

PETROLEUMSTILSYNET

ALTERNATIVE LØSNINGER FOR EVAKUERING FRA FLYTTBARE INNRETNINGER

HOVEDRAPPORT

ST-12089-2

Type dokument:

Hovedrapport

Rapport tittel:

Alternative løsninger for evakuering fra flyttbare innretninger

Kunde:

Petroleumstilsynet

OPPSUMMERING:

Analysen er utarbeidet på oppdrag fra Petroleumstilsynet for å identifisere og realitetsbehandle alternative løsninger til umiddelbar evakuering med livbåt for flyttbare innretninger, for å sikre trygg og effektiv evakuering av personell under alle forhold.

Analysen skal øke kunnskapen og forståelsen av alternative løsninger til umiddelbar evakuering, ved å identifisere styrker og svakheter ved de ulike alternativene til umiddelbar evakuering for flyttbare innretninger.

Analysen belyser og diskuterer en rekke utfordringer knyttet til bruk av de ulike alternativene til evakuering, både med tanke på eskalerende faktorer og som følge av innretningens lokasjon.

De ulike alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt som er vurdert i analysen, er alle innenfor designkriteriene for flyttbare innretninger. Da analysen er basert på en rekke innretnings- og lokasjonsspesifikke forutsetninger, må hver enkelt operatør gjennomføre tilsvarende vurderinger basert på gjeldene innretnings- og lokasjonsspesifikke forhold.

For innretninger på anker og ATA (anker truster assistert) vil forhaling, dersom det er tilstrekkelig ankerliner tilgjengelig, være den anbefalte løsningen dersom innretningen kan forflyttes til sikker sone. En unngår da å måtte droppe ankerliner, og vil dermed unngå at ankerlinene skader undervannsutstyr. Dersom en dropper et utvalg ankerliner, vil gjenværende anker belastes i en ugunstig retning med fare for at de mister feste og dregger. Anker som dregger vil kunne skade undervannsutstyr og resultere i at innretning uten fremdrift vil drive. For innretninger på DP legges det til grunn at innretningen vil, ved bruk av egen trusterkraft, forflytte seg til sikker sone.

Dersom hendelsens omfang medfører behov for livbåtevakueing, viser simuleringene at de ulike innretningstypene kan dreies for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter dersom nødvendig, innenfor tidskravet på 15 minutter gitt i Redningsforskriften.

Det presiseres at det i analysen er identifisert 14 eskalerende faktorer som vil kunne påvirke muligheten for forflytning og dreining av innretningen. Den ansvarlige riggoperatør må derfor vurdere disse, samt lokasjonsspesifikke forhold, før det besluttes hvilke alternative evakueringsmuligheter som kan benyttes.

I analyseprosessen er det etablert 4 anbefalinger til videre arbeid.

Dokument nr.

ST-12089-2

Forfattere

H. Stangeland, M.S. Wold, T. Anundsen, S. Hevrøy

Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.

Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	21.12.2016	Utkast	J.E. Vinnem	A. Karlsen
2.0	16.01.2017	Endelig	J.E. Vinnem	S. Oltedal

Innhold

1	INNLEDNING	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Formål.....	5
1.3	Relevante hendelser.....	5
1.4	Forkortelser	6
1.5	Begrep	6
2	PROSJEKTGJENNOMFØRING	8
2.1	Metode	8
2.2	Prosjektgruppen	9
2.3	Møter.....	9
2.3.1	Oppstartsmøte (OM)	9
2.3.2	Arbeidsmøte 1 (AM 1)	9
2.3.3	Arbeidsmøte 2 (AM 2)	9
2.3.4	Møtedeltakere.....	10
3	AVGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER	11
3.1	Innretningstyper	11
3.2	Operasjonsmodus.....	12
3.3	Livbåttyper.....	12
3.4	Alternativer til umiddelbar evakuering	13
3.4.1	Forflytte innretning ved forhaling	13
3.4.2	Forflytte innretning ved dropp av samtlige ankerliner og/eller bruk av trusterkraft ...	13
3.4.3	Skaffe tilgjengelighet til livbåtene ved å dreie innretningen	14
3.5	DFUer.....	15
3.6	Tidsestimater lagt til grunn i de marine simuleringene	18
3.7	Sikker sone.....	19
4	RESULTATER	20
4.1	Eskalerende faktorer (barrieresvikt)	20
4.1.1	Frakopling fra brønn feiler.....	20
4.1.2	Nødutløsning av ankerliner feiler.....	21
4.1.3	Feil på strømforsyning til ankervinsjer	21
4.1.4	Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning	22
4.1.5	Antennelse grunnet gnist ved nødutløsning av ankerliner	22
4.1.6	Anker mister feste og dregger	23
4.1.7	Eksponering av personell ved manuell operasjon av ankervinsjer	24

4.1.8	Kollisjonsrisiko som drivende innretning / Tap av trusterkraft.....	24
4.1.9	Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen	25
4.1.10	Uavklart kollisjonskurs.....	25
4.1.11	Frykt for antennelse ved dropp av ankerliner	26
4.1.12	Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer	26
4.1.13	Tvinning av ankerliner	27
4.1.14	Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter	27
4.2	Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus	28
4.2.1	Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten.....	28
4.2.2	Øvrige operasjonsmodi	28
4.3	Oppsummering av resultater	32
4.3.1	Samsvar med gjeldende regelverk	32
4.3.2	Marine simuleringer	32
4.3.3	Forflytning	35
4.3.4	Optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter	36
4.4	Sensitiviteter.....	37
5	KONKLUSJON OG ANBEFALINGER	38
5.1	Konklusjon	38
5.2	Anbefalinger	38
6	REFERANSER	40

VEDLEGG:

Vedlegg A - Analyseskjemaer

Vedlegg B - Marine simuleringer

1 INNLEDNING

1.1 Bakgrunn

Bakgrunnen for oppdraget er at arbeids- og sosialdepartementet har anmodet Petroleurstilsynet om å følge opp livbåtsituasjonen i et «tilsynsspor» som strategi for å forbedre livbåtsituasjonen offshore. I den forbindelse har departementet lagt opp til å styrke Petroleurstilsynets tilsynsressurser på området. Gjennom studier, blant annet lårelivbåtprosjektet (se kapittel 3.3), og tilsynsaktivitet er det identifisert svakheter med dagens livbåtsystem. Studiene har medført begrensninger i bruk av livbåtsystemene som evakueringsmiddel.

1.2 Formål

Formålet med analysen er å identifisere og realitetsbehandle alternative evakueringsløsninger for flyttbare innretninger, for å sikre trygg og effektiv evakuering av personell under alle forhold. De ulike alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt skal vurderes, og forhold som kan spille inn på muligheten for å benytte seg av de ulike alternativene skal belyses. Bruk av helikopter som alternativ evakueringsmiddel inkluderes ikke i vurderingene, da kun alternativer som kan styres av selve innretningen inkluderes i analysen.

Analysen skal øke kunnskapen og forståelsen for alternative løsninger, og fungere som ett hjelpemiddel i Petroleurstilsynets tilsynsaktivitet.

1.3 Relevante hendelser

Det er lite erfaringsdata fra tidligere hendelser der operasjon av ankerliner har vært forsøkt for å flytte en innretning i en ulykkeshendelse. På norsk sokkel synes det ikke å ha vært hendelser siden 1980-tallet der forflytning av boreinnretning har vært benyttet. Alle kjente hendelser er i tilknytning til utblåsning. Det er på den annen side et betydelig antall hendelser med ankerlinebrudd, i hovedsak en ankerline. Disse hendelser er ikke spesielt relevante, det er heller ikke de relativt få hendelser med tap av holdekraft i vinsj eller tap av selve ankerets feste i sjøbunn.

Boreriggen Jim Cunningham (Ref. 1) hadde i 2004 en brennende utblåsning i Egyptisk farvann der en ønsket å trekke innretningen fra lokasjonen på ankerliner, men var forhindret fra å gjøre dette grunnet tap av hovedkraft. Om lag 100 personer ble derfor evakuert med kran til beredskapsfartøy, mens 5 personer benyttet livbåt for evakuering.

På norsk sokkel er det kjent to hendelser i forbindelse med grunn gass utblåsning, hvor det har vært behov for å flytte innretningen bort fra eksponert område, men det kan ikke utelukkes at det er flere hendelser, da kjente hendelser ligger mer enn 30 år tilbake i tid og det dermed er vanskelig å ha full oversikt over erfaringsdata. Det har vært flere titalls grunn gass utblåsninger på norsk sokkel etter 1985, men det har i disse tilfellene ikke vært behov for å trekke innretningen bort fra området. En grunn kan være at en etter 1985 endret praksis til å bore toppseksjon uten marint stigerør.

Den første hendelsen som er kjent, er grunn gass utblåsning på Gullfaks feltet (34/10-10) i august 1980, der gasstrømmen startet når stigerøret ble koblet fra (Ref. 2). Ca. 20 minutter etter at utblåsningen startet ble innretningen (Norskald) trukket på ankerliner (2 strammet, 4 slakket) mot vinden. På 25 minutter ble riggen trukket ca. 120 m vekk fra brønnen, til antatt sikker posisjon når vindretning tas i betraktning. Det er beskrevet at gasskyen var opp under dekk på innretningen, men

det har åpenbart vært mulig å manøvrere ankerliner uten antenning av gassen. Hendelsen hadde en varighet på ca. 1,5 timer og utblåsningen ble ikke antent.

Den siste kjente hendelse der utløsning av ankerliner har vært forsøkt, er West Vanguard utblåsningen i oktober 1985 (Ref. 3). Utblåsningen skjedde fra en grunn gasslomme, og kom opp på dekk på innretningen, fordi det var vanlig praksis å bore toppseksjoner med marint stigerør montert. Diverter ble aktivert på innretningen, men det ble erodert hull i rørsystemet etter få minutter, og gasskyen spredde seg til lukkede rom på innretningen. Etter ca. 20 minutter ble gassen antent på kjellerdekk. Utløsning av ankerliner ble ikke foretatt før etter at antenning hadde skjedd, da en fryktet gnister fra ankerlinene som antenningskilde. Intensjonen var å løse ut 4 ankerliner, men kun 3 ble utløst pga. feil. Innretningen flyttet seg ca. 80 meter, og ble liggende i utkanten av gasstrømmen i sjøen.

1.4 Forkortelser

Tabell 1.1 gir en oversikt over forkortelser benyttet i analysen.

Tabell 1.1 Forkortelser

Forkortelse	Forklaring
ATA	Anker truster assistert
BOP	Blow out preventor
DFU	Definert fare- og ulykkessituasjon
DP	Dynamisk posisjonering
LMRP	Lower marine riser package
OIM	Offshore installation manager (Plattformsjef)

1.5 Begrep

Tabell 1.2 gir en forklaring på viktige begrep benyttet i analysen.

Tabell 1.2 Begrep

Begrep	Forklaring
Dreie	Skaffe tilgjengelighet til livbåtene, gitt at de rådende værforhold overstiger livbåtenes operasjonsbegrensninger, ved å slippe noen anker og/eller benytte truster kraft for å dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforhold.
Flyttbar innretning	Innretning som er registrert i et nasjonalt skipsregister (flagget innretning) og dermed kan følge et maritimt driftskonsept inkl. klassing, for eksempel boreinnretning og brønnintervensjonsinnretning. (Ref. 4)
Forflytte	Benytte innretningen som livbåt ved å forhale, droppe anker eller benytte truster kraft for å forflytte innretningen bort fra hendelsen til sikker sone.
Forhale	Forflytte innretning til sikker sone ved bruk av ankervinsjer. Dette gjennomføres ved å slakke ut og trekke inn ankerliner avhengig av hvilken retning innretningen skal forhales.
Godt sjømannskap	Kunnskap og kompetanse til å mestre sin rolle i operasjon av en innretningen på en sikkert og forsvarlig måte, herunder navigasjon, sjørett, meteorologi, skipsføring, samband, beredskap m.m.
Metasenterhøyde	Metasenterhøyden (GM) er avstanden mellom tyngdepunkt og metasenter. Metasenter er et tenkt punkt i en innretnings midtplan som oppdriftskraften virker gjennom når innretningen krenger på stille vann.

Begrep	Forklaring
Sikker sone	Avstand hvor innretningen ikke er truet av hendelsen. Denne analysen legger til grunn at sikker sone er 100 meter fra senter av en hydrokarbonhendelse, for å ta hensyn til alle vindretninger. Sikker sone ved skip på kollisjonskurs er i beregningene satt til 250 meter fra estimert passeringspunkt. For ytterligere informasjon se kapittel 3.7.

2 PROSJEKTGJENNOMFØRING

2.1 Metode

Analyseprosessen ble innledet med ett oppstartsmøte hvor blant annet avgrensninger for analysen ble diskutert. Se kapittel 3 for en oversikt over avgrensninger og forutsetninger som legges til grunn i analysen. Da analysen er basert på en rekke antakelser, som vil være innretnings- og lokasjonsspesifikke, må hver enkelt operatør gjennomføre tilsvarende vurderinger basert på gjeldene innretnings- og lokasjonsspesifikke forhold.

Basert på analysens avgrensninger er det gjennomført vurderinger knyttet til mulighet for bruk av alternative løsninger for umiddelbar evakuering med livbåt ved ulike DFUer, for ulike type innretninger i ulike typer operasjonsmodi og værforhold. De ulike alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt som er vurdert i analysen er alle innenfor designkriteriene for flyttbare innretninger.

Det er gjennomført et betydelig antall simuleringer i tidsplan-verktøyet MOSES (Ref. 5) hvor innretningsens forflytning og orientering ved alternativ evakuering er beregnet for et bredt utvalg av miljøforhold. Formålet med de marine simuleringene er å estimere tidsbruken knyttet til forflytning av innretningen til sikker sone og tidsbruk knyttet til dreining av innretningen for optimalisering av sjøsettingsforhold for livbåtene. Se vedlegg B for utfyllende informasjon.

Tabell 2.1 gir en oversikt over hvilke vurderinger som inkluderes for hver enkelt innretningstype. Vurderingene er dokumentert i vedlegg A.

Vurderingene er gjennomgått i arbeidsmøter med Petroleumstilsynet, dette for å sikre at relevante forhold belyses. Se kapittel 2.3 for en oversikt over tema og deltakere i de ulike møtene.

Tabell 2.1 Analyseskjema

Type innretning:	Innretningstype	DFU:	DFU navn
Kort DFU beskrivelse			
<i>Beskriver hendelsen med fokus på evakuering</i>			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
<i>Tilgjengelighetsplott for lårelivbåt inkluderes</i>			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
<i>Oversikt over alternativer til umiddelbar evakuering for scenarioet som vurderes</i>			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
<i>Oppsummering av eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet</i>			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
<i>Oppsummering av begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus</i>			
Analyse av marine operasjoner			
<i>Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene</i>			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
<i>Vurdering knyttet til om de ulike alternativene til evakuering er i samsvar med krav i gjeldende regelverk</i>			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
<i>En helhetsvurdering av de ulike alternativene til evakuering</i>			

2.2 Prosjektgruppen

Tabell 2.2 gir en oversikt over prosjektgruppens medlemmer.

Tabell 2.2 Prosjektmedlemmer

Prosjektmedlem	Selskap
Maria S. Wold (Prosjektleder)	Safetec
Helge Stangeland	Safetec
Knut Holtan	Global Maritime
Thorgeir Anundsen	Global Maritime
Ole Gunnar Helgøy	Global Maritime
Sveinung Hevrøy (Stabilitetssjef, operativ erfaring)	Safetec
Jan Erik Vinnem (QA-ansvarlig og faglig rådgiver)	Preventor

2.3 Møter

2.3.1 Oppstartsmøte (OM)

Det ble avholdt oppstartsmøte 19.10.2016 i Petroleumstilsynets lokaler på Ullandhaug. For en oversikt over deltakerne i oppstartsmøte se Tabell 2.3. Formålet med møtet var å:

- Etablere en felles forståelse for oppdraget
- Fastsette avgrensninger av analysen knyttet til:
 - Innretningstype
 - Operasjonsmodus
 - Livbåttype
 - DFU
 - Mulig alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt
- Enes om utgangspunkt for rapportformat
- Etablere fremdriftsplan

2.3.2 Arbeidsmøte 1 (AM 1)

Første arbeidsmøte ble avholdt 09.11.2016 i Petroleumstilsynet sine lokaler på Ullandhaug. For en oversikt over deltakerne i møtet se Tabell 2.3. Formålet med møtet var å:

- Diskutere utarbeidet forslag til struktur og nødvendig innhold i rapporten
- Diskuter gjennomførte vurderinger og simuleringer for innretninger på anker
- Avklare behov for ytterligere vurderinger og simuleringer

2.3.3 Arbeidsmøte 2 (AM 2)

Andre arbeidsmøte ble avholdt 02.12.2016 i Global Maritime sine lokaler på Forus. For en oversikt over deltakerne i møtet se Tabell 2.3. Formålet med møtet var å:

- Diskutere analysegrunnlaget for de marine simuleringene
- Presentere og diskutere gjennomførte marine simuleringer og vurderinger
- Presentere og diskutere utarbeidet struktur og innhold i rapporten

2.3.4 Møtedeltakere

Tabell 2.3 gir en oversikt over deltakerne i de ulike møtene avholdt med Petroleumstilsynet i forbindelse med utarbeidelsen av analysen.

Tabell 2.3 Møtedeltakere

Møtedeltaker	Selskap	OM	AM 1	AM 2
Sigurd R. Jacobsen	Petroleumstilsynet	x	x	x
Rune Solheim	Petroleumstilsynet		x	x
Bjarte Rødne	Petroleumstilsynet		x	x
Arne Kvitrud	Petroleumstilsynet			x
Thorgeir Anundsen	Global Maritime	x	x	x
Jacob Ravnås	Global Maritime	x*		
Helge Hydle	Global Maritime	x		
Knut Holtan	Global Maritime	x		
Ole Gunnar Helgøy	Global Maritime			x*
Helge Stangeland	Safetec	x	x	x
Maria S. Wold	Safetec	x	x	x
Sveinung Hevrøy	Safetec		x	x
Jan Erik Vinnem	Preventor			x**

*Deltok første halvdel av møtet

**Deltok via video

3 AVGRENSNINGER OG FORUTSETNINGER

Dette kapitlet gir en oversikt over hvilke avgrensninger og forutsetninger som er lagt til grunn i analysen.

3.1 Innretningstyper

Analysen inkluderer vurderinger knyttet til følgende typer flyttbare innretninger (borerigg og flotell):

- Innretning på anker
- Innretning på ATA
- Innretning på DP

Det er kun små innretninger som klarer å tilfredsstille sikkerhetsfaktorene i Ankringsforskriften (Ref. 6) uten bruk av trusterassistanse. Vurderingene i analysen knyttet til forankrede innretninger inkluderer derfor kun små innretninger.

For en innretning posisjonert på DP eller ATA vil det kun være relevant å vurdere en medium/stor innretning, da posisjoneringssystemet til små innretninger normalt sett verken er godkjent for eller kraftig nok til posisjonering på DP/ATA. For en innretningen på DP/ATA vil rotasjonsakselerasjonen og horisontalakselerasjonen i hovedsak bestemmes av trusterkraft relativt til deplasement.

Se Tabell 3.1 for en oversikt over hovedparameterne som er lagt til grunn i de ulike simuleringene. Det er utført sensitivitetsvurderinger for de ulike parameterne, se kapittel 4.4.

Tabell 3.1 Parametere benyttet for de ulike innretningene

Parameter	Innretningstype	
	Innretning på anker	Innretning på ATA og DP
Rigg design	Modifisert Aker H3	Moss Maritime CS 50
Dekkboks bredde [m]	66.3	72.7
Dekkboks lengde [m]	85	83.2
Dekklastkapasitet [t]	3500	5600
Operasjonsdypgående [m] ¹	21.34	23.5
Deplasement [t]	27000	54000
Total netto trust [t]	N/A	352 ²
Antall ankerliner	8	8
Ankerline dimensjon [mm]	76	76 ³
Vanndyp [m]	200	200 ³
Forspenning på ankerliner [t]	90	90 ³
Horisontalavstand mellom fairlead og anker [m] ³	1500	1500
Metasenterhøyde [m]	2	2

¹ Samtlige simuleringer er gjennomført for operasjonsdypgående. Se kapittel 3.2 for ytterligere informasjon.

² Tilsvarende 70 % av maks trusterkapasitet, som er iht. retningslinjer i Ankringsforskriften (Ref. 6)

³ Gjelder for innretning på ATA, vanndyp vil ikke påvirke simuleringene gjennomført for innretning på DP.

3.2 Operasjonsmodus

Analysen inkluderer vurderinger knyttet til følgende operasjonsmodi:

- Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten.
- Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen.
- Flotell broforbundet til annen innretning.

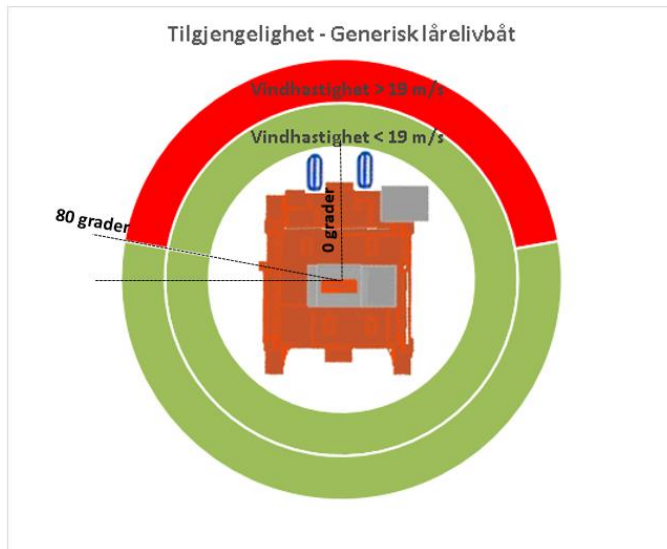
Det er lagt til grunn i de marine simuleringene at innretningene flyter på operasjonsdypgående, da de aktuelle DFUene i hovedsak kun er relevante for en innretning i operasjon. Se kapittel 2.5 i vedlegg B for mer utfyllende informasjon.

3.3 Livbåttyper

Det ble i oppstartsmøtet diskutert om vurderingene skulle spesifiseres for ulike typer livbåter (lære, sliske og fritt fall). Det ble besluttet at lårelivbåt skulle benyttes i analysen for å eksemplifisere forventet tidsbruk og utfordringer knyttet til sjøsetting av livbåter ved ulike værforhold. Livbåtenes tilgjengelighet vil i realiteten være både innretnings- og typespesifikk. Det er variasjoner mellom de ulike livbåttypenes operasjonskriterier i hardt vær, samt at innretningene utforming påvirker tilgjengelighet. Det antas at værbegrensningene er strengest for lårelivbåt, og at tilgjengelighetsplottet benyttet i analysen derfor anes som konservativt for fritt fall- og sliske livbåt.

Det er, basert på arbeidet gjort i lårelivbåtprosjektet (LLBP), etablert en forenklet generisk tilgjengelighetsrose for lårelivbåt, se Figur 3.1. LLBP ble initiert av daværende Oljeindustriens Landsforening (OLF), nåværende Norsk olje og gass, i desember 2009, og ble gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom OLF og Norges Rederiforbund. LLBP omfattet låring, landing og seiling, i tillegg til vurderinger knyttet til integriteten til livbåten under evakuering. Arbeidet ble inndelt i seks arbeidspakker, hvor arbeidspakke 1 og 2, som bestod av simulering av låring, landing og seiling, ble gjennomført av Global Maritime.

Etableringen av den generiske tilgjengelighetsrosen muliggjør at man, uavhengig av innretning, i denne studien kan eksemplifisere tidsbruken knyttet til sjøsetting av livbåtene ved ulike værforhold. Figuren viser at man må dreie innretning opp til 80 grader for å tilgjengeliggjøre livbåtene ved vindhastigheter over 19 m/s. Vinden og bølgene er i de marine simuleringene antatt å komme rett forfra, da dette vil medføre den lengste rotasjonstiden til sikker orientering.



Figur 3.1 Tilgjengelighetsplott – Generisk lårelivbåt

3.4 Alternativer til umiddelbar evakuering

I de tilfeller hvor umiddelbar evakuering med livbåt ikke lar seg gjøre, eller ikke anses som hensiktsmessig, planlegger industrien å benytte en av følgende kompenserende tiltak for å sikre at innretningen til enhver tid er i stand til å kunne evakueres på en sikker måte:

1. Benytte innretning som evakueringsmiddel ved å forflytte innretningen bort fra hendelsen til sikkert område, ved å forhale, droppe ankerliner eller benytte trusterkraft. I analysen er det lagt til grunn at innretningen må forflytte seg 100 meter for å komme til sikker sone ved en hydrokarbonhendelse, for å ta hensyn til alle vindretninger. Sikker sone ved skip på kollisjonskurs er i beregningene satt til 250 meter fra estimert kollisjonspunkt. Behov for forflytning vil være avhengig av situasjonen. For ytterligere informasjon knyttet til verdiene satt for sikker sone, se kapittel 3.7. For en beskrivelse av de ulike forflytningsmetodene, se kapittel 3.4.1 og 3.4.2.
2. Skaffe tilgjengelighet til livbåtene, gitt de rådende forhold, ved å dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. I analysen er det lagt til grunn at innretningen må dreies 80 grader. For en beskrivelse av hvordan ulike typer innretninger kan dreies, se kapittel 3.4.3.

Disse to alternativene til umiddelbar evakuering er vurdert i analysen.

3.4.1 Forflytte innretning ved forhaling

Den tryggeste måten å forflytte en innretning på anker eller ATA vil som oftest være ved forhaling, som innebærer at man trekker seg bort fra hendelsen ved bruk av ankervinsjene. Dette gjennomføres ved å slakke ut og trekke inn ankerliner avhengig av hvilken retningen innretningen skal forflyttes.

3.4.2 Forflytte innretning ved dropp av samtlige ankerliner og/eller bruk av trusterkraft

For en innretning som er posisjonert på DP vil man gjennomføre forflytningen ved å tilføre trusterkraft i ønsket retning.

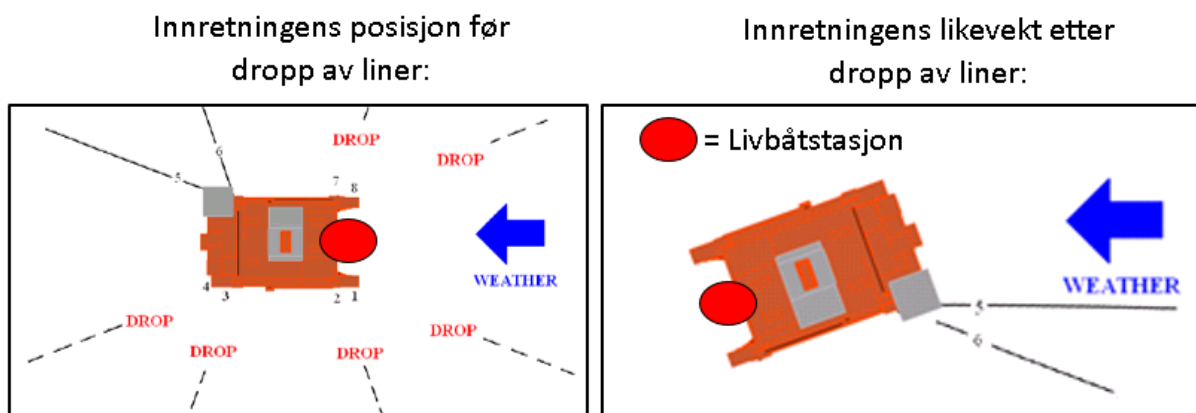
For en innretning posisjonert på ATA vil man, dersom avstand til sikker sone er lengre enn avstanden man kan forhale, forflytte seg ved å frigjøre seg fra samtlige ankerliner for så å benytte trusterkraft.

For en innretning på anker vil man, dersom avstand til sikker sone er lengre enn avstanden man kan forhale, forflytte seg ved å frigjøre seg fra samtlige ankerlinjer for å drive av lokasjon under påvirkning av bølger, vind og strøm. Alternativt kan man beholde ankerlinene i ett av hjørnene nedstrøms av innretningen, da de gjenværende ankerlinene i liten grad vil påvirke drivhastighet for relevante vindhastigheter og forflytningsavstander.

3.4.3 Skaffe tilgjengelighet til livbåtene ved å dreie innretningen

Ved miljøforhold som er strengere enn begrensningene for sjøsetting av livbåtene, kan det være behov for å dreie innretningen for optimalisering av sjøsettingsforholdene. For en generisk lårelivbåt, vil det ved vindhastigheter over 19 m/s være behov for å dreie innretningen opptil 80 grader, se Figur 3.1.

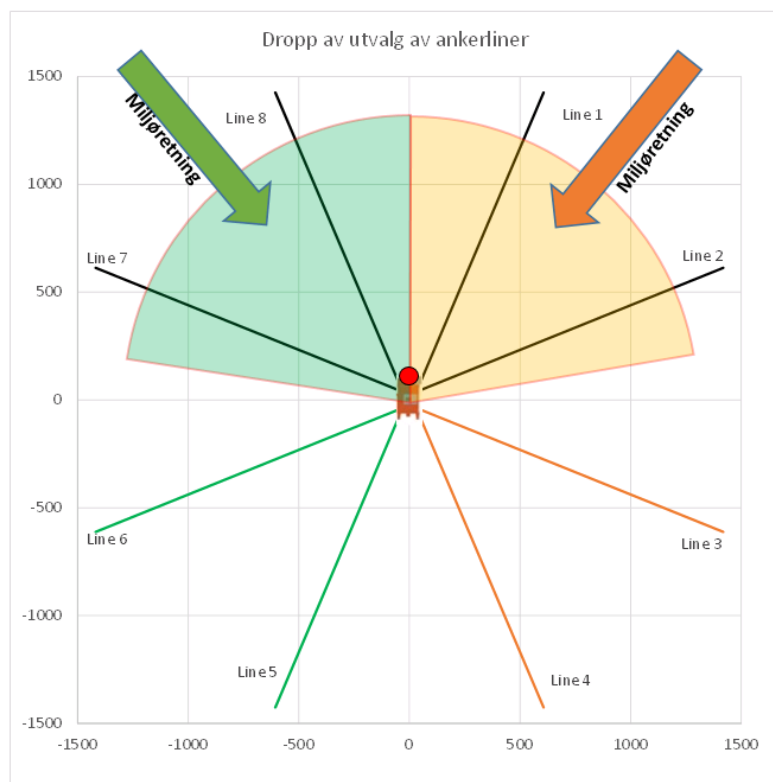
Dette vil for en ankret innretning gjøres ved å droppe ankerlinene i tre av hjørnene, slik at innretningen dreier under påvirkning av bølger, vind og strøm. Se eksempel i Figur 3.2.



Figur 3.2 Dreie innretning for optimalisering av sjøsettingsforhold for livbåter

Figur 3.3 presenterer to mulige sektorer hvor livbåtstasjonen vil være utilgjengelig ved vindhastigheter over 19 m/s. Babord-forut sektor er markert i grønt og styrbord-forut sektor er markert med en gul farge. Dersom man har vind fra grønn sektor vil det være foretrukket å droppe alle ankerlinjer bortsett fra line 5 og line 6, som er markert med grønt. Tilsvarende vil man ved vind fra gul sektor droppe samtlige ankerlinjer bortsett fra line 3 og 4, som er markert med gult. Man kan også i teorien droppe alle liner bortsett fra linene i sektoren motsatt av hvor vinden kommer fra, men dette vil medføre noe saktere rotasjon, samt mindre kontroll på både dreining og drivbane.

Dersom man har livbåtstasjonen akterut, istedenfor forut, vil det samme prinsippet gjelde; droppe samtlige ankerlinjer bortsett fra linene på motsatt side, relativt til midtskip, av sektoren hvor miljøet kommer fra. Ved miljø fra akter-babord kvadrant vil det være gunstigst å droppe samtlige ankerlinjer, bortsett fra linene i forut-babord kvadrant. Ved miljø fra akter-styrbord kvadrant vil det være gunstigst å droppe samtlige ankerlinjer, bortsett fra linene i forut-styrbord kvadrant.



Figur 3.3 Dropp av utvalg av ankerlinjer

For en innretning på ATA kan man muliggjøre dreining av innretningen ved å slakke ankerlinene slik at de henger tilnærmet vertikalt. Dette innebærer på 200 m vanddyp å låre om lag 60 meter kjetting. Etter at man har oppnådd tilstrekkelig slakk i ankerlinene vil man operere innretningen som om den var på DP, og benytte trustere til å oppnå ønsket orientering.

3.5 DFUer

Med utgangspunkt i liste over definerte fare- og ulykkessituasjoner (DFU), utarbeidet for å dekke relevante scenario for flyttbare innretninger, ble det i oppstartsmøtet diskutert hvilke DFUer som ville medføre behov for evakuering. Tabell 3.2 gir en oversikt over vurderingene som ble lagt til grunn.

Tabell 3.2 DFU gjennomgang

DFU	Behov for livbåtevakueing
Tap av brønnkontroll	Ja, hendelsens potensiale vil medføre behov for evakuering.
Grunn gass fra havbunnen	Ja, hendelsens potensiale vil medføre behov for evakuering.
Lekkasje ved brønnstest	Ja, hendelsens potensiale vil medføre behov for evakuering.
Akutt utslipp (ikke brønnrelatert)	Nei, hendelsen er knyttet til mindre utslipp av kjemikalier og vil ikke true personellens sikkerhet dersom de oppholder seg på innretningen.

DFU	Behov for livbåtevakuering
Brann i hjelpesystemer	Nei, det legges til grunn i at hendelsens omfang er begrenset og vil kunne håndteres av beredskapsorganisasjonen på innretningen. Det forventes ikke at hendelsen vil truer personellens sikkerhet. Kontrollert avmanning vil trolig gjennomføres når mulig. Dersom det likevel skulle bli behov for å evakuere innretningen med livbåt, vil dette kunne gjennomføres på lik linje med evakuering som følge av tap av stabilitet.
Brann i boligkvarter	Nei, det legges til grunn i at hendelsens omfang er begrenset og vil kunne håndteres av beredskapsorganisasjonen på innretningen. Det forventes ikke at hendelsen vil truer personellens sikkerhet. Kontrollert avmanning vil trolig gjennomføres når mulig. Dersom det likevel skulle bli behov for å evakuere innretningen med livbåt, vil dette kunne gjennomføres på lik linje med evakuering som følge av tap av stabilitet.
H ₂ S utslipp	Ja, da hendelsen trolig vil være et resultat av en brønnehendelse, og hendelsens potensiale vil medføre behov for evakuering.
Sikringshendelse	Behov for evakuering vil avhenge av trusselens art og potensiale.
Fare for kollisjon	Ja, da et sammenstøt vil kunne gi store skader på innretningen og i verste fall tap av innretning.
Helikopterulykke	Nei, hendelsen vil være begrenset. Det forventes ikke at hendelsen vil medføre eskalering og behov for evakuering.
Tap av stabilitet	Ja, da en større krenkning vil medføre ønske om å evakuere innretningen. Designkrav (Ref. 7) til flyttbare innretninger skal sikre at innretningen ikke oversiger kritisk tap av stabilitet på 17 grader helning ved omfattende skader på vanntette skott. Livbåtstasjoner skal også være designet slik at livbåter skal kunne låres med inntil 17 grader helning (Ref. 9). Stor krenkning kan være veldig ubehagelig og skape panikktilstander ombord, OIM må derfor vurdere om innretningen skal evakueres selv om krenkningen ikke overstiger designkrav. Dersom OIM beslutter at det ikke er trygt å være på innretningen lenger, vil evakuering med livbåt igangsettes.
Tap av posisjon	Nei, hendelsen vil ikke utløse behov for umiddelbar evakuering. Det vurderes som trygt å oppholde seg på innretningen, så sant ikke hendelsen eskalerer ved at innretningen blir en trussel for andre innretninger i nærheten. Kontrollert avmanning vil trolig gjennomføres når mulig.
Mann over bord	Nei, hendelsen er begrenset til personell involvert.
Personskade	Nei, hendelsen er begrenset til personell involvert.
Hendelse med radioaktiv kilde	Nei, hendelsen er begrenset til personell involvert.
Blackout	Nei, hendelsen vil ikke true innretningens integritet eller personellens sikkerhet, så fremt det ikke er en innretning på DP som driver og blir en trussel for andre innretninger (Ref. DFU Tap av posisjon). Kontrollert avmanning vil trolig gjennomføres når mulig, dersom situasjonen ikke normaliseres.

