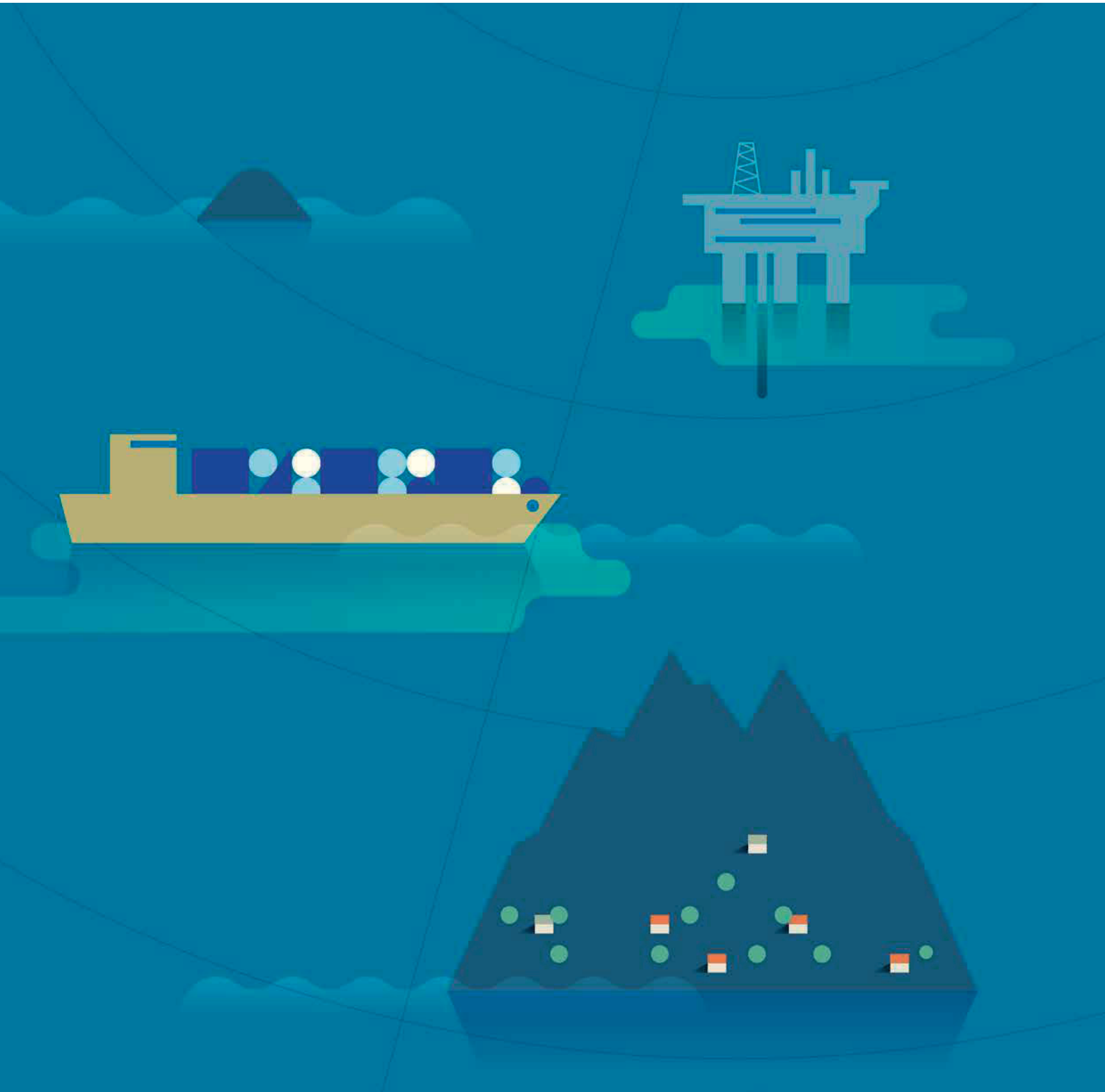
FAGLIG FORUM FOR NORSKE HAVOMRÅDER

M-1304 | 2019

Risiko for og beredskap mot akutt forurensning – endringer og utviklingstrekk

Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten



Refereres som: Risiko for og beredskap mot akutt forurensning – endringer og utviklingstrekk. Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. M-1304/2019

Grafisk design: Skipnes Kommunikasjon AS

Forord

Regjeringen skal som melding til Stortinget i 2020 legge fram en revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten samt oppdatering av forvaltningsplanene for Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk av ressurser og økosystemtjenester og samtidig opprettholde økosystemenes struktur, virkemåte, produktivitet og naturmangfold. Faglig forum for norske havområder og Den rådgivende gruppen for overvåking (Overvåkingsgruppen) er ansvarlige for å utarbeide det faglige grunnlaget. Det faglige grunnlaget blir utarbeidet som en serie med ulike rapporter hvor denne rapporten inngår.

Følgende institusjoner deltar i arbeidet med det faglige grunnlaget: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Fiskeridirektoratet, Havforskningsinstituttet, Kartverket, Kystverket, Meteorologisk Institutt, Miljødirektoratet, Norges geologiske undersøkelse, Norges vassdrags- og energidirektorat, Norsk institutt for luftforskning, Norsk institutt for naturforskning, Norsk institutt for vannforskning, Norsk Polarinstitutt, Oljedirektoratet, Petroleumstilsynet og Sjøfartsdirektoratet

Faglig forum april 2019

Revidert etter innspill fra interesseorganisasjoner
mai 2019

Innhold

Sammendrag 7

1. Innledning 12
   1.1 Mandat 12
   1.2 Arbeidsgruppe risiko for akutt forurensning 12
      1.2.1 Myndighetsansvar 12
   1.3 Avgrensning 13
   1.4 Tilnærming 14

2. Aktiviteter som innebærer risiko for akutt forurensning 15
   2.1 Petroleumsaktivitet 15
      2.1.1 Ressurspotensialet 15
      2.1.2 Aktivitet 19
      2.1.3 Endringer siden siste forvaltningsplan 21
      2.1.4 Prognoser 21
   2.2 Skipstrafikk 21
      2.2.1 Regioninndelingen og forvaltningsplanområdene 22
      2.2.2 Beskrivelse av dagens skipstrafikk i norske farvann 22
      2.2.3 Endringer i skipstrafikken fra 2013 til 2017 24
      2.2.4 Prognoser framover mot 2032 30
   2.3 Radioaktivitet 31
      2.3.1 Status aktivitet i dag 31
      2.3.2 Endringer siden forrige forvaltningsplan 32
      2.3.3 Prognoser framover mot 2032 33

3 Ulykkesrisiko 34
   3.1 Petroleumsvirksomhet 34
      3.1.1 Utvikling for hendelser og ulykker 35
      3.1.2 Beskrivelse av ulykkesrisiko 39
      3.1.3 Oppsummering/konklusjoner 48
   3.2 Skipstrafikk 48
      3.2.1 Sannsynligheten for skipsulykker med akutt oljeutslipp 48
      3.2.2 Rapporterte hendelser og akuttutslipp i perioden 2014-2017 51
      3.2.3 Vurdering av endring i risikonivået 56
   3.3 Radioaktivitet 57

4 Viktige bidrag til reduksjon av ulykkesrisiko / sannsynlighetsreduserende tiltak 59
   4.1 Petroleumsvirksomhet 59
      4.1.1 Tiltak i regi av myndighetene 59
      4.1.2 Tiltak i regi av næringen 60
   4.2 Skipstrafikk 60
      4.2.1 Miljøkrav til skip og drift 60
      4.2.2 Tungoljeforbud ved Svalbard 62
      4.2.3 Lostjenesten 62
      4.2.4 Den statlige slepeberedskapen – kapasitet i Nord-Norge og i området rundt Svalbard 63
      4.2.5 Sjøsikkerhets-, farleds- og havnetiltak 64
      4.2.6 Sjøkart for området rundt Svalbard 67

4.3 Radioaktivitet ... 67
4.3.1 Nasjonalt arbeid ... 67
4.3.2 Samarbeid i Nordvest-Russland ... 70
4.3.3 Internasjonalt samarbeid ... 71

5. Miljøsårbarhet ... 73
5.1 Benthos og dypvannsorganismer ... 73
5.1.1 Sedimentering av olje ... 73
5.1.2 Bløtbunnsfauna ... 74
5.1.3 Dypvannskoraller ... 75
5.1.4 Dypvannssvamp ... 76
5.2 Plankton ... 76
5.2.1 Planteplankton ... 76
5.2.2 Protozoer (Mikroplankton) ... 76
5.2.3 Dyreplankton (kopepoder) ... 76
5.2.4 Dyreplankton (amfipoder og krill) ... 78
5.3 Fisk ... 78
5.3.1 Tidlige livsstadier hos fisk ... 78
5.3.2 Juvenil og voksen fisk (pelagisk fisk, bunnfisk og kystfisk) ... 81
5.3.3 Mesopelagiske fisk ... 82
5.3.4 Sårbare arter, områder og perioder ... 83
5.4 Sjøfugl – sårbarhet for olje ... 84
5.4.1 Individuell sårbarhet ... 84
5.4.2 Sårbare bestander ... 85
5.4.3 Sårbare områder og perioder ... 86
5.5 Sjøpattedyr ... 89
5.5.1 Oter ... 89
5.5.2 Sel ... 89
5.5.3 Hval ... 89
5.6 Strandsonen ... 90
5.7 Iskantsonen ... 90
5.8 Polarfront ... 91
5.9 Barentshavet nord ... 91
5.10 Økosystemeffekter ... 92
5.11 Miljøets sårbarhet for radioaktiv forurensing ... 93
5.12 Miljøets sårbarhet for kjemikalieutslipp ... 94
5.13 Miljøets sårbarhet for gass ... 95

6. Miljørisiko ved akutte utslipp ... 95
6.1 Petroleumsvirksomhet ... 96
6.1.1 Hvordan ivaretar industrien krav til analyser av miljørisiko? ... 96
6.1.2 Ulykkesrisiko og betydning for miljørisiko ... 99
6.1.3 Faktorer av betydning for miljøkonsekvenser ... 99
6.1.4 Vurdering av miljørisiko og risikoutvikling siden forrige faggrunnlag ... 103
6.1.5 Relevante vurderinger av miljørisiko for perioden framover ... 108
6.1.6 Forvaltningspraksis og regulering ... 113
6.2 Skipstrafikk ... 113
6.2.1 Vurdering av miljørisiko og –risikoutvikling i planområdet ... 114
6.2.2 Verktøy for analyse av miljørisiko ... 115
6.3 Radioaktivitet ... 116

7. Konsekvensreduserende tiltak 118
7.1 Beredskap mot akutt oljeforurensning 119
7.1.1 Status for beredskapsressurser i forvaltningsplanområdet 119
7.1.2 Beredskapssamarbeid 124
7.1.3 Resultater fra forskning og utvikling 125
7.1.4 Muligheter og begrensninger for tilgjengelig beredskap i forvaltningsområdet 127
7.1.5 Dimensjonering av beredskap - Beredskapsanalyser 135
7.2 Andre konsekvensreduserende tiltak 136
7.3 Annen akutt forurensning 136
7.4 Radioaktivitet 138

8. Identifisere kunnskapsbehov 138
8.1 Miljøverdier og sårbarhet 138
8.2 Petroleumsaktivitet 139
8.2.1 Videre arbeid med myndighetenes risikovurderinger 139
8.2.2 Ulykkesrisiko 140
8.2.3 Miljørisiko 140
8.3 Skipstrafikk 141
8.4 Beredskap mot akutt oljeforurensning 141
8.5 Radioaktivitet 142

9. Norskehavet 143
9.1 Petroleum 143
9.1.1 Ulykkesrisiko 143
9.1.2 Miljørisiko 144
9.2 Skipstrafikk 147
9.2.1 Endring i trafikkmønster og miljørisiko 148
9.2.2 Prognoser 148
9.3 Radioaktivitet 150

10. Nordsjøen og Skagerrak 150
10.1 Petroleum 150
10.1.1 Miljørisiko 150
10.2 Skipstrafikk 154
10.2.1 Skipstrafikk/ulykkesrisiko 154
10.2.2 Endring i trafikkmønster og miljørisiko 155
10.2.3 Trafikkseparasjonssystemene (TSS) 155
10.2.4 Prognoser 157
10.3 Dumpefelt for kjemiske stridsmidler i Skagerrak 158
10.4 Radioaktivitet 158

11 Litteraturliste 159

12. Vedlegg 173

Sammendrag

Faglig forum har utarbeidet denne delrapporten som gir en beskrivelse av endringer og utviklingstrekk for risiko for og beredskap mot akutt forurensning som en del av det faglige grunnlaget for en revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Denne rapporten har hatt til hensikt å redegjøre for risikoutvikling siden det faglige grunnlaget for oppdatering av forvaltningsplanen for Barentshavet - Lofoten i 2010. For Norskehavet og Nordsjøen og Skagerrak er kun enkelte viktige forhold omtalt da det kun er en oppdatering det faglige grunnlaget for disse forvaltningsplanene.

Rapporten redegjør for viktige forutsetninger for å nå målet om lav risiko for skade på miljøet og de marine ressursene.

Ulykkesrisiko og -risikoreduserende tiltak

Petroleum

Det å opprettholde en lav ulykkesrisiko er et viktig bidrag for å redusere miljørisiko i Barentshavet.

Fravær av ulykker krever kontinuerlig innsats fra kompetente og ansvarlige aktører. Norsk petroleumsvirksomhet har i over 40 år taklet utfordringer i nye områder, utviklet nødvendig kunnskap og teknologi, samt bygget opp betydelig operasjonell erfaring. Det er også utviklet et ambisiøst regelverk som blir håndhevet av uavhengige myndigheter, på kontinuerlig og ad hoc-basis. Det er dette som samlet sett skaper viktige betingelser for å unngå ulykker.

Den statistiske sannsynligheten for storulykker er lav, både generelt på verdensbasis, på norsk sokkel og i Barentshavet. Dette statistiske materialet informerer i begrenset grad om hva som er styrker og svakheter i norsk petroleumsvirksomhet og hvordan disse utvikler seg over tid. Historisk ytelse fra aktørene i norsk petroleumsvirksomhet er en viktig tilleggsinformasjon. Hendelsestrender, tilsynserfaringer og granskninger inngår derfor i rapporten. Dette synliggjør både positive utviklingstrender, erfaringer som har bidratt til nyttig læring, samt områder som krever oppmerksomhet framover.

Risiko handler om fremtiden. Informasjon om historisk ytelse er derfor supplert med vurderinger av hvilke områdespesifikke utfordringer som kan forventes og hvordan disse kan påvirke ulykkesrisiko. Det er gitt prioritet til utblåsningsrisiko og ulykkesrisiko ved undervannsanlegg. Vurderingene konkluderer at det ikke er funnet utfordringer som hver for seg er ukjente, og som ikke kan håndteres innenfor gjeldende regelverk og/eller som ikke allerede er adressert av kartlagt teknologiutvikling.

Fravær av ulykker er avhengig av en kunnskapsbasert og fremtidsrettet tilnærming til hva det innebærer å drive forsvarlig petroleumsvirksomhet. Før aktivitet i nye områder er det derfor viktig å rette oppmerksomhet mot utfordringer og usikkerheter, både generelle og områdespesifikke, både på kort og lengre sikt. Hensikten er å klargjøre om petroleumsvirksomhet kan foregå innenfor etablerte rammer og om det er behov for noe mer eller annerledes for å drive forsvarlig. Næringen bruker omfattende ressurser for kunnskapsinnhenting, evalueringer og tiltak til dette formålet. Fravær av ulykker må sees i lys av disse forberedelsene og av selskapenes risikostyring og forbedringer i alle etterfølgende faser. Dette omfatter blant annet selskapenes arbeid i lisenser og samarbeid på tvers av lisensene for eksempel BaSEC-samarbeidet.

Forberedelser før aktivitet i nye områder legger viktige premisser for virksomheten i senere faser. Det er derfor viktig at myndighetene foretar uavhengige vurderinger for å bidra til tillit til risikovurderingene og blir i stand til å ansvarliggjøre og kontrollere aktørene på en hensiktsmessig måte. Denne rapporten redegjør derfor for Petroleumstilsynets utvikling av metode for risikovurderinger siden 2011, inklusiv begrunnelsen for utviklingen, avgrensning, premisser, kunnskapsgrunnlag og prosessutforming. Utviklet metode er lagt til grunn og den bidrar blant annet til en bedre og mer etterprøvbar begrunnelse av de sikkerhetsfaglige innspillene til arbeidet med forvaltningsplaner.

Det er ikke funnet noe som er til hinder for at petroleumsvirksomheten kan foregå på en forsvarlig måte i Barentshavet. Hvorvidt en ulykke unngås i praksis vil imidlertid i stor grad være avhengig av selskapenes risikostyring, og av hvordan de forholder seg til teknologi-, kunnskaps- og standard-utvikling. Det er redegjort for en rekke forhold som blir viktige å

følge opp i denne sammenhengen. Det er for eksempel påpekt at forebygging av ulykker på havbunnen krever oppmerksomhet, spesielt med hensyn til tilstandsovervåking og evne til å oppdage integritetstap på undervannsanlegg. Det er registrert teknologiutvikling som kan være av betydning for forebygging og stansing av utblåsninger og ulykker under vann. Effekten av slik teknologiutvikling på forebygging og stansing av ulykker generelt, og utblåsning og ulykker under vann spesielt avhenger av at teknologiene benyttes og av at sikkerhetsmessige fordeler overgår ulemper.

Skipsfart

Skipsfart skiller seg fra petroleumssektoren når det gjelder ulykkesrisiko og risikoreduserende tiltak. Der petroleumssektoren har relativt få aktører og lokasjoner å forholde seg til, har skipsfart flere tusen aktører og skipene kan ferdes i hele planområdet. Derfor rettes metodikken mer inn mot sannsynlighets-, konsekvens- og miljørisikoanalyser. Sjøfartsdirektoratet og Kystverket kan ikke i samme grad som Petroleumstilsynet gå direkte mot enkeltaktører. Antallet aktører og at flere av de er fra andre land vanskeliggjør en slik taktikk. Akkurat som i petroleumssektoren er prosedyrer, holdninger og tilrettelegging viktig for å unngå ulykker. Det er likevel valgt å fortsette med sannsynlighetsmodeller fordi det er den mest hensiktsmessige metoden når det er mange fartøy og store havområder. For skipsfart er det også viktig at aktørene selv har fokus på prosedyrer og holdninger. Norske myndigheter påvirker gjennom arbeid med for eksempel den Internasjonale Sjøfartsorganisasjonen (IMO). Polarkoden trådte i kraft 1.1.2017. Den er et eksempel på denne typen arbeid og stiller krav til utstyr og kompetanse for skipsfart i arktiske strøk. Innføring av trafikkseparasjonssoner for å lede trafikken lengre bort fra kysten er et annet eksempel.

Det er gjennomført en hel rekke tiltak som bidrar til å bedre sjøsikkerheten/redusere sannsynlighet for uhell. Selv om skipstrafikken totalt sett har økt i forvaltningsplanområdet de siste ti årene, antyder hendelsesstatistikk og sannsynlighetsberegninger at innførte tiltak mer enn oppveier den økte hendelsessannsynligheten som følger av den registrerte trafikkøkningen i Barentshavet.

Radioaktivitet

Forvaltningsplanområdet Barentshavet – Lofoten inkluderer blant annet trafikk av militære og sivile reaktordrevne fartøyer og sjøtransporter med brukt atombrensel eller annet høyradioaktivt materiale. I våre nærområder i nordvest-Russland er det kjernekraftverk og andre installasjoner med høyradioaktivt materiale. Generelt er det lav sannsynlighet for at det skal skje en atomulykke som medfører betydelige konsekvenser utenfor et svært begrenset område, men en potensielt alvorlig atomhendelse kan forekomme. Den norske atomberedskapsorganisasjonen har som oppgave å ivareta liv, helse, miljø og andre viktige samfunnsinteresser i akuttfasen av en atomhendelse. Regjeringen har lagt til grunn seks ulike dimensjonerende scenarier for atomberedskapen som inkluderer stort utslipp til marint miljø eller rykte om betydelig marin eller terrestrisk forurensning. Reduksjon av ulykkesrisiko krever forebyggende arbeid og god koordinering nasjonalt, mot nordvest-Russland, og gjennom ulike internasjonale fora. De senere årene har det for Norges del vært en økt innsats nasjonalt og internasjonalt for å redusere ulykkesrisikoen for maritime atomhendelser i våre havområder, der håndteringen av slepet av det flytende russiske kjernekraftverket «Akademik Lomonosov» langs hele norskekysten i mai 2018 er et godt eksempel.

Sårbarhet

Det foreligger mye ny kunnskap om effekter av oljeforurensning på det marine miljø siden oppdatering av forvaltningsplanen i 2011. I etterkant av utblåsningen i Mexicogolfen i 2010 er det gjennomført store feltundersøkelser og omfattende laboratoriestudier på ulike organismer fra bunn til topp i næringskjeden. Kunnskapen har også relevans for norske forhold, både for forståelsen av mulig eksponeringspotensiale av utslipp, samt miljøets sårbarhet for olje.

I Norge er det gjort eksponeringsforsøk for å bestemme tålegrenser av olje på en rekke viktig organismer i arktiske områder som for eksempel dyreplankton (Calanus), tidlige livsstadier til fisk og forskjellige bunnlevende organismer. Disse resultatene vil være viktige grunnlagsdata for risikomodellering av mulige oljeutslipp fra ulike kilder, både fra skipsfart og petroleumsvirksomhet.

Siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen i 2011 har også kunnskapen om sjøfugl sin områdebruk gjennom året økt betydelig gjennom SEATRACK, og gitt ny forståelse for fordelingen av sjøfugl på åpent hav spesielt i høst- og vinterperiodene. Med den nye

kunnskapen er det i tillegg til hekkekoloniene også flere områder på åpnet hav som vurderes spesielt sårbare for sjøfugl. Blant annet svømmetrekk for lomvi og områdene sørøst i Barentshavet hvor lomvi samles etter svømmetrekket i høst/vinterperioden. Bestander i tilbakegang er sårbare i utgangspunktet og effekter fra akutte bestandsreduksjoner som følge av akutt forurensning vil føre til økt grad av belastning og gjøre bestandene enda mer sårbare. Polarlomvi fra Bjørnøya og lunde fra Røst skiller seg ut som særlig sårbare.

Sårbarheten til miljøet ved radioaktiv forurensing er påvirket av mange av de samme faktorene som for andre miljøgifter. Hvor og hvordan den radioaktive forurensingen spres har betydning for hvilke arter som påvirkes. Effekter er ofte knyttet til DNA-skader og cellereaksjoner med strålingsinduserte frie radikaler. Mutasjoner og endringer i fertilitet er regnet som sensitive indikatorer mens dødelighet og endringer på populasjonsnivå er lite sensitive indikatorer. En vitenskapelig oppsummering av nyere studier viser blant annet at pattedyr er mer sensitive for radioaktiv stråling enn andre organismegrupper. Men doser og effekter vil være knyttet til faktisk eksponering og for noen scenarier vil bunnlevende organismer være mest sårbare på grunn av eksponering til radionuklider i sedimentene.

Miljørisiko

En ulykke med akutt forurensning kan skade organismer i vannsøylen, på havbunnen, sjøfugl og marine pattedyr og organismer som lever i kyst- og strandsonen. Miljøkonsekvensene av akutt forurensning vil blant annet avhenge av type utslipp, størrelsen på utslippet, hvor og når det skjer, hvordan forurensningen sprer seg og hvilke arter og naturtyper som finnes i de områdene som forurenses. Hva den faktiske effekten av en forurensningsulykke blir, avhenger også av hvor sårbare påvirkede arter og naturtyper er for den aktuelle forurensningen, samt tilstanden for disse og deres viktighet i økosystemet.

De viktigste tiltakene for å redusere miljørisiko er de forebyggende tiltakene i regi av myndigheter og næringene. Tiltakene kan redusere risiko for at ulykker med utslipp inntreffer og bidra til at de ikke inntreffer i områder som er spesielt sårbare for akutt forurensning.

Petroleum

Vurdering av miljørisiko og miljørisikoutvikling i forvaltningsplanområdet er basert på oppdatert kunnskap om sårbare miljøverdier, aktiviteter og ressurspotensial i Barentshavet, vurdering av ulykkesrisiko og erfaringsmateriale og utfall i miljørisikoanalyser knyttet til faktiske aktiviteter.

Miljørisiko for petroleumsvirksomheten er i hovedsak knyttet til oljeutslipp. Utslipp av gass eller kjemikalier ansees ikke å være forbundet med stor miljørisiko. Gass påvirker et langt mindre område enn olje og kjemikalieutslipp vil være begrenset i mengde og miljøfarlighet. I Barentshavet har det ikke vært noen store akutte utslipp av olje i forbindelse med petroleumsaktivitet som har medført konsekvenser for miljøet. Dette betyr ikke at aktiviteten som er gjennomført ikke har vært forbundet med miljørisiko.

Petroleumstilsynets vurdering er at det er ikke grunnlag for å hevde at ulykkesrisikoen varierer innen åpnet område. Forskjeller i miljørisiko innen forvaltningsplanområdet kan derfor vurderes ut fra geografiske forskjeller i utslippspotensial og geografiske og tidsmessige forskjeller i tilstedeværelse av sårbare miljøverdier.

Sjøfugl peker seg ut som den ressursen med høyest miljørisiko i Barentshavet sør. All aktivitet med potensial for akutt oljeforurensning i dette havområdet er forbundet med en viss miljørisiko for sjøfugl, slik at det er vanskelig å konkludere med lav risiko jf. forvaltningsmålene for Barentshavet og Lofoten. I enkelte områder og perioder er miljørisiko så høy at det er behov for risikoreduserende tiltak. Selv om utslippspotensialet, spesielt i de nordlige delene av Barentshavet sør, er betydelig lavere enn ellers på sokkelen er miljørisikoen for sjøfugl på åpent hav i Barentshavet generelt høyere enn i Nordsjøen og Norskehavet, fordi tilstedeværelsen av sårbar sjøfugl er betydelig høyere i store deler av året.

Generelt har rapporterte miljøkonsekvenser for fisk i Barentshavet knyttet til enkelt-aktiviteter vært lave. Dette har i stor grad sammenheng med at potensielt påvirkede områder i vannsøylen (influensområdene) har vært begrensede, og at mindre andeler av de sårbare ressursene vil berøres. Det er ikke grunn til å tro at miljørisiko for fisk er høy så lenge det ikke er betydelig overlapp i tid og rom mellom gyteproduktene og skadelige konsentrasjoner av olje.

Iskantsonen er et produktivt område med høyt biologisk mangfold. Et oljeutslipp som når iskanten vil kunne

få store lokale konsekvenser, avhengig av omfang, type utslipp og årstid. Det foreligger få analyser som viser oljedrift inn mot is, og erfaringsmaterialet er lite. Det foreligger hverken gode metoder for å analysere miljørisiko i iskantsonen, eller egnet datagrunnlag for miljøverdiene i iskantsonen til å analysere på. Dersom olje treffer iskantsonen, er usikkerheten knyttet til potensielle konsekvenser fremdeles stor.

Skipsfart

Det er ikke utført miljørisikoanalyser for skipstrafikken siden 2014. Omtale av miljørisiko viser derfor til miljørisikoanalysene fra 2011 for Fastlands-Norge og 2014 for Svalbard og Jan Mayen. Endringene i skipstrafikk og seilingsmønster fra 2013 til 2017 er så brukt for å vurdere om og hvordan skipstrafikken påvirker miljørisikoen. Fordi det ikke foreligger ferske data og analyser, har man i denne rapporten vært tilbakeholden med spesifikke vurderinger av miljørisikoen. Kystverket vil utføre miljørisikoanalyser når nye verktøy er klare.

Basert på endringer i aktivitet og ulykkesfrekvenser ser den samlede miljørisikoen for forvaltningsplanområdet ut til å være på samme nivå som ved miljørisiko-analysene gjennomført i 2011 og i 2014. Sannsynlighetsanalyse med trafikkdata fra 2017 og 2013 viste små endringer i sannsynlighet for skipsuhell.

Kystverket vil i de kommende årene ved hjelp av nye verktøy for beregning av utslippsrisiko og miljørisiko knyttet til skipstrafikk se på miljørisikonivåene og beredskapsplanene for alle norske havområder. Kystverket vil på den måten håndtere sine forpliktelser om å dimensjonere beredskap mot akutt forurensning fra skipsfarten i henhold til gjeldene miljørisiko.

Radioaktivitet

Store atomhendelser kan få svært alvorlige konsekvenser i nærliggende områder. I tillegg kan radioaktiv forurensing spres over lange avstander via luft og havstrømmer og berøre et stort geografisk område. Kort tid etter en atomhendelse kan organismer eksponeres for ytre stråling og inntak av radioaktivt materiale. Lengre tid etter en atomhendelse vil eksponering først og fremst skyldes opptak av radioaktive stoffer i organismer og næringskjeder. De siste årene er det gjennomført miljørisikovurderinger for ulykkescenarier med reaktordrevet fartøy, sjøtransport av radioaktivt materiale, lekkasje fra sunkne reaktordrevne ubåter, og langtransportert utslipp fra gjenvinningsanlegg. Disse viser at det ved flere ulykkescenarier er et potensial for at nivåer av radioaktive stoffer kan overstige grenseverdier fastsatt av myndighetene.

Status og utfordringer for beredskapen i forvaltningsplanområdet

Både statlig og privat oljevernberedskap er styrket i havområdet siden forrige faggrunnlag i 2010 gjennom økt mengde tilgjengelig utstyr og kompetent personell. Teknologiutvikling har bidratt til forbedring av tradisjonelle metoder for mekanisk bekjemping på åpent hav og i kystsonen, men generelt er dette mindre forbedringer i forhold til å operere utstyr i litt sterkere strøm, mens bølgebegrensninger er på samme nivå som tidligere. Det er fremdeles utfordringer for beredskapen i nordområdene, knyttet til blant annet kulde, is, store avstander, og gjennomføring av aksjoner i kyst og strandsonen.

Det er gjennomført studier, både i statlig og privat regi, for å beregne hvor egnet tilgjengelige bekjempelsesmetoder og utstyr er for bruk i havområdet, og hvordan dette endres gjennom året. Dette er basert på kunnskap om begrensninger knyttet til bølgehøyde, isforhold, vind og lysforhold. Studiene viser at det sjelden vil være gunstige forhold for mekanisk oppsamling av olje i vinterhalvåret, mens det oftere er gunstige forhold på sommeren. Ugunstige forhold betyr at effektiviteten kan være betydelig redusert. Studiene har ikke vurdert oppsamlingseffektivitet, som også vil avhenge av oljetype og forvitringsgrad.

Bruk av dispergeringsmidler er mindre begrenset av de rådende værforholdene i havområdet og er egnet for bruk i en større andel av året basert på værstatistikk-en. Sett i lys av at det er sjøfugl som er vurdert å være utsatt for høyest miljørisiko ved akutte oljeutslipp i Barentshavet, fremkommer bruk av dispergeringsmidler derfor å være en viktig beredskapsstrategi i dette området. Dispergeringskapasiteten i havområdet er imi-dlertid begrenset. Kystverket har i 2019 fått i oppdrag fra Samferdselsdepartementet å etablere disperger-ingsberedskap. Påføringskonseptet er ikke ferdigutviklet og egnete dispergeringsmidler skal testes og vurderes.

Undervannsdispergering var et viktig tiltak under Macondoutblåsningen i Mexicogolfen, og

petroleumsvirksomheten har gjennomført flere studier og tester av tiltaket. Nye studier i regi av næringen indikerer at vanndypet i Barentshavet kan være tilstrekkelig til at det kan gjennomføres effektiv undervannsdispergering, dersom det ikke er for høyt gassinnhold i oljen.

Både mekanisk oppsamling og dispergering kan fungere i områder med noe is. Gjennomførte øvelser senere år viser at mekanisk utstyr kan opereres i områder med opptil ti prosent is. Men hvor stor reduksjon i effektivitet oppsamling av større mengder is i oljen medfører, er ikke vurdert. Både utstyr i statlig og privat beredskap er testet og det er gjort arbeid for å forsterke utstyr for å tåle merbelastning av is.

Brenning er vurdert som et tiltak for olje fanget i is og som tiltak for å håndtere oljeforurenset masse i områder uten nødvendig infrastruktur for håndtering av store avfallsmengder. Brenneforsøk har vist at det vil ligge igjen betydelige mengder med tyktflytende oljerester som må samles opp i etterkant. Det er fortsatt behov for utvikling for å komme fram til egnet metode for slik oppsamling under en aksjon.

Atomberedskap
Ved en atomhendelse vil Kriseutvalget for atomberedskap (KU) koordinere tiltak som gjøres av de ulike sektormyndighetene og kan iverksette egne tiltak. Det vil umiddelbart gjøres modelleringer av hvordan radioaktiv forurensing vil spre seg og hvilket omfang og faregrad som forventes. Det vil umiddelbart også være behov for målinger og informasjonsinnhenting for å karakterisere type og mengde av radioaktiv forurensing som kan mates inn i de samme modellene. Høyeste prioritet vil være livreddende innsats på skadested/havarist koordinert av hovedredningssentralen med faglig bistand fra KU/DSA. Viktige tiltak inkluderer å rådgi og eventuelt omdirigere de som befinner seg i området, tiltak mot havarist, og eventuelt opphør av andre berørte aktiviteter i området. Selv en ubetydelig hendelse uten fare for utslipp av radioaktivt materiale kan gi alvorlige konsekvenser for norske næringsinteresser som sjømateksport.

Norskehavet og Nordsjøen - Skagerrak

Petroleum
Beskrivelsen av ulykkesrisiko i Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak redegjør for utvikling for hendelser og ulykker. Beskrivelsen av ulykkesrisiko i Barentshavet omhandler flere forhold som er av betydning for ulykkesrisiko generelt. Disse vurderingene er derfor også relevante for beskrivelsen av ulykkesrisiko i Nordsjøen og Norskehavet.

Miljørisiko knyttet til det meste av felt- og bore-aktiviteten i Nordsjøen og Norskehavet ligger innenfor hva som vil kunne forventes for denne typen aktivitet i havområdet. Dette skyldes i hovedsak at sannsynligheten for alvorlige hendelser er antatt å være lav og at konsekvenspotensialet for de mest sårbare områdene er begrenset for mange av aktivitetene.

Enkelte aktiviteter har imidlertid skilt seg ut med høy miljørisiko, som følge av potensial for alvorlige miljøkonsekvenser knyttet til veldig høye rater og/eller kystnære brønner. Ny kunnskap om mulig sedimentering av olje ved uhellsutslipp, er også relevant for miljørisikovurderinger i Norskehavet, som har store og viktige forekomster av dypvannskorallrev (Lophelia pertusa) og for Nordsjøen med flere tobisområder. Oljedriftssimuleringer for brønner ved Vikingbanken har vist oljekonsentrasjoner over antatt grenseverdi for skade. Kunnskap om oljekonsentrasjoner som kan skade tobisegg og tobislarver er ikke tilgjengelig og vil være viktig for bedre vurdering av miljørisiko for tobis.

Skipsfart
Sjøsikkerhetstiltak som er iverksatt har medført at størstedelen av risikotrafikken seiler lengre fra land (seilingsruter for transittrafikk) og sannsynligheten for uhell er dermed redusert. Farledstiltak i kystnært område forbedrer sjøsikkerheten for små områder. Tiltakene bidrar hvert år til at sjøsikkerheten forbedres. Miljørisikoen er som følge av sjøsikkerhetstiltakene redusert.

Radioaktivitet
Vurderingene som er gjort for forvaltningsplanområdet Barentshavet-Lofoten vil i stor grad være dekkende også for Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak, men noen forskjeller er nevnt. Dette inkluderer blant annet en generelt høyere tilstedeværelse av militære og sivile reaktordrevne fartøyer og nærhet til nukleære installasjoner i Nordvest-Russland for forvaltningsplanområdet Barentshavet-Lofoten, og en større nærhet til europeiske kjernekraftverk og gjenvinningsanlegg for forvaltningsplanområdene Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak.

1. Innledning

1.1 Mandat

Faglig forum skal gi en beskrivelse av endringer og utviklingstrekk for risiko for og beredskap mot akutt forurensning som en del av det faglige grunnlaget for revidering av forvaltningsplan for Barentshavet og området utenfor Lofoten, og for oppdatering av forvaltningsplanene for Norskehavet og Nordsjøen - Skagerrak. Som for de øvrige tema skal det som grunnlag for revidert forvaltningsplan gis en grundig gjennomgang av status og utvikling, vurdering av endringer, samt en gjennomgang av tema som har fremkommet som en følge av økt kunnskap eller endret aktivitet i havområdet. For oppdateringer skal ikke gjennomgangen være like omfattende, men faggrunnlaget skal gi en kortfattet beskrivelse og vurderinger av vesentlige endringer og utviklingstrekk.

1.2 Arbeidsgruppe risiko for akutt forurensning

For å utarbeide denne rapporten har Faglig forum nedsatt en arbeidsgruppe med deltagere fra de etater som har myndighetsansvar knyttet til akutt forurensning og beredskap mot akutt forurensning, herunder Sjøfartsdirektoratet, Kystverket, Petroleumstilsynet, Miljødirektoratet, Oljedirektoratet og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet. Havforskningsinstituttet har i tillegg bidratt i arbeidsgruppen med sin kompetanse på marine miljøverdier og sårbarhet for forurensning.

1.2.1 Myndighetsansvar

Myndighetsansvar knyttet til risiko for og beredskap mot akutt forurensning for aktiviteter i norske havområder er fordelt på flere ulike sektormyndigheter. Alle relevante sektormyndigheter har sittet i arbeidsgruppen for denne rapporten. Ansvarlig myndighet innen de ulike områdene har hatt hovedansvaret for å rapportere på de enkelte områdene. Under er de ulike etatenes roller og ansvar kort oppsummert.

Sjøfartsdirektoratet
Sjøfartsdirektoratet er forvaltnings- og tilsynsmyndighet for arbeidet med sikkerhet for liv, helse, miljø og materielle verdier på fartøy med norsk flagg og utenlandske fartøy i norske farvann. Når det gjelder akutt forurensning, miljøutslipp og lignende, er forvaltningsoppgaven først og fremst rettet mot å forebygge ulykker og forurensning fra skip. Bygging og drift av skip blir bestemt av nasjonalt og internasjonalt regelverk, avtaler og politiske beslutninger. Direktoratet tar seg også av funksjonen som realregister. Registrering i Norsk Internasjonalt Skipsregister, NIS, og Norsk Ordinært Skipsregister, NOR (medregnet skipsbyggingsregisteret) sikrer rettsvernet for eier og panthaver.

Sjøfartsdirektoratet hjelper Petroleumstilsynet med å håndheve petroleumsloven på norsk sokkel, og har tilsynsmyndighet med fritidsfartøy som kommer under reglene om CE-merking.

Sjøfartsdirektoratet er underlagt Nærings- og fiskeridepartementet og Klima- og miljødepartementet.

Kystverket
Kystverket er nasjonal etat for kystforvaltning, sjøsikkerhet og beredskap mot akutt forurensning. Kystverket arbeider aktivt for en effektiv og sikker sjøtransport gjennom å ivareta transportnæringens behov for framkommelighet og effektive havner. Kystverket er myndighet etter forurensningsloven ved akutt forurensning, eller ved fare for akutt forurensning. Myndigheten omfatter ikke tiltak for å hindre eller stanse forurensning fra petroleumsvirksomheten, som faller inn under Petroleumstilsynets ansvarsområde. Kystverket har koordineringsansvar for private, kommunale og statlige etater som har beredskap mot akutt forurensning. Kystverket er underlagt Samferdselsdepartementet.

Petroleumstilsynet
Petroleumstilsynet (Ptil) har myndighetsansvar for sikkerhet, beredskap og arbeidsmiljø i petroleumsvirksomheten, herunder forebygging av ulykker og stans av ulykke ved kilden. Arbeids- og sosialdepartementet er ansvarlig departement.

Ptil har ansvar for å sette rammer for petroleumsvirksomheten. Rammene for og overordnede krav til sikkerhet i norsk petroleumsvirksomhet er hjemlet

i Petroleumsloven. Sentrale forskriftsbestemmelser finnes i HMS-forskriftene.

Ptil skal også følge opp at petroleumsvirksomheten foregår på en forsvarlig måte. Tilsynsansvaret dekker hele livssyklusen i petroleumsvirksomheten - fra leteboring, utbygging og drift fram til stenging og fjerning.

Miljødirektoratet
Miljødirektoratet stiller miljøkrav til petroleumsvirksomheten for å begrense forurensende utslipp og avfall, og gir tillatelser etter forurensningsloven. Sentrale forskriftsbestemmelser er gitt i HMS-forskriftene og forurensningsforskriften. Miljødirektoratet stiller krav til beredskap mot akutt forurensning og vurderer miljørisiko knyttet til de enkelte aktiviteter. Miljødirektoratet fører tilsyn med at kravene kan etterleves dersom det skulle skje en hendelse med akutt forurensning. Ved inntrådt akutt forurensning overtar Kystverket tilsynsansvaret. Miljødirektoratet er underlagt Klima- og miljødepartementet.

Oljedirektoratet
Den norske petroleumspolitikken legger til rette for lønnsom produksjon av olje- og gassressursene i et langsiktig perspektiv, jf. Meld St 28 (2010-2011). Oljedirektoratet (OD) skal gjennom sin virksomhet og sine roller bidra til at regjeringens hovedmål for petroleumsnæringen realiseres. ODs hovedmål er å bidra til størst mulige verdier for samfunnet fra olje- og gassvirksomheten gjennom en effektiv og forsvarlig ressursforvaltning. I dette arbeidet tar man hensyn til helse, miljø, sikkerhet og til andre brukere av havet.

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet
Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) er landets myndighet og kompetanseorgan for atomsikkerhet, all bruk av stråling, naturlig stråling og radioaktiv forurensing i miljøet. DSA forvalter strålevernloven, atomenergiloven, samt forurensningsloven med tilhørende forskrifter på radioaktiv forurensning og avfall. DSA er forurensningsmyndighet, utfører miljøovervåking og koordinerer miljøsektoren i sin rolle som fagmyndighet for Klima- og miljødepartementet innen området radioaktiv forurensing med fagkunnskap, måleressurser og rådgivning i beredskap og krisehåndtering. DSA leder og er sekretariat for den norske atomberedskapsorganisasjonen hjemlet i strålevernloven jf. Kongelig resolusjon av 23. august 2013 (Statens strålevern 2013).

1.3 Avgrensning

Rapporten omhandler risiko for og beredskap mot akutt forurensning knyttet til aktiviteter i norske havområder. Akutt forurensning er definert i forurensningsloven som forurensning av betydning, som inntrer plutselig og som ikke er tillatt etter forurensningsloven. Dette kan være fast stoff, væske eller gass til luft, vann eller til grunnen. Akutt forurensning som er forbundet med størst miljørisiko i norske havområder er oljeforurensning og radioaktiv forurensning og disse har størst fokus i denne rapporten. Vurderingene er gjort med utgangpunkt i skipstrafikk, petroleumsaktivitet, samt sivile- og militære aktiviteter med risiko for akutt radioaktiv forurensning. Skipstrafikk fanger også opp båttrafikk knyttet til fiskeriaktivitet. Eventuell utvinning av dyphavsmineraler i Norge er antatt å ligge et godt stykke inn i framtiden og eventuell risiko for akutt forurensning fra mineralutvinning vil være knyttet til økt skipstrafikk og ellers avhenge av metoder for utvinning, kjemikaliebruk med mer. Havvind er omtalt i kapittel 6 i Næringsaktivitet Barentshavet (2018) med noen områder i Nordsjøen som er aktuelle for utbygging. Arbeidsgruppen antar at risiko for akutt forurensning i forbindelse med havvind er knyttet til skipstrafikk. Disse to mulige fremtidige næringene omtales derfor ikke spesifikt i denne rapporten.

Rapporten har hovedfokus på forvaltningsplanområdet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. Det har for enkelte av temaene vært hensiktsmessig å omtale flere havområder samlet sett, for å få fram forskjellene mellom havområdene. For Norskehavet og Nordsjøen er det løftet enkelttema hvor det enten har vært vesentlige endringer eller spesielt fokus siden forrige forvaltningsplan, og som kan være relevant underlag for oppdateringen av forvaltningsplanene.

Rapporten omtaler ikke potensielle konsekvenser av akutt forurensning for næringsvirksomhet og økonomiske verdier, som for eksempel tap av fangst, svekket marked/omdømme og akvakultur. Potensielle konsekvenser av akutt forurensning for mattrygghet er heller ikke vurdert spesifikt.

Klimaendringer kan påvirke risikobildet på flere måter. Mindre is åpner flere områder for næringsaktivitet i forvaltningsplanområdet og mer ekstremvær kan påvirke ulykkesrisiko. Videre vil klimadrevne endringer i økosystemene kunne gi endringer i miljøkonsekvensene etter en ulykke. I arbeidet med denne rapporten er ikke effekter av klimaendringer gjennomgående og systematisk vurdert. De er likevel en del av vurderingen av fremtidig risiko og utgjør en betydelig usikkerhetsfaktor.

1.4 Tilnærming

Arbeidsgruppen har tatt utgangspunkt i tidligere rapporter om risiko. Det er arbeidet i de enkelte etater med ansvar knyttet til området risiko og status på dette, som ligger til grunn for rapporteringen. Videre utvikling vurderes derfor med utgangspunkt i faglig utvikling siden forrige rapportering i den enkelte etat, og innen de enkelte fagområder. Det er ikke etablert en felles og helhetlig tilnærming til ulykkesrisiko og miljørisiko på tvers av ulike sektoraktiviteter i norske havområder. Det medfører at en rekke sentrale begreper har ulike definisjoner og betydning avhengig av fagområde eller tema. En konsekvens av dette er at de ulike vurderingene og deres resultater ikke kan sammenlignes direkte. Det er derfor ikke forsøkt å inkludere den type helhetlige og overordnede vurderinger på tvers av de ulike sektorene.

Arbeidet er lagt opp slik at endringer og utviklingstrekk for ulykkesrisiko, miljørisiko, sannsynlighets- og konsekvensreduserende tiltak rapporteres for henholdsvis petroleumsvirksomhet, skipstrafikk og aktiviteter som kan føre til akutt radioaktiv forurensning hver for seg. Ansvarlig myndighet for de forskjellige temaene i rapporten har hatt ansvaret for å rapportere på disse. Arbeidet har vært koordinert gjennom diskusjoner og innspill på tvers av fagområder underveis i arbeidet, gjennom arbeidsmøter og kommentarrunder.

Rapporten er strukturert med utgangspunkt i forhold som kan bidra til risiko for skade på det ytre miljøet. Risiko for miljøskade følger når det pågår aktiviteter der en ulykke kan føre til akutt forurensning. I kapittel 2 gis beskrivelser av aktivitetsnivå, endringer i aktivitet siden forrige oppdatering og prognoser for fremtiden.

Informasjonen er i hovedsak hentet fra Næringsaktivitet og påvirkning - Barentshavet (2018) og Næringsaktivitet Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak (2018). En sektorvis beskrivelse av ulykkesrisiko følger i kapittel 3. Det er lagt vekt på endringer i forhold som kan påvirke ulykkesrisiko generelt, og i Barentshavet spesielt. I kapittel 4 omtales tiltak og arbeid som er iverksatt for å redusere ulykkesrisiko blant annet kunnskapsutvikling og ulykkesforebygging.

Dersom en ulykke finner sted og fører til akutt forurensning vil omfanget av miljøkonsekvenser avhenge av hvilke miljøverdier som blir påvirket og hvor sårbare de er for forurensningen. Kapittel 5 i rapporten gir en status for kunnskap om de ulike ressursgruppenes sårbarhet for forurensning. Med kunnskap om hvilke hendelser som kan oppstå og hvor, sammenholdt med kunnskapen om miljøverdiene gjøres det i kapittel 6 vurderinger av miljørisiko knyttet til aktiviteten.

Kapittel 7 gir en beskrivelse av status for tiltak for å begrense omfanget og miljøkonsekvensene av akutt forurensning, med vekt på beredskap mot akutt oljeforurensning og akutt radioaktiv forurensing.

Kapittel 8 omtaler viktige kunnskapsmangler knyttet til temaene som dekkes av rapporten. Kapittel 9 og 10 gir en oppdatering på enkelte forhold som har hatt fokus siden forrige faggrunnlag for henholdsvis Norskehavet og Nordsjøen - Skagerrak.

Når det henvises til forrige forvaltningsplan i rapporten, menes Meld. St. 10 (2010-2011) Oppdatering av forvaltningsplanen for det marine miljø i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten. For kapittel 9 og 10 vises det til Meld. St. 35 (2016-2017) Oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet og Meld. St. 37 (2012-2013) Helhetlig forvaltning av det marine miljø i Nordsjøen og Skagerrak.

2. Aktiviteter som innebærer risiko for akutt forurensning

Rapporten Næringsaktivitet og påvirkning - Faggrunnlag for oppdatering av forvaltningsplan for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten (M-1245-2018), heretter kalt Næringsaktivitet og påvirkning – Barentshavet (2018), beskriver næringenes aktivitet, nåværende og framtidig arealbruk og -behov og påvirkning på miljøet og andre næringer. I beskrivelsene er det lagt vekt på endring siden forrige faggrunnlag i 2010. Rapporten fokuserer på fiskeri, petroleumsvirksomhet og skipsfart som er de største næringene i forvaltningsplanområdet. I tillegg er sivile- og militære aktiviteter som kan medføre akutt radioaktiv forurensing omtalt.

I det følgende gis det utdrag fra denne rapporten, og tilleggsinformasjon som er relevant for vurdering av ulykkesrisiko og miljørisiko. Eventuelle oppdateringer som har tilkommet etter at Næringsaktivitet og påvirkning – Barentshavet (2018) ble ferdigstilt er tatt med i den grad de er relevante for risikobildet.

Aktivitet som medfører fare for akutt forurensning er primært petroleumsvirksomhet og skipsfart, herunder fiskefartøy, samt aktiviteter som kan medføre akutt radioaktiv forurensing.

2.1 Petroleumsaktivitet

Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet sør er med enkelte unntak åpnet for petroleumsvirksomhet. De områdene som ikke er åpnet er deler av Skagerrak, områder utenfor Trøndelag, Nordland, Lofoten, Vesterålen, Senja, Jan Mayen, Barentshavet nord og Polhavet.

Norsk kontinentalsokkel er blitt gradvis åpnet for petroleumsvirksomhet. I 1965 ble oljeselskapene for første gang invitert til å søke på til sammen 278 blokker i Nordsjøen, og det ble tildelt 78 blokker i den første konsesjonsrunden.

Informasjon og kunnskap om de geologiske forholdene i Nordsjøen ble brukt da blokker i Norskehavet og Barentshavet ble utlyst for første gang i 1980. I perioden mellom 1981 og 1989 ble flere områder i Norskehavet og Barentshavet gjort tilgjengelig for petroleumsvirksomheten gjennom stegvis utlysning og tildeling.

I 1994 ble områder på dypt vann i Norskehavet og deler av Nordland VI (utenfor Lofoten) åpnet for petroleumsvirksomhet. Etter dette gikk det 20 år før Barentshavet sørøst ble åpnet i 2013.

Oljeselskapene får tilgang til areal i områder som er åpnet for petroleumsvirksomhet, enten ved å søke om utvinningstillatelser i konsesjonsrundene eller ved kjøp eller bytte av andeler i utvinningstillatelser.

På norsk sokkel er det to likeverdige typer konsesjonsrunder. I de modne områdene gjennomføres TFO-runder (Tildeling i Forhåndsdefinerte Områder) og i umodne områder gjennomføres nummererte konsesjonsrunder. Modne områder kjennetegnes av kjent geologi og godt utbygd eller planlagt infrastruktur. Sannsynligheten for å gjøre funn er vanligvis høyere i modne områder enn i umodne områder. Umodne områder kjennetegnes av mindre kunnskap om geologien og manglende infrastruktur. Sannsynligheten for å gjøre store funn er høyere i umodne enn i modne områder.

Olje- og gassvirksomheten kan innebære en fare for akutt forurensning. Potensielle hendelses-scenarier spenner fra mindre uhellsutslipp av olje eller kjemikalier, for eksempel på grunn av slangebrudd eller overfylling av tanker, til utblåsning fra en brønn, med potensielt store mengder olje på sjøen.

2.1.1 Ressurspotensialet

Estimat for uoppdagede ressurser er usikre. Det er stor usikkerhet knyttet til de kartlagte prospektene, og antall og størrelse på de prospektene som ennå ikke er kartlagt er enda mer usikre. Metoden OD bruker for å estimere uoppdagede ressurser kvantifiserer usikkerheten. Ressursestimatene kommer fram som sannsynlighetsfordelinger, ikke som ett enkelt tall, derfor er det forventningsverdien i sannsynlighetsfordelingen som brukes (Ressursrapport leting 2018).

Estimat for utvinnbare uoppdagede ressurser i Nordsjøen, Norskehavet, Barentshavet sør og Barentshavet nord per 31. desember 2017 er vist i figur 2.1. Estimatet er tilnærmet det samme som i 2015 for Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet sør, mens etter oppdateringen av estimatet for Barentshavet nord i 2017 har det totale ressursestimatet økt betydelig.

Usikkerheten i estimatene er størst i områder med lite informasjon og kort letehistorie som i store deler av Barentshavet. Det gjelder spesielt i Barentshavet nord. I Nordsjøen og i den godt utforskede delen av Norskehavet er usikkerheten betydelig mindre.

Estimatet for uoppdagede ressurser viser at de gjenværende ressursene kan gi grunnlag for leting og olje- og gassproduksjon i flere tiår framover.

Over 60 prosent av de uoppdagede ressursene forventes å ligge i Barentshavet, resten er fordelt omtrent likt mellom Nordsjøen og Norskehavet (figur 2.1).

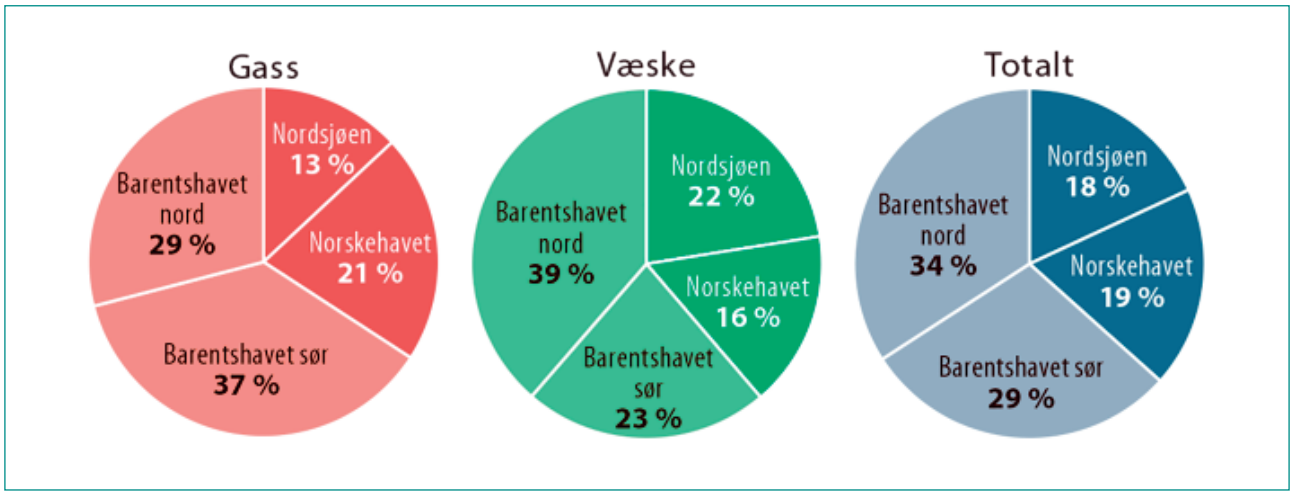
Litt over halvparten av de uoppdagede ressursene forventes å være væske (olje eller kondensat). Som det går frem av figur 2.1 og figur 2.2, varierer fordelingen mellom væske og gass i de ulike havområdene.

Lofoten og Vesterålen, Jan Mayen, samt kystnære blokker i Norskehavet er inkludert i ressursanslaget for Norskehavet og Skagerrak er inkludert i ressursanslaget for Nordsjøen, men ingen av disse områdene er tilgjengelige for petroleumsvirksomhet per dags dato.

