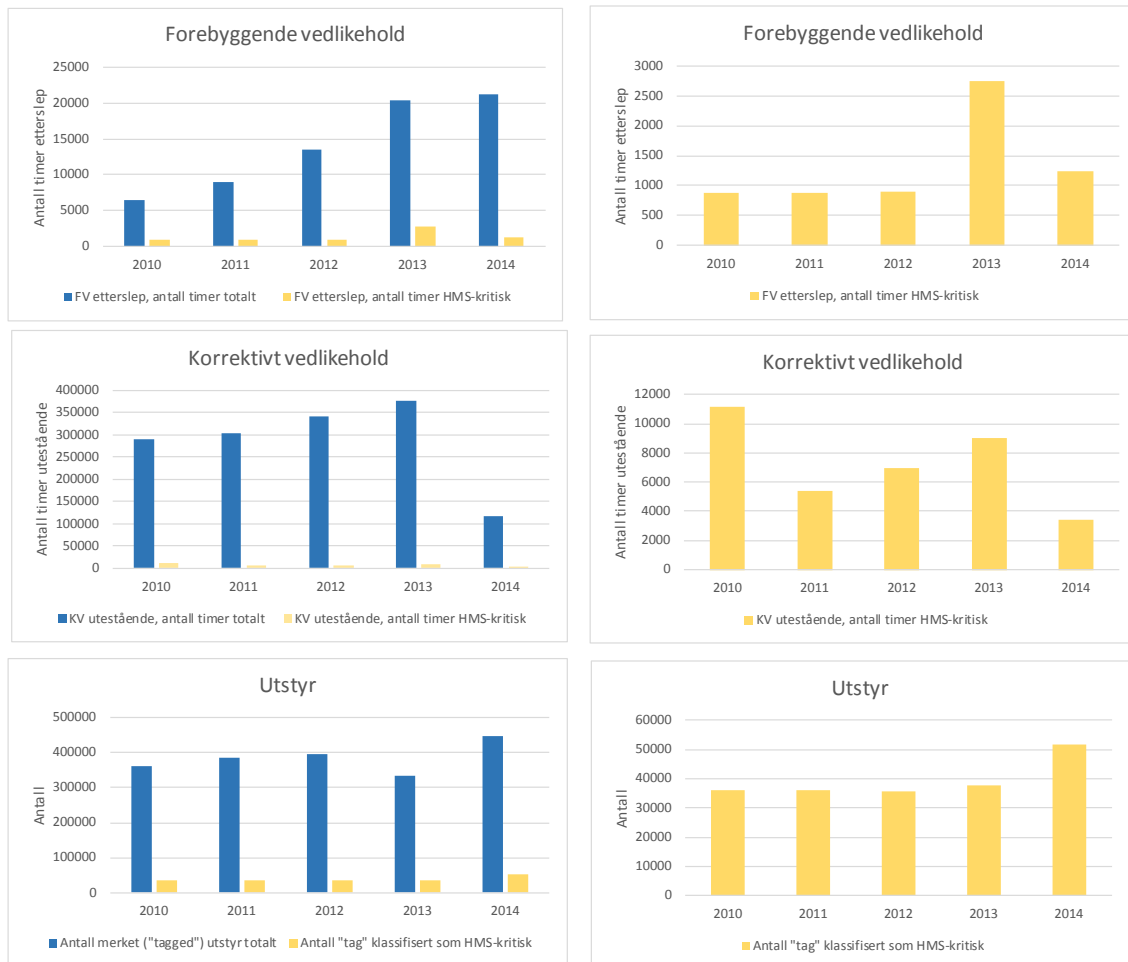
Figur V 27: Op4 Visualisering DFU8

DFU	Hendelser				Barrierer	
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime		Mønstring
11	Antall hendelser 2004-2014	0			Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, 2014	0,090
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	0			Antall mønstringer	155
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0			Antall mønstringer som ikke oppfylte krav	14
	Op4 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lik	Lik	Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, gj.snitt 2007- 2013	0,141
	Sum Op4 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Op4 i forhold til norsk sokkel, sum andel øvelser ikke oppfylt krav 2010-2014	Høyere