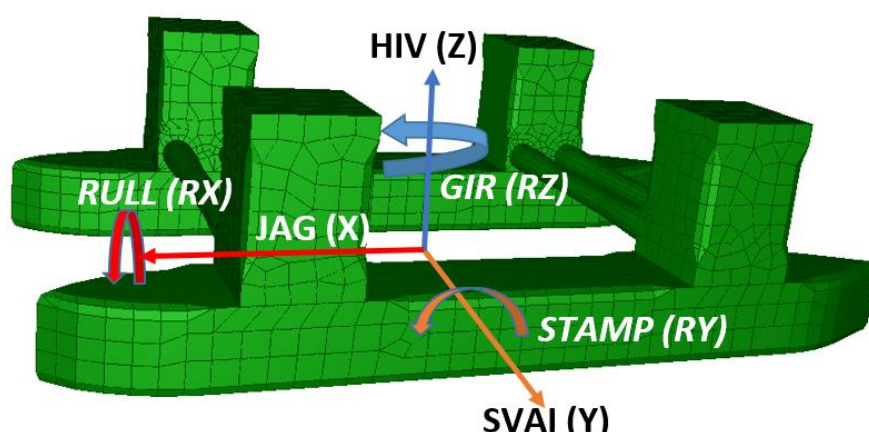
DFU	Behov for livbåtevakuuming
Ekstremvær	Nei, hendelsen vil ikke medføre behov for evakuering. Dersom hendelsen er forvarslet, vil kompenserende tiltak være iverksatt før hendelsen inntreffer. Værforhold er en av faktorene som påvirker muligheten for evakuering ved de ulike DFUene.

Basert på gjennomgangen av DFUene, gitt i Tabell 3.2, ble det vurdert at følgende tre DFUer vil kunne dekke de ulike typer evakueringsutfordringer:

1. **Tap av brønnkontroll** - Ivaretar DFUer hvor det er mulig å forflytte seg bort fra kilden til hendelsen. Evakuering vil kunne gjennomføres, avhengig av innretningstype og operasjonsmodus, enten ved å forflytte innretningen til sikkert område eller ved å dreie/forhale innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåt.
2. **Fare for kollisjon** - Ivaretar hendelser som ikke er som følge av innretningens operasjon, men som utgjør en trussel dersom innretningen ikke evakueres/forflyttes. Evakuering vil kunne gjennomføres, avhengig av innretningstype og operasjonsmodus, enten ved å forflytte innretningen til sikkert område eller ved å dreie/forhale innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåt.
3. **Tap av stabilitet** - Ivaretar DFUer hvor hendelsen er på selve innretningen. En kan dermed ikke forflytte innretningen bort fra kilden til hendelsen, og evakuering må gjennomføres ved bruk av livbåt. En vil ved behov kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter.

Det forutsettes at de marine simuleringene ikke påvirkes av DFU, da faresituasjonen normalt har en ubetydelig effekt på innretningens respons. Tap av stabilitet vil ved ekstreme krengevinkler imidlertid kunne ha en begrenset påvirkning på innretningens respons i gir (rotasjon om vertikalaksen), se Figur 3.4 for benevning av innretningens bevegelser (frihetsgrader).

Påvirkningen fra skaden er vanskelig å kvantifisere da den, avhengig av krengeaksen relativt til vinden, vil kunne både forsterke og redusere vindens dreie-moment i gir. På grunn av dette vil resultater for alle DFUer baseres på innretningens intakt respons (ingen skade).



Figur 3.4 Benevning av frihetsgrader

Analyseskjemaene gitt i vedlegg A inkluderer scenariobeskrivelse for DFUen som vurderes.

3.6 Tidsestimater lagt til grunn i de marine simuleringene

I dette kapitlet oppsummeres tidsestimater lagt til grunn i de marine simuleringene. Da det foreligger lite data fra hendelser (se kapittel 1.3), er tidsparameterne basert på generelle erfaringsdata og ekspertvurderinger.

For en oversikt over alle marine simuleringer, se vedlegg B.

Frigjøring av ankerliner

For en innretning som er posisjonert på ren forankring antas det at innretningen vil drive langsommere enn hastigheten som ankerlinen løses ut med. Tid til frigjøring av ankerliner inkluderes derfor ikke i simuleringene for denne type innretninger.

For en innretning på ATA, er det som et konservativt anslag lagt til grunn at det vil ta 4 minutter å frigjøre seg fra ankerlinene. Nødvendig tid er innretningsspesifikk, og vil være avhengig av nødutløsningssystemet (emergency lowering / quick release) på ankervinsjene og mengde kjetting i kjettingkassene.

Oppramping av trustere

Det vil ta noe tid fra man gir instruks om ny posisjon/orientering i DP-systemet til man oppnår full kraft på trusterne. Det er, som et konservativt anslag, lagt til grunn at det tar 30 sekunder å oppnå full kraft på trusterne. Dette anslaget er basert på fullskala akselerasjonstester gjennomført med en halvt nedsenkbar innretning av samme størrelse som MM CS 50.

Forhaling

I analysen er det lagt til grunn en forhalingshastighet som gir en horisontal forflytning på 12 meter per minutt. Forhalingshastigheten er i stor grad innretningsspesifikk, og forhalingssimuleringene må derfor anses som indikative.

Det antas videre at det vil gå 5 minutter fra man beslutter å forhale til man begynner å vinsje, da det antas at vinsjene må betjenes lokalt og dermed krever mobilisering av vinsjoperatører. I tillegg er det antatt at det tar noe tid, omlag 1 minutt, fra man starter å vinsje til innretningen begynner å forflytte seg. Dette da det initielt er en stor vinkel mellom horisontalplanet og ankerlinene, noe som medfører at man i starten må vinsje relativt mye for å oppnå en gitt horisontalforflytning. Dette gir en total forsinkelse på 6 minutter (5+1) fra man beslutter å forhale til innretningen begynner å forflytte seg.

Slakke ut ankerliner

I analysen er det lagt til grunn at en mulig løsning, i de tilfeller hvor en har behov for å dreie en innretningen på ATA for å optimalisere utsettingsforholdene for livbåtene, er å slakke ut ankerline for så å benytte trusterkraft til å dreie innretningen. Det antas at det vil gå 5 minutter fra man beslutter å låre ankerlinene til man begynner å vinsje, da det antas at vinsjene må betjenes lokalt og dermed krever mobilisering av vinsjoperatører. I estimatet forutsettes en lårehastighet på 25 meter per minutt og at minimum 100 meter kjetting må låres, noe som tilsvarer en låretid på 4 minutter. Basert på dette er det, som et konservativt anslag, lagt til grunn i analysen at det tar omkring 9 (5+4) minutter før dreining starter. I realiteten vil innretningen kunne starte dreining samtidig som ankerlinene låres.

3.7 Sikker sone

I analysen er det lagt til grunn at innretningen, for å nå sikker sone, må forflytte seg:

- 100 meter ved tap av brønnkontroll
- 250 meter ved fare for kollisjon

Ut fra simulering av et brønnutslipp på sjø med 70 kg/s rate, fremgår det at det ved vindstyrke 6 m/s vil være tilstrekkelig å forhale seg 100 meter mot vinden. Ved økende vindhastighet vil eksponering avta. Kritisk vindhastighet for låring av lårelivbåter i lo er i analysen antatt å være 19 m/s. Basert på dette kan en avstand på 100 meter anses at som konservativt estimat i analysen, uansett vindretning. For ytterlige detaljer om simuleringer lagt til grunn henvises det til vedlegg A.

I analysen er det lagt til grunn at innretningen må forflytte seg 250 meter fra forventet kollisjonspunkt. Nødvendig forflytning er avhengig av hendelsen, og vil dermed variere. En antar at 250 meter er tilstrekkelig avstand selv om fartøyet/objekt blir påvirket av vær og bølgeforhold, og kursen endres noe.

Vinden og bølgene er i de marine simuleringene antatt å komme rett forfra, da dette vil medføre den lengste rotasjonstiden til sikker orientering.

4 RESULTATER

4.1 Eskalerende faktorer (barrieresvikt)

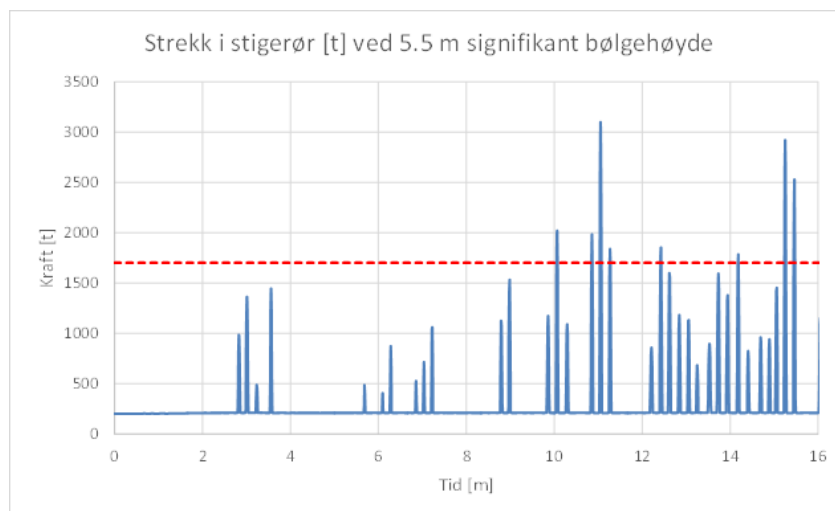
I de etterfølgende kapitlene vil potensielle eskalerende faktorer, som kan påvirke innretningens mulighet for evakuering, diskuteres. Det er i hvert kapittel inkludert en oversikt over hvilke typer innretninger og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

4.1.1 Frakopling fra brønn feiler

Dersom en ønsker å benytte innretningen som evakueringsmiddel, ved å forflytte innretningen, må stigerør/LMRP koples fra brønnen. Det kan potensielt forekomme at stigerør/LMRP ikke lar seg koble fra brønnen. I de fleste tilfeller vil en i en slik situasjon velge å benytte tilgjengelige livbåter på innretningen. Dersom en likevel beslutter å gjennomføre forflytningen, da de tilgjengelige livbåtenes værkriterier er overskredet, vil innretningen måtte forsøke å «rive seg løs» fra brønnen. Dersom denne løsningen velges vil dette trolig medføre stor skade på BOP/undervannskonstruksjoner. Det antas at denne løsningen ikke vurderes for andre hendelser enn ved tap av brønnkontroll. På en forankret rigg uten trusterkraft, vil en, dersom en velger denne løsningen, trolig slippe ankerlinene i tre av hjørnene for å forsøke å drive av lokasjon, alternativt benytte ankerlinene til å forhale seg bort fra hendelsen.

Vindhastigheten vil, i de tilfeller hvor værkriteriene for bruk av livbåt er overskredet, ofte være i størrelsesorden 19 m/s, med tilhørende signifikant bølgehøyde på 5,5 m, noe som vil gi betydelige krefter fra innretningen på stigerør. Det er gjennomført simuleringer for å vurdere sannsynligheten for at stigerør vil «rives løs» ved 5,5 m signifikant bølgehøyde. Det er lagt til grunn X80 kvalitet på stigerør, som er konservativt (620 MPa i bruddspenning). Den røde stiplede linjen i Figur 4.1 presenterer et bruddstrekk på 1700 tonn. Som vist i figuren er vil innretningen kunne «rive seg løs» ved en signifikant bølgehøyde på 5,5 m. Nødvendig tid vil avhenge av bølgemønsteret i området. Sannsynligheten for å «rive seg løs» øker når den signifikante bølgehøyden øker.

Det er sannsynlig at andre komponenter, som f.eks. flex joint, vil ryke ved et lavere strekk enn stigerørets bruddstyrke som er lagt til grunn i simuleringen. For innretninger på ATA og DP vil innretningens trusterkraft, i tillegg til bølgekraft, bidra til å øke belastningen på stigerør dersom det besluttes å forsøke å «rive seg løs» fra brønnen.



Figur 4.1 Strekk i stigerør ved 5,5 m signifikant bølgehøyde

Dersom en beslutter å «rive seg løs» fra brønnen, vil det kunne oppstå friksjon mellom stigerør og moonpool området, som kan føre til gnistdannelse i området. Brannmonitor eller deluge i moonpool området vil bidra til å redusere sannsynligheten for antennelse.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.1 Eskalerende faktor – Frakopling fra brønn feiler

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	x
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	x
Flotell broforbundet til annen innretning			

4.1.2 Nødutløsning av ankerliner feiler

Å slippe et utvalg eller alle ankerlinene kan være en del av strategien for evakuering. Elektronisk styresignal feil eller mekanisk feil på utstyret kan medføre at sentral (kontrollrom/bro) utløsning av ankerliner ikke lar seg gjøre. Selv om denne feilen inntreffer, vil en kunne utløse ankerliner lokalt på ankervinsjen ved manuell utløsning av ankervinsjens brems. Manuell utløsning kan være utfordrende dersom hendelsens omfang medfører at vinsjområdet blir eksponert av gass eller varmestråling. Ved behov for manuell utløsning av ankerliner er det derfor viktig at personellet sikkerhet vurderes før manuell utløsning igangsettes.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.2 Eskalerende faktor – Nødutløsning av ankerliner feiler

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.3 Feil på strømforsyning til ankervinsjer

Dersom en ønsker å forhale innretningen bort fra hendelsen, benytter en ankervinsjene til å slippe ut og stramme inn ankerlinene i ønsket retning. Ved feil på strømforsyning til ankervinsj, vil en ikke kunne gjennomføre forhaling. Nødutløsning av ankerliner vil kunne gjennomføres, da dette ikke er avhengig av strømforsyning.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.3 Eskalerende faktor – Feil på strømforsyning til ankervinsjer

Innretningstype Operasjonsmodus	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.4 Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning

Noen innretninger har felles strømforsyningen til mudpumper og ankervinsjer. Dersom en ønsker å benytte ankervinsjene til forhaling av innretningen må strømforsyningen legges over til ankervinsjer, noe som kan medføre en forsinkelse i oppstart av forhaling. Forsinkelsen er avhengig av hvor lang tid det tar å klargjøre strømforsyningen til ankervinsjer, basert på operasjonen som pågår og antall mudpumper som benyttes. Nødutløsning av ankerliner vil kunne gjennomføres, da dette ikke er avhengig av strømforsyning.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.4 Eskalerende faktor – Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning

Innretningstype Operasjonsmodus	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning			

4.1.5 Antennelse grunnet gnist ved nødutløsning av ankerliner

Når ankerlinene løses ut vil friksjonen kunne medføre gnistdannelse. Innretningenes ankervinsjer er utstyr med deluge, som starter ved nødutløsning av ankerline. Deluge skal forhindre gnistdannelse. Det er derfor viktig å påse at dette utstyret blir regelmessig vedlikeholdt og er operativt til enhver tid.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

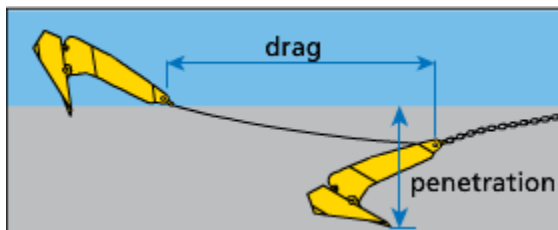
Tabell 4.5 Eskalerende faktor – Antennelse grunnet gnist ved nødutløsning av ankerliner

Innretningstype Operasjonsmodus	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.6 Anker mister feste og dregger

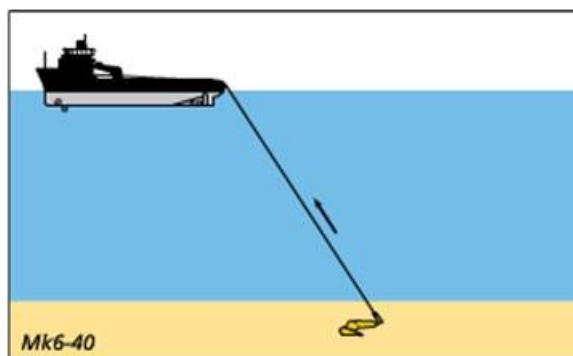
I de tilfeller hvor en har valgt å droppe et utvalg ankerliner, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåt eller for å benytte innretningen som livbåt, vil belastningen (retning, vinkel og kraft) på de gjenværende ankerliner bli endret. For de innretningstypene vurdert i denne studien, er det utelukkende dregginstallerte anker som benyttes. Dropp av et utvalg ankerliner vil være aktuelt for innretninger på anker, samt for innretninger på ATA som har mistet trusterkraft og må forflytte seg på lik linje med en innretning på anker.

Dregginstallerte anker består i hovedsak av to deler, ankerstokk og ankerfluk. Ankeret låres og landes på havbunnen med flukene pekende mot havbunnen. Når ankerlinene strekkes opp, penetrer ankeret havbunnen, samtidig som det dregger. En prinsippskisse for installasjon av anker er vist i Figur 4.2. Belastes ankeret utover installasjonsstrek, vil det i utgangspunktet dregge og penetrere ytterligere til nødvendig holdekraft oppnås. Det er viktig å merke seg at dette kun gjelder når ankrene blir belastet i samme retning som de er installert i.



Figur 4.2 Prinsippskisse for installasjon av anker

I Figur 4.3 er anbefalt metode for opptak av anker vist. Som man kan se av figuren så «brekkes» ankrene vanligvis opp ved at man går mot den retningen de ble installert.



Figur 4.3 Metode for opptak av anker

For å dreie innretningen er man nødt til å droppe de ankerlinene som går mot været. Dette vil etter hvert gi et strekk i gjenværende ankerliner i motsatt retning av den de ble installert i. Belastning av anker i motsatt retning av den de ble installert i, antas å medføre at det brekkes opp som ved opptak, og før eller senere begynne å dregge. I motsetning til vanlig opptak av anker vil linelengden i et slikt tilfelle være lang, noe som vil gi lavere vertikallaster. Det vil derfor kunne ta forholdsvis lang tid før ankrene løsner. Det foreligger begrenset mengde informasjon knyttet til belastning av anker i motsatt retning av hva det er designet for (Ref. Anbefaling 2)

Dersom ankeret brekkes opp, vil det sannsynligvis legge seg på ryggen med flukene pekende oppover, med liten sannsynlighet for å resette. Selv om ankeret ikke resetter seg, vil det sammen med kjettingen som ligger på bunn sette opp en friksjonskraft som vil bidra til bremse innretningens drift.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.6 Eskalerende faktor – Anker mister feste og dregger

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x		
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x		
Flotell broforbundet til annen innretning	x		

4.1.7 Eksponering av personell ved manuell operasjon av ankervinsjer

For de innretninger hvor det ikke er mulig å betjene ankervinsjene fra kontrollrom/bro, må ankervinsjene betjenes lokalt dersom forhaling skal gjennomføres. Det er svært viktig at hendelsens omfang og personellet sikkerhet vurderes før manuell betjening av ankervinsjer igangsettes. Nødtutløsning av ankervinsjer vil kunne gjennomføres fra kontrollrom/bro.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.7 Eskalerende faktor - Eksponering av personell ved manuell operasjon av ankervinsjer

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.8 Kollisjonsrisiko som drivende innretning / Tap av trusterkraft

For innretninger som kun ligger på anker vil en, dersom en dropper alle ankerlinene, ha liten mulighet til å kontrollere innretningens drivbane, og kan dermed kollidere med andre innretninger. Dersom innretningen er utstyrt med fremdriftsmaskineri, kan dette benyttes til å påvirke installasjonens drivbane. Det er derfor svært viktig at risikoaspektet knyttet til dropp av alle ankerlinene vurderes før dette iverksettes. En vil i de fleste tilfeller komme langt nok bort fra hendelsen selv om en ikke dropper alle ankerlinene.

Innretninger som ligger på ATA og DP er utstyrt med trustere med tilstrekkelig fremdriftsevne til å opprettholde kontroll over egen posisjon i henhold til innretningens designkrav. Iht. designkrav skal innretninger, som har DP klasse, være i stand til forflytte seg på en kontrollert måte, selv om to trustere ikke fungerer (Ref. 8).

Dersom innretninger på ATA mister trusterkraft som følge av hendelsen, vil innretningen kunne dreies og forflyttes på lik linje med en innretning på anker. Dersom innretning på DP mister trusterkraft som følge av hendelsen, vil en ikke kunne påvirke drivbanen til innretningen.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.8 Eskalerende faktor – Kollisjonsrisiko som drivende innretning / Tap av trusterkraft

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	x
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	x
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	x

4.1.9 Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen

Dersom organisasjonen om bord på innretningen ikke har gjennomført trening og øvelser knyttet opp mot å bruke innretningen som alternativt evakueringsmidler, kan dette medføre manglende forståelse for hendelsens omfang og forløp, samt manglende kunnskap om hvordan alternativer til umiddelbar evakuering med livbåter bør gjennomføres.

En vellykket gjennomføring av alternativ evakuering forutsetter at tilgjengelig informasjon foreligger og blir tolket riktig, samt at forhaling/forflytning gjennomføres i henhold til etablerte prosedyrer og godt sjømannskap, med klare føringer og etablert tidslinje, for når beslutninger må tas.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.9 Eskalerende faktor - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	x
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	x
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	x

4.1.10 Uavklart kollisjonskurs

Når et fartøy på kollisjonskurs detekteres vil det være usikkerheter knyttet til eksakt forventet kollisjonspunkt. Dersom innretningen benytter seg av forhaling som forflytningsmetode ved skip på kollisjonskurs, vil en dersom forventet kollisjonspunkt endrer seg i samme retning som innretningen har forflyttet seg, måtte droppe ankerliner for å oppnå en tilstrekkelig forflytning. Basert på dette er det viktig at tilstrekkelig tid til dropp av ankerliner inkluderes i tidslinje knyttet til skip på kollisjonskurs dersom forhaling benyttes. For innretninger som forflyttet seg med DP trustersystem, vil denne faktoren ikke utgjøre en stor risiko, da innretningen kan forflytte seg kontinuerlig i henhold til forventet kollisjonspunkt.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.10 Eskalerende faktor – Uavklart kollisjonskurs

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.11 Frykt for antennelse ved dropp av ankerliner

Ved tap av brønnkontroll, hvor hendelsen ikke er antent, er det en reell fare for at en vegrer seg for å droppe ankerliner, da en frykter at gnist fra ankervinsjer kan antenne utslippet. Dersom en venter med å iverksette dropping av ankerliner og forflytning til etter at brønnlekkasjen er antent, kan dette føre til ytterligere utfordringer knyttet til evakuering da hele innretningen vil bli direkte eksponert for eksplosjon og brann. Innretningenes ankervinsjer er utstyr med deluge, som starter ved nødutløsning av ankerliner. Deluge skal forhindre gnistdannelse. Under West Vanguard utblåsningen i oktober 1985, ble utløsning av ankerliner utsatt til etter utblåsningen hadde antent, se kapittel 1.3 for mer informasjon knyttet til hendelsen.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.11 Eskalerende faktor – Frykt for antennelse ved dropp av ankerliner

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.12 Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer

Slakking av ankerliner eller forflytning ved hjelp av forhaling, kan være tiltak som iverksettes henholdsvis for å bedre sjøsettingsforholdene til livbåter eller forflytte seg bort fra eksponert område. Dersom ankervinsjene ikke kan fjernbetjenes, må ankervinsjene bemannes lokalt. Dersom forhaling eller slakking av ankerliner er strategier som innretningen planlegger å benytte seg av, må det være planlagt hvem som skal betjene ankervinsjer, og det må påses at dedikert personell ikke er tillagt andre roller i beredskapen som kan komme i konflikt med dette.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.12 Eskalerende faktor – Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.1.13 Tvinning av ankerliner

Innretninger på anker med tilstrekkelig trusterkraft (betegnet som ATA i analysen), vil kunne dreie innretningen ved bruk av trustere, for å bedre sjøsettingsforhold for livbåter. Dette kan gjøres ved å slakke ut samtlige ankerliner, samtidig som en bruker trustere for å dreie. Ved bruk av lårelivbåter, brukt som eksempel i denne studien, er det antatt at 80 grader dreining er tilstrekkelig. Dreining utover 80 grader vil trolig kunne føre til at ankerliner vil tvinne seg. For innretninger som utfører brønnaktivitet kan dette føre til skade på stigerør, LMRP, BOP og brønnhode.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.13 Eskalerende faktor – Tvinning av ankerliner

Innretningstype	Anker	ATA	DP
Operasjonsmodus			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten		x	
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen		x	
Flotell broforbundet til annen innretning		x	

4.1.14 Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter

Iht. designkrav skal en innretningen ikke oversige kritisk tap av stabilitet på 17 grader ved omfattende skader på vanntette skott (Ref. 7). I tillegg skal livbåstasjoner være designet slik at livbåter kan låres med inntil 17 graders helning. Redningsstrømpe har tilsvarende designkrav for låring inntil 17 grader (Ref. 9). Entring og utsetting av livbåter vil kunne være krevende når innretningen krenger, da også langt under 17 grader. Ved krenkning over 17 grader vil det trolig ikke være mulig å bruke livbåter eller redningsstrømpe, og en må da evakuere direkte til sjø og redningsflåter.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi den eskalerende faktoren er relevant for.

Tabell 4.14 Eskalerende faktor – Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten	x	x	x
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	x
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	x

4.2 Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus

Innretningens operasjonsmodus vil kunne medføre begrensninger og utfordringer knyttet til gjennomføring av alternativ evakuering. Begrensninger og utfordringer knyttet til boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten er diskutert i kapittel 4.2.1. Begrensninger og utfordringer knyttet til Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen, samt flotell broforbundet til annen innretning, er diskutert i kapittel 4.2.2.

4.2.1 Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten

Ved brønnaktiviteter på lokasjon hvor det ikke er andre innretninger eller infrastruktur i nærheten, vil en innretning etter at den har koplet seg fra brønn, kunne bevege seg fritt under forflytning (forhale, droppe anker eller benytte trusterkraft bort fra lokasjon). Utstyr som innretningen selv har hengende under seg, som stigerør og LMRP kan bli skadet dersom innretningen driver/forflytter seg i retning av grunnere områder. Trolig vil dette være av mindre betydning, da man i utgangspunktet iverksatte forflytting bort fra et scenario med betydelig større skadepotensiale.

Det er ikke identifisert begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering i dette operasjonsmodus, ut over utfordringer som kan skyldes at innretning på anker ender opp som et drivende objekt dersom en dropper alle ankerliner og benytter innretningen som livbåt. Innretninger utstyrt med fremdriftsmaskineri, vil kunne benytte dette til å påvirke egen drivbane og derved redusere fare for kollisjon. Innretninger på ATA og DP vil benytte egen trusterkraft til å manøvrere seg til sikkert område. Dersom det er behov for å evakuere en innretning på DP/ATA, antas det at innretningen vil forbli på lokasjon i DP modus så lenge det er drivstoff tilgjengelig, eller inntil maskiner stopper av andre årsaker (gass i sjøvannsinntak etc.). Innretning vil ikke representere fare for kollisjon med andre installasjoner i området så lenge DP opprettholdes.

4.2.2 Øvrige operasjonsmodi

Kollisjonsrisiko ved forhaling

Forhaling av en innretning på anker/ATA vil trolig være foretrukket metode for å forflytte seg. Ved forhaling vil innretningen ha god kontroll over operasjonen, hvor langt og i hvilken retningen innretningen forflytter seg. Innretninger i nærheten kan representere hindringer som medfører utfordringer for gjennomføringen. Forhaling bør kunne utføres i flere retninger, da valg av retning for forflytting vil være avhengig av hendelsen som har medført behov for evakuering, samt rådende vær- og strømforhold. Dersom forhaling er planlagt strategi for alternativ evakuering, bør

lokasjonsspesifikke forhold og definerte forflytningsruter være kjent for mannskapet før innretningen starter sin operasjonen i området.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.15 Begrensning/utfordring – Kollisjonsrisiko ved forhaling

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner

Som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåter, kan en forankret innretning forflytte seg fra lokasjon ved dropp av et utvalg ankerliner. Ved dropp av et utvalg ankerliner, vil innretningen forflytte seg i en drivbane påvirket av strøm-, vind- og bølgeforhold, samt gjenværende ankerliner. En vil ved å beholde noen ankerliner, i stedet for å droppe alle, ha en lavere sannsynlighet for kollisjon, da de gjenværende ankerlinene vil, dersom de ikke mister feste, forhindre at innretningen driver lengre enn ønskelig. Dersom dropp av et utvalg ankerliner er planlagt strategi for alternativ evakuering, bør lokasjonsspesifikke forhold være kjent og vurdert før innretningen starter sin operasjonen i området.

Dersom en innretning forankret i ATA mister trusterkraft som følge av hendelsen, vil innretningen kunne benytte ankerlinene, på lik linje med en innretning kun på anker, for å forflytte seg. Innretningen vil i dette tilfellet anses som en ankret innretning, men tilhørende begrensninger og utfordringer.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.16 Begrensning/utfordring – Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x		
Flotell broforbundet til annen innretning	x		

Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner

Som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåter, kan en forankret innretning forflytte seg fra lokasjon ved å droppe samtlige ankerliner. Ved dropp av samtlige ankerliner, vil innretningen opprinnelig kun forankret forflytte seg i en drivbane påvirket av strøm-, vind- og bølgeforhold. Andre innretninger i området kan ved dropp av ankerliner bli utsatt for kollisjonsrisiko, avhengig av i hvilken retning innretningen driver. Innretninger utstyrt med fremdriftsmaskineri, vil kunne benytte maskineriet til å påvirke egen drift, og derved redusere fare for kollisjon. Hvor mye effekt en opprinnelig ankret innretnings fremdriftsmaskineri vil ha på kontroll av drivbane vil være avhengig av rådende værforhold og strøm, samt innretningens trusterkraft.

Innretninger i ATA modus, vil etter å ha droppet alle ankerlinene benytte seg av trusterkraft til å kontrollere egen forflytting (på lik linje med innretninger på DP). Det antas at kollisjonsrisiko ved

forflytting ved bruk av egen trusterkraft er lav. Ved en brønnhendelse kan gass i sjø eksponere innretningens sjøvannsinntak, og resultere i at maskiner mister kjøling og stopper. Uten maskinkraft vil innretningens drift, når samtlige ankerliner er droppet, være styrt av rådende strøm-, vind- og bølgeforhold.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.17 Begrensning/utfordring – Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner

Innretningstype Operasjonsmodus	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

Kollisjonsrisiko ved forflytning/dreining for innretning på DP

Som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåter, kan en innretning som opererer i DP modus forflytte seg fra lokasjon ved bruk trustere. Det antas at kollisjonsrisiko ved forflytting er lav. I tillegg kan innretningen dreie for å endre vind og bølgeretning mot livbåtstasjon, dersom livbåtenes kriterier for sikker sjøsetting er overskredet. Ved dreining antas det at innretningen vil forbli på lokasjon i DP modus så lenge det er drivstoff tilgjengelig, eller inntil maskiner stopper av andre årsaker (gass i sjøvannsinntak etc.). Innretning vil ikke representere fare for kollisjon med andre installasjoner i området så lenge DP opprettholdes.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.18 Begrensning/utfordring – Kollisjonsrisiko ved forflytning/dreining for innretning på DP

Innretningstype Operasjonsmodus	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen			x
Flotell broforbundet til annen innretning			x

Kollisjonsrisiko ved dreining

Innretninger forankret i ATA modus kan, ved først å slakke ut ankerlinene, dreies ved bruk av egen trusterkraft. Når værforholdene overskrider kriteriene for sikker sjøsetting av livbåter, vil dreining av innretningen endre vind og bølgeretning mot livbåtstasjon slik at livbåtene kan sjøsettes innenfor akseptable kriterier. Ved dreining antas det at innretningen vil forbli på lokasjon i DP modus så lenge det er drivstoff tilgjengelig, eller inntil maskiner stopper av andre årsaker (gass i sjøvannsinntak etc.). Innretning vil ikke representere fare for kollisjon med andre installasjoner i området så lenge DP opprettholdes. Påfølgende drift antas å være begrenset, da innretningens ankerliner er intakte og forventes å stoppe drift. Hvor langt en innretning kan drifte i dette scenarioet bør være kjent, slik at andre innretninger i området kan iverksette egne tiltak dersom innretningen blir evakuert.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.19 Begrensning/utfordring – Kollisjonsrisiko ved dreining

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen		x	
Flotell broforbundet til annen innretning		x	

Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør

Når en innretning er tilkople en brønn med stigerør og BOP, må LMRP koples fra og trekkes opp så langt som mulig dersom det besluttes å bruke innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig, vil LMRP kunne komme i berøring med undervannsutstyr, og skade dette, når innretningen forflytter seg. Dersom forflytning/dreining er planlagt strategi for alternativ evakuering, bør lokasjonsspesifikke forhold være kjent og vurdert før innretningen starter sin operasjonen i området.

Utfordringene beskrevet over vil også være gjeldende ved brønnvedlikehold. Når en innretning utfører brønnvedlikehold etc., foreligger det tilsvarende krav til frakopling av undervannsutstyr som ved bruk av LMRP/BOP. I dette tilfelle er utstyret definert som EDP (Emergency Disconnect Package) som kobler fra LRP (Lower Riser Package) og isolerer stigerøret (WOR; Workover Riser) fra omgivelsene.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.20 Begrensning/utfordring – Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	x
Flotell broforbundet til annen innretning			

Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging

Undervannsutstyr og/eller rørledninger på havbunnen, vil kunne bli påført skade dersom en innretning dropper ankerlinene og disse treffer undervannsutstyr eller rørledning. I tillegg kan undervannsutstyr eller rørledning bli påført skade dersom et utvalg ankerliner droppes og gjenværende anker mister feste og dregger. Dersom dropp av ankerliner er planlagt strategi for alternativ evakuering, bør lokasjonsspesifikke forhold være kjent og vurdert før innretningen starter sin operasjonen i området.

Tabellen under viser hvilke innretningstyper og operasjonsmodi begrensningen/utfordringen er relevant for.

Tabell 4.21 Begrensning/utfordring – Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging

Operasjonsmodus \ Innretningstype	Anker	ATA	DP
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretning(er) og/eller med infrastruktur på havbunnen	x	x	
Flotell broforbundet til annen innretning	x	x	

4.3 Oppsummering av resultater

Dette kapitlet oppsummerer vurderingene gjennomført i analysen. For utfyllende informasjon til resultatene, se vedlegg A og B.

4.3.1 Samsvar med gjeldende regelverk

I henhold til *Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a* (Ref. 9) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at innretningstypene vurdert i analysen har mulighet til å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved å dreie innretningen, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting, innen 15 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakuing kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting.

Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriften §77d og siste ledd av Styringsforskriften §5 (Ref. 10 og 11).

I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakuing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 11).