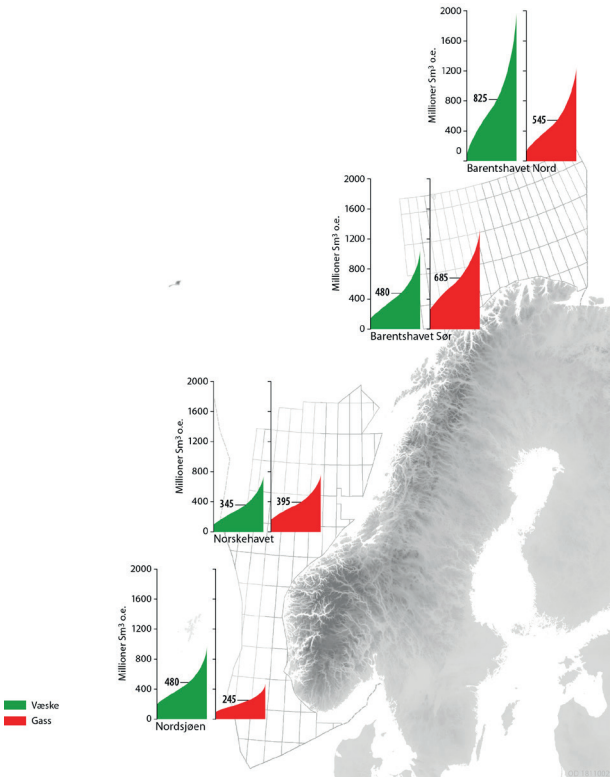
Norske myndigheter startet i 2010 en åpningsprosess for petroleumsvirksomhet i de norske havområdene rundt Jan Mayen. Prosessen omfattet blant annet datainnsamling og geologisk kartlegging med sikte på evaluering av ressurspotensialet for petroleum, i tillegg til en konsekvensutredning. I behandlingen av helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet i 2009 (St.meld. nr. 37 (2008-2009)), sluttet Stortinget seg til regjeringens forslag om å starte en åpnings-prosess i havområdet på norsk side ved Jan Mayen med sikte på tildeling av konsesjoner. Første steg i prosessen var å kartlegge ressursgrunnlaget for petroleum og miljøverdiene i dette området nærmere, og å gjennomføre en konsekvensutredning for petroleumsvirksomhet. Regjeringen besluttet etter konsekvensutredningen ikke å gå videre med åpnings-prosessen for havområdet på norsk side ved Jan Mayen.

I den politiske plattformen for regjeringen utgått fra Høyre, Fremskrittspartiet og Venstre (Jeløya-plattformen) står det at regjeringen ikke vil åpne for petroleumsvirksomhet, eller konsekvensutrede i henhold til petroleumsloven, i havområdene utenfor Lofoten, Vesterålen og Senja i perioden 2017-2021, og ikke iverksette petroleumsvirksomhet ved Jan Mayen, iskanten, Skagerrak eller på Mørefeltene. Dette er gjentatt i Granavolden-plattformen fra januar 2019 for regjeringen med Høyre, Fremskrittspartiet, Venstre og Kristelig folkeparti.

Forventede utvinnbare ressurser for Jan Mayen området er beregnet til 90 millioner Sm³ o.e. Det er imidlertid vanskelig å kartlegge lagene under basalten, og det er derfor svært usikkert om det er reservoar-



Figur 2.1 Fordeling av uoppdagede ressurser for hvert havområde. Uåpnede areal ligger inne i anslagene. Kilde: Oljedirketoratet



Figur 2.2 Utvinnbare uoppdagede ressurser for hvert havområde fordelt på væske og gass. Tallet i hver søyle viser forventet (mean) utvinnbar petroleum, mens den skrå linjen viser usikkerheten i estimatene (P10-P90). Ressurspotensialet for Norskehavet inkluderer også Lofoten, Vesterålen og andre uåpnede deler. Kilde: Oljedirektoratet

og kildebergarter til stede under disse basaltlagene. Usikkerheten gjenspeiles i ressursfordelingen, med en nedside uten funn (0 millioner Sm³ o.e) og en oppside (P05) på 460 millioner Sm³ o.e. (fem prosent sannsynlig at ressursene er lik eller større enn 460 millioner Sm³). Det store usikkerhetsspennet skyldes at ingen av letemodellene i Jan Mayen-området er bekreftet.

For Nordland VI, Nordland VII og Troms II er de totale forventede utvinnbare ressursene anslått til 202 millioner Sm³ o.e. med et usikkerhetsspenn på mellom 76 og 371 millioner Sm³ o.e. Dette betyr at det er 95 prosent sannsynlig at ressursene er 76 millioner Sm³ o.e. eller mer, og fem prosent sannsynlig at ressursene er 371 millioner Sm³ o.e. eller mer.

Etter ODs kartlegging og inkludering av norsk del av Barentshavet sørøst i 2012 økte ressursestimatet for Barentshavet i forhold til estimater fra tidligere år. Dette området ble norsk etter at delelinjeavtalen med Russland trådte i kraft i 2011. Samme år ble havområdene utenfor Jan Mayen inkludert i estimatet for Norskehavet. Dette førte til en økning i det totale estimatet for uoppdagede ressurser.

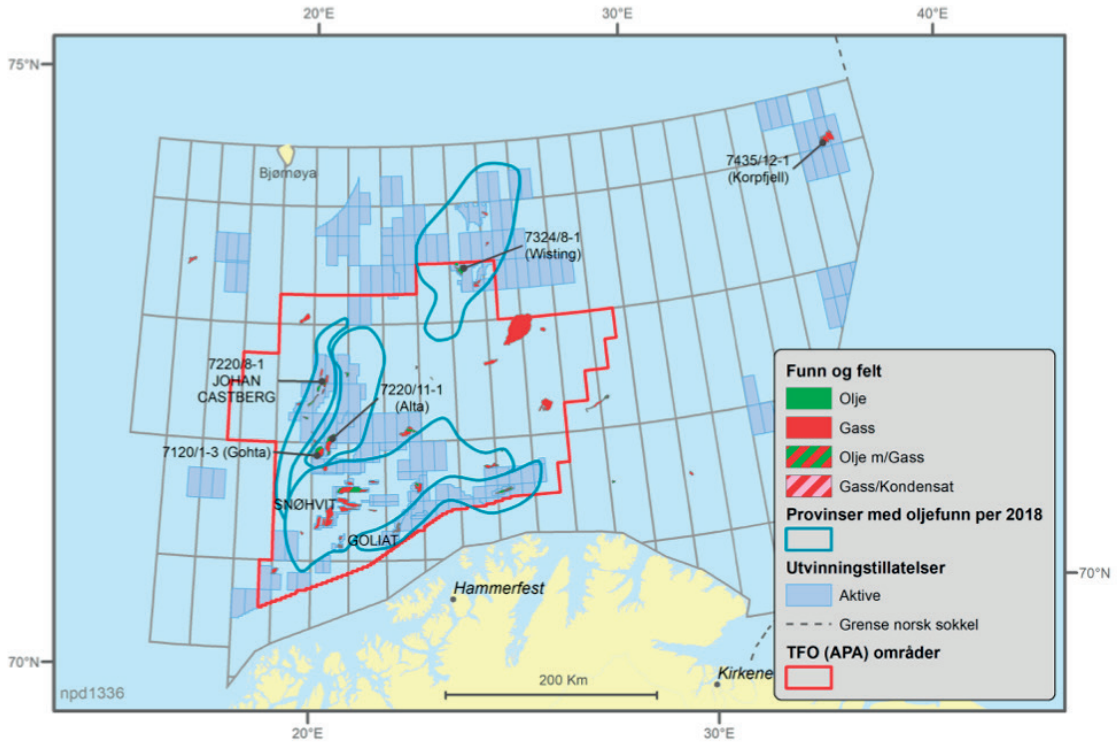
Ressursestimatet i Barentshavet før 2017 omfattet i hovedsak uoppdagede ressurser i Barentshavet sør inkludert ressurser i letemodeller som strekker seg inn i Barentshavet nord. Etter ODs kartlegging av østlige deler av Barentshavet nord i 2016/17 er anslaget for Barentshavet nord skilt ut med eget ressursestimat.

Ressursene i østlige deler av Barentshavet nord utgjør om lag 35 prosent av de uoppdagede ressursene, og er dermed det området med den største andelen av totale uoppdagede ressurser på norsk sokkel. Det er ikke gjort tilsvarende kartlegging av øvrige deler av Barentshavet nord.

Geologien i Barentshavet

I Barentshavet er det påvist olje i fem ulike områder. I Hammerfestbassenget ble det på 1980-tallet påvist store mengder gass i Snøhvit-feltet (inneholder flere funn). I dette feltet påviste en samtidig moderate mengder olje. Olje ble påvist på Goliat i 2000, feltet er lokalisert i Troms-Finnmark-forkastningskompleks mellom Finnmarksplattformen og Hammerfestbassenget. Funnene Skrugard og Havis ble gjort i 2011, og ligger i Bjørnøyrenneforkastningskomplekset mellom Lopphøgda og Bjørnøybassenget. På Lopphøgda ble det funnet olje i 7120/1-3 (Gohta) og 7220/11-1 (Alta) i 2013 og 2014. Olje og gass ble påvist på vestlige deler av Bjarmelandsplattformen mellom Hoopforkastningskomplekset og Maudbassenget i 2013 med funnet i 7324/8-1 (Wisting). Disse områdene/provinsene er vist i figur 2.3 og utgjør det området i Barentshavet som er mest utforsket. Øst for Lopphøgda er det gjort noen gassfunn og det er spor av olje i enkelte brønner. OD regner med at sannsynligheten for å gjøre funn av olje i mengder som er økonomisk interessante vil være større i de fem nevnte områdene enn i områdene lengre øst.

I sentrale deler av Barentshavet sør og Barentshavet sørøst antar Oljedirektoratet at det er mest sannsynlig med gassfunn og vurderer at sannsynligheten for oljedannende kildebergart er størst i områder som er knyttet til saltbassengene. Rundt saltpluggene og i kanten av de dype saltbassengene vil hydrokarbonfasen



Figur 2.3 Viser provinser der det er gjort oljefunn av betydning. Omrissene er tilpasset letemodeller og strukturelementer. Goliat er lagt inn i en provins langs Troms-Finnmark fordi både Goliat og Nucula har en annet kildebergart enn Hammerfestbassenget. Kilde: Oljedirektoratet

sannsynligvis være både olje og gass. Gassfunn både på Norvargdomen og Shtockman underbygger denne antagelsen. Utsiktene for å ha en kildebergart som har dannet tilstrekkelige mengder gass er gode.

Før boring av en brønn gjør operatør en vurdering av hvilke rater og varighet av olje til sjø som kan oppstå dersom det skulle skje en utblåsning. Utblåsningsrater vil være avhengige av både geologiske (naturgitte) og operasjonelle forhold. Oljedirektoratet har en omfattende database og en god oversikt over reservoarene, reservoartrykk og egenskaper til olje, gass og vann i de strukturene som er boret. OD har bidratt med slike data inn i modelleringsstudiet som utføres av Proactima (kapittel 3.1.2) på vegne av Ptil. De viktigste geologiske parameterne er trykk i reservoaret, permeabilitet og oljens tetthet. OD har også vurdert andre parametere som volum i fellesstrukturer, temperatur, viskositet av olje mv.

Reservoartrykket i brønnene som er boret i Barentshavet er jevnt over hydrostatisk. Bare noen få brønner har overtrykk. Det forventes ikke at reservoartrykket i Barentshavet skal ha store overtrykk, slik en kan finne i enkelte området av Nordsjøen og Norskehavet. I noen få brønner i Barentshavet er det utviklet undertrykk fra naturens side. Boring i undertrykkssoner er en velkjent problemstilling i områder der trykket er senket på grunn av produksjon fra nærliggende felt. Vurderinger av betydning for boreoperasjoner gjøres i kapittelet om risiko.

To av de siste funnene i Barentshavet er gjort i karstifiserte karbonater. Ekofisk, som er en av de første funnene på norsk sokkel, ble også påtruffet i en type karbonater. Denne type bergarter finnes også i andre deler av Barentshavet, som i Loppahøgda (Gohta og Alta) og Barentshavet nord. Estimater viser at rundt halvparten av verdens reserver av olje og gass finnes i denne type reservoar. Karbonatfelt er generelt mye mer kompliserte enn sandsteinsfelt. Det skyldes at de er bygget opp av biter med helt eller delvis knuste skjell, skall og fragmenter fra planter og dyr. Kornene og porerommet mellom kornene får dermed ofte en komplisert form. Dessuten er det vanlig med stor grad av kjemisk oppløsing og re-avsetning av mineralene. Slik oppløsning kan ha skjedd hvis karbonatene har vært utsatt for surt regnvann som har trengt ned i sprekkesystemene i steinen (Lundin-Norway).

Et spesielt trekk ved Barentshavet sammenliknet med andre områder på sokkelen er at noen av funnene er gjort i reservoarer på grunne dyp. Dette kan gjøre det mer krevende å bore horisontale brønner ved en felt-utbygging. Det er så langt boret og testet èn horisontal brønn i den nordlige del av Barentshavet sør (Wisting).

I 2010 bidro Oljedirektoratet i rapporten «Ulykken i Mexicogulfen – risikogruppens vurdering» der sammenligning av petroleumsrelaterte forhold i Mexicogulfen og Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten og Vesterålen ble vurdert (kapittel 3.5.2). Rapporten konkluderte med følgende;

I det geografiske området som defineres av Forvaltningsplanen for Lofoten og Barentshavet er det imidlertid svært usannsynlig å finne den samme kombinasjonen av gode reservoaregenskaper, meget høyt reservoartrykk, olje med høyt gassinnhold og stort havdyp som på Macondo-prospektet i Mexicogulfen.

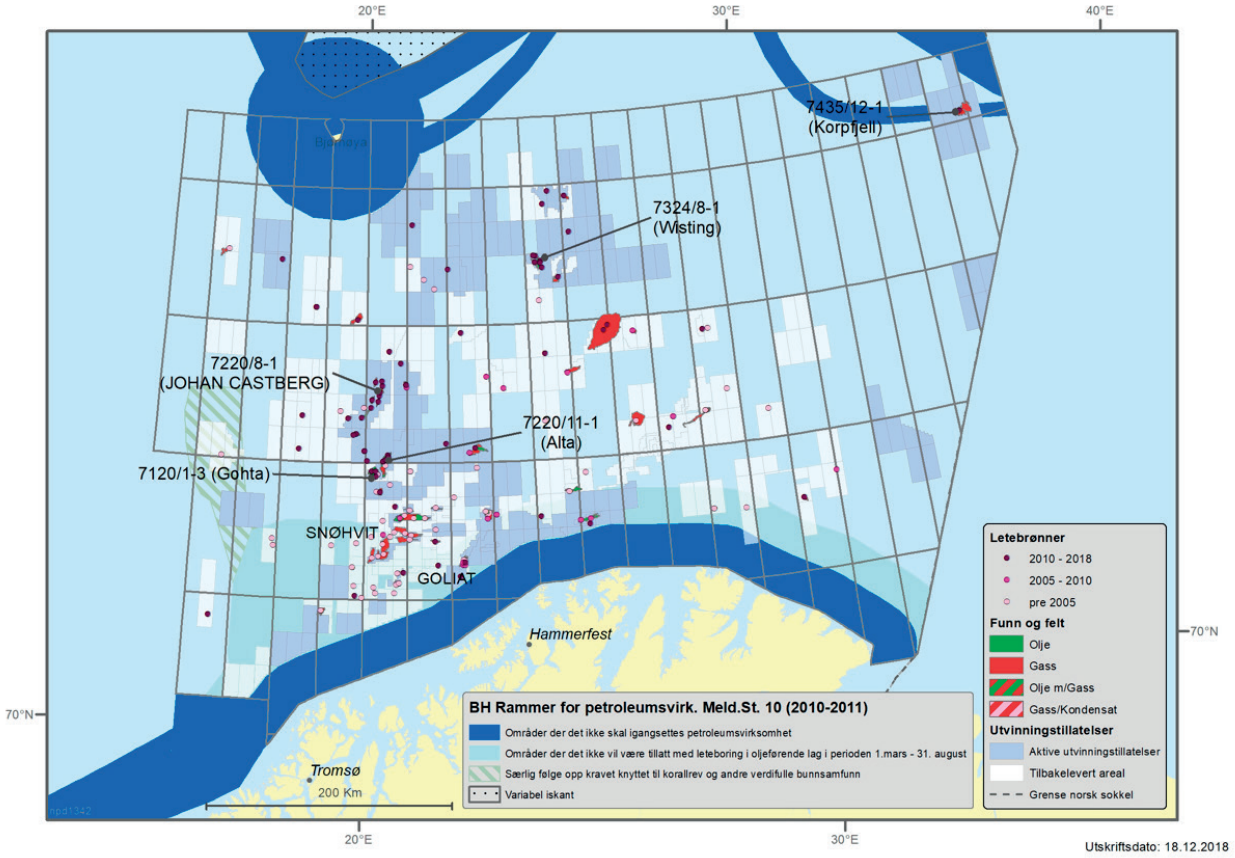
Siden forrige forvaltningsplan har kunnskaps- og metodeutvikling i myndighetsregi bidratt til en vurdering av ulykkesscenarioer i Barentshavet. Vurderingen er gjort blant annet med bakgrunn i ODs geologi- og reservoarkompetanse, og er omtalt i kapittel 3.1.2. Konklusjonen i dette arbeidet støtter opp om vurderingene som ble gjort i 2010.

2.1.2 Aktivitet

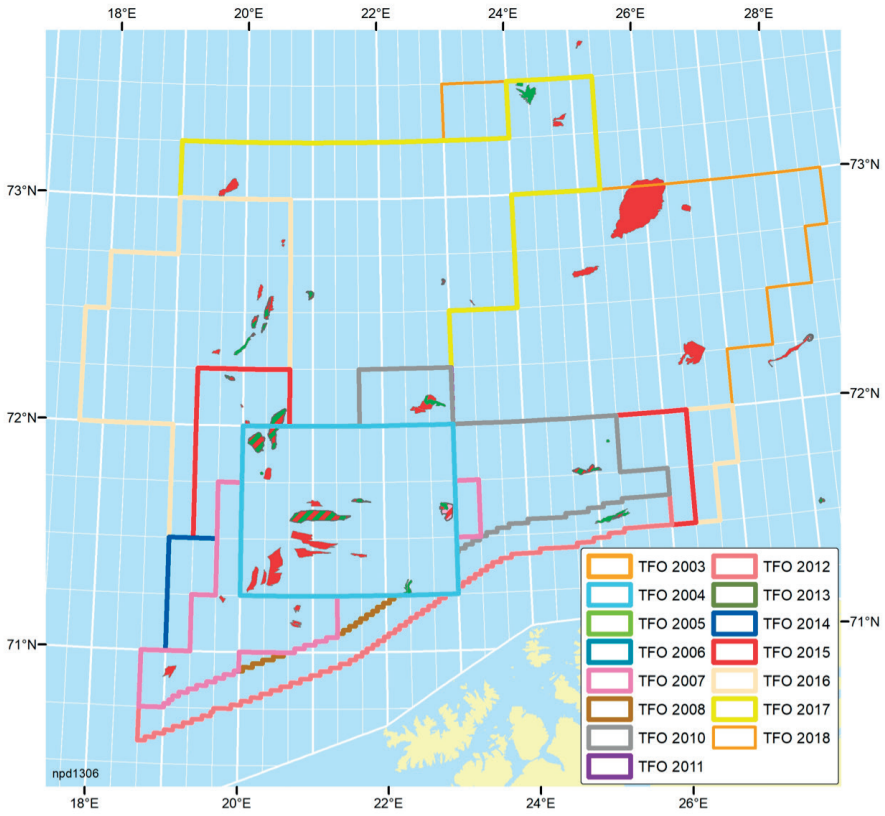
Selv om det har vært drevet petroleumsvirksomhet i Barentshavet i mer enn 30 år, er bare to felt i produksjon; gassfeltet Snøhvit med produksjonsstart i 2007 og oljefeltet Goliat der produksjonen startet i mars 2016. Johan Castberg feltet er planlagt startet opp i 2022.

Tabell 2.1 Viktigste hendelser i Barentshavet.

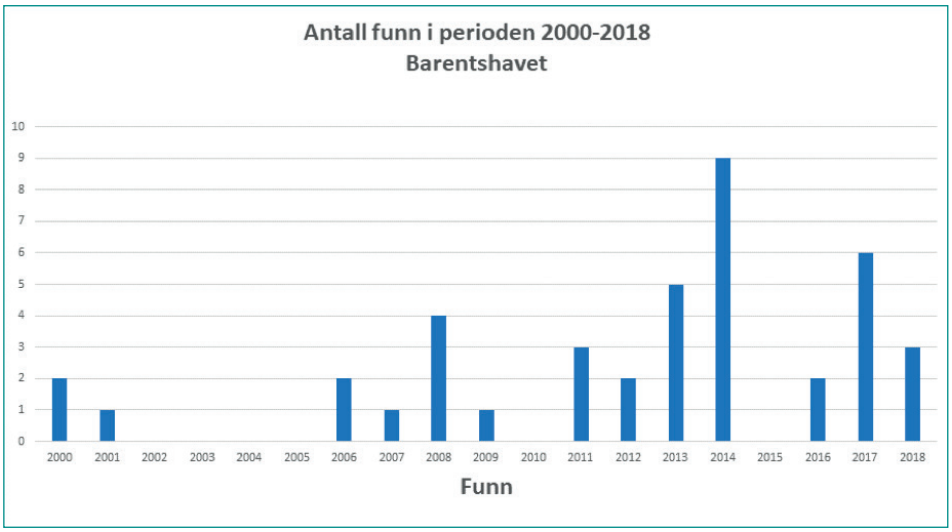
År	Historikk i Barentshavet
1979	Begrenset område ble åpnet for petroleumsvirksomhet i Barentshavet (20 blokker på Tromsøflaket)
1980	Første undersøkelsesbrønn (7120/12-1), i Hammerfestbassenget
1981	Første funn (7120/8-1) Askeladd som nå er del av Snøhvit feltet
1983	19 nye blokker ble åpnet for petroleumsvirksomhet i Barentshavet (Tromsøflaket)
1984	Snøhvit ble funnet
1985	70 nye blokker ble åpnet for petroleumsvirksomhet i Barentshavet
1986 -1987	Strategiske blokker i Barentshavet ble lyst ut (som en del av stegvis utforskning av området)
1989	Størsteparten av Barentshavet sør åpnes for petroleumsvirksomhet (med unntak av Troms II)
1997	Barentshavprosjektet ble lansert med nye rammebetingelser for å øke interessen i Barentshavet
2000	Goliat ble funnet
2001	Petroleumsvirksomhet i Barentshavet sør stanset i påvente av utredning av konsekvenser av helårig petroleums-virksomhet i området Lofoten – Barentshavet
2003	Petroleumsvirksomhet i Barentshavet sør gjenopptatt
2007	Produksjon startet på Snøhvit
2011	7220/7-1 (Skrugard) og 7220/8-1 (Havis) ble funnet. Disse er en del av Johan Castberg feltet
2013	7120/1-3 (Gotha) og 7324/8-1 (Wisting) ble funnet og Barentshavet sørøst ble åpnet for petroleumsvirksomhet
2014	7220/11-1 (Alta) og 7325/1-1 (Atlantis) ble funnet
2016	Goliat startet produksjon
2017	7219/12 – (Filicudi), 7219/9-2 (Kayak), 7324/4-1 (Gemini Nord) og 7435/12 -1 (Korpfjell) ble funnet
2018	7220/5-3 (Skruis), 7221/12-1, 7324/3-1 ble funnet, plan for Utbygging og drift av Johan Castberg feltet ble godkjent



Figur 2.4 Kart som viser felt og funn, samt letebrønner boret i Barentshavet delt i brønner boret før 2005, brønner boret mellom 2005-2010 og brønner boret etter 2010. Kart er oppdatert i desember 2018. Kart viser også rammer for petroleumsvirksomhet i Barentshavet og aktivitet i form av historiske lisenser (tildelte og tilbakeleverte). Kilde: Oljedirektoratet



Figur 2.5 Sekvensiell utvikling av TFO området i Barentshavet i perioden 2003 til 2018. Kilde: Oljedirektoratet



Figur 2.6 Funn i Barentshavet siden 2000. Kilde: Oljedirektoratet

I perioden 2010-2018 er det boret 70 letebrønner i Barentshavet. I 2016, ble det boret fire letebrønner, tre undersøkelsesbrønner og en avgrensningsbrønn. I 2017 tok letevirksomheten seg opp, og det ble satt ny rekord med 17 avsluttede letebrønner. Fem av brønnene var avgrensningsbrønner. Det ble gjort til sammen åtte funn i 2016 og 2017. I 2018 er det boret så langt seks undersøkelsesbrønner og en avgrensningsbrønn, og det er gjort tre funn (se figur 2.4).

Equinors brønn 7435/12-1 (Korpfjell) er den første brønnen i Barentshavet sørøst, et område som ble åpnet for letevirksomhet i 2013. Brønnen ble boret på Haapetdomen. Brønnen påtraff tørr gass på en stor struktur nær delelinje mellom Norge og Russland. Denne nordligste brønnen på norsk sokkel ble gjennomført i henhold til plan og uten uforutsette hendelser. Foreløpig beregning av størrelsen på funnet er mellom åtte og 11,5 millioner Sm^3 o.e. Funnet er per i dag ikke lønnsomt å bygge ut, men brønnen har bidratt med viktig ny geologisk kunnskap om området.

2.1.3 Endringer siden siste forvaltningsplan

Kartet under viser TFO-området som vurderes som tilleggsressurser til eksisterende infrastruktur (figur 2.5).

Barentshavet sørøst ble åpnet for leteaktivitet etter siste forvaltningsplan. I tillegg til gassfunnet 7435/12-1 (Korpfjell), er det planlagt å bore mellom to til fire brønner i området i 2019.

2.1.4 Prognoser

I dag er det rundt 80 funn som blir, eller kan bli vurdert for utbygging på norsk kontinentalsokkel. Av disse er færre enn ti funn lokalisert i Barentshavet. De fleste av funnene er små og vil kunne bygges ut som satellittfelt og tilknyttes eksisterende felt, noe som sørger for effektiv bruk av infrastrukturen. Eksempel på dette er funnet Askeladd vest som kan knyttes til Snøhvit feltet. Selvstendige utbyggingsløsninger vurderes for de største funnene slik som Wisting og Alta/Gohta, men også flere mindre funn kan gjennom samordnet utbyggingsløsning etablere ny infrastruktur, slik som det er planlagt på Johan Castberg feltet.

Det er vanskelig å prognosere leteaktivitet, fordi det avhenger av tilgang til areal, funn i området og kapasitet på eksisterende infrastruktur. Det er forpliktelser tilknyttet nylig tildelte utvinningstillatelser, om at borebeslutning må tas etter to til fire år. I forkant av denne beslutning gjennomføres geologiske studier.

Med utgangspunkt i det som er beskrevet over, kan det antas at det kan bli en økning i leteaktivitet i Barentshavet i framtiden.

2.2 Skipstrafikk

Skipsaktiviteten i norske farvann registreres i flere systemer, og data sammenstilles eller behandles hver for seg for å gi et bilde av aktiviteten. AIS (Automatisk identifikasjonssystem, https://www.kystverket.no/Maritime-tjenester/Meldings--og-informasjonstjenester/AIS/AIS-Norge/) brukes til å

kartlegge skipstrafikken. Informasjonen gir sammen med data om skipene god mulighet til å skille mellom forskjellige skipstyper og –størrelser, utseilt distanse og operasjonstid. Disse opplysningene er geografisk merket (posisjon) og tidfestet. Opplysninger om seilaser, antall passasjerer, mannskap, mengde bunkers og last hentes fra Safe Sea Net Norge. Hendelser med akutt forurensning eller fare for akutt forurensning er hentet fra Kystverkets krisehåndteringsverktøy, KystCIM. Kystverket har også systemer for å behandle seilaser med los og farledsbevis. I tillegg brukes informasjon som samles fra forskjellige kilder til å gi et så helhetlig bilde som mulig.

2.2.1 Regioninndelingen og forvaltningsplanområdene

Kystverkets trafikkstatistikk er delt på Kystverkets regioner. Grovt sett vil Nordsjøen med Skagerrak representeres med regionene Sørøst og Vest, Norskehavet med Midt-Norge og Nordland og Barentshavet med Lofoten med Troms og Finnmark (se figur 2.7). Det er noen små avvik ved grensene mellom Norskehavet/Nordsjøen og regionene Vest og Midt-Norge, og Lofoten og Vesterålen, som er en del av region Nordland.

Figur 2.7 Kystverkets regioninndeling. Fra sør mot nord finnes regionene Sørøst, Vest, Midt-Norge, Nordland, Troms og Finnmark (én region). Svalbard og Jan Mayen håndteres stort sett fra hovedkontoret (direktoratsnivå). Kilde: Kystverket

I den følgende teksten er sjøtrafikken i Nordsjøen med Skagerrak og Norskehavet tatt med. Det er gjort for å vise at det er stor forskjell mellom trafikktettheten i disse havområdene sammenlignet med Barentshavet.

Den maritime aktiviteten i Norge er omfattende og variert.

2.2.2 Beskrivelse av dagens skipstrafikk i norske farvann

Basert på AIS-analyser av skipstrafikken i 2013 var omlag 6700 unike fartøy identifisert i norske farvann. Den utseilte distansen i nautiske mil (nm) for denne flåten, brutt ned på fartøystyper, viser at passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy er de dominerende fartøystypene.

Stykkgodsskip utgjør den største gruppen med nesten 1600 fartøy, og er dominert av mindre fartøy under 5000 BT i nasjonal fart. De større fartøyene er typisk olje-, produkt-, kjemikalie- og gasstankere, samt bulkskip og konteinerskip. Disse utgjør ca. 2300 fartøy, hovedsakelig i internasjonal fart. Når ro-ro og kjøle/fryseskip inkluderes, var det totalt ca. 4100 lasteskip i norske farvann i løpet av 2013.

Passasjerskip er en sammensatt gruppe fartøy, og består av nesten 500 unike fartøy. Disse spenner fra små ferger og hurtiggående fartøy i nasjonal fart, til større ro-pax og cruiseskip i både nasjonal og internasjonal fart. Passasjerskip er dermed en stor og variert gruppe fartøy i norske farvann.

Offshoreskipene utgjør omtrent 600 fartøy. Nesten 1000 fiskefartøy er registrert i AIS-dataene fra norske farvann i 2013. Antallet fiskefartøy er imidlertid underrepresentert i utvalget, siden 90 prosent av fiskefartøyene er under 15 meter, og således ikke har krav til AIS-transponder. Det er videre registrert 700 fartøy som utfører andre og ulike typer aktiviteter til sjøs, for eksempel taubåter.

Målt i utseilt distanse er skipstrafikken i dag (2017 data) totalt sett størst i regionen Vest med en andel på 35 prosent, mens Midt-Norge og Nordland har henholdsvis 20 prosent og 17 prosent av trafikken. Sørøst og Troms og Finnmark følger etter

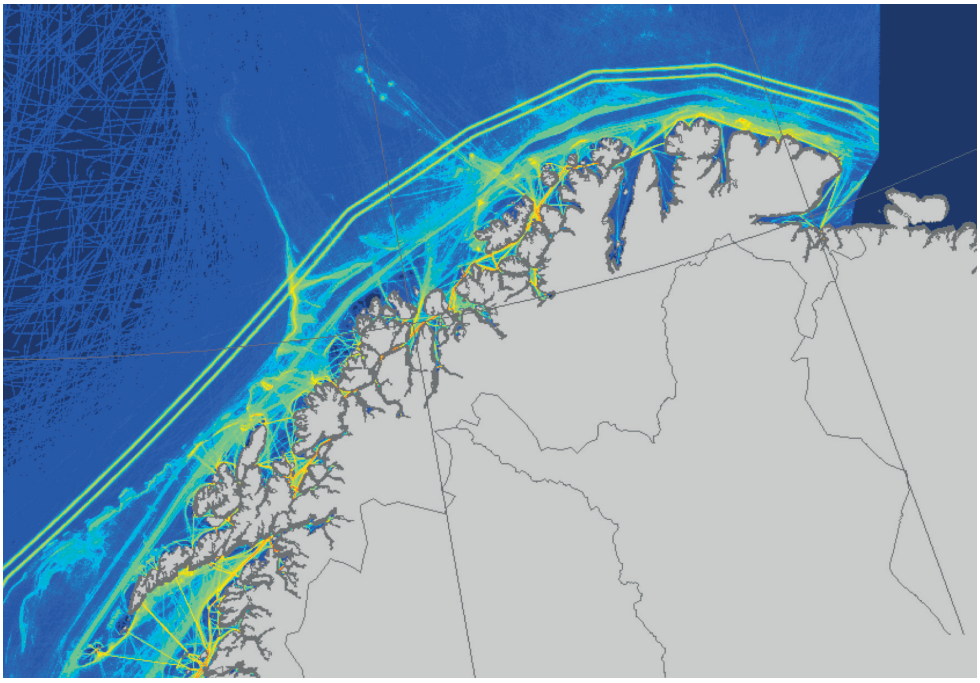
med 14 prosent og elleve prosent, mens Svalbard kun har fire prosent. Hvis vi ikke tar hensyn til avvikene mellom inndelingene av regionene og forvaltningsplanområdene, summeres trafikkandelene i Nordsjøen med Skagerrak til 49 prosent, Norskehavet 20 prosent og Barentshavet med Lofoten 15 prosent.

Skipstrafikken domineres av passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy med henholdsvis 24 prosent, 20 prosent og 13 prosent av den totale utseilte distansen for 2017. Trafikken i Sørøst er hovedsakelig dominert av passasjerfartøy og stykkgodsfartøy, samt en mindre andel produkttankere og fiskefartøy. I Vest og helt opp til Troms og Finnmark ser vi at den samme fordelingen går igjen, men at det er et større innslag av fiskefartøyer. Vest har størst innslag av transport av oljeprodukter, råolje og gass. Det er i første rekke oljeterminalene på Sture i Hjeltefjorden og Mongstad i Fensfjorden, samt gassterminalen på Kårstø som bidrar til dette. Skipstrafikken rundt Svalbard består i hovedsak av fiskefartøy, og det blir fraktet noe gods til og fra bosettingene med skip. I tillegg kommer anløp av cruiseskip og ekspedisjonsfartøy som seiler til ulike destinasjoner på øygruppen i turistsesongen. Tetthet av skipstrafikk rundt Svalbard vises i figur 2.9.

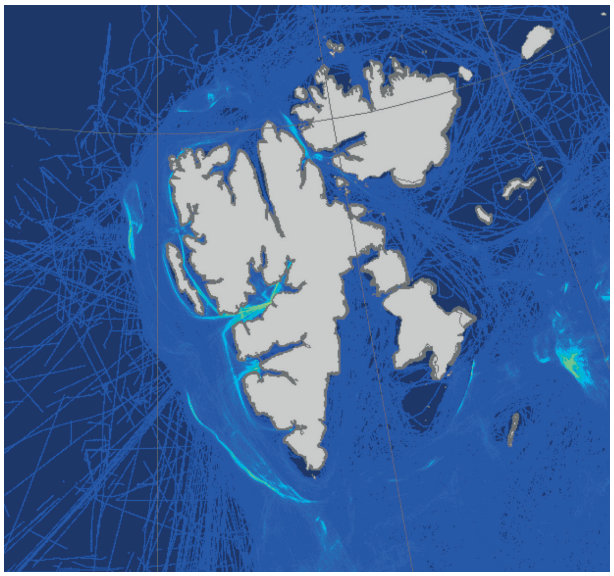
Skipstrafikken i Arktis domineres av lokaltrafikk og såkalt destinasjonstrafikk. Destinasjonstrafikk er skip som seiler inn og ut av Arktis fra andre områder, som for eksempel fra Nordsjøen eller fra USA og Asia. Eksempel på destinasjonstrafikk er tankskip eller bulkskip som transporterer oljelaster eller malm fra Arktis og til markedet. Det har vært stor økning i slik destinasjonstransport fra Arktis de siste årene. Eksempel på relativt ny destinasjonstransport i Arktis er åpningen av oljeterminalen Arctic gate som skiper ut olje fra Novoportovskoye feltet på Yamalhalvøya.

Passasjerfartøy er den fartøysgruppen som har mest utseilt distanse nærmest kysten (<to nm fra kystlinjen). Andre offshore service skip, råoljetankere og bulkskip utpeker seg med prosentvis mest utseilt distanse i åpen sjø (>35 nm fra kystlinjen). 97 prosent av utseilt distanse for råoljetankere har vært utenfor ti nm av kystlinjen mens det samme tallet er 78 prosent for bulkskip og 67 prosent for produkttankere. Disse fartøysgruppene er såkalte risikofartøy og noen av dem har også risikolast. Risikofartøy skal normalt seile i trafikkseparasjonssonene. Trafikkseparasjonssonene er plassert ca. 25 – 35 nm ut fra grunnlinja. Se figur 2.8 som viser tetthet av fartøy langs kysten av Nord-Norge.

Hoveddelen av transport av passasjerer skjer i region Vest (37 prosent), etterfulgt av Midt-Norge (25 prosent) og Nordland (19 prosent). Det er transport av passasjerer i bilferjer og hurtigbåter som dominerer med en 94 prosent andel av den totale utseilte distansen (for denne fartøysgruppen), mot seks



Figur 2.8 Tetthet av skipsplott langs Nord-Norge fra Lofoten til grensen mot Russland (alle fartøystyper). Basert på AIS-data fra 2017. Heltrukken gul linje viser trafikkseparasjonssystemet. Kilde: Kystverket



Figur 2.9 Tetthet av skipsplott ved Svalbard (alle fartøystyper). Basert på AIS-data fra 2017. Kilde: Kystverket

prosent for cruiseskip. Ser vi utelukkende på cruiseskip ser vi et litt annerledes trafikkbilde enn for bilferjer og hurtigbåter. Det er fortsatt Vest som dominerer med en andel på 38 prosent, men Svalbard har også en betydelig andel på 15 prosent.

2.2.3 Endringer i skipstrafikken fra 2013 til 2017

Figur 2.10 viser at det har vært størst endring i region Vest og en nedgang i Troms og Finnmark og på Svalbard. Kartet i figur 2.11 viser tydelig hvor utseilt distanse har gått ned, vært lik eller økt litt (-500 – 500 nm) i mesteparten av forvaltningsplanområdet (grønn og gul farge). Områdene med økning ligger langs kysten og i fiskeriområder. Kartet viser også at økningen har vært større i de andre forvaltningsplanområdene.

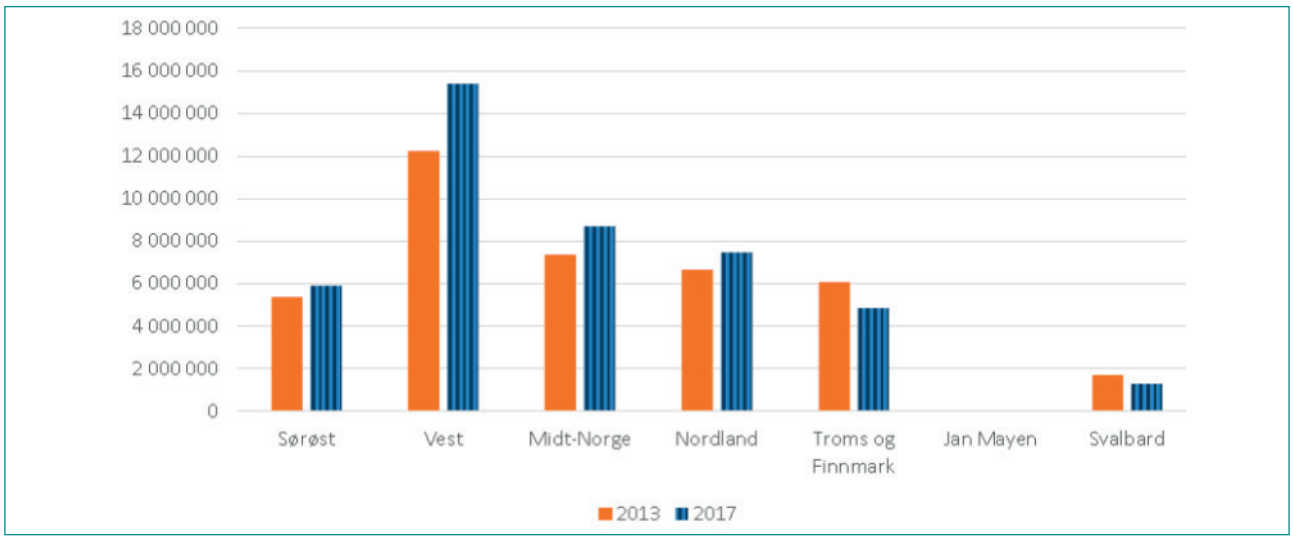
Det vises relativt stor økning i fjordene og de helt kystnære områdene (rød farge). En del av denne økningen kan forklares med bedre AIS-dekning. AIS-basestasjonene har blitt oppgradert i perioden, og det har medført større rekkevidde og bedre deteksjon.

Mellom Røst og Stadt ser vi en økning av trafikken i korteste linje mellom trafikkseparasjonssonene i nord og vest. Samtidig er det en nedgang i trafikken litt lengre inn mot kysten. Endring i trafikkmønsteret kom etter innføring av trafikkseparasjonssonen i vest i 2011. Denne endringen har medført en redusert sannsynlighet for drivende grunnstøting med risikotrafikken som går i trafikkseparasjonssonen.

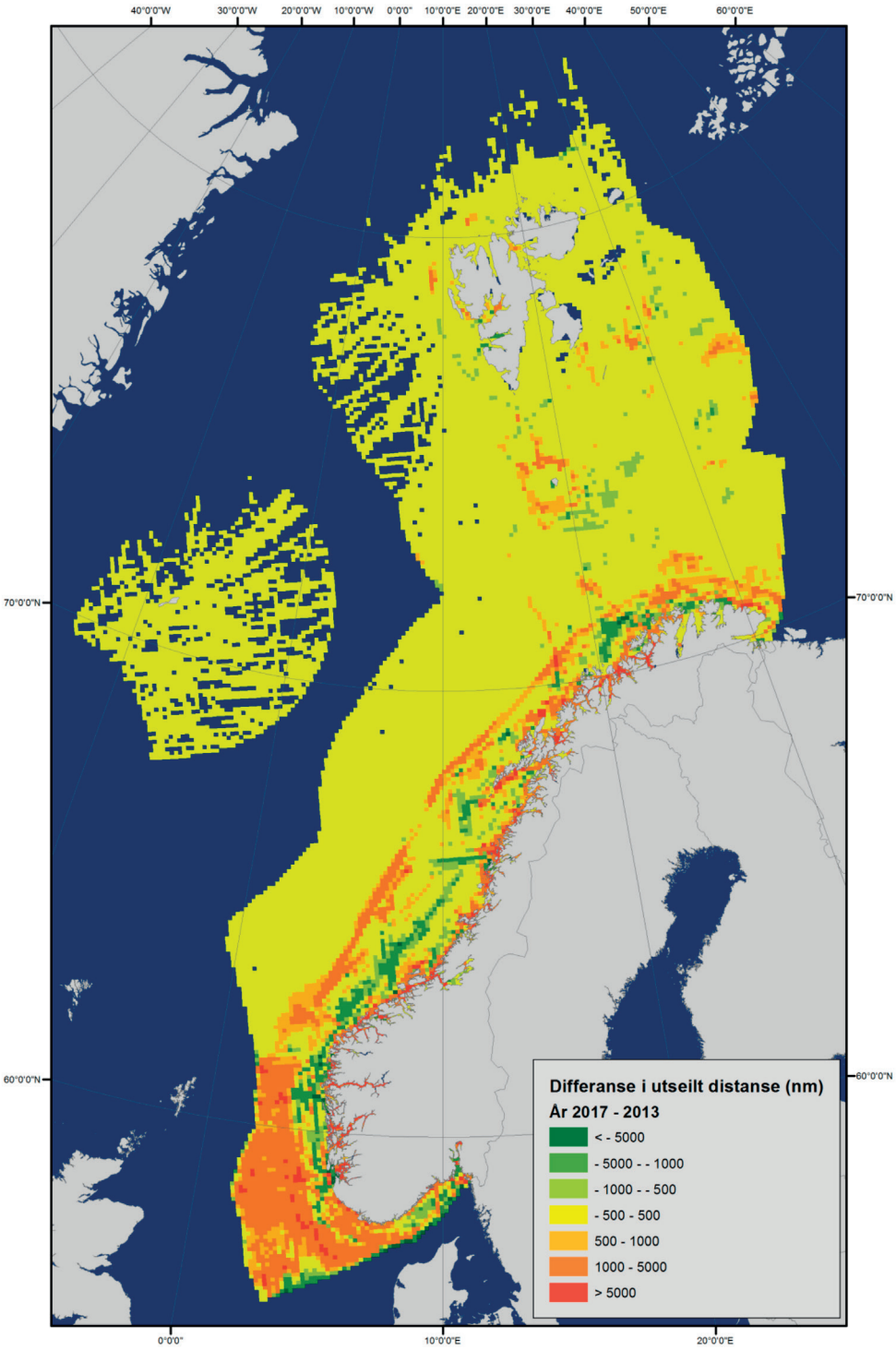
Drivstoff/bunkers og oljelast

Hovedtyngden av skip som seiler i norske farvann har en størrelse på under 5000 bruttotonn (BT). Fartøy over 50 000 BT utgjør kun 3,4 prosent av skipstrafikken, hvor tankskip over 50 000 BT som frakter råolje og petroleumsprodukter utgjør omtrent halvparten av disse. Andre halvdelen er hovedsakelig trafikk av bulkskip og cruiseskip.

Det største potensialet for akutt forurensning fra skipsfart i norske farvann ligger i transport av råolje og



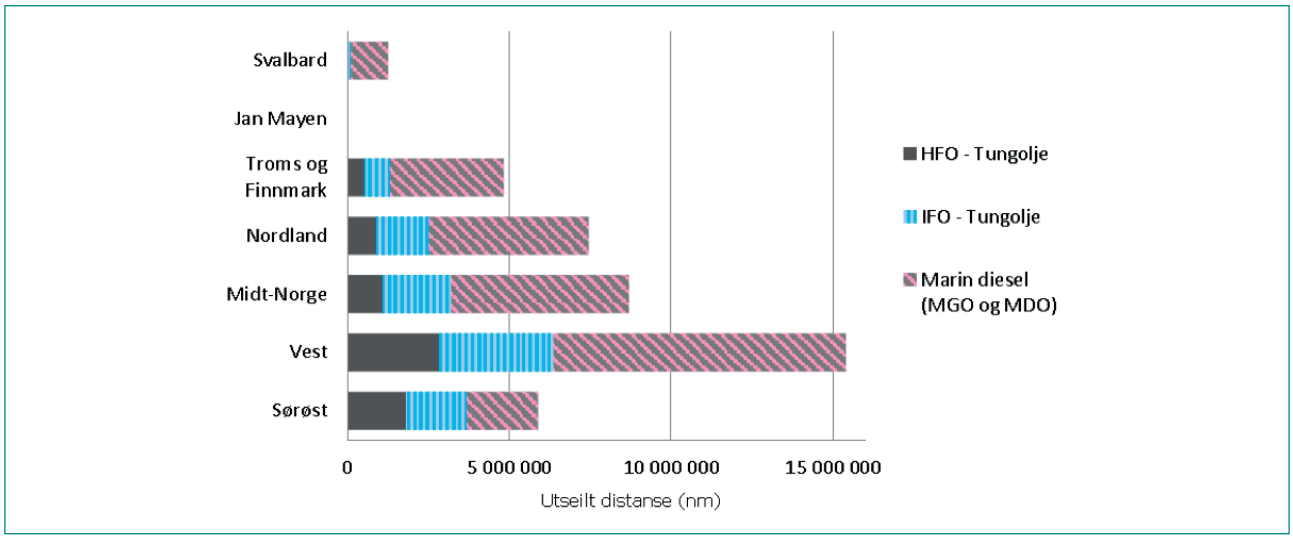
Figur 2.10 Sammenligning av utseilt distanse (nm) i norske farvann for 2013 og 2017, fordelt på Kystverkets regioner. Kilde: Kystverket



Figur 2.11 Differanse i utseilt distanse (nm) fra 2013 til 2017 i hver 10 x 10 km gridcelle. Grønne farger viser nedgang, gult stabilt, og oransje og rødt er økning i utseilt distanse i 10 x 10 km rutenett. Kilde: Kystverket

oljeprodukter samt bunkers (skipenes drivstoff). Det transporteres ca. fem ganger mer oljelast enn bunkers målt i tonnkilometer. Målt i utseilt distanse, er omtrent 70 prosent av alt våtbulk (unntatt gasstankere) som transporteres i norske farvann petroleumsprodukter. Råolje har en andel utseilt distanse på 26 prosent, mens kjemikalie har kun fire prosent andel.

Som vist i figur 2.12 er marin diesel (MDO og MGO) den typen bunkers som har mest utseilt distanse i norske farvann med en andel på 60 prosent, etterfulgt av tungolje type IFO med 23 prosent og tungolje type HFO med 17 prosent. Fordelingen av bunkerstype på lands-basis følger omtrent fordelingen innen hver region, med unntak av Svalbard. For Svalbard er ca. 91 prosent av den



Figur 2.12 Utseilt distanse innen hver region, etter bunkerstype. Basert på AIS-data fra 2017. Kilde: Kystverket

utseilte distansen foretatt med drivstofftype marin diesel, hovedsakelig drevet av fiskefartøy og mindre fartøy.

Region Sørøst har den høyeste andelen utseilt distanse med bunkers type HFO på 31 prosent, etterfulgt av Vest på 18 prosent. De andre regionene har en andel utseilt distanse HFO på mellom 11 - 13 prosent, med unntak av Svalbard på kun to prosent. Også for tungoljetype IFO har Sørøst høyest andel (32 prosent), mot 16 – 24 prosent i de andre regionene, med unntak av Svalbard på syv prosent.

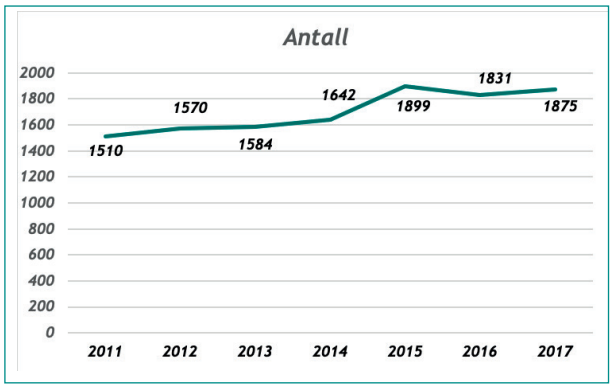
Det er observert at cruiseskipene som kommer til Svalbard de seneste årene blir stadig større og tar flere passasjerer. Det medfører også at cruiseskipene har mer bunkersolje om bord. Regulering og bruk av tung bunkersolje er omtalt i kapittel 4.2.3.

Transittrafikk

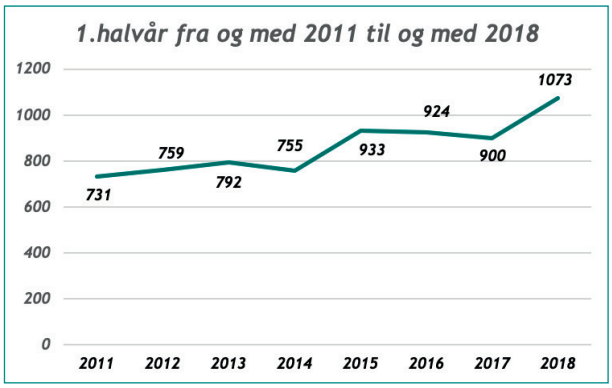
Generell trafikkutvikling for risikolast for Barentshavet og Lofoten i tidsrommet 2011-2017 viser en økning i antall seilinger av risikofartøy (se figur 2.13). Det vil si fartøy som er over 5000 BT eller frakter farlig eller forurensende last. For denne perioden er det en økning på ca. 24 prosent:

For 1. halvår av 2018 er det registrert ytterligere økning. Sammenlignet med 1. halvår 2011 er det 47 prosent økning (se figur 2.14).

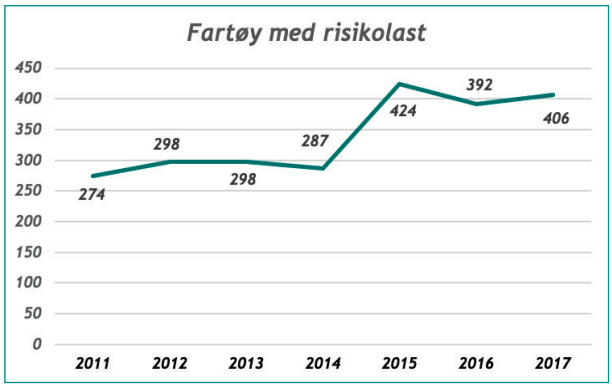
Når en ser bare på fartøy med risikolast, det vil si farlig eller forurensende last, i perioden fra og med 2011 til og med 2017 ser man en økning i antall seilaser fra 2011 til 2017 på ca. 48 prosent (figur 2.15).



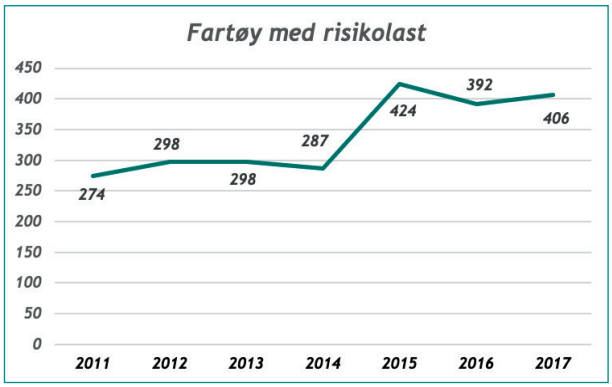
Figur 2.13 Risikofartøy, antall seilinger i forvaltningsplanområdet Barentshavet i tidsrommet 2011-2017. Kilde: Kystverket



Figur 2.14 Utvikling for antall seilinger med risikofartøy i forvaltningsplanområdet Barentshavet, kun for 1. halvår årene fra og med 2011 – 2018. Kilde: Kystverket



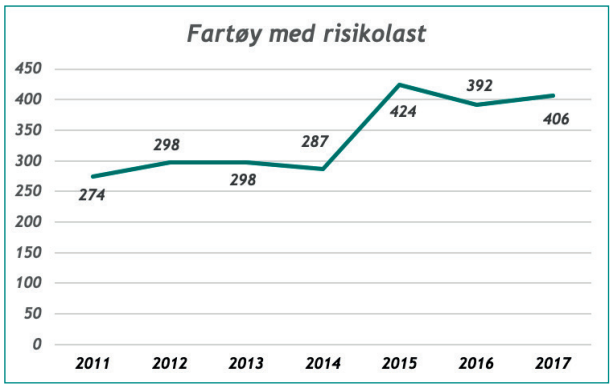
Figur 2.15 Fartøy som frakter risikolast (antall seilaser) i forvaltningsplanområdet Barentshavet. Kilde: Kystverket



Figur 2.17 Befraktet mengde (MT = metrisk tonn) risikolast i forvaltningsplanområdet Barentshavet for første halvår i perioden 2015 - 2018. Kilde: Kystverket

Fartøy som fraktet risikolast har i perioden 2011 - 2014 årlig fraktet tilnærmet samme mengde. Fra 2014 til 2017 har vi sett en markert økning på ca. 69 prosent (se figur 2.16).

En av hovedårsakene til oppgangen i befraktning av petroleumsprodukter i perioden, er økning av produksjonsvolum på utskipningsterminalen i Varandey, nordvest i Russland. Imidlertid registrerte man 1. halvår av 2018 ytterligere økning i befraktning av petroleumsprodukter og antall seilaser. Økningen i antall og mengde antas blant annet å ha sammenheng med oppstart av LNG- produksjonen på Sabetta som ligger på Yamal-halvøya nordvest i Russland samt utskipning av olje fra Goliat som ikke har vært registrert tidligere. I figur 2.14 og 2.17 illustreres utviklingen 1. halvår fra og med 2015 til og med 2018. Første halvår 2017 sammenlignet med første halvår 2018 viser en økning på ca. 41 prosent.



Figur 2.16 Fraktet mengde risikolast i forvaltningsplan-området Barentshavet i perioden 2011 - 2017. Kilde: Kystverket

Omlasting/skip-til-skip operasjoner

Omlastingen av russisk olje ved Honningsvåg (Sarnesfjorden) og ved Kirkenes (Bøkfjord), (STS operasjoner) ble gjennomført fra januar 2014 til mai 2016. Aktiviteten startet i januar 2014 i Sarnesfjorden, Nordkapp kommune, hvor den pågikk fram til oktober samme år. I perioden registrerte man en mengde på 4 567 827 MT råolje fra Varanday i Russland, som ble omlastet på større fartøy. I oktober 2014 ble aktiviteten flyttet til Bøkfjord i Sør-Varanger kommune og fram til årsskiftet ble det registrert en ankomst på 1 174 392 MT råolje. Videre ankom det en mengde på seks 257 067 MT i 2015, hvor det ble registrert 91 fartøy fra Varanday som omlastet til 61 fartøy.

Fra januar til og med mai 2016 ankom 39 fartøy med 2 698 268 MT råolje området. Disse ble omlastet til 25 fartøy. Denne aktiviteten er nå avsluttet/flyttet til Russland.

LNG-omlasting ved Honningsvåg, Nordkapp kommune

Miljødirektoratet har endret tillatelsen til Tschudi Arctic Transit AS slik at den nå omfatter omlasting av flytende naturgass (LNG) i Nordkapp kommune, samt at antall samtidige omlastinger endres fra to til tre posisjoner i Sarnesfjorden og Ytre Kåfjord. Omlastingen startet 21.11.2018, og det er planlagt 158 omlastinger frem til juni 2019. Omlasting av LNG har et mindre skade-potensial enn oljeomlasting. Påvirkningen på omgivel-sene ved et eventuelt utslipp vurderes som marginal.