Figur V 28: Op4 Visualisering DFU11



Figur V 29: Op4 Arbeidstimer



Figur V 30: Op4 Vedlikehold

Visualiseringsfigurer Operatør 6

DFU	Hendelser					Barrierer						
	Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		Gassdeteksjon	Trykkavlastning	Sikkerhets- ventil	Nødvstegningsventil (stigerør)		Ving- og masterventil	
									Lukketest	Lekkasjetest	Lukketest	Lekkasjetest
	Antall hendelser 2004-2014	0			Op6 over eller under bransjekrav i 2014	Over	Over	Over	Under	Ingen tester	Under	Over
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	0			Antall innretninger over bransjekrav i 2014	1	1	1	0	0	0	1
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0			Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002- 2013	0,1	0,2	0,0	0,2	0,3	0,1	0,3
					Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	↘
	Op6 i 2014 i forhold til norsk sokkel i 2014	Lavere	Lavere	Lavere	TAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010- 2014	Høyere	Lavere	Høyere	Høyere	Høyere	Høyere	Høyere
	Sum Op6 for 2010- 2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014	Lavere	Lavere	Lavere	MAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Høyere	Lavere	Høyere	Høyere	Høyere	Lavere	Høyere

Figur V 31: Op6 Visualisering DFU1

DFU	Hendelser	Barrierer		
		Branndeteksjon	Deluge ventil	Starttest brannpumpe
2	Op6 over eller under bransjekrav i 2014	Under	Over	Under
	Antall innretninger over bransjekrav 2014	0	1	0
	Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	0,0	0,5	0,1
	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A	N/A
	TAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere	Høyere
	MAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere	Høyere

Figur V 32: Op6 Visualisering DFU2

DFU	Hendelser				Barrierer			
	Antall	Antall/innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime	DHSV	BOP		
3	Antall hendelser 2004-2014	2			Op6 over eller under bransjekrav i 2014	Under		
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	0			Antall innretninger over bransjekrav 2014	0		
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0			Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002-2013	0,6		
					Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	↘	N/A	
	Op6 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	TAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere
	Sum Op6 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere	MAF Op6 i forhold til norsk sokkel, sum 2010-2014	Lavere	Høyere

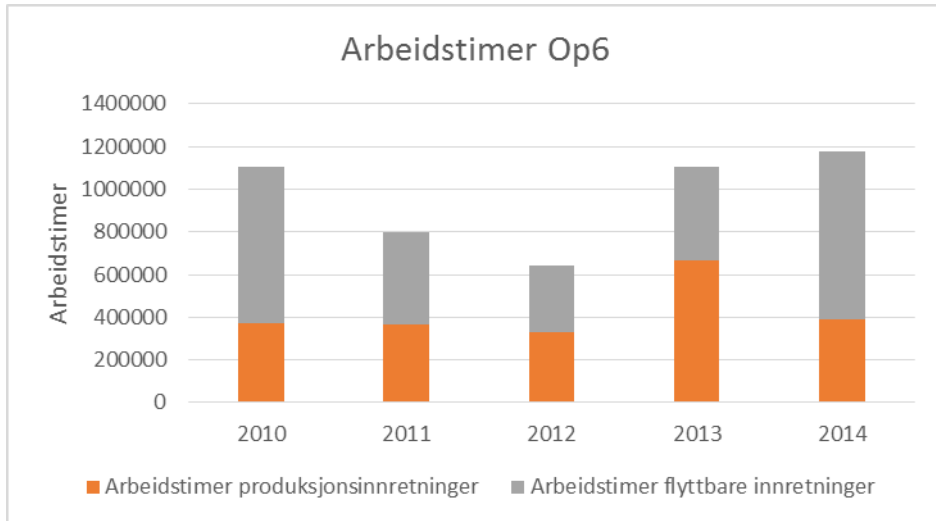
Figur V 33: Op6 Visualisering DFU3

DFU	Hendelser				Barrierer			
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime	Risikobidrag per 1000000 arbeidstime		Ventiler i ballastsystem	Lukking av vanntette dører
8	Antall hendelser 2004-2014	1				Op6 over eller under bransjekrav i 2014	Ingen tester	Ingen tester
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	1				Antall innretninger over bransjekrav 2014	0	0
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0				Gjennomsnitt antall innretninger over bransjekrav 2002- 2013	0	0
	Op6 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lavere	Lavere	Lavere	Endring i andel feil i 2014 ifht. 2007-2013	N/A	N/A
	Sum Op6 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Lavere			