4.3.2 Marine simuleringer

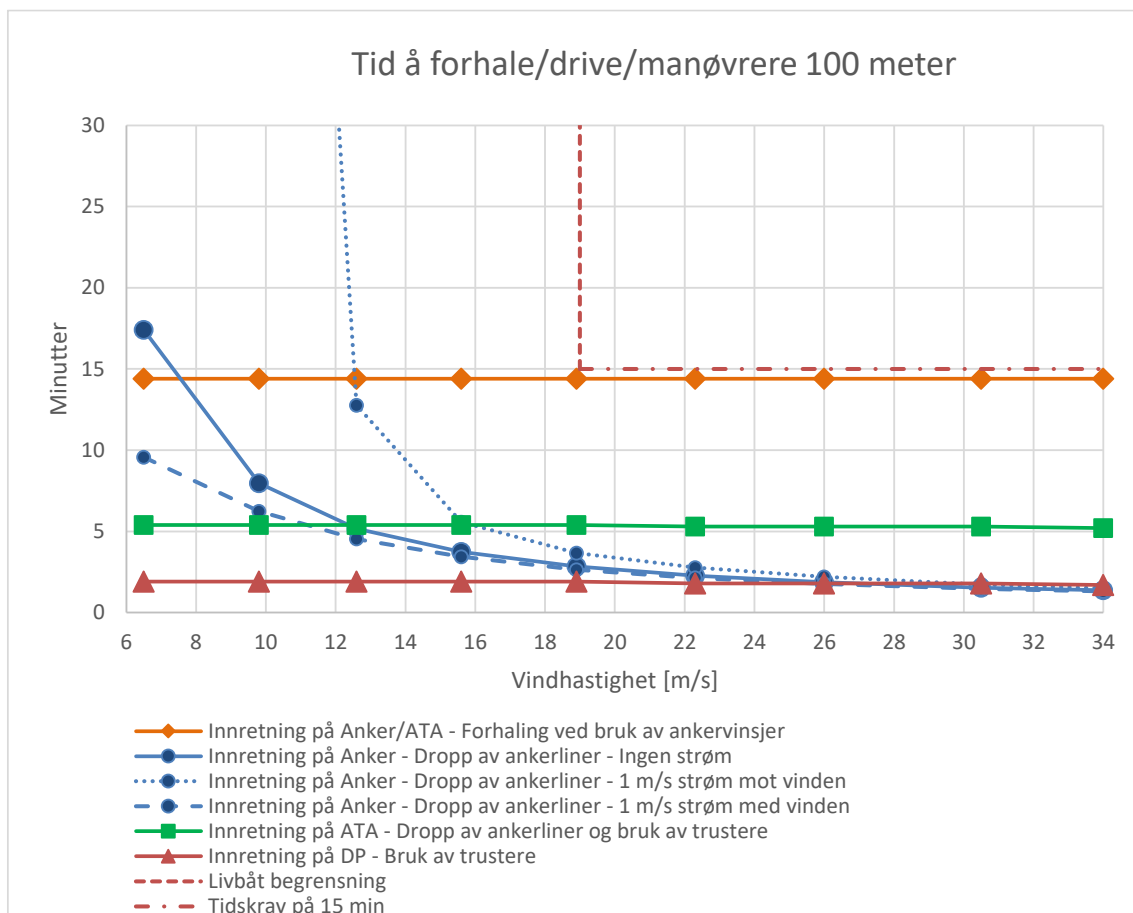
De etterfølgende kapitlene oppsummerer de marine simuleringene gjennomført i analysen. I de marine simuleringene er det lagt til grunn at vinden kommer rett mot baugen, hvor livbåtstasjonen er lokalisert, da dette medfører lengst tidsbruk knyttet til dreining av innretningen. Videre er det lagt til grunn at innretninger som benytter trusterkraft (DP og ATA) forflytter seg ut til sikker sone sideveis relativt til vinden. For ytterligere informasjon, se kapittel 5.4.1.6 i vedlegg B.

De ulike alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt som er vurdert i analysen er alle innenfor designkriteriene for flyttbare innretninger.

4.3.2.1 Forflytte innretning 100 m

Figur 4.4 viser tiden det tar å forhale, drive eller manøvrere til sikker sone ved en brønnhendelse, som antas å være 100 meter. Det fremgår av figuren at alle innretningstypene klarer å forflytte seg til sikker sone, dersom vindforholdene vanskeliggjør utsetting av livbåter (>19 m/s), innenfor tidsfristen på 15 minutter som er gitt i Redningsforskriften. Figuren viser at det tar om lag 14 minutter å forhale innretning 100 meter, 5,5 minutter å forflytte en innretning på ATA ved hjelp av trustere og 2 minutter å forflytte en innretning på DP. For en innretningen på anker vil det, for vindforhold hvor livbåtene ikke kan benyttes opp mot vinden (>19 m/s), ta maksimalt 4 minutter å drive 100 meter etter dropp av samtlige ankerliner. Man kan alternativt beholde ankerlinene i ett hjørne, da dette vil medføre at man unngår å drive ukontrollert. Drivhastigheten vil, for relevante miljøforhold og forflytningslengder, ikke påvirkes nevneverdig av de gjenværende ankerlinene.

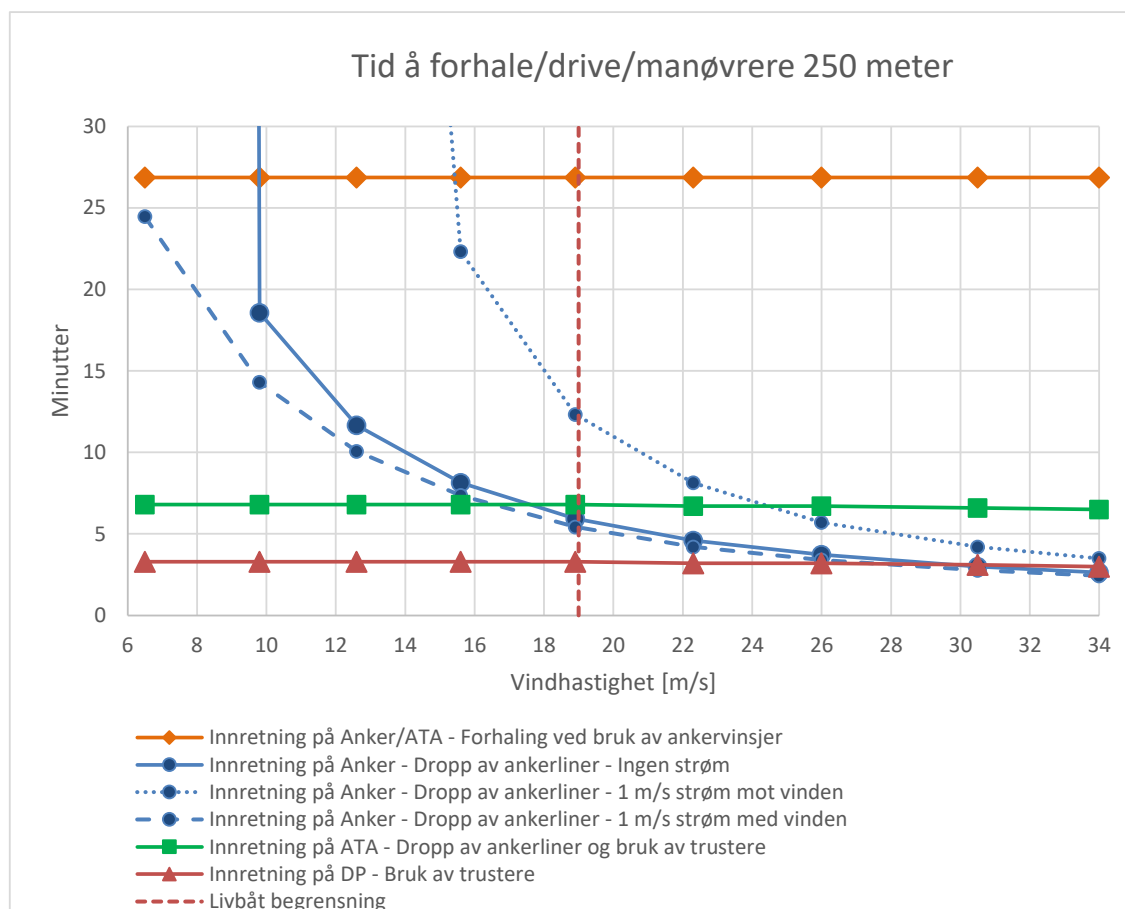
Man ser av figuren at strømforholdene, presentert med blå stiplede linjer, har lite å si for drifthastigheten for en ankret innretning ved høye vindhastigheter. For en innretning på DP/ATA har strømshastigheten neglisjerbar betydning ved alle relevante vindhastigheter.



Figur 4.4 Forflytte innretning 100 m

4.3.2.2 Forflytte innretning 250 m

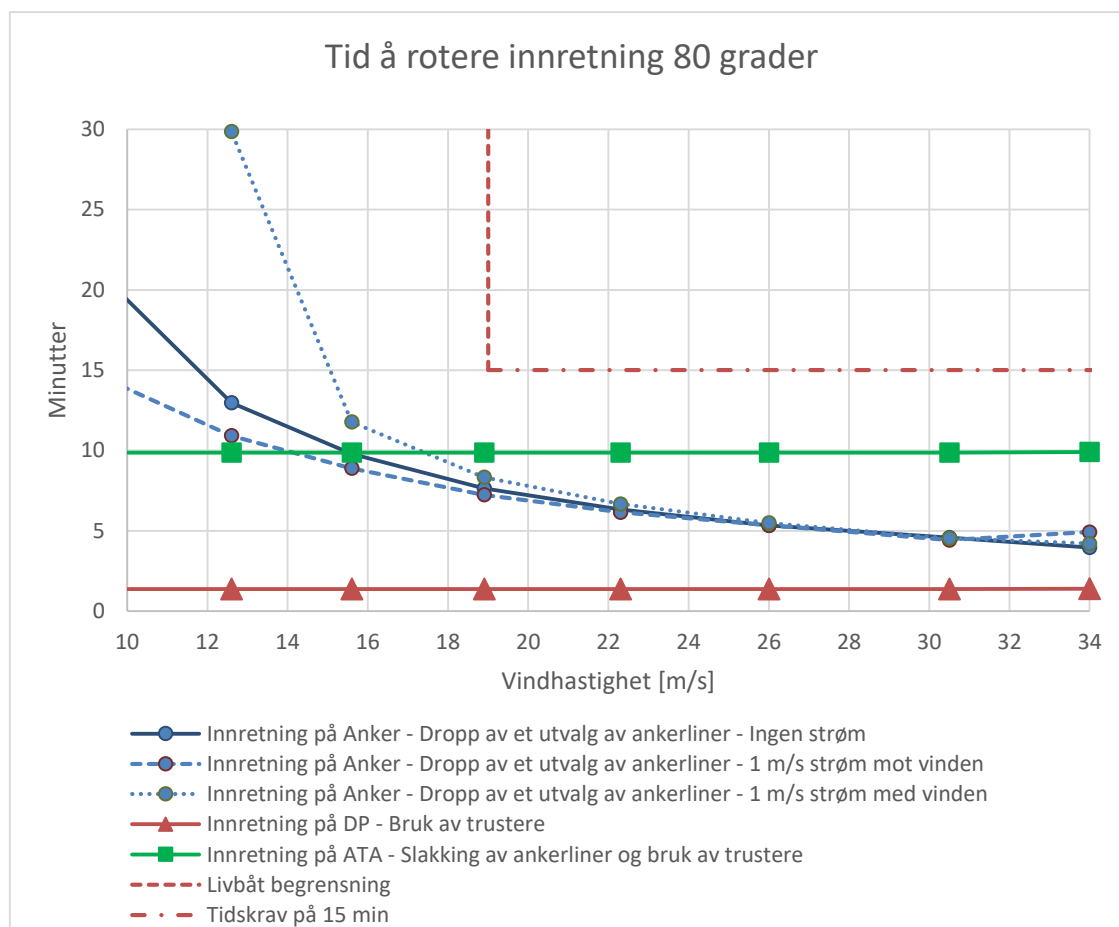
Figur 4.5 viser tiden det tar å forhale, drive eller manøvrere til sikker sone ved fartøy på kollisjonskurs, som er antas å være 250 meter. Figuren viser at det tar om lag 27 minutter å forhale en innretning 250 meter, 7 minutter å forflytte en innretning på ATA ved hjelp av trustere og 3 minutter å forflytte en innretning på DP. For en innretningen på anker vil det, for vindforhold hvor livbåtene ikke kan benyttes opp mot vinden (>19 m/s), ta maksimalt 13 minutter å drive 250 meter etter dropp av samtlige/utvalg ankerliner. Man kan se av figuren at strømforholdene, presentert med blå stiplede linjer, har lite å si for drifthastigheten for en ankret innretning ved høye vindhastigheter. For en innretning på DP/ATA har strømshastigheten neglisjerbar betydning ved alle relevant vindhastigheter.



Figur 4.5 Forflytte innretning 250 m

4.3.2.3 Dreie innretning for optimalisering av sjøsettingsforhold for livbåter

Figur 4.6 viser hvor lang tid det tar å rotere innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. Av figuren ser man at alle innretningstyper kan roteres innenfor 15 minutters kravet gitt i Redningsforskriften (Ref. 9), ved vindforhold hvor livbåtene ikke kan benyttes opp mot vinden (>19 m/s). Det fremgår av figuren at det tar om lag 1,5 minutt for en innretning på DP å rotere 80 grader og 10 minutter for innretning på ATA. For en innretning på anker tar det, ved vindforhold hvor livbåtene ikke kan benytte opp mot vinden (>19 m/s), maksimalt 8 minutter å dreie innretningen 80 grader. Innretningen vil da droppe et utvalg ankerliner for å oppnå dreiningen. Det fremgår av figuren at strømforholdene, presentert med blå stiplede linjer, har lite å si for dreiehastigheten for en ankret innretning ved høye vindhastigheter. For en innretning på DP/ATA har strømhastigheten neglisjerbar betydning ved alle relevant vindhastigheter.



Figur 4.6 Tid å rotere innretning 80 grader

4.3.3 Forflytning

Som Figur 4.4 og Figur 4.5 viser kan innretningene forflytte seg bort fra eksponert område på ulike måter. De etterfølgende kapitlene gir en oversikt over forflytningsalternativer og forhold som kan påvirke muligheten for gjennomføring.

4.3.3.1 Forhaling

Forhaling bort fra eksponert område vil trolig være foretrukket metode for å forflytte en innretning på anker eller ATA. Ved forhaling vil innretningen ha god kontroll over operasjonen, hvor langt og i hvilken retningen innretningen forflytter seg. Innretninger i nærheten kan representere hindringer som medfører utfordringer for gjennomføringen. Forhaling bør kunne utføres i flere retninger, da valg av retning for forflytting vil være avhengig av hendelsen som har medført behov for evakuering, samt rådende vær- og strømforhold.

En vil i dette tilfellet ha alle ankerliner intakt og vil dermed ikke eksponere andre innretninger for kollisjonsrisiko. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr, er det derfor svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg, uten å komme i konflikt med utstyr på havbunnen.

Dersom forhaling ikke lar seg gjøre eller ikke er tilstrekkelig kan innretningen droppe ankerliner for å forflytte seg ytterligere, se kapittel 4.3.3.2.

4.3.3.2 Dropp av ankerliner før forflytning

Dersom en innretning på anker eller ATA ønsker å benytte innretningen som livbåt, men bruk av forhaling ikke anses som hensiktsmessig, kan alle eller et utvalg ankerliner droppes. En innretning på anker vil da forflytte seg i en drivbane påvirket av strøm-, vind- og bølgeførhold. Innretningen vil utgjøre en kollisjonsrisiko for innretninger i området. En innretning på ATA vil, etter å ha droppet alle ankerlinene, benytte trusterkraft til å manøvrere seg til sikkert område. Kollisjonsrisikoen anses som lav for innretninger på ATA. Ankerlinene som droppes kan treffe undervannsutstyr eller rørledninger, og dermed skade disse. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan også bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Dersom et utvalg ankerliner droppes, vil gjenværende anker belastes i en ugunstig retning og det er dermed mulig at ankrene mister feste og dregger. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr, er det derfor svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg, uten at stigerør og LMRP kommer i kontakt med undervannsutstyr, og hvilke ankerliner som kan droppes.

4.3.3.3 Forflytning ved DP/trusterkraft

En innretning på DP kan benytte trusterkraft til å forflytte seg bort fra eksponert område. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, kan disse bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig ved forflytting. Da innretningen er posisjonert vha. DP, vil en kunne forvente at DP operatørene har oversikt over hvilke ruter innretningen kan benytte, samt kunnskap om hvordan forflytningen gjennomføres. Sannsynligheten for kollisjon med andre innretninger er derfor lav.

4.3.4 Optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter

Dersom hendelsens art eller innretningens lokasjon ikke muliggjør bruk av innretning som livbåt, og vindforholdene overstiger utsettingskriteriene for livbåter (>19 m/s), vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter, se Figur 4.6.

For en innretning på anker vil en da droppe et utvalg ankerliner for å oppnå en dreining av innretningen. En innretning på DP vil benytte trusterkraft til å rotere innretningen. En innretning på ATA vil kunne låse ankerlinene og benytte trusterkraft på lik linje med innretning på DP, til å dreie innretningen.

Det forventes ikke at dreining av innretninger på DP og ATA utgjør en risiko for andre innretninger i området eller undervannskonstruksjoner, da innretningen vil rotere på sin opprinnelige lokasjon, samt at innretningen på ATA ikke vil droppe ankerlinene.

En innretning opprinnelig posisjonert med anker vil kunne utgjøre en kollisjonsrisiko for andre innretninger når den driver. Ankerlinene som droppes kan treffe undervannsutstyr eller rørledninger, og dermed skade disse. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan også bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Gjenværende anker vil belastes i en ugunstig retning og det er dermed mulig at ankrene mister feste og dregger, som også kan utgjøre en risiko for utstyr på havbunnen. Dersom innretningen på anker er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller andre innretninger, er det derfor svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet hvilke forhold som må vurderes før et utvalg ankerliner droppes.

4.4 Sensitiviteter

Det er gjennomført sensitivitetsvurderinger knyttet til følgende parametere lagt til grunn i de marine simuleringene:

- Kjettingdiameter på ankerliner
- Vanndyp
- Forspenning av ankerliner
- Effekt av fiber-inserts i ankerliner
- Metasenterhøyde
- Strømforhold
- Vindretning

Vurderingene viser at sensitiviteter knyttet til vanndyp og forankringssystemet har en begrenset effekt på innretningens forflytnings- og rotasjonshastighet. Årsaken til dette er at størrelsen på kreftene fra forankringen er liten i forhold til størrelsen på miljøkreftene ved relevante vindhastigheter. Se kapittel 5.4.1.5 i vedlegg B for utfyllende informasjon.

Metasenterhøyden (GM) vil ha stor påvirkning på innretningens krengevinkel etter dropp av et utvalg ankerliner. Effekten av metasenterhøyden på innretningens respons er belyst i Figur 2.11 i vedlegg A.

Effekten av strømforholdene på innretningens forflytningshastighet og rotasjonshastighet er illustrert i Figur 4.4, Figur 4.5 og Figur 4.6. Analysene viser at strømforholdene har relativt lite å si ved vindforhold hvor livbåtene ikke kan benyttes opp mot vinden (>19 m/s).

Effekten vindretningen har på tidsbruken knyttet til dreining av innretningen er demonstrert i kapittel 5.4.1.6 i vedlegg B. Vurderingene viser at vind rett forfra medfører den lengste rotasjonstiden.

5 KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

5.1 Konklusjon

I henhold til *Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a* (Ref. 9) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at innretningstypene vurdert i analysen har mulighet til å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved å dreie innretningen, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting, innen 15 minutter. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensninger for sjøsetting.

Videre viser simuleringene at forflytning av innretningen til sikker sone kan gjennomføres raskt og effektivt, og kan være en svært gunstig løsning, samtidig som en slipper å utsette personell for risiko forbundet med bruk av livbåt.

Det er imidlertid avdekket 7 begrensninger som følge av innretningens lokasjon og 14 eskalerende faktorer, som vil kunne påvirke robustheten og muligheten til bruk av de ulike alternativene til umiddelbar evakuering. Det er svært viktig at innretnings- og lokasjonsspesifikke forhold, samt mulige eskalerende faktorer, er kjent og tas i betraktning når den ansvarlige riggoperatør bestemmer hvilke evakueringsmuligheter innretningen skal kunne benytte seg av.

Vurderingene viser at forhaling ofte er å anse som den tryggeste forflytningsmetoden for innretninger på anker og ATA. En unngår da å måtte droppe ankerliner, og vil dermed unngå at ankerlinene skader undervannsutstyr. Dersom en dropper et utvalg ankerliner, vil gjenværende anker belastes i en ugunstig retning med fare for at de mister feste og dregger. Anker som dregger vil kunne skade undervannskonstruksjoner og resultere i at innretning uten fremdrift vil drive.

Vurderingene viser at innretninger som kan forflytte seg med trusterkraft, særlig innretninger på DP, har vesentlig færre begrensninger og utfordringer knyttet til gjennomføring av alternativ evakuering, enn det innretninger på anker har.

5.2 Anbefalinger

Tabell 5.1 gir en oversikt over anbefalinger til videre arbeid, basert på analysen som er gjennomført.

Tabell 5.1 Anbefalinger

Nr.	Anbefaling	Kommentar
1.	Det anbefales at industrien, eller den ansvarlige riggoperatør, som vil benytte alternative evakueringsløsninger, utarbeider en veileder hvor viktige forhold knyttet til alternative evakueringsmuligheter belyses. Videre bør veilederen inkludere en oversikt over hvilke vurderinger som bør gjennomføres før en beslutter hvilke evakueringsmuligheter den konkrete flyttbare innretningen har.	Veilederen bør kunne benyttes som støtte til lokasjonsspesifikke beredskapsanalyser og etablering av lokasjonsspesifikke beredskapsprosedyrer.

Nr.	Anbefaling	Kommentar
2.	Det anbefales at det gjennomføres ytterligere vurderinger knyttet til sannsynlighet for at ankeret mister feste og dregger når ankeret får belastning i motsatt retning enn hva det var satt for, samt vurderinger knyttet til sannsynligheten for at ankeret fester seg igjen.	Dersom en innretning beslutter å droppe et utvalg ankerliner for å oppnå en dreining av innretningen, vil de gjenværende ankerlinene bli belastet i motsatt retning av hva de var satt for. Det foreligger svært lite dokumentasjon knyttet til sannsynligheten for at ankeret mister feste og begynner og dregge, samt muligheten for at ankeret resetter seg.
3.	Det anbefales at det settes større fokus på trening og øvelser knyttet til alternative evakueringsmuligheter. Treningene og øvelsene bør inkludere vurderinger omkring forhold som kan vanskeliggjøre gjennomføringen.	Basert på erfaring er det lite fokus på gjennomføringen av alternative løsninger for evakuering.
4.	Det anbefales at det settes krav til riggbransjen om at det skal gjennomføres lokasjonsspesifikke analyser med fokus på alternative evakueringsmuligheter. Vurderingen må inkludere lokasjonsspesifikke utfordringer og begrensninger.	De hendelser som analysegruppen har kjennskap til hvor alternative evakueringsmuligheter er benyttet, er omkring 30 år tilbake i tid.

6 REFERANSER

- 1 Transocean; *Jim Cunningham Egypt / Mediterranean Sea, Loss of Well Control and Emergency Response*, TREX 011583.0001
<http://www.mdl2179trialdocs.com/releases/release201311071200013/TREX-011583.PDF>
- 2 Esso; *Esso Task Force report, Shallow Gass Blowout, Well 34/10-10*, 12.09.1980
- 3 Norges offentlige utredninger; *West Vanguard-rapporten*, NOU 1986:16
- 4 Petroleumstilsynet; *Ord og uttrykk i petroleumsnæringen*, <http://www.ptil.no/ord-og-uttrykk/category38.html>, hentet 08.11.2016
- 5 Bentley Systems; *MOSES (Multi-Operational Structural Engineering Simulator)*, Versjon 07.10.02.11
- 6 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om posisjonerings- og ankringssystemer på flyttbare innretninger (Ankringsforskriften)*, FOR 2009-07-10-998, 01.01.2011
- 7 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om stabilitet, vanntett oppdeling og vanntette/værtette lukningsmidler på flyttbare innretninger (Stabilitetsforskriften)*, FOR-1991-12-20-878, 18.02.2016
- 8 International Maritime Organization; *Guidelines for dynamic positioning*, MSC/Circ. 645, Rev. T4/3,03, 06.06.1994
- 9 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger*, FOR-2016-02-02-90, 05.02.2016
- 10 Petroleumstilsynet; *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften)*, 18.12.2015
- 11 Petroleumstilsynet; *Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften)*, 18.12.2015

Type dokument:

Vedlegg A - Analyseskjemaer

Rapporttittel:

Alternative løsninger for evakuering fra flyttbare innretninger

Kunde:

Petroleumstilsynet

Dokument nr.

ST-12089-2

Forfattere

M.S. Wold, H. Stangeland, S. Hevrøy, T. Anundsen

Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.

Rev.	Dato	Grunn for rev.	Utført	Kontrollert
1.0	21.12.2016	Utkast	M.S. Wold	J.E. Vinnem
2.0	16.01.2017	Endelig	M.S. Wold	J.E. Vinnem

Innhold

1	INNLEDNING	3
2	INNRETNING PÅ ANKER	4
2.1	Tap av brønnkontroll	4
2.2	Fare for kollisjon	14
2.3	Tap av stabilitet	19
3	INNRETNING PÅ ATA	22
3.1	Tap av brønnkontroll	22
3.2	Fare for kollisjon	29
3.3	Tap av stabilitet	34
4	INNRETNING PÅ DP	37
4.1	Tap av brønnkontroll	37
4.2	Fare for kollisjon	42
4.3	Tap av stabilitet	45
5	REFERANSER	48

1 INNLEDNING

Dette vedlegget presenterer vurderingene gjennomført for de DFUer, operasjonsmodi og innretningstyper som er lagt til grunn i analysen. For utfyllende informasjon knyttet til analysegrunnlaget, se kapittel 3 i hovedrapporten. For forklaring av forkortelser og begrep benyttet i vedlegget, se henholdsvis kapittel 1.4 og 1.5 i hovedrapporten.

DFUer

- Tap av brønnskroll
- Fartøy på kollisjonskurs
- Tap av stabilitet

Operasjonsmodus

- Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten
- Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen
- Flotell broforbundet til annen innretning

Innretningstyper

- Innretning på anker
- Innretning på ATA
- Innretning på DP

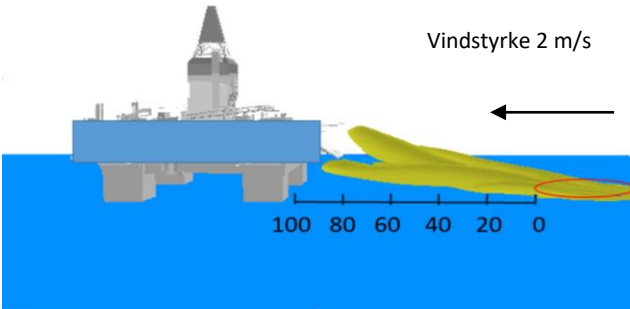
Det er til sammen utarbeidet ni analyseskjemaer. Det er utarbeidet tre analyseskjemaer for hver innretningstype, ett for hver DFU som inngår i analysen. Utfordringer som følge av de ulike operasjonsmodiene er inkludert i hvert skjema. Tabell 1.1 viser analyseskjemaet som er benyttet for å vurdere de ulike alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt.

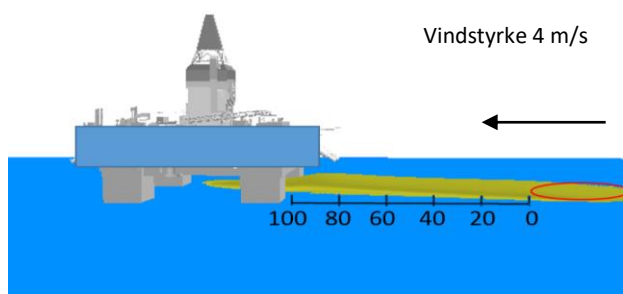
Tabell 1.1 Analyseskjema

Type innretning:	Innretningstype	DFU:	DFU navn
Kort DFU beskrivelse			
<i>Beskriver hendelsen med fokus på evakuering</i>			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
<i>Tilgjengelighetsplott for lårelivbåt inkluderes</i>			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
<i>Oversikt over alternativer til umiddelbar evakuering for scenarioet som vurderes</i>			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
<i>Oppsummering av eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet</i>			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
<i>Oppsummering av begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus</i>			
Analyse av marine operasjoner			
<i>Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene</i>			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
<i>Vurdering knyttet til om de ulike alternativene til evakuering er i samsvar med krav i gjeldende regelverk</i>			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
<i>En helhetsvurdering av de ulike alternativene til evakuering</i>			

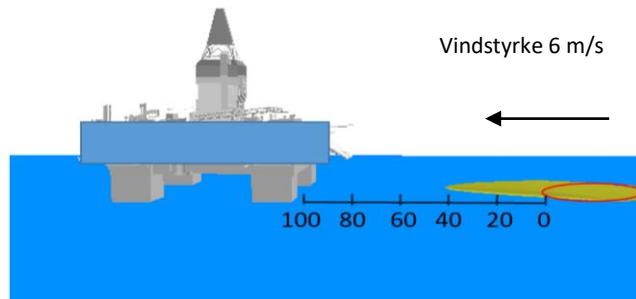
2 INNRETNING PÅ ANKER

2.1 Tap av brønnkontroll

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
Kort DFU beskrivelse			
DFUen omhandler en hydrokarbonhendelse på innretningen eller på havbunnen i nærheten av innretningen. Dersom brønnlekkasjen ikke stoppes av primær eller sekundær brønnbarriere vil hendelsen kunne eskalere til en utblåsning. En gassbrann som er forårsaket av en utblåsning kan eksponere store områder av innretningen, også livbåstasjonen, med varmelaster. Når alle forsøk på å gjenopprette brønnkontroll feiler, må innretningen forflyttes bort fra hendelsen eller evakueres. I figurene under, som illustrerer scenarioet, er en vanndybde på 200 meter og en utslippsrate på 70 kg/s benyttet. En uantet havbunnsutblåsning kan danne en pøl/gassone på havoverflaten. Dersom det blåser svak vind mot innretningen, kan gassen eksponere tennkilder på innretningen og antenne. Vindstyrke er hhv. 2 m/s (Figur 2.1), 4 m/s (Figur 2.2) og 6 m/s (Figur 2.3) mot innretningen. Forflytningen vist i figurene gjennomføres i samme retning som vinden. Vindretningen er angitt med pil, rød sirkel viser gassonen, og tall på skalaen indikere meter. Gassonen ligger 100 meter fra innretningen. Gulgrønn sky viser områder med tennbar gasskonsentrasjon. Ved høyere vindhastigheter (ca. 6 m/s og høyere), vil gasskyen ligge langs havoverflaten og kun tennkilder langs havoverflaten kan antenne lekkasjen. Pøldiameteren vil være ca. 40 meter i dette scenarioet. Dersom innretningen i stedet forhale seg mot vindretningen, må innretningen forhale minimum 20 meter + en halv riggbredde for å komme ut av gasskyen.			
			
<i>Figur 2.1 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 2 m/s</i>			

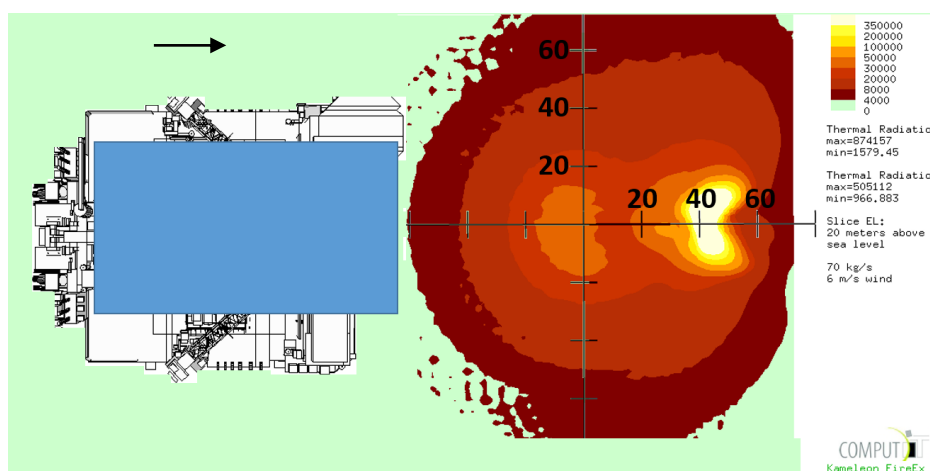


Figur 2.2 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 4 m/s

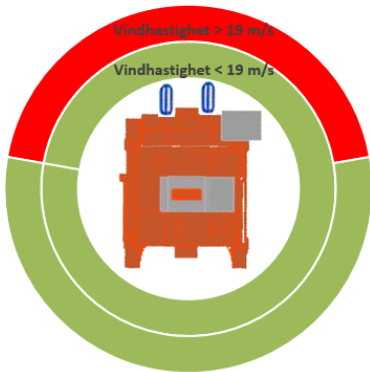


Figur 2.3 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 6 m/s

En utblåsning som brenner på havoverflaten kan eksponere mønstringsområdet ved livbåtene når pølen ligger i umiddelbar nærheten av innretningen og det er vindstille eller moderat vind mot livbåtene. Utslipp på 70 kg/s kan medføre termisk stråling $\gg 4 \text{ kW/m}^2$ og røyk med sikt $\ll 4$ meter i mønstringsområdet ved livbåtene, og området anses derfor å være utilgjengelige. Figur 2.4 angir termisk stråling ca. 20 meter over havoverflaten. Pølsens senter er i krysningspunktet mellom x - og y akse og vindstyrke er 6 m/s mot høyre. Dersom innretningen forflytter seg mot vindretningen, må den forhales 60 meter + en halv rigglengde ved 6 m/s vindstyrke for å komme ut av eksponert område. Ved vindstyrke over 10-12 m/s antas det i risikoanalysesammenheng at brann på sjø ikke kan opprettholdes (Ref. 1).

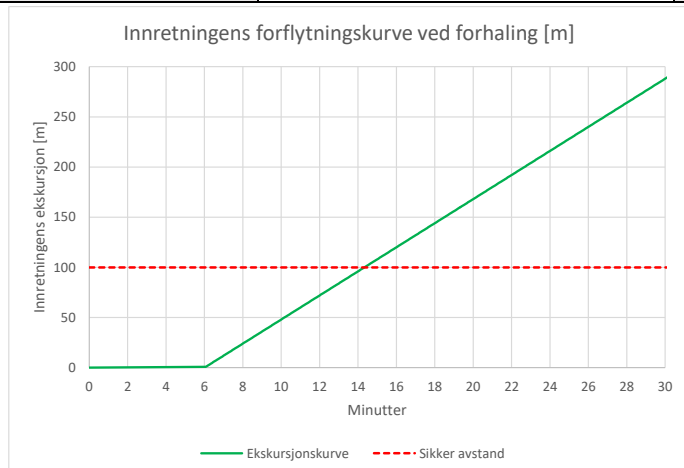


Figur 2.4 Termisk stråling 20 meter over havoverflaten ved en utslippsrate på 70 kg/s

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
Basert på disse simuleringene legges det til grunn i analysen at innretningen må forflytte seg 100 meter bort fra hendelsen for å komme til sikker sone.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttes å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre vil en koble fra brønnen i henhold til normal prosedyre før en forsøke å forflytte innretningen til sikkert område. En vil da forhale innretningen bort fra området, alternativt droppe et utvalg av ankerlinene for å oppnå en dreining av innretningen inn i sikkert område. Dersom tilstrekkelig forflytning ikke lar seg gjøre, og værforholdene ikke er optimale for bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på anker vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Forflytte innretning av lokasjon - Forhale ved bruk av ankervinsjer - Droppe alle eller et utvalg ankerliner og drive av 2. Dreie innretning for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Droppe et utvalg av ankerliner for å oppnå en dreining av innretningen For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Nødutløsning av ankerliner feiler - Feil på strømforsyning til ankervinsjer - Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klagjort strømforsyning - Antennelse grunnet gnist ved nødutløsning av ankerliner - Anker mister feste og dregger			

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
- Eksponering av personell ved manuell operasjon av ankervinsjer - Kollisjonsrisiko som drivende innretning - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Frykt for antennelse ved dropp av ankerliner - Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten. Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på anker vil respondere ved gitte værforhold. I de marine simuleringene er det lagt til grunn at vinden kommer rett mot baugen, hvor livbåstasjonen er lokalisert, da dette medfører lengst tidsbruk knyttet til dreining av innretningen. Se kapittel 5.4.1.6 i vedlegg B for mer utfyllende informasjon. Forhaling Figur 2.5 presenterer innretningens forflytningskurve ved forhaling. Som det fremgår av figuren, vil det ta om lag 14 minutter å nå sikker sone på 100 meter ved bruk av forhaling. Kurven er basert på en horisontal forflytningshastighet på 12 meter per minutt og en mobiliseringstid på totalt 6 minutter.			