LNG-omlastning ved Sarnes i Nordkapp kommune. Foto: Kjell-Bendik Pedersen, Radio Nordkapp.

Oversikt over utvikling av cruisetrafikk til Svalbard 2010 - 2017

I fiskevernsonen rundt Svalbard er det registrert totalt 62 ulike oversjøiske cruiseskip (gjennomgående større fartøy med et stort antall passasjerer om bord) for årene 2010 til og med 2017. Av tabell 2.2 fremgår antall ulike fartøy i Fiskevernsonen og det totale antall passasjerer og besetning per fartøy. Det er også tatt med antall seilingsdøgn for fartøyene.

Det totale antall oversjøiske cruiseskip i Fiskevernsonen ved Svalbard ikke er veldig stort. Antall personer ombord har vært ganske jevnt fra 2014 med noe over 50 000 personer. I 2017 økte imidlertid antall passasjerer og besetning til ca. 67 500. De fleste fartøyene har en lengde på 150 til 200 meter.

Antall unike fartøy er stabilt over hele perioden. Samtidig går antall seilingsdøgn litt ned og gjennomsnittlig antall mennesker om bord (passasjerer og besetning) går opp. Det tyder på at det brukes større fartøy i 2017 enn i starten av

Tabell 2.2 Cruisetrafikk til Svalbard. Antall skip, seilingsdøgn, passasjerer og besetning. Kilde: Kystverket

År	Antall ulike fartøy kategori oversjøisk cruise i området	Antall seilingsdøgn for fartøy kategori oversjøisk cruise i området	Antall passasjerer og besetning ombord i fartøy kategori oversjøisk cruise
2010	16	102	31 660
2011	15	58	36 940
2012	24	140	61 209
2013	27	110	57 204
2014	22	109	52 968
2015	16	65	52 065
2016	20	91	54 811
2017	16	71	67 488
Sum		**746**	**414 345**

perioden. De større skipene har mer bunkersolje og utslippspotensialet øker tilsvarende. Samtidig er det en nedgang i antall seilaser og seilingsdøgn, noe som reduserer utseilt distanse og sannsynligheten for uhell. Dette skyldes tungoljeforbudet som gjør at de større cruisefartøyene som går på tungolje nå kun besøker Longyearbyen og Isfjorden. Det er eneste sted hvor tungolje om bord er tillatt. Tidligere gikk de til flere destinasjoner på øygruppa (for eksempel Ny Ålesund og Magdalenafjorden).

Endringer i skipsdrivstoff

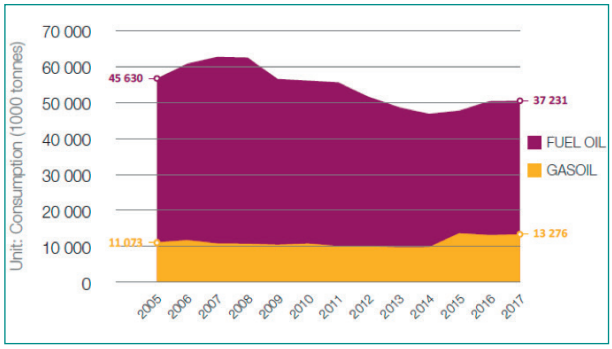
Endringer i miljøkrav til skipstrafikken som beskrevet i kapittel 4.2.1. fører til at det skjer betydelige endringer i drivstofforbruket til skipstrafikken langs norskekysten. Endringer i regelverk påvirker valg av drivstoff, sammen med flere andre faktorer, som for eksempel pris og tilgjengelighet. Utslippskravene retter seg først og fremst mot driftsutslipp, men det påvirker også risikobildet når det gjelder akutte utslipp. Generelt observeres en dreining mot mindre forbruk av tungolje, mens bruk av lette destillater som har et lavt svovelinnhold øker. Det vil i de kommende årene sannsynligvis være et stort spenn i egenskapene til drivstoffkvalitetene som er i bruk, da rederiene satser på ulike løsninger.

Det har kommet en rekke nye produkter på markedet som er spesialdesignet for å oppfylle utslippskravene til luft og dermed redusere luftforurensning fra skipene. Disse produktene kombinerer gjerne egenskaper fra tradisjonell tungolje og lettere drivstofftyper, og omtales som «hybridoljer», «Ultra/Very Low Sulphur Fuel Oils» (ULSFO/VLSFO) eller «ECA fuels». Dette er ikke en ensartet gruppe drivstoff, hverken med tanke på kjemisk sammensetning eller produksjonsmetode, men fellesnevneren er lavt svovelinnhold. De er også vanskelig å plassere i forhold til eksisterende ISO-klassifisering.

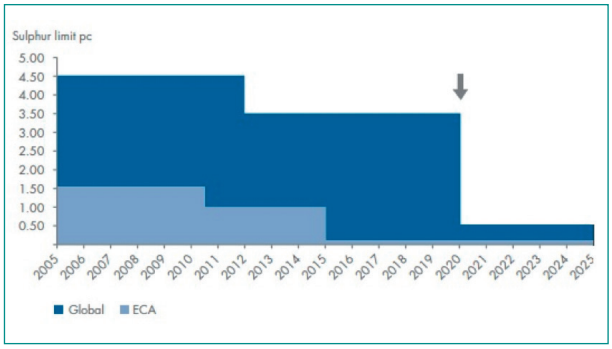
De siste årene har det vært en reduksjon i bruken av tungolje i EU/EØS-området, mens bruken av gassolje/diesel har økt (figur 2.18). Årsaken til endringen man har observert i tidsrommet 2015 – 2018 skyldes hovedsakelig innføringen av et såkalt SECA-område (Sulphur Emission Control Area) i Nordsjøen og Østersjøen.

Bruken av hybridolje/lavsvovelolje utgjør omlag 30 prosent av volumet i kategorien «Fuel oil» i Nordsjøen i dag (figur 2.19), mens andelen er betydelig lavere i Norskehavet og Barentshavet. Vi kan imidlertid forvente en økning av bruken av lavsvoveloljer (VLSFO/ULSFO) også i disse havområdene når nye grenser for svovelinnhold i skipsdrivstoff blir innført globalt ved årsskiftet 2020.

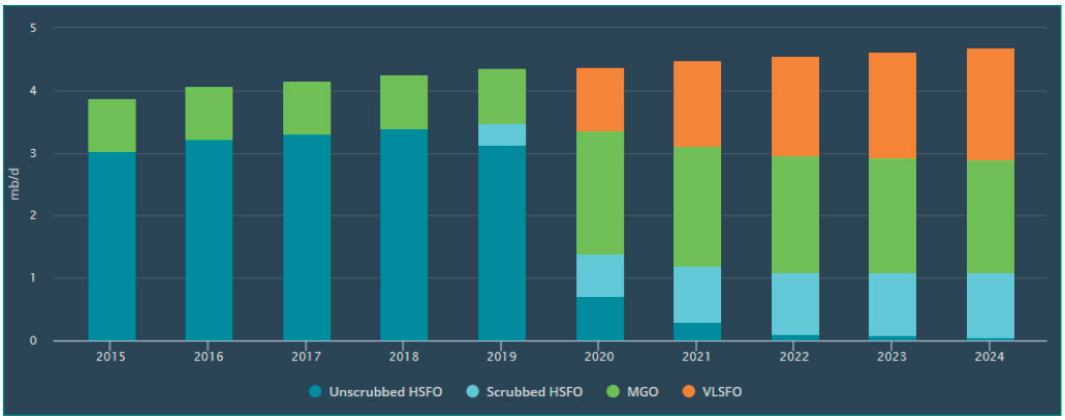
Mange rederier vil de kommende årene foretrekke å bruke marine gassolje (MGO) i stedet for lavsvovelbrenselolje (VLSFO/ULSFO), til tross for høyere pris (figur 2.20). Mengden VLSFO/ULSFO produsert vil i utgangspunktet være begrenset på grunn av redusert tilgjengelighet av egnede råvarer, samt at det tar tid å gjennomføre et teknologiskift på raffineriene. Noen rederier kan også være avventende med å benytte slikt drivstoff og de foretrekker å bruke MGO til de har tillit til at VLSFO/ULFSO vil være lett tilgjengelig i deres anløpshavner, samt at de stoler på drivstoffets kvalitet og kapabilitet. Omfanget VLSFO/ULFSO vil øke gradvis fra 2019 i takt med innfasing av ny kapasitet. Figur 2.20 viser prognose for global etterspørsel av ulike typer marint drivstoff.



Figur 2.18 Drivstoffvolum på skip i EU/EØS området, fordelt på raffinerte drivstoff (Gasoil/diesel) og på «Fuel oil». Kilde: IEA (International Energy Agency)



Figur 2.19 Innfasing av nye svovelkrav for skipsdrivstoff. Her illustrert for globalt område og for ECA-område (Emission controlled area). Kilde: IMO



Figur 2.20 Prognose for global etterspørsel av marint drivstoff; unscrubbed HFSO (olje som har høyt innhold av svovel), scrubbed HFSO (olje som er "vaska" slik at den inneholder mindre svovel), MGO (marine gas oil) og VLSFO (very low sulfur fuel oil). Enhet; millioner fat per dag. Kilde: IEA

2.2.4 Prognoser framover mot 2032

Prognosene for skipsfart er hentet fra Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (skipstrafikkdata fra 2013), og den strekker seg til 2040. Prognosen gjelder alle norske havområder og fiskerivernsoner.

Skipstyper og størrelseskategorier

Prognosene som presenteres i denne rapporten er utarbeidet som underlag for Sjøsikkerhetsanalysen 2014 (Kystverket, 2015) og derfor er det ikke helt sammenfall mellom områdeinndelingen i prognosen og forvaltningsplanområdene. I denne gjennomgangen er det fokusert på prognosene for Region Troms og Finnmark samt Svalbard. Det er Kystverkets vurdering at de overordnede trendene og prognosene for utseilt distanse som presenteres er representative for trafikkutviklingen i forvaltningsplanområdet Barentshavet (tabell 2.3).

I prognose for utseilt distanse utarbeidet i forbindelse med Sjøsikkerhetsanalysen i 2014 beregner DNV GL at utseilt distanse for norske havområder samlet vil stige med 41 prosent fra 2013 til 2040. Dette er litt høyere enn forventet økning ved Svalbard i samme periode som er på 33 prosent. For region Troms og Finnmark legges til grunn en trafikkøkning på 27 prosent.

I motsetning til norske havområder lengere sør, som domineres av passasjerskip og stykkgodsskip, er fiskefartøy den desidert største skipskategorien målt i utseilt distanse i Barentshavet. Mens fiskefartøy i region Troms og Finnmark i 2013 stod for 37 prosent av utseilt distanse, utgjorde fiskefartøy 74 prosent av utseilt distanse i fiskevernsonen ved Svalbard.

Prognosen skisserer at utseilt distanse for fiskefartøy vil reduseres med 13 prosent i Troms og Finnmark frem mot 2040 (overgang til større fiskefartøy), mens utseilt distanse for fiskefartøy ved Svalbard vil øke med 18 prosent i samme perioden.

Region Troms og Finnmark forventes å få en svært høy relativ endring i konteinertrafikk. Dette forklares med at trafikk med denne typen fartøy forventes å øke i den nordøstlige sjørute, samtidig som det per 2017 er svært begrenset trafikk med konteinerskip i Troms og Finnmark. Endringene for de ulike fartøystypene vil variere betydelig. Forventet samlet vekst for gasstankere, kjemikalietankere, råoljetankere og produkttankere vil være på om lag 300 prosent. Utseilt distanse for råoljetankere og produkttankere vil ventelig øke som en følge av økningen i petroleumseksport fra Nordvest-Russland og i norsk del av Barentshavet, og dermed bidra til økt transittrafikk gjennom Barentshavet.

I andre enden av skalaen finner vi bulkskip, offshore supplyskip og andre offshore service skip med forventet nedgang i region Troms og Finnmark – sammen med ovennevnte nedgang for fiskefartøy.

I fiskevernsonen ved Svalbard vil veksten av utseilt distanse frem mot 2040 særlig forklares av økt aktivitet av cruiseskip og fiskefartøy.

Mer om analyseområdet

Analyseområdet omfatter norske farvann, som her defineres som alle farvann innenfor 200 nm av grunnlinjen. Områdene omfatter:

Tabell 2.3. Utseilte distanser i 2013 og prognoser for 2040, fordelt på fartøystyper og regioner (1 000 nm). Kilde: DNV GL.

Fartøystype	Troms og Finnmark			Svalbard*		
	2013	2040	Endring i %	2013	2040	Endring i %
Råoljetankere	51	203	298 %	0	0	0 %
Produkttankere	258	987	283 %	1	1	0 %
Kjemikalietankere	2	8	300 %	0	0	0 %
Gasstankere	30	130	333 %	0	0	0 %
Bulkskip	375	321	-14 %	0	1	0 %
Stykkgodsskip	729	1085	49 %	3	4	33 %
Konteinerskip	1	49	4800 %	0	0	0 %
Ro-Ro lasteskip**	32	47	47 %	0	0	0 %
Kjøle-/fryseskip	148	252	70 %	0	0	0 %
Cruise	62	137	121 %	112	302	170 %
Passasjer	826	1027	24 %	25	69	176 %
Offshore supply skip	184	179	-3 %	0	0	0 %
Andre offshore service skip	47	46	-2 %	24	24	0 %
Andre aktiviteter	533	692	30 %	168	236	40 %
Fiskefartøy	2231	1948	-13 %	1133	1340	18 %
Ukjent skipskategori	551	578	5 %	71	71	0 %
Total	**6060**	**7689**	**27 %**	**1537**	**2048**	**33 %**

*) Resultatene for Svalbard og Jan Mayen følger fra analysene utført i tidligere DNV GL rapporter: /21//22/
**) Ro-Ro lasteskip = Roll on – Roll off lasteskip. Lasten tas av og på med for eksempel truck eller på egne hjul, for eksempel biler.

- *Norges økonomiske sone (NØS):* Sone som dekker havområdet fra territorialgrensen tolv nm og ut til 200 nm beregnet utenfor og parallelt med grunnlinjen ved Fastlands-Norge, og er avgrenset av avtalte avgrensningslinjer der det er mindre enn 400 nm til annen stats grunnlinje.
- *Sjøterritorium*: Sone som dekker havområdet fra grunnlinjen og ut til territorialgrensen, tolv nm utenfor og parallelt med grunnlinjen.
- *Indre farvann*: Havområdet innenfor grunnlinjen.
- *Fiskevernsonen ved Svalbard*: Sone som dekker havområdet fra territorialgrensen tolv nm og ut til 200 nm beregnet utenfor og parallelt med grunnlinjene ved Svalbard, og er avgrenset av Norges økonomiske sone, samt avtalte avgrensningslinjer.

2.3 Radioaktivitet

2.3.1 Status aktivitet i dag

Aktiviteter som kan resultere i akutte utslipp av radioaktiv forurensing til det marine miljøet i Barentshavet og områdene utenfor Lofoten er beskrevet i Næringsaktivitet og påvirkning – Barentshavet (2018), men er i tillegg supplert med oppdatert kunnskap blant annet fra en nylig publisert revidert trusselvurdering for Kriseutvalget for atomberedskap (Statens strålevern 2018b). Akutte utslipp av radioaktiv forurensing kan skyldes en hendelse lokalt i forvaltningsplanområdet eller det kan skje andre steder og fraktes til Barentshavet og områdene utenfor Lofoten via hav- og/eller luftstrømmer.

Lokale kilder til akutt radioaktiv forurensing

Aktuelle lokale hendelser kan være hendelser med militære eller sivile reaktordrevne fartøy, sjøtransport av brukt atombrensel eller annet høyradioaktivt materiale, eller mulig forurensning fra sunkne reaktordrevne ubåter (se figur 2.21) eller dumpet radioaktivt materiale (Statens strålevern 2008a; 2018b; AMAP 2016; Høibråten og Breivik 2016). I våre nærområder i Nordvest-Russland finnes det kjernekraftverk og andre nukleære installasjoner, som marinebaser, avfallslagre og så videre. som kan gi avrenninger av radioaktiv forurensning til våre havområder. Mange allierte og russiske reaktordrevne fartøy opererer i nordområdene. Den russiske nordflåten har hjemmehavn på Kolahalvøya. De sivile reaktordrevne fartøyene er alle russiske, og består av seks isbrytere og et isbrytende lasteskip, som alle har hjemmehavn i Murmansk. Mesteparten av deres aktivitet er knyttet til farvann utenfor Kolahalvøya og østover, i Finskebukta utenfor St. Petersburg, og i turisttrafikk fra Murmansk og til Nordpolen. Som eksempel var det i perioden 2012-2017 fjorten gjennomseilinger av sivile reaktordrevne fartøyer i Barentshavet, hvorav halvparten var knyttet til seilaser langs norskekysten til Finskebukta. Det ligger to sunkne reaktordrevne ubåter i Barentshavet (Komsomolets og K-159) og en i det tilgrensende Karahavet (K-27). Det er også dumpet betydelige mengder fast og flytende radioaktivt avfall i Barentshavet. Langs kysten av Norge finnes det lokale kilder med utslipp av radioaktiv forurensning, som sykehus, industri og forskningsinstitusjoner (Statens strålevern 2012c). Disse utslippene er små.

Mulig langtransportert radioaktiv forurensing

Eventuelle hendelser ved kjernekraftverk eller andre nukleære anlegg i utlandet kan føre til utslipp og forurensning som via hav- og luftstrømmer kan nå Barentshavet og områdene utenfor Lofoten. Dette inkluderer hendelser ved gjenvinningsanlegg, avfallslagre, militære anlegg og andre virksomheter som håndterer nukleært eller radioaktivt materiale. Målinger av radioaktiv forurensning i Barentshavet og Lofoten viser at nivåene er lave og avtagende (AMAP 2016; Statens strålevern 2017c; JNREG 2017). Eksisterende forurensning stammer fra atomprøvesprengingene på 1950- og 1960-tallet, avrenning og remobilisering etter kjernekraftulykken i Tsjernobyl i 1986, og utslipp fra gjenvinningsanleggene i Sellafield i Storbritannia og Cap de La Hague i Frankrike (Statens strålevern 2012b; 2015).

2.3.2 Endringer siden forrige forvaltningsplan

Det er flere reaktordrevne marinefartøy i bevegelse i norske nærområder, og strategiske fly som kan bære kjernevåpen patruljerer oftere i internasjonalt luftrom nær grensen til Norge. (Statens strålevern 2018b). Det har vært en betydelig økning i antall anløp av allierte militære reaktordrevne fartøy til norske farvann Fra 10-15 anløp i året for noen år siden, mottar Norge nå 30-40 anløp i året av allierte reaktordrevne ubåter (Statens strålevern 2018b).

I henhold til tall fra Vardø sjøtrafikksentral er det ikke nevneverdige endringer i trafikken av sivile reaktordrevne fartøyer eller sjøtransporter av brukt

Figur 2.21 Anløp av reaktordrevet ubåt ved kysten av Troms (foto: Inger Margrethe Eikelmann, DSA) og kart som viser sunkne reaktordrevne ubåter av relevans for forvaltningsplanområdet (AMAP 2016).

atombrensel og høyradioaktivt avfall i norsk del av Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten siden forrige forvaltningsplan. Det har vært økning i seilaser med sivil atomisbryter gjennom Barentshavet fra Murmansk og til Nordpolen som følge av kommersiell turisttrafikk, samt trafikk av sivile atomisbrytere østover fra Murmansk.

Russland har produsert et flytende atomkraftverk «Akademik Lomonosov». Dette ble i 2018 slept fra St. Petersburg og langs kysten av Norge til Murmansk hvor kjernebrensel vil lastes om bord, før atomkraftverket i 2019 slepes videre til anvendelse ved byen Pevek i det nord-østlige Russland (Statens strålevern 2008b; 2018a).

Sommeren 2017 startet sjøtransporter av brukt atombrensel fra Andreejevabukta på Kolahalvøya og til Murmansk, hvor det sendes videre med tog til behandlingsanlegget Majak øst for Uralfjellene for sluttbehandling og langtidslagring. Uttransporteringen er ventet å ta minst fem – seks år, med tilhørende økt risiko for hendelser mens arbeidet pågår (Statens strålevern 2017a; 2018b).

En alvorlig ulykke ved Kola kjernekraftverk kan gi betydelig radioaktivt nedfall over Norge (Statens strålevern 2008a; 2012d; 2018b). De to eldste reaktorene ved anlegget, reaktor 1 og 2, hadde opprinnelig levetid fram til 2018 og 2019. Reaktor 1 har nylig fått forlenget driftstillatelse til 2033 og reaktor 2 vil trolig få forlenget sin driftstillatelse tilsvarende.

2.3.3 Prognoser framover mot 2032

Både Russland og NATO har hatt en økt militær aktivitet i nord de siste årene. Det er flere reaktordrevne marinefartøy i bevegelse i norske nærområder, og strategiske fly som kan bære kjernevåpen patruljerer oftere i internasjonalt luftrom nær grensen til Norge (Statens strålevern 2018b).

Russiske myndigheter satser stort på økt utvinning av naturressurser i Arktis og etablering av den nordlige sjørute (Nordøstpassasjen) som fremtidig viktig internasjonal handelsrute og det gjennomføres store investeringer i infrastruktur. Det bygges nye reaktordrevne isbrytere i Russland som vil ha sitt hovedvirkeområde i nord. Sammen med forventet redusert fremtidig isutbredelse i området kan nordøstpassasjen oftere også bli benyttet til sivile sjøtransporter av brukt atombrensel og høyradioaktivt atomavfall mellom Europa og Asia (Statens strålevern 2018b).

Investeringene i utnyttelse av arktiske naturressurser kan i fremtiden også inkludere økt bruk av ny teknologi, som kan gi utfordringer på DSAs fagområde. Planer om flytende kjernekraftverk, små og modulære kjernereaktorer, nedsenkbare kjernekraftverk har vært omtalt gjentatte ganger i media. Det russiske statsforetaket Rosatom har planer om å bygge flere flytende kjernekraftverk i kommersielt øyemed. Det flytende kjernekraftverket «Akademik Lomonosov» som allerede er produsert har en forventet levetid på 40 år. Driften av kjernekraftverket vil medføre bytte av reaktorbrensel omtrent hvert tredje år og større vedlikehold ved hjemmehavn i Russland hvert 12. år. Aktiviteter knyttet til brenselbytte og transport kan forventes å innebære økt risiko for hendelser (Statens strålevern 2008a; 2008b; 2018b).

I tillegg kan framtidig utvikling av kjernekraftindustrien globalt påvirke sivil sjøtransport med høyradioaktiv last samt faren for mulige hendelser som kan medføre radioaktiv forurensing. Det finnes i dag omtrent 450 kjernekraftreaktorer for produksjon av elektrisitet i verden og mange av disse har passert sin opprinnelig estimerte levetid, deriblant de to eldste reaktorene ved Kola kjernekraftverk på Kolahalvøya. Mens flere land reduserer sin avhengighet av kjernekraft investerer andre land i nye anlegg blant annet som et alternativ til fossilt brensel i ly av klimaendringene. Det er i dag rundt 60 kjernekraftreaktorer under bygging, inklusiv et nytt kjernekraftverk i Nord-Finland (Statens strålevern 2018b).

Også faren for terror og andre villede handlinger er med i trusselvurderinger som gjøres (Statens strålevern 2008a; 2018b). En terrorhandling som omfatter radioaktivt materiale vil kunne gi store konsekvenser, derfor har også sikring av radioaktivt materiale fått et økt fokus de siste årene. Fare for tilsiktede hendelser ved atomkraftverk og gjenvinningsanlegg kan også, avhengig av vær- og havstrømmer, gi radioaktiv forurensing i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.

3 Ulykkesrisiko

Miljørisiko er avhengig av ulykkesrisiko. Dette kapittelet omtaler myndighetenes vurdering av ulykkesrisiko. Den er gjort i en forvaltningskontekst og er ment å vurdere om blant annet regelverket og tilgjengelig teknologi er dekkende for å håndtere ulykkesscenarioer på tvers av eksisterende og fremtidige aktører og aktiviteter i et større geografisk område. Hensikten er å klargjøre hvor oppmerksomheten må rettes for at en storulykke skal kunne unngås i fremtiden, også i dette havområdet.

Historien forteller oss at storulykker skjer sjelden og at de har store konsekvenser. Tradisjonelle kvantitative risikoanalyser forteller oss at storulykker er forbundet med lav statistisk sannsynlighet, alvorlige konsekvenser og betydelig usikkerhet, både med hensyn til sannsynlighet og konsekvenser.
Det er imidlertid ikke kunnskap om at storulykker skjer sjelden eller et risikotall som bestemmer hvor lav storulykkesrisikoen faktisk er i en aktivitet, en virksomhet eller et geografisk område. Verken historie eller risikoberegninger formidler et speilbilde av virkelighetens ulykkesrisiko.

Storulykkesrisiko er forbundet med usikkerhet. Den er avhengig av hva hver aktør gjør for å forebygge ulykker. Tradisjonelle kvantitative risikoanalyser inngår i et bredt spekter av hjelpemidler som kan belyse ulike utfordringer som krever oppmerksomhet, men det gjenstår mye arbeid utover dette for å forhindre og stanse en ulykke.

3.1 Petroleumsvirksomhet

Denne beskrivelsen av ulykkesrisiko i Barentshavet legger vekt på endringer siden Meld.St.10 (2010-2011) og reflekterer informasjon om eksisterende og fremtidige aktiviteter beskrevet i Næringsaktivitet og påvirkning – Barentshavet (2018). Endringer av betydning er for eksempel økt aktivitetsnivå, helårs-produksjon, flere utbygginger i vente og virksomhet som flytter seg stadig lengre nord og øst i åpnet område. Det tas også hensyn til kunnskapsutvikling av betydning, blant annet læring etter Deepwater Horizon (DwH), utvikling av Risikonivå i norsk petroleums-virksomhet – akutte utslipp (RNNP-AU) og arbeid med

RISIKOBEGREPET I PETROLEUMSVIRKSOMHET

Risiko er konsekvensene av virksomhet med tilhørende usikkerhet.

Rammeforskriften § 11 (veiledning

forebygging av ulykker på norsk sokkel generelt og i nordområdene spesielt. Ny kunnskap har de siste årene bidratt til videreutvikling av sikkerhetsregelverket på flere områder. Det er også lagt vekt på å tydeligere formidle regelverkets tilnærming til risiko og risikostyring, blant annet med en presisering av risikobegrepet. Denne presiseringen medfører ingen nye regelverkskrav. Hensikten er blant annet å rette større oppmerksomhet mot usikkerhet og kontinuerlige endringer i ulykkesrisiko (Petroleumstilsynet, 2016a).

Petroleumstilsynets (Ptil) arbeid med ulykkesrisiko siden Meld.St.10 (2010-2011) er preget blant annet av erfaringer etter ulykken på Deepwater Horizon i 2010. Det selskapene gjør i praksis er avgjørende for å unngå ulykker. Rapporter fra uavhengige granskinger av ulykken viser at selskapene ikke var gode nok til å reflektere industriutviklingen og områdespesifikke utfordringer i sine risikovurderinger (National commission (2011), U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (2016)). De var dermed ikke godt nok rustet til å ivareta krevende geologiske, boretekniske og organisatoriske forhold. Det er viktig læring å ta med seg generelt, og i nye områder spesielt.

Disse rapportene retter også oppmerksomheten på viktigheten av risikovurderinger i myndighetenes regi. Kvaliteten i myndighetenes egne risikovurderinger er avgjørende for å sette myndighetene i stand til å være i forkant av risikoutviklingen i petroleumsvirksomheten og utvikle hensiktsmessige rammebetingelser og gjennomføre relevante tilsynsaktiviteter. Myndighetene må ta stilling til ulike risikopåvirkende forhold for å kunne utfordre selskapenes risikovurderinger ved behov blant annet ved åpning av nye områder eller når aktivitet foregår i en vesentlig endret kontekst.

Med utgangspunkt i læring fra DwH-ulykken, har Ptil jobbet med utvikling av en metodikk for å forbedre

egne risikovurderinger. Denne metodikken er brukt for å underbygge etatens bidrag i forvaltningsplanarbeid, spesielt hva angår utblåsningsrisiko og ulykkesrisiko tilknyttet undervannsanlegg. Tradisjonelle kvantitative risikoanalyser er lite egnet til å understøtte myndighetenes risikovurdering. Det er derfor valgt en prosessbasert tilnærming, der relevante fagressurser på tvers av myndigheter og næring involveres for å vurdere kunnskapsgrunnlag, modeller og analyser som myndighetene bruker for å underbygge sine vurderinger av ulykkesrisikoen i et område. Hensikten er å tilrettelegge for at myndighetenes risikovurderinger er oppdaterte, relevante, uavhengige og gjennomsiktige.

Følgende informasjon og kunnskap er lagt til grunn for vurderingen av ulykkesrisiko tilknyttet petroleumsvirksomhet i Barentshavet;

- utvikling for hendelser og ulykker
- ulykkescenarioer
- forhold som kan påvirke ulykkesrisiko

Ulykkestypene utblåsning og oljelekkasje fra produksjonsanlegg under vann er prioritert blant annet fordi disse potensielt kan gi store utslippsvolum. Prioriteringen er begrunnet nærmere i kapittel 3.1.2.

USIKKERHET

Usikkerhet dreier seg om mangel på informasjon, manglende forståelse eller mangel på kunnskap. Type usikkerhet, om den er stor eller mindre, om den kan reduseres eller elimineres, er viktige momenter. Det må i større grad tas høyde for usikkerhet og kunnskapsstyrke i risikovurderingene, og resultatene fra risikoanalyser må være relevante og nyttige for dem som skal bruke dem i beslutningsprosesser.
Risikobegrepet er knyttet til konsekvenser av virksomheten, ikke bare til konsekvenser av en aktivitet eller hendelse på innretningen. Risiko angår derfor ikke bare den konkrete aktiviteten der og da, men henger sammen med hvordan aktiviteten er planlagt, hvor den foregår og under hvilke rammebetingelser. Risiko må forstås og håndteres i alle faser av petroleumsvirksomheten.

Meld.St.12 (2017-2018)

3.1.1 Utvikling for hendelser og ulykker

Siden siste stortingsmelding har videreutvikling av RNNP-arbeidet bidratt til årlig utgivelse av RNNP-AU. Rapporten utnytter det omfattende datamaterialet som ligger i RNNP-AU og databasen EnvironmentHub, hvor operatørene rapporterer sine utslipp til myndighetene, og formidler informasjon om utvikling for hendelser og tilløpshendelser.

Indikatorene i RNNP-AU er basert på hendelser som har gitt akutte utslipp og tilløpshendelser som kunne utviklet seg til ulykker med akutt oljeforurensning. I arbeidet brukes den geografiske avgrensningen av havområdene som følger av Stortingets helhetlige forvaltningsplaner. Det tilrettelegger for å drøfte eventuelle utfordringer knyttet til områdespesifikke forhold. Med bakgrunn i RNNP-AU 2017 (Petroleumstilsynet, 2018a) fremheves hovedtrekk for petroleumsvirksomhet i norske havområder generelt (norsk sokkel) og i Barentshavet spesielt.

Figurene i dette kapittelet er normalisert mot innretningsår (antall innretninger per havområde per år).

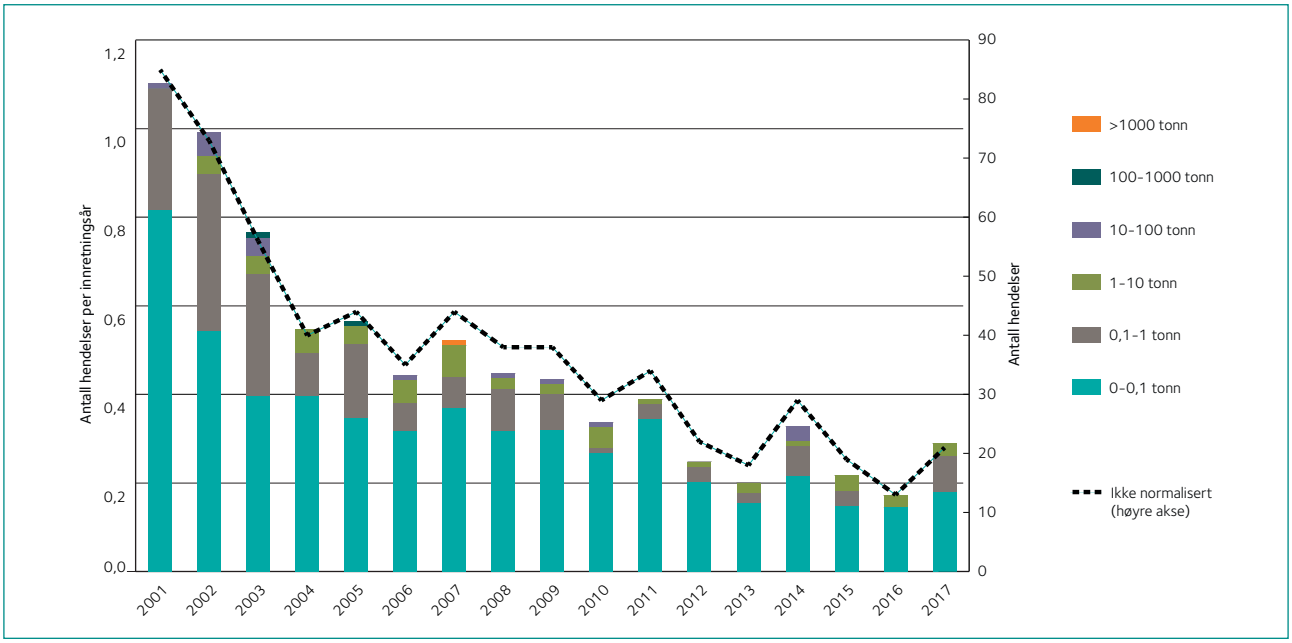
Norsk sokkel

Figur 3.1 viser både normaliserte og ikke-normaliserte verdier for antall hendelser med akutte utslipp av råolje i perioden 2001-2017.

Utviklingen for antall hendelser med akutte råoljeutslipp viser en positiv trend. Utviklingen siden 2010 har vært variasjon rundt et lavt nivå sammenliknet med første del av perioden. Det indikerer at barrieresvikt skjer sjeldnere i senere år.

Nedgangen i indikatoren skyldes redusert antall hendelser med mindre utslippsmengde. Hendelser med større utslippsmengder jf. tabell 3.1, skjer sjeldnere og datagrunnlaget er for lite til å si noe om utvikling eller trend. Hendelsenes samlede utslippsmengde varierer mye i perioden uten noen tydelig trend. Denne indikatoren påvirkes i stor grad når hendelser med stor utslippsmengde inntreffer.

Hendelsen med utslippsmengde over 1000 tonn, inntraff da lasteslangen røyk under oljelasting. Hendelsene med utslippsmengde over 100 tonn



Figur 3.1 Antall hendelser med akutt utslipp av råolje, norsk sokkel. Kilde: RNNP-AU

Tabell 3.1 De største råoljeutslippene på norsk sokkel, 2001-2017. Kilde: RNNP-AU

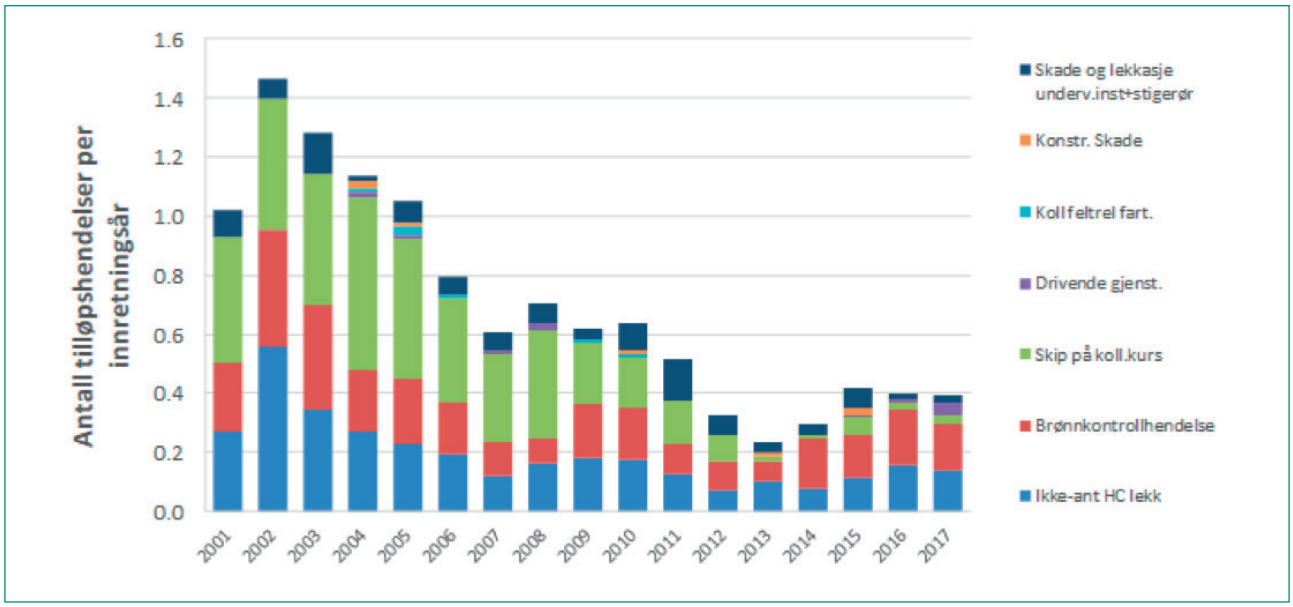
År	Mengde råolje til sjø (tonn)	Havområde
2003	630	Norskehavet
2005	286	Norskehavet
2006	82	Norskehavet
2007	3696	Nordsjøen
2009	80	Nordsjøen
2010	69	Norskehavet

skyldes tap av integritet på undervannsanlegg og feil ventilposisjon med påfølgende produksjon av olje til sjø via systemet for håndtering av produsertvann. Under hendelsene manglet effektive barrierer tilknyttet lasteslange, innretning og havbunnsanlegg som raskt kunne oppdage tap av kontroll på hydrokarboner.

Det er utstrakt bruk av undervannsteknologi og et stort og økende antall havbunnsinnretninger i petroleumsvirksomhet på norsk sokkel. Utviklingen i årene 2006-2017 for antall hendelser med akuttutslipp fra havbunnsinnretninger viser varierende verdier og ingen trend. I 2017 inntraff fem hydrokarbonlekkasjer fra havbunnsinnretninger. Dette er det høyeste antall hendelser som er registrert siden 2006. Hendelsene ble enten oppdaget av ROV ved gjennomføring av vedlikeholdsoppdrag, planlagt inspeksjon eller tilfeldig ved annen aktivitet, eller etter observasjon av oljefilm på havoverflaten og undersøkelser av nærliggende havbunnsinnretninger. Usikkerhet om hvor lenge hydrokarbonlekkasjene har pågått er gjennomgående.

Tilløpshendelser er hendelser som kunne utviklet seg til ulykker med akutt råoljeforurensning dersom flere barrierer hadde sviktet. Figur 3.2 viser normaliserte verdier for antall tilløpshendelser i årene 2001-2017.

Indikatoren for antall tilløpshendelser viser en positiv trend, men utviklingen i perioden har ikke vært like positiv for alle typer tilløpshendelser. Det er hovedsakelig en nedgang i hendelser med skip på kollisjonskurs som ligger bak nedgangen i perioden.



Figur 3.2 Antall tilløpshendelser, norsk sokkel. Kilde: RNNP-AU

De siste årene viser indikatoren en tendens til økning fra en historisk lav verdi i 2013. Verdien i 2017 er fortsatt på et lavt nivå. Det er særlig brønnkontrollhendelser som bidrar til utviklingen i seinere år, jf. figur 3.2. Utviklingen for antall brønnkontrollhendelser (rødt) viser ingen tydelig forbedring i perioden. De fleste brønnkontrollhendelser er regulære hendelser, men det har også inntruffet alvorlige brønnkontrollhendelser i seinere år.

I RNNP-AU det er det brukt en risikoanalytisk tilnærming for å utarbeide indikatorer for hendelsespotensial. Generelle antakelser om potensial for akutt forurensning sammen med spesifikke egenskaper ved tilløpshendelsene ligger til grunn (Petroleumstilsynet, 2016b). Indikatorene for potensielt antall hendelser og potensiell utslippsmengde varierer mye i perioden uten en tydelig trend. Utviklingen for hendelsestypene skade på stigerør og undervannsanlegg, og brønnkontrollhendelser påvirker i stor grad utviklingen i disse indikatorene for hendelsespotensial.

Akutte utslipp av kjemikalier er den dominerende type akuttutslipp fra petroleumsvirksomhet på norsk sokkel. Hendelser med akutt kjemikalieutslipp utgjør om lag 80 prosent av det totale antall hendelser med akutt forurensning i perioden.

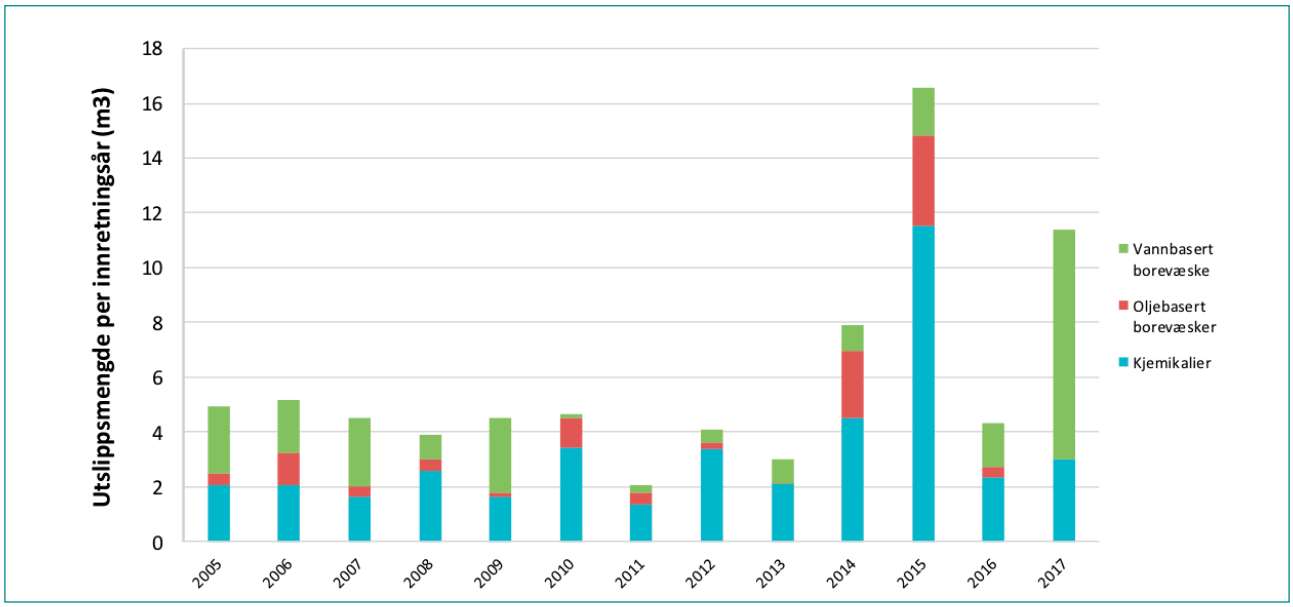
Siden 2009 har antall hendelser med akutte kjemikalie-utslipp variert rundt et høyt nivå på norsk sokkel. Rundt en firedel av disse hendelsene har en utslippsmengde som er større enn en kubikkmeter. Figur 3.3 viser den samlede utslippsmengden fra slike hendelser fordelt på type kjemikalieutslipp (normalisert). Indikatoren viser en negativ utvikling de fire siste årene.

Inntrufne hendelser med stor utslippsmengde ligger bak utviklingen mot økende utslippsmengde. De fire største kjemikalieutslippene i perioden har inntruffet etter 2014, jf. tabell 3.2. Alle disse i forbindelse med boreaktiviteter.

Erfaringer fra norsk sokkel kan si noe om næringens risikostyring. Aktiviteter i Barentshavet vil engasjere mange aktører som også opererer andre steder på norsk sokkel, og samme erfaring, kunnskap og teknologi vil derfor i stor grad bli benyttet. Sokkelperspektivet kan gi informasjon om forhold som er av betydning for ulykkesrisiko generelt. Slik informasjon er relevant for vurderinger av ulykkesrisiko i Barentshavet. Det må imidlertid også tas hensyn til områdespesifikke risikopåvirkende forhold. Forholdene i Barentshavet er ikke nødvendigvis sammenlignbare med tilsvarende andre steder på sokkelen, og usikkerhet i vurderinger for Barentshavet må diskuteres og håndteres.

Barentshavet

Det er en begrenset mengde hendelsesdata for Barentshavet i perioden 2001-2017. Disse dataene egner seg ikke til analyse av utvikling over tid og



Figur 3.3 Utslippsmengde fordelt på kjemikalietype, norsk sokkel 2005-2017. Kilde: RNNP-AU

Tabell 3.2 De største akutte utslipp av kjemikalier i perioden 2001-2017. Kilde: RNNP-AU

År	Mengde kjemikalie til sjø (m^3)	Havområde
2004	213	Nordsjøen
2004	184	Nordsjøen
2014	152	Nordsjøen
2014	230	Norskehavet
2015	226	Nordsjøen
2015	599	Norskehavet
2017	600	Nordsjøen

sammenlikning med andre havområder. Informasjonen om hendelser med akutte utslipp i havområdet er derfor en oversikt over hendelser og tilløpshendelser som har funnet sted i perioden. Denne er vist i tabell 3.3.

I årene 2013 til 2017 har det inntruffet flere hendelser i Barentshavet enn i årene fra 2001 til 2012. Det gjelder både for hendelser med akutt råoljeutslipp, tilløpshendelser med potensial for større akutte råoljeutslipp og hendelser med akutt kjemikalieutslipp. Det har vært høy aktivitet i havområdet i disse årene. Det er boret betydelig flere brønner hvorav de fleste er letebrønner. Fra 2016 har det også vært helårsproduksjon fra en flytende innretning i havområdet.

I årene 2013 til 2017 inntraff fem hendelser med akutt utslipp av råolje i forbindelse med brønntesting. Disse hadde en samlet utslippsmengde på omlag 400 liter. I disse årene inntraff 76 hendelser med akuttutslipp av kjemikalier. Disse hadde en samlet utslippsmengde på rundt 110 kubikkmeter.

For kjemikaliehendelser er datagrunnlaget størst og det viser samme trend i Barentshavet som på resten av norsk sokkel. I Barentshavet har også de aller fleste hendelsene som gir akutt forurensning kjemikalieutslipp. Mer enn 25 prosent av disse har utslippsmengde større enn én kubikkmeter. Erfaringer gir ikke grunnlag for å anta at næringens sikkerhetsprestasjoner under aktivitet i Barentshavet skiller seg fra ellers på sokkelen.

Tabell 3.3 Oversikt over hendelser og tilløpshendelser i Barentshavet. Kilde: Petroleumstilsynet

Hendelsestype	2001-2012	2013 - 2017	Havområde
Antall hendelser med akutt utslipp	Råolje	1	5
	Andre oljer	10	5
	Kjemikalier	16	76
Antall tilløpshendelser	Brønnkontrollhendelse	1	3
	Prosesslekkasje	0	6
Totalt antall		**28**	**95**

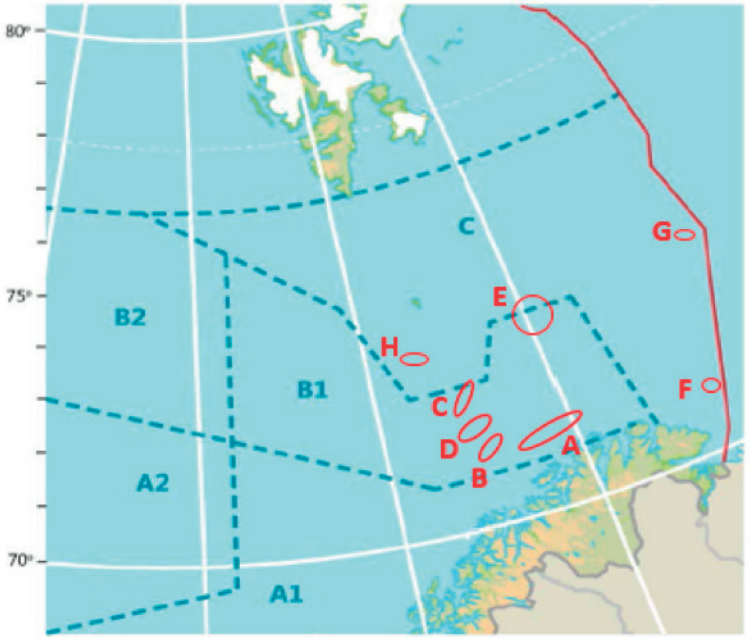
3.1.2 Beskrivelse av ulykkesrisiko

En viktig læring fra storulykker er at historiske ulykkestrender og beregninger av storulykkesrisiko ikke er tilstrekkelig informasjon for å si noe om risiko for storulykke i fremtiden. Informasjon fra RNNP-AU må derfor vurderes i sammenheng med informasjon om petroleumsvirksomheten på norsk sokkel generelt og i Barentshavet spesielt.

Myndighetenes risikovurderinger sikter til å klargjøre hvor oppmerksomheten må rettes for at en storulykke kan unngås i fremtiden. Beskrivelsen av ulykkesrisiko under oppsummerer vurderinger som klargjør hvilke hovedutfordringer som fortjener oppmerksomhet i planområdet, hva som er områdespesifikt, hva som er håndterbart med gjeldende rammebetingelser og hva som krever videre oppfølging.

3.1.2.1 Ulykkesscenarioer

Barentshavet er et stort geografisk område og spørsmålet om representative ulykkescenarioer er sentralt i myndighetenes risikovurderinger. Et sett med mulige lokasjoner jf. figur 3.4, er valgt med bakgrunn i ODs kunnskap om geologiske forhold og hydrokarbonforekomst. Det er tatt utgangspunkt i områder som er åpnet for petroleumsvirksomhet. Det er antatt at petroleumsvirksomhet må være tilknyttet et oljereservoar for at en ulykke skal kunne føre til akutt oljeforurensning. Disse lokasjonene er utgangspunkt for vurderinger av ulykkesrisiko.



A – Goliat/Nucula
B – Snøhvit
C – Skrugard/Havis
D – Lopphøgda
E – Hoop/Bjarmeland
F – B-02
G – BH SØ
H – Bjørnøybassenget

Figur 3.4 Ulykkeslokasjoner Kilde: Petroleumstilsynet 2018c

Utblåsning

En vurdering av ulykkesrisiko knyttet til boreaktivitet er prioritert fordi den utgjør en stor del av petroleumsvirksomheten i havområdet. Det kan også på et generelt grunnlag antas at utblåsning er en type ulykke som kan gi alvorlig oljeforurensning. Tap av brønnkontroll og potensielt langvarig oljeutblåsning representerer et alvorlig ulykkesscenario med hensyn til oljeforurensning i havområdet.

En utblåsningsmodell utviklet av IRIS er benyttet for å beskrive aktuelle utblåsningsrater på de valgte lokasjonene. Modellen er modifisert for Ptil sitt formål slik at resultatene kan brukes til risikovurderinger av boreaktiviteter i et større område. Forenklende valg, antagelser og forutsetninger som er lagt til grunn påvirker fremstillingen. Det er usikkerhet knyttet til inngangsparametere, underliggende modeller og effekt av gjeldende antakelser (Petroleumstilsynet 2018c).

OD har vurdert reservoar- og formasjonsegenskaper på de ulike lokasjonene, og gitt innspill på viktige inngangsparametere til utblåsningsmodellen. Med bakgrunn i informasjon om relevante stedlige forhold har Ptils boretekniske kompetanse sørget for selskapsuavhengige innspill på relevante brønndesign, brønngeometri og boretekniske løsninger for de ulike lokasjonene. Dette er også sentrale inngangsdata i utblåsningsmodellen og er nødvendige for å klargjøre potensial med hensyn på oljeforurensning.

Figur 3.5 presenterer et utvalg av mulige ulykkes-scenarioer for de ulike lokasjonene. Hver søyle viser en middelverdi[1] gitt en bestemt kombinasjon av utslippspunkt og strømningsvei.

Verdiene representerer opprinnelige utblåsningsrater, det vil si strømningsrate når utblåsningen inntreffer. Det er tatt hensyn til usikkerhet i reservoartrykk og andre reservoaregenskaper, noe som indirekte tar høyde for trykkfall over tid. Bruk av opprinnelige utblåsningsrater gir et noe konservativt anslag, men bidrar til å belyse aktuelle utfordringer forbundet med forebygging og stansing av slike ulykker. Det er ikke gjort beregninger av totalt utslippsvolum. Totalt utslippsvolum avgjør ikke om ulykker skal forebygges og stanses ved kilden, og belyser heller ikke utfordringer forbundet med forebygging og stans.

Vurderingen av ulykkesscenarioer synliggjør betydelig forskjell i strømningspotensial mellom lokasjonene nordvest av Finnmarkskysten og lokasjonene lenger nord og øst i havområdet, jf. figur 3.4. Forklaringen på dette skillet ligger i ulike geologiske forhold.

Settet av representative ulykkesscenarioer er drøftet og kvalifisert i en strukturert prosess med deltakere fra OD og personer med kompetanse innen boring og brønn og risikostyring fra Ptil, Proactima, IRIS og tre relevante selskaper. Ingen av disse ulykkesscenarioene ble vurdert å falle utenfor den type scenarioer som ligger til grunn for dagens regelverkskrav.

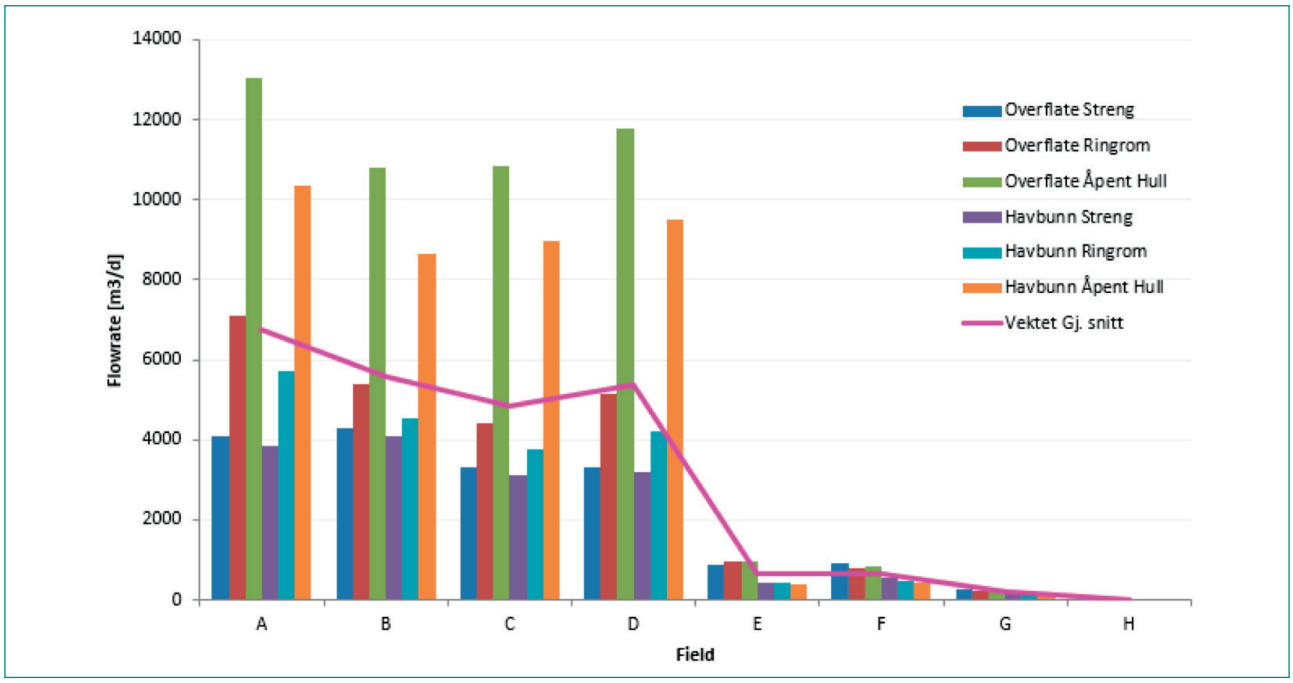
Oljelekkasje fra produksjonsanlegg under vann

En vurdering av ulykkesrisiko tilknyttet produksjonsanlegg under vann er prioritert fordi trenden på norsk sokkel viser en økende bruk av havbunnsløsninger. Det produseres olje fra havbunnsbrønner på Goliatfeltet i dag, og den planlagte utbyggingen av Johan Castberg inkluderer havbunnsløsninger. Tap av integritet på produksjonsanlegg under vann er derfor et relevant ulykkesscenario både for eksisterende og fremtidig virksomhet i havområdet. OD har bekreftet at lokasjonene i figur 3.4 er dekkende også for vurderinger av ulykkesrisiko tilknyttet produksjonsanlegg under vann.