Figur V 34: Op6 Visualisering DFU8

DFU	Hendelser				Barrierer	
		Antall	Antall/ innretningsår	Antall per 1000000 arbeidstime		Mønstring
11	Antall hendelser 2004-2014	0			Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, 2014	0,591
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forbedring	0			Antall mønstringer	22
	Antall tester (av totalt 10) som indikerer signifikant forverring	0			Antall mønstringer som ikke oppfylte krav	13
	Op6 i 2014 i forhold til norsk sokkel, 2014		Lik	Lik	Andel øvelser som ikke har oppfylt krav, gj.snitt 2007- 2013	0,525
	Sum Op6 for 2010-2014 i forhold til norsk sokkel, sum for 2010-2014		Lavere	Lavere	Op6 i forhold til norsk sokkel, sum andel øvelser ikke oppfylt krav 2010-2014	Høyere

Figur V 35: Op6 Visualisering DFU11



Figur V 36: Op6 Arbeidstimer



Figur V 37: Op6 Vedlikehold

Vedlegg 7: Prosedyre for oppdatering av regneark «Inndeling operatører RNNP»

Cellene inneholder forskjellige farger for å lettere kunne oppdatere regnearket.

Informasjon om celler:
Celler henter informasjon fra databaser eller normaliseringsdata
Celler oppdateres av formler (gjerne basert på de lys blå celler, fra database)
Celler brukes som input i formler eller i lister
Celler som er basert på tisperioder, må oppdateres manuelt ved ønske om andre tidsperioder. (ved f.eks. inkludere 2015, 2016 osv)
Tekst/overskrifter, celler som skrives inn manuelt
I fane SammendragOperatør gjelder ikke disse fargene, men de fleste cellene oppdateres automatisk, slik som lysegrønne celler

Oppdatering av database-faner:

Dette er hvor data fra det nyeste året legges inn.

- 1) Nye hendelser legges inn for aktuelle faner DFU1_2-11, 13, 16, 19, og kolonne «Op. anonymisert» må legges inn, siden denne kolonnen sortere på operatører når en henter inn data i andre faner.
- 2) Nye barrieredata legges inn i fanen «DatabaseBarrierer».
- 3) Vedlikeholdsdata legges inn i fanen «VedlikeholdsdataProdInnretning». Her må Tabeller «KV utesående, antall timer totalt», «KV utestående, antall timer HMS-kritisk», «FV etterslep, antall timer totalt», «FV etterslep, antall timer HMS-kritisk», «Antall merket («tagget») utstyr totalt» og «antall «tag» klassifisert som HMS-kritisk» også oppdateres for det nye året. Dette er hvor vedlikeholdsdata sorteres per operatør.
- 4) Eksponeringsdata oppdateres i fanen «Normalisering». Nåværende informasjon som har vært brukt er antall produksjonsinnretninger, antall flyttbare innretninger, arbeidstimer produksjonsinnretninger og arbeidstimer flyttbare. Hvis ønskelig kan flere eksponeringsdata inkluderes, men da må også fane «InnhentingDataOp» og «InnhentingDataNorskSokkel» oppdateres i forhold til dette.

Oppdatering «lyseblå celler»:

- 1) Disse inneholder formler som henter informasjon fra «databasene» og skal i utgangspunktet oppdateres automatisk frem til 2017, og deretter må formlene kopieres for nye år. Dette gjelder fane «InnhentingDataOp», «InnhentingDataNorskSokkel», «BarriererOperatør» og «BarriererNorskSokkel».
- 2) Det bør verifiseres at det er ok.

Oppdatering «lysegrønne celler»:

- 1) Disse inneholder formler som skal i utgangspunktet oppdateres automatisk. Dette gjelder «InnhentingDataOp», «InnhentingDataNorskSokkel», «BarriererNorskSokkel» og «BarriererOperatør» som oppdateres automatisk frem til 2017, og deretter må formlene kopieres for nye år. Fane «Screening 04-14» og «Screening 00-14» inneholder også lysegrønne celler, som igjen oppdateres automatisk ut fra de gule cellene i samme fane.
- 2) Det bør verifiseres at det er ok.

Oppdatering av «gule celler»:

- 1) Disse summerer, tar gjennomsnitt eller henter inn data fra gitte tidsperioder. Hvis det nye året skal inkluderes, må dette oppdateres. Dette gjelder gule celler i fane «Screening 04-14», «Screening 00-14», «BarriererOperatør», «BarriererPredIntOp», «BarriererInnretning», «BarriererPredIntInnret» og «InnhentingDataOp».

Regnearket har ikke hatt noen form for kvalitetskontroll. Det kan anbefales å gjøre det.