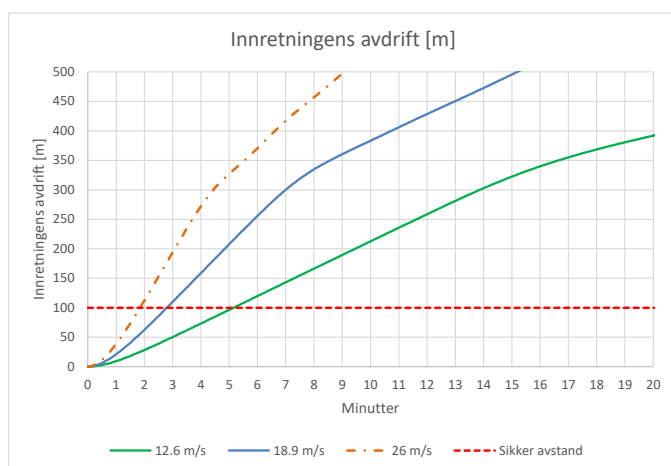
Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
-------------------------	---------------------	-------------	----------------------



Figur 2.5 Innretningens forflytningskurve ved forhaling

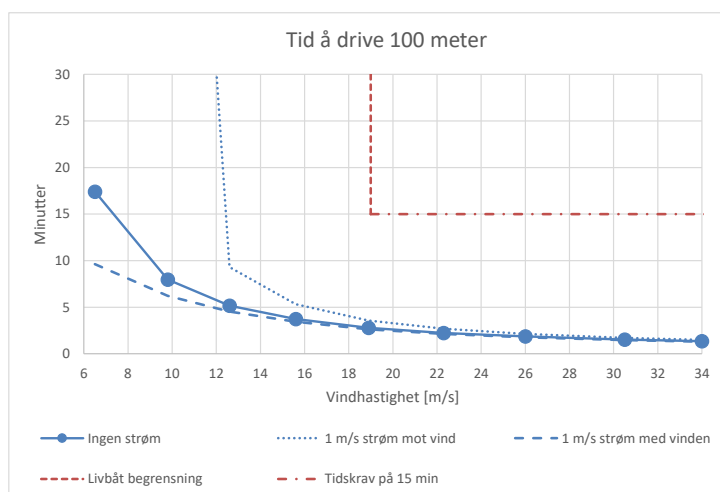
Dropp av alle ankerliner

Figur 2.6 presenterer innretningens avdriftskurve etter dropp av samtlige ankerliner, ved tre ulike vindhastigheter, uten strømpåvirkning. Det fremgår av figuren at innretningen vil bruke fra 2 til 5 minutter på å drive 100 meter, gitt vindhastighetene presentert i figuren.



Figur 2.6 Innretningens avdrift

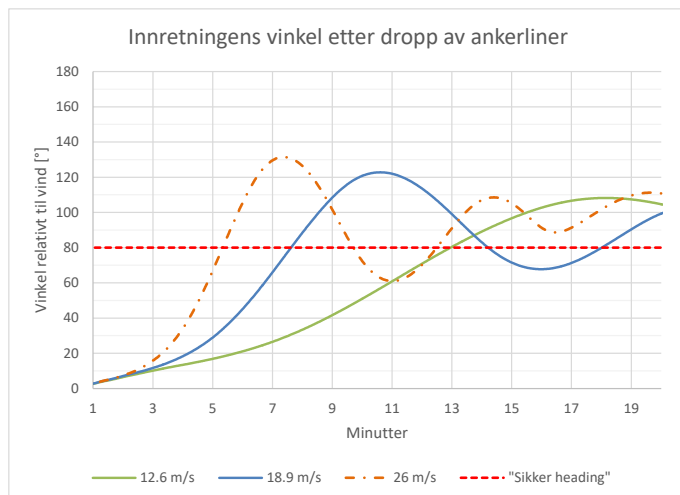
Figur 2.7 viser innretningens avdriftshastighet ved ulike vind- og strømførhold. En vil ved å droppe alle ankerliner drive 100 meter innenfor 3-4 minutter under alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes (>19 m/s). Av figuren ser man at strømførholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen driver.



Figur 2.7 Innretningens avdriftshastighet ved ulike vindhastigheter og strømforhold

Dropp av et utvalg ankerliner

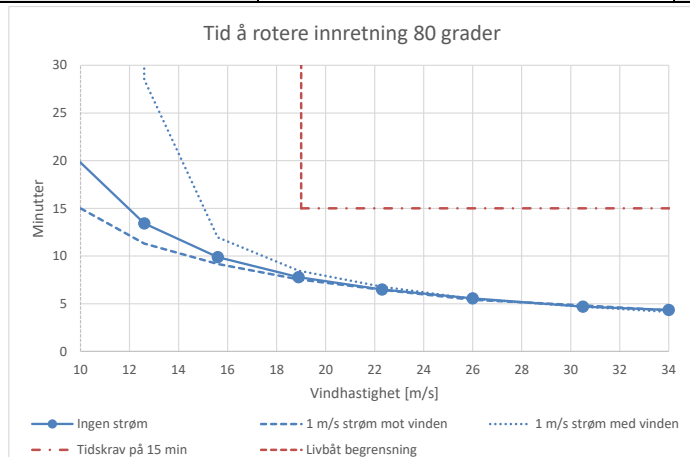
Figur 2.8 presenterer innretningens dreiningsvinkel etter dropp av ankerlinene i tre av hjørnene på innretningen. Ved miljø fra forut-babord kvadrant vil det være mest gunstig å beholde ankerlinene i babord-akter kvadrant, og ved miljø fra forut-styrbord kvadrant vil det være mest gunstig å beholde ankerlinene i styrbord-akter kvadrant. Se kapittel 3.4.3 i hovedrapporten for mer utfyllende informasjon. Det fremgår av figuren at innretningen bruker, avhengig av vindhastighet, fra 5 til 13 minutter på å rotere 80 grader, som er den orienteringen som er nødvendig for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåtene. Figur 2.8 inkluderer ikke strømpåvirkning. Sensitiviteter med strøm og flere vindhastigheter er gitt i Figur 2.9.



Figur 2.8 Innretningens vinkel etter dropp av et utvalg ankerliner

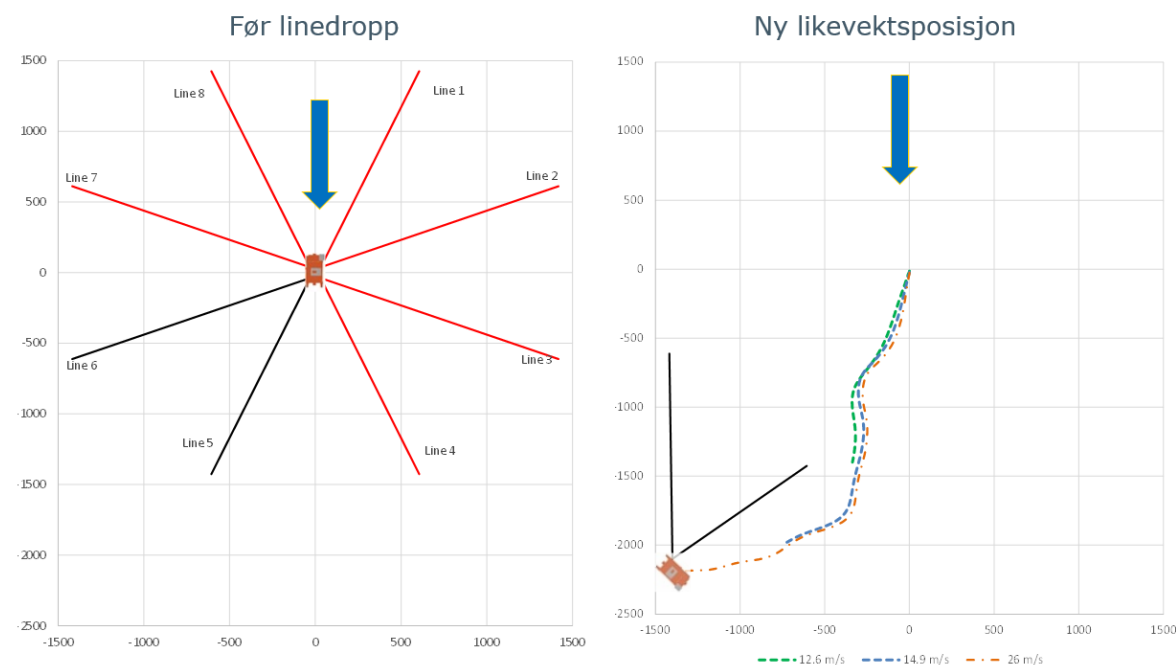
Figur 2.9 viser at en ved å droppe et utvalg ankerliner vil kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 8 minutter ved de vindforhold hvor livbåtene ikke kan benytte slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Av figuren ser man at strømforholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen dreier.

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
-------------------------	---------------------	-------------	----------------------



Figur 2.9 Tid til å rotere innretning 80 grader

Figur 2.10 presenterer innretningens drivbane etter dropp av ankerlinene i tre av hjørnene på innretningen. Som det fremgår av figuren er innretningens drivbane i stor grad styrt av retningen på miljøkreftene (vind, bølger og strøm). Strekket i gjenværende ankerlinjer vil hurtig avta, og innretningen vil drive relativt upåvirket av ankerlinene inntil innretningens avdrift er så stor at gjenværende ankerlinjer igjen belastes. Innretningen vil i denne prosessen typisk dreie et sted mellom 90 og 180 grader, før den til slutt ender opp i en ny likevektsposisjon nedstrøms av de gjenværende ankerlinjer. Ved lave vindhastigheter vil miljøkreftene ikke overvinne friksjonskraften mellom bunnkjetting og havbunnen, noe som begrenser avdriften. Dette illustreres i figuren nedenfor, hvor man tydelig kan se at avdriften er mindre ved lave vindhastigheter.

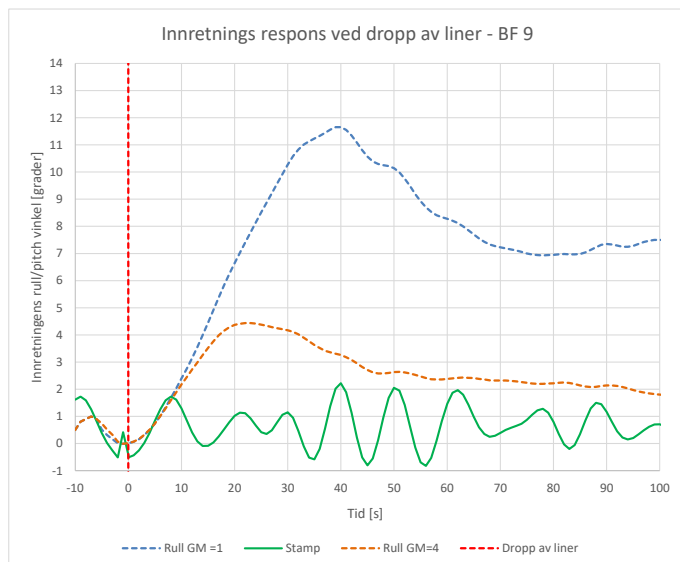


Figur 2.10 Innretningens drivbane

Innretningen vil etter dropp av et utvalg ankerlinjer kunne oppleve en betydelig krengevinkel. Figur 2.11 presenterer innretningens respons ved dropp av ankerlinjer i Beaufort 9 (20-24 m/s). Som det fremgår av figuren er resulterende krengevinkel i stor grad påvirket av hvor tungt innretningen er lastet, nærmere bestemt metasenterhøyden (GM). Figuren presenterer responsen ved GM 1 meter

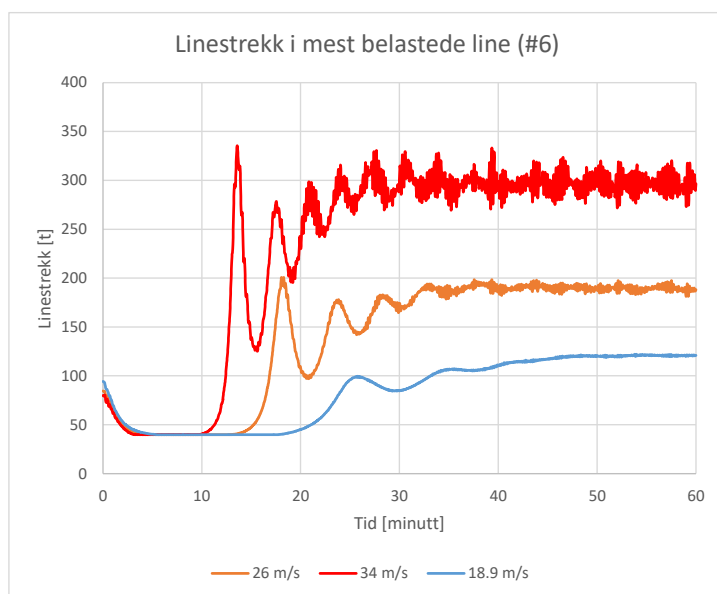
Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
-------------------------	---------------------	-------------	----------------------

og GM 4 meter, noe som kan anses å være ytterpunktene som flyttbare innretninger opererer innenfor. Det er i simuleringene, som en konservativ antagelse, lagt til grunn at ankerlinene frigjøres umiddelbart. I praksis vil utløsningen av ankerlinene kunne ta litt tid, opp mot 4 minutter, noe som ville resultert i en reduksjon av den transiente krengevinkelen forbundet med dropp av ankerlinene. Likevektsvinkelen, som man typisk oppnår etter om lag 1 minutt, vil ikke påvirkes av utløsningshastighet. Av figuren ser man at likevektsvinkelen er henholdsvis 7,5 grader og 2,5 grader ved GM 1 meter og GM 4 meter.



Figur 2.11 Innretningens krengevinkel ved dropp av ankerliner

Linestrekke i de gjenværende ankerlinene vil, avhengig av miljøforholdene, kunne bli betydelige. Figur 2.12 presenterer linestrekke i den høyest belastede gjenværende ankerlinen (#6). Det fremgår av figuren at man kan forvente et linestrekke på over 300 tonn i BF 12 (34 m/s vindhastighet), som er det høyeste analyserte BF nivået. Det analyserte strekke i ankerlinene er langt under bruddstyrken til kjettingen på 612 tonn, og det er derfor liten risiko for linebrudd.

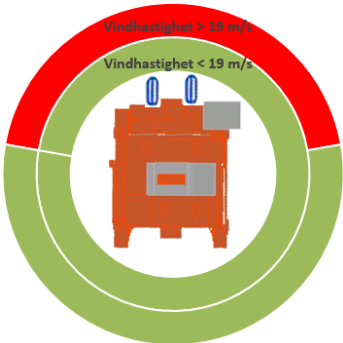


Figur 2.12 Ankerlinestrekke

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at en forankret innretning har mulighet til å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved å dreie innretning, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting, innen 15 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakuing kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting. Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriften § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakuing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
Forhaling Simuleringene viser at en vil kunne forhale innretningen 100 meter på ca. 14 minutter ved alle værforhold. Innretningen ivaretar dermed, ved å forhale, 15 minutters kravet gitt i Redningsforskriften (Ref. 4). Forhaling anses som et godt alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt for innretninger på anker, da forhaling kan gjennomføres på en kontrollert måte. Ved å benytte innretningen som evakueringsmiddel og forflytte seg bort fra eksponert område, vil en ikke ha behov for umiddelbar evakuering med livbåter, samtidig som alle ankerliner er intakte. Dersom innretningen ikke er påført store skader, vil en kunne oppholde seg på innretningen inntil eventuell kontrollert avmanning besluttet. Ved DFU tap av brønnkontroll er det flere faktorer som kan spille inn på gjennomførbarheten. Hendelsens omfang kan eksponere innretningen slik at det ikke lar seg gjøre å benytte ankervinsjene til forhaling. I et slikt scenario vil en kunne droppe et utvalg ankerliner for å oppnå en forflytning. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr, er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg, uten at stigerør og LMRP kommer i kontakt med undervannsutstyr. Dropp av alle ankerliner Simuleringene viser at innretningen vil, dersom man dropper alle ankerliner, drive 100 meter innen 3-4 minutter ved alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes (>19 m/s). Ved dropp av samtlige ankerliner, vil innretningen forflytte seg i en drivbane påvirket av strøm-, vind- og bølgeforhold. Simuleringene viser at strøm har liten innvirkning på hvor raskt innretningen driver ved høye vindhastigheter. Ved å benytte denne løsningen vil innretningen drive gjennom eksponert område før en når sikker avstand, basert på dette vil forhaling mot vinden anbefales. Når det er andre			

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av brønnkontroll
innretninger i området, vil disse bli eksponert for kollisjonsrisiko når en forankret innretning har droppet samtlige ankerliner. Innretninger utstyrt med fremdriftsmaskineri, vil kunne benytte dette til å påvirke egen drift, og derved redusere fare for kollisjon. Hvor stor effekt innretnings fremdriftsmaskineri vil ha på styring av drivbane vil være avhengig av rådende værforhold og strøm, samt tilgjengelig trusterkraft. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Ankerlinene som droppes kan treffe undervannsutstyr eller rørledninger, og dermed skade disse. Det svært viktig at lokasjonsspesifikke forhold er kjent for mannskapet og at de vet hvilke utfordringer dropp av ankerliner vil medføre. Dropp av et utvalg ankerliner Simuleringene viser at en ved å droppe et utvalg ankerliner vil kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 8 minutter ved vindforhold hvor livbåt ikke kan benytte slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Av simuleringene ser man at strømforholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen dreier. Ved å droppe et utvalg ankerliner og dreie innretningen vil en, i tillegg til å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, kunne drive opptil ca. 2500 meter bort fra eksponert område. Ved å benytte denne løsningen vil innretningen drive gjennom eksponert område før en når sikker avstand, basert på dette vil forhaling mot vinden anbefales. Gjenværende anker vil, etter at innretningen har forflyttet seg, bli belastet av krefter i ugunstig retning i forhold til ankermønster og miljømessige krefter som påvirker innretningen. Det forventes ikke at innretnings ledehjul og tilhørende struktur for ankerliner vil bli overbelastet, da ankerliner er svakere enn innretnings strukturelle innfestning. Beregninger viser at det analyserte strekket i de gjenværende ankerlinene er langt under bruddstyrken til kjettingen på 612 tonn, og det er derfor liten risiko for ankerlinebrudd. Det er imidlertid, avhengig av bunnforhold, sannsynlig at ankeret mister feste og dregger, da ankeret vil bli belastet i motsatt retningen av det ankeret ble installert i. Drivhastighet ved dregging vil være avhengig av de miljøkrefter som påvirker innretningen og friksjon mellom havbunn og ankerliner/anker. Anker kan avhengig av design og/eller bunnforhold kunne resette seg. Det vil være en fordel å beholde noen ankerliner i stedet for å droppe alle, da resterende anker vil bidra til lavere drivhastighet, og dersom de resetter seg stoppe driften. Avhengig av innretnings lokasjon vil innretningen kunne kollidere med andre innretninger, rørledninger eller undervannsutstyr i området. Det svært viktig at lokasjonsspesifikke forhold er kjent for mannskapet og at de vet hvilke utfordringer dropp av ankerliner vil medføre.			

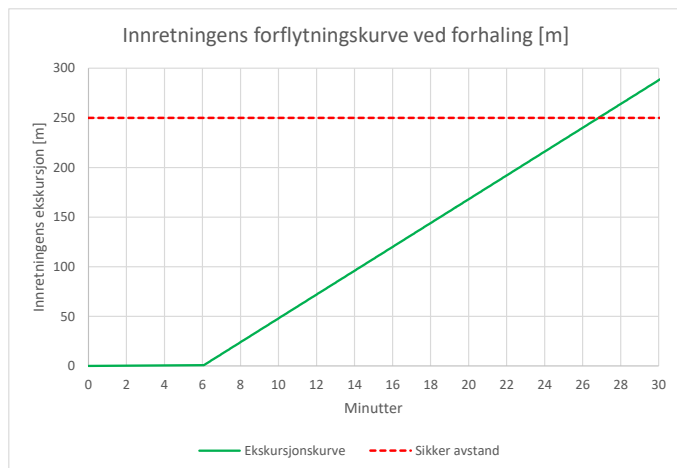
2.2 Fare for kollisjon

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Fare for kollisjon
Kort DFU beskrivelse			
DFUen ivaretar fartøy på kollisjonskurs. Tilgjengelig tid til å kontakte fartøy, samt iverksette tiltak for å unngå kollisjon er avhengig av om fartøyet driver eller går for egen motorkraft. Det legges til grunn at innretningen får beskjed om detektert fartøy på kollisjonskurs minimum 50 minutter før estimert kollisjonstidspunkt. I dette scenarioet legges det videre til grunn at det ikke oppnås kontakt med fartøyet, og alle forsøk på avskjæring har mislykkes, og det besluttet at evakuering må igangsettes. I analysen er det lagt til grunn at innretningen må forflytte seg 250 meter fra forventet kollisjonspunkt. Nødvendig forflytning er avhengig av hendelsen, og vil dermed variere. En antar at 250 meter er tilstrekkelig avstand selv om fartøyet/objekt blir påvirket av vær og bølgeforhold, og kursen endres noe.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttet å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre vil stigerør kobles fra brønnen før innretningen forflyttes slik at fartøyet ikke lenger er på kollisjonskurs. En vil da forhale innretningen bort fra området, alternativt droppe et utvalg av ankerlinene for å oppnå en dreining av innretningen inn i sikkert område. Dersom tilstrekkelig forflytning ikke lar seg gjøre, og værforholdene ikke er optimale for bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på anker vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Forflytte innretning av lokasjon - Forhale ved bruk av ankervinsjer - Droppe alle eller et utvalg ankerliner og drive av 2. Dreie innretning for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Droppe et utvalg av ankerliner for å oppnå en dreining av innretningen			

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Fare for kollisjon
For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Nødutløsning av ankerliner feiler - Feil på strømforsyning til ankervinsjer - Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning - Anker mister feste og dregger - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Kollisjonsrisiko som drivende innretning - Uavklart kollisjonskurs - Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten. Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på anker vil respondere ved gitte værforhold.			

Forhaling

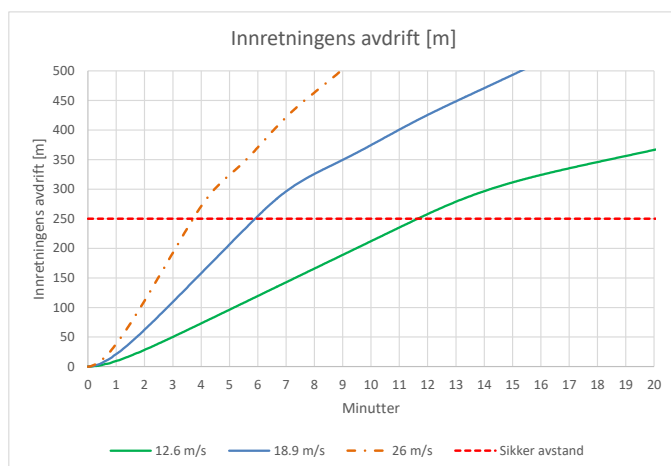
Figur 2.13 presenterer innretningens forflytningskurve ved forhaling. Som det går frem av figuren, vil det ta om lag 27 minutter å forhale 250 meter. Kurven er basert på en horisontal forflytningshastighet på 12 meter per minutt og en mobiliseringstid på totalt 6 minutter.



Figur 2.13 Innretningens forflytningskurve ved forhaling

Dropp av alle ankerlinjer

Figur 2.14 presenterer innretningens avdriftskurve etter dropp av samtlige ankerlinjer, ved tre ulike vindhastigheter, uten strøm. Det fremgår av figuren at innretningen vil bruke fra 4 til 12 minutter på å drive 250 meter, gitt vindhastighetene presentert i figuren.



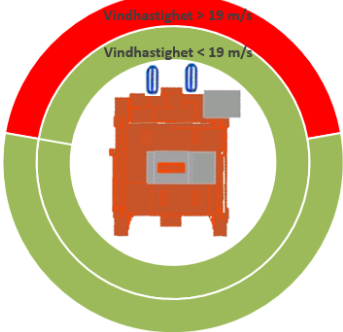
Figur 2.14 Innretningens avdrift

Figur 2.15 viser innretningens avdriftshastighet ved ulike vind- og strømforhold. En vil ved å droppe alle ankerlinjer drive 250 meter innenfor 5-6 minutter under alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes (>19 m/s). Av figuren ser man at strømforholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen driver.

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Fare for kollisjon																																																								
Tid å drive 250 m <table border="1"> <caption>Data points estimated from Figure 2.15</caption> <thead> <tr> <th>Vindhastighet [m/s]</th> <th>Ingen strøm (min)</th> <th>1 m/s strøm mot vind (min)</th> <th>1 m/s strøm med vinden (min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>10</td><td>18</td><td>-</td><td>15</td></tr> <tr><td>12</td><td>12</td><td>-</td><td>10</td></tr> <tr><td>14</td><td>8</td><td>-</td><td>7</td></tr> <tr><td>16</td><td>6</td><td>25</td><td>5</td></tr> <tr><td>18</td><td>5</td><td>15</td><td>4</td></tr> <tr><td>20</td><td>4</td><td>12</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>22</td><td>3.5</td><td>10</td><td>3</td></tr> <tr><td>24</td><td>3</td><td>8</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>26</td><td>2.5</td><td>6</td><td>2</td></tr> <tr><td>28</td><td>2</td><td>5</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.5</td><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>32</td><td>1</td><td>3</td><td>0.8</td></tr> <tr><td>34</td><td>0.8</td><td>2.5</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table> Legend: —●— Ingen strøm 1 m/s strøm mot vind - - - 1 m/s strøm med vinden - - - Livbåt begrensning Figur 2.15 Tid til å drive 250 meter Dropp av et utvalg ankerliner Det henvises til avsnittet <i>Analyse av marine operasjoner</i> i kapittel 2.1 for en oversikt over simuleringer gjennomført knyttet til dropp av et utvalg ankerliner. Som det fremgår av disse simuleringene vil en ved værforhold som overstiger utsetningskriteriene for låring av livbåter (>19 m/s), kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 8 minutter. Samsvar med krav i gjeldende regelverk Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakueing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3). Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering Forhaling Som simuleringene viser vil det ta 27 minutter å forhale innretningen 250 meter. Forhaling anses som et godt alternativ til bruk av livbåt ved fare for kollisjon. Ved forhaling vil innretningen kunne forflytte seg bort fra antatt kollisjonspunkt, samtidig som innretningen har alle ankerliner intakt. Det er flere faktorer som kan spille inn på gjennomførbarheten, som hvor langt det er mulig å forhale innretningen og om det er lokasjonsspesifikke begrensninger. Dersom forflytting ved forhaling ikke anses som tilstrekkelig, kan dropp av ankerliner gjennomføres i stedet for, eller i tillegg til forhaling. Når et fartøy på kollisjonskurs detekteres vil det være usikkerhet knyttet til eksakt forventet passeringspunkt. Endrer fartøyet kurs i samme retning som innretningen har forflyttet seg etter forhaling, vil innretningen måtte droppe ankerliner for å forflytte seg ytterligere. Basert på dette er				Vindhastighet [m/s]	Ingen strøm (min)	1 m/s strøm mot vind (min)	1 m/s strøm med vinden (min)	10	18	-	15	12	12	-	10	14	8	-	7	16	6	25	5	18	5	15	4	20	4	12	3.5	22	3.5	10	3	24	3	8	2.5	26	2.5	6	2	28	2	5	1.5	30	1.5	4	1	32	1	3	0.8	34	0.8	2.5	0.5
Vindhastighet [m/s]	Ingen strøm (min)	1 m/s strøm mot vind (min)	1 m/s strøm med vinden (min)																																																								
10	18	-	15																																																								
12	12	-	10																																																								
14	8	-	7																																																								
16	6	25	5																																																								
18	5	15	4																																																								
20	4	12	3.5																																																								
22	3.5	10	3																																																								
24	3	8	2.5																																																								
26	2.5	6	2																																																								
28	2	5	1.5																																																								
30	1.5	4	1																																																								
32	1	3	0.8																																																								
34	0.8	2.5	0.5																																																								

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Fare for kollisjon
det viktig at tilstrekkelig tid til dropp av ankerliner inkluderes i tidslinje knyttet til skip på kollisjonskurs. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr, er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg, uten at stigerør og LMRP kommer i kontakt med undervannsutstyr. Dropp av alle ankerliner Simuleringene viser at en ved å droppe alle ankerliner vil drive 250 meter innenfor 5-6 minutter under alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes (>19 m/s). Ved dropp av samtlige ankerliner, vil innretningen forflytte seg i en drivbane påvirket av strøm-, vind- og bølgeforhold. Simuleringene viser at strøm har liten betydning på hvor raskt innretningen driver ved høye vindhastigheter. Når det er andre innretninger i området, vil disse bli eksponert for kollisjonsrisiko når en forankret innretning har droppet samtlige ankerliner. Innretninger utstyrt med fremdriftsmaskineri, vil kunne benytte dette til å påvirke egen drift, og derved redusere fare for kollisjon. Hvor stor effekt en innretnings fremdriftsmaskineri vil ha på kontroll av drivbane vil være avhengig av rådende værforhold og strøm, samt innretningens trusterkraft. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan bli skadet ved dropp av ankerliner eller av LMRP når innretninger driver. Det er svært viktig at lokasjonsspesifikke forhold er kjent for mannskapet og at de vet hvilke utfordringer dropp av ankerliner vil kunne medføre. Dropp av et utvalg ankerliner Simuleringene viser at en ved å droppe et utvalg ankerliner vil kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 15 minutter ved vindforhold hvor livbåt ikke kan benytte slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Av simuleringene ser man at strømforholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen dreier. Ved å droppe et utvalg ankerliner og dreie innretningen vil en, i tillegg til å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, kunne drive opptil ca. 2500 meter. Gjenværende anker vil etter at innretningen har forflyttet seg, bli belastet av krefter i ugunstig retning i forhold til ankermønster og miljømessige krefter som påvirker innretningen. Det forventes ikke at innretningens ledehjul og tilhørende struktur for ankerliner vil bli overbelastet, da ankerliner er svakere enn innretningen strukturelle innfestning. Beregninger viser at det analyserte strekket i de gjenværende ankerlinene er langt under bruddstyrken til kjettingen på 612 tonn, og det er derfor liten risiko for ankerlinebrudd. Det er imidlertid, avhengig av bunnforhold, sannsynlig at gjenværende anker mister feste og dregger, da anker vil bli belastet i en retning som er motsatt den retningen det ble installert i. Drivhastighet ved dregging vil være avhengig av de miljøkrefter som påvirker innretningen og friksjon mellom havbunn og ankerliner/anker. Anker kan avhengig av design og/eller bunnforhold resette seg. Det vil trolig være en fordel å beholde noen ankerliner i stedet for å droppe alle, da resterende anker vil bidra til lavere drivhastighet, og dersom de resetter seg stoppe driften. Avhengig av innretningens lokasjon vil innretningen kunne kollidere med andre innretninger, rørledninger eller undervannsutstyr i området. Videre vil dropp av ankerliner, eventuelt ankerdregging, kunne skade rørledninger og undervannsutstyr. Det er derfor svært viktig at mannskapet er kjent med de lokale forholdene, og dermed vet hvilke forhold som må ivaretas ved dropp av ankerliner.			

2.3 Tap av stabilitet

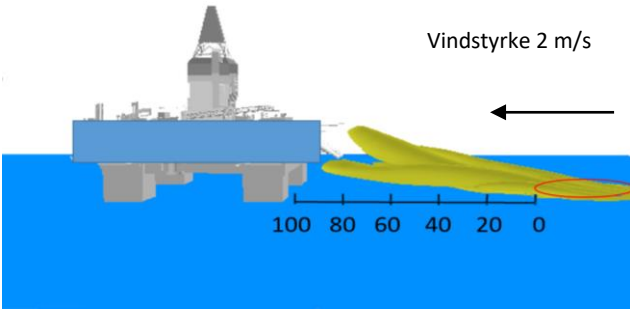
Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av stabilitet
Kort DFU beskrivelse			
DFUen beskriver et tap av stabilitet scenario. Med tap av stabilitet menes hendelser som kan føre til tap av flyteeвне, slagside og i ytterste konsekvens havari av innretningen. Tap av stabilitet kan blant annet forårsakes av ekstremvær, slitasjeskader/materialtretthet, eksplosjon, skipskollisjon, teknisk feil i eller feiloperasjon av ballastsystem. I de fleste tilfeller vil det være mulig å gjenopprette stabilitetsfeilen ved hjelp av ballasteringssystemet. Designkrav til flyttbare innretninger skal sikre at innretningen ikke oversiger kritisk tap av stabilitet på 17 grader helning ved omfattende skader på vanntette skott (Ref. 5). Livbåtstasjoner skal også være designet slik at livbåter skal kunne låres med inntil 17 grader helning (Ref. 4). Stor krenkning kan være veldig ubehagelig og skape panikktilstander ombord, OIM må derfor vurdere om innretningen skal evakueres selv om krenkningen ikke overstiger designkrav. Dersom OIM beslutter at det ikke er trygt å være på innretningen lenger, vil evakuering igangsettes. I analysen legges det til grunn at evakuering er besluttet.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Dette scenarioet omhandler en hendelse hvor innretningen ikke lenger vurderes som trygg. En vil basert på dette ikke kunne benytte innretningen som evakueringsmiddel, og eneste mulighet er å forlate innretningen. Dersom værforholdene forhindrer bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en forsøke å dreie innretningen ved å slippe et utvalg av ankerliner for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på anker vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Dreie innretning for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Droppe et utvalg av ankerliner for å oppnå en dreining av innretningen For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			

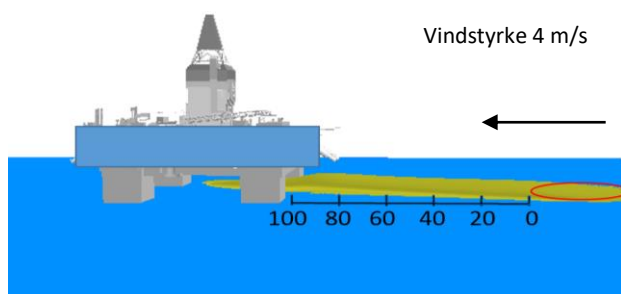
Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av stabilitet
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Nødutløsning av ankerliner feiler - Anker mister feste og dregger - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved dropp av et utvalg ankerliner - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner eller ved ankerdregging			
Analyse av marine operasjoner			
Dropp av et utvalg ankerliner Det henvises til avsnittet <i>Analyse av marine operasjoner</i> i kapittel 2.1 for en oversikt over simuleringer gjennomført knyttet til dropp av et utvalg ankerliner. Som det fremgår av disse simuleringene vil en ved værforhold som overstiger utsetningskriteriene for låring av livbåter (>19 m/s), kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 8 minutter.			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at en forankret innretning har mulighet til å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåtene ved å dreie innretning, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting (>19 m/s), innenfor 8 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakuuming kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensninger for sjøsetting. Simuleringene viser at vurdert alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik			

Type innretning:	Innretning på anker	DFU:	Tap av stabilitet
de opprinnelig er posisjonert. Alternativet ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til simuleringene gjennomført i analysen vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter, i de tilfeller hvor vinden overskrider sjøsettingskriteriene. På denne måten vil en kunne velge å låre livbåtene direkte eller dreie innretningen før låring, avhengig av hva en anser som best utfra en helhetsvurdering. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
Dropp av et utvalg ankerliner Som simuleringene viser vil en ved å droppe et utvalg ankerliner kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innen 8 minutter ved vindforhold hvor livbåt ikke kan benytte slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Simuleringene viser at strømforholdene, ved høye vindhastigheter, har liten betydning på hvor raskt innretningen dreier. Det er svært viktig at sikring og frakopling av brønn gjennomføres på et tidlig tidspunkt ved krengeving. Stor krengevinkel kan føre til at kontrollert frakopling fra brønnen ikke lar seg gjøre, grunnet stigerørets vinkel. Dersom en likevel velger å droppe et utvalg ankerliner for å dreie innretningen, vil utstyr trolig bli skadet. Gjenværende anker vil etter at innretningen har forflyttet seg bli belastet av krefter i ugunstig retning i forhold til ankermønster og miljømessige krefter som påvirker innretningen. Det forventes ikke at innretningens ledehjul og tilhørende struktur for ankerliner vil bli overbelastet, da ankerliner er svakere enn innretningen strukturelle innfestning. Beregninger viser at det analyserte strekket i de gjenværende ankerlinene er langt under bruddstyrken til kjettingen på 612 tonn, og det er derfor liten risiko for ankerlinebrudd. Det er imidlertid, avhengig av bunnforhold, sannsynlig at ankeret mister feste og dregger, da ankeret vil bli belastet i motsatt retningen av det ankeret ble installert i. Drivhastighet ved en potensiell dregging vil være avhengig av de miljøkrefter som påvirker innretningen og friksjon mellom havbunn og ankerliner/anker. Anker vil, avhengig av design og/eller bunnforhold, kunne resette seg. Tap av stabilitet vil kunne medføre, avhengig av metasenterhøyde og skadens omfang, betydelige krengevinkler. Ved store krengevinkler er det viktig at man ikke forverrer den flytende kondisjonen ved dropp av et utvalg av ankerliner. Dette ivaretas ved at man dropper ankerlinene i samme kvadrant som man har skaden. Som et eksempel bør man ved miljø fra forut-babord kvadrant og skade i akter-babord kvadrant, droppe samtlige ankerliner bortsett fra linene i akter-styrbord kvadrant. Se kapittel 5.4.1.4 i vedlegg B for mer utfyllende informasjon. Avhengig av lokasjon vil innretningen kunne kollidere med andre innretninger, rørledninger eller undervannsutstyr i området. Videre vil dropp av ankerliner, eventuelt ankerdregging, kunne skade rørledninger og undervannsutstyr. Det er derfor svært viktig at mannskapet er kjent med de lokale forholdene, og dermed vet hvilke forhold som må ivaretas ved dropp av ankerliner.			