Beskrivelsen av denne type ulykkesscenario er begrenset til en overordnet vurdering av lekkasjerater ved tidspunktet ulykken er et faktum. Det er også gjort generelle betraktninger rundt forhold som kan påvirke størrelse på lekkasjeraten og hvor lenge en potensiell oljelekkasje kan pågå før den oppdages og stanses.

Tabell 3.4 viser et eksempel på et forenklet blide av mulige lekkasjerater.

[1] Ulykkesscenarioene er beskrevet med bakgrunn i et begrenset sett med brønn- og geologiscenarioer for hver lokasjon. Hvert slikt brønn- og geologiscenario er simulert og en sannsynlighetsfordeling av utblåsningsrater er resultatet. Det er gjort simuleringer for hver av de seks utslippspunkt/strømningsvei valgene, se figur over. Søylene i plottet for eksempel for Overflate Streng fremkommer ved å ta gjennomsnittet av middelverdiene i tilsvarende sannsynlighetsfordelinger for alle brønn-/geologiscenarioer (simuleringene).



Figur 3.5 Ulykkesscenarioer for valgte lokasjoner jf. figur 3.4 (A – Goliat, B – Snøhvit, C- Skrugard/Havis, D – Lopphøgda, E – Hoop/Bjarmeland, F – B-02, G – BH SØ, H – Bjørnøybassenget). Kilde: Petroleumstilsynet 2018c

Tabell 3.4 Opprinnelige lekkasjerater. Kilde: Petroleumstilsynet

Lekkasjestørrelse	Hullstørrelse	Produksjonsanlegg og rørledning
Liten	10 mm	0,4 kg/s
Middels	50 mm	10 kg/s
Stor	Rørbrudd	370 kg/s

Tabell 3.5 Barriereeffektivitet og utslippsvolum. Kilde: Petroleumstilsynet

Lekkasjestørrelse	Metode for å oppdage (tid)	Utslippsvolum (størrelsesorden)
Liten	deteksjon ved kilden (30 sek.)	< 1 m^3
Liten	inspeksjon på havbunn (180 dager)	> 5000 m^3
Middels	observasjon på overflaten, nær innretning (24 timer)	~1000 m^3
Middels	inspeksjon på havbunn (180 dager)	> 100 000 m^3
Stor	prosessovervåking (30 sek.)	~100 m^3

Reservoarforhold som trykk og temperatur, og hullstørrelse på lekkasjestedet er parametere som påvirker hvor mye som lekker ut ved tap av integritet.

Regelverket krever at det er etablert barrierer som raskt kan oppdage ulykkessituasjoner og dermed sikre en rask intervensjon for å stanse ulykken ved kilden.

Effektiviteten til barrierer som skal oppdage fare- og ulykkessituasjoner har stor betydning for å begrense totalt utslippsvolum ved en ulykke under vann.

Tabell 3.5 gir eksempler på sammenhengen mellom tid for å oppdage og potensiell utslippsmengde. Hvor raskt en oljelekkasje detekteres avhenger av lekkasjestørrelse

og type deteksjonssystem. Tabellen sammenlikner tre systemer for deteksjon, kontinuerlig deteksjon ved kilden, deteksjon ved periodisk inspeksjon og prosessovervåking. Prosessovervåking vil kun fange opp større lekkasjer som gir et tilstrekkelig trykkfall i havbunnsanlegget (Petroleumstilsynet, 2018b).

I denne modellen er det antatt at prosessovervåkning i eksisterende virksomhet ikke vil fange opp en middels lekkasje og at utslippsvolumet øker proporsjonalt med tiden det tar å oppdage integritetstap. Det er også antatt at en uønsket hendelse eller ulykke må oppdages før barrierer som skal begrense og stanse kan tre i kraft.

Settet av representative ulykkesscenarioer er drøftet og kvalifisert i en strukturert prosess med deltakere fra Ptils fagområder for produksjonsteknologi, undervannsteknologi, vedlikeholdsstyring og risikostyring og Proactima. Ingen av disse ulykkesscenarioene ble vurdert å falle utenfor den type scenarioer som ligger til grunn for dagens regelverkskrav.

3.1.2.2 Forhold som kan påvirke ulykkesrisiko

Ulykkesrisiko handler om fremtiden og påvirkes av svært mange og ulike forhold i kontinuerlig endring. Dette er forhold som alene eller i kombinasjon, kan ha betydning for selskapenes evne til å forebygge, forhindre, begrense og stanse ulykker. Et omfattende kunnskapsgrunnlag (ref. kapittel 12.1) er samlet inn og systematisert for å dekke forhold som påvirker ulykkesrisiko generelt og ulykkesrisiko i Barentshavet spesielt. Det er gjennomført ulike prosesser for å sjekke ut at dette kunnskapsgrunnlaget er dekkende, oppdatert, og pålitelig, og dermed egnet til å understøtte myndighetenes vurderinger av ulykkesrisiko.

Ulykkestypene tap av brønnkontroll/utblåsning og integritetstap for produksjonsanlegg under vann er prioritert i vurderingen av ulykkesrisiko. Det er gjennomført prosesser for å klargjøre hva som er viktig generelt og hva som er spesielt for Barentshavet for å forebygge og stanse slike ulykker. Det er viktig å vurdere betydningen av ulike forhold både enkeltvis og samlet sett. Det er lagt vekt på å synliggjøre usikkerhet om forhold som kan påvirke ulykkesrisiko.

Usikkerhet om ikke-påvirkbare forhold

Ulykkesrisiko påvirkes av forhold en ikke kan gjøre noe med, blant annet områdeforhold og industrikontekst (se tekstboks om ikke-påvirkbare forhold). Dette er risikopåvirkende forhold som er gitt og som det må tas hensyn til. Utviklingen siden siste forvaltningsplan og påvirkning på ulykkesrisiko er vurdert. Det er lagt vekt på oppdaterte beskrivelser av områdeforhold, samt kunnskap og erfaringer med utvikling i industrikonteksten siden 2011.

Det er identifisert utfordringer knyttet til områdeforhold på noen av lokasjonene i Barentshavet. Relevante fagpersoner har drøftet hvordan disse kan påvirke evne til å forebygge, begrense og stanse en utblåsning eller en ulykke under vann. En generell konklusjon er at ingen områdeforhold i seg selv representerer et ukjent eller uvanlig risikopåvirkende forhold. Det er heller kombinasjoner av ulike områdeforhold som vil kreve oppmerksomhet for å etablere effektive tiltak for å forebygge og

IKKE-PÅVIRKBARE FORHOLD

Områdeforhold

- Naturforhold – undergrunn
  - formasjon
  - reservoar
- Naturforhold – overflate
  - Værforhold
  - Ising
  - Havis og isfjell
  - Polare lavtrykk
- Klimaendringer
- Naturforhold – under vann
  - Havdybde
  - Bunnforhold/innsynking av havbunnen
  - Rasfare og jordskjelv
- Infrastruktur og avstander
- Magnetfelt
- Navigasjon/kommunikasjon

Industrikontekst

- Aktivitetsnivå
- Aktørbilde
- Konjunkturendringer
- Rammebetingelser

stanse ulykker. Generelt ser det ut til at muligheten for samtidige påvirkninger øker jo lenger nord i Barentshavet en befinner seg. Videre omtales noen eksempler på mulige samtidige påvirkninger fra ikke-påvirkbare forhold.

Jordas magnetfelt og magnetiske bølger fra solstormer kan gi feilkilder i retningsmåling ved boring av horisontale brønner i Barentshavet. Dette problemet øker jo lenger nord man kommer. Det kan gi større usikkerhet om avstand mellom brønnbaner ved feltutvikling. Det kan også gi utfordringer med å gjenfinne brønnbanen og stanse en utblåsning fra et grunt reservoar hvor en horisontal avlastningsbrønn er nødvendig. Det kan være behov for å ta i bruk eksisterende og fremtidige løsninger som øker presisjonen på retningsmåling ved boring av horisontale brønner i Barentshavet. Det er så langt boret en horisontal brønn i nordlige del av Barentshavet sør.

Værforhold som vind, temperatur og bølger varierer i havområdet og de nordligste lokasjonene har oftere lengre perioder med lave temperaturer. Det kan både påvirke utstyrs funksjonsevne og menneskers yteevne. Forekomst av isfjell øker mot nord og er størst fra januar til juni. Dette er også perioden med lavere temperaturer og mer ising. Ising kan føre til at is pakker seg rundt utstyr og gir utfordringer i ulike operasjoner. Det er usikkert hvor raskt fenomenet kan inntreffe og hvor kritisk det eventuelt kan bli. Isfjell kan skade både strukturer på havoverflaten og under vann. Det er også risiko for konstruksjonsskader, skade på stigerør etc. ved kollisjon med isfjell. Isfjell med skadepotensial vil kunne gjemme seg i bølgene og ikke sees på radar. Dette gjelder spesielt når aktiviteten nærmer seg iskanten. Betydningen havis og isfjell kan ha for ulykkesrisiko er usikker.

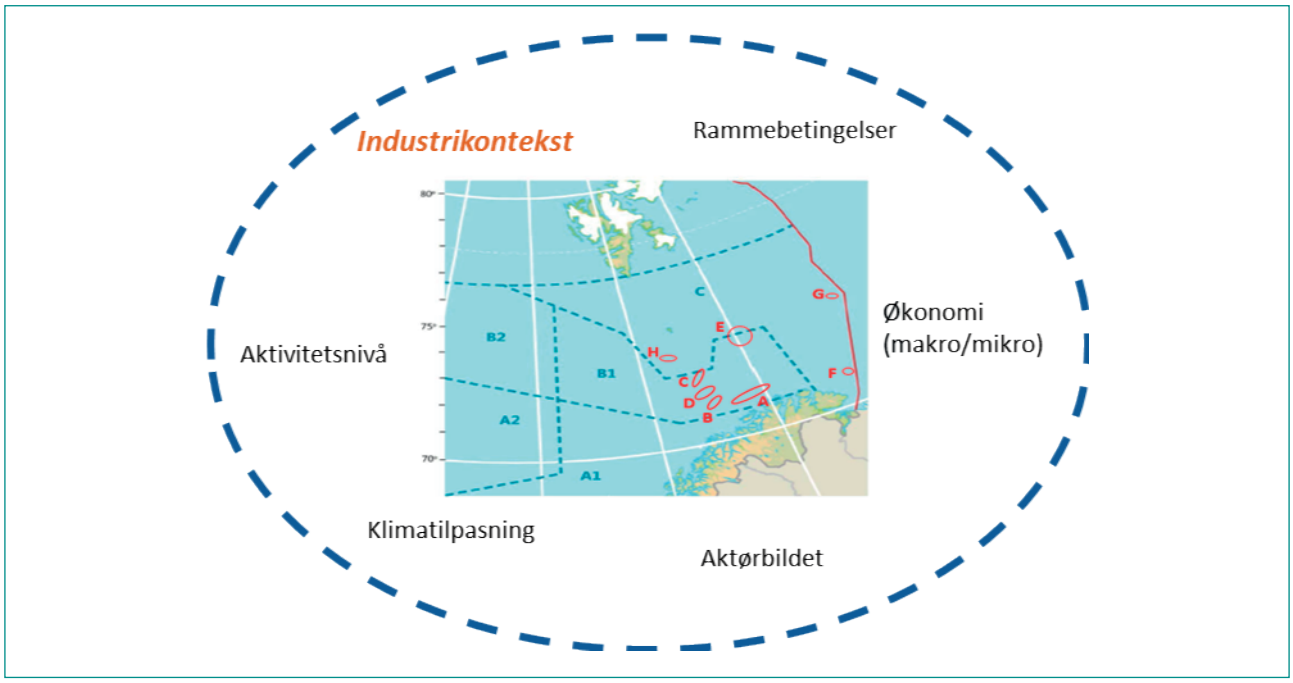
Jordens krumming påvirker satellittdekningen nordover i Barentshavet. Effekten som gir mangelfull satellittdekning, oppstår allerede ved 70 grader nord. Det må derfor tas høyde for gradvis forverring av kvalitet og tilgjengelighet av satellittsignal i de nordlige områdene av Barentshavet sør. To satellitter i høyelliptisk bane (HEO) vil kunne gi tilfredsstillende dekning i nordområdene (Telenor Satellite Broadcasting, 2014). Langt nord er også elektromagnetiske stormer en utfordring for kommunikasjonsutstyr. Satellitter er spesielt utsatt for påkjenninger under en solstorm og også mindre utbrudd vil kunne gi utfordringer (Norsk romsenter, 2014). Det må tas hensyn til usikkerhet om kommunikasjonstilgjengelighet i modellvalg for hav-land organisering i leteboring spesielt i nordlige deler av Barentshavet sør. Solstormvarsel er relevant informasjon under boreaktiviteter og intervensjons- og vedlikeholdsaktiviteter på undervannsanlegg. Ved utbygging og installasjon av permanente innretninger på overflate og/eller under vann vil fiberkabel til land kunne sikre stabil kommunikasjon.

Avstand og infrastruktur kan være utfordrende blant annet når en er avhengig av tidskritiske leveranser som under arbeid med å gjenvinne brønnkontroll eller i en operasjon for å begrense og stanse en utblåsning. Det har skjedd en forbedring siden siste forvaltningsplan og det i dag to forsyningsbaser i Nord-Norge med fullverdige mikseanlegg for borevæske. Tilgang på borevæske er viktig for gjenoppretting av brønnkontroll i en boreoperasjon med tap av boreslam til formasjonen. De lokale forsyningsbasene er per i dag ikke like godt utstyrt som basene lenger sør.

Ulykkesrisiko kan også påvirkes av ikke-påvirkbare forhold i konteksten for petroleumsvirksomhet (figur 3.6). Dette er forhold som gjelder for industrien som helhet og som påvirker ulykkesrisiko uavhengig av lokasjon, aktør, utbyggingskonsept og så videre. Hvordan forhold i industrikonteksten kan påvirke ulykkesrisiko er vurdert med utgangspunkt i aktivitetsnivå, aktørbilde, og konjunkturendringer.

Det har vært endringer i industrikonteksten siden siste forvaltningsplan blant annet har aktørbildet forandret seg. Dette inkluderer nå flere mindre og mellomstore aktører. Sammenslåinger og oppkjøp har preget bransjen, og tunge aktører har solgt seg ut av norsk petroleumsvirksomhet. Samtidig med dette har det vært konjunkturnedgang med fallende oljepris og redusert aktivitet. Mange aktører har gjennomført omfattende prosesser for å redusere kostnader. Dette har blant annet bidratt til store bemanningsendringer, endrede kontraktsbetingelser og betydelig lavere inntekter for underleverandører.

Det at industrikonteksten endrer seg er uunngåelig. Det er også nødvendig og legitimt at selskapene handler for å tilpasse sin virksomhet til dynamiske omgivelser. Hvordan selskapene tilpasser seg disse endringene kan ha betydning for storulykkesrisiko.



Figur 3.6 Industrikontekst kan påvirke ulykkesrisiko. Kilde: Petroleumstilsynet

Siden siste forvaltningsplan har næringen utviklet nye standarder relatert til petroleumsaktivitet i Barentshavet. Arbeidet adresserer viktige forhold for personellsikkerhet og arbeidsmiljø, og har en positiv innvirkning på teknisk sikkerhet. Næringens standardutvikling for nordområdene dekker foreløpig ikke temaer som adresserer forebygging og stansing av ulykker ved kilden for produksjonsanlegg på havbunnen, boring eller for brønnintervensjonsutstyr.

I deler av Barentshavet er det av miljøhensyn gitt boretidsbegrensinger som rammevilkår i forvaltningsplanen. Dette medfører at noen leteboringsaktiviteter må gjennomføres i kalde og mørke perioder. Dette er kjente utfordringer, som er håndterbare med egnede innretninger og forholdsregler. Slike boretidsbegrensninger gjelder kun i leteboringsfasen.

Usikkerhet om påvirkbare forhold

Ulykkesrisiko påvirkes også av forhold det kan gjøres noe med, som for eksempel selskapenes risikostyring og pågående teknologi-, kunnskaps- og standardutvikling. Utviklingen siden siste forvaltningsplan og påvirkning på ulykkesrisiko ble diskutert med utgangspunkt i erfaringer fra drift, tilsyn, RNNP-AU, standardiseringsarbeid, granskninger, forskning og utvikling med mer. Det ble henvist både til Barentshavspesifikke erfaringer og erfaringer fra petroleumsvirksomhet på norsk sokkel av relevans for aktiviteter i Barentshavet.

Hovednøkkelen til forebygging av storulykker er selskapenes risikostyring. Det omfatter blant annet hva selskapene gjør for å etablere, vedlikeholde og videreutvikle nødvendige barrierer i sin virksomhet, hvordan de tar hensyn til ikke-påvirkbare forhold, hvordan de tilpasser seg ulike endringer, hvordan de forholder seg til ny kunnskap og ny teknologi med mer. Erfaringer etter DwH-ulykken og en anerkjent modell (Rasmusen, 1997) for dynamiske grenser for forsvarlig drift ble benyttet som et utgangspunkt for diskusjon. Diskusjonen avdekket usikkerhet om eksisterende praksis på ulike områder. I det følgende er det lagt vekt på å synliggjøre forhold som kan påvirke risiko for utblåsning og ulykker på havbunnen generelt og i Barentshavet spesielt.

Barrierer

Forebygging av ulykker i norsk petroleumsvirksomhet under vann skjer først og fremst ved at sikkerhets-marginer bygges inn i design og operasjon. Et robust undervannsanlegg som sikrer integritet forebygger ulykker. I tillegg skal det etableres barrierer som blant annet raskt skal oppdage et integritetstap og bidra til å forhindre at en alvorligere ulykke får utvikle seg. I seinere år har kostnadsspørsmålet drevet utviklingen og optimalisering av design er et resultat. Et

optimalisert design reduserer materialkostnader, men kan samtidig gi en mindre robust løsning som krever at kompenserende tiltak iverksettes. Dette kan påvirke ulykkesrisiko.

Det er usikkerhet knyttet til barriereeffektivitet i petroleumsvirksomhet under vann. Dette gjelder spesielt evne til å oppdage integritetstap på undervannsanlegg hvis hydrokarbon-lekkasjen verken gir tilstrekkelig trykkfall i produksjonsanlegget eller er synlig på overflaten. I slike tilfeller kan et akutt utslipp potensielt forbli uoppdaget og gi et betydelig utslippsvolum over tid (tabell 3.5).

Det foregår teknologiutvikling på deteksjonsområdet og tilfanget av tilgjengelige metoder og sensorer for å oppdage akutt forurensning ved kilden er økende. Det pågår også utviklingsarbeid som vil kunne forbedre selskapenes evne til å inspisere utstyr på havbunnen. Det er imidlertid en forutsetning at ny teknologi blir tatt i bruk for å effektivt forebygge og stanse ulykker under vann.

Det er ikke avdekket spesielle utfordringer med tanke på tilgjengeligheten av egnede boreinnretninger. Det er ikke alle innretninger i riggflåten som er egnet til å bore i nordområdene. Eksisterende sikkerhetsregelverk er vurdert å være egnet til å sikre at selskapene for hver operasjon velger innretninger som er tilpasset de spesifikke områdeforholdene.

Selskapenes tilpasninger

Det har vært store endringer i industrikonteksten siden forrige forvaltningsplan. Perioden har vært preget både av høy og lav konjunktur og usikkerhet om konsekvensene for selskapenes evne til å forebygge ulykker. Selskapenes tilpasninger til industrikonteksten fører til at kostnadsreduksjoner driver utviklingen av teknologi, standarder, arbeidsprosesser. Det iverksettes en rekke effektiviseringsprosesser av eksisterende standarder og praksis, og innenfor ulike fagområder. Mens disse endringene hver for seg og isolert sett kan virke forsvarlige, kan de maskere en samlet reduksjon av sikkerhetsmarginer.

De seinere års lavkonjunktur har også fått konsekvenser for leverandørindustrien. Det gjelder både for redere med boreinnretninger og aktører som leverer tjenester i petroleumsvirksomhet under vann. Mange boreinnretninger har ligget i opplag og bemanningen er sagt opp. Kontrakter er inngått i krisetid og vil gi lav inntjening også fremover blant annet for leverandører av tjenester i petroleumsvirksomhet under vann. Det er også eksempler på at operatørene og leverandørene har jobbet sammen med å effektivisere virksomheten og redusere kostnader (Petroleumstilsynet, 2019a). Det siste året har aktivitetsnivået igjen vært økende. Det er usikkerhet om hvordan endringene i kontekst påvirker ulykkesrisiko, blant annet den robusthet i næringen som ulykkesforebygging er avhengig av. Dette er usikkerhet det må tas hensyn til når hjulene igjen ruller fortere.

Tilsynserfaringer viser at det er usikkerhet knyttet til hvordan de mange effektiviseringsprosessene i seinere år påvirker selskapenes evne til å forbygge ulykker. Erfaringer fra storulykker tilsier at det kan være utfordrende å balansere hensynet til ulykkesforebygging og økonomi i praksis, og at hendelsesindikatorer kan føre til en overvurdering av risikooversikt og -kontroll. Det foreligger dessuten mye kunnskap om ulike kognitive mekanismer som kan bidra til en undervurdering av storulykkesrisiko i praksis. Etter DwH-ulykken har den internasjonale organisasjonen for olje og gassprodusenter (IOGP) søkt å rette selskapenes oppmerksomhet på denne type risikopåvirkende faktorer.

Teknologi- og kunnskapsutvikling

Det er foretatt en vurdering av teknologi- og kunnskapsutvikling siden siste forvaltningsplan. Det er lagt vekt på utvikling som kan bidra til å forbedre forebygging og -stansing av forurensningsulykker. Det er tatt hensyn til utvikling som ikke nødvendigvis er drevet av hensynet til ulykkesrisikoen, men som likevel har potensiale for å påvirke ulykkesrisiko. Det er også tatt hensyn til utvikling som kan bidra til forbedringer som gjelder generelt for petroleumsvirksomhet på norsk sokkel, og er ikke spesiell for Barentshavet. Det er for eksempel utviklet teknologi siden siste forvaltningsplan som kan ha betydning for å forebygge utblåsning og integritetstap under vann og/eller begrense og stanse denne type ulykker i Barentshavet (se tekstboks om teknologiutvikling).

Teknologiutvikling kan ofte ha både fordeler og ulemper og det er viktig at også ulempene adresseres når ny teknologi tas i bruk. For eksempel kan utvikling av nye løsninger med modulbaserte havbunnssystemer

TEKOLOGIUTVIKLING

Teknologiutvikling som kan ha betydning for å forebygge og/eller begrense og stanse utblåsning;

- nye seismiske metoder
- reservoarmodellering og bassengforståelse
- nedihulls BOP (boring i karstifisert reservoar)
- wired drill pipe (WDP) / early kick detection
- managed pressured drilling (MPD)
- one trip / linerboring
- IKT (kan behandle større datamengder, bedre støtte fra og kommunikasjon med land)
- capping stack (teknologi og tilgjengelighet)

Teknologiutvikling som kan ha betydning for å forebygge og/eller begrense og stanse ulykke under vann;

- modulbaserte havbunnssystemer
- teknologier som kan å oppdage integritetstap på havbunnen, inkludert utstyr for jevnlig inspeksjon på havbunnen
- elektrisk styrte ventiler
- teknologi for å produsere over større avstander med mindre infrastruktur (eks. ColdFlow)

føre til at det blir enklere å gjøre inspeksjon og vedlikehold under vann. Slike løsninger kan samtidig skape flere lekkasjepunkter og flere olje-/gassførende forbindelser som kan skades. Det er viktig å søke en helhetlig forståelse av hvordan ny teknologi påvirker ulykkesrisiko. Skal ny teknologi ha mulighet til å gi en positiv effekt så må den tas i bruk.

Myndighetenes rammebetingelser og oppfølging

HMS-regelverket er en sentral rammebetingelse for petroleumsvirksomheten. Det er forankret både i Petroleumsloven og Forurensningsloven, og i erkjennelsen av at miljørisiko er avhengig av ulykkesrisiko. Dette regelverk kommer til anvendelse så snart petroleumsvirksomhet pågår, og krever at aktørene skal ivareta tre hovedoppgaver. Ulykker skal forebygges og skulle de likevel oppstå, skal de stanses ved kilden og deres konsekvenser skal begrenses. Det kreves robuste anlegg og effektive barrierer for å ivareta disse oppgavene. Etter dette regelverket kan petroleumsvirksomhet bare være forsvarlig når enkeltvise vurderinger suppleres med samlede vurderinger, og når forsvarsverket er tilpasset de konkrete utfordringene virksomheten står overfor. Det betyr blant annet at regelverket kan være mer eller mindre krevende å ivareta avhengig av hvor virksomheten foregår.

Erfaringer viser at ulykkesrisiko i praksis blir behandlet uavhengig av miljørisiko. Det kan blant annet føre til at informasjon fra hendelser som ikke har eller kunne hatt konsekvenser for mennesker, ikke blir brukt til å revurdere effektiviteten til ulykkesforebyggende barrierer. Dette er en generell utfordring i petroleumsvirksomhet, som også gjelder petroleumsvirksomhet i Barentshavet.

I denne vurderingen av ulykkesrisiko er det ikke registrert utfordringer som ligger utenfor eksisterende regelverk og erfaringsgrunnlag. Det har ikke skjedd storulykker i norsk petroleumsvirksomhet på lenge og historisk sett har det skjedd få storulykker. Det betyr

PETROLEUMSVIRKSOMHET I NORDOMRÅDENE

Det har vært petroleumsvirksomhet utenfor Nord-Norge i nærmere 40 år, og det er samlet betydelig erfaring og kunnskap i næringen og hos myndighetene […]
Det er økende petroleumsvirksomhet i nordområdene på norsk sokkel. Forholdene i Barentshavet varierer fra sør til nord og fra vest til øst. Temperaturene synker mot nord og øst, mens vind og bølger avtar i intensitet. Ved planlegging av aktivitet i Barentshavet, er det viktig å ta hensyn til lokasjonsspesifikke forhold på grunn av variasjonene over et relativt stort geografisk område. Det er samlet betydelig erfaring og kunnskap fra den første letebrønnen i 1980 og frem til det mest aktive året hittil, 2018.
Aktørene og myndighetene i næringen har lagt ned betydelige ressurser i å kartlegge og utvikle kunnskap om usikkerhets- og risikofaktorer for å redusere risiko for storulykker i Barentshavet. Arbeidet skal bidra til å forebygge hendelser og ulykker.

Meld.St.12 (2017-2018)

Tabell 3.6 Endringer og forventet utvikling.

Forhold knyttet til	Endringer i perioden 2011 – 2018	Forventet utvikling fram mot 2032
Områdeforhold For eksempel værforhold, reservoarforhold, havdyp, ras- og jordskjelvsfare, skipstrafikk, aktivitetsnivå i området mv.	Det har vært et relativt høyt aktivitetsnivå siden 2013. Hovedsakelig leteboring. Helårs produksjon fra flytende innretning fra 2016. Åpning av Barentshavet sørøst i 2013. Aktiviteten beveger seg lengre nord og øst i åpnede områder. Kunnskapsutvikling om områdeforhold i regi av både myndigheter og næring. En generell konklusjon er at ingen områdeforhold alene representerer et ukjent eller uvanlig risikopåvirkende forhold. Samtidig påvirkning fra ulike områdeforhold kan imidlertid være en utfordring som vil kreve oppmerksomhet i arbeid med å forebygge og stanse ulykker. Denne typen utfordring ser ut til å øke mot nord, også i åpnede områder.	Forventet flere nye utbygginger. Johan Castberg i produksjon fra 2022. OD antar at Barentshavet har den største andelen av uoppdagede ressurser (60 %). Forventet kunnskapsutvikling om samtidig påvirkning av risikopåvirkende faktorer.
Industrikontekst For eksempel konjunkturendringer, rammebetingelser for virksomheten, aktørbilde, aktivitetsnivå i petroleumssektoren mv.	Siste halvdel av perioden har vært preget av konjunkturendring og aktivitetsnedgang. Behov for effektivisering og kostnadsreduksjon har drevet utviklingen for teknologi, standarder og arbeidsprosesser. Effektivisering kan ha positive sikkerhetsmessige konsekvenser, men kan også føre til kutt i viktige sikkerhetsmarginer. Regelverksprinsipper ligger fast. Det er innført skjerpede krav til boring av avlastningsbrønn, og sterkere fokus på å ta hensyn til usikkerhet i risikostyring. Det er generelle utfordringer med eksisterende praksis knyttet til samlede vurderinger jf. sentrale rammebetingelser.	Forventet fremtidige konjunktursvingninger og behov for tilpasninger. Selskapenes tilpasninger til kontekstendringer kan påvirke ulykkesrisiko i praksis, både positivt og negativt. Forventet økt press på petroleumsnæringen for å ivareta klimamål Forventet utvikling av selskapenes risikovurderinger for en bedre oversikt og kontroll av ulykkesrisiko i praksis. Forventet utvikling av kompetanse til å supplere enkeltvise risikovurderinger med samlede vurderinger
	Endret aktørbilde med flere mindre og mellomstore aktører. Oppfølging av selskaper viser at det er variasjon i kjennskapen til det norske HMS-regimet.	Forventet utvikling i kunnskap om og tilpasning til det norske HMS-regimet.
Selskapenes risikostyring For eksempel valg av utbyggingsløsning og tekniske løsninger, type operasjoner som gjennomføres, aktører som deltar i aktiviteten, måten aktiviteten organiseres og styres på mv.	Økende bruk av havbunnsteknologi på norsk sokkel. Eksisterende og planlagte utbygginger i Barentshavet inkluderer havbunnsløsninger. Forebygging av ulykker på havbunnen krever oppmerksomhet, spesielt med hensyn til tilstandsovervåking og barrierer for å oppdage feil, fare- og ulykkessituasjoner.	Forventet økende bruk av undervannsløsninger og utvikling mot at større produksjonsanlegg plasseres på havbunnen. Forventet kontinuerlig forbedring, både som følge av teknologisk utvikling og trender i petroleumsvirksomheten.
	Det har pågått teknologiutvikling som kan bidra til å forbedre ulykkesforebygging og styring av ulykkesrisiko, inkludert risiko for akutt forurensning. Økende grad av digitalisering også i petroleumsvirksomhet.	Forventet teknologiutvikling generelt og spesielt tilpasset spesifikke utfordringer i havområdet, jf. kapittel 3.1.2. Forventet forbedring i teknologi for å overvåke tilstand under utvikling og å oppdage integritetstap på havbunnsanlegg. En positiv effekt av teknologiutvikling på ulykkesforebygging generelt, og på forebygging av utblåsning og ulykker i virksomhet under vann spesielt, avhenger av ny teknologi tas i bruk og av at sikkerhetsmessige fordeler ved bruk overgår ulemper.
	Barents Sea Exploration Collaboration (BaSEC) opprettet. Samarbeidsforumet har relevans for forebygging av ulykker og storulykker, inkludert forurensningsulykker i Barentshavet.	Forventer økt grad av samarbeid i næringen for å forebygge ulykker i alle faser av petroleumsvirksomhet.
	I 2018 er det to fullverdige forsyningsbaser med mikseanlegg for borevæske i nord. Det er en forbedring siden siste forvaltningsplan selv om basene har mindre utstyr enn tilsvarende baser i sør.	Forventet utbygging av infrastruktur i takt med økende aktivitet.

ikke at storulykker ikke kan skje. Fravær av storulykker krever ydmykhet og kontinuerlig innsats.

3.1.3 Oppsummering/konklusjoner

Enhver beskrivelse av risiko er beheftet med usikkerhet, blant annet fordi risiko er avhengig av svært mange risikopåvirkende forhold og kombinasjoner av disse. Mange av disse forholdene er også i stadig endring. Et omfattende kunnskapsgrunnlag er lagt til grunn (kapittel 12.1). Det inkluderer både aktørene i næringen og myndighetenes arbeid med å kartlegge og utvikle kunnskap om usikkerhet og risikoforhold. Det inkluderer også erfaringer fra petroleumsvirksomhet i Barentshavet. Tabell 3.6 oppsummerer utviklingen for ulike forhold som kan påvirke ulykkesrisiko i Barentshavet. De risikopåvirkende forholdene er sortert med hensyn til om de er knyttet til område, industrikonteksten eller selskapenes risikostyring. Det er også gjort en vurdering av forventet utvikling fram mot 2032.

3.2 Skipstrafikk

For skipstrafikk er det vanlig å se på ulykkes- og miljørisiko i et sannsynlighets- og konsekvensperspektiv. Det vil si at det ut fra tidligere hendelser beregnes sannsynligheter for uhell med forskjellige skipstyper og størrelser. Sannsynligheten regnes ut basert på utseilt distanse i et område. Basert på sannsynlighet kan man også finne mulig utslippsmengde i området, og med hjelp av resultater fra spredningsmodelleringer kan miljøkonsekvens og miljørisiko for ulike uhellsutslipp beregnes. Det kan være mange faktorer som spiller inn ved en ulykke. Akkurat som i petroleumssektoren er prosedyrer, holdninger og tilrettelegging viktig for å unngå ulykker. Det er likevel valgt å fortsette med sannsynlighetsmodeller fordi det er den mest hensiktsmessige metoden når det er mange fartøy og store havområder.

3.2.1 Sannsynligheten for skipsulykker med akutt oljeutslipp

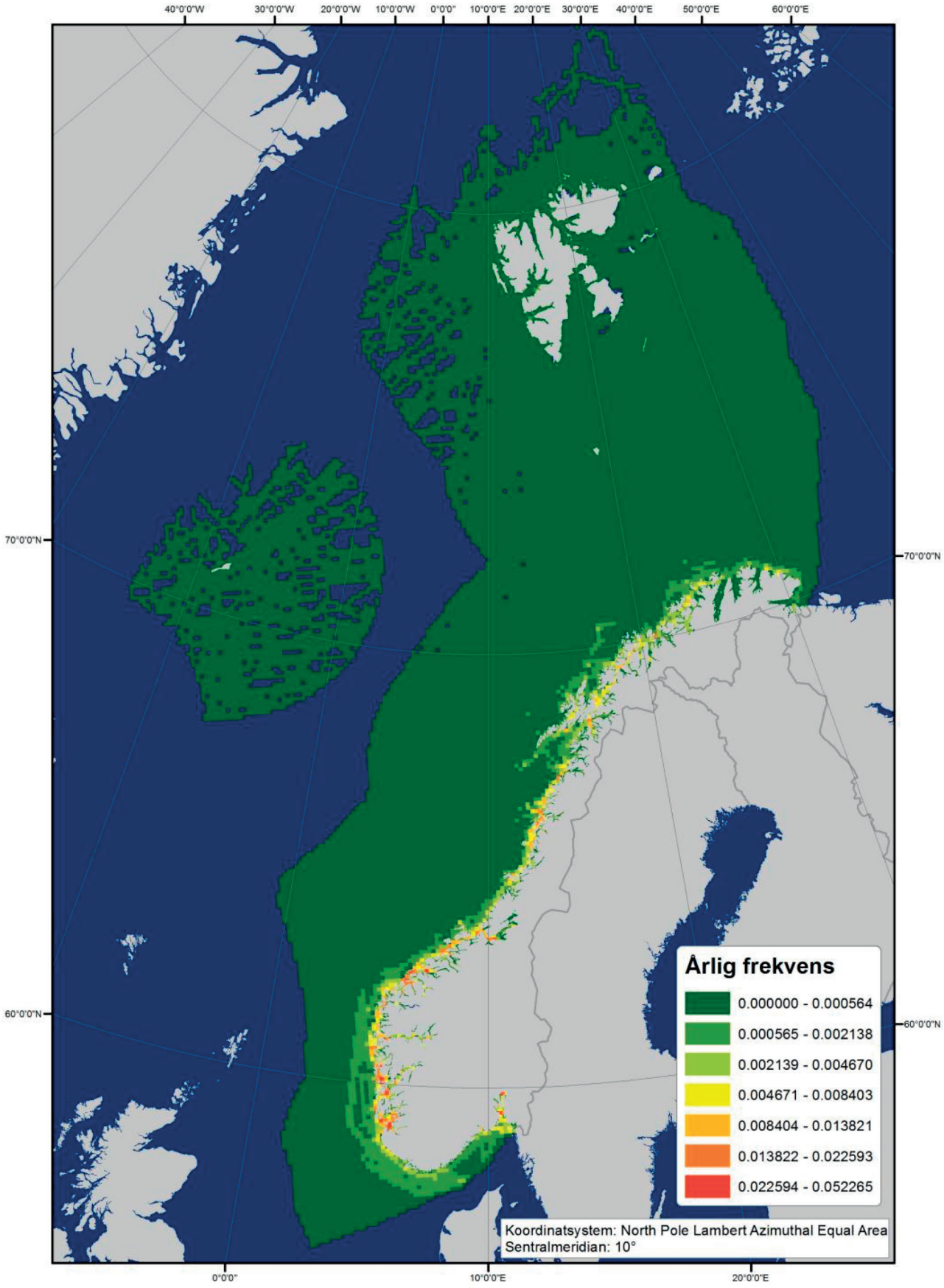
Hendelser og ulykker innen skipsfarten, som grunnstøting, kollisjon, strukturfeil og brann/eksplosjon, skjer med ujevne mellomrom og kan medføre akutt forurensning. Årlig inntreffer det rundt 100 grunnstøtinger i norske farvann, men bare en liten andel av ulykkene med skip fører til akutt forurensning. De siste årene har vi hatt tre grunnstøtinger langs kysten med akutte oljeutslipp av betydelig omfang: MS Server (2007, ca. 530 tonn olje), MV Full City (2009, ca. 293 tonn olje) og MS Godafoss (2011, ca. 112 tonn olje). Hendelsen i Øygarden med fregatten KNM «Helge Ingstad», som kolliderte med tankskipet «Sola TS» 8. november 2018, medførte også oljeutslipp. Hovedsakelig utslipp av marin diesel og helikopterdrivstoff, men ulykken hadde et betydelig større potensial.

Det har også vært andre ulykker som kunne medført akutt forurensning, som for eksempel grunnstøtingen av fiskefartøyet Northguider (28/12 2018) i Hinlopen nordøst på Svalbard nær iskanten. Av forurensende stoff inneholdt fartøyet hovedsakelig marin diesel, men også en del motorolje og hydraulikkolje.

Ulykkene, foruten hendelsen med KNM Helge Ingstad, representerer ulykkestyper en forventer vil inntreffe hyppigst langs kysten. Beregningene viser at det, gitt en utslippsulykke, vil være høyest sannsynlighet for at dette utslippet er bunkers og at mengden sluppet ut vil være i utslippskategorien mindre enn 200 tonn. Det er forventet at ca. 85 prosent av årlige skipsulykker med utslipp vil havne i denne utslippskategorien.

I figur 3.7 er resultatene i form av årlige estimerte utslippsfrekvenser per grid celle (10x10 km) vist geografisk. Vi ser av figuren at utslippsfrekvensen er størst langs kysten av fastlandet, og i indre farvann. Utslippsfrekvensen for Svalbard og Jan Mayen blir nesten ikke synlig siden det er så liten utslippsfrekvens sammenlignet med de andre regionene.

Analysen viser også at utslippsfrekvensen er størst langs Vestlandskysten og Mørekysten, omtrent fra Stavanger til Trondheim. Dette er hovedsakelig på grunn av mye trafikk i leia innenskjærs. Beregningen viser at det, basert på dagens trafikkdata, må forventes om lag fem hendelser med utslipp av olje per år langs kysten. Mengden bunkers som forventes sluppet ut i disse hendelsene, kan ikke sammenlignes med en oljetanker som driver på grunn og mister lasten i en eller flere lastetanker. Sammenlignet med utslipp av 100 tonn olje fra en bunkerstank, kan de største oljetankerne ta over 100 000 tonn last. Størstedelen av oljetankerne som går langs kysten i nord går i trafikkseparasjonssonen, langt fra kysten og trafikken overvåkes fra sjøtrafikksentralen i Vardø. Sannsynligheten for uhell med denne skipstypen er her lav.



Figur 3.7 Forventet antall årlige skipsulykker med oljeutslipp per grid celle (10x10 km) i 2017. Summen av utslippsfrekvenser over alle grid-celler gir den forventede årlige frekvensen for en ulykke med utslipp i norske farvann. Kilde: Kystverket

Beregningene viser videre at det kan forventes flest ulykker med utslipp av råolje og oljeprodukter i region Vest, etterfulgt av Sørøst. Her har avstanden fra seilingsleden til fastlandet et stort bidrag i sannsynligheten for drivende grunnstøting. Denne avstanden er kortest langs Vestlandet hvor tankskipene går nærmere kysten på grunn av alle offshoreinstallasjonene i Nordsjøen, noe som gjør at de må ha en sikker avstand til disse, samtidig som de ønskes lengst mulig unna kysten.

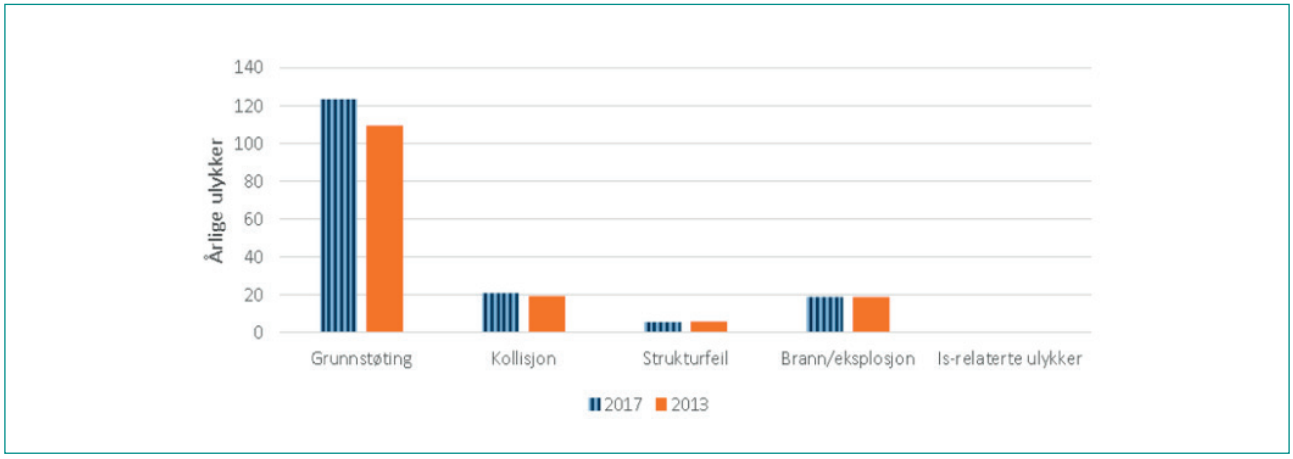
For norske havområder er det beregnet en årlig frekvens for utslipp av råolje på 0,03, det vil si omtrent hvert 32. år. Tilsvarende er det beregnet en årlig frekvens for utslipp av oljeprodukter på 0,13, det vil si hvert 7.-8. år.

Figur 3.8 viser at det estimerte antall grunnstøtinger har økt fra ca.110 i 2013 til ca. 122 i 2017, mens antall andre typer ulykker er tilnærmet uendret. Antall grunnstøtinger Kystverkets beredskapsvakt har registrert i perioden 2012 – 2018, har gått ned fra 87 til 56 per år.

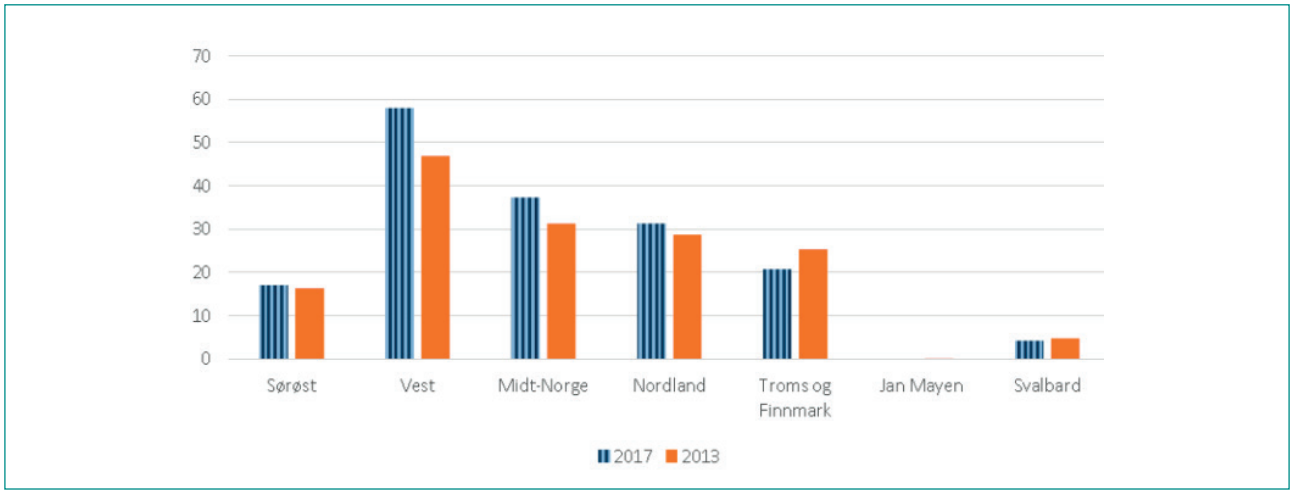
Sannsynligheten for utslipp av kjemikalier er høyest i kystsonen som dekker Vestlandskysten og Mørekysten omtrent fra Stavanger til Trondheim (figur 3.9), i likhet med utslipp av bunkers (MGO/MDO, IFO og HFO). Det er beregnet en årlig frekvens for utslipp av kjemikalier på 0,01, det vil si hvert 100. år.

Påvirkbare forhold

For skipstrafikk er det mange faktorer som kan påvirke ulykkesrisikoen. For å redusere ulykkesrisikoen kan myndighetene (Kystverket og Sjøfartsdirektoratet)



Figur 3.8 Sammenligning av den estimerte ulykkesfrekvensen for 2017 med 2013 for norske havområder, fordelt på ulykkestype. Kilde: Kystverket



Figur 3.9 Sammenligning av den estimerte ulykkesfrekvensen for 2017 med 2013, fordelt på region. Kilde: Kystverket

opprettholde tjenester og gjennomføre tiltak som:

- regulatoriske endringer gjennom nasjonale forskrifter og IMO, for eksempel Havne- og farledsloven med forskrifter og Polarkoden
- farleds- og havnetiltak som utdyping, merking og lyssetting
- lostjenesten
- trafikkovervåking
- den statlige slepeberedskapen
- reduksjon av muligheten for at farlige stoffer slipper ut i sårbare områder, for eksempel gjennom tungoljeforbudet rundt Svalbard
- oppdatering av sjøkart for farvannet rundt Svalbard

De påvirkbare forholdene er stort sett sammenfallende med sannsynlighetsreduserende tiltak som omtales i kapittel 4.

Ikke påvirkbare forhold

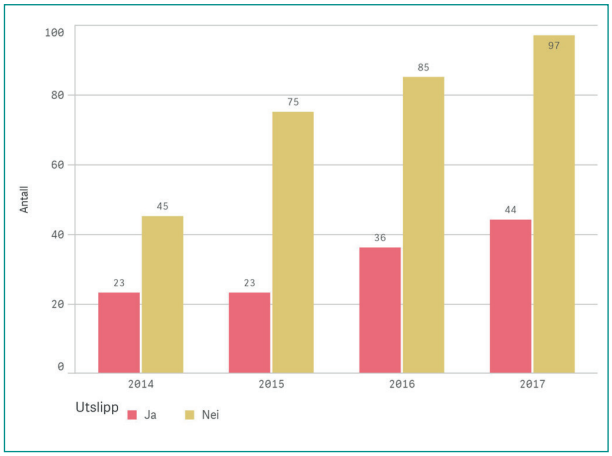
Det er også faktorer som kan føre til skipsuhell som norske myndigheter i liten eller ingen grad kan påvirke. For eksempel vil det forekomme menneskelige feil i forbindelse med navigasjon, tekniske feil på fartøyene og ekstremvær. Uhell vil skje, og ved eventuelle utslipp vil konsekvensreduserende tiltak settes inn. I kapittel 7.1 beskrives konsekvensreduserende tiltak.

3.2.2 Rapporterte hendelser og akuttutslipp i perioden 2014-2017

Hendelser rapportert til Kystverkets beredskapsvaktlag i perioden 2014 – 2017 er vist i figur 3.10. Figuren viser alle registrerte sjøhendelser fra kysten av Nordland, Troms og Finnmark og nordover i forvaltningsplan¬området. Hendelser innenfor grunnlinjen er også inkludert.

Datagrunnlag for hendelser og forurensning i Barentshavet

Kystverket tok sommeren 2012 i bruk et nytt system for å registrere hendelser og å støtte aksjonsledelsen ved hendelser med akutt forurensning (KystCIM). Systemet medførte en større endring for hvordan data ble registrert. Det var også nødvendig å gjøre endringer i systemet for å fylle de kravene Kystverket Beredskap hadde til data som skulle registreres. Det nye datasystemet ble innført og videreutviklet i perioden fra sommeren 2012 til og med 2013. Data fra tiden før 2014 er derfor ikke tilstrekkelig kvalitetssikret. Fra 2010 til 2012 ble data registrert i et annet system, og det er ikke praktisk gjennomførbart å sammenstille



Figur 3.10 Antall fartøyshendelser med og uten utslipp i perioden 2014 – 2017 i Barentshavet og Lofoten. Kilde: Kystverkets beredskapssenter

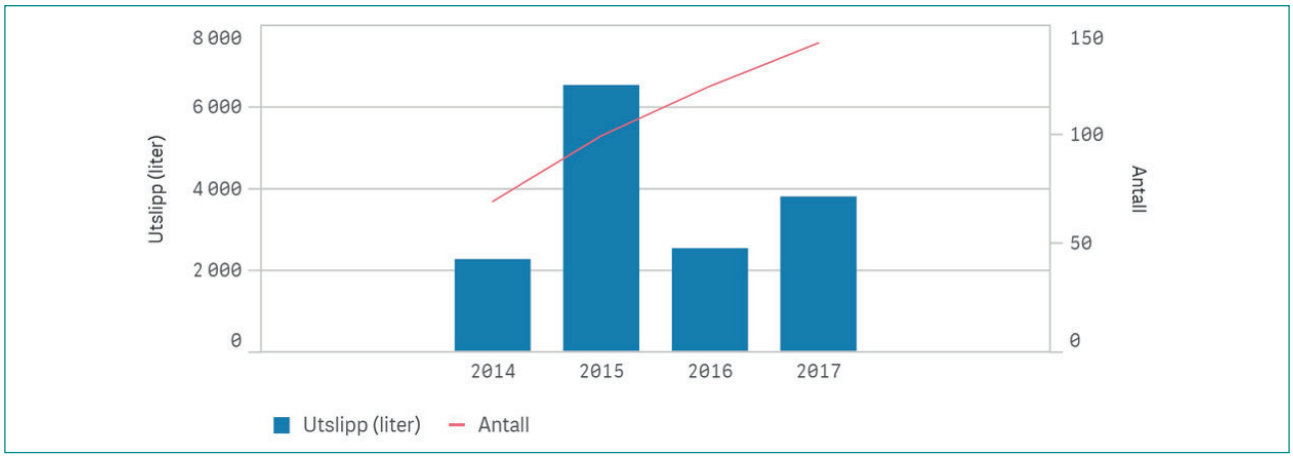
data fra de to systemene. Fremstillingen er derfor basert på data fra 2014–2017. For overordnede tall kan man støtte seg på materiale som er presentert i Kystverket sine hendelsesrapporter/ årsrapporter for årene frem til 2014. Disse oversiktene er ikke tatt med i denne fremstillingen, men er tilgjengelig på www.kystverket.no.

Alle registrerte hendelser og utslipp er basert på henvendelser og rapportering til Kystverket. Det kan derfor ha skjedd hendelser som ikke er registrert. Utslippsmengdene er i de fleste tilfellene estimerte, og ikke eksakte. Fremstillingen av hendelser og utslipp medfører derfor noe usikkerhet. Denne usikkerheten betraktes som lav, og den er basert på det beste tilgjengelige materialet.

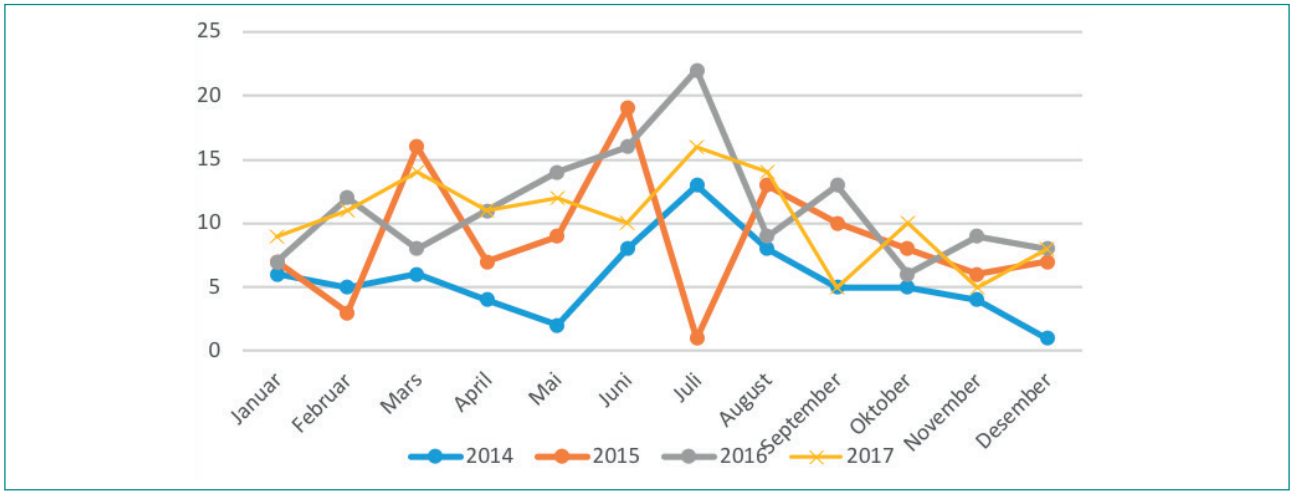
Antall hendelser og utslippsvolum

Fremstillingen i figur 3.10 gir et representativt bilde av hendelser med og uten akutt forurensning for forvaltningsplanområdet Barentshavet og Lofoten i perioden 2014 – 2017.

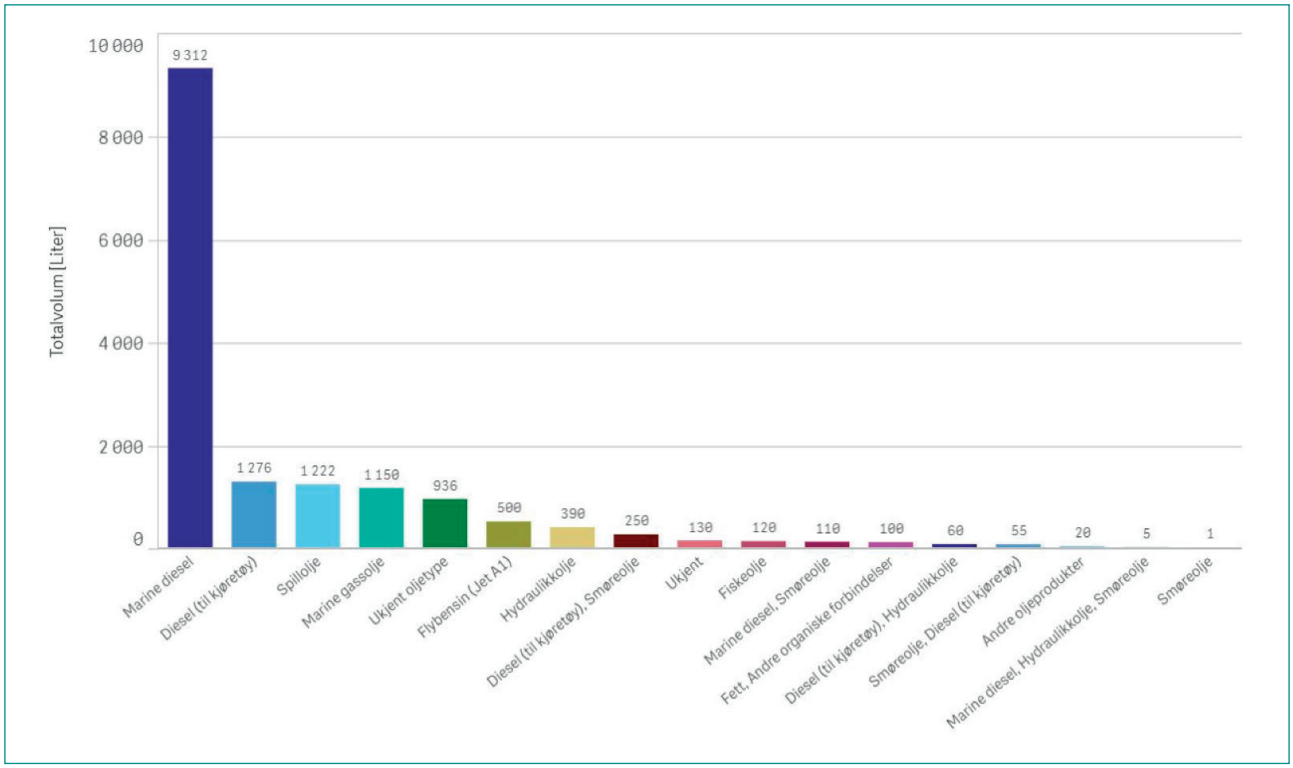
Antall hendelser i Barentshavet i perioden 2014 – 2017 er relativt lavt sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen, og områdene nærmest kysten av Nordland, Troms og Finnmark har flest hendelser. Det er totalt registrert 428 hendelser og utslipp av 15 062 liter av forskjellige stoffer. 126 av 428 hendelser medførte utslipp (figur 3.10). Perioden er for kort og antallet hendelser er for lavt til å si noe om trender. Antallsmessig er det en jevn økning, men datamaterialet må inneholde hendelser fra flere år før



Figur 3.11 Antall hendelser med utslipp og utslippsmengder i Barentshav-området i årene 2014 – 2017. Kilde: Kystverket



Figur 3.12 Registrerte hendelser med utslipp i Barentshav-området fordelt på måneder. Kilde: Kystverket



Figur 3.13 Stoff som er sluppet ut ved hendelser i Barentshav-området i perioden 2014 – 2017. Kilde: Kystverket

man kan si om det er en varig trend (figur 3.11). De fleste registrerte utslippene er små, men 2015 skiller seg ut med høyt utslippsvolum sammenlignet med 2014, 2016 og 2017. Det største enkeltvolumet (1500 liter) skyldes et utslipp av marin diesel fra et fiskefartøy i 2015. Enkelthendelser med større volum gir store utslag, og data fra 2017 viser at 2015 og 2017 har større utslippsvolum enn 2014 og 2016.