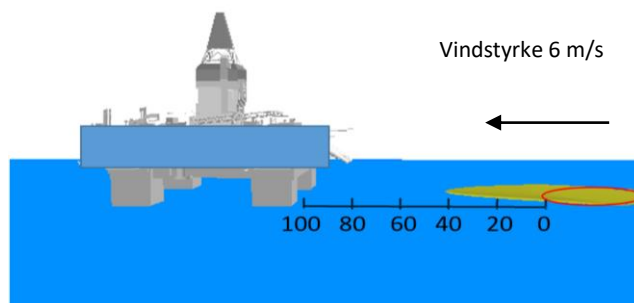
3 INNRETNING PÅ ATA

3.1 Tap av brønnkontroll

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
Kort DFU beskrivelse			
DFUen omhandler en hydrokarbonhendelse på innretningen eller på havbunnen i nærheten av innretningen. Dersom brønnlekkasjen ikke stoppes av primær eller sekundær brønnbarriere vil hendelsen kunne eskalere til en utblåsning. En gassbrann som er forårsaket av en utblåsning kan eksponere store områder av innretningen, også livbåtstasjonen, med varmelaster. Når alle forsøk på å gjenopprette brønnkontroll feiler, må innretningen forflyttes bort fra hendelsen eller evakueres. I figurene under, som illustrerer scenarioet, er en vanndybde på 200 meter og en utslippsrate på 70 kg/s benyttet. En uantet havbunnsutblåsning kan danne en pøl/gassone på havoverflaten. Dersom det blåser svak vind mot innretningen, kan gassen eksponere tennkilder på innretningen og antenne. Vindstyrke er hhv. 2 m/s (Figur 2.1), 4 m/s (Figur 2.2) og 6 m/s (Figur 2.3) mot innretningen. Forflytningen vist i figurene gjennomføres i samme retning som vinden. Vindretningen er angitt med pil, rød sirkel viser gassonen, og tall på skalaen indikere meter. Gassonen ligger 100 meter fra innretningen. Gulgrønn sky viser områder med tennbar gasskonsentrasjon. Ved høyere vindhastigheter (ca. 6 m/s og høyere), vil gasskyen ligge langs havoverflaten og kun tennkilder langs havoverflaten kan antenne lekkasjen. Pøldiameteren vil være ca. 40 meter i dette scenarioet. Dersom innretningen i stedet forhale seg mot vindretningen, må innretningen forhale minimum 20 meter + en halv riggbredde for å komme ut av gasskyen.			
			
Figur 3.1 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 2 m/s			

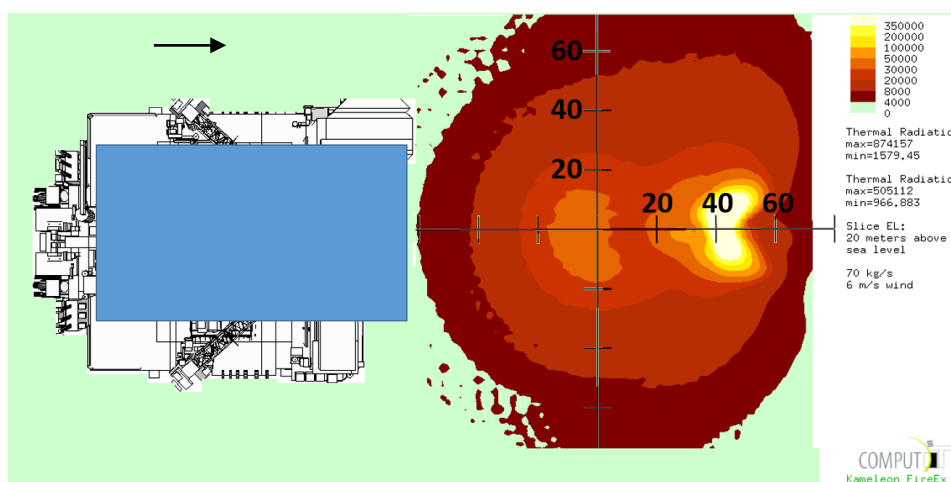


Figur 3.2 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 4 m/s

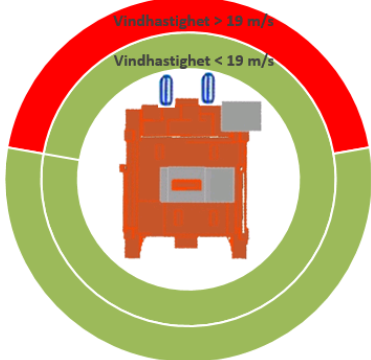


Figur 3.3 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 6 m/s

En utblåsning som brenner på havoverflaten kan eksponere mønstringsområdet ved livbåtene når pølen ligger i umiddelbar nærheten av innretningen og det er vindstille eller moderat vind mot livbåtene. Utslipp på 70 kg/s kan medføre termisk stråling $\gg 4 \text{ kW/m}^2$ og røyk med sikt $\ll 4$ meter i mønstringsområdet ved livbåtene, og området anses derfor å være utilgjengelige. Figur 3.4 angir termisk stråling ca. 20 meter over havoverflaten. Pølsens senter er i krysningspunktet mellom x - og y akse og vindstyrke er 6 m/s mot høyre. Dersom innretningen forflytter seg mot vindretningen, må den forhales 60 meter + en halv rigglengde ved 6 m/s vindstyrke for å komme ut av eksponert område. Ved vindstyrke over 10-12 m/s antas det i risikoanalysesammenheng at brann på sjø ikke kan opprettholdes (Ref. 1).

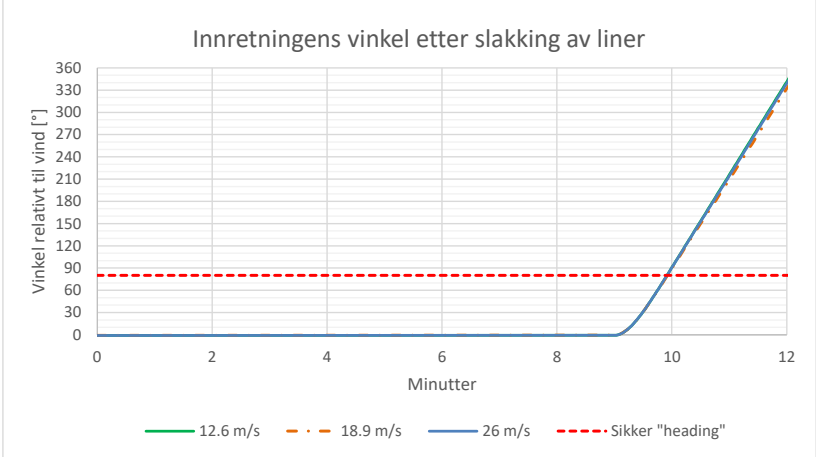


Figur 3.4 Termisk stråling 20 meter over havoverflaten ved en utslippsrate på 70 kg/s

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
Basert på disse simuleringene legges det til grunn i analysen at innretningen må forflytte seg 100 meter bort fra hendelsen for å komme til sikker sone.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttes å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre vil en koble fra brønnen i henhold til normal prosedyre før en iverksetter forflytning av innretningen til sikkert område. En vil da enten forhale innretningen bort fra området eller dropp alle ankerlinene for så å benytte trusterne til å manøvrere seg bort fra eksponert område. Dropp av et utvalg ankerliner vil kunne medføre at gjenværende ankerliner kommer i konflikt med trusterne på innretningen, og anses derfor ikke som et godt alternativ i dette scenarioet. Dersom innretningens lokasjon vanskeliggjør dropp av ankerliner, og værforholdene ikke er optimale for bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en ved å slakke ut ankerline og benytte trusterkraft kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på ATA vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Forflytte innretning av lokasjon - Forhale ved bruk av ankervinsjer - Droppe alle ankerliner og benytte trusterkraft til å kjøre bort fra eksponert område 2. Dreie innretning for å få tilgang til livbåstasjon eller for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Slakke ut ankerlinene for så å benytte trusterkraft til å dreie innretningen For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler			

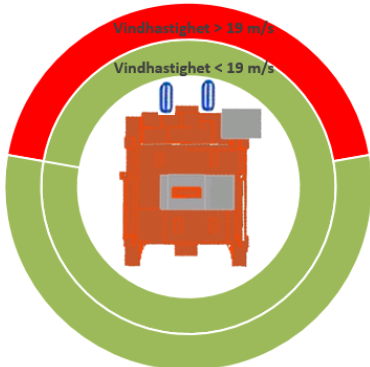
Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
- Nødutløsning av ankerliner feiler - Feil på strømforsyning til ankervinsjer - Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning - Antennelse grunnet gnist ved nødutløsning av ankerliner - Eksponering av personell ved manuell operasjon av ankervinsjer - Tap av trusterkraft - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Frykt for antennelse ved dropp av ankerliner - Utilstrekkelig personell til å operere ankervinsjer - Tvinning av ankerliner			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dreining - Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Kollisjon ved dreining - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten. Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på ATA vil respondere ved gitte værforhold. Dersom innretningen mister trusterkraft, vil simuleringer gjennomført for innretning på anker være veiledende (se kapittel 2). Det er i de marine simuleringene lagt til grunn at innretningen forflytter seg ut til sikker sone sideveis relativt til vinden. Forhaling Figur 3.5 presenterer innretningens forflytningskurve ved forhaling. Som det fremgår av figuren, vil det ta om lag 14 minutter å nå sikker sone på 100 meter ved bruk av forhaling. Kurven er basert på en horisontal forflytningshastighet på 12 meter per minutt og en mobiliseringstid på totalt 6 minutter.			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
Figur 3.5 Innretningens forflytningskurve ved forhaling Droppe alle ankerlinjer og benytte trusterkraft til å forflytte innretningen Figur 3.6 presenterer innretningens forflytningskurve etter dropp av samtlige ankerlinjer, ved tre ulike vindhastigheter. Strømmens innvirkning på avdriften er ikke illustrert, da denne har liten effekt på avdriftshastigheten. Det er lagt til grunn at det vil ta 4 minutter å frigjøre seg fra ankelinene. Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 5,5 minutter fra beslutning om forflytning er tatt til innretningen har forflyttet seg 100 meter bort fra hendelen. Figur 3.6 Innretningens forflytning Slakke ut alle ankerlinjer og benytte trusterkraft til å dreie innretningen I de tilfeller hvor en har behov for å dreie en innretning på ATA, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene, vil en kunne slakke alle ankerlinene for så å benytte trusterkraft til å dreie innretning. Det er lagt til grunn at det tar 9 minutter å oppnå tilstrekkelig slakk i ankerlinene. Etter at man har slakket linene tilstrekkelig, vil innretningen respondere som om den var på DP, og dreie hurtig. I realiteten vil innretningen kunne starte dreining samtidig som ankerlinene låres, og nødvendig tid til slakking anses derfor som et konservativt anslag. Figur 3.7 viser at det vil ta ca. 10 minutter å dreie innretningen 80 grader, og dermed optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. Dreiningstiden er, som figuren viser, svært lite påvirket av vindforholdene.			

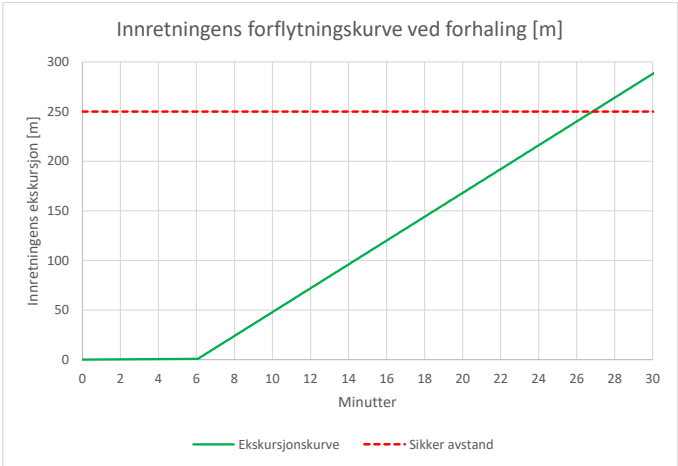
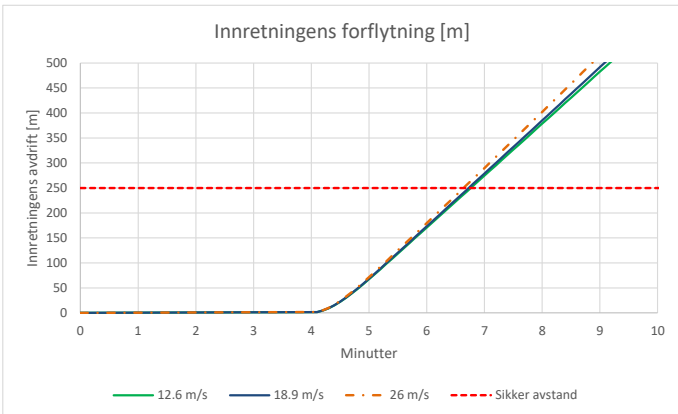
Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
 Figur 3.7 Tid til å rotere innretningen 80 grader			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at en innretning på ATA har mulighet til å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved å dreie innretning, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting. Innretningen vil kunne dreies tilstrekkelig på ca. 10 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakuing kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting. Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakuing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering Forhaling Som simuleringene viser vil en kunne forhale innretningen 100 meter innenfor 14 minutter under alle værforhold. Forhaling anses som et godt alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt for innretninger på ATA, da forhaling kan gjennomføres på en kontrollert måte. Ved å benytte forhaling vil innretningen kunne forflytte seg bort fra eksponert område, samtidig som alle ankerliner er intakte. Dersom innretningen ikke er påført store skader, vil en kunne oppholde seg på innretningen inntil eventuell kontrollert avmanning besluttet. Ved DFU tap av brønnkontroll er det flere faktorer som kan spille inn på gjennomførbarheten. Hendelsens omfang kan eksponere innretningen slik at det ikke lar seg gjøre å benytte ankervinsjene til forhaling. I et slikt tilfelle vil en kunne droppe alle ankerlinene og benytte trusterkraft til å forflytte seg bort fra hendelsen. Dersom innretningen er			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av brønnkontroll
lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet hvilke forhold som må ivaretas for å forhindre at stigerør og LMRP kommer i kontakt med dette når innretningen forhales. Droppe alle ankerliner og benytte trusterkraft til å forflytte innretningen Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 5,5 minutter fra beslutning om forflytning er tatt til innretningen har forflyttet seg 100 meter bort fra hendelen. Da innretningen forflytter seg ved bruk av trusterkraft, tilsvarende som en innretning på DP, er sannsynligheten for kollisjon med andre innretninger lav. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Ankerlinene som droppes kan treffe undervannsutstyr eller rørledninger, og dermed skade disse. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg uten at stigerør og LMRP kommer i kontakt med undervannsutstyr eller rørledninger. Slakke ut alle ankerliner og benytte trusterkraft til å dreie innretningen Dersom innretningen er lokalisert slik at dropp av ankerliner anses å innebære stor risiko for skade på rørledninger eller undervannsutstyr, kan innretningen optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter ved å slakke ut samtlige ankerliner, samtidig som en bruker trustere for å dreie innretningen. Simuleringene viser at det vil ta ca. 10 minutter å dreie innretningen 80 grader, og dermed optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene, noe som er godt innenfor 15 minutters kravet gitt i Redningsforskriften (Ref. 3). Det er viktig at innretningen ikke dreies mer enn nødvendig, dette for å unngå tvinning av ankerliner og skade på stigerør, LMRP og/eller BOP. Det forventes ikke at innretningens LMRP kommer i kontakt med rørledninger eller undervannsutstyr i området, da innretningen vil dreies på sin opprinnelige lokasjon.			

3.2 Fare for kollisjon

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Fare for kollisjon
Kort DFU beskrivelse			
DFUen ivaretar fartøy på kollisjonskurs. Tilgjengelig tid til å kontakte fartøy, samt iverksette tiltak for å unngå kollisjon er avhengig av om fartøyet driver eller går for egen motorkraft. Det legges til grunn at innretningen får beskjed om detektert fartøy på kollisjonskurs minimum 50 minutter før estimert kollisjonstidspunkt. I dette scenarioet legges det videre til grunn at det ikke oppnås kontakt med fartøyet, og alle forsøk på avskjæring har mislykkes, og det besluttes at evakuering må igangsettes. I analysen er det lagt til grunn at innretningen må forflytte seg 250 meter fra forventet kollisjonspunkt. Nødvendig forflytning er avhengig av hendelsen, og vil dermed variere. En antar at 250 meter er tilstrekkelig avstand selv om fartøyet/objekt blir påvirket av vær og bølgeførhold, og kursen endres noe.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttes å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre å koble stigerør fra brønnen vil innretningen forflyttes slik at fartøyet ikke lenger er på kollisjonskurs. En vil da enten forhale innretningen bort fra området eller droppe alle ankerlinene for så å benytte trusterkraft til å manøvrere innretningen til sikkert område. Dropp av et utvalg ankerliner vil kunne medføre at gjenværende ankerliner kommer i konflikt med trusterne på innretningen, og anses derfor ikke som et godt alternativ i dette scenarioet. Dersom innretningens lokasjon vanskeliggjør dropp av ankerliner, og værforholdene ikke er optimale for bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en ved av å slakke ut ankerline og benytte trusterkraft kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på ATA vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet:			

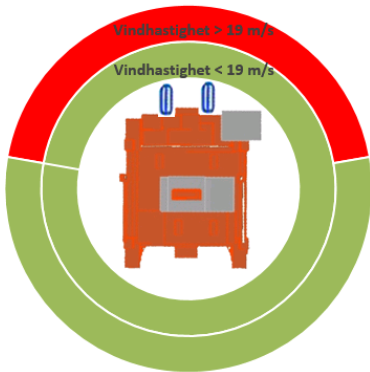
Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Fare for kollisjon
1. Forflytte innretning av lokasjon - Forhale ved bruk av ankervinsjer - Droppe alle ankerliner og benytte trusterkraft til å kjøre bort fra eksponert område 2. Dreie innretning for å få tilgang til livbåstasjon eller for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Slakke ut ankerlinene for så å bytte trusterkraft til å dreie innretningen For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt) Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Nøduløsning av ankerliner feiler - Feil på strømforsyning til ankervinsjer - Forsinket betjening av ankervinsjer grunnet ikke klargjort strømforsyning - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Uavklart kollisjonskurs - Utilstrekkelig personell til å håndtere ankervinsjer			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dreining - Undervannsutstyr blir berørt av LMRP og stigerør - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved forhaling - Kollisjonsrisiko ved dropp av alle ankerliner - Kollisjonsrisiko ved dreining - Undervannsutstyr blir berørt ved dropp av ankerliner			
Analyse av marine operasjoner Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten.			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Fare for kollisjon
Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på ATA vil respondere ved gitte værforhold. Dersom innretningen mister trusterkraft, vil simuleringer gjennomført for innretning på anker være veiledende (se kapittel 2). Forhaling Figur 3.8 presenterer innretningens forflytningskurve ved forhaling. Som det går frem av figuren, vil det ta om lag 27 minutter å forhale 250 meter. Kurven er basert på en horisontal forflytningshastighet på 12 meter per minutt og en mobiliseringstid på totalt 6 minutter.  Figur 3.8 Innretningens forflytningskurve ved forhaling Dropp av alle ankerliner og benytte trusterkraft til å forflytte innretningen Figuren nedenfor presenterer innretningens forflytningskurve etter dropp av samtlige ankerliner, ved tre ulike vindhastigheter. Strømmens innvirkning på avdriften er ikke illustrert, da denne har liten effekt på avdriftshastigheten. Det er lagt til grunn at det vil ta 4 minutter å frigjøre seg fra ankerlinene. Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 7 minutter fra beslutning om forflytning er tatt til innretningen har forflyttet seg 250 meter bort fra hendelen.  Figur 3.9 Innretningens forflytning Slakke ut alle ankerliner og benytte trusterkraft til å dreie innretningen Det henvises til avsnittet <i>Analyse av marine operasjoner</i> i kapittel 3.1 for en oversikt over simuleringer gjennomført knyttet til å slakke ut alle ankerlinene og benytte trusterkraft til å dreie innretningen.			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Fare for kollisjon
Som det fremgår av simuleringene vil det ta omkring 10 minutter å slakke alle ankerlinene og benytte trusterkraft til å dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter. Dette er innenfor 15 minutters kravet gitt i Redningsforskriften (Ref. 4).			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakueing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
Forhaling Som simuleringene viser vil det ta 27 minutter å forhale innretningen 250 meter. Forhaling anses som et godt alternativ til evakuering med livbåt ved fare for kollisjon. Ved forhaling vil innretningen kunne forflytte seg bort fra antatt kollisjonspunkt, samtidig som innretningen har alle ankerliner intakt. Det er flere faktorer som kan spille inn på gjennomførbarheten, som hvor langt det er mulig å forhale innretningen og om det er lokasjonsspesifikke begrensninger. Dersom forflytning ved forhaling ikke anses som tilstrekkelig, kan innretningen droppe ankerliner og benytte trusterkraft for å forflytte seg ytterligere. Basert på dette er det viktig at tilstrekkelig tid til dropp av ankerliner inkluderes i tidslinje knyttet til skip på kollisjonskurs dersom forhaling skal benyttes. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger de kan forflytte seg for å unngå at stigerør og LMRP kommer i kontakt med struktur eller rørledninger. Droppe alle ankerliner og benytte trusterkraft til å forflytte innretningen Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 7 minutter fra en beslutter å forflytte seg til innretningen har forflyttet seg 250 meter. Da innretningen forflytter seg ved bruk av trusterkraft, tilsvarende en innretning på DP, er sannsynligheten for kollisjon med andre innretninger lav. Undervannsutstyr eller rørledninger i området kan bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig. Ankerlinene som droppes kan treffe undervannsutstyr eller rørledninger, og dermed skade disse. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr er det svært viktig at dette er kjent for mannskapet og at de vet i hvilke retninger en kan forflytte seg uten at stigerør og LMRP kommer i kontakt med undervannsutstyr. Slakke ut alle ankerliner og benytte trusterkraft til å dreie innretningen Dersom innretningen er lokalisert slik at dropp av ankerliner anses å innebære stor risiko for skade på rørledninger eller undervannsutstyr, kan innretningen optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåt ved å slakke ut samtlige ankerliner, samtidig som en bruker trustere for å dreie innretningen. Simuleringene viser at det vil ta ca. 10 minutter å dreie innretningen 80 grader, noe som er godt			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Fare for kollisjon
innenfor 15 minutters kravet gitt i Redningsforskriften (Ref. 4). Det er viktig at innretningen ikke dreies mer enn nødvendig, dette for å unngå tvinning av ankerliner og skade på stigerør, LMRP og/eller BOP. Det forventes ikke at innretningens LMRP kommer i kontakt med rørledninger eller undervannsutstyr i området, da innretningen vil dreies på sin opprinnelige lokasjon.			

3.3 Tap av stabilitet

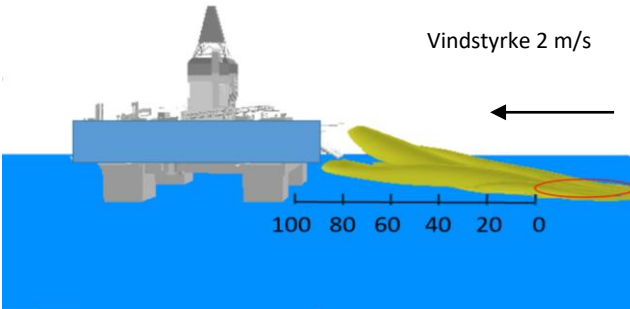
Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av stabilitet
Kort DFU beskrivelse			
DFUen beskriver et tap av stabilitet scenario. Med tap av stabilitet menes hendelser som kan føre til tap av flyteevne, slagside og i ytterste konsekvens havari av innretningen. Tap av stabilitet kan blant annet forårsakes av ekstremvær, slitasjeskader/materialtretthet, eksplosjon, skipskollisjon, teknisk feil i eller feiloperasjon av ballastsystem. I de fleste tilfeller vil det være mulig å gjenopprette stabilitetsfeilen ved hjelp av ballasteringssystemet. Designkrav til flyttbare innretninger skal sikre at innretningen ikke oversiger kritisk tap av stabilitet på 17 grader helning ved omfattende skader på vanntette skott (Ref. 5). Livbåtstasjoner skal også være designet slik at livbåter skal kunne låres med inntil 17 grader helning (Ref. 4). Stor krenkning kan være veldig ubehagelig og skape panikktilstander ombord, OIM må derfor vurdere om innretningen skal evakueres selv om krenkningen ikke overstiger designkrav. Dersom OIM beslutter at det ikke er trygt å være på innretningen lenger, vil evakuering igangsettes. I analysen legges det til grunn at evakuering er besluttet.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Dette scenarioet omhandler en hendelse hvor innretningen ikke lenger vurderes som trygg. En vil basert på dette ikke kunne benytte innretningen som evakueringsmiddel, og eneste mulighet er å forlate innretningen. Dersom værforholdene hindrer bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en forsøke å dreie innretningen ved å slippe ankerliner, samt benytte tilgjengelig trusterkraft for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. Fortrinnsvis vil en ikke droppe alle ankerlinene, dette for å unngå at innretningen blir en drivende innretning etter at personellet er evakuert. En innretning som ligger på ATA vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Dreie innretning for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter			

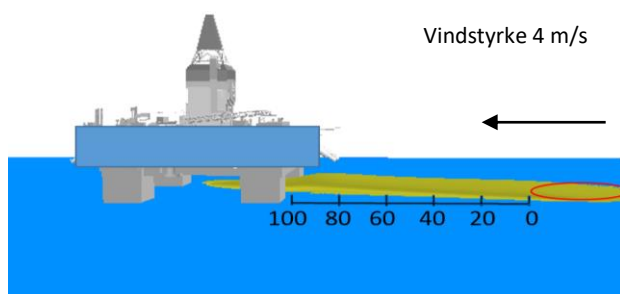
Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av stabilitet
- Slakke ut ankerlinene for så å benytte trusterkraft til å dreie innretningen For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Nødutløsning av ankerliner feiler - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter - Tvinning av ankerliner			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten: - Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt dersom alle ankerlinene er droppet før livbåtevakueing igangsettes. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved dreining Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved dreining			
Analyse av marine operasjoner			
Slakke ut alle ankerliner og benytte trusterkraft til å dreie innretningen Det henvises til avsnittet <i>Analyse av marine operasjoner</i> i kapittel 3.1 for en oversikt over simuleringer gjennomført knyttet til å slakke ut alle ankerlinene og benytte trusterkraft til å dreie innretningen. Som det fremgår av simuleringene vil det ta omkring 10 minutter å slakke alle ankerlinene og benytte trusterkraft til å dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter.			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at en innretning på ATA har mulighet til å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåtene ved å dreie innretning, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting. Innretningen vil kunne dreies tilstrekkelig på ca. 10 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakueing			

Type innretning:	Innretning på ATA	DFU:	Tap av stabilitet
kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting. Simuleringene viser at vurdert alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativet ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter, i de tilfeller hvor vinden overskrider sjøsettingskriteriene. På denne måten vil en kunne velge å låre livbåtene direkte eller dreie innretningen før låring, avhengig av hva en anser som best utfra en helhetsvurdering. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
Slakke ut alle ankerliner og benytte trusterkraft til å dreie innretningen Simuleringene viser at en ved å slakke ut samtlige ankerliner og benytte trusterkraft vil kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsetningsforholdene for livbåter, innenfor 10 minutter ved vindforhold hvor livbåt ikke kan benytte slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Det er svært viktig at sikring og frakopling av brønn gjennomføres på et tidlig tidspunkt ved krenkning. Stor krengevinkel kan føre til at kontrollert frakopling fra brønnen ikke lar seg gjøre før en må dreie innretningen, og utstyr vil da kunne bli skadet. Rekkefølgen av hvilke ankerliner som slakkes ut først vil ha påvirkning på innretningens krenkning. Det er viktig at innretningen ikke dreies mer enn nødvendig, dette for å unngå tvinning av ankerliner og skade på stigerør, LMRP og/eller BOP. Det forventes ikke at innretningens LMRP/stigerør kommer i kontakt med rørledninger eller undervannsutstyr i området, da innretningen vil dreies på sin opprinnelige lokasjon.			

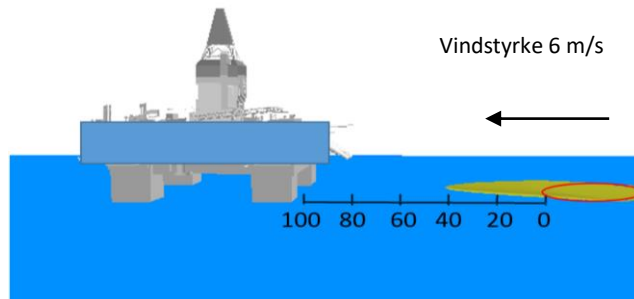
4 INNRETNING PÅ DP

4.1 Tap av brønnkontroll

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av brønnkontroll
Kort DFU beskrivelse			
DFUen omhandler en hydrokarbonhendelse på innretningen eller på havbunnen i nærheten av innretningen. Dersom brønnlekkasjen ikke stoppes av primær eller sekundær brønnbarriere vil hendelsen kunne eskalere til en utblåsning. En gassbrann som er forårsaket av en utblåsning kan eksponere store områder av innretningen, også livbåstasjonen, med varmelaster. Når alle forsøk på å gjenopprette brønnkontroll feiler, må innretningen forflyttes bort fra hendelsen eller evakueres. I figurene under, som illustrerer scenarioet, er en vanndybde på 200 meter og en utslippsrate på 70 kg/s benyttet. En uantet havbunnsutblåsning kan danne en pøl/gassone på havoverflaten. Dersom det blåser svak vind mot innretningen, kan gassen eksponere tennkilder på innretningen og antenne. Vindstyrke er hhv. 2 m/s (Figur 2.1), 4 m/s (Figur 2.2) og 6 m/s (Figur 2.3) mot innretningen. Forflytningen vist i figurene gjennomføres i samme retning som vinden. Vindretningen er angitt med pil, rød sirkel viser gassonen, og tall på skalaen indikere meter. Gassonen ligger 100 meter fra innretningen. Gulgrønn sky viser områder med tennbar gasskonsentrasjon. Ved høyere vindhastigheter (ca. 6 m/s og høyere), vil gasskyen ligge langs havoverflaten og kun tennkilder langs havoverflaten kan antenne lekkasjen. Pøldiameteren vil være ca. 40 meter i dette scenarioet. Dersom innretningen i stedet forhaler seg mot vindretningen, må innretningen forhale minimum 20 meter + en halv riggbredde for å komme ut av gasskyen.			
			
<i>Figur 4.1 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 2 m/s</i>			

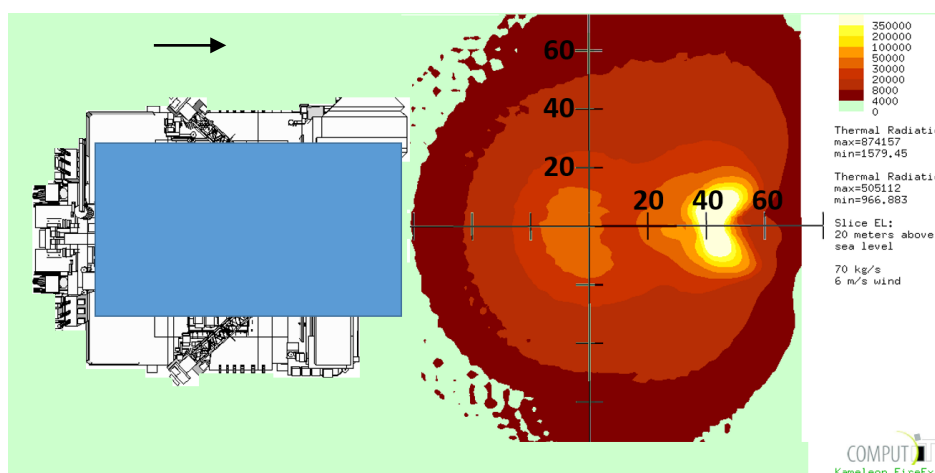


Figur 4.2 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 4 m/s

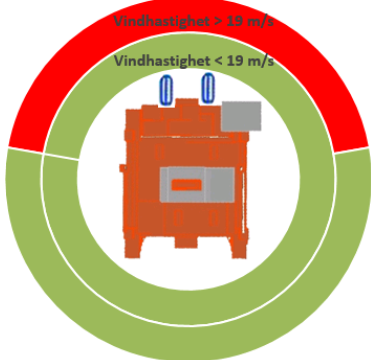


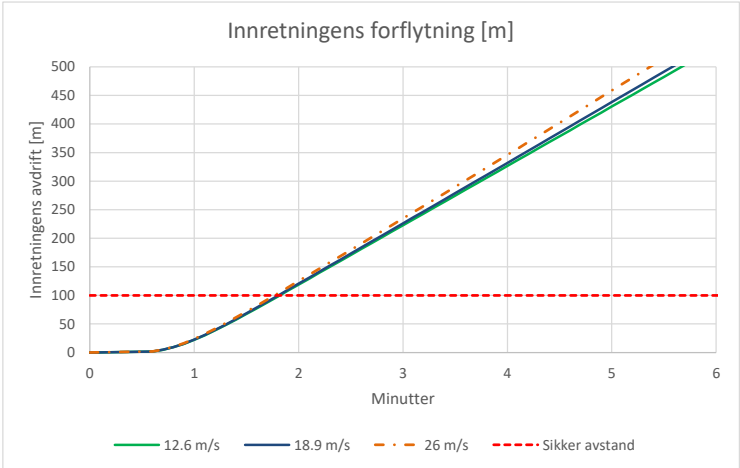
Figur 4.3 Gassky, utslipp 70 kg/s med vindstyrke 6 m/s

En utblåsning som brenner på havoverflaten kan eksponere mønstringsområdet ved livbåtene når pølen ligger i umiddelbar nærheten av innretningen og det er vindstille eller moderat vind mot livbåtene. Utslipp på 70 kg/s kan medføre termisk stråling $\gg 4 \text{ kW/m}^2$ og røyk med sikt $\ll 4$ meter i mønstringsområdet ved livbåtene, og området anses derfor å være utilgjengelige. Figur 4.4 angir termisk stråling ca. 20 meter over havoverflaten. Pølsens senter er i krysningspunktet mellom x - og y akse og vindstyrke er 6 m/s mot høyre. Dersom innretningen forflytter seg mot vindretningen, må den forhales 60 meter + en halv rigglengde ved 6 m/s vindstyrke for å komme ut av eksponert område. Ved vindstyrke over 10-12 m/s antas det i risikoanalysesammenheng at brann på sjø ikke kan opprettholdes (Ref. 1).



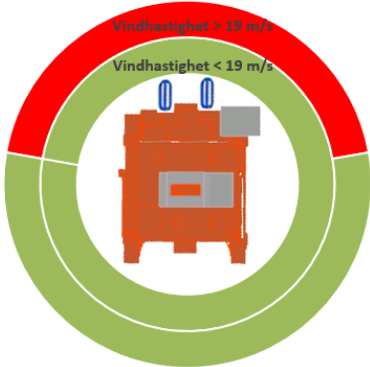
Figur 4.4 Termisk stråling 20 meter over havoverflaten ved en utslippsrate på 70 kg/s

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av brønnskroll
Basert på disse simuleringene legges det til grunn i analysen at innretningen må forflytte seg 100 meter bort fra hendelsen for å komme til sikker sone.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttes å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre vil en koble fra brønnen i henhold til normal prosedyre før en iverksetter forflytning av innretningen til sikkert område. En vil da benytte trusterne til å manøvrere seg bort fra eksponert område. En innretning som ligger på DP vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Forflytte innretning av lokasjon - Benytte trusterkraft til å kjøre bort fra eksponert område For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten. - Frakopling fra brønn feiler - Tap av trusterkraft - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten. Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten:			

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av brønnkontroll
- Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt. Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen: - Kollisjonsrisiko ved forflytning - Undervannsutstyr kan bli berørt av LMRP og stigerør Flotell broforbundet til annen innretning: - Kollisjonsrisiko ved forflytning			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten. Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på DP vil respondere ved gitte værforhold. Det er i de marine simuleringene lagt til grunn at innretningen forflytter seg ut til sikker sone sideveis relativt til vinden. Forflytning ved bruk av trusterkraft Figur 4.5 presenterer innretningens forflytning ved tre ulike vindhastigheter. Det vil ta noe tid fra man gir instruks om ny posisjon/orientering i DP-systemet til man oppnår full kraft på trusterene. Det er i simuleringene lagt til grunn at dette tar 30 sekunder. Det fremgår av figuren at det vil gå omkring 2 minutter fra ny orientering er satt i DP-systemet til innretningen er forflyttet til sikker sone.			
 Figur 4.5 Innretnings forflytning			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk			
I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. For en innretning på DP vil det som oftest være mer skånsomt å benytte innretningen som livbåt, ved å manøvrere seg til sikker sone. Simuleringene viser at dette kan gjennomføres innenfor få minutter. Dersom det er ønskelig å benytte livbåtene, vil en ved å dreie innretningen			

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av brønnkontroll
optimalisere sjøsettingsforholdene. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivaretatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting. Simuleringene viser at de vurderte alternativene til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen kunne benytte seg av ulike alternativer til umiddelbar evakuering med livbåt, avhengig av hendelsens omfang og området innretningen er lokalisert. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakueing kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering			
Forflytning ved bruk av trusterkraft Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 2 minutter fra beslutning om forflytning er tatt til innretningen har forflyttet seg 100 meter bort fra hendelen, noe som anses som svært effektivt. Da innretningen forflytter seg ved bruk av trusterkraft er sannsynligheten for kollisjon med andre innretninger svært lav. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, kan disse bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig ved forflytting. Da innretningen er posisjonert vha. DP, vil en kunne forvente at DP operatørene har oversikt over hvilke ruter innretningen kan benytte, samt kunnskap om hvordan forflytningen gjennomføres.			

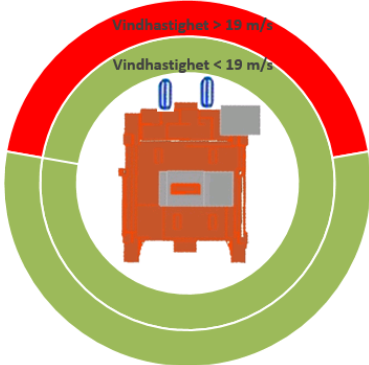
4.2 Fare for kollisjon

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Fare for kollisjon
Kort DFU beskrivelse			
DFUen ivaretar fartøy på kollisjonskurs. Tilgjengelig tid til å kontakte fartøy, samt iverksette tiltak for å unngå kollisjon er avhengig av om fartøyet driver eller går for egen motorkraft. Det legges til grunn at innretningen får beskjed om detektert fartøy på kollisjonskurs minimum 50 minutter før estimert kollisjonstidspunkt. I dette scenarioet legges det videre til grunn at det ikke oppnås kontakt med fartøyet, og alle forsøk på avskjæring har mislykkes, og det besluttet at evakuering må igangsettes. I analysen er det lagt til grunn at innretningen må forflytte seg 250 meter fra forventet kollisjonspunkt. Nødvendig forflytning er avhengig av hendelsen, og vil dermed variere. En antar at 250 meter er tilstrekkelig avstand selv om fartøyet/objekt blir påvirket av vær og bølgeførhold, og kursen endres noe.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Før det besluttet å iverksette evakuering med livbåter vil en trolig vurdere om det er mulig å benytte innretningen som alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt. Dersom det lar seg gjøre å koble stigerør fra brønnen vil innretningen forflyttes ved bruk av trusterkraft slik at fartøyet ikke lenger er på kollisjonskurs. En innretning som ligger på DP vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Forflytte innretning av lokasjon - Benytte trusterkraft til å kjøre bort fra eksponert område For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			

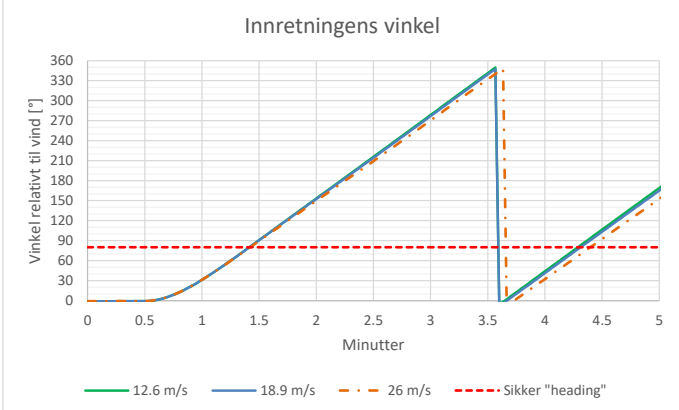
Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Fare for kollisjon
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten.			
- Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten.			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten:			
- Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt.			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen:			
- Kollisjonsrisiko ved forflytning - Undervannsutstyr kan bli berørt av LMRP og stigerør			
Flotell broforbundet til annen innretning:			
- Kollisjonsrisiko ved forflytning			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten.			
Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på DP vil respondere ved gitte værforhold.			
Forflytning ved bruk av trusterkraft			
Figur 4.6 presenterer innretningens forflytning ved tre ulike vindhastigheter. Det vil ta noe tid fra man gir instruks om ny posisjon/orientering i DP-systemet til man oppnår full kraft på trusterne. Det er i simuleringene lagt til grunn at dette tar 30 sekunder. Det fremgår av figuren at det vil gå omkring 3 minutt fra ny orientering er satt i DP-systemet til innretningen er forflyttet 250 meter til sikker sone.			

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Fare for kollisjon
Innretningens forflytning [m] Figur 4.6 Forflytningskurve for innretning på DP			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk Simuleringene viser at å forflytte innretningen til sikker sone vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativene ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil innretningen forflytte seg raskt bort fra hendelsen ved bruk av trusterkraft. Om ønskelig kan innretningen dreies for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåt. På denne måten vil en kunne velge det alternativet som en anser som det beste utfra en helhetsvurdering. Ved å benytte innretningen som livbåt vil en kunne evakuere alt personell bort fra hendelsen, og slipper da å utsette personellet for de påkjenninger en livbåtevakuerings kan medføre. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering Forflytning ved bruk av trusterkraft Basert på simuleringene vil innretningen bruke om lag 3 minutter fra beslutning om forflytning er tatt, til innretningen har forflyttet seg 250 meter bort fra forventet kollisjonspunkt, noe som anes som svært effektivt. Da innretningen forflytter seg ved bruk av trusterkraft er sannsynligheten for kollisjon med andre innretninger svært lav. Dersom innretningen er lokalisert i nærheten av undervannsutstyr eller rørledninger, kan disse bli skadet dersom klaring mellom LMRP og havbunnen ikke er tilstrekkelig ved forflytting. Da innretningen er posisjonert vha. DP, vil en kunne forvente at DP operatørene har oversikt over hvilke ruter innretningen kan benytte, samt kunnskap om hvordan forflytningen gjennomføres gitt de rådende værforholdene. En utfordring knyttet til skip på kollisjonskurs er usikkerheten knyttet til forventet passeringspunkt, da fartøy på kollisjonskurs kan endre kurs underveis. For innretninger på DP vil ikke denne usikkerheten utgjøre en stor risiko, da innretningen vil kontinuerlig kunne forflytte seg i henhold til oppdatert kollisjonskurs.			

4.3 Tap av stabilitet

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av stabilitet
Kort DFU beskrivelse			
DFUen beskriver et tap av stabilitet scenario. Med tap av stabilitet menes hendelser som kan føre til tap av flyteevne, slagside og i ytterste konsekvens havari av innretningen. Tap av stabilitet kan blant annet forårsakes av ekstremvær, slitasjeskader/materialtretthet, eksplosjon, skipskollisjon, teknisk feil i eller feiloperasjon av ballastsystem. I de fleste tilfeller vil det være mulig å gjenopprette stabilitetsfeilen ved hjelp av ballasteringssystemet. Designkrav til flyttbare innretninger skal sikre at innretningen ikke oversiger kritisk tap av stabilitet på 17 grader helning ved omfattende skader på vanntette skott (Ref. 5). Livbåtstasjoner skal også være designet slik at livbåter skal kunne låres med inntil 17 grader helning (Ref. 4). Stor krenkning kan være veldig ubehagelig og skape panikktilstander ombord, OIM må derfor vurdere om innretningen skal evakueres selv om krenkningen ikke overstiger designkrav. Dersom OIM beslutter at det ikke er trygt å være på innretningen lenger, vil evakuering igangsettes. I analysen legges det til grunn at evakuering er besluttet.			
Vurdering av tilgjengelighet av livbåt			
Figuren nedenfor presenterer et generisk tilgjengelighetsplott for lårelivbåt. Det går frem av figuren at det ikke er behov for optimalisering av sjøsettingsforhold for vindhastigheter under 19 m/s. For vindhastigheter over 19 m/s må innretningen dreies til en vinkel på minimum 80 grader relativt til vinden for at livbåtene trygt skal kunne sjøsettes. Tilgjengelighet - Generisk lårelivbåt 			
Alternativer til umiddelbar evakuering			
Dette scenarioet omhandler en hendelse hvor innretningen ikke lenger vurderes som trygg. En vil basert på dette ikke kunne benytte innretningen som evakueringsmiddel, og eneste mulighet er å forlate innretningen. Dersom værforholdene forhindrer bruk av livbåtene slik de er posisjonert, vil en dreie innretningen, ved bruk av tilgjengelig trusterkraft, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. En innretning som ligger på DP vil basert på dette ha følgende alternativer til umiddelbar evakuering i dette scenarioet: 1. Dreie innretning for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter - Benytte trusterkraft til å dreie innretningen			

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av stabilitet
For ytterligere informasjon knyttet til gjennomføringen av evakueringsalternativene se kapittel 3.4 i hovedrapporten.			
Eskalerende faktorer (barrieresvikt)			
Under oppsummeres eskalerende faktorer relevant for dette scenarioet. For diskusjon knyttet til de ulike eskalerende faktorene, se kapittel 4.1 i hovedrapporten.			
- Frakopling fra brønn feiler - Utilstrekkelig kompetanse og håndtering av situasjonen - Krevende krengevinkel for utsetting av livbåter			
Begrensninger/utfordringer som følge av operasjonsmodus			
Under oppsummeres begrensninger og utfordringer som følge av operasjonsmodus. For diskusjon knyttet til de ulike begrensningene/utfordringene, se kapittel 4.2 i hovedrapporten.			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold på lokasjon, uten infrastruktur på havbunnen og andre innretninger i nærheten:			
- Ingen identifiserte begrensninger/utfordringer knyttet til alternativ til umiddelbar evakuering ved denne type operasjonsmodus ut over utfordringer som kan skyldes at innretningen ender opp som et drivende objekt.			
Boreoperasjon/brønnvedlikehold i nærheten av permanent(e) innretninger og/eller med infrastruktur på havbunnen:			
- Kollisjonsrisiko ved dreining - Undervannsutstyr kan bli berørt av LMRP og stigerør			
Flotell broforbundet til annen innretning:			
- Kollisjonsrisiko ved dreining			
Analyse av marine operasjoner			
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. For mer utfyllende informasjon knyttet til simuleringene, se vedlegg B. For utfyllende informasjon knyttet til tidsestimater, se kapittel 3.6 i hovedrapporten.			
Figurene under presenterer simuleringer av hvordan en innretning på DP vil respondere ved gitte værforhold.			
Dreie ved bruk av trusterkraft			
Figur 4.7 presenterer innretningens dreiehastighet ved tre ulike vindhastigheter. Det vil ta noe tid fra man gir instruks om ny posisjon/orientering i DP-systemet til man oppnår full kraft på trusterene. Det er i simuleringene lagt til grunn at dette tar 30 sekunder. Det fremgår av figuren at det vil gå omkring 1,5 minutter fra ny orientering er satt i DP-systemet til innretningen er dreiet 80 grader.			

Type innretning:	Innretning på DP	DFU:	Tap av stabilitet
Innretningens vinkel  Figur 4.7 Tid til å rotere innretningen 80 grader			
Samsvar med krav i gjeldende regelverk I henhold til <i>Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger §5a</i> (Ref. 4) skal alle personer om bord kunne evakueres med livbåter i løpet av 15 minutter under alle værforhold. Analysen viser at en innretning på DP har mulighet til å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved å dreie innretning, når værforholdene overskrider grenser for sikker sjøsetting. Innretningen vil kunne dreies tilstrekkelig på ca. 1,5 minutter. Det forventes at klargjøring for bruk av livbåter iverksettes samtidig som innretningen dreies, og at livbåtevakueing kan iverksettes omgående når forholdene er optimalisert. Kravet i paragrafen anses derfor å kunne bli ivarettatt, selv om livbåter har værbegrensinger for sjøsetting. Simuleringene viser at vurdert alternativ til umiddelbar evakuering med livbåt vil kunne gjennomføres raskt og effektivt, også i de tilfeller hvor innretningens livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er posisjonert. Alternativet ivaretar dermed Aktivitetsforskriftens § 77d og siste del av Styringsforskriften §5 (Ref. 2 og 3). I henhold til analysen vil en kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter, i de tilfeller hvor vinden overskrider sjøsettingskriteriene. På denne måten vil en kunne velge å låre livbåtene direkte eller dreie innretningen før låring, avhengig av hva en anser som best utfra en helhetsvurdering. Dette anses å være i henhold til Styringsforskriften §4 og §5 (Ref. 3).			
Gjennomførbarhet og robusthet av alternativer til evakuering Dreie ved bruk av trusterkraft Simuleringene viser at det vil ta ca. 1,5 minutter å dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene ved vindforhold hvor livbåter ikke kan benyttes slik de opprinnelig er lokalisert (>19 m/s). Det er svært viktig at sikring og frakopling av brønn gjennomføres på et tidlig tidspunkt ved krengeing. Stor krengevinkel kan føre til at kontrollert frakopling fra brønnen ikke lar seg gjøre før en må dreie innretningen, og utstyr vil da kunne bli skadet. Det forventes at sikring av brønnen vil kunne gjennomføres selv om innretningen krenger. Når innretningen er evakuert vil den holde sin DP posisjon så lenge det er krafttilførsel til trusterne. Det forventes ikke at innretningens LMRP/stigerør kommer i kontakt med rørledninger eller undervannsutstyr i området, da innretningen vil dreies på sin opprinnelige lokasjon.			

5 REFERANSER

- 1 I. Buist; *Window of opportunity for in situ burning* (In Situ Burning of Oil Spills Workshop Proceedings, New Orleans, Louisiana, November 2-4, 1998)
- 2 Petroleumstilsynet; *Forskrift om utføring av aktiviteter i petroleumsvirksomheten (Aktivitetsforskriften)*, 18.12.2015
- 3 Petroleumstilsynet; *Forskrift om styring og opplysningsplikt i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (Styringsforskriften)*, 18.12.2015
- 4 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om evakuerings- og redningsredskaper på flyttbare innretninger*, FOR 2016-02-02-90, 05.02.2016
- 5 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om stabilitet, vanntett oppdeling og vanntette/værtette lukningsmidler på flyttbare innretninger (Stabilitetsforskriften)*, FOR-1991-12-20-878, 18.02.2016

Type dokument:

Vedlegg B - Marine simuleringer

Rapporttittel:

Alternative løsninger for evakuering fra flyttbare innretninger

Kunde:

Petroleumstilsynet

Dokument nr. ST-12089-2				
Forfattere Thorgeir Anundsen				
<i>Referanse til deler/utdrag av dette dokumentet som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Utført	Kontrollert
1.0	21.12.2016	Utkast	T. Anundsen	O.G. Helgøy
2.0	16.01.2017	Endelig	T. Anundsen	O.G. Helgøy

Innhold

1	INNLEDNING	3
2	BESKRIVELSE AV BEREGNINGSCASE	4
2.1	Beskrivelse av innretningene benyttet i analysene.....	4
2.1.1	Beskrivelse av hovedparametere	4
2.1.2	Motstandskoeffisienter	4
2.2	Vanndyp.....	6
2.3	Forankringssystem.....	7
2.4	Trusterkonfigurasjon	7
2.5	Dypgående.....	9
2.6	Lastkondisjon.....	9
3	MILJØ	10
3.1	Generelt.....	10
3.2	Bølger	10
3.3	Strøm	10
3.4	Vind.....	10
3.5	Relasjon mellom bølge og vind.....	10
4	BESKRIVELSE AV PROGRAMVARE OG HYDRODYNAMISKE MODELLER.....	13
4.1	Programvare	13
4.2	Hydrodynamiske modeller	13
4.3	Koordinatsystem	13
5	RESULTATER	15
5.1	Generelt.....	15
5.2	Evakueringsalternativ A1 – Forflytte innretning ved forhaling	15
5.3	Evakueringsalternativ A2 – Forflytte ved dropp av ankerliner og eller bruk av trusterkraft	16
5.3.1	Innretning på Anker.....	16
5.3.2	Innretning på ATA.....	20
5.3.3	Innretning på DP.....	21
5.4	Evakueringsalternativ B – Dreie innretnings for optimalisering av sjøsettingsforhold.....	21
5.4.1	Innretning på Anker.....	21
5.4.2	Innretning på ATA.....	30
6	REFERANSER	32

1 INNLEDNING

Dette vedlegget presenterer analyseresultatene samt forutsetningene som er lagt til grunn for de marine simuleringene.

Det er gjennomført et betydelig antall simuleringer i tidsplan-verktøyet MOSES, hvor innretningens forflytning og orientering ved alternativ evakuering er beregnet for et bredt utvalg av miljøforhold.

Formålet med de marine simuleringene er å estimere tidsbruken knyttet til forflytning av innretningen til sikker sone og tidsbruk knyttet til dreining av innretningen for optimalisering av sjøsettingsforhold for livbåtene.

Gjennomførbarheten til de ulike evakueringsalternativene vil ikke beskrives i dette vedlegget. Se hovedrapportens kapittel 3 for avgrensninger og forutsetninger lagt til grunn i analysen. Se også hovedrapporten for vurderinger knyttet til gjennomførbarhet, godt sjømannskap, samsvar med regelverk, begrensninger som følge av operasjonsmodus og eskalerende faktorer.

2 BESKRIVELSE AV BEREGNINGSCASE

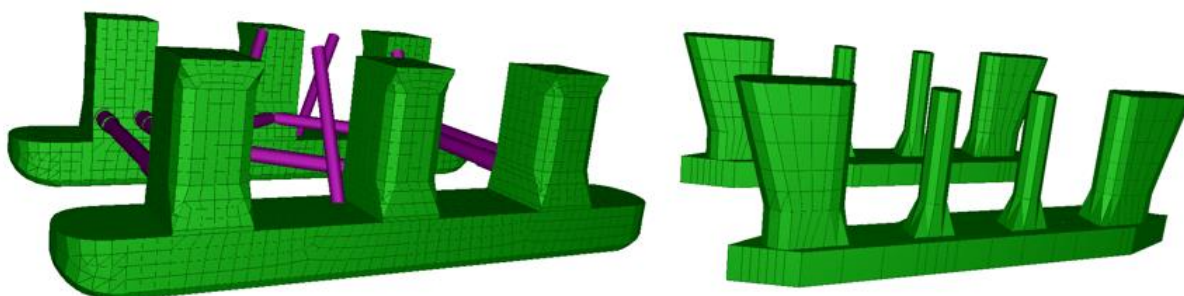
2.1 Beskrivelse av innretningene benyttet i analysene

2.1.1 Beskrivelse av hovedparametere

Liten innretning er i simuleringene representert ved en modifisert (Enhanced) Aker H3 rigg. Middels/stor innretning er representert ved en Moss Maritime CS 50 rigg. Hovedparameterne er gitt i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Beskrivelse av innretningstypene

Parameter	Innretningsstørrelse	
	Middels/Stor	Liten
Rigg design	Moss Maritime CS 50	Modifisert Aker H3
Bredde dekkboks [m]	72.7	66.3
Lengde dekkboks [m]	83.2	85
Dekkslastkapasitet [t]	5600	3500
Dypgående operasjon [m]	23.5	21.34
Deplasement [t]	54000	27000
Total nettotrust [t]	352	N/A
Antall ankerliner	8	8
Posisjonering	ATA / DP	Anker
Ankerlinedimensjon	76 mm	76 mm



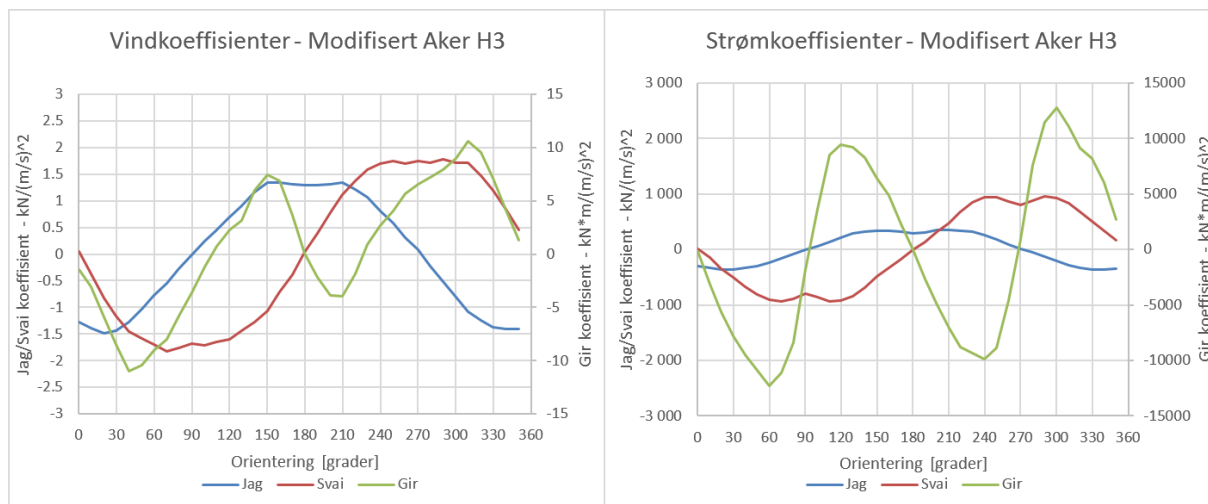
Figur 2.1 Hydrodynamiske modeller av MM SC 50 og modifisert Aker H3

2.1.2 Motstandskoeffisienter

Innretningene vil på grunn vind- og bølgedriftskreftene (i gir) rotere baugen bort fra vindretningen. Hastigheten som innretningen roterer med er avhengig av størrelsen på miljø-koeffisientene relativt til innretningens treghet mot å rotere. Denne tregheten bestemmes typisk av deplasement og tilleggsmasse i gir.

Tilsvarende som for rotasjon, vil størrelsen på vind-, bølge- og strøm-koeffisientene relativt til deplasement og tilleggsmasse i jag og svai bestemme hastigheten som innretningen driver med.

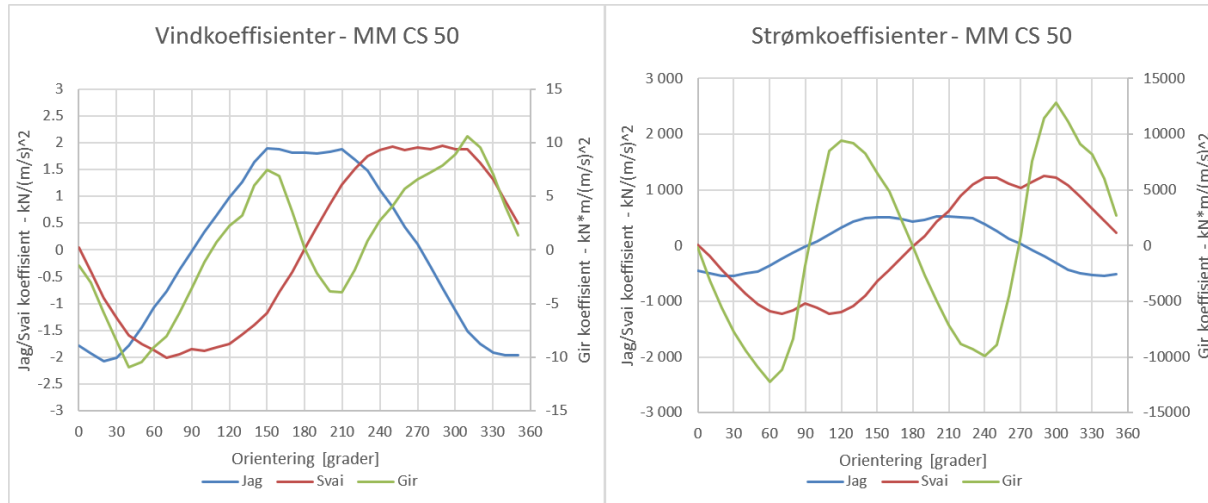
Figur 2.2 presenterer motstandskoeffisientene til en modifisert Aker H3 innretning. Motstandskoeffisientene er basert på vindmodellforsøk og angir miljøkreftene i kiloNewton for 1 m/s vind og strømhastighet.



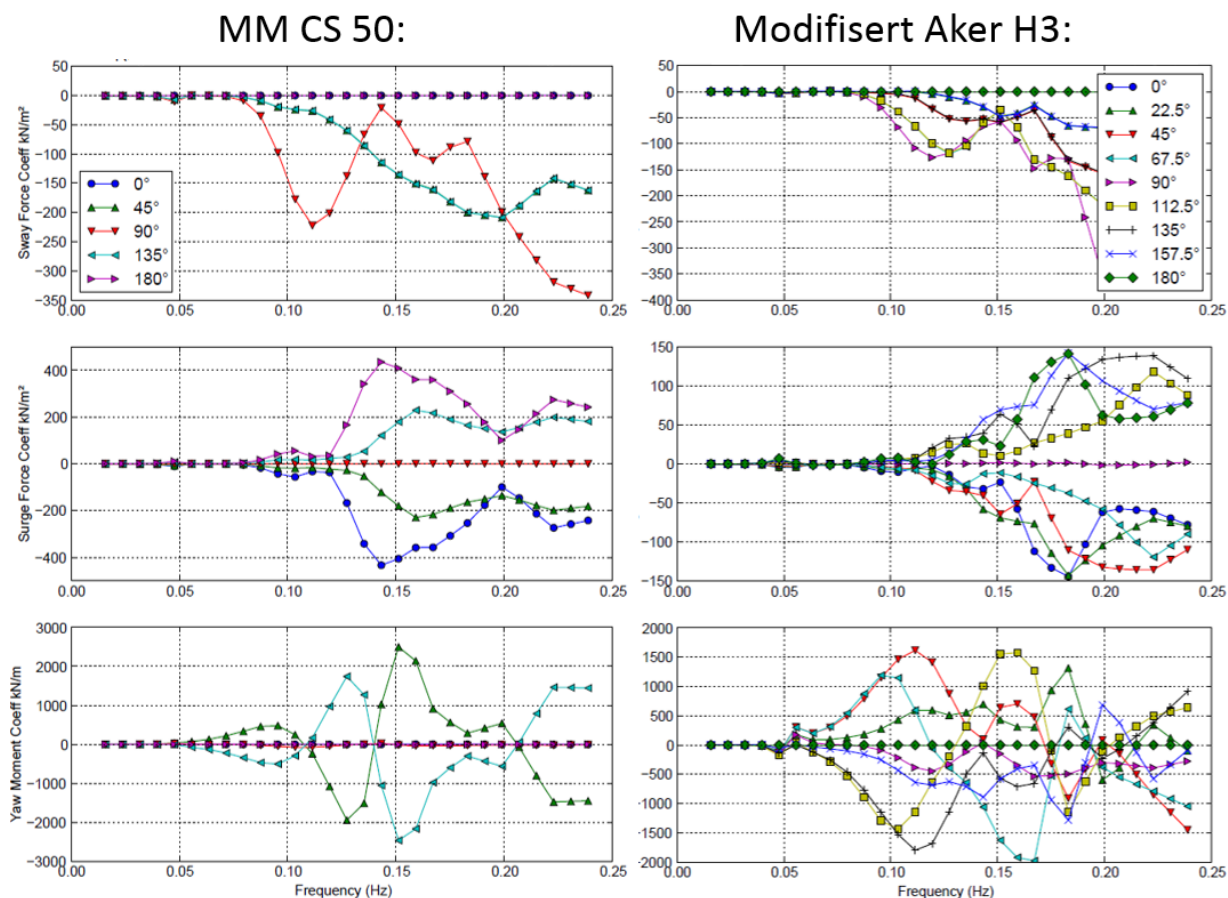
Figur 2.2 Mostandskoeffisienter – Modifisert Aker H3

Motstandskoeffisientene til MM SC 50 er, avhengig av frihetsgrad, ikke mer enn 10 % til 50 % større enn for en modifisert Aker H3 innretning, til tross for at deplasementet er det dobbelte. Dette indikerer at en stor innretning etter dropp av ankerliner vil akselerere saktere enn en liten innretning, da akselerasjonen er bestemt av miljøkreftene dividert på deplasement (+ tilleggsmasse).

For en innretningen på DP/ATA vil rotasjonsakselerasjonen og horisontalakselerasjonen i hovedsak bestemmes av trusterkraft relativt til deplasement, da miljøkreftene ved relevante vindhastigheter er betydelig mindre enn innretningens trusterkapasitet.



Figur 2.3 Motstandskoeffisienter MM CS 50



Figur 2.4 Bølgedriftskoeffisienter i Svai (Sway), Jag (Surge) og Gir (Yaw)

Innretningenes bølgedriftskoeffisienter er presentert i Figur 2.4.

2.2 Vanndyp

Forankrede innretninger, med eller uten trusterassistanse, opererer typisk på et vanndyp mellom omlag 100 meter og 350 meter. Et vanndyp på 200 meter vil bli benyttet som utgangspunkt for analysene. Det er foretatt sensitivitetsvurderinger knyttet til effekten fra vanndypet på innretningens evne til å rotere under påvirkning av vind, bølger og strøm, se avsnitt 5.4.1.5.

Vanndypet har minimal påvirkning på innretninger posisjonert på DP, da de ikke benytter forankring til posisjonering. Innretninger på ATA vil heller ikke bli påvirket av vanndypet. Dette er på grunn av at innretningen som hovedregel frigjør seg fra ankerlinene ved en uønsket hendelse, og deretter opptrer som om den var posisjonert på DP.

2.3 Forankringssystem

Det er lagt til grunn en forspenning på 90 tonn i analysene. Effekten av forspenningen på innretningens rotasjonsegenskaper er evaluert, se avsnitt 5.4.1.5.

Forankringslinene er bygget opp av 76 mm kjetting, som har en neddykket vekt på 112 kg/m og en bruddstyrke på 613 tonn. Det er foretatt sensitivitetsvurderinger på effekten av kjettingdiameter og fiber-inserts på innretnings rotasjonsegenskaper, se avsnitt 5.4.1.5.

Tabell 2.2 presenterer plasseringen av ledehjulene på en modifisert Aker H3 innretning. Ledehjulenes plassering har ingen påvirkning på de marine simuleringene for en innretning posisjonert på DP/ATA, og presenteres derfor ikke for MM SC 50.

Tabell 2.2 Plassering av ledehjul

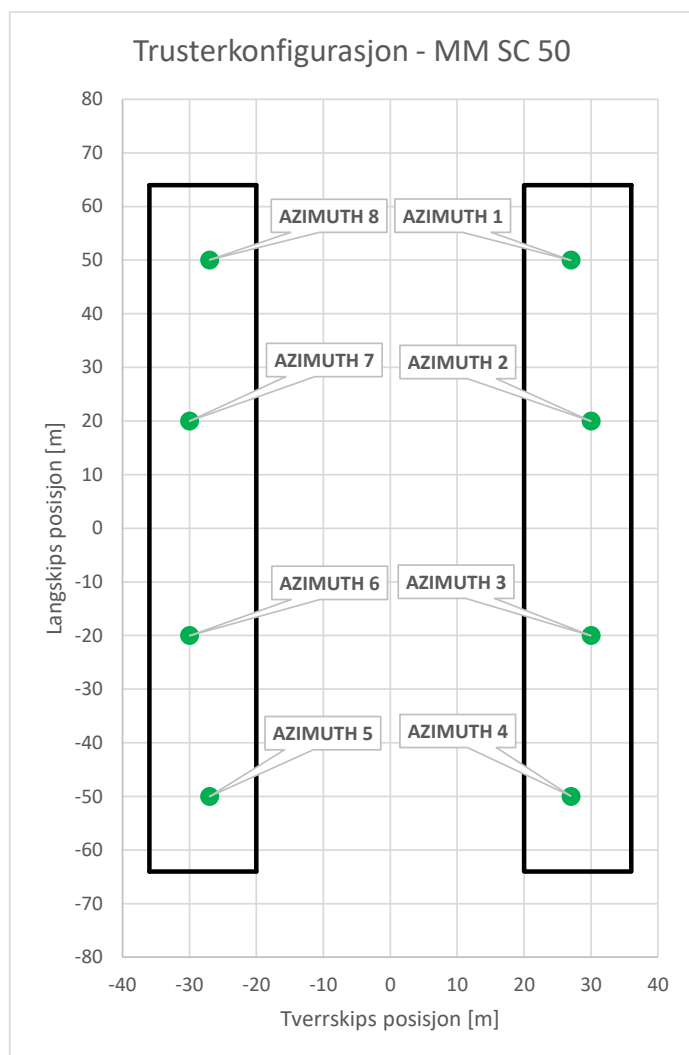
Plassering av ledehjul - Modifisert Aker H3			
Line	Langskips [m] (positiv forover)	Tverrskips [m] (positiv styrbord)	Høyde over kjøll [m]
1	36.6	34.5	15.0
2	32.0	34.5	15.0
3	-32.0	34.5	15.0
4	-36.6	34.5	15.0
5	-36.6	-34.5	15.0
6	-32.0	-34.5	15.0
7	32.0	-34.5	15.0
8	36.6	-34.5	15.0

Det er forutsatt en horisontalavstand på 1500 meter mellom fairlead og anker. Dette tilsvarer en ankerlinelengde på omlag 1550 meter gitt en vanndybde på 200 meter og en forspenning på 90 tonn.

Det er forutsatt et symmetrisk ankersystem med to liner i hvert av hjørnene og 45 grader mellom hver av line.

2.4 Trusterkonfigurasjon

Figur 2.5 og Tabell 2.3 presenterer trusterkonfigurasjonen som ligger til grunn for de marine simuleringene for MM CS 50. Det er forutsatt at netto trustkraft er, i henhold til ankringsforskriften (Ref. 1), 70 % av brutto trustkraft.



Figur 2.5 Trusterkonfigurasjon – MM CS 50

Tabell 2.3 Truster konfigurasjon – MM CS 50

Trusterkonfigurasjon, skyvekraft og dreiemoment					
Type	Koordinater [m]		Trust	Arm	Moment
	X	Y	[t]	[m]	[t*m]
AZIMUTH 1	50	27	44	57	2506
AZIMUTH 2	20	30	44	36	1590
AZIMUTH 3	-20	30	44	36	1590
AZIMUTH 4	-50	27	44	57	2506
AZIMUTH 5	-50	-27	44	57	2506
AZIMUTH 6	-20	-30	44	36	1590
AZIMUTH 7	20	-30	44	36	1590
AZIMUTH 8	50	-27	44	57	2506
Total			353		16384

2.5 Dypgående

Det er lagt til grunn i analysene at innretningen flyter på operasjonsdypgående. Halvt nedsenkbare innretninger vil normalt deballastere opp til survivaldypgående ved en signifikant bølgehøyde på omlag 9 meter. Dette vil ikke bli gjort i analysene, noe som er konservativt, da vindkoeffisientene relativt til deplasementet er mindre i operasjonsdypgående enn i survivaldypgående, noe som medfører at innretningen roterer og driver saktere.

Videre er de aktuelle DFU-ene i hovedsak kun relevante for en innretning i operasjonsdypgående:

- **Hydrokarbonhendelse:** Tap av brønnskroll er kun aktuelt for en innretning tilkoblet brønn. En flyttbar innretning tilkopledd brønn vil som hovedregel flyte i operasjonsdypgående.
- **Tap av stabilitet:** Det er i stabilitetsforskriften (Ref. 2) ingen krav til skadestabilitet ved andre kondisjoner enn forflytningsdypgående og operasjonsdypgående. Det vil derfor være riktig å basere de marine vurderingene på operasjonsdypgående, da ingen flyttbare innretninger på norsk sokkel er konstruert for å håndtere tap av stabilitet i survivaldypgående.
- **Fare for kollisjon:** Hovedutfordringen med skip på kollisjonskurs er for en flyttbar innretning risikoen vanninntrenging som følge av kollisjon og/eller hydrokarbonhendelse som følge av skade på stigerøret. Hydrokarbonhendelse er ivaretatt av DFUen hydrokarbonhendelse. Kollisjonsskader skal i stabilitetsforskriften (Ref. 2) kun vurderes for operasjonsdypgående. Det vil derfor være riktig å basere de marine vurderingene på operasjonsdypgående, da ingen flyttbare innretninger på norsk sokkel er konstruert for å håndtere kollisjonsskader i survivaldypgående.