Hendelsene er fordelt over hele året med en litt høyere frekvens i sommermånedene enn resten av året (figur 3.12). Det er en litt høyere trafikktetthet om sommeren, og en forhøyet hendelsesfrekvens er derfor forventet.

Stoff som er sluppet ut

Utslipp knyttet til sjøhendelser unntatt petroleumsvirksomhet domineres av marin diesel, men det er snakk om relativt små mengder totalt. Oversikten i figur 3.13 viser volum ned til en liter.

Hendelsestyper

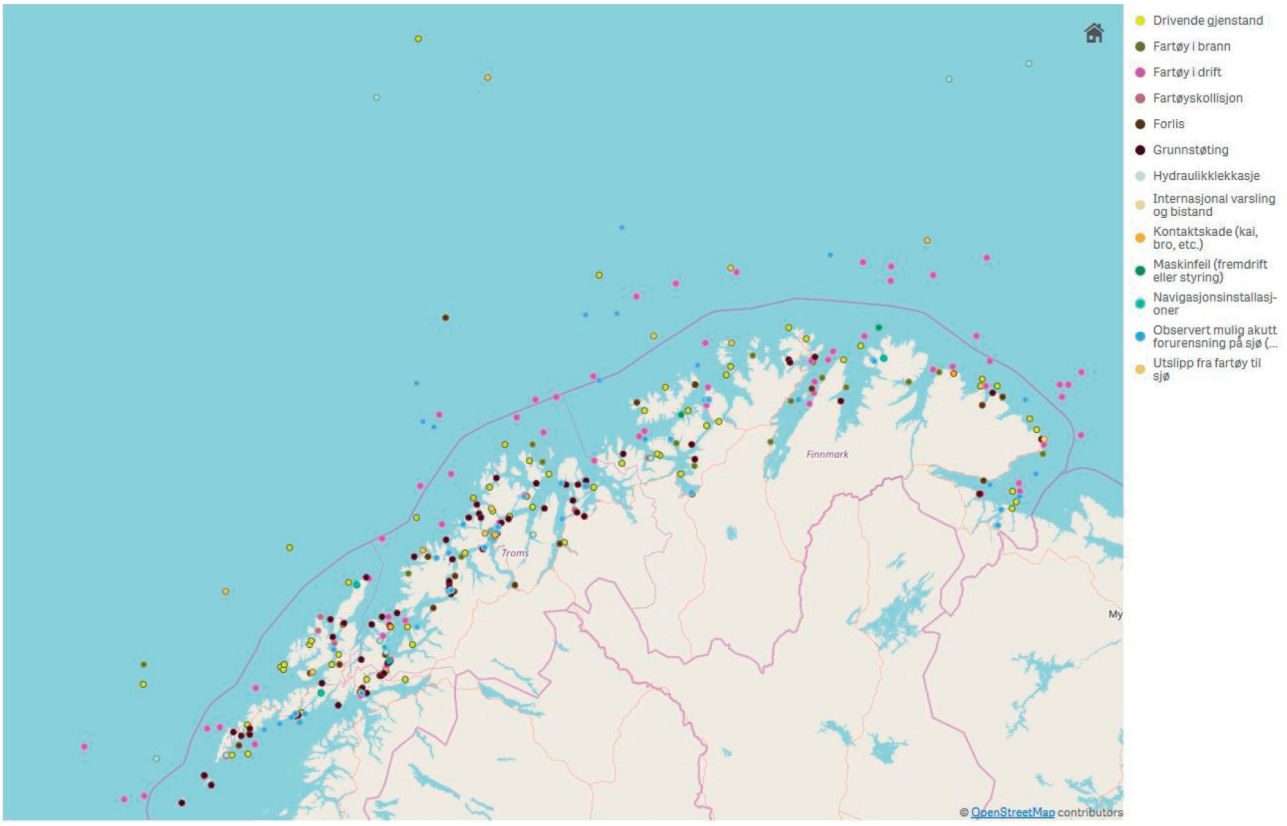
Hendelsene som er registrert faller inn under flere kategorier og har stor geografisk spredning (se figur 3.14 og figur 3.15). Statistikken omfatter alt fra mindre fritidsbåter og opp til større skip. Fordelingen samsvarer også med aktivitetsnivået i de forskjellige områdene. Det er derfor flest hendelser i kyst- og fjordstrøkene.

Sjøtrafikksentralen i Vardø kan ha registrert flere fartøy i drift i området. Kystverkets beredskapsvaktlag blir involvert og logger hendelsen dersom det er akutt forurensning eller fare for akutt forurensning. Sjøfartsdirektoratet kan også ha registrert flere grunnstøtinger eller grunn¬berøringer enn Kystverkets beredskapsvaktlag.

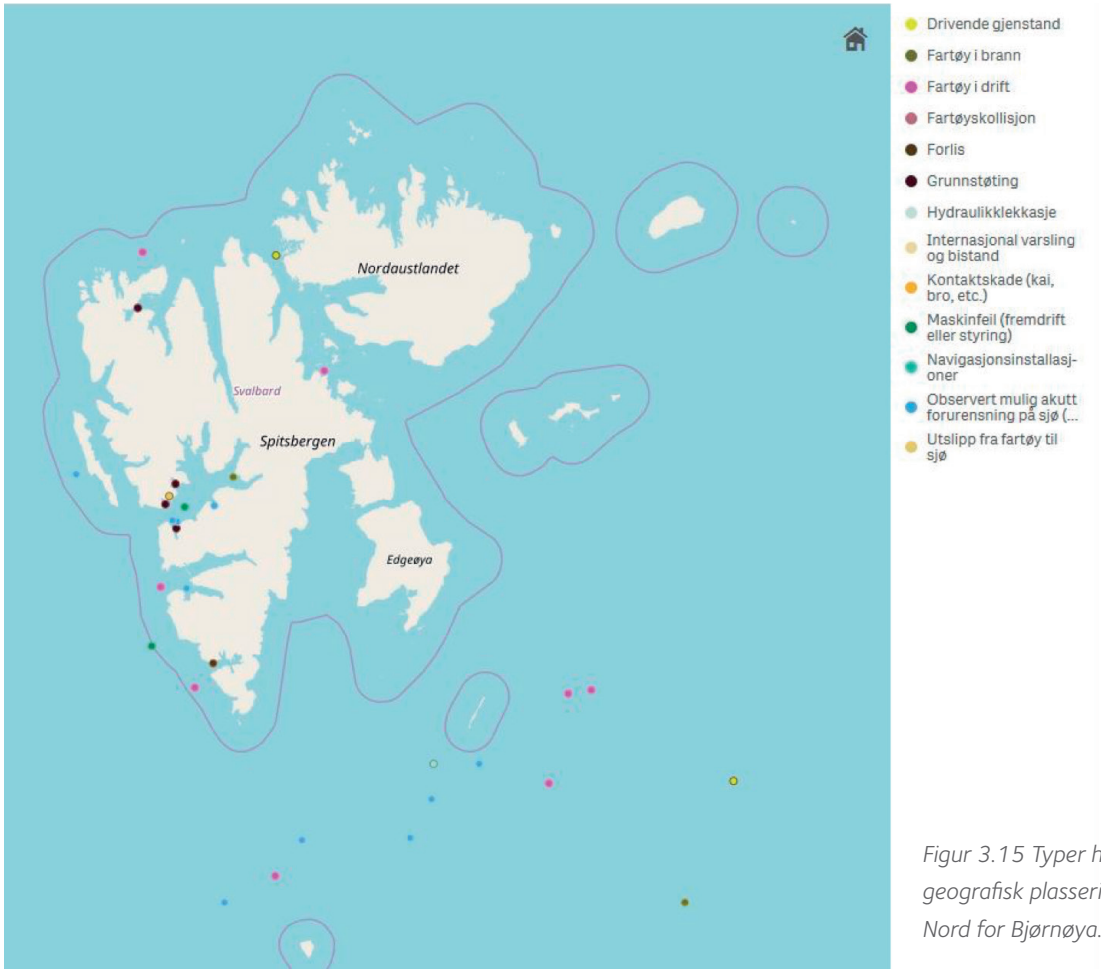
Figur 3.16 viser ingen tydelige indikasjoner på trender for noen av hendelsestypene. Samtidig er det relativt stor sannsynlighet for at ikke alle hendelser og utslipp rapporteres, og at det er mørketall knyttet til spesielt små hendelser/utslipp. Usikkerheten i tallmaterialet er derfor til stede, men vanskelig å fastsette.

Kystverkets overvåking innenfor akutt forurensning

Satellittovervåking med radarsatellitter for deteksjon av olje på sjø, har vært og er Kystverkets hoved-overvåking i forvaltningsområdet. Bruk av satellitt



Figur 3.14 Typer hendelser og geografisk plassering, 2014-2017. Sør for Bjørnøya. Kilde: Kystverket

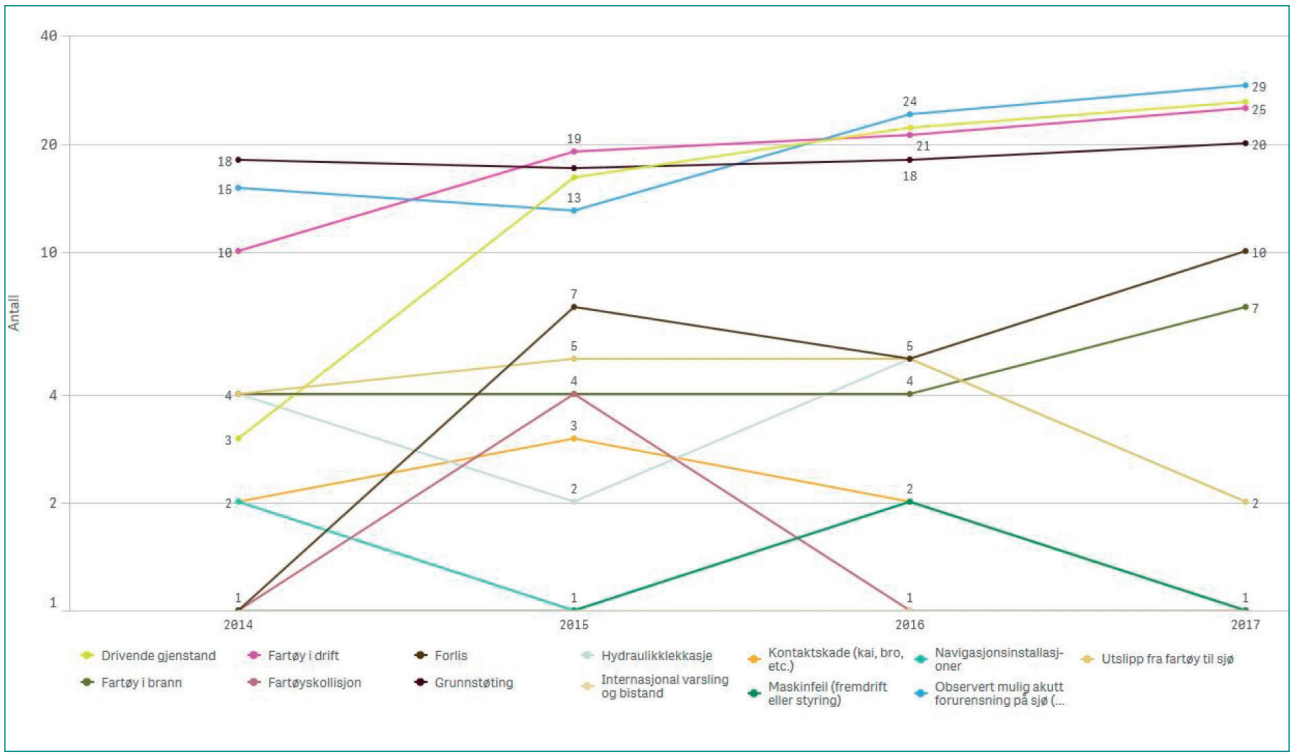


Figur 3.15 Typer hendelser og geografisk plassering, 2014-2017. Nord for Bjørnøya. Kilde: Kystverket

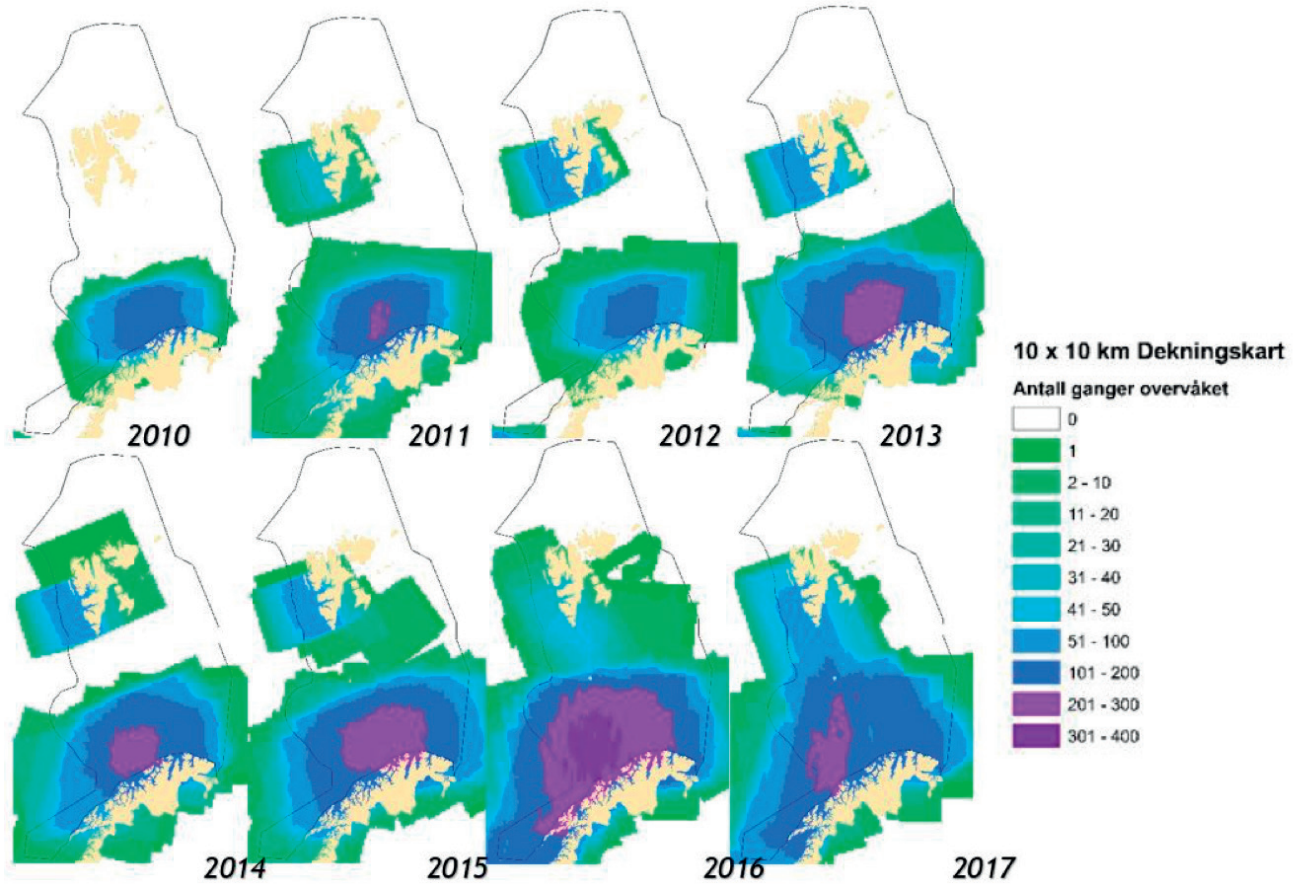
som hovedsensor begrunnes med store områder og avstander. Polarbane radarsatellitter har god dekning og er kosteffektive å benytte til overvåking i nordlige områder (figur 3.17). Det kystnære området fra Lindesnes nord til Bodø/Tromsø har ukentlig blitt dekket med flyovervåking i årene 2011-2017. Kystvakten har økt sin overvåkning med fly i nord i 2016 og 2017 (figur 3.18), og dette området er derfor hyppigere dekket enn tidligere år. Satellittovervåkingen gir Kystverket en varsling om mulig olje på sjø. Dataene som er behandlet er ikke meldinger om verifiserte utslipp. Varslingene må verifiseres fra overvåkningsflyet eller andre kilder på stedet, og må derfor ikke likestilles med utslipp av mineralolje.

Analysen av overvåkingsdata viser en økning i antall observasjoner av olje på sjø. Det er et klart knekkpunkt i 2016. Knekkpunktet sammenfaller med innfasing av Sentinel satellittene 1A og 1B (figur 3.18). Årsaken til økningen er noe uklar, og tjenesteleverandør har ikke en tydelig konklusjon på økningen. En antar at høyere oppløsning og sensitivitet på nye sensorer er deler av årsaken. Ytterligere undersøkelser av årsak til en så markant endring bør gjennomføres.

Kystverket utfører oppfølging og verifisering av satellittobservasjoner via Kystverkets beredskaps-vakttjeneste og Vardø sjøtrafikksentral. Dette gjøres først og fremt på de observasjonene som kan knyttes til en kilde, skip eller petroleums-installasjoner. Oppfølging gjøres mot kilden eller med andre tilgjengelige midler (skip/fly). Årsrapportene Kystverket (2016), Kystverket (2017), Kystverket (2018), hvor data for oppfølging av overvåkningsdataene er analysert, peker i dette forvaltningsområdet på skip og ukjent kilde som opphav til observasjonene. Rapportene identifiserer også at fiskeolje i forbindelse med produksjon av fisk/fiskeri er hovedårsak til observasjoner som kan knyttes til en kilde. Figur 3.17 viser fordeling av observasjonene, og peker i stor grad mot områder med stor fiskeriaktivitet.



Figur 3.16 Typer hendelser i Barentshavsområdet 2014-2017 fordelt på år. Det er brukt logaritmisk skala for å skille hendelsestypene med lavt antall. Små endringer for lave verdier ser derfor mer dramatiske ut enn samme endring for høyere verdier.
Kilde: Kystverket



Figur 3.17 Dekningskart for satellittovervåking i årene 2010 til 2017. (Kart/data: WGS84/UTM33: EPSG 32633).
Kilde: Kystverket, bilder fra KSAT oljetjeneste og EMSA CleanSeaNet

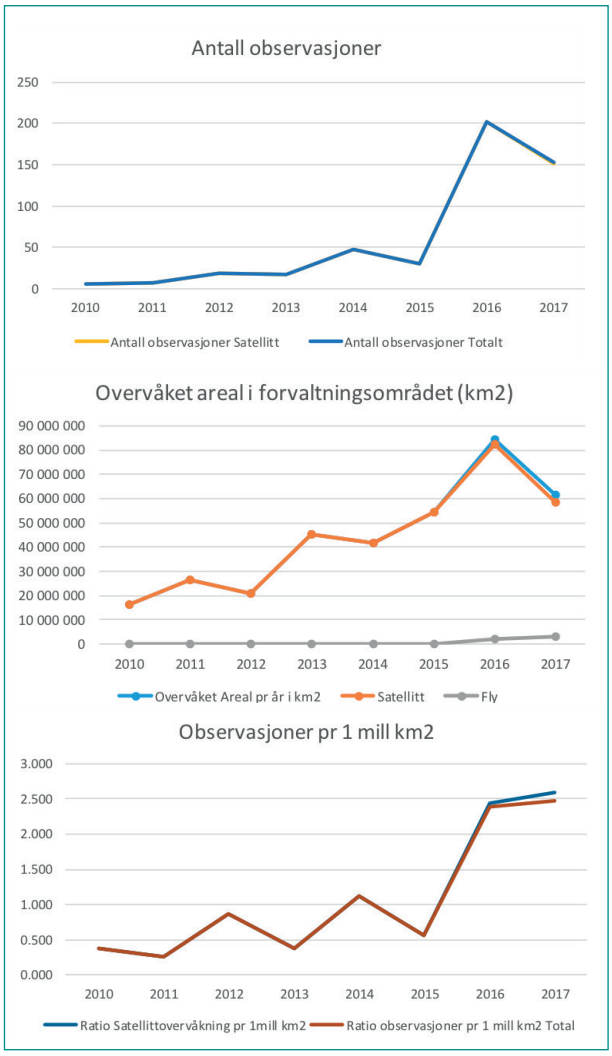
Kartene viser antall ganger hver 10 x10 km rute er overvåket i løpet av året. Dekningsfrekvens (overvåkninger/år) er analysert ut fra satellittbilder levert Kystverket nasjonalt fra KSAT oljetjeneste og fra EMSA CleanSeaNet, i alt 4135 satellittbilder. Det har vært flere sensorskifter i perioden, fordi nye sensorer har kommet til og andre har sluttet å levere data.

Figur 3.18 viser overvåkingsdata for hvor mange observasjoner av mulig oljeforurensning som er meldt til Kystverket. Figuren viser oppsummert areal som overvåkningen har dekket innfor forvaltningsområdet per år, og en ratio, antall observasjoner per en mill. km^2 overvåket areal per år.

Tabell 3.7 viser akkumulert overvåkingsdekning per år for henholdsvis satellitt, fly og total. Tilsvarende er observasjoner av mulig olje kalkulert og overført til 10x10km rutenett. Ratio/ antall observasjoner per en mill km^2 er her kalkulert på årlig basis for temporal trend. Resultatet viser en klar økning i antall observasjoner per en mill km^2 for årene 2016 og 2017. Mulige årsaker til økningen er beskrevet tidligere.

Observasjonene som vises i kartet for 2017 sammenfaller med hvilke områder som har mest fiskeriaktivitet (figur 3.19), ikke hvilke områder som har mest skipstrafikk i 2017. Verifikasjoner har også vist at fiskeriaktivitet med utslipp av fiskeoljer eller andre effekter som ligner olje på sjøen er årsak til observasjonene.

Satellitt- og flyovervåking har en preventiv effekt på bevisste og ulovlige utslipp av olje på sjøen. Når aktørene kjenner til overvåkingen og vet at de kan bli tatt for ulovlige utslipp, medfører det en større aktsomhet.



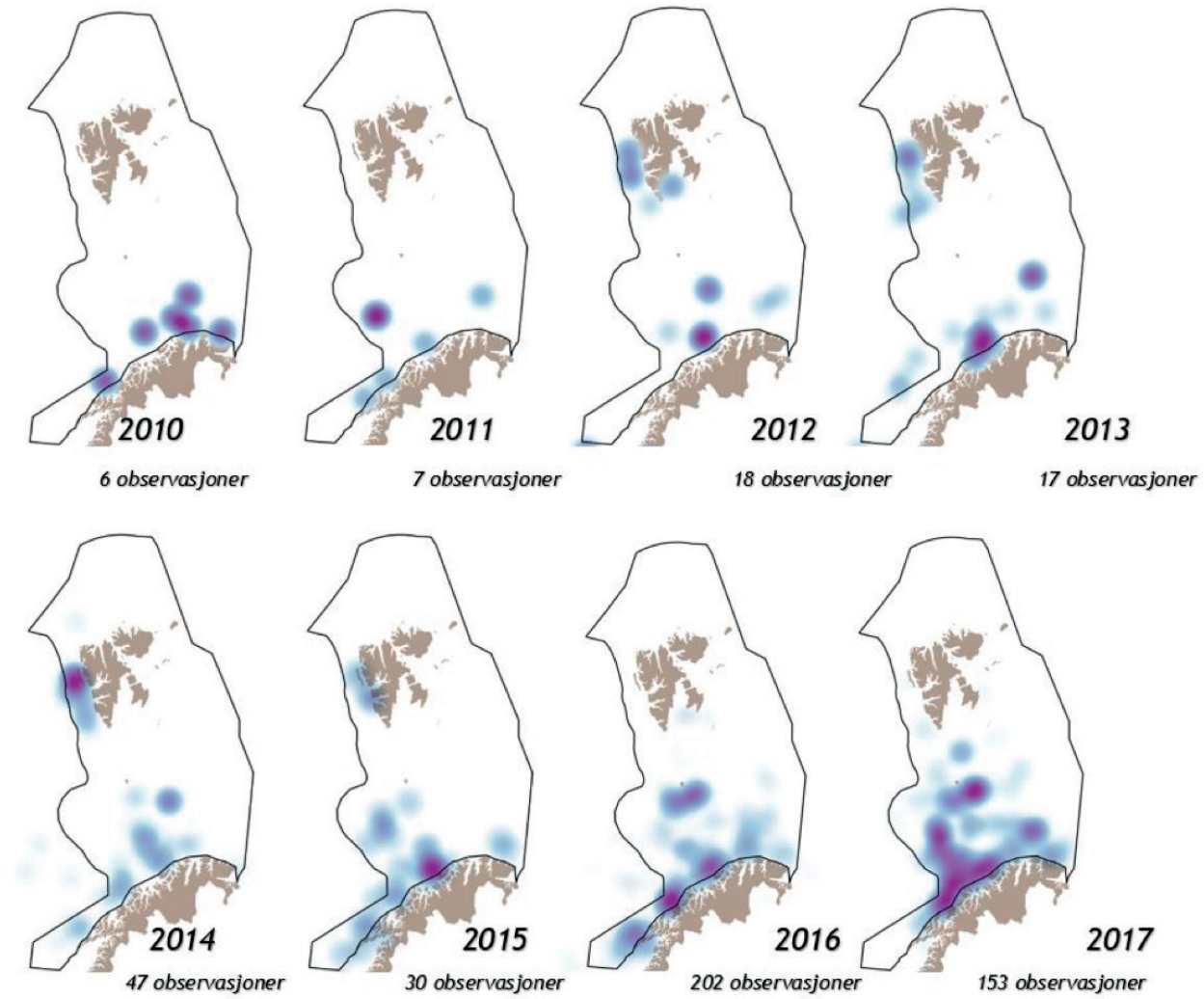
Figur 3.18 Figuren viser overvåkingsdata for hvor mange observasjoner av mulig oljeforurensning som er meldt til Kystverket. Kilde: Kystverket

3.2.3 Vurdering av endring i risikonivået

Det har vært økning i transittrafikken og risikolasttrafikken i perioden 2011 - 2017.

Tabell 3.7 Datagrunnlag og analyseresultater for forvaltningsområdet.

Analysegrunnlag/data	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Sum
Satellittbilder EMSA Clean Sea Net	15	132	25	171	158	187	255	117	1060
Satellittbilder KSAT	267	241	302	320	322	413	793	417	3075
Radardekning Flytokt (Tokt/deler av tokt)							93	154	247
Analyseresultater	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**Gjennomsnitt**
Overvåket Areal pr år i km2	16 137 100	26 575 200	20 696 000	45 378 200	41 953 100	54 335 600	84 511 500	61 708 900	43 911 950
Satellitt	16 137 100	26 575 200	20 696 000	45 378 200	41 953 100	54 335 600	82 592 400	58 621 300	43 286 113
Fly	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	1 919 100	3 087 600	2 503 350
Antall observasjoner Satellitt	6	7	18	17	47	30	202	152	59.875
Antall observasjoner Totalt	6	7	18	17	47	30	202	153	60.000
Antall observasjoner Fly	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	ikke analysert	0	1	0.500
Ratio Satellittovervåkning pr 1mill km2	0.372	0.263	0.870	0.375	1.120	0.552	2.446	2.593	1.074
Ratio observasjoner pr 1 mill km2 Total	0.372	0.263	0.870	0.375	1.120	0.552	2.390	2.479	1.053



Figur 3.19 «Heatmap» som viser fordelingen av antall observasjoner av mulig oljeforurensning for hvert år. Fordeling vises fra lys blå til lilla, hvor høyere tetthet av observasjoner vises som mørk lilla (Kart/data: WGS84/UTM33: EPSG 32633). Kilde: Kystverket

Både risikolasten og bunkersmengden utgjør dermed en økning av utslippspotensialet og den potensielle miljøkonsekvensen. Data fra Vardø sjøtrafikksentral viser at fartøyene som transporterer petroleumsprodukter fra Nordvest-Russland er relativt nye. Samtidig vet vi også fra den generelle ulykkesstatistikken at alvorlige hendelser med større tankfartøy er svært sjeldne. Det medfører at utslippsrisikoen ikke er særlig forhøyet på grunn av økt trafikk og befraktet mengde petroleumsprodukter. Økninger i risikotrafikk og –last knyttet til Nordvest-Russland og den nordøstlige sjøruten er en faktor som vil overvåkes og vurderes, også i fremtiden.

3.3 Radioaktivitet

Risikoen for en hendelse er en funksjon av sannsynligheten for og konsekvensene av hendelsen. Risikoen for akutt radioaktiv forurensing i forvaltningsplanområdet for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er knyttet til de beskrevne aktivitetene som kan berøre området (kapittel 2.3). For noen av de sivile aktivitetene, eksempelvis trafikk av sivile reaktordrevne fartøyer og sjøtransporter med radioaktiv last henvises det i tillegg til de mer generelle betraktningene og analysene i denne rapporten knyttet til skipstrafikk.

Generelt er det lav sannsynlighet for at det skal skje en atomulykke eller annen nukleær eller radiologisk hendelse som medfører betydelige

konsekvenser utenfor et svært begrenset område (Statens strålevern 2008a). Dette gjelder også for aktivitetene som kan medføre risiko for atomhendelse i forvaltningsplanområdet. Sannsynligheten for eventuelle utilsiktede hendelser eller ulykker vil uansett scenario variere med teknisk standard, vedlikehold, organisasjon, myndighetskontroll, kunnskap og sikkerhetskultur ved de forskjellige kildene (Statens strålevern 2008a). Tilsvarende vil konsekvenser av forskjellige hendelser være avhengig av kildens innhold av radioaktivt materiale, hvilke konsekvensreduserende tiltak som er innført ved kilden, hvordan et eventuelt utslipp foregår, hvilke radioaktive stoffer som frigis, på hvilken måte befolkningen og miljøet eksponeres for det radioaktive materialet, og hvilket omfang dette har. I tillegg vil temporale, spatiale og meteorologiske (luft) og oseanografiske (hav) forhold være avgjørende både for spredningen av radioaktive stoffer fra et eventuelt utslipp og hvor store konsekvensene blir (Statens strålevern 2008a; Iosjpe og Liland 2012; Kauker mfl. 2016).

Den norske atomberedskapsorganisasjonen (se kapittel 4.3) har som oppgave å ivareta liv, helse, miljø og andre viktige samfunnsinteresser i akuttfasen ved alle typer atomhendelser som kan ramme Norge eller norske interesser i fredstid, ved sikkerhetspolitisk krise, og krig (Statens strålevern 2013). Våren 2010 la regjeringen til grunn seks scenarier for å kunne foreta en prioritering av behovene og planlegge og dimensjonere en best mulig atomberedskap i Norge (Statens strålevern 2014). Scenariene er basert på systematisering av erfaringer fra tidligere hendelser og vurderinger av eksisterende eller fremtidig virksomhet:

Scenario 1: Stort luftbåret utslipp fra anlegg i utlandet som kan komme inn over Norge og berøre store eller mindre deler av landet.

Scenario 2: Luftbåret utslipp fra anlegg eller annen virksomhet i Norge.

Scenario 3: Lokal hendelse i Norge eller norske nærområder uten stedlig tilknytning.

Scenario 4: Lokal hendelse som utvikler seg over tid.

Scenario 5: Stort utslipp til marint miljø i Norge eller norske nærområder, eller rykte om betydelig marin eller terrestrisk forurensing.

Scenario 6: Alvorlig hendelse i utlandet uten direkte konsekvenser for norsk territorium.

I tillegg til disse seks scenariene utredes nå et syvende scenario som omfatter bruk av kjernefysiske våpen på eller nær norsk territorium (JD, HOD, FD 2016). Videre inkluderer atomberedskapsorganisasjonens mandat også villede handlinger, så som terrorisme og hybridkrig, ved alle scenarier.

For forvaltningsplanområdene er dimensjonerende scenario 5 «Stort utslipp til marint miljø i Norge eller norske nærområder, eller rykte om betydelig marin eller terrestrisk forurensing» særlig relevant ved alle de beskrevne aktivitetene, og inkluderer blant annet mulige utslipp av radioaktivt materiale fra landbaserte anlegg, sunkne ubåter og dumpet radioaktivt avfall. For andre av de beskrevne aktivitetene i forvaltningsplanområdet vil en kombinasjon av flere av de dimensjonerende scenariene være gjeldende. For eksempel vil en potensielt alvorlig hendelse med et reaktordrevet fartøy i norsk farvann inneholde elementer av dimensjonerende scenario 2 («Luftbåret utslipp fra anlegg eller annen virksomhet i Norge»), dimensjonerende scenario 3 («Lokal hendelse i Norge eller norske nærområder uten stedlig tilknytning») og dimensjonerende scenario 5 («Stort utslipp til marint miljø i Norge eller norske nærområder, eller rykte om betydelig marin eller terrestrisk forurensing»). I en nordisk rapport fra 2017 presenteres det ni potensielle scenarioer som kan gi utslipp til det marine miljø (Eikelmann mfl. 2017). Forurensingen kan eksempelvis være forårsaket av kollisjoner, reaktorhavari eller andre utilsiktede hendelser. Fartøyene kan også bli utsatt for angrep eller kapring.

4 Viktige bidrag til reduksjon av ulykkesrisiko / sannsynlighets-reduserende tiltak

I dette kapittelet redegjøres det for viktige tiltak som er iverksatt i perioden 2010-2018. I kapittel 8 omtales kunnskap- og utviklingsbehov som er viktige for å redusere ulykkesrisiko og unngå ulykker i fremtiden.

4.1 Petroleumsvirksomhet

Risiko for skade på miljøet avhenger i stor grad av aktørenes evne til å forhindre ulykker i petroleumsvirksomhet. Lav ulykkesrisiko er et resultat av det aktørene gjør dag etter dag for å unngå ulykker med bakgrunn i en grunnleggende erkjennelse av usikkerhet, kompleksitet og dynamikk i ulykkesrisiko. Miljørisiko er derfor tett forbundet med kvalitet i ulykkesforebyggende arbeid hos enkeltaktører og i næringen.

I dette kapittelet redegjøres det for tiltak som er igangsatt siden forrige forvaltningsplan og som kan bidra til bedre forebygging av ulykker. Det dekker både tiltak i regi av myndighetene og av næringen, og omhandler tiltak av betydning for ulykkesforebygging generelt og i Barentshavet spesielt.

4.1.1 Tiltak i regi av myndighetene

Som nevnt ovenfor har Petroleumstilsynet (Ptil) iverksatt en rekke tiltak siden Meld. St.10 (2010-2011) for å innarbeide læring fra ulykken på Deepwater Horizon, styrke sikkerhetsregelverket, formidle regelverkets krav til risikostyring og å løfte arbeidet med barrierestyring. Det er lagt vekt på å mobilisere selskapene for å forbedre det de gjør for å forebygge ulykker gjennom ulike oppfølgingsaktiviteter, i tilsynet og i ulike konferanser for eksempel.

Med hensyn til det som er relevant for forvaltning av havområdene, er det gitt høyest prioritet til forebygging av brønnkontrollhendelser og forebygging av ulykker fra undervannsinnretninger, inklusivt rask deteksjon av unormale forhold med tanke på raske kritikalitetsvurderinger og rask intervensjon for å redusere mengde akutt forurensning. Ptil har økt oppmerksomheten på brønndesign og har endret regelverkskrav slik at planlegging for å håndtere utblåsninger blir prioritert, uavhengig av at slike ulykker har en lav statistisk sannsynlighet. Det er også innført et krav om å tilrettelegge for å stanse en eventuell utblåsning med én avlastningsbrønn. Det er dessuten arbeidet med oppfølging av uønskede hendelser, samt videreutvikling av Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet – akutte utslipp (RNNP-AU) og av metodikken for myndighetenes egne risikovurderinger.

Ptil har også bidratt i og fulgt med på kunnskaps-utviklingen og standardutvikling som angår Barentshavspesifikke utfordringer både nasjonalt og internasjonalt. I tråd med anbefalinger i Meld. St. 10 (2010-2011) er det gitt prioritet til utvikling av tekniske og operasjonelle løsninger tilpasset isingsforhold. Ptil har dessuten tatt en rekke initiativ for å rette søkelyset på hvordan samarbeid mellom aktører som driver petroleumsaktiviteter i Barentshavet kan bidra til bedre løsninger for ulykkesforebygging og -stansing.

I årene 2015 til 2019 har Ptil fått tilført ressurser for å bidra til kunnskapsutvikling på områder som er nødvendige for å ivareta sikkerhetsmessige hensyn. Rundt femten prosjekter er satt i gang og disse retter søkelyset på usikkerhets- og risikoforhold av betydning for ulykkesforebygging når selskapene skal drive petroleumsvirksomhet i Barentshavet. Det er lagt særlig vekt på kunnskap om områdeforhold og deres betydning for operasjonelle forhold.

Prosjektene bidrar blant annet til oversikt over kunnskap om is- og snøforekomst samt vind og temperatur, polare lavtrykk og tåke i Barentshavet og peker på hvilke områder som bør utredes nærmere. Det er også arbeidet med å oppdatere myndighetenes oversikt både over kunnskapsgrunnlag og teknologiutvikling (Petroleumstilsynet, 2019). Dette er en viktig bakgrunn for myndighetenes vurderinger av ulykkesrisiko.

Med bakgrunn i erfaringer er det i 2018 innledet et samarbeid mellom Ptil og Miljødirektoratet. Dette inkluderer utvikling av fremgangsmåter og ferdigheter for mer samordnet myndighetsutøvelse og helhetlig ansvarliggjøring av aktørene med tanke på forebygging og stansing av ulykker og forebygging av miljøkonsekvenser. Dette samarbeidet adresserer også identifiserte utfordringer knyttet til eksisterende praksis blant annet mangelfull samlet vurdering av ulykkesrisiko og miljørisiko. Det er behov for forbedring av samlede vurderinger og forutsetninger for risikovurderinger.

4.1.2 Tiltak i regi av næringen

Næringen har også bidratt til kunnskapsinnhenting og -utvikling om forhold som kan ha betydning for sikkerhet og arbeidsmiljø ved petroleumsvirksomhet i Barentshavet. Både Norsk olje og gass og næringens samarbeidsarena Barents Sea Exploration Collaboration (BaSEC) har initiert prosjekter av relevans for forebygging av ulykker og storulykker, inkludert forurensningsulykker i Barentshavet. Av kunnskapsinnhenting som kan ha særlig betydning kan nevnes; områdeforhold sørøst i Barentshavet, utfordringer og mulige løsninger relatert til satellittkommunikasjon, og kunnskap om solstormer, nordlys, romvær og geografisk posisjon i nordområdene. Økt kunnskap kan redusere usikkerhet og kan bidra til en mer effektiv ulykkesforebygging gjennom en bedre forståelse av hvordan ulike forhold enkeltvis og samlet sett kan påvirke ulykkesrisiko i en virkelighet med stadige endringer. Det gjelder for alle havområder.

Det er arbeidet med teknologiutvikling og tilgjengelighet av utstyr for oljeinnkapsling og -oppsamling på havbunnen ved en eventuell utblåsning. Dette er utstyr som tas i bruk når en ulykke er et faktum. Det kan begrense utslippsmengden. Utstyr for havbunnsoppsamling finnes internasjonalt, men er ikke påkrevd på norsk sokkel i dag. Konvensjonelle metoder for bruk av utstyret har klare begrensninger med hensyn til havdyp og mengde utstrømning av hydrokarboner. Grunt vann og stor utstrømning vil for eksempel kunne gjøre det utfordrende å benytte utstyret. Videreutvikling på dette området er fortsatt nødvendig.

Det er registrert teknologiutvikling som kan være av betydning for forebygging og stansing av utblåsninger og ulykker under vann. Dette gjelder også teknologiutvikling som har vært motivert av andre hensyn, men som likevel kan ha positive effekter for sikkerhet (se tekstboks i kapittel 3.1.3). Effekten av slik teknologiutvikling på forebygging og stansing av ulykker generelt, og utblåsning og ulykker under vann spesielt avhenger av at teknologiene benyttes og av at sikkerhetsmessige fordeler overgår ulemper.

4.2 Skipstrafikk

De sannsynlighetsreduserende tiltakene mot akutt forurensning fra skipsfarten spenner over et stort område, fra regulatoriske endringer (lover og forskrifter), via overvåking og veiledning til fysiske tiltak for å gjøre seilingsledene tryggere.

4.2.1 Miljøkrav til skip og drift

Internasjonale regler

Miljøregulering for norske skip i utenrikstrafikk skjer i hovedsak gjennom den Internasjonale Maritime Organisasjonen (IMO[2]). Skip i norsk innenrikstrafikk følger i hovedsak også det internasjonale regelverket, samt noen særnorske regler som gjelder for enkelte sjøområder i Norge. I tillegg til krav fra IMO finnes det egne krav fra EU, og krav fra IMO og EU er tatt inn i norske forskrifter. IMO fikk nylig på plass en utslippsavtale som skal revideres hvert femte år, og avtalen har en visjon om null klimagassutslipp allerede i dette århundret. Det er også et mål om å redusere totalutslippene fra internasjonal skipsfart med minst 50 prosent innen 2050.

MARPOL[3] som er den internasjonale konvensjonen for hindring av forurensning fra skip, består av seks vedlegg som gir regler for utslipp av olje, skadelige stoffer i bulk, skadelige stoffer i pakket form, kloakk, søppel og utslipp til luft. Bestemmelsene gjelder alle skip med mindre det uttrykkelig er bestemt noe annet. MARPOL har også bestemmelser for hvordan en skal håndtere akutte utslipp, blant annet gjennom SOPEP (Shipboard Marine Pollution Emergency Plans).

[2] IMO (http://www.imo.org)

[3] MARPOL (http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx)

Enkelte sjøområder er vernet gjennom MARPOL. I våre havområder er Nordsjøen med Skagerrak og Østersjøen definert som «Emission Control Areas» (ECA). Nordlig grenseområdet går ved 62. breddegrad. I dette området er det spesielt strenge krav til utslipp av svoveloksider (SOx). Fra 2021 vil dette også omfatte nitrogenoksider (NOx). Dette innebærer at fartøyer i dette området må bruker alternative drivstoff eller løsninger for å imøtekomme de nye kravene. Det er opp til rederne å få på plass tiltak, og myndigheten til å godkjenne og kontrollere.

I all hovedsak er forannevnte tiltak rettet mot driftsmessig reduksjon i utslipp, men dette får også en konsekvens i ulykkesforebyggende mening, ved at en bygger sikrere skip, eller må ha andre sikkerhetsmessige tiltak på plass, før en kan seile eller frakte ulike laster i sårbare områder.

Polarkoden

Polarkoden[4] som trådde i kraft den 1. januar 2017, har gitt strengere krav til fartøy i nordområdene. Koden tar høyde for de spesielle risikofaktorene som finnes i polare områder, og er et supplement til det som ikke er tilstrekkelig dekket gjennom de internasjonale konvensjonene for øvrig. Polarkoden har regler om utforming og konstruksjon av skip, om utstyr, operasjonelle forhold, opplæring og beskyttelse av miljøet. Selve koden er delt inn i to adskilte deler, en sikkerhetsdel og en miljødel. I sikkerhetsdelen innføres det blant annet krav om polarskipsertifikat for skip som skal ha SOLAS-sertifikater, og som skal operere i polare farvann.

Sjøfartsdirektoratet, som har tilsyn og havnestats-kontroll av skip i Norge, erfarer at flere skip bygges, godkjennes og sertifiseres i henhold til Polarkoden. En begynner å få noe erfaring med eksisterende fartøy som skal ha polarkodesertifisering, men dette er fortsatt ganske nytt. Det er i dag flere titalls fartøy med norsk flagg som har fått, eller er i prosess for å få polarkodesertifikat.

Kravet til polarkodesertifisering vil forhåpentligvis føre til at fartøy som er mindre sikre eller mindre miljøvennlige, tas ut og ikke får godkjenning til å seile i nordområdene. Effekten av polarkoden så langt er ikke målt, men med sikrere og mer miljøvennlige skip, forventer en at faren for og konsekvensen av en akutt forurensning reduseres vesentlig, selv om trafikken vil øke i årene som kommer. Sommeren 2018 ble det gjennomført havnestatskontroller på Svalbard, med blant annet fokus på polarkoden. Kontrollene fortsetter i 2019, og Sjøfartsdirektoratet sine havnestatsinspektører vil være stasjonert på Svalbard i to-tre måneder på sommeren.

Implementeringen av koden viser at den har flere svakheter, noe det jobbes med i IMO. Arktisk råd har i tillegg et stort prosjekt gående for å få en helhetlig implementering blant medlemslandene. Dette vil trolig fortsette i årene som kommer, fordi aktivitetsnivået i nordområdene er økende.

Fremtiden

Det jobbes fortløpende med tiltak for å redusere miljøutslipp til sjø og luft, fortrinnsvis som følge av driften av fartøyer. For å ta de verste og luke disse ut, er det tatt i bruk ny teknologi aktivt, og strengere krav vurderes jevnlig. Samarbeid på tvers mellom myndigheter nasjonalt, og på tvers av nasjonale grenser, er viktig for å få på plass felles retningslinjer og krav. Med introduksjon av ulike teknologiske nyvinninger som droner med sensorer, avanserte analyseverktøy, konferanser og kampanjer med miljøfokus, fokus på renere skipsdrift med mer, får vi økt fokus på utslipp. De verste vil trolig bli uønsket inn i våre farvann, og som følge av Polarkoden også i nordområdene. Rederiene som investerer i miljøvennlig teknologi vil ha et fortrinn i årene som kommer.

I sum vil tiltak for å redusere utslipp i ordinær drift av et fartøy, også påvirke forhold dersom det skulle bli et akutt utslipp eller fare for det. Det er ikke bra å ha en ulykke som medfører akutt forurensning, og dette gjør at rederier og fartøy ofte går lenger i sine tiltak enn det myndighetene har bestemt internasjonalt. Tiltak som iverksettes og krav som stilles, gjør at holdninger til driften av fartøyet gir økt sikkerhet og minsker faren for en ulykke. Mannskap øver på å ta seg av en uønsket hendelse om den skulle oppstå, og miljø er i fokus. Økt bruk av sensorteknologi eller annen overvåkning

[4] Polarkoden del I (https://lovdata.no/static/SF/sf-20161123-1363-01-01.pdf?timestamp=1480078464000)
Polarkoden del II (https://lovdata.no/static/SF/sf-20120530-0488-p2-01-01.pdf?timestamp=1505433694000)

og kontroll av potensielle farer ved driften, er også forebyggende og konsekvensreduserende tiltak vi kommer til å se mer av.

Sjøfartsdirektoratet vil i 2019 fokusere på miljø i sin tilsynsaktivitet. Målet er å påvirke næringen til å tenke og handle miljøvennlig, og få dette inn i hele driftskjeden. En ønsker å øke oppmerksomhet og bevissthet om nye krav som kommer på området. Den beste barrieren mot akutt forurensning vil alltid være å unngå ulykker og uhell der miljøskadelige stoff kommer på avveie og ut av kontroll.

Introduksjon av nye energikilder som gass, batteri og hydrogen, vil øke i omfang i årene som kommer. Dette vil føre til en endring i hva som slippes ut ved drift og en eventuell ulykke med skip. Bunkersolje (diesel/ marine gas oil (MGO)) utgjør mesteparten av det som slippes ut ved skipsulykker i dag, og når og om MGO ikke lenger finnes om bord, vil vi få en «ny type» forurensning.

Det jobbes også med andre nyvinninger som vil styrke sikkerheten på havet og redusere faren for ulykker. Autonome skip, mer fjernstyring, trafikkstyring, samt kontroll og overvåkning, vil påvirke fremtidens skipsfart mye i årene som kommer. Det vil redusere risiko for at ulykker inntreffer, dersom disse verktøyene brukes korrekt. Men selv om en får økt overvåkning, sensorteknologi, med mer for å hindre ulykker, så klarer en nok ikke å fjerne enhver mulighet for ulykker.

4.2.2 Tungoljeforbud ved Svalbard

I 2007 ble bruk og transport av tungolje forbudt i de store verneområdene på Øst-Svalbard, og i 2009 ble tilsvarende forbud innført for de tre største nasjonalparkene på Vest-Spitsbergen, jf. forskrift om opprettelse av fuglereservater og større naturvernområder på Svalbard av 1. juni 1973 (figur 4.1). Det ble ved forskriftsendringen i 2009 gjort varig unntak for kulltransport fra Sveagruva i Van Mijenfjorden, og midlertidig unntak til 1. januar 2015 for seilas i Magdalenefjorden og til Ny-Ålesund.

I vilkårene til åpning av ny gruve i Lunckefjell har Miljøverndepartementet (datert 22.12.11) fastsatt følgende vilkår for skiping av kull og gods: "For alle skip til og fra Svea er det fra og med 1. januar 2014 ikke tillatt å medbringe eller benytte annet drivstoff enn kvalitet DMA i henhold til ISO 8217 Fuel Standard innenfor territorialfarvannet på Svalbard og med en maksimal DMA-bunkers ved innseilingen til Van Mijenfjorden på 350 tonn. Tillatelsen omfatter skiping av kull i den isfrie sesongen, og skal foregå etter en egnet skipingstillatelse fra Sysselmannen. Det er driftshvile i kullgruvene i Svea, og dermed skipes pt ikke kull. Den 1. juli 2012 trådte ny § 82a i svalbardmiljøloven i kraft. Den gir departementet hjemmel til å fastsette "forskrift om krav til drivstoffkvalitet for skip som anløper Svalbards territorialfarvann".

Gjennom denne forskriften kan det bestemmes at det i en eller flere leder likevel skal være tillatt å medbringe eller benytte annet drivstoff enn det som er fastsatt. Slik forskrift er per i dag ikke gitt.

I perioden fra 1.1.2014 til gruveaktiviteten ble innstilt, har forbudet hatt innvirkning for hvilken type bunkers som ble brukt for skip til og fra Svea. For cruiseskip og andre større fartøy har forskriften medført en omlegging av hvilke drivstoff som kan benyttes i området rundt Svalbard.

Det er forbudt for skip å bruke eller ha med tungolje i naturreservatene på østsiden av Svalbard og i de tre store nasjonalparkene i vest. Forbudet bidrar til å redusere sannsynligheten for utslipp av tungolje, og med det også begrense skadeomfanget ved potensielle skipsuhell (Sysselmannen på Svalbard).

4.2.3 Lostjenesten

Lostjenesten bidrar til å trygge ferdselen på sjøen og verne om miljøet. Tjenesten er operativ og tilgjengelig 24 timer i døgnet, hele året. Lostjenesten skal trygge ferdselen på sjøen og verne om miljøet ved å sørge for at fartøy som ferdes i norsk farvann har navigatører om bord med tilstrekkelig kompetanse til å foreta sikker seilas.

Fra 1. juli 2012 ble losloven og forskriftene under losloven gjort gjeldende på Svalbard. Den statlige lostjenesten, losplikt og farledsbevisordningen gjelder dermed også på Svalbard. Dette følger av forskrift 25. juni 2012 om lostjenesten på Svalbard.

Det ble gitt overgangsordninger som medførte at losplikten ble innført trinnvis fra og med sesongen 2012. Fra 2015 har det vært full losplikt på Svalbard, likt med det norske fastland.

Figur 4.1
Verneområder ved/på Svalbard.

De samme reglene for losplikt gjelder på Svalbard som på fastlandet. Det vil si at fartøy på 70 meter eller mer og passasjerfartøy på 50 meter eller mer er lospliktige ved seilas innenfor grunnlinjene. For fartøy med farlig last er lengdegrensene kortere.

Fartøyene som er omfattet av lospliktforskriften § 3 er lospliktige når de er underveis i farvann innenfor grunnlinjen på Svalbard. Det er etablert innseilingskorridorer i Bellsund og i Isfjorden, som leder inn til losbordingsfeltene i Akselsundet og utenfor Barentsburg og Longyearbyen.

Lospliktforskriften gjelder ikke for Bjørnøya.

Los eller farledsbevis

Lospliktige fartøy, som beskrevet over, må i henhold til lospliktforskriften § 4 enten bruke statslos eller benytte farledsbevis når de er underveis i farvann innenfor grunnlinjen på Svalbard.

Farledsbevis utstedes til kapteiner/navigatører som har erfaring med seilas i de farledene eller områdene farledsbeviset gjelder for, etter at de har gjennomgått en farledsbevisprøve.
Et farledsbevis medfører at kapteinen/navigatøren skal ha opparbeidet seg samme kompetanse som en los for området det gis farledsbevis for.

I 2017 utførte Lostjenesten 148 losoppdrag på Svalbard, mot 188 i 2016.

4.2.4 Den statlige slepeberedskapen – kapasitet i Nord-Norge og i området rundt Svalbard

Kystverket har ansvaret for den statlig etablerte slepeberedskapen i Norge. Formålet med slepeberedskapen er å ivareta en beredskap i områder langs kysten hvor det er begrenset tilgang til kommersielle aktører. Slepeberedskapen skal ikke konkurrere med private aktører, men være

en ekstra sikkerhet for å unngå skipsuhell. Den er primært etablert for å kunne håndtere hendelser med fartøyer over 5000 BT, og som fører farlig og/eller forurensende last. Disse fartøyskategoriene er pålagt å følge de etablerte seilingsledene utenfor norskekysten. For Svalbard sin del er det ikke etablert en egen statlig slepeberedskap. Sysselmannens fartøy «Polarsyssel» er imidlertid utrustet for å foreta nødslep ved behov. Det samme kapasitetene har Kystvaktens fartøy som opererer i farvannet rundt Svalbard.

Slepeberedskapen mobiliseres av Kystverkets sjøtrafikksentral i Vardø. Denne sjøtrafikksentralen har særskilt ansvar for overvåking av de ytre seilingsledene langs norskekysten.

Fra 2020 vil Kystvakten ivareta den operative statlig slepeberedskapen. Dette innebærer en tilførsel av to nye kystvaktfartøy, i tillegg til de tre kystvaktfartøyene i Barentshavklassen og KV Harstad.

4.2.5 Sjøsikkerhets-, farleds- og havnetiltak

Hvert enkelt farleds-, havne- og merkingstiltak bidrar ikke til en stor reduksjon av sannsynligheten for uhell for forvaltningsplanområdet som helhet. Totalt sett er disse og de andre tiltakene likevel viktige for å redusere sannsynlighet for uhell og akutte utslipp. Det er et arbeid som jevnt og trutt påvirker sjøsikkerheten og miljørisikoen.

Farledene

Farledene er vegsystemet til sjøs, og hele norskekysten er i dag dekket av et nettverk av ulike farledskategorier. Kystverket har ansvar for farledene og farledsstrukturen, herunder utbedring av utsatte farleder, og bidrar med det til å bedre framkommeligheten og sikkerheten for ferdsel langs norskekysten. Utbedring av farledene reduserer sannsynligheten for at en skipsulykke skal skje. Dermed reduseres både risikoen for akutte utslipp av forurensende stoffer fra skipsfarten og miljørisikoen. Det legges også vekt på å korte ned seilingstiden og rette ut leier med store retnings-endringer. Flere av tiltakene reduserer både sannsynligheten for uhell og miljøutslipp (CO_2 og NOx).

Havnetiltak

Kystverket deltar i planmedvirkning, og utøver myndighet etter havne- og farvanns-loven, som har som formål å legge til rette for god fremkommelighet, trygg ferdsel og forvaltning av farvannet. Den nasjonale havnestrukturen legger føringer for statlig engasjement og framtidige statlige investeringer i det nasjonale godstransport-systemet. I mange av havneutbyggingene er det dybdeproblematikken som er dimensjonerende for tiltaket. Grunnberøringer i en havn gir uttelling i de samfunnsøkonomiske analysene som ligger til grunn for prioriteringen.