2.6 Lastkondisjon

Innretningens tendens til å rotere under påvirkning av vind eller andre kregende momenter er i stor grad styrt av lastkondisjonen, nærmere bestemt metasenterhøyden (GM).

Dropp av ankerlinene i tre av hjørnene på innretningen vil kunne resultere i en betydelig krengevinkel, som for små krengevinkler er omvendt proporsjonal med størrelsen på metasenterhøyden. Det vil bli lagt til grunn en metasenterhøyde på 2 meter i analysene. I tillegg er det foretatt sensitivitetsvurderinger knyttet til effekten fra metasenterhøyden på innretningens respons ved dropp av ankerliner, se avsnitt 5.4.1.3.

3 MILJØ

3.1 Generelt

I analysene vil innretningen bli utsatt for strøm-, bølge- og vind-krefter. Disse kreftene kontrolleres av såkalte miljø- og last-attributter i programvaren. Disse innstillingene kontrollerer hvordan miljøkreftene påvirker responsen til innretningen.

Resultater er kun presentert for vind og bølger kommende rett forfra (0 grader), da dette vil medføre lengst rotasjonstid for optimalisering av sjøsettingsforhold.

Vanndybden er satt til 200 m.

Vannets densitet er satt til 1025 kg/m³ og luftens densitet er satt til 1.225 kg/m³.

3.2 Bølger

Det er benyttet et JONSWAP bølgespektrum for å beskrive sjøtilstanden sammen med en bølgespredningsfaktor på $\cos^4$.

Toppheitsfaktoren γ er satt i tråd med retningslinjene gitt i DNVGL-RP-C205.

3.3 Strøm

Innretningens respons ved dropp av samtlige eller et utvalg av liner vil, for lave vindhastigheter, i stor grad påvirkes av strømforholdene. For å vurdere strømmens effekt på innretningens respons er det gjort simuleringer for tre forskjellige strømkondisjoner; Ingen strøm, 1 m/s strøm med vinden og 1 m/s mot vinden.

Strømhastigheten vil, avhengig av lokasjonen, normal være betydelig lavere enn 1 m/s, og valgte strømhastigheter er derfor å anse som ytterpunktene av strømforholdene man kan oppleve på norsk sokkel.

Tabellen nedenfor presenterer de ulike strømkondisjonene.

Tabell 3.1 Strømkondisjoner

Navn	Beskrivelse	Strømhastighet [m/s]
A	Ingen strøm	0
B	Strøm i samme retning som vind/bølger	1
C	Strøm motsatt retning av vind/bølger	-1

3.4 Vind

Vind er simulert ved å definere en gjennomsnittlig vindhastighet og retning. Variasjon i vindhastighet som funksjon av elevasjon er hensyntatt ved å benytte et ABS høydeprofil. Variasjoner i vindhastighet som funksjon av tiden blir simulert ved å benytte et vindspektrum av type API.

3.5 Relasjon mellom bølge og vind

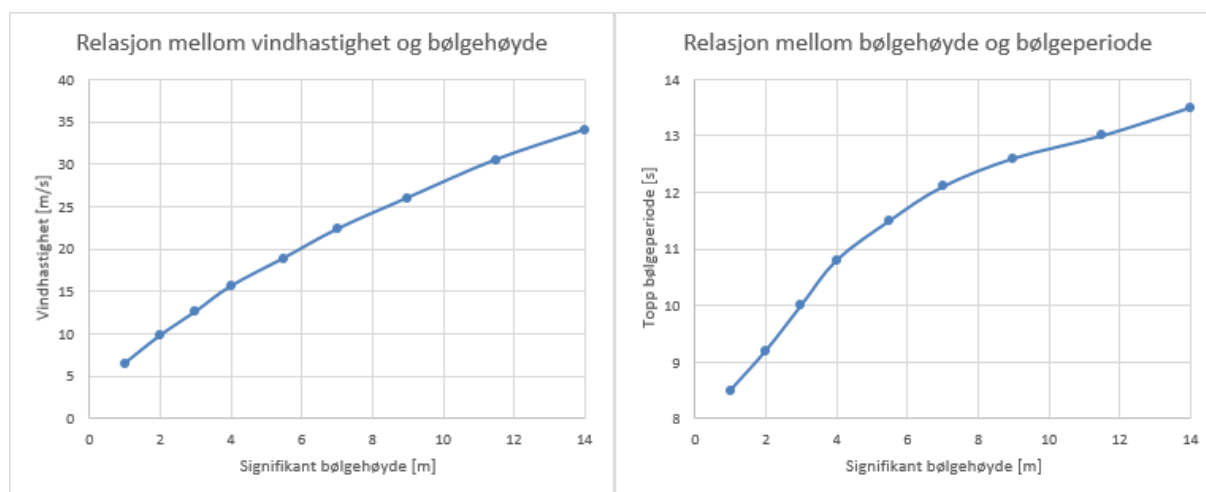
Relasjonen mellom bølgehøyde og vindhastighet er utledet av Beaufort vindskala, se nedenfor. Den benyttede relasjonen forutsetter fullt utviklet sjø, noe som innebærer at vinden har blåst med samme

styrke og retning over tid. Beaufort skalaen gir typisk et vindintervall korresponderende til hvert Beaufort nivå. Dette er presentert i parentes. Middelerdien i vindintervallet vil bli lagt til grunn i analysene.

Tabell 3.2 Beaufort skala

Beaufort skala			
Beaufort nivå	Vindhastighet [m/s]	Signifikant bølgehøyde [m]	Topp bølgeperiode [s]
4	6.5 (5.5 - 7.9)	1	8.5
5	9.8 (8.0 - 10.7)	2	9.2
6	12.6 (10.8 - 13.8)	3	10
7	15.6 (13.9 - 17.1)	4	10.8
8	18.9 (17.2 - 20.7)	5.5	11.5
9	22.3 (20.8 - 24.4)	7	12.1
10	26 (24.5 - 28.4)	9	12.6
11	30.5 (28.5 - 32.6)	11.5	13
12	34 (>32.6)	14	13.5

Relasjonene mellom vindhastighet, bølgehøyde og bølgeperiode er presentert nedenfor.



Figur 3.1 Relasjon mellom vindhastighet, bølgehøyde og bølgeperiode.

Tabell 3.3 presenterer alle relevante kombinasjoner av bølgehøyder og strømkonisjoner som vil bli analysert.

Tabell 3.3 Miljøkonisjoner

Miljø	BF-nivå	Strøm	Navn	Vind-hastighet [m/s]	Vind-hastighet [knop]	Hs [m]	Tp [s]	Strøm-hastighet [m/s]
1	4	A	4A	6.5	13	1	8.5	0
2	4	B	4B	6.5	13	1	8.5	-1
3	4	C	4C	6.5	13	1	8.5	1
4	5	A	5A	9.8	19	2	9.2	0
5	5	B	5B	9.8	19	2	9.2	-1
6	5	C	5C	9.8	19	2	9.2	1
7	6	A	6A	12.6	24	3	10	0
8	6	B	6B	12.6	24	3	10	-1
9	6	C	6C	12.6	24	3	10	1
10	7	A	7A	15.6	30	4	10.8	0
11	7	B	7B	15.6	30	4	10.8	-1
12	7	C	7C	15.6	30	4	10.8	1
13	8	A	8A	18.9	37	5.5	11.5	0
14	8	B	8B	18.9	37	5.5	11.5	-1
15	8	C	8C	18.9	37	5.5	11.5	1
16	9	A	9A	22.3	43	7	11.8	0
17	9	B	9B	22.3	43	7	11.8	-1
18	9	C	9C	22.3	43	7	11.8	1
19	10	A	10A	26	50	9	12.6	0
20	10	B	10B	26	50	9	12.6	-1
21	10	C	10C	26	50	9	12.6	1
22	11	A	11A	30.5	59	11.5	13	0
23	11	B	11B	30.5	59	11.5	13	-1
24	11	C	11C	30.5	59	11.5	13	1
25	12	A	12A	34	66	14	13.5	0
26	12	B	12B	34	66	14	13.5	-1
27	12	C	12C	34	66	14	13.5	1

4 BESKRIVELSE AV PROGRAMVARE OG HYDRODYNAMISKE MODELLER

4.1 Programvare

Programvaren MOSES (Multi-Operational Structural Engineering Simulator) er benyttet i analysene (versjon 07.10.02.11). MOSES kan analysere flytende og bunnfaste strukturer både i frekvensplanet og tidsplanet, og er meget godt egnet til formålet.

Pre- og post-prosessering er utført i MS Excel.

Bevegelsesligningene er, på grunn av problemstillingens art, løst i tidsplanet. Bevegelsesligningene er løst implisitt ved Newmark-metoden, noe som tillater relativt høy beregningshastighet.

Det er benyttet et tidsskritt på 1 sekund i simuleringene, og det er foretatt konvergenstester som bekrefter at valgt tidsskritt er tilstrekkelig lavt. Lengden på simuleringen avhenger av innretningstype og evakueringsalternativ.

Det er foretatt overordnede verifikasjonstester i tidplanverktøyet Orcaflex. Resultatene i Orcaflex indikerer generelt bra samsvar med simuleringene foretatt i MOSES.

4.2 Hydrodynamiske modeller

Formålet med den hydrodynamiske modellen er å estimere responsen innretningen vil oppleve når man frigjør forankringslinjer, eventuelt under assistanse av trustere.

Viskøs demping er introdusert i modellen ved å linearisere Morison drag på skroget.

Vindkoeffisientene og strømkoeffisientene til innretningene er basert på vindmodellforsøk. Vindmodelltester er foretatt både for den neddykkede delen av skroget, og den del av skroget som er over vann. For testene som er gjort for delen over vann, så er et typisk vindhastighetsprofil og turbulensprofil simulert i vindtunnelen.

I MOSES er det definert to punkter, ett over vann og ett under vann, hvor den relative hastigheten mellom punktene og miljøet måles. Miljøkraften kan etableres ved å multiplisere den relative hastigheten i andre potens med kraft-koeffisienten.

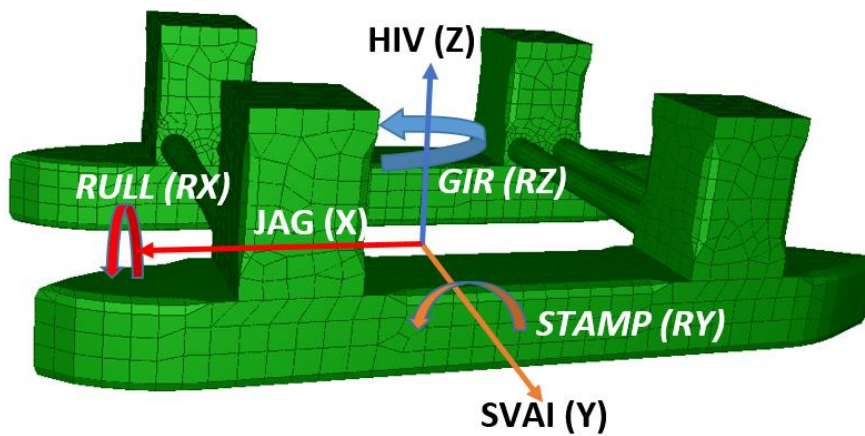
Fortøyningslinjer kan inkluderes enten ved bruk av såkalte kjedelinje elementer, eller ved bruk av ikke-lineære hengslede rør. For den aktuelle problemstillingen vil det være tilstrekkelig å beskrive strekk og respons ved bruk av kjedelinjefunksjoner, da dynamisk respons i linen er av mindre betydning.

4.3 Koordinatsystem

Avhengig av hva man ønsker å beskrive, vil det være naturlig å benytte enten et globalt eller lokalt koordinatsystem. Ved starten av hver simulering etableres det et globalt koordinatsystem. Dette er fiksert i rommet og er benyttet til å monitorere innretningens posisjon og hastighet. Origo av det globale koordinatsystemet er ved stille vannsnivå med Z-aksen pekende oppover.

Innretningen har sitt eget lokale koordinatsystem som benyttes til å beskrive innretningens orientering og rotasjoner.

Origo er plassert i senter av innretningen langs kjølen. Se Figur 4.1 hvor de ulike frihetsgradene benevnes.



Figur 4.1 Koordinatsystem

Retningen på miljøet er gitt mot klokka fra x-aksen, som går langs skips. Det vil si at 0 grader gir bølger som propagerer i negativ x retning, og 90 grader gir bølger som propagerer i negativ y retning.

5 RESULTATER

5.1 Generelt

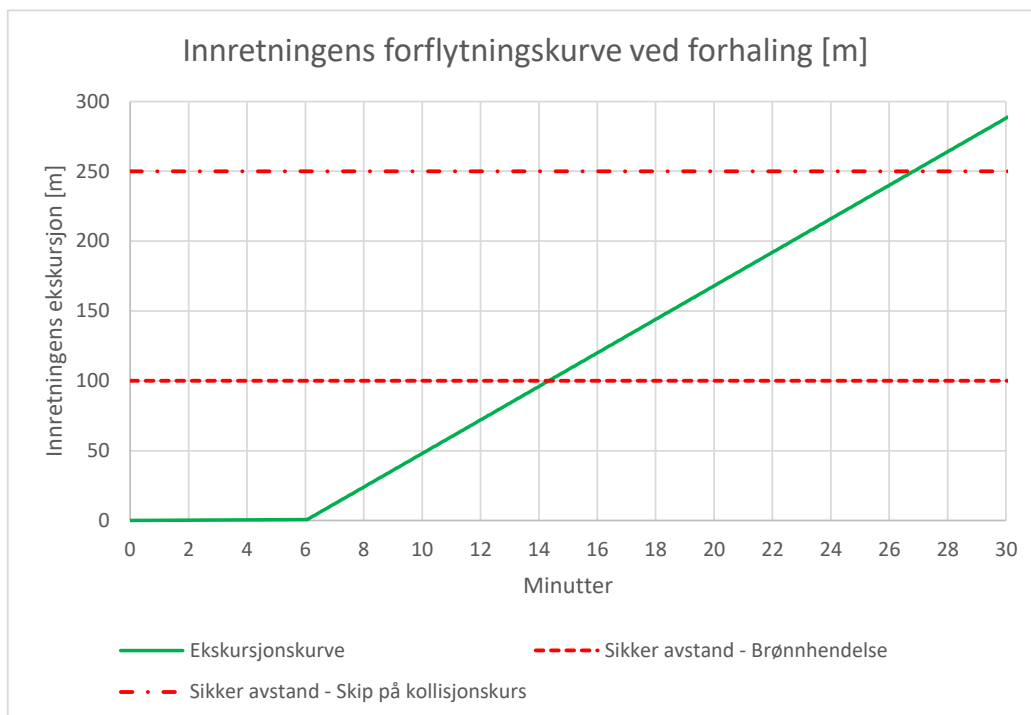
Dette avsnittet oppsummerer resultatene fra de marine simuleringene. Resultatene er presentert i følgende rekkefølge:

- **Evakueringsalternativ A1 - Forflytte ved forhaling**
 - Innretning på Anker/ATA
- **Evakueringsalternativ A2 - Forflytte ved dropp av ankerliner og eller bruk av trusterkraft**
 - Innretning på Anker
 - Innretning på ATA
 - Innretning på DP
- **Evakueringsalternativ B – Dreie innretning for optimalisering av sjøsettingsforhold for livbåter**
 - Innretning på Anker
 - Innretning på ATA
 - Innretning på DP

5.2 Evakueringsalternativ A1 – Forflytte innretning ved forhaling

Figur 5.1 presenterer innretningens forflytningskurve ved forhaling. Som det går frem av figuren, vil det ta om lag 14 minutter å nå sikker sone ved brønnehendelse, som antas å være 100 meter. Det vil ta om lag 27 minutter å nå 250 meter, som er definert som sikker avstand ved skip på kollisjonskurs.

Kurven er basert på en horisontal forflytningshastighet på 12 meter pr minutt og en mobiliseringstid på totalt 6 minutter.

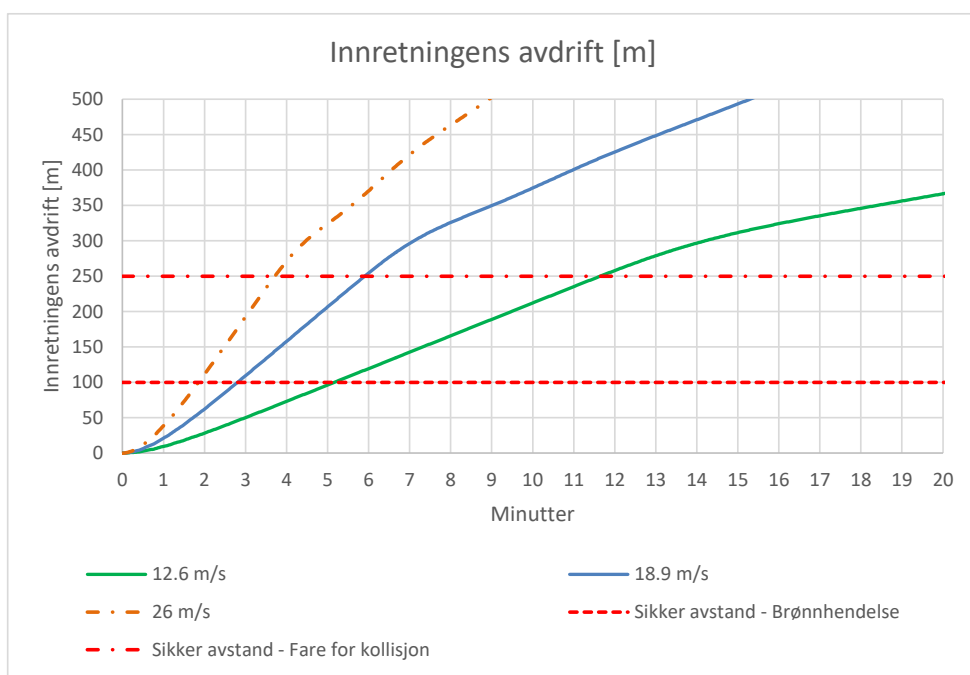


Figur 5.1: Innretningens forflytningskurve ved forhaling

5.3 Evakueringsalternativ A2 – Forflytte ved dropp av ankerliner og eller bruk av trusterkraft

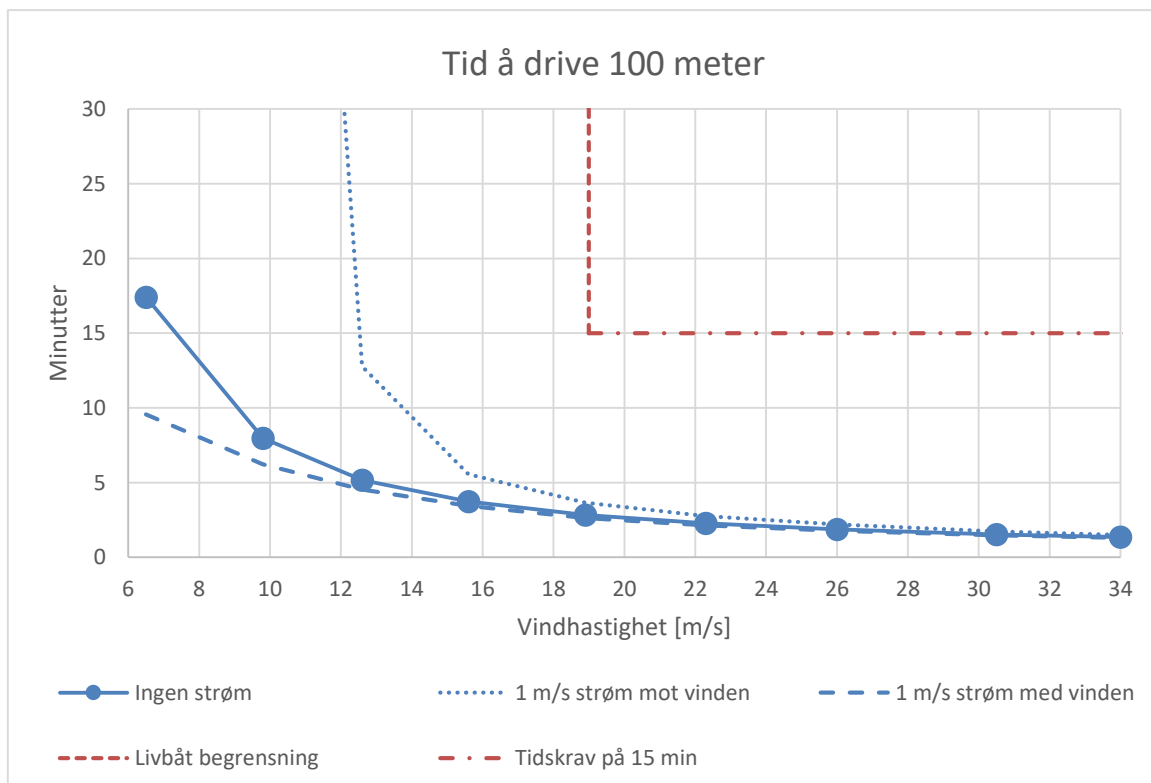
5.3.1 Innretning på Anker

Figur 5.2 presenterer innretningens avdriftskurve etter dropp av samtlige ankerliner, ved tre ulike vindhastigheter, uten strømpåvirkning. Det fremgår av figuren at innretningen vil bruke fra 2 til 5 minutter på å drive 100 meter og mellom 4 og 12 minutter å drive 250 meter.



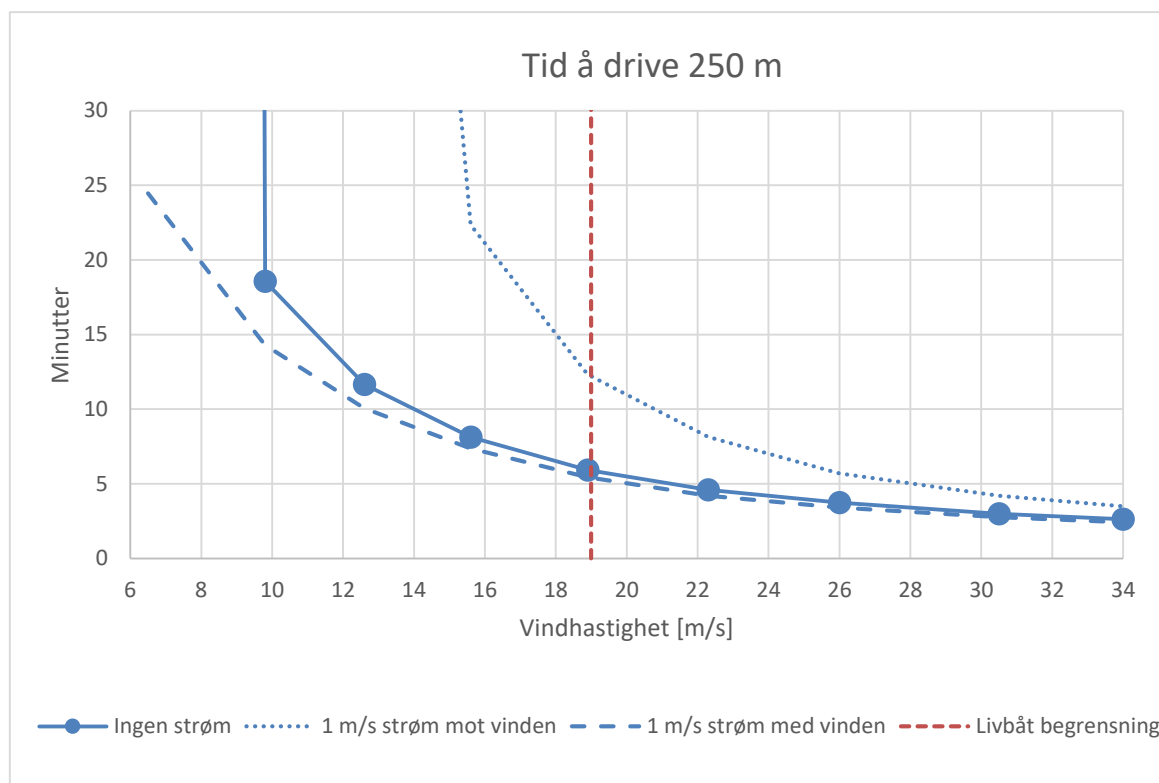
Figur 5.2 Innretningens avdrift

Figur 5.3 viser hvor lang tid det tar å nå sikker sone ved ulike vind- og strømforhold. En vil ved å droppe samtlige ankerliner drive til sikker sone innenfor 3-4 minutter under alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes opp mot vinden ($>19\text{m/s}$). Av figuren kan man se at strømforholdene, presentert med stiplede linjer, ikke har stor betydning for hvor raskt innretningen driver ved høye vindhastigheter.



Figur 5.3 Tid å forflytte 100 meter for innretning på anker

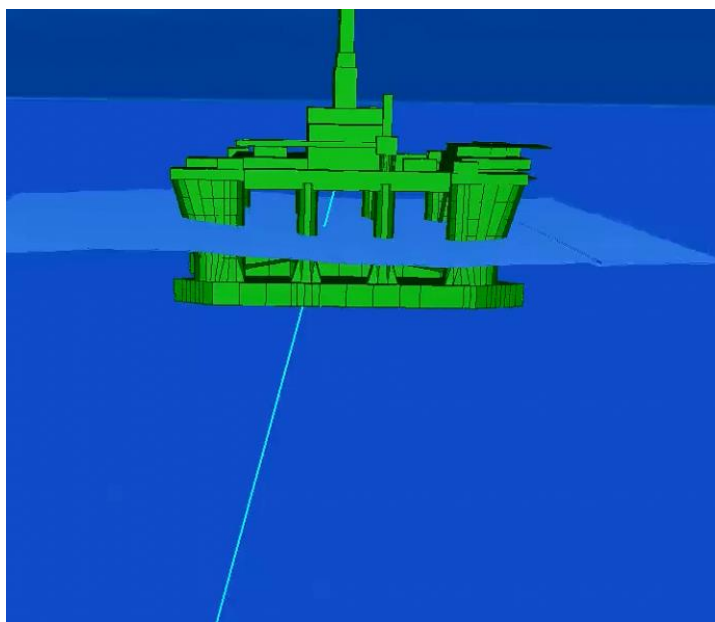
Figur 5.4 viser hvor lang tid det tar å drive til sikker sone ved skip på kollisjonskurs. En vil ved å droppe samtlige ankerliner drive til sikker sone innenfor 6 - 12 minutter under alle vindforhold hvor livbåt ikke kan benyttes opp mot vinden ($>19\text{m/s}$). Av figuren kan man se at strømforholdene, presentert med stiplede linjer, har signifikant betydning for hvor raskt innretningen driver ved lave vindhastigheter.



Figur 5.4 Tid å forflytte 250 meter for innretning på anker

5.3.1.1 Innretning på anker - Frakopling fra brønn feiler

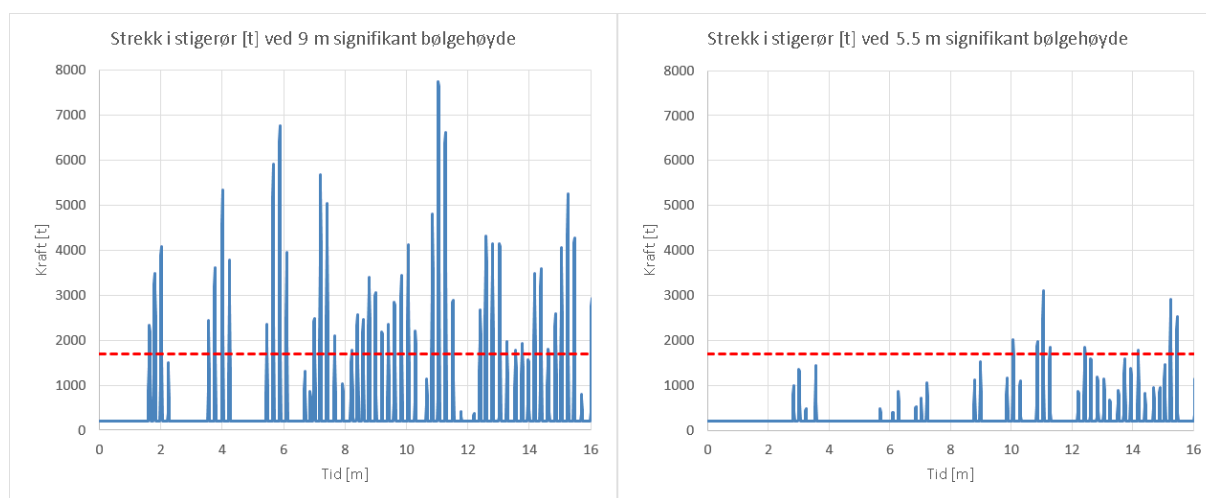
Dersom en ønsker å benytte innretningen som evakueringsmiddel, ved å forflytte innretningen, må stigerør/LMRP koples fra brønnen. Det kan potensielt forekomme at stigerør/LMRP ikke lar seg koble fra brønnen. I de fleste tilfeller vil en i en slik situasjon velge å benytte tilgjengelige livbåter på innretningen. Dersom en likevel beslutter å gjennomføre forflytningen, da de tilgjengelige livbåtenes værkriterier er overskredet, vil innretningen måtte forsøke å «rive seg løs» fra brønnen. Dersom denne løsningen velges vil dette trolig medføre stor skade på BOP/undervannsstruktur. Det antas at denne løsningen ikke vurderes for andre hendelser enn ved tap av brønnkontroll. På en forankret rigg uten trusterkraft vil en, dersom en velger denne løsningen, trolig slippe ankerlinene i tre av hjørnene, for å forsøke å drive av lokasjon, alternativt benytte ankerlinene til å forhale seg bort fra hendelsen.



Figur 5.5 Simulering av mislykket frakopling fra brønn

Vindhastigheten vil, i de tilfeller hvor værkriteriene for bruk av livbåt er overskredet, være over 19 m/s, med tilhørende signifikant bølgehøyde på 5.5 m, noe som vil gi betydelige krefter fra innretningen på stigerør. Det er gjennomført simuleringer for å vurdere sannsynligheten for at stigerør vil «rives løs» ved 5,5 m signifikant bølgehøyde og 9 meter signifikant bølgehøyde. Det er lagt til grunn X80 kvalitet på stigerør, som er konservativt (620 MPa i bruddspenning). Den røde stiplet linjen i Figur 5.6 presenterer stigerørets bruddstrekk på 1700 tonn. Som vist i figuren vil innretningen kunne «rive seg løs» allerede ved en signifikant bølgehøyde på 5,5 m. Sannsynligheten for å «rive seg løs» øker når den signifikante bølgehøyden økes, noe som fremgår av simuleringene for 9 meter Hs, som er den antatt høyeste bølgehøyden hvor innretningen er tilkoblet brønnen.

Det er sannsynlig at andre komponenter, som f.eks. flex joint, vil ryke ved et lavere strekk enn stigerørets bruddstyrke som er lagt til grunn i simuleringen. For innretninger på ATA og DP vil innretningens trusterkraft, i tillegg til bølgekraft, bidra til å øke belastningen på stigerør dersom det besluttes å forsøke å «rive seg løs» fra brønnen.



Figur 5.6 Strekk i stigerør ved 9.0 m og 5.5 m signifikant bølgehøyde

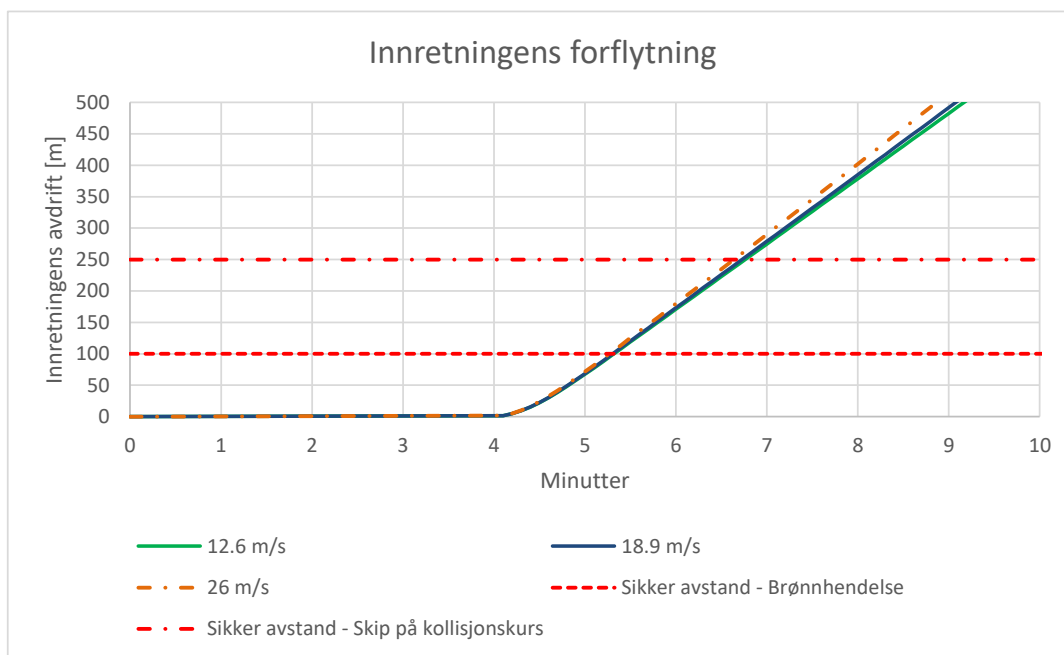
Dersom en beslutter å «rive seg løs» fra brønnen vil det kunne oppstå friksjon mellom stigerør og moonpool området, som kan føre til gnistdannelse i området. Brannmonitor eller deluge i moonpool området vil bidra til å redusere sannsynligheten for antennelse.

5.3.2 Innretning på ATA

Figur 5.7 presenterer innretningens forflytningskurve etter dropp av samtlige ankerlinjer, ved tre ulike vindhastigheter. Strømmens innvirkning på forflytningen er ikke illustrert, da denne har liten effekt på forflytningshastigheten. Det er lagt til grunn at det vil ta om lag 4 minutter å frigjøre seg fra ankerlinene. Basert på simuleringene vil innretningen bruke henholdsvis 5 og 6.5 minutter fra beslutning om forflytning er tatt til innretningen har forflyttet seg 100 og 250 meter.

Det er lagt til grunn i simuleringene at innretningen forflytter seg sideveis bort fra hendelsen.

Dersom innretningen mister trusterkraft, vil simuleringen gjennomført for innretning på anker være veiledende.

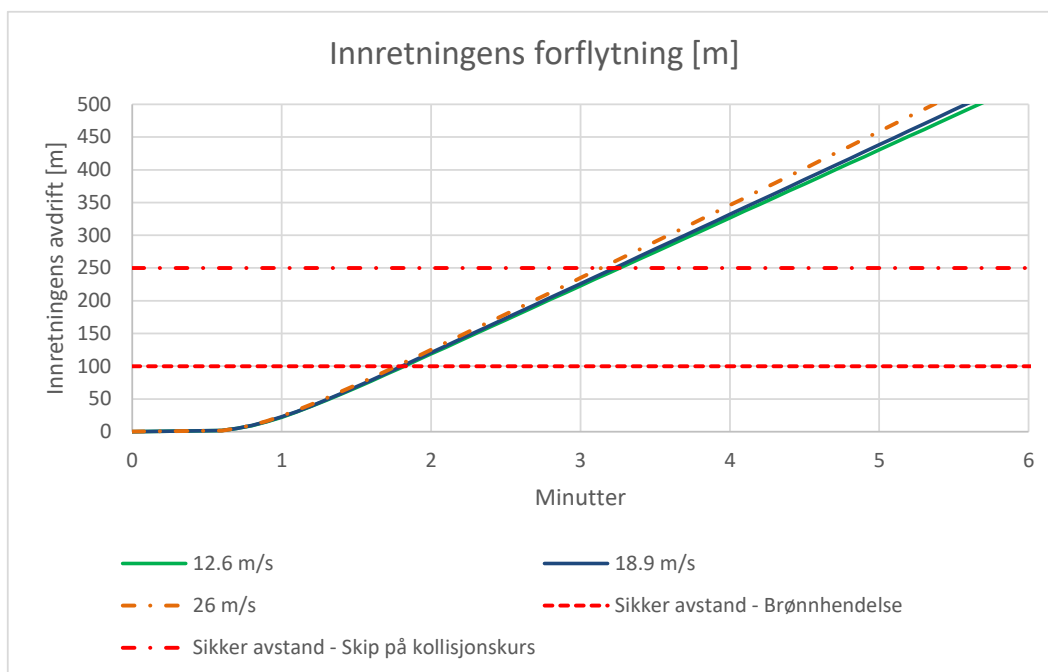


Figur 5.7 Forflytningskurve – Innretning på ATA

5.3.3 Innretning på DP

Figur 5.8 presenterer innretningsens forflytning ved tre ulike vindhastigheter. Det fremgår av figuren at innretningen vil forflytte seg sideveis 100 meter på omlag 1.5 minutt og 250 meter på drøyt 3 minutter.