Ved utbygging av fiskerihavner prioriteres tiltak som har stor betydning for den nasjonale verdiskapningen. Videre er tiltak som bidrar til å ivareta fiskerihavnebehov i mindre lokalsamfunn viktig. Kystverkets utbygging av fiskerihavner er konsentrert om grunnleggende infrastruktur som skjerming av utsatte innseilinger, nyanlegg, vedlikehold av moloer og utdyping av havneområder.

Trafikkseparasjonssystemene

Skipstrafikk i internasjonal trafikk som representerer en spesielt høy ulykkes- og miljørisiko, må følge rutesystemer som fører disse fartøyene et stykke ut fra kysten. Dette gjøres for å gi Norge bedre responstid dersom en uønsket situasjon skulle inntreffe. Bedre responstid og en større avstand fra kysten bidrar også til å redusere konsekvensene av en eventuell oljeforurensning om en ulykke skulle inntreffe.

Rutetiltak som er etablert i norsk økonomisk sone er utarbeidet av Kystverket, og godkjent av FNs maritime sjøfartsorganisasjon, IMO. I dag har Norge tre slike rutesystemer.

Det første rutesystemet trådte i kraft i 2007 og gjelder for seilaser på strekningen Vardø – Røst. To ytterligere rutesystemer trådte i kraft i 2011 og gjelder for seilaser på strekningene Runde – Utsira og Egersund – Risør. Alle tre rutesystemene består av trafikkseparasjonssystemer og tilhørende anbefalte seilingsruter.

Innføring av IMO rutetiltak fra Runde til Utsira påvirket også trafikken mellom Røst og Stadt (som ikke har IMO rutetiltak). Transittrafikken følger korteste rute mellom IMO rutetiltakene, og seiler dermed lengre ut fra kysten enn tidligere. Det reduserer miljørisikoen ved at den statlige slepeberedskapen får bedre tid til å respondere.

Kystverket har satt i gang arbeid med å revidere rutetiltakene basert på følgende faktorer:

- erfaringer med bruk av rutetiltakene
- endret trafikkbilde
- flere fartøy tar i bruk drivmiddel som har lav konsekvens ved utslipp
- havromsplanlegging (fiskeri, akvakultur, havenergi og offshore E&P)

Det er planlagt å ha et utkast klart til nasjonal høring 2. kvartal 2019 og presentere dette i IMO 1. kvartal 2020. Hovedmålet med revisjonsarbeidet er å strømlinjeforme dagens system, som har bidratt til vesentlig bedret kontroll med akutt forurensning, tilpasset fremtidige miljøhensyn og aktiviteter. Påvirkning av miljørisikoen vil altså være et viktig kriterium ved eventuelle endringer.

Sjøtrafikksentralene

Kystverket overvåker hele norskekysten gjennom sjøtrafikksentralene, fra grensen mot Russland i nord til grensen mot Sverige i sør. Sammen med etablerte trafikk-separasjonssystemer og påbudte seilingsleder bidrar denne overvåkningen til å redusere risikoen for skipsulykker.

Kystverkets sjøtrafikksentraler er svært viktige for å forbygge hendelser med akutte utslipp eller fare for akutt forurensning. Sjøtrafikksentralene overvåker og regulerer skipstrafikken i regulerte geografiske områder langs norskekysten. I tillegg overvåker Vardø sjøtrafikksentral skipstrafikken med frakt av farlige og forurensende stoff samt større slep og trafikken som går lengre ut fra kysten (utenfor grunnlinjen) og i trafikk-separasjonssonene. Alle trafikksentralene er i perioden oppgradert med nye overvåkingssystemer og teknisk utrustning.

Trafikksentralene er også en viktig støtte i forbindelse med sjøhendelser med akutt forurensning eller fare for akutt forurensning.

Rapportering om risikolast

Fartøy som seiler med risikolast til Norge eller i transitt (anløper ikke norsk havn, men er i norsk farvann eller økonomisk sone) langs norskekysten rapporterer om lasttype og -mengde i rapporteringssystemet SafeSeaNet. Denne typen rapportering er viktig for overvåking av skipstrafikken og operativ styring av den statlige slepeberedskapen. For fartøy i seilas til og fra Nordvest-Russland skjer tilsvarende rapportering i rapporteringssystemet Barents SRS. (https://www.kystverket.no/Nyheter/2013/Mai/pabudt-skipsrapporteringssystem-i-Barentsomradet/)

AIS-satellitter og basestasjoner

I juli 2017, ble trafikkovervåkingen i norske havområder styrket med to nye AIS-satellitter ved at NORSAT-1 og NORSAT-2 ble satt i drift. Satellittene har fungert godt og har svært god evne til å oppdage skip. Fremdeles er både AISSat-1 og AISSat-2 i drift, men begge har nå passert den forventede levetiden. Oppskytingen av den planlagte satellitten AISSat-3 i november 2017 var mislykket, og både satellitten og investeringa er tapt. Kystverket vurderer likevel den maritime havovervåkningen i Norge for å være god. En ny satellitt, NORSAT-3, blir nå utviklet sammen med Norsk Romsenter og Forsvaret med sikte på å bli satt i drift i 2019 eller 2020.

AIS-basestasjoner gir et mer kontinuerlig oppdatert trafikkbilde enn satellittene. Det er 64 moderne AIS-basestasjoner i drift langs norskekysten ved utgangen av 2017. Som en del av oppfølginga av Meld. St. 35 (2015- 2016) På rett kurs, ble de første AIS-basestasjonene på Svalbard satt i drift ved årsskiftet 2017/18, med dekning i Isfjordområdet. Disse styrker sjøsikkerheten i et sårbart miljø der en ulykke med akutt forurensning kan få alvorlige konsekvenser. Kystverket planlegger videre utbygging rundt hele Spitsbergen-øya de neste årene. Gjennom utbygging og fornying av basestasjonene er rekkevidden og dekningen langs hele norskekysten forbedret.

Bredbånd i nordområdene

Velfungerende kommunikasjonssystemer er viktig for sikker navigasjon, for en effektiv og sikker redningstjeneste og nødkommunikasjon, så vel som under en beredskapshendelse. Evnen til å overføre større datamengder spiller en stor og økende rolle for å håndtere de spesielle utfordringene knyttet til maritim aktivitet i nord. Samtidig er det i dag begrenset tilgang til bredbåndskommunikasjon i nordområdene.

For bedre å ivareta kommunikasjonsbehovet under beredskapshendelser, har Kystverket montert Maritim Bredbåndsradio (MBR) på samtlige statlige fartøy med oljevernutstyr ombord, herunder Sysselmannens fartøy MS Polarsyssel. I tillegg er MBR montert ombord i de to overvåkningsflyene som Kystverket

disponerer sammen med Norsk oljevernforening for operatørselskaper og Kystvakten (NOFO), samt ombord i Lufttransport sitt Dornier-fly som går i rute mellom Longyearbyen og Ny-Ålesund. I forbindelse med etableringen av AIS-basestasjoner på Svalbard, har MBR blitt montert samtidig for å fungere som datakommunikasjonsbærer for AIS signalene. MBR nettverket på Svalbard er satt opp slik at andre enheter som har MBR kan koble seg opp til nettverket, og på den måten få tilgang til internett.

Samtlige av enhetene som har fått MBR installert vil inngå i et felles nettverk, der de vil ha mulighet til å dele data (uavhengig av internett) når de er innenfor dekningsområdet til hverandre. MBR vil også kunne fungere som en relè-stasjon mellom enhetene, blant annet for å kunne dele data med landbaserte MBR-enheter (og internett) ved behov. Dersom noen av disse enhetene befinner seg innenfor dekningsområdet til MBR basestasjonene på Svalbard, vil disse ha mulighet til å hente og dele data via internett. I praksis innebærer det mulighet til å etablere et felles situasjonsbilde/situasjonsforståelse, samt styrke evnen til kommando og kontroll i et område hvor det ellers er mangelfull mulighet til dette.

Kystverket samarbeider med Telenor Svalbard AS og Sysselmannen om å tilknytte andre tjenester til MBR nettverket, som LTE/4G basestasjoner og maritim VHF basestasjoner. Videreutvikling og utvidelse av nettverket på Svalbard gjøres i dialog og samarbeid med aktørene nevnt over. Målsettingen er blant annet å samarbeide ved en eventuell etablering av ny infrastruktur.

Kystverkets målsetting er å etablere en nettportal for tilgang til og deling av data over MBR nettverket i regi av BarentsWatch.

Norske myndigheter har i flere offentlige dokumenter påpekt behovet for å skaffe bredbånd til skip i nordområdene. Space Norway arbeider med et prosjekt som skal bestå av to satellitter i høy-elliptisk bane (High Elliptic Orbit, HEO) som skal gi bredbåndskapasitet 24 timer i døgnet i området nord for 65. breddegrad. I tillegg til å sikre at fiskefartøyer, transportskip, passasjer- og cruisetrafikk får sikker tilgang til internett uansett hvor de befinner seg i Arktis, vil dette for Norge legge til rette for en mer effektiv overvåkning, bedre myndighetsutøvelse og suverenitets-hevdelse.

Som følge av begrenset kapasitet og infrastruktur på Svalbard er Kystverket avhengig av å anvende radiolinjesamband for overføring av AIS-data til Kystverkets nasjonale AIS-nettverk. MBR fungerer som bredbånds radiolinjesamband for AIS-signalene mellom basestasjonene som er etablert på Svalbard. Alternativet til å anvende MBR til dette formålet ville være å leie radiolinjesamband fra eksterne leverandører.

Fullt utbygd vil MBR gi dekning i de viktigste/mest trafikkerte områdene. Dekningsområdet for nettverket til fartøy vises i figur 4.2.

Figur 4.2 Dekningsområder for MBR på Svalbard. Kilde: Kystverket

BarentsWatch

BarentsWatch har en rekke tjenester som blant annet bidrar til økt sjøsikkerhet. Tjenestene «Bølgevarsel» og «Varsel om polare lavtrykk» gir økt informasjon til skip om værforhold i området. Varslene kan ha betydning for ferdsel og sikkerheten til havs. Tjenesten «FiskInfo» bidrar til økt sikkerhet for fiskere, også i kystnære farvann, ved at tjenesten leverer AIS-data som brukes av fiskere til å følge kameratbåter, og derved detektere og varsle om faresituasjoner og forlis. Gjennom «Felles Ressursregister» har BarentsWatch utviklet en samlet ressursoversikt til bruk i søk, redning og beredskap. Systemet er integrert hos Hovedredningssentralene og gir en bedre og raskere tilgang til nødvendige ressurser når ulykker skjer. BarentsWatch har også utviklet havovervåkingstjenester for de operative i etatene med ansvar for ferdsel i havområdene. Dette arbeidet foregår i felleskap med Fiskeridirektoratet, Forsvaret, Kystverket, Politiet, Sjøfartsdirektoratet, Skatteetaten og Tolldirektoratet. Tjenestene inkluderer en sikret

samhandlingsløsning som gir mulighet til å raskere avdekke og hindre uønskede situasjoner, og gir samlet sett et felles situasjonsbilde over aktiviteten i våre havområder.

4.2.6 Sjøkart for området rundt Svalbard

Dybdeforhold på nordsiden av Svalbard er kartlagt (MAREANO) for å gi en sikker farled til Rijpfjorden. Dette er også publisert i navigasjonskart. Noen små grunne områder i Kongsfjorden har også blitt kartlagt i 2018.

Sjøkart over Storfjorden på Svalbard

I mai 2018 leverte Kartverket to nye sjøkart for Storfjorden på Svalbard. Det er sjømålt cirka 2,5 nautiske mil (nesten fem km) bred korridor gjennom fjorden som er tydelig merket i sjøkartene og i kartenes kildediagram. Det er nå mulig å seile gjennom Storfjorden, og dermed rundt hele Spitsbergen.

4.3 Radioaktivitet

I det nasjonale arbeidet med reduksjon av ulykkesrisiko for akutt forurensning av radioaktive stoffer fokuseres det på beredskap, overvåkning, videreutvikling av kompetanse, og samvirke mellom involverte aktører. Samtidig er de nevnte kildene til potensielt alvorlige atomhendelser i forvaltningsplanområdet utenlandske. Dette nødvendiggjør at det nasjonale arbeidet komplementeres med betydelig internasjonalt samarbeid.

4.3.1 Nasjonalt arbeid

Atomhendelser kan berøre svært mange samfunnsområder og krever spesielt god koordinering og samordning mellom etater. Arbeid for å redusere ulykkesrisiko skjer både som del av atomberedskapsorganisasjonen og som del av de ulike involverte etatenes sektormyndighet og faglige ansvarsområder. Her beskrives kort noen sentrale aktører med relevans for forvaltningsplanområdet.

Atomberedskapsorganisasjonen

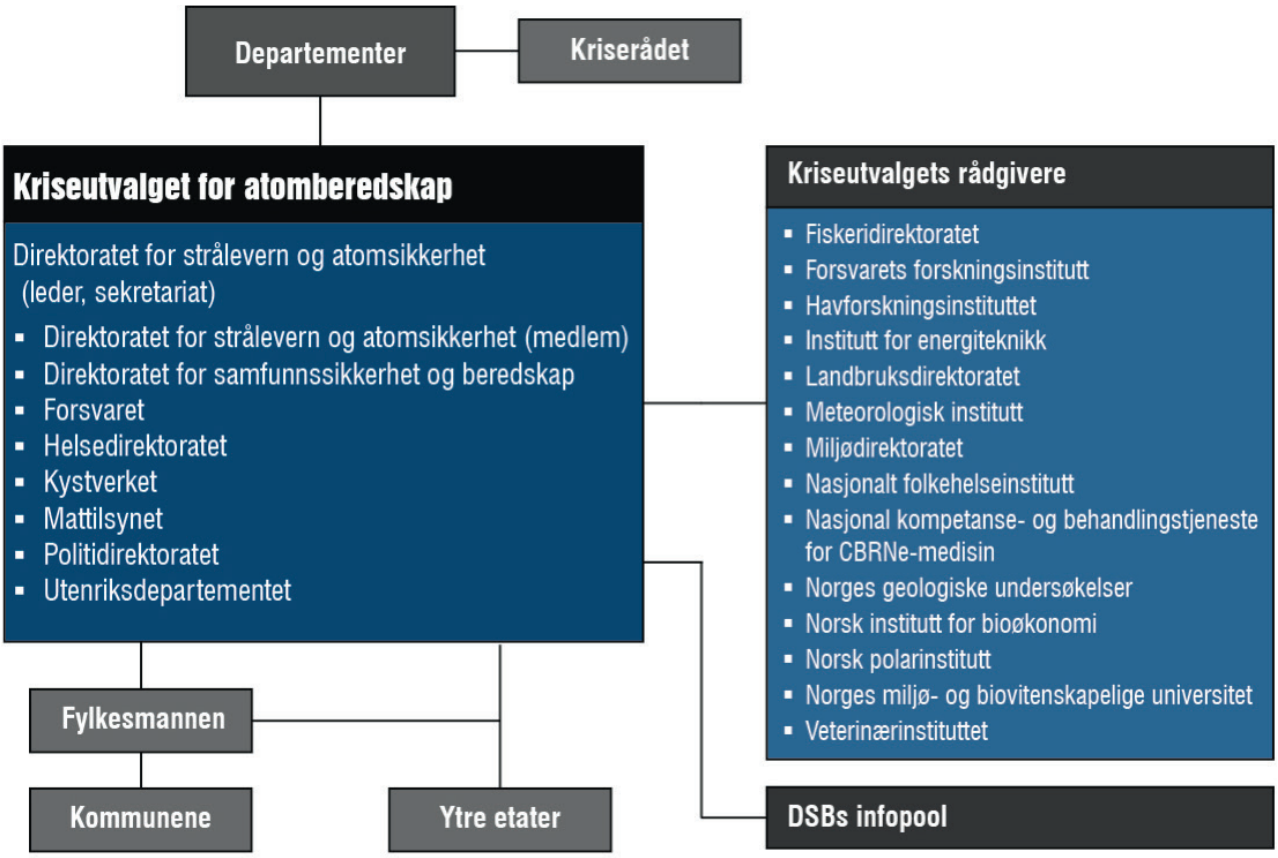
Atomberedskap er den beredskap vi har mot alle hendelser der et alvorlig utslipp av radioaktivitet kan forekomme. Norsk atomberedskap er konstitusjonelt underlagt Helse- og omsorgsdepartementet og forankret i kongelig resolusjon og strålevernloven (Statens strålevern 2013). Den norske atomberedskapsorganisasjonen involverer myndigheter både på sentralt, regionalt og lokalt nivå, og er opprettet for raskt å kunne etablere en effektiv, faglig basert og koordinert håndtering av atomhendelser og sørge for hurtig iverksettelse av tiltak for å beskytte liv, helse, miljø og andre viktige samfunnsinteresser (Statens strålevern 2012a).

Organiseringen av atomberedskapen (se figur 4.3) er bygget opp rundt Kriseutvalget for atomberedskap (KU) som består av representanter fra sentrale myndigheter som har et spesielt ansvar i håndteringen av en atomhendelse. Disse er: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Forsvaret, Helsedirektoratet, Kystverket, Mattilsynet, Politidirektoratet og Utenriksdepartementet. Kriseutvalget er ansvarlige for, og har fullmakt til, å iverksette ulike konsekvensreduserende tiltak. Atomberedskapsorganisasjonen består videre av Kriseutvalgets rådgivere, Kriseutvalgets sekretariat, samt Fylkesmennene og Sysselmannen på Svalbard som Kriseutvalgets regionale ledd med ansvar for koordineringen av beredskapen og iverksettelse av samordnende tiltak regionalt og lokalt. Alle etatene innen atomberedskapen har egne atomberedskapsplaner. Planene omfatter både sentralt, regionalt og lokalt nivå i forvaltningen, og disse skal være samordnede.

Atomberedskapsorganisasjonen jobber kontinuerlig med forbedring av atomberedskapen og reduksjon av ulykkesrisiko i planverk, praktisk arbeid, samordning og øvelser. Dette gjelder også til havs, og inkluderer blant annet oppfølging av kriseutvalgets oppdaterte trusselvurdering (Statens strålevern 2018b) der maritime aktiviteter i nordområdene er fremhevet. Kriseutvalget utarbeider nå også en ny målestrategi der måleberedskap og overvåking til havs er et av temaene.

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA)

DSA leder, er sekretariat for og har operasjonslokaler for Kriseutvalget for atomberedskap. Som sekretariat bistår DSA Kriseutvalget i krisehåndteringen og forestår den daglige drift, vedlikehold og koordinering av den nasjonale atomberedskapen. På vegne av Kriseutvalget har DSA også ansvar for å påse at det eksisterer et oppdatert samordnet planverk på nasjonalt og regionalt



Figur 4.3 Den norske atomberedskapsorganisasjonen.

nivå. DSA har døgnkontinuerlig vakt og er nasjonalt og internasjonalt kontaktpunkt for varsling og informasjon ved atomhendelser, blant annet gjennom bilaterale avtaler med andre lands myndigheter og gjennom det internasjonale atomenergibyrået (IAEA) sine konvensjoner om tidlig varsling, informasjonsutveksling og assistanse ved atomhendelser. DSA er nasjonalt kontaktpunkt mot Verdens helseorganisasjon (WHO) innen stråleberedskap. DSA er landets fagdirektorat for området strålevern og atomsikkerhet og er forurensningsmyndighet med ansvar for forvaltning og tilsyn av virksomhet som har radioaktivt utslipp og/eller håndterer radioaktivt avfall.

DSA er også fagdirektorat for Klima- og miljødepartementet (KLD) på området radioaktiv forurensning og avfall og har ansvar for overvåking av radioaktivitet i miljøet. DSA vil koordinere miljøsektoren i sin rolle som fagmyndighet for KLD og som forurensningsmyndighet med fagkunnskap, måleressurser og rådgivning i beredskap og krisehåndtering ved radioaktiv forurensning. DSA har et ansvar for koordinering av nasjonale overvåkningsprogram for radioaktivitet i miljøet, har ansvar for nasjonale nettverk for måling av stråling og er tilknyttet tilsvarende internasjonale nettverk. DSA har kompetanse, ressurser og avanserte laboratorier og feltmåleutstyr for måling av stråling og radioaktivitet. Ved søknad om konsesjon for anløp av allierte reaktordrevne fartøyer til norske territorialfarvann er DSA innstillende fagmyndighet overfor Forsvarsdepartementet. DSA gjennomfører også faglige utredninger og kunnskapsprosjekter som bidrar til å redusere ulykkesrisikoen for radioaktive utslipp. Dette gjøres i egen regi og i samarbeid med andre etater, blant annet som del av forsknings- og formidlingsprosjekter ved Framsenteret i Tromsø, CERAD senter for fremragende forskning, og som del av internasjonale forsknings- og kunnskapsprosjekter.

På oppdrag fra KLD har DSA utarbeidet et samordnet planverk for miljøsektorens operative beredskap ved akutt radioaktiv forurensing. Planverket gir en utfyllende beskrivelse av hvordan ulike typer radioaktiv forurensing skal håndteres ved en akutt miljøforurensingshendelse. Planverket lister også ulike relevante aktører i den operative beredskapen og beskriver deres myndighet og (tiltenkte)

roller, ansvar, oppgaver og samhandling ved akutt radioaktiv forurensing. Planverket er gjeldende for akutt radioaktiv forurensning som finner sted på norsk territorium og tilgrensende havområder, jf. forurensningslovens § 3.

Kystverket
Samarbeid for å styrke arbeidet med å redusere ulykkesrisiko for atomhendelser ble ytterligere styrket ved at Kystverket sammen med Utenriksdepartementet ble tatt opp som nye medlemmer i Kriseutvalget for atomberedskap i 2013 (Statens strålevern 2013). DSA og Kystverket har tett samarbeid innen atomberedskap og beredskap mot akutt forurensning av miljøet. Dette inkluderer blant annet en egen samarbeidsavtale og årlige etatsmøter på ledernivå. Det er også etablert tverretatlige arbeidsgrupper som blant annet videreutvikler samordning av planverk, tiltaksplaner ved sjøbaserte hendelser, kartlegging av kapasiteter for måling av radioaktivitet langs kysten og til sjøs, bruk av nødhavner og shelter ved hendelser med fartøy som fører radioaktiv last eller har atomreaktordrevet framdrift, vurdering av IUA-ene som kystnær måleressurs og responskapasitet ved radioaktiv forurensing, og håndtering av krav overfor ansvarlig forurenser. Eksempelvis gjennomførte DSA og Kystverket våren 2018 opplæring av mannskapene og utplasserte måle- og prøvetakingsutstyr for radioaktivitet på alle fartøyene i den statlige slepebåtberedskapen. DSA og Kystverket samordnet også informasjonsformidling og overvåking av det flytende atomkraftverket «Akademik Lomonosov» som i mai 2018 ble slept langs norskekysten (Statens strålevern 2018a).

Samarbeidet mellom DSA og Kystverket innebærer også tett kontakt mellom DSA og Vardø Sjøtrafikksentral (NOR VTS). Dette samarbeidet inkluderer en varslingsavtale og vedlikehold av en felles fartøyliste over sivile reaktordrevne fartøy og fartøy som fører radioaktiv last, der NOR VTS følger spesielt med disse. Overvåkingen av skipstrafikk og innføringen av Barents Ship Reporting System (Barents SRS, innført i 2013 og inkluderer rapporteringsplikt for fartøyer med farlig radioaktiv last), trafikkseparasjonssoner (TSS) og statlig slepeberedskap er alle svært viktige tiltak for reduksjon av ulykkesrisiko til sjøs og som også bidrar til å redusere ulykkesrisikoen for maritime atomhendelser (se for øvrig Kystverkets kapitler om skipstrafikk i denne rapporten for mer utfyllende beskrivelse av disse tiltakene). I tillegg utfører Fiskeridirektoratet og Kystverkets analyseenhet ved Vardø sjøtrafikksentral viktig grunnlagsarbeid for den norske atomberedskapsorganisasjonen gjennom regelmessig analyse og statistikk over aktiviteten av sivile reaktordrevne fartøy og sivile fartøy med radioaktiv last i norske nærområder.

Forsvaret
Forsvaret er medlem i Kriseutvalget for atomberedskap og ivaretar blant annet viktige ressurser innen overvåking, måleberedskap og tiltak for å forhindre og håndtere eventuelle atomhendelser i forvaltningsplanområdet. Eksempelvis overvåker Forsvarets operative hovedkvarter all militær skipstrafikk i våre havområder (inklusive reaktordrevne fartøyer), og har måleressurser for radioaktivitet som også opererer i forvaltningsplanområdet. Det er i tillegg faglig samarbeid mellom DSA og Forsvaret på etatsnivå. Dette inkluderer en samarbeidsavtale mellom DSA og Kystvakten, og årlige møter med sjøforsvarets enhet for radioaktivitet og beskyttelse av miljø ved KNM Tordenskjold - senter for skipsteknikk og sikkerhet. Et viktig tiltak for reduksjon av ulykkesrisiko og håndtering av eventuelle atomhendelser til sjøs er at Kystverket i 2019 anskaffer små, luftgående droner til alle fartøyene i indre Kystvakt. Dronene vil ha avansert kamerateknologi og vil i samarbeid med DSA utstyres med en sensorpakke som kan påvise og karakterisere utslipp av radioaktivt materiale.

Redningstjenesten
Liv og helse vil alltid ha prioritet fremfor beskyttelse av miljø og andre viktige samfunnsinteresser. For beskyttelse av miljøet ved en hendelse med for eksempel reaktordrevet fartøy i Barentshavet eller havområdene utenfor Lofoten er det viktig at en eventuell redningsaksjon i minst mulig grad hindres av manglende kunnskap eller utstyr for å ivareta redningsmannskapenes sikkerhet, slik at man tidligst mulig kan iverksette tiltak for å forhindre eller begrense eventuell radioaktiv forurensing. For å sikre god koordinering og samarbeid ved atomhendelser som innebærer redningsaksjoner er det etablert en avtale mellom Kriseutvalget for atomberedskap og den norske redningstjenesten (Statens strålevern 2018c). Avtalen beskriver retningslinjer for ansvarsfordeling mellom de ulike aktørene som kan være involvert i håndteringen av

atomhendelser som innebærer redningsaksjoner. DSA og Hovedredningssentralene har også årlige møter og samarbeider tett blant annet innen videreutvikling av planverk, kompetanse, og måle- og beskyttelsesutstyr innen temaet maritim atomberedskap. Dette gjelder også for forvaltningsplanområdet Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten der redningstjenesten koordineres av Hovedredningssentralen Nord-Norge.

4.3.2 Samarbeid i Nordvest-Russland

Regjeringens atomhandlingsplan

Internasjonalt samarbeid er viktig i forbindelse med å redusere risiko for radioaktiv forurensning i forvaltningsplanområdet. Regjeringens atomhandlingsplan fokuserer på atomsikkerhet i nordvest-Russland, og bidrar til økt fokus på beredskap, overvåking og kompetanseutvikling (UD og Statens strålevern 2016; UD 2018). I Nordvest-Russland har Norge de siste årene vært involvert i en rekke risikoreduserende tiltak. Hovedelementene her er sikring av radioaktivt materiale og ikke-spredning. Store opprydningsarbeid har vært iverksatt. Norge har også bidratt til opphugging av utrangerte Russiske reaktordrevne fartøyer. Fordi utrangerte fartøyer representerer økt fare for reaktorhavari til havs er dette et viktig risikoreduserende tiltak.

Videre er Norge involvert i prosesser for å bedre håndtering og lagring av radioaktivt avfall og kjernebrensel i Nordvest-Russland, oppgradering av Kola kjernekraftverk og rehabilitering av anlegg som lagrer store mengder kjernebrensel og annet radioaktivt avfall. Eksempler på det siste er den gamle russiske marinebasen i Gremikha og anlegget i Andrevjabukta, hvor arbeidet med å fjerne atomavfall er godt i gang og området vil utgjøre en mindre risiko i fremtiden. Fra Andrejevabukta fraktes avfallet med båt til Murmansk, og deretter videre med jernbane. Utskipingen startet i 2017 og ventes å ta minst fem-seks år. Risikoen for alvorlige hendelser ved Andrejeva vil dermed bli redusert på lang sikt, men det er en økt risiko mens arbeidet pågår (Statens strålevern 2018b).

Bilateralt atomberedskapssamarbeid

Det er også tett samarbeid mellom Norge og Nordvest-Russland innen atomberedskap, inklusive en egen bilateral varslingsavtale ved atomhendelser. Et viktig tiltak for å bedre håndteringen og redusere

I 2017 startet fjerningen av radioaktivt avfall fra Andrejeva. Avfallet transporteres med båt til Murmansk, og derfra videre til sluttbehandling med tog (Foto: SevRAO).

risikoen for alvorlige atomhendelser i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten er at den russiske atomberedskapsmyndigheten Rosatom i 2017 opprettet et regionalt krisesenter i Murmansk. Krisesenteret er plassert i tilknytning til Russlands sivile atomisbryterflåte (Atomflot) og dekker hele Nordvest-Russland. I 2017 signerte DSA en samarbeidsavtale med Rosatoms sentrale krisesenter i St. Petersburg som inkluderer tett samarbeid også med det nyopprettede regionale krisesenteret i Murmansk.

Bilateralt miljøsamarbeid

Miljøsamarbeidet med Russland er organisert under den Norsk-Russiske miljøvernkommisjonen og er lagt til en egen ekspertgruppe for radioaktivitet[5]. Her utarbeides det treårige arbeidsprogrammer for aktuelle temaer som koordinerte overvåkingsprogrammer, konsekvensutredninger og felles tokt med det mål å redusere risiko for alvorlige ulykker og radioaktiv forurensning, og å hindre at radioaktivt og spaltbart materiale kommer på avveie.

4.3.3 Internasjonalt samarbeid

Internasjonalt samarbeid rundt atomsikkerhet er viktig. En spredning av radioaktive stoffer etter en atomulykke vil potensielt ramme mange land. Risikoreduserende tiltak utføres på flere nivåer, både som en følge av myndighetssamarbeid og internasjonale og nasjonale avtaler og bestemmelser, og det er en kontinuerlig prosess for å redusere sannsynlighet for alvorlige atomhendelser. Samtidig er det gode internasjonale systemer for varsling og assistanse om det skulle oppstå en hendelse.

Det internasjonale atomenergibyrået (IAEA)

Gjennom det internasjonale atomenergibyrået eksisterer detaljerte tekniske anbefalinger og retningslinjer for sikker bruk av radioaktivt materiale i det sivile samfunn. Dette inkluderer også bindene avtaler for varsling og assistanse ved atomhendelser, og retningslinjer for sikkerhet, beredskap, miljøkonsekvensutredninger, transport av radioaktivt materiale, med mere. Det er ikke krav om at kyststater varsles ved transport av radioaktivt materiale til sjøs, men IAEAs generalkonferanse anbefaler å følge praksis med at avsenderland varsler kyststater. Slike transporter dekkes av The Convention on the Physical Protection of Nuclear Material[6].

Arktisk råd – EPPR

Arktisk råd er det eneste regionale samarbeidsorganet som omfatter alle de åtte arktiske landene. Arktisk råd skal fremme samarbeid og koordinering mellom de arktiske landene i saker av relevans for det arktiske området. Involvering og aktiv deltakelse fra urfolk er sentralt for samarbeidet. De siste årene har Arktisk råd fått stadig større oppmerksomhet og betydning, og er det viktigste samarbeidsorganet for Arktisk miljøvernsamarbeid i nord[7]. Regjeringen koordinerer de norske forberedelsene til ministermøtene i Arktisk råd som holdes annethvert år og til møtene på embetsnivå som holdes to til tre ganger i året. I tillegg foregår løpende arbeid i Arktisk råds ulike arbeidsgrupper. I Arktisk råds arbeidsgruppe «Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR)» fremmes (blant annet) samarbeid og koordinering innen forebygging, beredskap og respons mot ulykker og andre hendelser som kan gi akutt miljøforurensing i Arktis. På radioaktivitetsområdet inkluderer dette prosjektsamarbeid for deling av kunnskap og kompetanse innen maritim atomberedskap og redningsaksjoner. I tillegg leder Norge pågående arbeid i EPPR for å vurdere behovet for en EPPR-ekspertgruppe innen radioaktivitet og en mulig regional avtale mellom de arktiske landene for varsling og assistanse ved maritime atomhendelser.

OSPAR-konvensjonen

OSPAR-konvensjonen, offisielt Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic, har som formål å beskytte og bevare det marine miljøet i Nordøst-Atlanteren. Konvensjonen forplikter statene til å ta ethvert mulig skritt for å forhindre forurensning og treffe de nødvendige tiltak for å beskytte havområdet mot uønskede virkninger av menneskelige aktiviteter. Konvensjonen omfatter også beskyttelse av miljøet fra ulykker og hendelser. Radio-

[5] https://www.regjeringen.no/no/tema/svalbard-og-polaromradene/innsiktsartikler-polaromradene/miljovernsamarbeid-med-russland-og-i-barentsregionen/id2343387/

[6] https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/convention-physical-protection-nuclear-material

[7] https://www.regjeringen.no/no/tema/svalbard-og-polaromradene/innsiktsartikler-polaromradene/arktisk-miljovernsamarbeid/id2350804/

SLEP AV FLYTENDE KJERNEKRAFTVERK LANGS NORSKEKYSTEN

I mai 2018 ble det første flytende russiske kjernekraftverket «Akademik Lomonosov» slept fra St. Petersburg i Finskebukta og langs hele norskekysten på vei til sitt endelige bestemmelsessted ved Pevek i Nordøst-Russland. Opprinnelig var det planlagt at atomkraftverket skulle lastes med reaktorbrensel og testkjøres i St. Petersburg før det ble slept. Det ble opplyst at slepet ville ta om lag tre uker, og ville tolerere en vindstyrke på maksimalt 15 m/s (stiv kuling). Med vanlige værprognoser for årstiden ville det medføre mulig behov for nødhavn og tilhørende økt ulykkesrisiko. En ulykke med et flytende kjernekraftverk med reaktorbrensel om bord kan ha store konsekvenser både for mennesker og miljø. Avhengig av vær- og havforhold kan radioaktivt materiale spre seg raskt og påvirke store områder i lang tid etter en hendelse (Statens strålevern 2018a). Saken ble derfor gitt høy prioritet hos norske myndigheter og tatt opp i nasjonale- og internasjonale fora og i bilateral kontakt med russiske myndigheter på regjeringsnivå og i underliggende etater. Norske myndigheter samarbeidet og koordinerte arbeidet også med myndighetene i de berørte nordiske naboland, som delte norsk bekymring. Resultatet ble at russiske myndigheter valgte å gjennomføre slepet uten reaktorbrensel om bord. Isteden ble reaktorbrensel lastet i Murmansk hvor reaktorene nå testkjøres, før det skal slepes videre til Pevek i sommerhalvåret 2019. Som nevnt i aktivitetskapittelet er kildene til mulige alvorlige atomhendelser som kan ramme Norge i all hovedsak utenlandske, og slepet av «Akademik Lomonosov» er et eksempel på hvor viktig godt nasjonalt og internasjonalt samarbeid er for å forhindre eller redusere risikoen for alvorlige atomhendelser.

active Substances Committee arbeider også derfor med reduksjon av ulykkesrisiko for ulykker med mulighet for spredning av radioaktive stoffer, deriblant i samarbeid med Arktisk råd.

Nordisk-Russisk atomberedskapssamarbeid

I det Nordisk-Russiske atomberedskapssamarbeidet deltar strålevernmyndigheter fra Norge, Sverige, Finland, Russland og Hviterussland. Samarbeidet består blant annet i kunnskapsutveksling, demonstrasjon av landenes systemer og kapasiteter, og felles aktiviteter og øvelser innenfor ulike atomberedskapstemaer.

Det flytende kjernekraftverket «Akademik Lomonosov» under slep utenfor kysten av Finnmark i mai 2018. Slepet foregikk uten reaktorbrensel om bord, og dermed uten fare for en alvorlig atomhendelse, takket være godt nasjonalt og internasjonalt samarbeid. (Foto: Øyvind Aas-Hansen, DSA).

5. Miljøsårbarhet

Et hvert akutt utslipp er unikt og miljøkonsekvensene avhenger av lokasjon, tidspunkt, utslippstyper og -mengder og tilstedeværelse av miljøverdier og deres sårbarhet for den aktuelle forurensningen, samt konsekvensreduserende tiltak som er iverksatt. I dette kapittelet er ulike miljøverdiers sårbarhet tema. Det er størst risiko forbundet med store oljeutslipp og kunnskapsstatus på sårbarhet for oljeforurensning er derfor hovedfokus. Kunnskap om biologiske responser oljeforurensning kan medføre, innhentes ved å studere de uhellsutslippene som har god dokumentasjon og gjennom laboratoriestudier. Resultatene er relevante for alle hendelsestyper med utslipp av olje, uavhengig om kilden er et skip eller en petroleumsinnretning.

Siden forrige revisjon av forvaltningsplanen er det fremkommet store mengder med nye data og kunnskap om effekter av oljeforurensning på det marine miljø. Dette skyldes først og fremst at utblåsningen fra Macondobrønnen boret med innretningen Deepwater Horizon (DwH) i Mexicogulfen i 2010, genererte en omfattende forskningsaktivitet på effekter av undervannsutslipp av olje. I etterkant av hendelsen er det gjennomført store feltundersøkelser og omfattende laboratoriestudier på ulike organismer fra bunn til topp i næringskjeden. Det er spesielt frembrakt ny kunnskap om hvilke effekter bruken av dispergeringsmiddel kan ha på oljens spredning, sedimentering og nedbrytning etter et stort undervannsutslipp. Mye av kunnskapen som er opparbeidet etter DwH har også relevans for norske forhold, både for forståelsen av mulig eksponeringspotensiale av utslipp, samt miljøets sårbarhet for olje. Studier på biologiske responser gjennomføres i hovedsak på individnivå. Selv om det nå foreligger mye kunnskap om mulige effekter på enkeltindivider som er relevant for norske forhold, er det stor usikkerhet knyttet til vurdering av effekter på bestander og økosystem.

I Norge har det også vært stor forskningsaktivitet på miljøeffekter av oljeforurensning de siste åtte årene. Dette arbeidet er både finansiert av det offentlige gjennom Forskningsrådet (NFR) og direkte av oljeindustrien. Det er gjort eksponeringsforsøk for å bestemme tålegrenser av olje på en rekke viktig organismer i arktiske områder som for eksempel dyreplankton (Calanus), tidlige livsstadier til fisk og forskjellige bunnlevende organismer. Disse resultatene vil være viktige grunnlagsdata for risikomodellering av mulige oljeutslipp fra ulike kilder, både skipsfart og petroleumsvirksomhet.

Siden forrige forvaltningsplan har også kunnskapen om sjøfugl sin områdebruk gjennom året økt betydelig gjennom SEATRACK, og gitt ny forståelse for fordelingen av sjøfugl på åpent hav spesielt i høst- og vinterperiodene. Det har også kommet ny kunnskap om lomvi sitt svømmetrekk. Dette er kunnskap som sammen med informasjon om ulike bestanders tilstand, påvirker forståelsen av sjøfugl sin sårbarhet for ekstra belastninger.

Det er også jobbet mye med å forbedre kunnskaps-grunnlaget for iskantsonen og polarfronten siden forrige forvaltningsplan, oppsummert gjennom rapportene fra Norsk Polarinstitutt (von Quillfeldt mfl. 2019) og Havforskningsinstituttet (Lien et al. 2018).

For utarbeidelsen av denne rapporten er det for flere av temaene gjort en grundig gjennomgang av resultatene fra alle de feltundersøkelser og forskningsprosjekter som er gjennomført i perioden. Denne rapporten har fokus på Barentshavet, men mange av beskrivelsene er relevante for alle forvaltningsplanområdene.

5.1 Benthos og dypvannsorganismer

5.1.1 Sedimentering av olje

Utblåsningen fra DwH er det største kjente undervanns oljeutslipp på dypt vann. I løpet av 87 dager strømmet det ut 8400 m^3 råolje pr. dag, til sammen 780 000 m^3. Store mengder av oljen (estimert til 50 prosent) ble «fanget» i en «dypvannsplume» som beveget seg på ca. 1100 m dybde. I tillegg til olje ble det også brukt store mengder med dispergeringsmiddel (>7000 m^3), og omkring 40 prosent av dette ble injisert ved brønnhodet på dypvann. I juni 2010 ble olje-plumen estimert til å være 200 m høy, to km bred og minst 35 km lang nedstrøms for brønnen. Det ble målt høye nivåer av monoaromater (>50 µg/L) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) (opp til 189 µg/L) i plumen (Camilli et al. 2010, Diercks et al.

2010). Ut fra målinger av oljebiomarkører (hopaner) i sedimentene er det estimert at opptil 30 prosent av oljen i plumen sedimenterte på bunnen (Valentine et al. 2014). I tillegg til sedimentering fra plumen ble det også transportert betydelige mengder olje til sedimentene gjennom dannelsen av «marin snø» (Yan et al. 2016). Marin snø er partikkel aggregater (>0.5 mm) som dannes fra mange mindre organiske og uorganiske partikler (inkluderende fytoplankton, faeces fra dyreplankton, bakterier, mucus og inorganiske partikler) (Passow et al. 2012, Passow 2016). Etter utblåsningen ble det observert økt dannelse av oljerelatert marin snø (ORMS) i månedene etter at utslippet var stoppet og sedimentfeller viste at denne unormal store sedimenteringen var drevet av en kraftig oppblomstring av diatomer som sammen med oljerester dannet hurtig synkende ORMS (Yan et al. 2016), og det er postulert at dette kan være en viktig sedimenteringsmekanisme etter store oljeutslipp (Passow et al. 2012).

Det er estimert at fem til syv posent av den totale mengden olje fra DwH sedimenterte og ga økte nivåer av oljekomponenter i sedimentene på et område som dekket 1440-2280 km2 av Mexicogulfen (Stout et al. 2017). De forhøyet konsentrasjonene av olje på bunn var et forbigående fenomen og målinger viste at 80-90 prosent av oljen var forsvunnet et år etter ulykken (Stout et al. 2017). DHW ulykken har gitt mye ny kunnskap om sammensetningen av bakterier i dyphavet og potensialet for biodegradering av olje, og det er funnet at selv på store dyp og lave temperaturer (≈fire˚C) så induserer sedimentering av olje en stor og hurtig oppblomstring av oljedegraderende bakterier som bidrar til en hurtig nedbrytning («weathering») av oljen. Mexicogulfen er et område med store forekomster av naturlige oljelekkasjer fra bunnen («natural oil seeps») og evolusjonistisk tilpassing hos bakteriefloraen er sannsynligvis en viktig årsak til den hurtige biodegraderingen som ble observert. I Barentshavet er det også funnet stor tetthet av aktive pockmarks som lekker hydrokarboner primært i gassform (Boitsov mfl. 2009; Rajan mfl. 2013.) Det er derfor sannsynlig at mikroorganismene også her vil være i stand til hurtig nedbrytning av olje.

Biodegradering er den viktigste mekanisme for nedbrytning og fjerning av olje fra sedimentene. Det ble i årene etter DHW utført en lang rekke studier på oljenedbrytende bakterier i arktisk sjøvann ved lave temperaturer (McFarlin et al. 2014) (Ribicic et al. 2018) (Brakstad, Nordtug and Throne-Hoist 2015). Det er vist at det finnes mange oljenedbrytende bakterier i arktisk sjøvann og at nedbrytningshastigheten i mange tilfeller er like hurtig som ved høyere temperaturer. Når det observeres lavere nedbrytningshastighet for noen oljekomponenter (aromatiske hydrokarboner og langkjedet alkaner) ved lave sjøvannstemperaturer, er det ofte forbundet med lavere biotilgjengelighet på grunn av fysiske egenskaper til oljen som for eksempel høyere viskositet, større dråpestørrelse og utfelling av voks ved lave temperaturer. I tillegg spiller langsommere vekstrater for bakteriene og substratopptak også en viktig rolle for lengre nedbrytningstid (Ribicic et al. 2018). Oljedråpestørrelse er den viktigste faktoren for hurtig bakterienedbrytning (Brakstad et al. 2015), og dermed vil bruken av dispergeringsmiddel kunne øke nedbrytningshastigheten.

5.1.2 Bløtbunnsfauna

Der foreligger omfattende dokumentasjon på at olje fra DwH har skadet de bentiske samfunn i nærheten av Macondo brønnen. Sedimentundersøkelsene fant stor reduksjon i antall og diversitet hos bløtbunn evertebrater (Makrofauna and meiofauna) i en avstand opp til tre km fra brønnlokasjonen, mens moderat reduksjon ble registrert på mange stasjoner opp til 60 km fra utslippspunktet (Montagna et al. 2013). Det ble funnet klar korrelasjon mellom Biodiversitetsindeks og målinger av oljekomponenter i sedimentene. Balthis mfl. (2017) har modellert denne sammenhengen og funnet at det var høy sannsynlighet for alvorlig impact-faktor (>80 prosent) ved sedimentkonsentrasjoner på 2144 mg/kg total petroleum hydrokarbon (TPH) og 25 mg/kg (total PAH), mens det var lav sannsynlighet (<20 prosent) for effekter på bløtbunnsamfunnene ved sedimentkonsentrasjoner under 606 mg TPH/kg og 4 mg PAH/kg (Balthis et al. 2017). Selv om det var tegn på restitusjon var de mest eksponerte stasjonene ennå alvorlig påvirket i 2011, ett år etter utslippet var stoppet (Montagna et al. 2017).

Erfaringene av overflateutslipp fra forlis av oljetankere viser sjelden alvorlige skader på benthos og ingen langtidseffekter (>ett år) ble funnet i sedimentene på dypvann (<40 m) etter forliset av tankeren Exxon Valdez utenfor Alaska i 1989)(Feder and Blanchard 1998), Braer forliset (Shetland, 1993)(KINGSTON et al. 1995), Prestige forliset (Galician, 2003)(Serrano

et al. 2006). Etter Hebei Spirit forliset i Korea (2007) ble det imidlertid funnet forhøyete PAH nivåer i sedimentene og reduksjon i benthossamfunnene i fem år etter at 11000 tonn med olje forurenset kysten av Korea (Yim et al. 2017).

Gjennom Miljøovervåkningsdatabasen (MOD) har Norge omfattende registeringer og lange tidsserier på overvåkning og kartlegging av bløtbunns evertebrater i Nordsjøen og Norskehavet. Disse studiene utvides nå inn i Barentshavet i forbindelse med grunnlagsundersøkelser. Dette gir en god mulighet for å evaluere effektene på bløtbunn benthos i etterkant av eventuelle oljeutslipp.

Erfaringene fra årtier med miljøovervåkning i Nordsjøen viser at bunnsamfunnene kan restituere seg relativt hurtig (ett -tre år) etter akutt oljeeksponering hvis ikke substratet er blitt vesentlig forringet (Henry et al. 2017).

5.1.3 Dypvannskoraller

Mexicogulfen har store forekomster av dypvanns korallrev og på de nærmeste korallrev seks km fra Macondobrønnen viste så mye som 90 prosent av korallene tydelige tegn på å være påvirket av oljeutslippet; døde forgreninger, endret farge (blekning) og økt slimproduksjon. Feltstudiene viste at korallrev mer enn 22 km unna brønnen var tilsynelatende upåvirket av oljeutslippet (White et al. 2012) (FISHER et al. 2014).

Andre feltundersøkelser viste at tre korallrev 57-109 km vekk fra Macondobrønnen på vanndyp mellom 60-88 m nedstrøms for oljeflaket (>19 dager med olje på overflaten), og i områder hvor det ble brukt dispergeringsmiddel på overflaten viste klare tegn på oljeskader. Disse korallrevene var grundig studert før ulykken og det var derfor mulig å gjennomføre såkalte "before-after-control-impact" (BACI) analyser. Disse revene var før ulykken i god tilstand (fire-ni prosent av korallene hadde skader), mens ved feltundersøkelsen etter oljeutslippet (2010, 2011 og 2014) så viste 38-50 prosent av korallene tegn på skader (Etnoyer et al. 2016).

Dypvannskoraller er langsomt voksende organismer (radial vekstrate 0,3-14 µm/pr år) og kan ofte bli veldig gamle (>500 år)(Prouty et al. 2016). Vekstraten for polyppene ("enkeltindivider") av *Lophelia pertusa* kan imidlertid være betydelig større, og det er påvist vekstrater på 0,3-3,2 cm/år av polypper på strukturer i Mexicogulfen (Larcom mfl. 2014) 143 og ca. 2,7 cm/år på strukturer i Nordsjøen (Gass & Roberts 2011) 35. Gjendanningstiden er meget lang når korallene blir skadet og mister forgreninger (polypper). Nye feltundersøkelser i 2017 viste at korallrevene som var hardest skadet fortsatt viste tydelig tegn på stress syv år etter ulykken og flere av korallene hadde betydelige tap av forgreninger som muligens kan føre til en tidligere død (Girard and Fisher 2018, Girard, Shea and Fisher 2018).

Eksperimentelle effektstudier på koraller fra Mexicogolfen viser at disse tåler relativ høye doser med råolje, men er følsomme for dispergeringsmiddel og kombinasjonen dispergeringsmiddel og olje (Deleo et al. 2016) (Frometa et al. 2017) (Ruiz-Ramos, Fisher and Baums 2017). Likeledes er korallarver veldig følsomme for kjemisk dispergert olje (Goodbody-Gringley et al. 2013).

Turner og Reneyar (2017) har skrevet et grundig «review» av den vitenskapelige litteratur (1973-2016) om oljeeffekter på koraller både fra feltstudier etter uhellsutslipp og laboratoriestudier. De konkluderte med at de forskjellige historiske oljeutslipp er unike med hensyn til fysiske, kjemiske og biologiske forhold og det er derfor ikke mulig å komme med generelle konklusjoner om effektbildet.

Det finnes ingen studier på akutteffekter av oljeeksponering for Lophelia pertusa, den dominerende dypvannskorall i Norske farvann. Men det at Lophelia pertusa er observert å kolonisere bena til oljeplattformer i Nordsjøen viser at denne arten ikke kan være ekstremt sensitiv for produsertvann og vannløste oljehydrokarboner (Gass and Roberts 2006). Koraller er også ofte funnet i nærheten av «naturlige oljeseeps» så det er sannsynlig at de har en viss toleranse for olje (Cordes et al. 2016). Samtidig viser observasjonene fra DwH at en omfattende og langvarig dypvanns utblåsning kan gi alvorlige skader fra olje som sedimenterer på korallene, og siden dette er ekstremt gamle og langsomtvoksende organismer vil skader som tap av forgreninger ha lang rehabiliteringstid. Korallrevene er meget produktive områder og de er viktig for mange andre organismer, og leverer viktige økosystemfunksjoner i naturen.

5.1.4 Dypvannssvamp

Der finnes ingen publiserte studier på effekter av oljeforurensning på dypvannsvamp, men Havforskningsinstituttet har i 2018 gjennomført eksponeringsforsøk på Geodia barretti som er en av de mest dominerende dypvannsvamper (Demospongia) i Norskehavet og Barentshavet. Det er gjennomført et mesokosmos forsøk med åtte dagers eksponering (seks, 60 og 600 µg olje/L) etterfulgt av to måneder periode i rent vann. De foreløpige resultater viser at Geodia barretti er relativ robust overfor oljeeksponering. Det ble observert en hurtig respons med redusert vannpumpning og respirasjon hos de oljeeksponerte svampene, men det ble ikke funnet økt dødelighet. Etter to måneder var ingen av måleparametrene hos de oljeeksponerte svampene forskjellige fra kontrollsvampene. Dette studiet vil generere data på opptak av PAH, endringer i bakteriesamfunnene i svampen og svampenes lipidsammensetning. Resultatene fra dette studiet vil bli sendt til publisering i løpet av våren 2019.

5.2 Plankton

Plankton utgjør primærprodusentene og det første nivå av sekundærprodusentene i de marine økosystemer. Det er viktig å vurdere hvordan oljeforurensning kan påvirke disse organismene og dermed energiflyten i næringskjeden. Der foreligger mange studier på effekter av olje (og dispergeringsmiddel) på planktoniske organismer, og betydelig ny kunnskap er fremkommet etter DwH-ulykken. Det kan her fremheves at flere forsøk på mikroplankton og større dyr som kopepoder viser at disse organismene spiser mikrodråper av olje som videre kan medføre en transport av oljekomponenter oppover i næringskjeden. Dette er en mekanisme som i liten grad er studert og som bør inkluderes i risikomodellering som SYMBIOSES.

5.2.1 Planteplankton

Laboratorieforsøk viser at giftigheten av olje varierer betydelig blant de forskjellige taxa som er studert. Generelt viser studiene at diatomeer er mest sensitive, mens dinoflagellater er mer tolerante overfor oljeforurensning. Det er også funnet at store arter tåler høyere oljedoser enn små arter (Ozhan, Parsons and Bargu 2014, Buskey, White and Esbaugh 2016). Tilsvarende effekter er også bekreftet fra mesokosmosstudier hvor det er observert at oljeforurensning kan gi et skift i planteplanktonsamfunnene dominert av diatomeer til å bli dominert av dinoflagellater og hurtigvoksende centric-diatomeer (Hallare, Lasafin and Magallanes 2011). Men erfaringene fra store oljeutslipp viser at selv om olje er akutt giftig for planteplankton og kan gi en kortvarig nedgang i mengden i sjøen, så har disse organismer en meget hurtig generasjonsyklus og vil etter relativ kort tid returnere til normale nivåer. Satellittovervåkning av klorofyll-a i Mexicogulfen viste høyere nivåer av planteplankton enn normalt i august 2010, tre måneder etter at utslippene fra Macondo var stoppet (Hu et al. 2011). Tilsvarende oppblomstring av plankton i etterkant er også beskrevet fra andre store oljeutslipp; 2006 Libanon oil spill (Pan, Tang and Zhang 2012) og Hebei Spirit oil spill i Korea 2008 (Il Lee, Kim and Kim 2009). Redusert beiting fra dyreplankton og økt næringsstofftilgang fra olje nedbrutt av bakterier er foreslått å kunne være noe av mekanismen bak denne økningen av primærproduksjonen i sjøen.

5.2.2 Protozoer (Mikroplankton)

Protozoer, mikroplankton (ciliater og heterotrofiske dinoflagellater) er storkonsumenter av planteplankton, og er viktige i dietten til kopepoder og andre dyreplankton. Nye studier har vist at mange av disse mikroplankton er veldig sensitive for oljeforurensning og dispergeringsmiddel, mens andre spiser oljedråper og dermed kan medvirke til transport av olje ogjennom næringskjeden (Almeda, Connelly and Buskey 2014). Dette opptaket av olje gjennom næringskjeden er i liten grad studert og det kan være en viktig mekanisme som bør inkluderes i risikomodellering. Små ciliater er mer sensitive for oljeforurensning enn de større tintinnider og dinoflagellater. Dermed kan et oljeutslipp drepe en større andel av de små mikroplankton og dermed forrykke balansen i planktonsamfunnene. Slik ubalanse i planktonsammensetningen er blitt sett i sammenheng med planktonblomstring av giftige dinoflagelater som har blitt observert etter flere store oljeutslipp (Almeda, Cosgrove and Buskey 2018) (Gemmell et al. 2018).

5.2.3 Dyreplankton (kopepoder)

Kopepoder som *Calanus finmarchicus* (boreal art), *Calanus hyperboreus* og *Calanus glacialis* (arktiske arter), er dominerende mesodyreplankton i biomasse i Norskehavet og Barentshavet. De spiller en nøkkelrolle for energitransporten fra primærprodusentene og høyere opp i de marine økosystemene i nord. *C.*

finmarchicus og *C. hyperboreus* er den viktigste næringskilden til de store pelagiske fiskebestandene (sild, makrell og kolmule), og naupliestadiene er avgjørende føde for fiskelarver langs hele norskekysten. I nordområdene er kopepodene også meget viktig føde for mange sjøfugler og bardehvaler.

Den mest tallrike kopepoden, *C. finmarchicus*, gjennomgår en sterk sesongsstyrt livssyklus hvor den overvintrer på dypt vann som kopepodittstadium CV (diapause). Om våren utvikler overvintringsbestanden seg til voksne hunner og hanner. Individene beiter på planteplanktonets våroppblomstring og legger sine egg. Den nye generasjonen går gjennom en hurtig utvikling med en serie av seks nauplie- (NI-NVI) og deretter fem kopepodittstadier (CI-CV) før de om høsten går ned i dypet for overvintring. Nauplii og tidlige kopepodittstadier (CI-CII) har relativt lavt lipid innhold, mens de senere kopepodittstadier er meget lipid-rike (stadie CV inneholder typisk 30-50 prosent lipid) (Falk-Petersen et al. 2009) .

Det er gjennomført en rekke studier på toksisitet av olje for alle de tre viktigste kopepodene i norske farvann (*C. finmarchicus*, *C. hyperboreus* og *C. glacialis*). Det generelle bilde er at den akutte giftighet av vannløselige olje komponenter (WAF) er lav for alle disse artene (tabell 5.1).