Det vil ta noe tid fra man gir instruks om ny posisjon/orientering i DP-system til man oppnår full kraft på trusterene. Det er som et konservativt anslag lagt til grunn en forsinkelse på 30 sekunder.

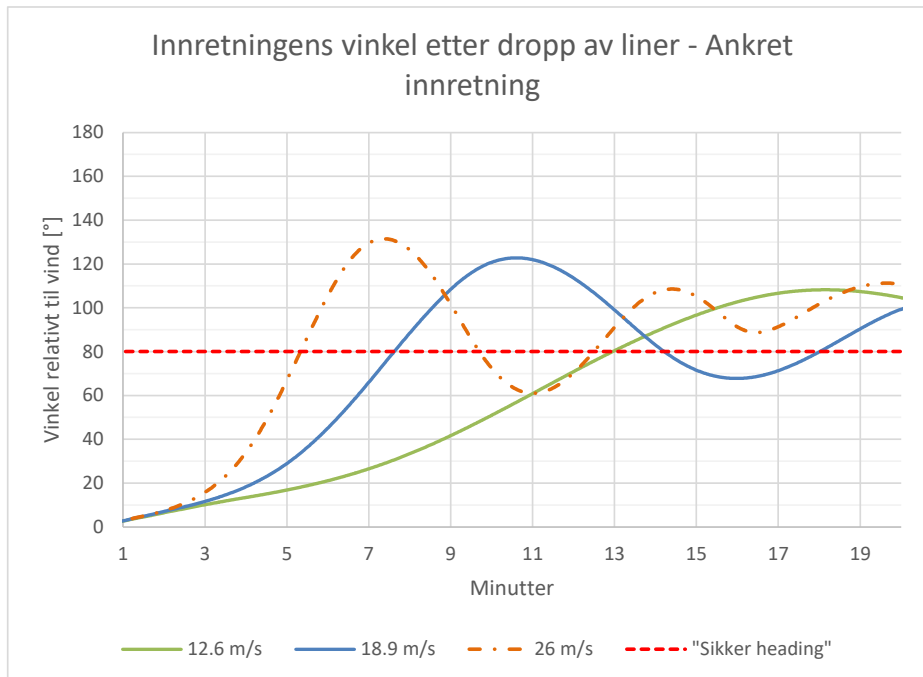


Figur 5.8 Forflytningskurve for innretning på DP

5.4 Evakueringsalternativ B – Dreie innretnings for optimalisering av sjøsettingsforhold

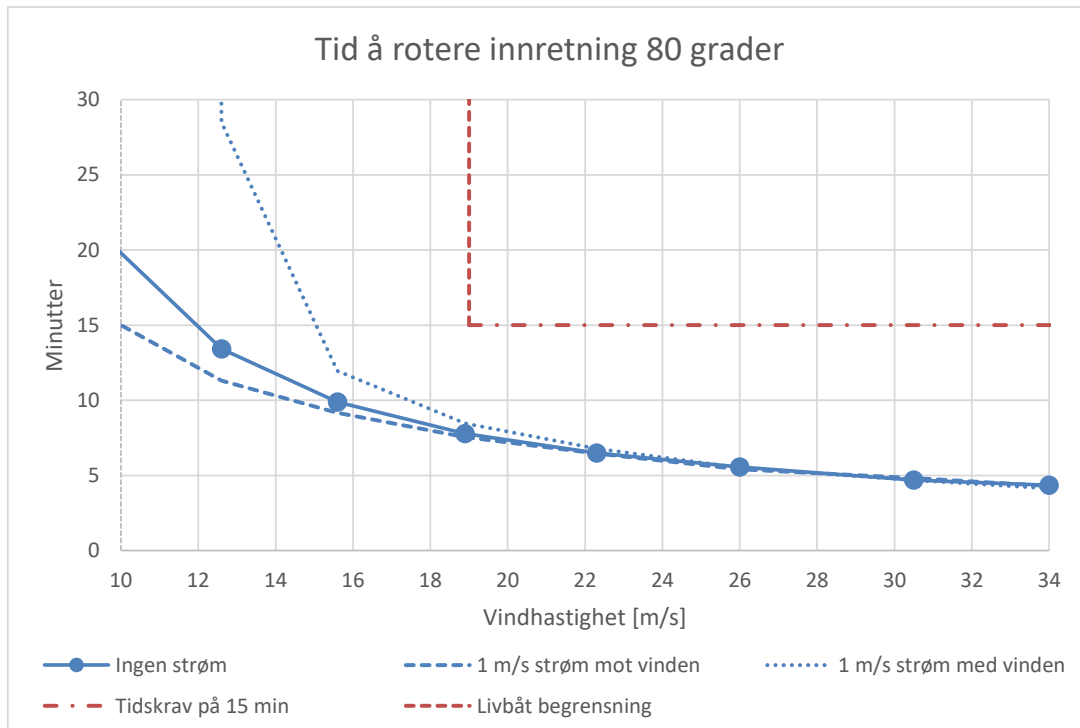
5.4.1 Innretning på Anker

Figur 5.9 presenterer innretningsens dreiningsvinkel etter dropp av ankerlinene i tre av hjørnene på innretningen. Det fremgår av figuren at innretningen bruker, avhengig av vindhastighet, fra 5 til 13 minutter på å rotere 80 grader, som er den orienteringen som er nødvendig for å optimalisere utsettingsforholdene for livbåtene.



Figur 5.9 Innretningens vinkel etter dropp av et utvalg av ankerliner

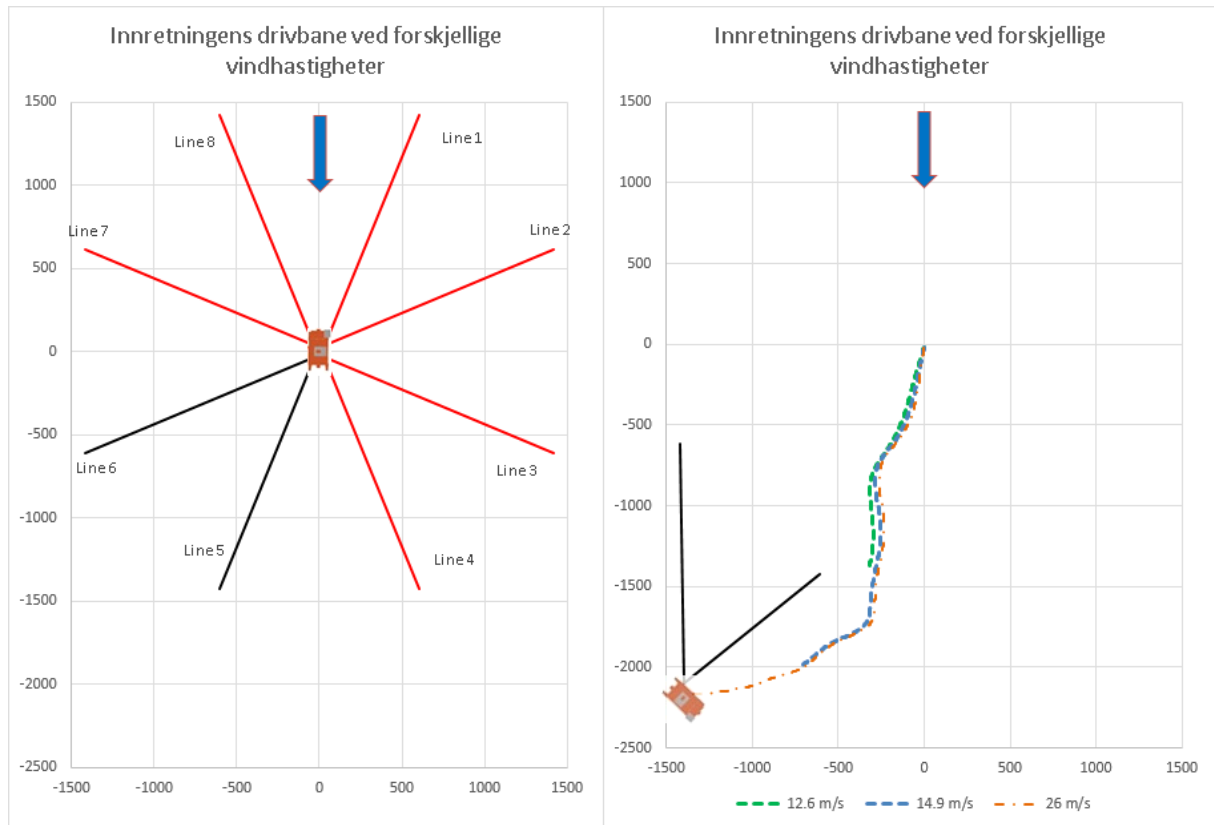
Figur 5.10 viser at en ved å droppe et utvalg av ankerliner vil kunne dreie innretningen 80 grader, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåter, innenfor 15 minutter ved de vindforhold hvor livbåtene ikke kan benyttes opp mot vinden (>19 m/s). Av figuren ser man at strømforholdene, presentert med stiplede linjer, ikke har stor betydning for hvor raskt innretningen dreier ved høye vindhastigheter. Ved lave vindhastigheter vil strøm i motsatt retning av vinden og bølgene bidra til å rotere innretningen hurtigere, da den relative hastigheten mellom innretningen og vannet blir større. Strøm i samme retning som vinden og bølgene vil redusere hastigheten som innretningen dreier med på grunn av lavere relativ hastighet mellom innretning og vannet.



Figur 5.10 Tid til å rotere innretningen 80 grader

5.4.1.1 Innretningens drivbane

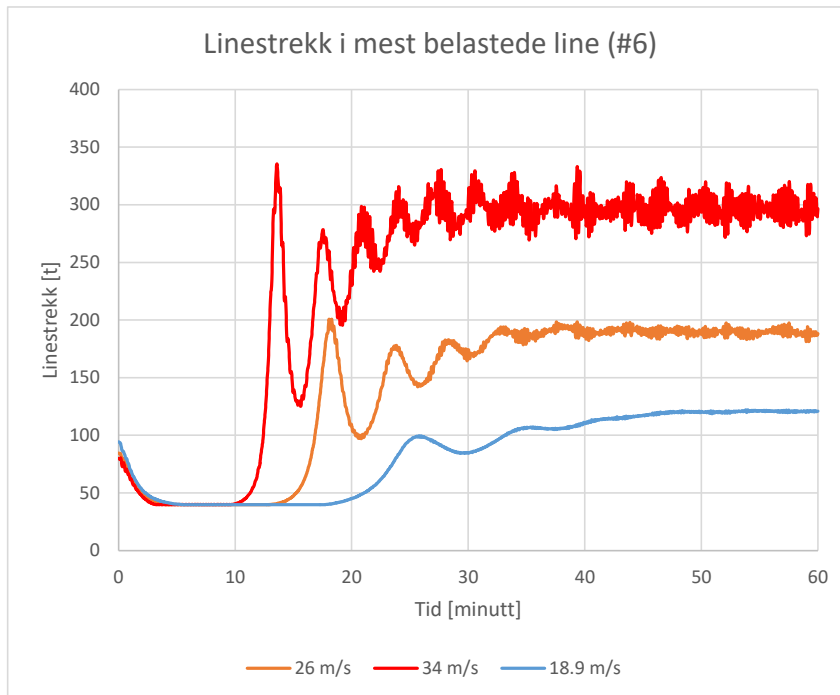
Figur 5.11 presenterer innretningens drivbane etter dropp av ankerlinene i tre av hjørnene. Som det går frem av figuren er innretningens drivbane i stor grad styrt av retningen på miljøkreftene (vind, bølger og strøm). Strekket i de gjenværende ankerlinene vil hurtig avta, og innretningen vil drive relativt upåvirket av ankerlinene inntil innretningens avdrift er så stor at gjenværende ankerliner igjen belastes. Innretningen vil i denne prosessen typisk dreie et sted mellom 90 og 180 grader, før den til slutt ender opp i en ny likevekstposisjon nedstrøms av ankeret til de gjenværende ankerlinene. Ved lave vindhastigheter vil miljøkreftene ikke overvinne friksjonskraften mellom bunnkjetting og havbunnen, noe som begrenser avdriften. Dette illustreres i Figur 5.11, hvor man tydelig kan se at avdriften er mindre ved lave vindhastigheter.



Figur 5.11 Innretnings drivbane

5.4.1.2 Linestrek i gjenværende liner

Linestrek i de gjenværende ankerlinene vil, avhengig av miljøforholdene, kunne bli betydelige. Figur 5.12 presenterer linestrek i den høyest belastede gjenværende ankerlinen (#6). Der fremgår av figuren at man kan forvente et linestrek på over 300 tonn ved 34 m/s vindhastighet, som er høyeste analyserte miljø. Det analyserte strekket er langt under ankerlinens bruddstyrke på 612 tonn, og det er derfor liten risiko for linebrudd. Det kan imidlertid være, avhengig av grunnforhold, stor risiko for dregging av ankeret da ankerlinen blir belastet i motsatt retning av den retningen ankeret ble satt med. Dersom ankeret brykkes opp, vil det sannsynligvis legge seg på ryggen med flukene pekende oppover, med liten sannsynlighet for å resette. Selv om ankeret ikke resetter seg, vil det sammen med kjettingen som ligger på bunn sette opp en friksjonskraft som vil bidra til bremse innretnings drift. Se kapittel 4.1.6 i hovedrapporten for mer utfyllende informasjon.

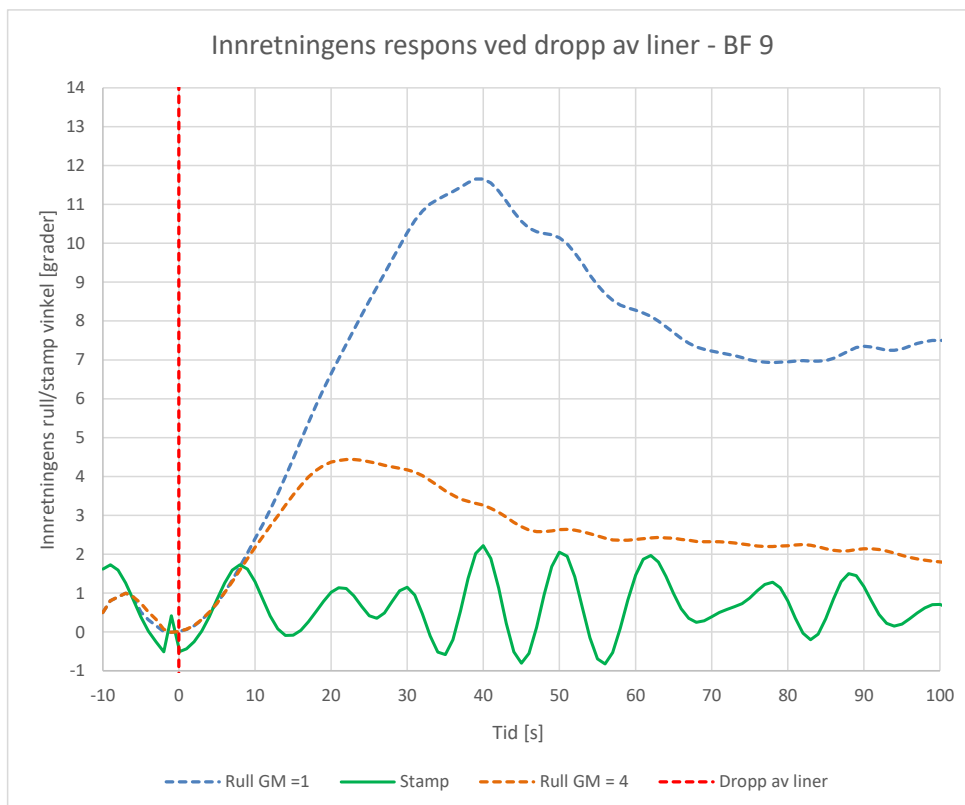


Figur 5.12 Ankerlinestrek

5.4.1.3 Innretningens respons ved dropp av et utvalg av liner

Innretningen vil etter dropp av et utvalg av ankerliner kunne oppleve en betydelig krengevinkel. Figur 5.13 presenterer innretningens respons ved dropp av ankerliner i Beaufort 9 (~22 m/s vindhastighet). Som det fremgår av figuren er resulterende krengevinkel i stor grad påvirket av hvor tungt innretningen er lastet, nærmere bestemt metasenterhøyden (GM). Figuren presenterer responsen ved GM 1 meter og GM 4 meter, noe som kan anses å være ytterpunktene som flyttbare innretninger opererer innenfor. Det er i simuleringene, som en konservativ antagelse, lagt til grunn at ankerlinene frigjøres umiddelbart. I praksis vil utløsningen av ankerlinene kunne ta noe tid, typisk opp mot 4 minutter, noe som vil resultere i en reduksjon av den transiente krengevinkelen forbundet med dropp av ankerlinene. Likevektsvinkelen under avdrift, som man typisk oppnår etter om lag 1 minutt, vil ikke påvirkes av utløsningshastighet. Av figuren ser man at likevektsvinkelen er henholdsvis 7.5 grader og 2 grader ved GM 1 meter og GM 4 meter.

Likevektsvinkelen under avdrift er styrt av kregemomentet fra miljøet, metasenterhøyden relativt til deplasementet, antall gjenværende ankerliner, posisjon på ankerlinenes ledehjul, og kjettingdiameter. Spesielt vil antall gjenværende ankerliner, ankerlinedimensjon og vanddybde kunne påvirke kregemomentet betydelig, da kregende moment er proporsjonalt med vekten av kjettingen mellom havbunnen og ledehjulet. Imidlertid vil man ofte benytte fiber-inserts, spesielt på dypt vann, noe som vil betydelig begrense kregemomentet, og den resulterende krengevinkelen.

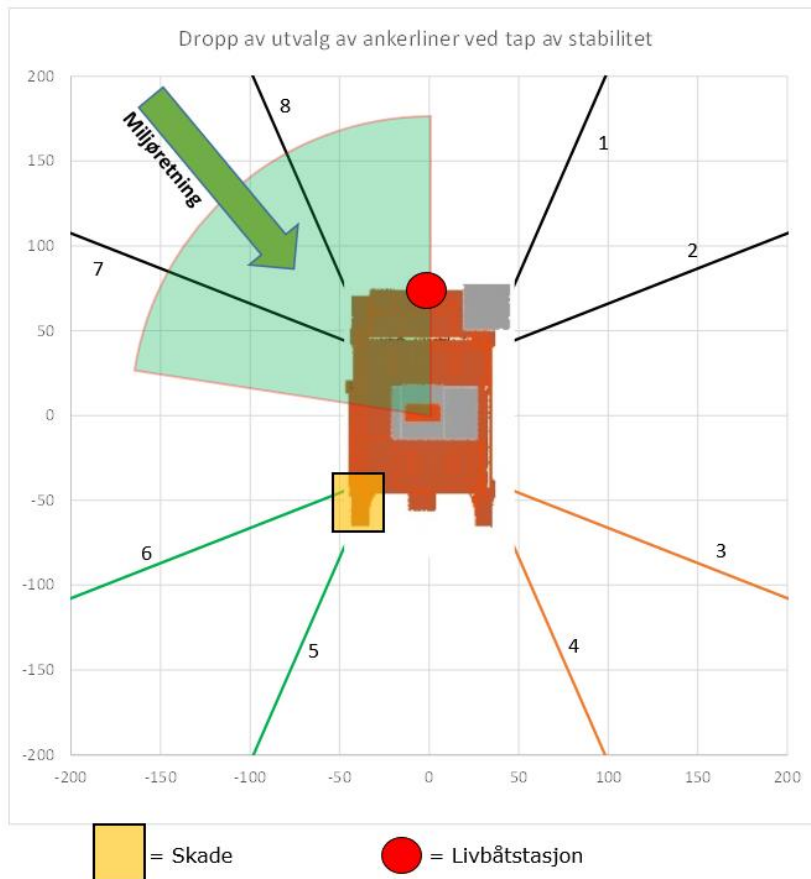


Figur 5.13 Innretningens respons ved dropp av et utvalg av ankerlinjer.

5.4.1.4 Dropp av utvalg av liner ved skade

Tap av stabilitet vil kunne medføre, avhengig av metasenterhøyde og skadens omfang, betydelige krengevinkler. Ved store krengevinkler er det viktig at man ikke forverrer krengevinkelen ved dropp av et utvalg av ankerlinjer. Dette ivaretas ved å sørge for at man ikke beholder linene i samme kvadrant som skaden. Som et eksempel ville man ved miljø fra forut-babord kvadrant, se Figur 5.14, for en intakt innretning ha droppet alle liner bortsett fra line 5 og 6 for å dreie innretningen. Dersom man har en skade i denne kvadranten, som indikert på figur, bør man i istedenfor droppe samtlige liner bortsett fra line 3 og 4 for å unngå å forverre den flytende kondisjonen. Dette vil imidlertid medføre noe lengre tid for dreining, samt en mer ukontrollert drivbane.

Det vil ikke fungere å droppe alle liner bortsett fra linene i et av hjørnene som er på samme side som livbåtstasjonen, da dette ikke vil medføre tilstrekkelig dreining for tilgjengeliggjøring av livbåtene.



Figur 5.14 Dropp av utvalg av liner ved tap av stabilitet

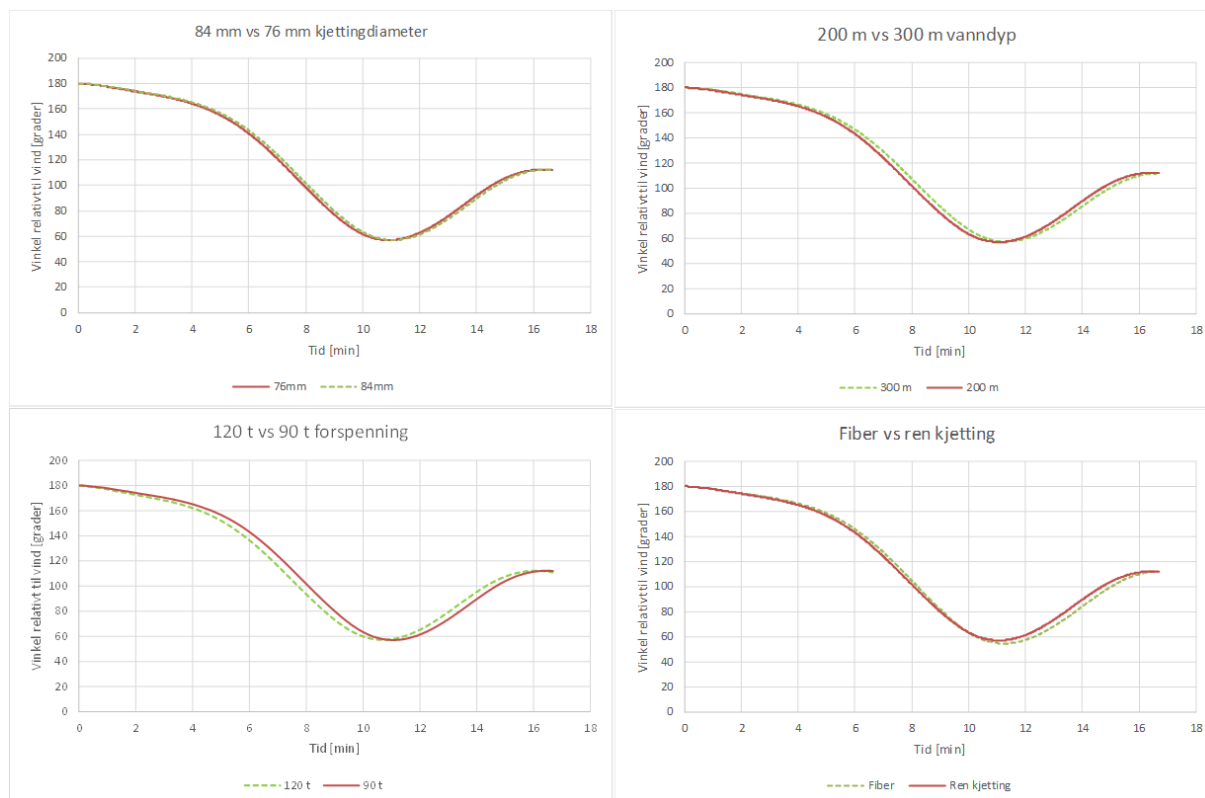
5.4.1.5 Vurdering av ankersystemets effekt på innretningens dreiehastighet

Hastigheten som innretningen dreier med etter dropp av et utvalg av ankerlinjer vil kunne påvirkes av forutsetningene som ligger til grunn for de marine simuleringene. Det er gjennomført sensitivitetsvurderinger knyttet til følgende parametere:

- Kjettingdiameter
- Vanddyp
- Forspenning av ankerlinjer
- Effekt av fiber-inserts i ankerlinjer

Figur 5.15 presenterer innretningens vinkel relativt til vinden etter dropp av et utvalg ankerlinjer i 19 m/s vindhastighet. Det fremgår av figuren at hverken kjettingdiameter, vanddyp, forspenning eller bruk av fiber i ankerlinene har en stor påvirkning på hastigheten som innretningen dreier med.

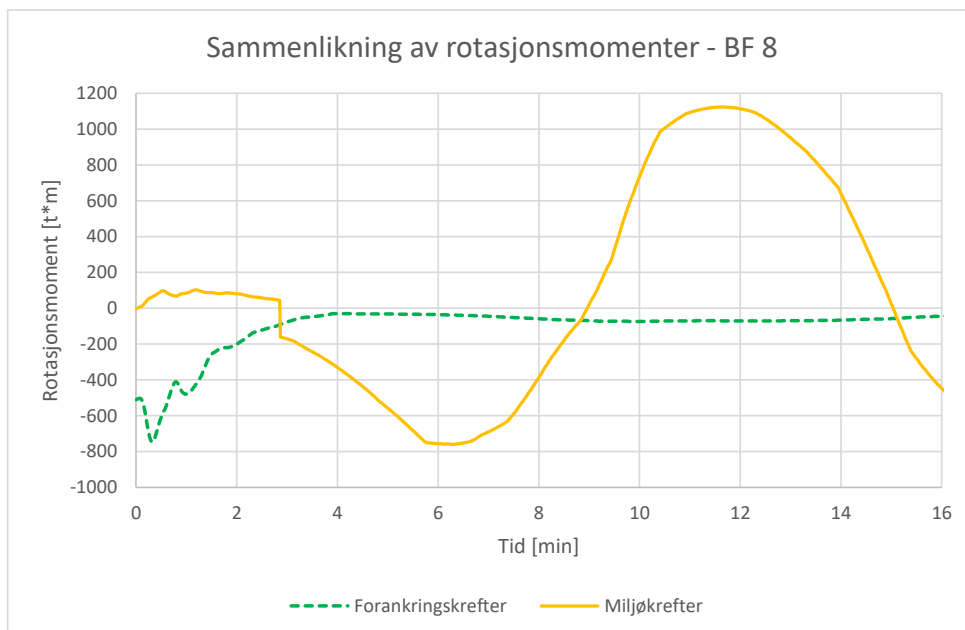
Lengden på fiber-insert er til informasjon 800 meter, med 1000 meter bunnkjetting og 200 meter toppkjetting.



Figur 5.15 Sensitiviteter knyttet til vanndyp og forankringssystem

Årsaken til at effekten av endringer knyttet til forankringssystemet er liten kan man se tydelig av Figur 5.16. Det fremgår av figuren at rotasjonsmomentet (i gir) fra forankringskreftene er, bortsett fra helt i starten, veldig små relativt til størrelsen på rotasjonsmomentet fra miljøkreftene. Dette medfører at moderate endringer knyttet til forankringssystemet vil ha en ubetydelig effekt på hastigheten innretningen dreier med ved dropp av et utvalg av ankerlinjer.

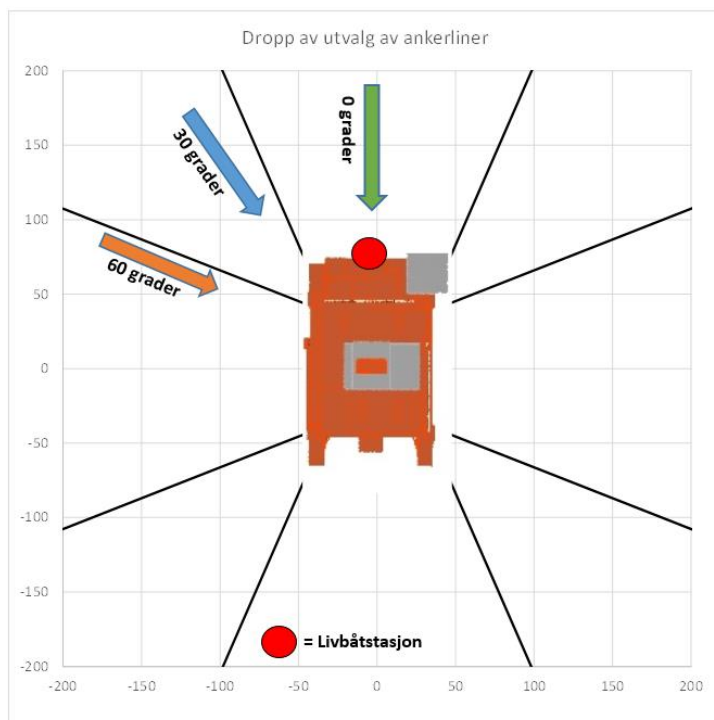
Tilsvarende vil forankringssystemet ha liten påvirkning på hvor fort innretningen driver. Horisontalstrekket fra de gjenværende ankerlinjene vil hurtig avta, noe som gjør at forankringslinjene i liten grad vil påvirke drivhastigheten. Tiden det tar å drive til sikker sone er i all hovedsak styrt av størrelsen på miljøkreftene relativt til innretningens treghet mot å forflytte seg.



Figur 5.16 Sammenlikning av rotasjonsmomenter (i gir)

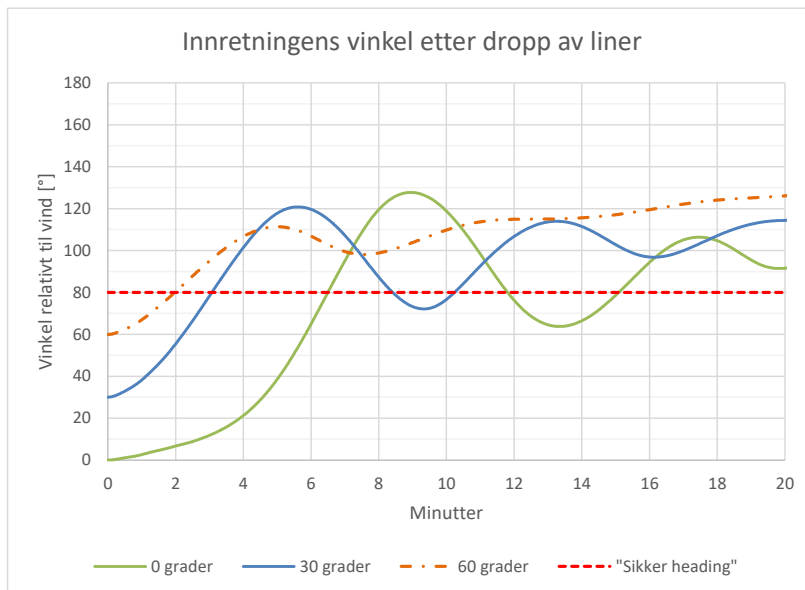
5.4.1.6 Vurdering av miljøretningens effekt på tidsbruken knyttet til dreining av innretning

Basert på tilgjengelighetsplottet for en generisk lårelivbåt vil det være behov for å dreie innretningen, for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene, ved miljøretninger innenfor +/- 80 grader relativt til baugen. Figur 5.17 presenterer tre forskjellige miljøretninger som er analysert for å finne den miljøretningen hvor det tar lengst tid å rotere innretningen til sikker orientering, det vil si 80 grader relativt til baugen. Det er foretatt beregninger for 0 grader, 30 grader og 60 grader relativt til baugen.



Figur 5.17 Forskjellige miljøretninger

Det fremgår av Figur 5.18 at det tar lengst tid å dreie til sikker orientering (80 grader) ved miljø kommende rett mot baugen, det vil si miljø fra 0 grader. Basert på dette ble alle beregninger i studien basere seg på miljø fra 0 grader, da dette medfører den lengste rotasjonstiden.

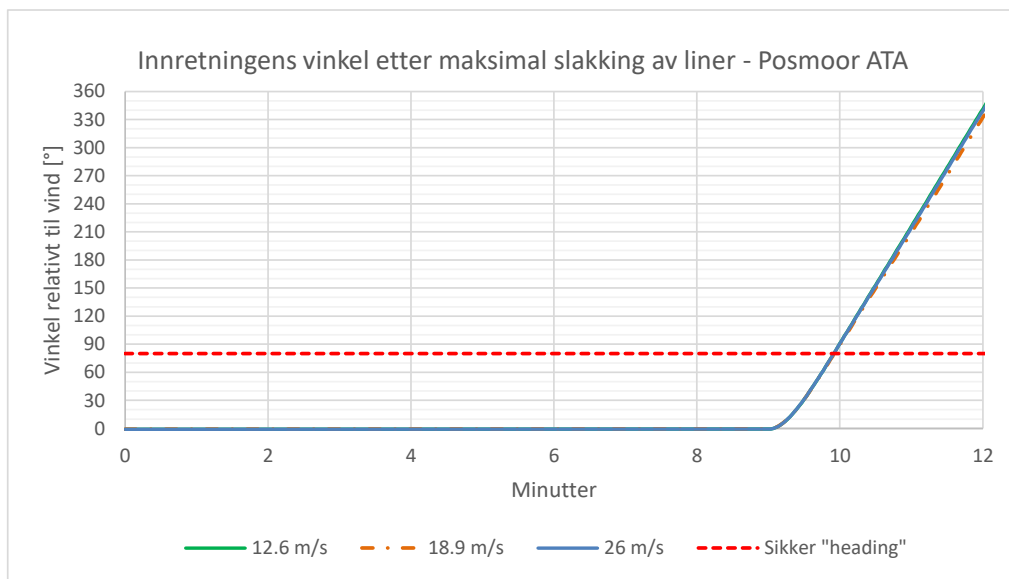


Figur 5.18 Effekt fra miljøretning på tid til å dreie innretningen

5.4.2 Innretning på ATA

Dersom innretningens lokasjon vanskeliggjør dropp av ankerliner, og værforholdene ikke tillater utsetting av livbåter, vil en ved å slakke ut ankerlinene og benytte trusterkraft kunne dreie innretningen for å optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene.

Det er lagt til grunn at det tar 9 minutter å oppnå tilstrekkelig slakk i ankerlinene, se kapittel 3.6 i hovedrapporten. Figur 5.19 viser at etter å ha slakket ankerlinene tilstrekkelig vil innretningen respondere som om den var på DP, og dreie hurtig. I realiteten vil innretningen kunne starte dreining samtidig som ankerlinene låres, og total nødvendig tid til dreining er derfor å anse som et konservativt anslag. Figuren viser at det vil ta ca. 10 minutter å dreie innretningen 80 grader, og dermed optimalisere sjøsettingsforholdene for livbåtene. Dreiningstiden er, som figuren viser, svært lite påvirket av vindforholdene.



Figur 5.19 Innretningens vinkel etter maksimal slakking av liner

6 REFERANSER

- 1 Sjøfartsdirektoratet; *Forskrift om posisjonerings- og ankringssystemer på flyttbare innretninger (Ankringsforskriften 09), FOR 2009-07-10-998, 01.01.2011*
- 2 Stabilitetsforskriften; *Forskrift om stabilitet, vanntett oppdeling og vanntette/værtette lukningsmidler på flyttbare innretninger, Januar 1992*