De meget høye nivåene av lagringslipid (hovedsakelig voksester) i disse kopepodene har tilsynelatende en beskyttende effekt mot oljens giftige egenskaper. Vannløselige oljekomponenter tas hurtig opp og løser seg i dyrenes lipidlager og blir dermed ikke «biotilgjengelige» verken for giftighet eller for metabolisme og utskillelse. Dette resulterer i meget høy bioakkumulering og ekstremt lang elimineringstid (Hansen et al. 2016, Overjordet et al. 2018). Kopepoder er i tillegg vist å beite aktivt på mikrodråper av olje og kan via dietten også ta opp betydelige mengder av olje (Nordtug et al. 2015, Nepstad et al. 2015). Kopepodene kan derfor fungere som effektive «ekstraksjonsmaskiner» som oppkonsentrerer oljekomponenter og overfører de giftige stoffene videre opp i næringskjeden. Dette kan være en viktig mekanisme som bør studeres videre og inkluderes i risikomodellering (Nepstad et al. 2015).

Det er først og fremst de største kopepodittstadiene CIII-CV og de voksne kopepoder som vil ta opp store mengder med oljekomponenter. Nauplie- og de tidlige kopepodittstadier (CI-CII), som fiskelarver beiter på, vil

Tabell 5.1 Oversikt over de 3 viktigste arter kopepoder i Norskehavet og Barentshavet og deres sensitivitet til oljeforurensning

Art	Leveområde	Størrelse og lipidnivå for voksne hunndyr	Akutt toksisitet for olje
C. finmarchicus (boreal art, et års livssyklus)	Norskehavet og sørlig og vestlig del av Barentshavet i atlantiske vannmasser, men pga havstrømmene kan den også forekomme vest og nord for Svalbard i betydelige mengder	to-tre mm lange og 80 µg lipid/individ	96h-LC_{50}=490 µg THC/L (tilsvarer 10 µg PAH/L) for kjemisk dispergert olje og 96h-LC_{50}=800 µg THC/L (16 µg PAH/L) for mekaniske dispergert olje (Hansen et al. 2011)
C. hyperboreus (arktisk art, tre-fem års livssyklus)	Nordligste deler av Norskehavet og Barentshavet. Forekommer typisk på dypere vann, sammenlignet med de to andre	seks-syv mm lange og 1800 µg lipid/individ	192h-LC_{50}=1300 µg THC/L for de små og lipid-fattige kopepodittstadier (CI-III), mens det hos de lipid-rike kopepodittstadie-CV så ble 192h-LC_{50} ikke oppnådd selv med 100 % WAF (så LC_{50}>2700 µg THC/L) (Overjordet et al. 2018)
C. glacialis (arktisk art, to års livssyklus)	Barentshavet nord og øst for polarfronten i arktisk vann, hovedsakelig på sokkel og skråning og assosiert med iskanten	tre-fire mm og 400 µg lipid/individ	96h-LC_{50}=22 000-62 000 µg THC/L for kjemisk dispergert olje og 96h-LC_{50}=4000 µg THC/L for mekanisk dispergert olje (Gardiner et al. 2013)

ha en betydelig mindre bioakkumulering. Den trofiske overføringen vil derfor være mest relevant for større dyreplankton (amfipoder og krill), pelagiske fisk og andre dyr som spiser de store stadier av kopepodene.

Sårbare arter, områder og perioder: De minste kopepodene, C. finmarchicus er mest følsomme for olje, men akutt dødelighet kan kun forventes i umiddelbar nærhet av et oljeflak. De større artene C. hyperboreus og C. glacialis er i stand til å ta opp store mengder olje, men de høye lipidnivåer beskytter dyrene mot akutt toksisitet. Kopepodene har stor utbredelse i både Norskehavet og Barentshavet. Kopepodens livssyklus følger våroppblomstringen og de er tallrikt tilstede hele våren og sommeren, men går om høsten ned på dypt vann for å overvintre.

Det mangler langtidsstudier på hvilke effekter høye oljenivåer i lagringslipidene kan forårsake for kopepoder i diapausen når kopepodene bruker opp lipidlagrene for å utvikle seg til voksne dyr og produsere egg. Det finnes noen få studier som tilsier at oljekomponenter som lagres i lipidene kan overføres til eggene og gi skadelige effekter på neste generasjon, og dette bør studeres nærmere (Hansen et al. 2017) (Toxvaerd et al. 2018).

5.2.4 Dyreplankton (amfipoder og krill)

Studier med oljeeksponering på større dyreplankton som amfipoder (Aunaas, Olsen and Zachariassen 1991) (Aunaas et al. 1991) (Camus and Olsen 2008), krill (Arnberg et al. 2017) (Arnberg et al. 2017) viser at disse har relativ lav sensitivitet for oljeforurensning og at akutt giftighet sannsynligvis ikke vil forekomme unntatt helt tett på et oljeflak. Ved langvarig eksponering er det funnet en rekke subletale effekter som kanskje kan medføre forsinket dødelighet. Det er vist at stor krill (Meganyctiphanes norvegica) akkumulerer PAHer og dermed også kan fungere som en trofisk overfører av oljekomponenter i næringskjeden (Moodley et al. 2018)

5.3 Fisk

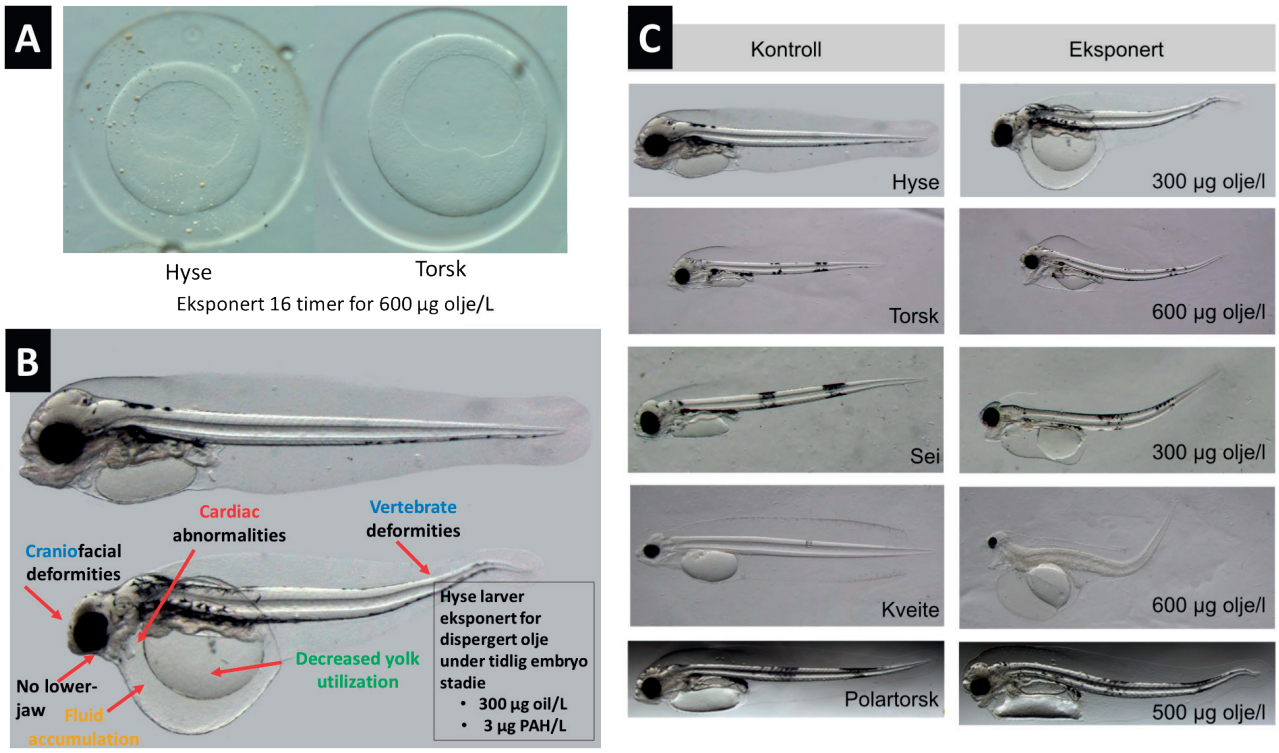
5.3.1 Tidlige livsstadier hos fisk

Fiskeegg og fiskelarver er spesielt utsatt for oljeforurensning fordi de driver mer eller mindre passivt med havstrømmene. De driver nær overflaten fra gyteplassene langs kysten mot oppvekstområder i Barentshavet i perioden mars til august med begrenset evne til egenbevegelse og påvirke eget miljø. Overflaten deres er stor i forhold til volumet, hvilket gir et høyere opptak av oljekomponenter enn for eldre stadier. I tillegg gjennomgår de en betydelig utvikling på kort tid, og har vist seg sensitiv for oljekomponenter. En rekke studier nasjonalt og internasjonalt har gjennomført eksponeringsforsøk i laboratorier av forskjellig varighet, for å etablere terskelverdier for hvor høye konsentrasjoner av olje larver tåler før de utvikles unormalt og dør.

Olje er en meget kompleks blanding og består av mange tusen organiske komponenter. Giftigheten som blir observert er resultatet av en kompleks eksponering. De aromatiske hydrokarbonene er kjent for å være spesielt giftige, og PAHer er vist å korrelere godt med oljens giftighet på fiskeembryo (Barron et al. 2004).

Det har lenge vært kjent at PAH fra olje kan forårsake feil i hjerteutviklingen hos fisk (Incardona, Collier and Scholz 2004, Incardona 2017). Nye studier har vist at PAH blokkerer viktige ionekanaler som styrer hjertes pumpefunksjon (Brette et al. 2014). Dette medfører at hjertet får irreversible feil i den tidlige utviklingen(Sørhus mfl. 2016). Slike forstyrrelser av hjertefunksjon fører til en rekke sekundære effekter fra tap av sirkulasjon, eller rygg- og kjeve-misdannelser, noe som igjen resulterer i redusert svømmeevne og matopptak, og som til slutt medfører død under larvestadiet. Effektene på hjertet er generelle for alle de fiskearter (både kaldt- og varmtvannsarter) som har vært studert for oljeeffekter, men følsomheten kan variere fra art til art og deres ulike hjerteanatomi (Incardona and Scholz 2016).

Hos de fleste fiskeembryo som har vært studert inntil nå, er det de vannløselige PAHer som er biotilgjengelige (Carls et al. 2008) (Redman et al. 2017). Imidlertid har studier på hyse embryo vist at noen fiskeegg har hydrofobe overflater, og dermed kan akkumulere



Figur 5.1 Mikroskop foto av oljeeksponerte fiskeegg/larver (foto; EGGTOX prosjektet).

A. Hyse- og torskegg eksponert for dispergert olje (600 µg/L) i 16 timer. Hyseeggene akkumulerer mikrodråper av olje på eggskallet, mens torsk ikke gjør det. Dermed bli hyseembryo sterkere skadet av dispergert olje sammenlignet med torskembryo.

B. Hyselarver (kontroll og høy oljedose) som har blitt eksponert for dispergert olje under embryostadiet og deretter overført til rent vann og fulgt fire dager etter klekking. Den oljeeksponerte larven har store deformiteter i hjertet, kranium, kjeve og ryggrad, væskeansamlinger rundt hjertet og i plommesekken. Disse effektene er ikke akutt dødelige og larvene kan leve i opptil ti dager på energien i plommesekken, men vil aldri være i stand til å begynne å spise og vil derfor dø.

C. Mikroskopfoto av fiskelarver (hyse, torsk, sei, kveite, polartorsk) som har blitt eksponert for dispergert olje i 3 dager under tidlig embryostadie og deretter overført til rent vann og fulgt frem til tidlig larvestadie. Kontroll larver til høyre og høy-dose gruppen til venstre. Alle arter får store deformiteter av eksponeringen.

mikrodråper av olje som gir en kraftigere eksponering og større effekter (figur 5.1A) (Sorhus et al. 2015, Hansen et al. 2018). Dette har betydning for hvordan man bør gjennomføre toksisitetstester med olje på tidlige livsstadier hos fisk. Det er i litteraturen brukt forskjellige eksponeringsmetoder, og det er viktig å vite at resultatene kan være avhengige av hvilke metoder som er brukt. Et nylig «review» viser et klart behov for bedre standardisering av giftighetstestene av oljekomponenter (Hodson, Adams and Brown 2018).

Etter DwH-ulykken har det blitt større oppmerksomhet rettet mot effekter av mikrodråper av olje. I naturen vil det ofte bli generert betydelige mengder med mikrodråper med olje, enten fra mekanisk dispergering fra bølger (ved overflate utslipp) eller fra «høytrykk jeteffekt» ved undervannsutblåsninger. Likeledes vil bruken av kjemisk dispergering i bekjempelse av miljøeffekter også genere store mengder med mikrodråper. Det er derfor identifisert et behov for å studere effekter av dispergert olje. SINTEF har utviklet et eksponeringssystem som kan levere mikro oljedråper gjennom et stabilt gjennomstrømnings-system (Nordtug et al. 2011a). I EGGTOX-prosjekter (2017-2019, finansiert av NFR) er dette systemet etablert på fire laboratorier (SINTEF, Trondheim; Havforskningsinstituttet, Austevoll; NOAA, Newport, OR, US; NOAA, Seattle, WA). Det har dermed vært mulig å standardisere giftighetstestene for olje. Det er gjennomført eksponeringsstudier på en rekke viktig arter (torsk, hyse, sei, sild, kveite og polartorsk), en del resultater er allerede klare, mens resten vil bli rapportert i løpet av 2019 (Sorhus et al. 2015, Sorhus et al. 2016, Sorensen et al. 2017, Sorhus et al. 2017).

Tabell 5.2 viser litteraturdata på effektkonsentrasjoner som gir alvorlige skader hos fiskeembryo og larver hos relevante kaldtvannsarter. Dosene varierer mellom 0.4-51 µg total konsentrasjon av PAH per liter (tPAH/L). I et nylig review anbefales det å bruke 0.1 µg tPAH/L som grenseverdi for PAH giftighet på fiskembryo (Hodson 2017). Dette ligger innenfor de PAH-doser som kan måles etter store oljeutslipp. Etter

Tabell 5.2 Eksperimentelle effektdata for relevante kaldtvanns arter. LOEC = laveste observerte effekt konsentrasjon. WAF=vann løste olje komponenter, tPAH=total konsentrasjon av PAH, THC=total hydrokarbon.

Art	Eksponering	Olje	Effekter	Effekt kons.	Ref
Embryo					
Lodde *(Mallotus villosus)*	32 dager (WSF)	forvitret Goliat råolje	LOEC for overlevelse	40 µg tPAH/L	(Frantzen et al. 2012)
Stillehavs sild (*Clupea pallasi*)	16 dager (WSF)	forvitret Alaska North Slope råolje	LOEC for overlevelse	0.4 µg tPAH/L	(Carls, Rice and Hose 1999)
Torsk (*Gadus morhua*)	9 dager (dispergert olje)	forvitret Heidrun blend råolje	LOEC for deformasjoner	2.8 µg tPAH/L	(Sorensen et al. 2017)
Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*)	9 dager (dispergert olje)	forvitret Heidrun blend råolje	LOEC for deformasjoner	0.8 µg tPAH/L	(Sorensen et al. 2017)
Polar torsk (*Boreogadus saida*)	28 dager (WSF)	forvitret Kobbe råolje	LOEC for deformasjoner	1.0 µg tPAH/L	(Nahrgang et al. 2016)
Polar torsk (*Boreogadus saida*)	3 dager (dispergert olje)	forvitret Alaska North Slope råolje	LOEC for deformasjoner	0.6 µg tPAH/L	(Incardone et al.)
Polar torsk (*Boreogadus saida*)	3 dager (dispergert olje)	forvitret Kobbe råolje	LOEC for deformasjoner	1.3 µg tPAH/L	(Laurel et al.)
Larver					
Lodde (*Mallotus-villosus*)	3-6 dager (WSF)	fersk Hibernia råolje	LOEC for overlevelse	28 µg tPAH/L	(PAINE et al. 1992)
Stillehavs sild (*Clupea-pallasi*)	28 dager (WSF)	fersk Cook Inlet råolje	LC50	51 µg tPAH/L	(Carls 1987)
Atlantisk herring (*Clupea harengus*)	12 dager dispergert olje	fersk Arctic råolje	LOEC for overlevelse	0.13 µg tPAH/L	(Ingvarsdottir et al. 2012)
Torsk (*Gadus morhua*)	24 timer (WSF)	Ekofisk olje (fotooksydert)	24h-LC50	1-2 mg THC/L	(Solberg, Barth and Westrheim 1982)
Torsk (*Gadus morhua*)	14 dager (WSF)	Fersk Ekofisk råolje	LOEC redusert fødeopptak og vekst	0.25 mg THC/L	(Tilseth, Solberg and Westrheim 1984)
Torsk (*Gadus morhua*)	4 dager (WSF eller Dispergert olje)	Forvitret Troll råolje	EC50 overlevelse	38 µg tPAH/L	(Nordtug et al. 2011b)
Torsk (*Gadus morhua*)	4 dager (WSF eller Dispergert olje)	forvitret Troll råolje	EC50 redusert føde opptak og vekst	2 µg tPAH/L	(Nordtug et al. 2011b)
Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*)	9 dager (dispergert olje)	forvitret Heidrun blend råolje	LOEC for deformasjoner	6.7 µg tPAH/L	(Sorhus et al. 2016)

DwH ble det funnet PAH konsentrasjoner helt opp til 100 µg tPAH/L, men størsteparten av målingene i de oljeforurensede områdene lå innenfor 0.1-10 µg tPAH (Boehm, Murray and Cook 2016). Etter Exxon Valdez ulykken ble det målt PAH-nivåer opp til 42 µg tPAH/L, men også her var de fleste av målingene mellom <0.1-10 µg tPAH/L (Boehm, Neff and Page 2007). Exxon Valdez-ulykken skjedde rett under gytetiden for sild i Prince Williams Sound, og det ble funnet en stor økning i deformerte sildelarver fra feltstudier etter uhellet (Brown et al. 1996). Totalt ble det estimert at 25-32 prosent av sildelarvene ble eksponert for dødelige doser med olje (Carls, Marty and Hose 2002). Det er derfor godt dokumentert at tidlige livsstadier hos fisk er meget sårbare for oljeforurensning og at de PAH-konsentrasjoner som måles etter store oljeulykker er høye nok til å øke dødeligheten hos embryo og larver.

Det er derimot vanskelig å predikere hvilke konsekvenser store tap av gyteprodukter vil ha for rekruttering og fremtidige gyte- og fiskbare bestander. For eksempel er det dokumentert at bestanden av stillehavssild i Alaska kollapset i 1993, og at denne bestanden, etter 25 år, ennå ikke har kommet opp på samme nivå som den var på 1980-tallet. Kollapsen skjedde det året hvor 1989 årsklassen skulle rekruttere inn til gytebestanden. I årevis har det vært en vitenskapelig diskusjon på hvorvidt oljeulykken har vært av betydning for denne kollapsen. Flere retrospektive studier av alle tilgjengelige data har imidlertid ikke klart å påvise at oljeutslippet og reduksjonen i gyteprodukter i 1989 var en viktig drivkraft for nedgangen i gytebestanden. Derimot er det foreslått at stor populasjon, suboptimal næringstilgang, sykdom og økt tilførsel av ferskvann er de viktigste årsaker til kollapsen (Carls et al. 2002) (Thorne and Thomas 2008) (Pearson et al. 2012) (Ward et al. 2017).

Resultatene viser at rekruttering hos marine fiskearter er en meget kompleks prosess, og det er vanskelig å predikere hvordan tap av gyteprodukter fra et oljeutslipp vil påvirke rekruttering siden denne avhenger av vekselvirkninger mellom veldig mange parametere.

5.3.2 Juvenil og voksen fisk (pelagisk fisk, bunnfisk og kystfisk)

Det er veldig sjelden at det rapporteres om store mengder død fisk selv etter store oljeutslipp. De få feltstudiene som har observert dødelighet hos voksen fisk beskriver oljeulykker hvor oljen har kommet inn over grunt vann og fisken ikke har hatt mulighet for å rømme (MignucciGiannoni 1999). Noen fisk har demonstrert evne til å detektere oljekomponenter i sjøvann og forsøker å unnvike forurenset vann selv i meget lave konsentrasjoner; torsk (<100 µg THC) (Hellstrom and Doving 1983) (Bohle 1986), europeisk Seabass (20 prosent WSF = 8 µg tPAH/L) (Claireaux et al. 2018). Bentiske fiskearter derimot unngår kun sterkt oljeforurensede sediment, og aksepterer å leve på sedimenter med moderate mengder oljeforurensning; tobis (Pearson et al. 1984) (Pinto, Pearson and Anderson 1984), flyndre (Moles, RICE and Norcross 1994). Kystnære delta-fisk har også en viss toleranse for oljeforurensete sedimenter, men unngår kraftig oljeforurensete områder (Hinkle-Conn et al. 1998) (Martin 2017). Det er derfor en generell oppfattelse at fisk vil unngå vannmasser med giftige nivåer av olje når det er mulig, men fisk kan fortsatt bli eksponert for subletale nivåer som kan gi forskjellige skadevirkninger.

Juvenile og voksne fisk har et velutviklet detoksifiseringsystem for oljekomponenter og giftige oljekomponenter som PAH metaboliseres hurtig og vil ikke akkumulere i fisken. Det er utført en rekke laboratorieforsøk som har studert akutt- og langtidseffekter av oljeeksponering på voksen fisk; torsk (Aas et al. 2000, Tollefsen et al. 2011, Holth et al. 2014, Bratberg et al. 2013), sild (Olsvik et al. 2011), polartorsk (Nahrgang et al. 2010a, Nahrgang et al. 2010b, Bender et al. 2016) og man finner klare responser på at oljetoksisitet (på mange forskjellige biomarkører), men man finner ikke dødelige effekter ved eksponeringdoser som er realistiske for oljeutslipp i naturen.

Etter DwH-ulykken så ble det i 2011 (et år etter ulykken) funnet en overvekt med skinnskader hos fisk (flere forskjellige arter) i de områdene som ble verst rammet av oljeforurensningen, sammenlignet med referanseområder. Frekvensen av disse skadene var positivt korrelerte med nivåene av PAH gallemetabolitter. Det ble i 2012 funnet en signifikant nedgang i slike skader og mengden av galle PAH-metabolitter var tilbake på «bakgrunnsnivåer» (Murawski et al. 2014). Andre studier dokumenterte også at fisk (Gulf killifish) i de oljepåvirkete våtmarksområder hadde økt forekomst av cytochrome

P450 protein (viktig protein for metabolisme av olje) og skader på gjellene. Likeledes viste uttrykk-studier på gener at disse fiskene induserte en negativ respons på sex hormon- og immun systemet som følge av oljeforurensningen, sammenlignet med fisk fra rene områder (Whitehead et al. 2012). Tilsvarende er også dokumentert fra andre oljeuhell; Voksen sild fanget i tre uker etter Exxon Valdez ulykken viste høyere nivåer av PAH i muskel og nekrose i leveren (histopatologiske undersøkelser) (Marty et al. 1999). Forhøyede nivåer av DNA-addukter ble påvist i flatfisk langs kysten av Frankrike to måneder etter forliset av oljetankeren Erika i 1999 (Amat et al. 2006). DNA addukter i fisk ble også funnet i forskjellige fisk utenfor Wales 12-17 måneder etter forliset av oljetankeren Sea Empress (1997) (Harvey et al. 1999). Dette viser at selv om fisken rømmer fra de mest forurenset områder etter olje utslipp, så unngår voksen villfisk ikke å bli eksponert for olje, og det er mulig å påvise dette gjennom analyser av biomarkører i lang tid etter oljeutslippet. Det er derimot veldig vanskelig å få gode tall på hvordan disse subletale effektene påvirker fiskens «fitness», og i hvilken grad dette kan gi effekter på populasjonsnivå (Fodrie et al. 2014).

Modellering av 31 år med fangstdata for bunnfisk (53 forskjellige arter) fra Alaska viser en svak langvarig nedgang i produktiviteten (en-to prosent i total biomasse per år) i områdene som ble hardest rammet av oljeutslippet fra Exxon Valdez i 1989. Men forfatterne konkluderer med at ulykken ikke resulterte i alvorlig nedgang i bunnfisk samfunnene (Shelton et al. 2018).

Etterkantundersøkelsene etter DwH-ulykken har ikke funnet nedgang i mengden av fisk i de oljeeksponerte kystområdene (Schaefer, Frazier and Barr 2016, Ward et al. 2018). Fangstrapporter i 2011 viste at den pelagiske fisken, Menhaden (*Brevoortia patronus*), hadde hatt en unormalt høy rekruttering i 2010 etter DwH-ulykken (Short et al. 2017). En av de forslåtte forklaringene på denne uventete utviklingen er at oljeforurensningen drepte store mengder med sjøfugl og delfiner, og at predasjonspresset derfor ble betydelig redusert. Likeledes ble det innført fiskestopp i store områder av Mexicogulfen, og dette har også hatt en positiv effekt på rekrutteringen til mange fiskearter.

Sårbarhet for akutt olje forurensning hos voksen fisk i Norske farvann vil som tidlige livsstadier være størst der man har store konsentrasjoner av fisk samlet, som på gytefeltene for torsk og hyse på våren i området Lofoten Vesterålen og Senja (LoVeSe) og langs Mørekysten (Norsk vårgytende sild), samt om vinteren i LoVeSe-området hvor hele bestanden av Norsk vårgytende sild (NVG-sild) kommer inn for overvintring på dypt vann. Det kan være en risiko for direkte eksponering, men adferdsendringer under gytevandringen til skrei forårsaket av unnvikelsesreflekser for oljeforurensete vannmasser kan også ha mulige skadelige virkninger.

5.3.3 Mesopelagiske fisk

Mesopelagisk fisk lever hovedsakelig mellom 200-1000 m dybde, men har ofte stor vertikal vandring i forbindelse med jakt på dyreplankton. Fisken lever ofte i store stimer og utgjør selv viktige fødekilder for større fisk (både pelagiske og bunnfisk), marine pattedyr og sjøfugl. Mesopelagisk fisk spiller dermed en viktig rolle i karbon- og energifluksen gjennom vannsøylen. Et nylig publisert studie (Romero et al. 2018) viser data på PAH-nivåene i seks forskjellige arter av mesopelagisk fisk fra Mexicogulfen, hvor fisken er fanget før (2007), et år (2010/2011) og fem-seks år (2015/2016) etter DwH. Det ble i 2010/2011 funnet syv-ti ganger høyere PAH-nivåer i muskelprøver fra mesopelagisk fisk (4972±1477 ng tPAH/g tørrvekt) sammenlignet med 2007 (630±236 ng/g), og PAH-profilen i 2010/2011 var tydelig petrogen (alkylerte 3rings PAH). I 2015/2016 var totalnivåene tilbake mot bakgrunnsnivåene (827±138 ng/g), men PAH-profilen var fortsatt dominert av petrogene PAHer. Dette viser at mesopelagisk fisk kan akkumulere relativt høye nivåer av PAH og dermed bidra til å overføre disse oppover i næringskjeden.

Det finnes ingen vitenskapelig informasjon om toksikologiske effekter av PAH hos mesopelagisk fisk, og det er derfor ikke mulig å vurdere om de relativt høye PAH-nivåene som ble funnet i 2010 og 2011 kan være akutt giftige for disse artene. I 2015 ble det i moden hunnfisk funnet tolv ganger høyere nivåer av PAH i gonadeprøvene enn muskelprøvene og dette viser en maternal overføring av PAH til de lipid-rike fiskeeggene. Det ble funnet PAH-nivåer fra 10-6000 ng/g i gonadene. Til sammenligning finner man i laboratorieforsøk dødelige utviklingskader hos embryo av torsk og hyse ved vevskonsentrasjoner på ca. 800-

2800 ng PAH/g (Sorensen et al. 2017), det kan derfor tenkes at de høyeste doser i gonadene hos fisken i 2015 kan ha gitt skadelige doser hos avkommet. Det var ikke tilgjengelige målinger av gonader i 2010 og 2011 (hvor PAH konsentrasjonen var ca. seks ganger høyere enn i 2015), men det er grunn til å forvente at de også vil være tilsvarende høye, og det kan sannsynligvis ha påvirket avkommet negativt, men det finnes ingen feltdata som kan bekrefte om rekrutteringen av mesopelagisk fisk gikk ned i årene etter DwH-uhellet.

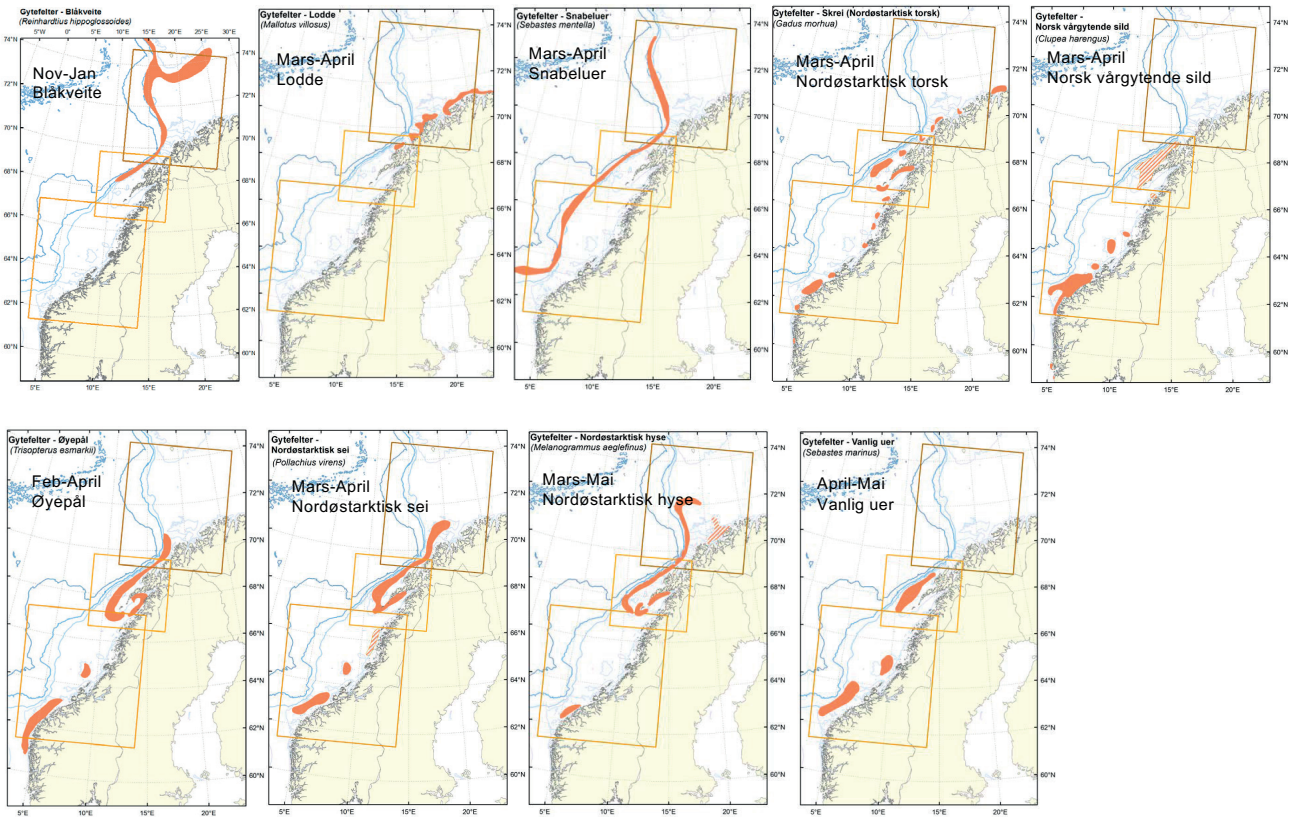
5.3.4 Sårbare arter, områder og perioder

Lofoten, Vesterålen og Senja

KILO-rapporten (Sundby et al. 2013) beskriver fordelingen av gyteprodukter i Nord-Norge og denne rapporten er viktig for identifikasjonen av områder som vil være spesielt sårbare for olje forurensning; "Konsentrasjonen av fiskeplankton i Lofoten, Vesterålen og kysten av Sør-Troms er enestående på norsk kontinentalsokkel. Ingen andre steder har en så fullstendig dominerende rolle for de tidlige stadiene for fiskeriressursene i Barentshavet og Norskehavet. Disse to økosystemene gir for tiden en årlig avkastning i form av fiske på ca. tre millioner tonn; 70 prosent av disse fiskeriressursene har Lofoten, Vesterålen og kysten av Sør-Troms som gytefelt eller som område hvor larvene og den pelagiske yngelen driver gjennom. Det er bankene mellom Lofotodden og Andenes som har de aller største konsentrasjonene av fiskeplankton. Området kan sies å være viktigst i fiskerisammenheng for nordøstarktisk torsk (skrei) og norsk vårgytende sild, fordi dette utgjør de to største bestandene. Men området er like viktig for en rekke andre arter selv om disse ikke utgjør fiskerimessig like stor økonomisk betydning. Det gjelder først og fremst nordøstarktisk hyse og nordøstarktisk sei, men også arter som nordnorsk kysttorsk, snabeluer, steinbit, brosme og lange. I sum er disse øvrige artene økonomisk av samme betydning som en av artene fra sild og torsk" (se figur 5.2).

Barentshavet

I Barentshavet har lodda gytefelt i den sørlige, varme og atlantiske delen. Gytingen foregår i mars og april inn til kysten fra Andøya og hele finnmarkskysten til Kolahalvøya. Lodda gyter på ganske grunt vann, 20 til 60 m dyp, og eggene kleber seg bunnsubstrater av sand, singel og grus. Den bentiske gyting i strandsonen gjør at lodde er spesielt sårbar for olje utslipp som når kysten av Finnmark om våren.



Figur 5.2 Gyteperiode og område for 9 viktige fiskearter Kilde: Sundby et al. 2013

Loddens beiteområde strekker seg over hele Barentshavet helt opp mot is-grensen i den nordlige og arktiske delen. Lodda spiller en viktig rolle som næringsorganisme både for torsk og ungsild, men lodda er også viktig som føde for grønlandssel, hval og sjøfugl i tillegg til andre fisk.

Polartorsk er en nøkkelart i det nordlige og østlige Barentshavet. Polartorsk gyter under eller nær isen om vinteren. Polartorsk har en meget lang egg-periode (en-to måneder) og klekkingen av eggene er synkronisert med issmeltingen og våroppblomstringen av isalger og nauplie av C. glacialis. Hovedgytefeltet for polartorsk (som gir 70-80 prosent av yngelmengden) ligger i sørøstlige Barentshavet syd for Novaya Zemlya (den Østlige bestand). Gyteklar polartorsk er også observert ved Svalbard, men betydningen av dette feltet er ukjent. Det pågår arbeid for å identifisere om disse adskilte gyteområder utgjør to selvstendige bestander (Eriksen, manuskriptet under revisjon). Isreduksjon om vinteren og temperaturøkning om sommeren førte til at gytningen har gått kraftig ned de seneste tiår. Polartorsken er en art som er avhengig av isdekke for gytingen og derfor meget sårbar overfor klimaendringer og minkende havis. Polartorsken kom i 2015 på rødlisten over truet dyrearter. Eksperimentelle studier viser at polartorsk embryo er meget sensitive for oljeforurensning. Der er et ønske om å inkludere polartorsk i SYMBIOSES risikomodellering, men det mangler mer kunnskap om lokaliseringen og størrelsene av gytefeltene og om hvordan et eventuelt oljesøl vil eksponere polartorsk egg/larver under isen

Tromsøflaket
Tromsøflaket er et bankområde på kanten av kontinentalsokkelen. Plankton, egg og larver som driver passivt med vannmassene har lang oppholdstid i området på grunn av strømsystemet (retensjonsvirvel), noe som kan medføre lengre eksponeringstid for negativ påvirkning. Yngel av sild, torsk og hyse samles her i juli måned. I år med vestlig gyting av lodde kan Tromsøflaket være et viktig larveområde for lodde som er en nøkkelart i økosystemet. Det viktigste retensjonsområde for torsk og hyselarver er i området. Store deler av en årsklasse av torsk og hyse passerer forbi her hver sommer. Nordenden av Tromsøflaket er et viktig gyteområde for flekksteinbit. Tromsøflaket har stor og viktig svampfauna (Særlig verdifull og sårbare områder 2019).

5.4 Sjøfugl – sårbarhet for olje

Barentshavet har store bestander av sjøfugl som potensielt er sårbare for uhellsutslipp av olje fra eksisterende og fremtidig petroleumsvirksomhet og skipstrafikk. Miljødirektoratet har hentet inn sjøfuglfaglige innspill fra Norsk Institutt for naturforskning (NINA), for beskrivelser av sjøfuglenes sårbarhet for uhellsutslipp av olje i forvaltningsplanområdet ut i fra ny og oppdatert kunnskapsstatus. Fauchald mfl. (2019) gir en vurdering av sårbare arter, bestander, områder og perioder for sjøfugl i Barentshavet, basert på nyeste kunnskap og siste status knyttet til pågående sjøfuglprosjekter i SEAPOP og SEATRACK.

5.4.1 Individuell sårbarhet

I en omfattende konsekvensutredning om olje og sjøfugl i Barentshavet, gjorde Anker-Nilssen mfl. (1988) en grundig vurdering av blant annet den individuelle sårbarheten for olje (se tabell 5.3). Utfra kriterier som «tid på sjøen», «arealutnyttelse», «atferd på sjøen», «reaksjonsmulighet» og «restitusjonsevne», ble det konkludert med at alkefuglene vil være de mest sårbare artene i åpent hav. Hvis utslippet treffer kysten, vil i tillegg kystnære arter som havdykkender, teist, skarver og lommer kunne bli sterkt berørt.
De best dokumenterte uhellsutslippene av olje fra lignende havmiljøer som Barentshavet, det vil blant annet si «Exxon Valdez» i Prince William Sound, Alaska (Piatt mfl. 1990), «Prestige» utenfor Galicia (Spania) (Camphuysen mfl. 2002; Munilla mfl. 2011) og «Erika» i Biscayabukta (Cadiou mfl. 2004), bekrefter at alkefugl er gruppen av sjøfugl som er mest utsatt med hensyn til antall fugl som omkommer i slike ulykker. I ulykkene nevnt over, utgjorde alkefugl, og av dem i hovedsak lomvi, mellom 80 og 85 prosent av de omkomne fuglene. Måkeartene og havhest har en mer spredt fordeling til havs, de tilbringer mindre tid på vannet, og bevegeligheten gjør dem bedre i stand til å unngå områder med oljeforurensning. Disse artene har blitt vurdert som mindre sårbare for olje, og data fra tidligere hendelser antyder også at disse artene er mindre utsatt for skade sammenlignet med alkefuglene.

Lomvi er også en art hvor man har påvist effekter av oljeforurensning på bestandsnivå. Fra en tidsserie for lomvi fra Skomer Island i Wales, viste Votier mfl.

Tabell 5.3 Forenklet fremstilling av ulike sjøfuglgruppers sårbarhet for olje til ulike årstider Kilde: Anker-Nilssen 1994; Christensen-Dalsgaard mfl. 2008

Økologisk sjøfuglgruppe	Sommerområder for				Høst-områder	Vinter-områder
	hekking	næringssøk	hvile	myting		
Pelagisk dykkende	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy
Pelagisk overflatebeitende	Lav	Middels	Lav	-	Middels	Middels
Kystbundne dykkende	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy	Høy
Kystbundne overflatebeitende	Middels	Lav	Lav	Middels	Lav	Lav

(2005) hvordan fire oljeutslipp i Øst-Atlanteren over en periode på ti år («Aegean Sea», Spania 1992; «Sea Empress», Wales 1996; «Erika», Frankrike 1999; «Prestige», Spania 2002), fordoblet vinterdødeligheten hos lomvi. Det er imidlertid ofte vanskelig å dokumentere hvordan et uhellsutslipp av olje påvirker overlevelse og bestandsutvikling i hekkekoloniene. Dette skyldes som regel at man ikke har gode nok data fra før uhellet fant sted, det er gjerne usikkert hvilke kolonier de berørte fuglene kom fra, og det er vanskelig å skille effekten av ett enkelt oljeutslipp fra andre miljøfaktorer statistisk.

Alle våre seks alkefuglarter hekker i Barentshavet. Dette er teist, polarlomvi, lomvi, alke, lunde og alkekonge. Av disse artene har vi minst kunnskap om alke. Denne arten hekker forholdsvis fåtallig i den sørlige delen av Barentshavet.

5.4.2 Sårbare bestander

NINA har gjennomført et prosjekt for Miljødirektoratet, hvor målsetningen var å identifisere spesielt sårbare bestander med tanke på hvordan bestandene tåler økt dødelighet som følge av akutte bestandsreduksjoner fra for eksempel uhellsutslipp av olje. I tillegg var hensikten å vise hvordan populasjonsmodeller kan brukes til analyser av bestandenes sårbarhet. Gjennom SEAPOPs overvåkingssystem av bestandsutvikling, hekkesuksess og overlevelse for en rekke sjøfuglarter i utvalgte kolonier har man god kunnskap om bestandsstatus og -utvikling hos norske sjøfugl på norsk side i Barentshavet.

På norsk side har hekkesuksessen til de tre mest tallrike pelagiske artene; lunde, polarlomvi og krykkje, vært gjennomgående moderat eller dårlig de siste ti årene. Bestandsutviklingen har vært tilsvarende svak. Situasjonen er spesielt alarmerende for krykkje og polarlomvi hvor bestandene er halvert de siste 30 årene. Økt dødelighet som følge av en ytre påvirkning i slike nedadgående bestander hvor hekkesuksessen gjennomgående er lav, vil øke risikoen for at bestandene når kritisk lave nivåer. Lomvi har, i motsetning til de andre pelagiske sjøfuglene, gjennomgående hatt god hekkesuksess og økende bestander de siste ti årene. Bestandene har hatt en positiv utvikling siden det fatale bestandskollapset de opplevde på midten av 80-tallet, og på Bjørnøya nærmer bestanden seg i dag nivåene den hadde i årene før den kollapset. Lomvi på fastlandet er oppført som kritisk truet på norsk rødliste 2015. Lomvibestanden hadde allerede før kollapsen i 1986/87 hatt 40 prosent tilbakegang i perioden 1964-1974, og dette danner grunnlaget for dagens kritiske situasjon. Hjelmsøya var på 1960-tallet Norges største lomvikoloni med omtrent 100 000 par. Da SEAPOP ble etablert i 2005 var lomvibestanden på fastlandet redusert med mer enn 90 prosent siden 1970-tallet, og siden da har flere kolonier vært nær ved å dø ut. På Hjelmsøya har lomvi helt sluttet å hekke på åpne hyller og hekker i dag i skjul og er stabil eller økende.

Populasjonsmodeller basert på bestandsutvikling er et nyttig verktøy for å identifisere hvor stor grad av ekstra belastning i form av økt dødelighet, ved for eksempel uhellsutslipp av olje, de ulike bestandene tåler. Slike analyser kan benyttes til å vurdere sårbarhet på to måter. 1) å kvantifisere tiden det tar før bestanden er tilbake til pre-kollaps bestandsstørrelse etter ulike prosentvise akutte bestandsreduksjoner, eller 2) å beregne hvor mye raskere en bestand synker mot en kritisk terskel ved akutte bestandsreduksjoner sammenlignet uten. Den første sårbarhetsvurderingen gjøres for bestander som er stabile eller øker, mens den siste gjøres for bestander i tilbakegang.

Gjennomførte sårbarhetsanalyser på et utvalg av de mest tallrike bestandene i Lofoten-Vesterålen og Barentshavet viste at for bestander som vokser eller er stabile, vil akutte bestandsreduksjoner ha

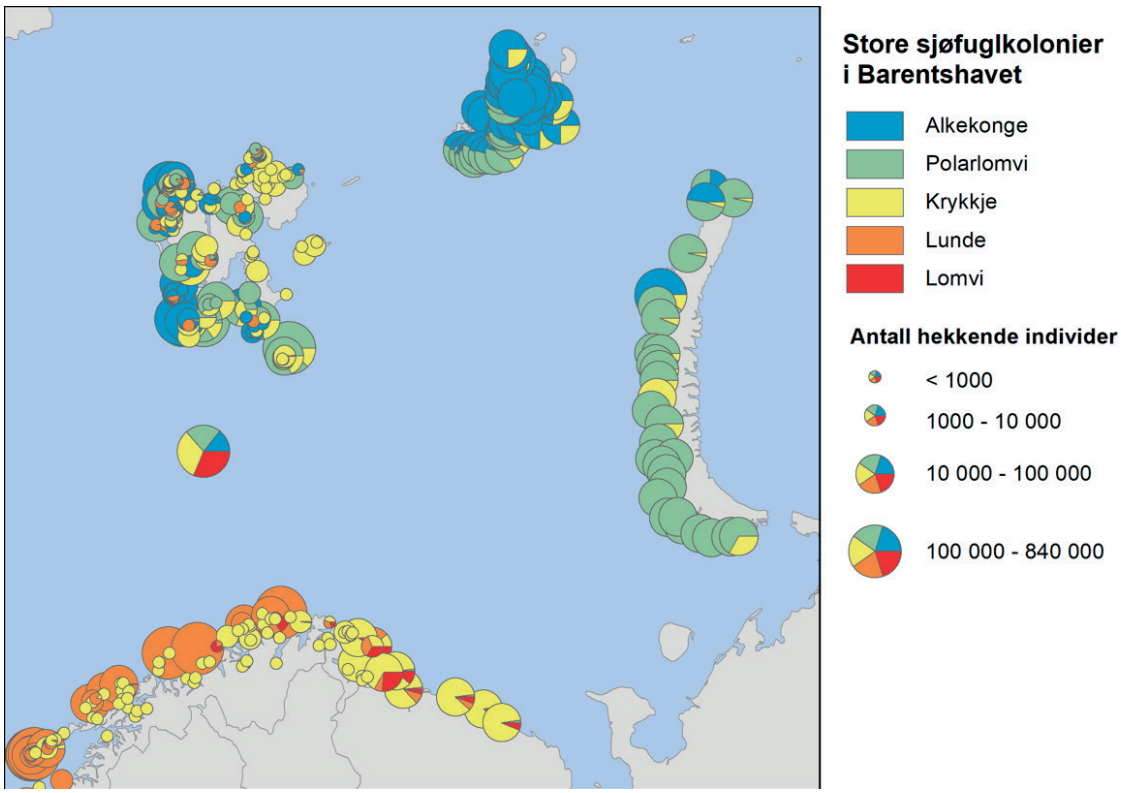
størst effekt i Lofoten-Vesterålen området. Selv i en så lav tapskategori som ti prosent får det betydelig eller alvorlig betydning på bestandenes evne til å komme tilbake til pre-kollaps bestandsstørrelse med henholdsvis median-verdier på åtte, elleve og 17 år for henholdsvis krykkje på Røst og Anda, og lunde på Anda. For bestander med tilknytning til Barentshavet som øker eller er stabile har en ti prosent reduksjon noe mindre effekt, men de havner likevel i skadekategorien moderat, og tid til samme bestandsstørrelse som før bestandsnedgangen er to-tre år. Av de artene som har bestander i vekst er det lunde fra Anda, Gjesvær og Hornøya som skiller seg ut som mest sårbare. Lomvi kommer ut som minst sårbar, for ekstra bestandstap i modelleringene, men for lomvi er det viktig å ta hensyn til at referansepunktet i analysene ikke ivaretar den betydelige reduksjonen i bestanden før kollapsen på 1980-tallet, og før sjøfugloverv åkningen ble etablert. Lomvi ansees som sårbare da akutte bestandsreduksjoner igjen vil sette bestanden tilbake.

For bestander i nedgang ble tiden generelt sett kuttet med to-tre år ved ti prosent reduksjon, mens tiden ble halvert i forhold til tid til kritisk terskel ved 25 prosent reduksjon. Alle bestandene viste samme effekt av bestandsreduksjon. Bestander i tilbakegang er sårbare i utgangspunktet og effekter fra akutte bestandsreduksjoner som vist her vil føre til økt grad av belastning og gjøre bestandene enda mer sårbare. En halvering av tiden før bestanden når en nedre kritisk terskel er et tydelig signal på at effekten av akutte bestandsreduksjoner øker sårbarheten til disse bestandene.

Polarlomvi fra Bjørnøya og lunde fra Røst skiller seg ut som særlig sårbare. For polarlomvi vil tiden til halvert bestand synke fra 20 år uten akutt bestandsreduksjon til henholdsvis 17 og elleve år ved ti prosent og 25 prosent bestandsreduksjon. For lunde vil tiden til halvert bestand synke fra 16 år uten akutt bestandsreduksjon til henholdsvis 14 og 9 år ved 10 % og 25 % bestandsreduksjon.

5.4.3 Sårbare områder og perioder

Barentshavet har store hekkebestander av sjøfugl (figur 5.3), og områdene rundt de store sjøfuglkoloniene vil være svært sårbare for oljesøl fra april til begynnelsen



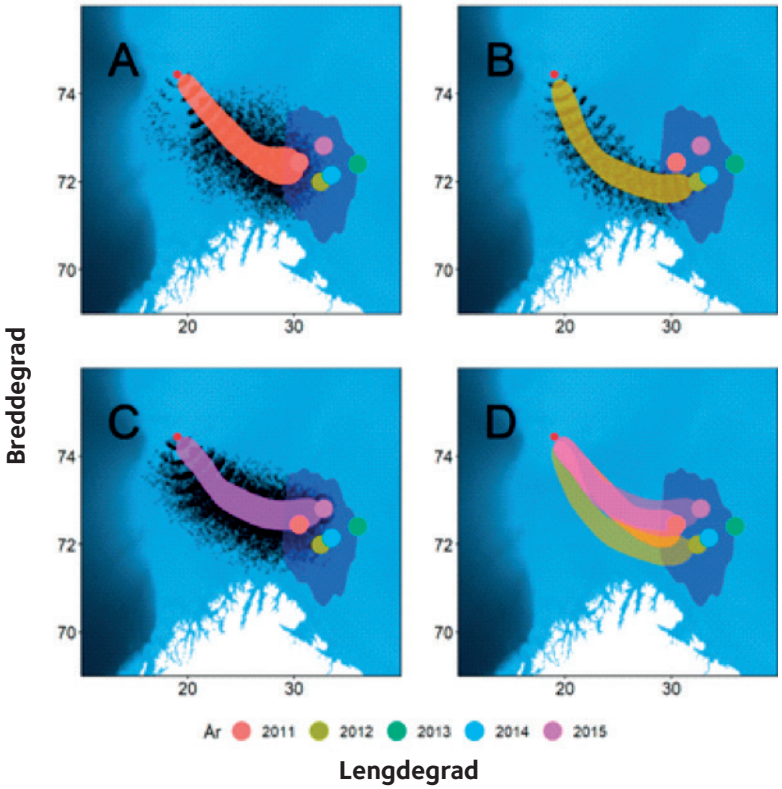
Figur 5.3 Fordeling, størrelse og sammensetning av sjøfuglkolonier i Barentshavet. Kilde: SEAPOP (www.seapop.no), Fauchald mfl. 2015, Anker Nilssen mfl. 2000 og «The Seabird Colony Registry of the Barents and White Seas. Data på havhest mangler fra de russiske koloniene, og denne arten er derfor ikke tatt med her.

av august, når fuglene er tilknyttet koloniene (Systad mfl. 2018). Fuglenes aksjonsradius fra kolonien varierer gjennom sesongen og fra år til år. I ungeperioden, når de voksne fuglene henter mat til ungene, er aksjonsradiusen ut fra kolonien forholdsvis kort for enkelte arter. Dette gjelder spesielt for alkefugl, som bruker mye energi når de flyr, og som ofte henter mat bare noen titall kilometer fra kolonien. Inntil mer detaljert kunnskap foreligger har fagmiljøene foreslått at man kan benytte en aksjonsradius på inntil 100 km fra kysten for pelagisk dykkende arter, inntil 60 km fra kysten for kystbundne arter, og inntil 15 km fra kysten for kystnære dykkende arter (Systad mfl. 2018).

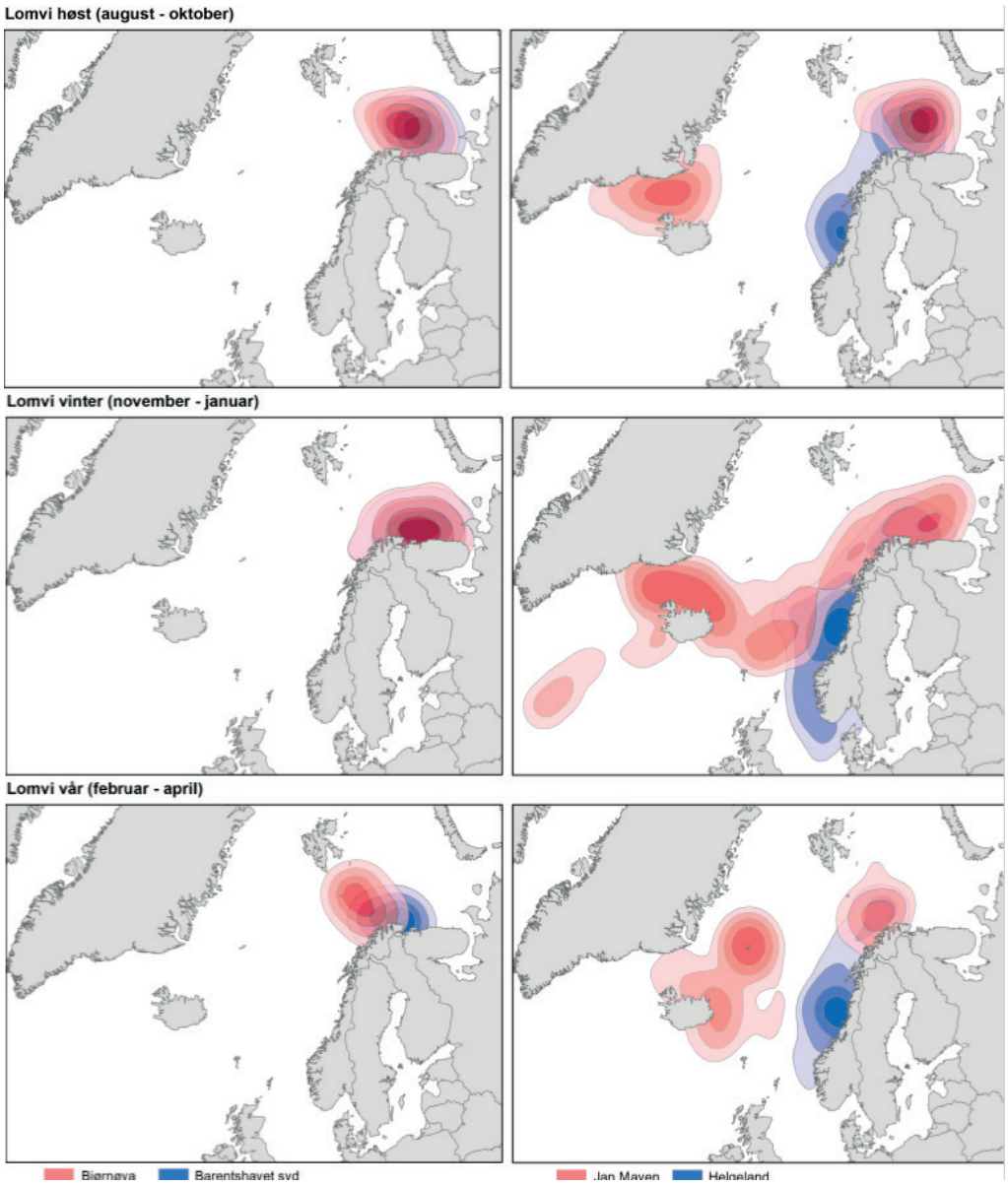
Man antar at alkefuglene er spesielt sårbare for olje-forurensning i perioder hvor de i liten grad kan fly, og dermed har begrenset mulighet til å bevege seg vekk fra ulike trusler. Dette gjelder spesielt under svømme-trekk, og i perioden når de skifter fjærdrakt. Lomvi (figur 5.4), alke og polarlomvi har et karakteristisk svømme-trekk rett etter hekking hvor ungen mates av hannen på sjøen mens de svømmer fra koloniene til områdene hvor de feller fjærdrakten. Under fjærfellingen er fuglene ute av stand til å fly i en periode på noen uker. For lomvi, polarlomvi og alkekonge skjer dette i løpet av august til september. For lunde foregår fjærfellingen sannsynligvis mer spredt gjennom vinteren.

Tidlig høst, det vil si august til september, er en periode med høy biologisk aktivitet i Barentshavet. I denne perioden er havisen på et minimum, og årets produksjon av dyreplankton omsettes oppover i næringskjeden gjennom fiskeyngel, pelagisk fisk, bunnfisk, sjøpattedyr og sjøfugl. Spesielt er aktiviteten stor i områdene nord for polarfronten hvor man ofte finner store ansamlinger av lodde, sjøfugl og forekomster av hval. I denne perioden migrerer en del sjøfugl og sjøpattedyr inn i Barentshavet for å beite på den rike produksjonen. For sjøfugl gjelder dette spesielt lundefugl, lomvi og krykkje som trekker fra koloniene lenger sør i Norskehavet.

Utover høsten begynner en del sjøfuglbestander å trekke ut av Barentshavet for å overvintre i havområdene rundt Island og den sørlige delen av Grønland. Dette gjelder først og fremst be-stander fra de vestligste koloniene. Bestandene av polarlomvi og alkekonge fra Vest-Spitsbergen ser ut til å trekke



Figur 5.4 Resultatet fra simuleringene av svømmetrekket til lomvi for hvert av de tre årene (A, B, C) og for alle tre årene samlet (D). De fargede trekkene viser 50 % kernelområder av trekket som er det mest sannsynlige. 50 % kernel området for oppvekst området er vist i blått og tyngdepunktet for hvert av årene er gitt som en farget sirkel innenfor denne kernelen Kilde: Fauchald mfl. 2019



Figur 5.5 Utbredelsen av lomvi om høsten, vinteren og våren fra følgende hekkebestander: Venstre panel: Bjørnøya, Barentshavet syd (Hjelmsøya, Hornøya, Cape Gorodetskiy). Høyre panel: Jan Mayen, Helgeland (Sklinna). Kartene viser 25 %,50 %,75 % og 90 % kernel beregnet fra posisjonsdata. Data fra ulike år er slått sammen. Kilde: SEATRACK (http://seatrack.seapop.no)

vestover ganske umiddelbart etter hekking, mens bestandene på Bjørnøya blir igjen i Barentshavet noe lenger. Lunden som migrerte inn i Barentshavet etter hekking, trekker ut igjen senere på høsten, men bestandene fra de østligste koloniene blir igjen i Barentshavet gjennom vinteren. De store bestandene av polarlomvi og alkekonge fra koloniene på øst-Spitsbergen, Frans Josef Land og Novaja Semlja forblir også i Barentshavet gjennom hele vinteren. Dette gjelder også bestanden av lomvi. Så å si hele den norske lomvibestanden, som i all hovedsak hekker i Finnmark og på Bjørnøya, trekker etter hekking til et forholdsvis begrenset område sør for sentralbanken i Barentshavet, hvor de feller fjærdrakten og tilbringer vinteren (figur 5.5).

Sent på vinteren (februar til april) har lodda gytevandring inn mot kysten av Finnmark og Kola. Store mengder lomvi og polarlomvi følger loddevandringen inn mot kysten i denne perioden (Fauchald & Erikstad 2002). Fra mars til april vender sjøfuglene tilbake til koloniene. Bestandene som overvintrer lengst vekk fra koloniene, og sjøfugl fra koloniene lengst mot nord ankommer seinere enn bestandene i de sørlige koloniene.

5.5 Sjøpattedyr

Det foreligger betydelig dokumentasjon på at marine pattedyr er sårbare for oljeutslipp og etter sjøfugl er det marine pattedyr som har vist størst akutt dødelighet etter store oljekatastrofer. Pattedyr kan bli eksponert ved forskjellige mekanismer: inhalering av giftige oljedamper, direkte kontakt og absorpsjon på huden (pels) og oralt (både direkte og indirekte via føden) (Rosenberger et al. 2017).

5.5.1 Oter

Etter Exxon Valdez ulykken ble det registrert flere tusen døde havotere (Garrott, Eberhardt and Burn 1993, Peterson et al. 2003). Otere er meget sårbare for olje i pelsen som ødelegger isolasjonen og dyrene kan dø av kulde. I tillegg ble det funnet mange skadde otere som var kjemisk forgiftet av olje, og hadde skader i lungene, leveren og nyrene. Overlevelsen hos disse var meget lav (Lipscomb et al. 1993). Otere som har fått olje i pelsen vil prøve å rense denne ved å slikke seg og kan dermed få i seg store mengder med olje.

Havoter lever i strandsonen og spiser mye blåskjell. Det var betydelige mengder med olje som gikk ned i sedimentene langs strendene og i flere år etter oljeutslippet var det forhøyede nivåer av PAH i skjell og andre byttedyr til oter. Det har vært vist at oter i de mest utsatte områdene har hatt forhøyede nivåer av detoksifiseringsproteinet CYP1a i mange år etter ulykken og dødeligheten var høyere her og forplantningssuksessen lavere (Bodkin et al. 2002). Bestanden av havoter i Prince William Sound regnes nå som restituert (nådde i 2011 samme bestandsnivå som før ulykken), men det tok mer en 20 år (Esler et al. 2018).

I Norge finnes det ikke noen egen art av havotere, men det er en populasjon av europeisk oter (Lutra lutra) som lever langs kysten og som spiser marin fisk og bunndyr (Heggberget and Moseid 1994). Oterbestanden i Norge har vært faretruende lav, men har de senere årene tatt seg kraftig opp. I 1982 ble oteren totalfredet i Norge. Oter har fortsatt status som sårbar (VU A2b) på den norske rødlista. Dette betyr at det har vært en ≥30 prosent bestandsnedgang de siste 30 år eller de siste tre generasjoner, og at årsaken til nedgangen ikke er kjent, at nedgangen fortsetter eller at den ikke er reversibel.

5.5.2 Sel

Det er begrenset med observasjoner av effekter av olje på sel. Etter Exxon Valdez ble det funnet 14 døde steinkobber (Phoca vitulina), men siden sel ofte synker når de dør ble det også brukt flytellinger og historiske bakgrunnsdata til å estimere at 300 døde etter oljeutslippet (Frost, Lowry and VerHoef 1999). Disse tallene er senere kritisert for å være for høye, med begrunnelse i at bakgrunnsdataene ikke var gode nok som beregningsgrunnlag for hvor mange sel som var forsvunnet fra Prince William-sundet (PWS) (Hoover-Miller, Parker and Burns 2001). Etter Braerforliset ved Shetland i 1993 ble det observert et stort antall havert (Halichoerus grypus) med tegn på lungesykdom (slim rundt nese og munn) i områdene nær havaristedet. Men her manglet det også tilfredsstillende bakgrunnsdata og følgelig var det ikke mulig å konkludere med at dette var en respons på oljepåvirkning (Hall, Watkins and Hiby 1996).

Hvis sel fanges under et oljeflak må de opp å puste og kan bli eksponert både ved inhalering og direkte kontakt. I slike tilfeller vil det være økt risiko for infeksjoner for eksempel i øynene som følge av kontakt med forbindelser i oljen.

Selv om sel har hår er ikke dette en pels som har noen funksjon som isolasjon. Dette betyr at tilsølt pels ikke vil ha nevneverdig betydning for temperaturregulering. Isolasjon ivaretas av spekklaget. Nyfødte selunger har varierende grad av spekklag. Unger av noen arter er i vannet omtrent umiddelbart etter fødselen mens andre ikke går i vannet før etter en periode hvor de dier fet melk inntil fettlaget er tykt nok. Derfor er selens yngleplasser, langs kysten eller på isen, sårbare for oljeforurensning, og ungene vil ha små muligheter til å unnslippe oljen (Jenssen 1996).

5.5.3 Hval

Exxon Valdez ulykken hadde alvorlige konsekvenser for spekkhoggerbestanden i PWS. Det er 2 forskjellige bestander av spekkhogger i PWS, en som spiser fisk og en som er spesialisert på å spise andre marine pattedyr. Begge bestander mistet dyr under Exxon Valdez ulykken, men mens bestanden av fiskespisere er restituert, har den pattedyrspisende bestanden ikke klart å komme seg (Matkin et al. 2008, Matkin et al. 2012) . Disse dyrene lever i tette familiegrupper og de unge dyrene er avhengige av opplæring fra eldre dyr for lære seg å jakte på en effektiv måte. En hypotese

for den langvarige nedgangen som observeres, er at flere voksne hunndyr er døde som følge av oljeforurensning, og at dette med tiden kan føre til at disse gruppene som en følge av dette sannsynligvis vil dø helt ut (Matkin et al. 2012).

Etter DwH ble det rapportert om mange hvaler som ble skadet eller døde, spesielt har det gått hardt utover forskjellige delfinarter (Williams et al. 2011, Dias et al. 2017, Schwacke et al. 2014, Takeshita et al. 2017).

Der er godt dokumentert at oljeutslipp kan medføre alvorlige skadelige effekter på hval.

Sårbarheten i norske farvann forventes å være størst i områder og perioder hvor det er store konsentrasjoner av dyr. Knølhval (Megaptera novaeangliae) og spekkhogger følger norsk vårgytende sild (NVG-sild) og samles i store flokker i LoVeSe om vinteren og beiter på sild (Kuningas, Simila and Hammond 2014, Jourdain and Vongraven 2017), i de senere år i området fra Andøya til Kvænangen og Loppa.

5.6 Strandsonen

Kystsonen omfatter mange sårbare miljøverdier. Den har variert og komplisert topografi, stort mangfold av undersjøiske naturtyper og et rikt plante- og dyreliv. Strandhabitatene er i seg selv viktige miljøverdier og kan være sårbare for oljeforurensning. Vi har ikke i dag et godt uttrykk for sårbarhet for miljøverdier i kyst -og strandsonen. Sårbarhetsvurderinger har så langt vært knyttet opp mot type substrat og ikke miljøverdier.

Det foreligger sårbarhetsindekser som klassifiserer strandtyper etter hvor lenge olje forventes å bli i miljøet. Dette avhenger av substrattype, topografi og eksponering av oljen til bølger og tidevannsenergi. Høy sårbarhet er knyttet til strandtyper der olje forblir i miljøet i lang tid. Kategorisering av type substrat er best egnet for planlegging av beredskaps- og saneringstiltak og mindre egnet til å fange opp mulige miljøkonsekvenser av akutt forurensning. Det er sannsynligvis vanskelig å etablere ett uttrykk for sårbarhet i strandsonen som er egnet både til miljørisikoanalyser og beredskapsplanlegging for ulike aktiviteter.

5.7 Iskantsonen

Status for ny kunnskap om iskantsonen hentet fra von Quillfeldt mfl. (2018):

Produksjonsforhold, forekomst av arter, sårbarhet for ulike typer av påvirkning og hvordan dette varierer gjennom året og mellom år har betydning for i hvilken grad iskantsonen er verdifull og sårbar. Imidlertid vil hele iskantsonen alltid være viktig for flere arter og/ eller biologiske prosesser uavhengig av årstid. Grunnet iskantsonens dynamiske natur hvor fysiske, kjemiske og biologiske egenskaper varierer gjennom året, mellom år, fra øst til vest og fra nord til syd, er det imidlertid med dagens kunnskap ikke mulig å gradere ulike deler av iskantsonen med tanke på sårbarhet.

Iskantsonen er en overgangssone mellom isfritt og isdekket hav hvor iskonsentrasjonen er mellom 15 og 80 prosent. Iskantsonen er vanligvis begrenset til noen titalls kilometer, men det finnes lite data som sier noe definitivt om hvor langt inn i drivisen den strekker seg. I tillegg til sesongmessige variasjoner, forekommer mer kortvarige variasjoner, for eksempel forårsaket av vindretning og -styrke. Endringer i romlig fordeling kan skje i løpet av timer eller dager.

Planteplanktonoppblomstringen i iskantsonen vil følge isen ettersom den trekker seg nordover. Modell-resultater tyder på at størstedelen av planteplankton-produksjonen skjer i iskantsonen og reduseres betydelig når iskonsentrasjonen er mer enn 80 prosent. Primær-produksjonen i iskantsonen følges av dyreplankton, fisk, sjøfugl og sjøpattedyr som beiter på disse. I tillegg vil en stor del av produksjonen sedimenterer ut av vannsøylen og komme bunnlevende, såkalte bentiske organismer til gode. Eventuelle endringer i lokalisering av iskantsonen og primærproduksjonen knyttet til havis vil kunne få følger for øvrige ledd i næringskjeden. Lokalisering av iskanten er derfor med på å bestemme forekomsten av fisk, sjøfugl, isbjørn, samt flere sel- og hvalarter, både når det gjelder antall og utbredelse. Mange av disse artene er toppredatorer.

Sårbarhet for olje

Mange dyr som er assosiert med iskantsonen lagrer fett for å klare seg gjennom vinteren og er derfor spesielt utsatte for oljeforurensning ettersom de fleste hydrokarboner er fettløselige.

Is-assosierte samfunn vil kunne påvirkes av oljeforurensning og dermed indirekte nærings-grunnlaget for beitende organismer. Konsekvensen vil avhenge av omfang, type utslipp og årstid. Negativ påvirkning vil i dette området kunne ha enda større effekt enn lenger sør siden produksjon av plante- og dyreplankton foregår konsentrert i de øvre vannlag og ved lave temperaturer. Utslipp i iskantsonen kan få betydelige konsekvenser, da det er stor sannsynlighet for at flere arter rammes samtidig.

Olje kan også innkapsles i is og vil potensielt kunne gi ytterligere eksponering og konsekvenser i andre områder og perioder der den smelter ut.

Sårbarhet knyttet til de enkelte miljøverdiene i iskantsonen er omtalt i kapittel 5.1-5.6.

5.8 Polarfront

Status for ny kunnskap om Polarfronten hentet fra Lien mfl. (2018):

Polarfronten definerer skillet i Barentshavet mellom relativt varme og salte vannmasser av atlantisk opprinnelse og kaldere og ferskere vannmasser av arktisk opprinnelse. Frontområdet er spesielt tydelig rundt Spitsbergenbanken og Hopendypet, men også videre rundt Sentralbanken og til dels også østover i Barentshavet. Rundt Spitsbergenbanken og Hopendypet består polarfrontområdet av tre fronter som alle har ulik opprinnelse og struktur og derfor også ulik påvirkning på biologisk produksjon og aktivitet.

Oppe på Spitsbergenbanken (~50-100 m bunndyp) finnes i sommerhalvåret en front som skyldes en kombinasjon av grunt bunndyp og sterke tidevannsstrømmer. Denne fronten bidrar til å gjøre deler av Spitsbergenbanken til en "hotspot" med tanke på biologisk produksjon. Langs ~200 m isobaten rundt hele Hopendypet finner man det hydrografiske skillet mellom atlanterhavsvann og polart vann. Om sommeren er denne fronten identifiserbar fra ca. 50 meters dyp og ned mot bunnen, mens den om vinteren kan nå helt til overflaten. Denne fronten er generelt «passiv» og bidrar derfor ikke til forhøyet produksjon, men den kan fungere som habitatgrense og aggregeringsområde for noen arter. I tillegg finnes det om våren og sommeren en smeltevannsfront i overflatelaget. Denne fronten kan være koblet sammen med den dypere polarfronten, men er det ikke nødvendigvis. Smeltevannsfronten avhenger av smeltingen av sjøis og dermed foregående vinters isdekke, og den er viktig for dynamikken i våroppblomstringen, med påfølgende kaskadeeffekter oppover i næringskjeden.

Samlet sett er frontsystemet som vanligvis omtales under samlebetegnelsen polarfronten et viktig område for ulike arter på ulike trofiske nivå til ulike tider på året. Om vinteren utgjør polarfronten overvintrings- og gyteområde for ulike fiskearter. Om våren er området generelt, og Spitsbergenbanken spesielt, et område med høy biologisk aktivitet gjennom høy primærproduksjon og videre oppover næringskjeden til å være et viktig beiteområde for sjøfugl, og utover sommeren også for fisk og sjøpattedyr.

Sårbarhet knyttet til de enkelte miljøverdiene som kan forekomme i polarfronten er omtalt i kapittel 5.1-5.6.

5.9 Barentshavet nord

SVO-rapporten Særlig verdifulle om sårbare områder (2019) oppsummerer miljøverdiene i havområdene rundt Svalbard inkludert Bjørnøya (identifisert som SVO). Svalbard har et rikt fugle- og dyreliv som i hovedsak er konsentrert langs kysten og knyttet til det marine miljøet og drivisen. Det meste av dyrelivet og deler av plantelivet på Svalbard er direkte eller indirekte avhengig av næring fra havet. Flere millioner sjøfugl hekker på Svalbard, særlig på øygruppens sørlige og vestlige deler, som er eksponert mot de produktive delene av Barentshavet. Arter som isbjørn, hvalross, storkobbe og ringsel er nært knyttet til drivisen. På vestkysten av Spitsbergen finnes også verdens nord-ligste bestand av steinkobbe. Bestanden er liten, isolert og konsentrert på et lite område og er derfor svært utsatt for ytre påvirkninger. På øygruppens sørlige deler er Edgeøya og Tusenøyane viktige områder for hvalross og den sårbare Svalbardbestanden av ringgås.

Nordlige deler av Barentshavet dekkes av SVO iskantsonen. Iskantsonen beveger seg fra Bjørnøya i

sør til nord for Spitsbergen, avhengig av årstid, med hovedutbredelse av is øst for Spitsbergen (se for øvrig beskrivelse i kapittel 5.7).

Det er også store miljøverdier i områdene som ikke er definert som SVOer. Blant annet finnes store forekomster av sjøfugl på havet i periodene isen ikke dekker områdene.

Flere av miljøverdiene som lever i Barentshavet Nord har høy sårbarhet for oljepåvirkning (se beskrivelser i kapitlene 5.1-5.8). Det har imidlertid ikke vært gjort spesifikke vurderinger av forekomster av miljøverdier i de isfrie områder og perioder av Barentshavet nord med tanke på sårbarhet for olje, for bruk i miljørisikovurderinger.

I verktøyet "PRIMOS" er miljøverdier med sårbarhet for olje rundt Svalbard sårbarhetsvurdert og kartfestet. Verktøyet vil brukes for prioritering av områder for beskyttelse, dersom det skjer oljeutslipp knyttet til skipstrafikken rundt Svalbard.

Det må gjøres et større arbeid, dersom arter og områder som er spesielt sårbare for olje skal identifiseres i de isfrie periodene i nordlige Barentshavet.

5.10 Økosystemeffekter

I forvaltningsplanområdet finnes det flere områder som peker seg ut med et stort mangfold av viktige miljøverdier, fra plankton til fisk, fugl og marine pattedyr, som kan skades dersom de eksponeres for olje. Miljørisiko for akutt oljeforurensning analyseres og vurderes i hovedsak for enkeltarter og artsgrupper. Kunnskapen om sårbarheten for økosystemene og mulig økosystemeffekter som følge av at flere viktige miljøverdier skades samtidig er imidlertid mangelfull. Det finnes heller ikke modeller som ivaretar dette.

Nyere eksperimentelle studier har vist at nøkkelarter som Calanus-artene kan akkumulere høye olje nivåer uten at de selv dør av oljens giftighet (jf. kapittel 5.2). Disse kopepodene er viktig føde for fisk, sjøfugler og bardehvaler og de kan derfor overføre oljeforurensning opp gjennom næringskjeden. Nedbrytningshastigheten av olje i kopepodene er langsom så denne eksponeringsruten kan være mer langvarig (uker og måneder) enn opptak av olje direkte gjennom vannet. Dette kan være en viktig mekanisme som bør studeres videre og inkluderes i risikomodellering (Nepstad et al. 2015).

Økosystemeffekter er påpekt i Fauchald mfl. (2019). Direkte konsekvenser for sjøfugl som følge av potensielle uhellsutslipp av olje vurderes ofte på enkeltbestander. Akuttutslipp av olje kan imidlertid også påvirke sjøfugl indirekte gjennom ulike økosystemeffekter. Om sommeren og tidlig høst er for eksempel fiskelarver en svært viktig økosystemkomponent langs kysten av Nord-Norge og i Barentshavet. Fiskelarver konsumerer dyreplankton, og er selv mat for større fisk, sjøpattedyr og store bestander av sjøfugl langs kysten (Myksvoll mfl. 2013; Sandvik mfl. 2016). Et oljeutslipp som berører fiskelarver (se Vikebø mfl. 2013), vil derfor kunne ha konsekvenser for andre deler av økosystemet enn de fiskebestandene som larvene rekrutterer til. Indirekte konsekvenser vil også kunne oppstå når sjøfuglbestander rammes direkte. Polarlomvi har for eksempel en sentral rolle for sjøfuglsamfunnene i Barentshavet om høsten gjennom at de tiltrekker seg andre arter på næringssøk. En tilbakegang av polarlomvi kan derfor ha negative konsekvenser for andre sjøfuglbestander (Fauchald mfl. 2019).

Indirekte økosystemeffekter kan være vanskelig å predikere eksakt, men økt generell kunnskap om økosystemene i Barentshavet og Norskehavet kan gi oss en god pekepinn om sentrale bestander og interaksjoner man bør ta høyde for ved vurdering av konsekvensene av ulike menneskelige aktiviteter (Fauchald mfl. 2018). Analyser av data fra økosystemtoktet viser komplekse interaksjoner mellom sjøfugl og de andre økosystemkomponentene. Lodde er en svært sentral art i systemet, og høye konsentrasjoner av lodde tiltrekker seg polarlomvi og krykkje. Analysene viser også at de ulike sjøfuglartene i stor grad tiltrekker seg hverandre. Disse positive interaksjonene skyldes sannsynligvis at sjøfuglene gjør næringen lettere tilgjengelig for hverandre (Fauchald 2009).

Flere av de særlig verdifulle og sårbare områdene peker seg ut som næringsrike områder med stort biologisk mangfold, og vil kunne være spesielt utsatte for

økosystemeffekter som følge av akutt forurensning. Dette gjelder særlig områdene nevnt under.
I SVO havområdene utenfor Lofoten til Tromsøflaket er kontinentalsokkelen smal, og dette fører til konsentrasjon av arter på alle trinn av den marine næringskjeden. Overvintringsområde for sild, flere sjøfuglarter (spesielt kystbundne arter som havdykkender og lommer) og spekkhogger, om våren gyte- og hekkeområde og om sommeren internasjonalt viktig oppvekst- /beiteområde for fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Viktigste gyteområde for nordøstarktisk torsk og hyse. Viktig gyteområde for sild på Røstbanken. Lofoten er viktig for raudåteproduksjon. Stor variasjon av marine naturtyper og landskaper og kanten av kontinentalsokkelen har store korallrevsfelt. Røst, Værøy og Bleiksøy har store hekkekolonier av blant annet lomvi og lunde. Mange av disse miljøverdiene er sårbare for oljepåvirkning.

Tromsøflaket er et bankområde hvor plankton, egg og larver (torsk, sild, hyse) som driver passivt med vannmassene på tur nordover, får lang oppholdstid på grunn av strømsystemet (retensjonsvirvel). Viktigste retensjonsområde for torsk og hyselarver i området, og store deler av en årsklasse av torsk og hyse passerer forbi her hver sommer. Opphoping av planktoniske organismer fører til spesielt gode næringsforhold og området er viktig for hekkende og overvintrende sjøfugl. Strømsystemene kan også medføre lengre eksponeringstid for negativ påvirkning.

Iskantsonen og deler av polarfronten er også områder med høy biologisk produksjon og høy biodiversitet, i hele eller deler av året. Se for øvrig beskrivelse under avsnitt 5.7 og 5.8.

Oppdatert vurdering av de særlig verdifulle og sårbare områdene er gitt i delrapporten Særlig verdifulle og sårbare områder (2019).

5.11 Miljøets sårbarhet for radioaktiv forurensing

Før tidlig 90-tall var prioriteten når det gjelder skadevirkninger av radioaktiv forurensing på human eksponering og det ble antatt at miljøet var beskyttet om menneskene var det. Etterhvert har det blitt mer fokus på eksponering av miljø og eventuelle skadevirkninger, og flere studier har undersøkt

Prøvetaking av sjøvann ved Grense Jakobselv i Finnmark (Foto: DSA)

miljøeffekter ved stråling fra radioaktive stoffer i det marine miljø.

Radioaktive stoffer kan gi en skadevirkning selv om de ikke er tatt opp av organismen. Dette skyldes at strålingen fra radioaktive stoffer kan ramme organismer både fra utsiden (ekstern eksponering) og fra innsiden (intern eksponering). Når skadevirkninger vurderes må begge eksponeringene inkluderes. Forskjellige radioaktive stoffer avgir forskjellige typer stråling med ulik rekkevidde og skadepotensial. Effekter er ofte knyttet til DNA-skader og cellereaksjoner med strålingsinduserte frie radikaler som kan gi ulike utslag. Mutasjoner og endringer i fertilitet er regnet som sensitive indikatorer, mens dødelighet og endringer på populasjonsnivå er lite sensitive indikatorer.

I en evaluering av skadevirkninger på miljøet fra radioaktiv forurensing rapportert av FNs vitenskapelige komite for effekter av stråling fra radioaktivt materiale konkluderes det med at kroniske eksponeringer til en doserate på under 400 µGy/t antakeligvis ikke vil ha noen skadelig påvirkning på populasjonsnivå, selv ikke for de mest utsatte organismer i et akvatisk miljø (UNSCEAR 2011). Videre konkluderes det med at pattedyr er mer sensitive for radioaktiv stråling enn andre organismegrupper.

Sårbarheten til miljøet som følge av radioaktiv forurensing er påvirket av mange av de samme faktorene som for andre miljøgifter. Hvor og hvordan den radioaktive forurensingen spres har naturligvis betydning for hvilke arter som blir påvirket. En studie fra 2015 undersøker hvordan et marint uhellsscenario i Skagerrak potensielt påvirker SVO-området Lofoten til Tromsøflaket, ved å koble en marin spredningsmodell med en effektmodell for radioaktive stoffer (Statens strålevern 2015b). Konklusjonen fra studien er at for de utvalgte radionuklider (134Cs, 137Cs og 90Sr) og definert scenario, er bunnlevende fisk (kveite) den organismen man først vil forvente å se effekt på. Dette forklares med større eksponering fra sedimentene for kveite sammenlignet med de andre fiskeartene.

5.12 Miljøets sårbarhet for kjemikalieutslipp

Kjemikalier er underlagt flere regelverk. Kjemikalier som produseres, importeres til og omsettes og brukes innenfor EU er underlagt REACH-regelverket (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals). Det er industriens ansvar å dokumentere egenskaper og trygg bruk for helse og miljø, av de kjemikaliene som brukes. REACH gjør at informasjon om kjemiske stoffers farlige egenskaper blir lettere tilgjengelig for myndigheter og publikum. Bruken av de farligste kjemikaliene underlegges strenge reguleringer ved forbud eller krav om godkjenning. EUs regelverk om klassifisering, merking og emballering av stoffer og stoffblandinger (CLP) gir leverandørene ansvar for at farlige kjemikalier klassifiseres og merkes for fysisk fare, helsefare og miljøfare. De skal også emballeres på en forsvarlig måte.

Kjemikalier som fraktes på skip i norske farvann kan komme fra land utenfor EU og med bestemmelsessted utenfor EU og vil da ikke være underlagt dette regelverket. Kjemikalier som brukes i petroleumsvirksomheten er i tillegg regulert gjennom HMS-forskriftene for petroleumsvirksomheten med krav til testing av økotoksikologiske egenskaper. Det vil si at de testes for akutt giftighet på tre trofiske nivåer, alge, kreps og fisk. De testes også for potensial for bioakkumulering og biologisk nedbrytning i sjøvann. Av de kjemikalier som brukes og lagres i større kvantum er det svært få kjemikalier som har miljøfarlige egenskaper, det vil si at det brukes mest kjemikalier som brytes lett ned i marint miljø og som ikke er giftige eller bioakkumulerende. Akutte effekter av uhellsutslipp av kjemikalier vil først og fremst være knyttet til toksiske stoffer. Med en antagelse om at slike utslipp vil være av begrenset omfang, både i volum og tid, vil høy fortynning både i kystområder og spesielt på åpent hav begrense eksponering av organismer for konsentrasjoner over grenseverdiene for toksisk effekt. Slike grenseverdier vil være kjent for de testorganismer de ulike stoffene er testet for, men ikke for alle relevante organismer som kan eksponeres.

5.13 Miljøets sårbarhet for gass

Som kapittel 2 viser er det også sannsynlig for å finne gass i Barentshavet sør. Det forventes lite konsekvenspotensial fra en gassutblåsing sammenliknet med et akuttutslipp av olje. En gassutblåsning vil inneholde en blanding av hydrokarboner som er i gassform ved standardbetingelser i tillegg til andre gasser som nitrogen og karbondioksid. Ved utblåsning fra havbunnen vil gassen bli påvirket av sidestrøm og lagdeling i vannmassene. Det forventes at deler av gassplumen vil kunne nå havoverflaten, avhengig av utblåsningsrate og havdypet på lokasjonen. Gassen som når havoverflaten vil videre lekke ut til atmosfæren og danne en gass-sky som føres bort med vinden (SINTEF 2002). Det volumet med vann som plumen vil påvirke på sin vei opp til overflaten vil mettes med de letteste hydrokarbonene, inkludert de viktigste komponentene i naturgass. Flere av disse stoffene er akutt giftige i vann, men de brytes raskt ned. Influensområdet for et gassutslipp vil avhenge av utblåsningsrate, varighet, havdyp, lokale strømforhold og sjiktning, samt vannets kjemi, men generelt vil påvirket område være langt mindre enn ved oljeutblåsning. Løst gass i vannsøylen vil kunne påvirke det marine miljø, men konsekvenser for marine organismer fra gasskomponenter forventes imidlertid å være små på grunn av begrenset influensområde.

6. Miljørisiko ved akutte utslipp

Ulykkesforebygging og kontinuerlig oppmerksomhet om usikkerhet i petroleumsvirksomhet, skipsfart og aktiviteter med potensial for akutt forurensning er viktig for å forhindre ulykker. Dette er derfor også kritiske forutsetninger for å nå forvaltningsmålet om lav risiko for skade på ytre miljø. De viktigste tiltakene for å redusere miljørisiko er de forebyggende tiltakene som kan redusere risiko for at ulykker med utslipp inntreffer, og at de ikke inntreffer i områder som er spesielt sårbare for akutt forurensning. Dette kan blant annet være ulike typer sjøsikkerhetstiltak, robuste brønndesign, godt vedlikehold, slepeberedskap samt ulike tiltak for å redusere utslippsmengdene. Tiltak for å redusere ulykkesrisiko innen petroleumsvirksomhet, skipsfart og fra radioaktive kilder er beskrevet i kapittel 4. Beredskapstiltak vil videre kunne bidra til å redusere mengden forurensning i miljøet og dermed bidra til å redusere potensielle miljøkonsekvenser (se kapittel 7 for omtale av konsekvensreduserende tiltak). Det finnes metoder for å beregne risikoreduksjon ved bruk av ulike beredskapstiltak, og de kan være nyttige for dimensjonering og planlegging av beredskapsløsninger. Det er imidlertid stor usikkerhet knyttet til hvor effektiv beredskapen er under en faktisk ulykke. Det er derfor vanlig å vurdere miljørisiko og miljøkonsekvenser uten effekt av beredskap, som et verste tilfelle.

En ulykke med akutt forurensning kan skade organismer i vannsøylen, på havbunnen, sjøfugl og marine pattedyr og organismer som lever i kyst- og strandsonen. Konsekvensene av akutt forurensning for ytre miljø vil blant annet avhenge av type utslipp, størrelsen på utslippet, hvor og når det skjer, hvordan forurensningen sprer seg og hvilke arter og naturtyper som finnes i de områdene som forurenses. Hva den faktiske effekten av en forurensningsulykke blir avhenger også av hvor sårbare påvirkede arter og naturtyper er for den aktuelle forurensningen samt tilstanden for disse og deres viktighet i økosystemet. Kunnskapsstatus om sårbarhet til ulike miljøverdier er beskrevet i kapittel 5.

Beskrivelser av miljørisiko i Barentshavet er beheftet med betydelig usikkerhet, blant annet fordi den avhenger av svært mange risikopåvirkende forhold og

kombinasjoner av disse. Mange av disse forholdene er også i stadig endring. Sektorene har ulik tilnærming i vurdering av miljørisiko. Forskjellen, særlig mellom petroleumsvirksomheten og skipsfarten, ligger hovedsakelig i sannsynlighetsleddet/ulykkesrisiko og bruk av det sammen med konsekvensleddet for å beregne miljørisikoen. Det er imidlertid det samme kunnskapsgrunnlaget om miljøverdienes sårbarhet for forurensning som ligger til grunn.

6.1 Petroleumsvirksomhet

Petroleumsvirksomhet innebærer en fare for akutt forurensning. Hendelser med akutt forurensning varierer fra ulykkesscenarioet utblåsning med ukontrollert strømning fra et eller flere reservoarer og potensielt store mengder olje på sjø, til mindre uhellsutslipp av olje eller kjemikalier, for eksempel på grunn av slangebrudd eller overfylling av tanker. Miljørisiko for petroleumsvirksomheten er i hovedsak knyttet til oljeutslipp. Utslipp av gass eller kjemikalier er ikke forbundet med stor miljørisiko og omtales ikke nærmere i dette kapittelet.

Operatørenes miljørisikoanalyser er verktøy de har utviklet for å ivareta aktivitetsspesifikk miljørisiko i tråd med regelverkets krav til forsvarlig virksomhet, kontinuerlig forbedring og risikoreduksjon. Slike kvantitative miljørisikoanalyser gir mulighet for å beregne hvordan ulike parametere påvirker risikoverdiene og derigjennom identifisere effektive tiltak som kan redusere den relative risikoen.

De kvantitative analyseverktøyene har sine begrensninger og kvaliteten av resultatene blir ikke bedre enn kvaliteten på dataene som inngår og metodikken som benyttes. Det er nødvendig med ytterligere vurderinger av usikkerheten for å få et godt nok beslutningsgrunnlag slik at riktige tiltak kan iverksettes.

Det er forskjeller mellom miljørisikoanalyser som gjennomføres av et oljeselskap og miljørisikovurderinger som gjennomføres av myndigheter som er satt til å regulere og følge opp petroleumsvirksomheten. Myndighetene skal vurdere om den aktivitetsspesifikke miljørisiko er godt nok ivaretatt samtidig som de skal ha et områdeperspektiv og ivareta samfunnets interesser som går utover en enkelt operatørs eller næringens interesser. Hensikten med myndighetenes vurderinger av miljørisiko i forvaltningsplanområdet er å identifisere hvilke utfordringer som fortjener oppmerksomhet, hva som er områdespesifikt, og hva som er håndterbart med gjeldende rammebetingelser og hva som krever oppfølging. Slik oppfølging kan være endring i rammebetingelser, regelverksutvikling, kunnskaps- og teknologiutvikling, eller krav til den enkelte aktivitet.

Det er stor usikkerhet både om ulykkesrisiko og om mulige konsekvenser som følge av eventuelle hendelser. For miljømyndighetenes vurderinger av miljørisiko er potensialet for miljøkonsekvenser, alvorlighetsgraden av mulige konsekvenser og tilhørende usikkerhet, viktig informasjon. Dette er i henhold til presisering av definisjon av risiko i HMS-forskriftene i 2015, se kapittel 3.1. Miljøkonsekvenser og miljørisiko i dette kapittelet omtales i hovedsak uten effekt av konsekvensreduserende tiltak i form av beredskap.

6.1.1 Hvordan ivaretar industrien krav til analyser av miljørisiko?

HMS-forskriftene krever at operatørene skal gjennomføre risikoanalyser knyttet til sin egen virksomhet som beslutningsstøtte for å vurdere risikoreduserende tiltak i tråd med krav til å redusere risiko så langt som mulig. Forskriftene krever også at operatørene skal sette egne akseptkriterier for miljørisiko som de skal bruke for å styre egen virksomhet.

Operatørenes analyser og vurderinger av miljøkonsekvenser og miljørisiko sammen med annen tilgjengelig kunnskap om mulige miljøeffekter og miljøkonsekvenser brukes som grunnlag for å stille krav til beredskap mot akutt forurensning, men også for å vurdere om risiko er på et akseptabelt nivå for den omsøkte aktiviteten. Regelverket stiller krav om at analyser og vurderinger skal baseres på beste tilgjengelige underlagsdata og forutsetninger.

Operatørene har egne verktøy for modellering og analyse av forvitring, drift og spredning av potensielle oljeutslipp, samt konsekvenser og risiko for miljøet. Alle modeller har usikkerhet i seg og verktøyene har vært under gradvis utvikling over mange år, med målsetning om å etablere stadig bedre uttrykk for hva som kan skje ved potensielle akutte oljeutslipp. Ny kunnskap, både om miljøets sårbarhet og oljens egenskaper på havoverflaten og i vannsøylen, gjør at verktøyene må

videreutvikles. Det at aktiviteten beveger seg inn i nye områder med nye problemstillinger bidrar også til dette behovet. I Barentshavet har problemstillinger knyttet til olje i isfylte områder og miljøkonsekvenser for spesielt sjøfugl og iskantområdene fått stor oppmerksomhet.

Under nevnes status knyttet til de verktøyene som brukes av industrien.

6.1.1.1 Spredningsberegninger

Oljedriftssimuleringer er viktig underlag for vurdering av mulige miljøkonsekvenser, miljørisiko og beredskapsplanlegging. Verktøyene som brukes til simuleringer av oljedrift blir stadig videreutviklet for å gi mer realistiske resultater. Sintefs OSCAR-modell har blitt det enerådende verktøyet som brukes av operatørene på norsk sokkel. Men det finnes tilsvarende modeller som også kan brukes, eksempelvis MIKE-modellen (www.mikepoweredbydhi.com).

OSCAR (Oil Spill Contingency And Response) er en 3-dimensjonal-oljedriftsmodell som beregner oljemengde og konsentrasjoner på havoverflaten, vannsøyle, strand og på havbunnen. Simuleringene blir kjørt med et 3x3 km rutenett og med en detaljert kystlinje (1:50 000). Det beregnes statistikk basert på et stort antall enkeltsimuleringer som aggregeres på et 10x10 km rutenett. Resultater kan presenteres for måned, sesong og for hele året.

Parameterne som presenteres er treffsannsynlighet (andelen simuleringer som treffer en rute), oljemengde i en rute (tidsmidlet eller akkumulert mengde) og konsentrasjoner i vannsøylen. Konsentrasjoner angis i OSCAR-modellen som total THC, som viser tidsmidlet maksimal konsentrasjon over en simulering. OSCAR-modellen utvikles og oppgraderes jevnlig ettersom ny kunnskap foreligger. En viktig endring de senere årene er at modellen nå beregner at oljedråper fra en utblåsning på havbunnen i større grad stiger opp og gir større oljemengder på overflaten, som igjen kan medføre større strandingsmengder på kysten. Dette kan igjen medføre større miljøkonsekvenser, større miljørisiko og økt beredskapsbehov.

OSCAR brukes i dag også for å simulere oljedrift i isfylte områder, med dynamisk modellering av isdrift samtidig med modellering av oljedrift. Kunnskapen om isdrift i isfylte farvann er fremdeles mangelfull og det er behov for videreutvikling.

Modellen beregner også sedimentering av olje på havbunnen, men det er fortsatt stor usikkerhet knyttet til denne delen av modellen og den bør derfor videreutvikles. For eksempel kan olje binde seg til partikulært materiale i vannsøylen ("marin snø"), noe som vurderes som en viktig faktor for sedimentering av olje. Per i dag er ikke denne faktoren inkludert i OSCAR-modellen. Et nytt NFR-prosjekt har generert data om dannelse av marin snø under arktiske forhold og det anbefales å inkludere disse mekanismene i OSCAR for å få en bedre beskrivelse av sedimentering av olje partikler (Brakstad et al., 2018; Netzer et al., 2018).

Basert på nyere kunnskap mener Havforsknings-instituttet at THC-konsentrasjoner er et dårlig mål for giftighet i vannsøylen, slik de brukes i OSCAR. Dette fordi alkaner har lav vannløselighet og derfor er lite biotilgjengelige for marine organismer, samt at alkaner generelt har lavt giftighet. Derimot er PAHer en gruppe med oljekomponenter som er sterkt korrelert med oljens giftighet hos tidlige livsstadier hos fisk (Hodson 2017; Sorensen et al. 2017).

Havforskningsinstituttet anbefaler derfor å bruke tPAH i risikomodelleringen istedenfor THC (Hodson, 2018). OSCAR-modellen kan gi verdier for både THC og tPAH. Havforskningsinstituttet mener det er viktig at oljespredningsmodeller som OSCAR inkludere de giftigste komponentene for å sikre at effektene fra utslipp ikke underestimeres. Dette bør diskuteres i fagmiljøene.

En rekke studier viser at målte effekter ikke nødvendigvis kan forklares ut i fra TPAH alene, og at det er andre forbindelser tilstede i eksponeringsløsningen (f.eks. WSF) som ikke fanges opp i de kjemiske analysene, ukjente organiske stoffer referert til som unresolved complex material (UCM), som potensielt kan også bidra til toksisiteten som er målt (Booth et al., 2007; Faksness et al., 2012; Hansen et al., 2018; Melbye et al.,2009; Middaugh et al., 2002). Dette representere et viktig kunnskapshull og det er behov for å utvikle bedre analytiske kjemiske metoder for å identifisere og kvantifisere flere av de giftige stoffgruppene i olje.

6.1.1.2 Miljørisikoanalyser

Oljedriftssimuleringer gir informasjon om hvilke oljemengder man kan forvente hvor. Når denne informasjonen kombineres med informasjon om hvilke miljøverdier som finnes i ulike områder og hvilke skader miljøverdiene kan få ved eksponering for olje, kan man analysere seg fram til potensielle miljøkonsekvenser ved ulike utslipp.

MIRA

Operatørene har lenge benyttet seg av Metode for miljørettet risikoanalyse (MIRA) for beregning av miljørisiko knyttet til akutte utslipp. Metoden tar utgangspunkt i verdsatte økosystemkomponenter (VØK), som kan være en bestand, en populasjon, et samfunn eller et habitat. For et sett hendelser med akutt utslipp av olje beregnes statistikk for drift og spredning og eksponering i 10x10 km ruter hvor den aktuelle VØK befinner seg. Metoden beregner dødelighet og restitusjonstid i forhold til ulike skadenøkler. Det har over mange år vært påpekt begrensinger og forbedringsbehov i MIRA-metoden, blant annet i bruken av skadenøkler. Industrien har signalisert at de planlegger for å fase ut og erstatte MIRA-metoden med nye forbedrede verktøy.

I 2014 ble det utviklet en tilnærming for hvordan miljørisikoanalyser for den marginale iskantsonen kunne gjennomføres basert på MIRA-metodikken (DNV 2014). Utviklingen var finansiert av Norsk olje og gass i samarbeid med flere andre operatører. I metoderapporten står det at dette var fase 1 i utviklingen av en slik metodikk.

ERA akutt

Noen operatører har over flere år utviklet en ny metode for miljørisikoanalyse, kalt ERA akutt (https://www.norskoljeoggass.no). Metoden er utviklet basert på at de har sett behov for ytterligere forbedring og oppdatering av dagens miljørisikoanalysemetodikk. De har de siste par år informert myndighetene om sluttføring av arbeidet og at de ønsker å erstatte MIRA-metoden med ERA akutt. I løpet av 2019 skal metodene testes ut og ferdigstilles. Når arbeidet er ferdigstilt, må myndighetene gå gjennom dokumentasjonen for å vurdere om den nye metoden dekker behovet.

MARAMBS

MARAMBS (Marine Animal Ranging Assessment Model Barents Sea) er et modellverktøy utviklet av DHI i samarbeid med Norsk Institutt for naturforskning og Havforskningsinstituttet, med støtte fra Equinor, Total, ConocoPhillips og Norges Forskningsråd. Verktøyet bruker agent-basert modellering for å simulere bevegelsene til enkeltindivider av sjøfugl på havet. Modellen tar hensyn til oseanografiske og meteorologiske parametere, kystkontur og forekomst av is, habitategnethet samt biologiske parametere, slik som fuglenes adferd. Modellen genererer et stort antall daglige utbredelseskart for sjøfuglene. Dette muliggjør simulering av fuglenes tilstedeværelse, samtidig med modellering av drift og spredning av et enkelt oljeutslipp. Forskningsprosjektet vil pågå til 2019 og fagfellevurderte publikasjoner vil foreligge etter dette.

Symbioses

Symbioses er en økosystem-modell som er utviklet av SINTEF, Akvaplan-niva, Universitetet i Tromsø og Havforskningsinstituttet. SYMBIOSES-modellen kombinerer en rekke modeller: oljespredningsmodeller, fordelingsmodeller av fisk og plankton, økotoksikologiske effektmodeller og populasjonsmodeller. Målsetningen har vært å utvikle et integrert verktøy som kan brukes som beslutningsgrunnlag til å vurdere risiko for det marine miljø ved forskjellige framtidsscenarioer.

Ved å "slippe ut" biopartikler i havmodellen i områder med kjente gytefelt, kan man anslå transport og spredning av egg og larver ved å la biopartiklene forflytte seg geografisk i henhold til modellert havsirkulasjon. Når modellresultater for egg- og larvedrift sammenstilles med modellresultater for oljespredning, kan det beregnes hvor stor andel av egg og larver som blir eksponert for de etablerte terskelverdiene som angir akutt dødelig dose, eller doser som kan gi senskader.

Modellresultater fra simuleringer gjort med Symbioses gir høyere oppløsning på konsekvenser for fiskebestander sammenlignet med tidligere modeller, men beregningene medfører fremdeles usikkerheter som det må tas hensyn til når resultatene skal brukes til miljørisikovurderinger. Så langt har Symbioses kun beregnet tilleggsdødelighet for norsk arktisk torsk (egg/larver), men ikke for andre relevante arter og det er behov for videreutvikling av modelleringsverktøyet.

6.1.1.3 Miljødata

Måten miljødata tilrettelegges på for bruk i miljørisikoanalyser har vist seg å ha stor betydning for utfallet av miljørisikoanalysene. Det opparbeides også gradvis ny kunnskap, som må ivaretas i industriens analyser og vurderinger av miljørisiko. I Barentshavet har det i de senere årene vært stort fokus på ny kunnskap om sjøfugl på åpent hav. Det samme gjelder iskantsonen og polarfronten, men da fordi det er mangelfull kunnskap om miljøverdiene i disse områdene og dermed vanskelig å inkludere disse miljøverdiene i miljørisikoanalysene på en god måte.

Norsk olje og gass har nylig jobbet med å standardisere datagrunnlaget som brukes på sjøfugl inn i miljørisikoanalyser. Dette gjøres for å unngå at sjøfugl skal behandles forskjellig i ulike analyser. Industrien har konkludert, i samarbeid med NINA, at kystnær sjøfugl nå skal håndteres som nasjonale bestander. De tilgjengelige datasettene har nå blitt omarbeidet i henhold til dette. Miljødirektoratet vil vurdere om dette ivaretar nødvendig underlag på en god måte.

6.1.2 Ulykkesrisiko og betydning for miljørisiko

Ulykkesrisiko har stor betydning for miljørisiko, og de viktigste tiltakene for å redusere miljørisiko er de forebyggende tiltakene som kan redusere risiko for at ulykker med utslipp inntreffer, og at de ikke inntreffer i områder som er spesielt sårbare for akutt forurensning.

Tradisjonelt har ulykkesrisiko vært uttrykt som sannsynligheter i form av frekvenser for ulike hendelser. I de senere årene er det i regelverkssammenheng og fra myndighetshold mer fokus på håndtering av usikkerhet. Petroleumstilsynet påpeker at en viktig læring fra storulykker er at historiske ulykkestrender og beregninger av storulykkesrisiko ikke er tilstrekkelig informasjon for å si noe om risiko for en storulykke i fremtiden. Det at det ikke har skjedd storulykker i norsk petroleumsvirksomhet på lenge og at det historisk sett har skjedd få storulykker betyr ikke at storulykker ikke kan skje.

I operatørenes beregninger av miljørisiko knyttet til deres operasjoner brukes sannsynligheter uttrykt som frekvens for utblåsning per operasjon, basert på historiske data som viser at storulykker historisk skjer sjelden. Gjennomsnittlig frekvens for utblåsning benyttet for boringer i Barentshavet i perioden 2004 til 2018 er ca. 1,7 x 10-04, som tilsvarer ca. én hendelse per 6000 boreoperasjoner.

Siden utblåsningsfrekvensene som benyttes er lave, har de stor betydning for miljørisikoen som beregnes med industriens verktøy. De bidrar ofte til lave miljørisikoverdier, selv om miljøkonsekvensene kan være alvorlige. Ved kvantitativ vurdering av miljørisiko er trolig tall for sannsynlighet nødvendig. Det er imidlertid behov for å se nærmere på hvordan usikkerheten i tallmaterialet ivaretas gjennom selskapenes arbeid med miljørisikoanalyser og metodeutvikling og styring av risiko.

Frekvenstallene som benyttes er aktivitetsspesifikke og ikke områdespesifikke. Dette betyr at det i hovedsak er variasjonen i potensiale for miljøkonsekvenser som viser variasjon i miljørisiko innenfor planområdet og ikke variasjoner i frekvensen. Derfor vektlegges beskrivelser av miljøkonsekvenser i stor grad i dette kapitlet.

6.1.3 Faktorer av betydning for miljøkonsekvenser

Omfanget av miljøkonsekvensene ved et akutt oljeutslipp fra petroleumsaktivitet avhenger av mange forhold. Viktige faktorer presenteres nedenfor.

I perioden siden forrige oppdatering av faggrunnlaget for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, har det vært gjennomført 70 leteboringer i Barentshavet sør. Under gjengis noe av dette erfaringsmaterialet. Analyseresultater er gjengitt for hele året, uavhengig av når boringen er gjennomført. Resultatene som presenteres her viser ikke utfallet av boringene. Tørre brønner, gassfunn, dårligere eller bedre strømningspotensial av olje er ikke diskutert. Resultatene fra boreoperasjonene brukes imidlertid av OD når de gjør vurderinger av ressurspotensialet i områdene.

6.1.3.1 Type utslipp (oljetype, størrelse/rater og varigheter av utslipp)

Størrelse/rater av potensielle uhellsutslipp

Ved boring av lete- og avgrensningsbrønner gjøres beregninger av potensielle utslippsrater ved en utblåsning som grunnlag for miljørisiko- og beredskapsanalyser. Industriens beregninger av utslippsrater tar hensyn til brønndesign, estimerte reservoaregenskaper og antatt oljetype, og skal

utføres i henhold til Norsk olje og gass sin veileder for rateberegninger (Norsk olje og gass, 2017). Det er imidlertid noen forskjeller i måten beregningene blir utført på av operatørselskaper og deres konsulenter. Beregningene av utslippsrater er videre beheftet med relativt stor usikkerhet. Usikkerheten er større ved boring av letebrønner enn avgrensningsbrønner og aller størst i ukjente områder.

Det gjøres beregninger for et sett med scenarier for en brønn. Hver av utblåsningsscenariene tilordnes en sannsynlighet basert på statistikk fra SINTEF Offshore Blowout Database (SOBD) for ulike brønntyper og det tas hensyn til om utstrømmingen skjer fra overflaten (på boredekk) eller ved havbunnen. Fordelingen over rater blir sammen med fordelingen over varigheter, presentert som rate-/varighetsmatriser i analysene, og inngår i beregning av oljedriftsstatistikk og miljørisiko.

For beregning og dimensjonering av beredskapsbehov for boring av letebrønner blir det benyttet vektet rate, som er en gjennomsnittsverdi beregnet ut fra alle beregnede rater og deres sannsynlighet. Vektede utslippsrater for boreoperasjoner i Barentshavet som er benyttet til dimensjonering av beredskapen varierer fra 70 Sm^3/døgn til ca. 8100 Sm^3/døgn, med et gjennomsnitt på ca. 1900 Sm^3/døgn. Til sammenligning varierer maksrater fra ca. 100 til over 20 000 Sm^3/døgn, men disse er forbundet med svært lav sannsynlighet, vanligvis under 5 prosent.

Beregnede utslippsrater varierer noe i ulike delområder av Barentshavet, avhengig av geologi og formasjonstype, og hvilken dybde under havbunnen formasjonen ligger. I fem delområder varierer gjennomsnittlig dimensjonerende utslippsrate fra ca. 600 Sm^3/døgn til ca. 3000 Sm^3/døgn, som vist i figur 6.1. Fordelingen av de høyeste dimensjonerende ratene varierer fra 1100 Sm^3/døgn (BH-06) til 7500-8000 Sm^3/døgn (BH-02 og BH-03), se figur 6.1. De ulike delområdene er vist i figur 6.2.

Usikkerheten knyttet til estimering av utslippsrater kan illustreres med eksempler fra lete- og avgrensningsboringer i Johan Castberg området (Skrugard 1 og 2, Drivis, Kramsnø, Havis, Iskrystall, Nunatak, Isfjell, Skavl og Kayak, boret i perioden 2010-2018), hvor dimensjonerende rater varierte fra 300 til 5 800 Sm^3/døgn, med et gjennomsnitt på 1 480 Sm^3/døgn. I konsekvensutredningen for utbygging av Johan Castberg ble det utført nye rateberegninger for boring av 18 produksjonsbrønner på feltet, som ga beregnede dimensjonerende utslippsrater fra 500 Sm^3/døgn til 10 000 Sm^3/døgn, med sannsynlighetsfordeling på henholdsvis 20 og 80 prosent. Raten på 10 000 Sm^3/døgn er ca. syv ganger større enn gjennomsnittlig rate for de tidligere lete-/avgrensningsboringene og 1,7 ganger større enn den største raten. Dette skyldes at produksjonsbrønnene skal bores med lange horisontale strekk igjennom reservoaret, noe som gir høyere utslippsrate.

Det er en tendens til at reservoarene i nordlige deler av Barentshavet sør er grunne med hydrostatisk trykk og med relativt lave rater, mens ratene i reservoarene i midtre og sørlige deler av Barentshavet sør er betydelig høyere. Dette stemmer godt med myndighetenes uavhengige vurdering av ulykkesscenarioer i kapittel 3.1.2, der blant annet ODs geologi- og reservoarkunnskap er lagt til grunn. Enkeltanalysene viser imidlertid at det kan det være relativt stor variasjon innad i delområdene. Noe av variasjonen kan skyldes eldre analyser basert på dårligere kunnskapsgrunnlag.

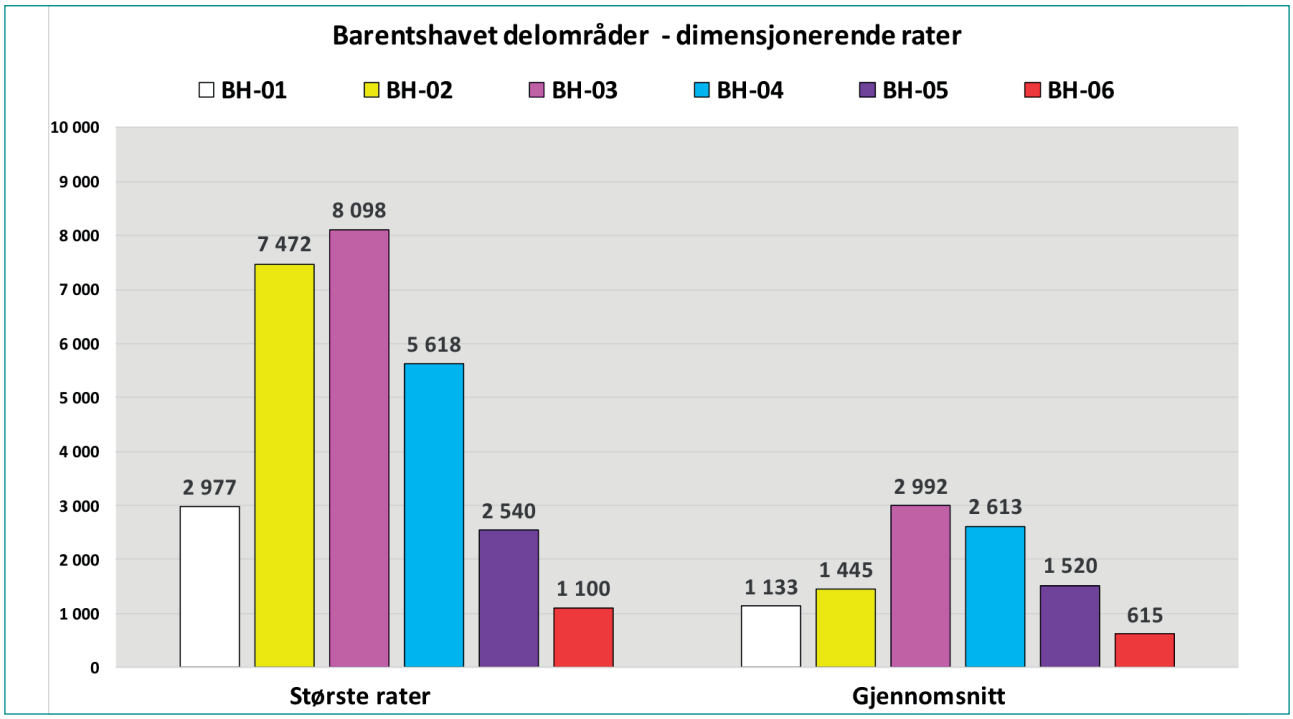
Delområdene som er angitt omfatter Wisting (BH-01), Johan Castberg/Alta/Gotha (BH-02), Goliat/Snøhvit (BH-04), Barentshavet sørøst (BH-05) og Korpfjell (BH-06). I delområde BH-03 (blant annet Norvarg, Arenaria og Obesum) har det vært liten aktivitet de senere årene.

Ratene i Barentshavet, jf. figur 6.1 er gjennomgående lavere enn tilsvarende i Norskehavet (figur 9.2) og Nordsjøen (figur 10.2).

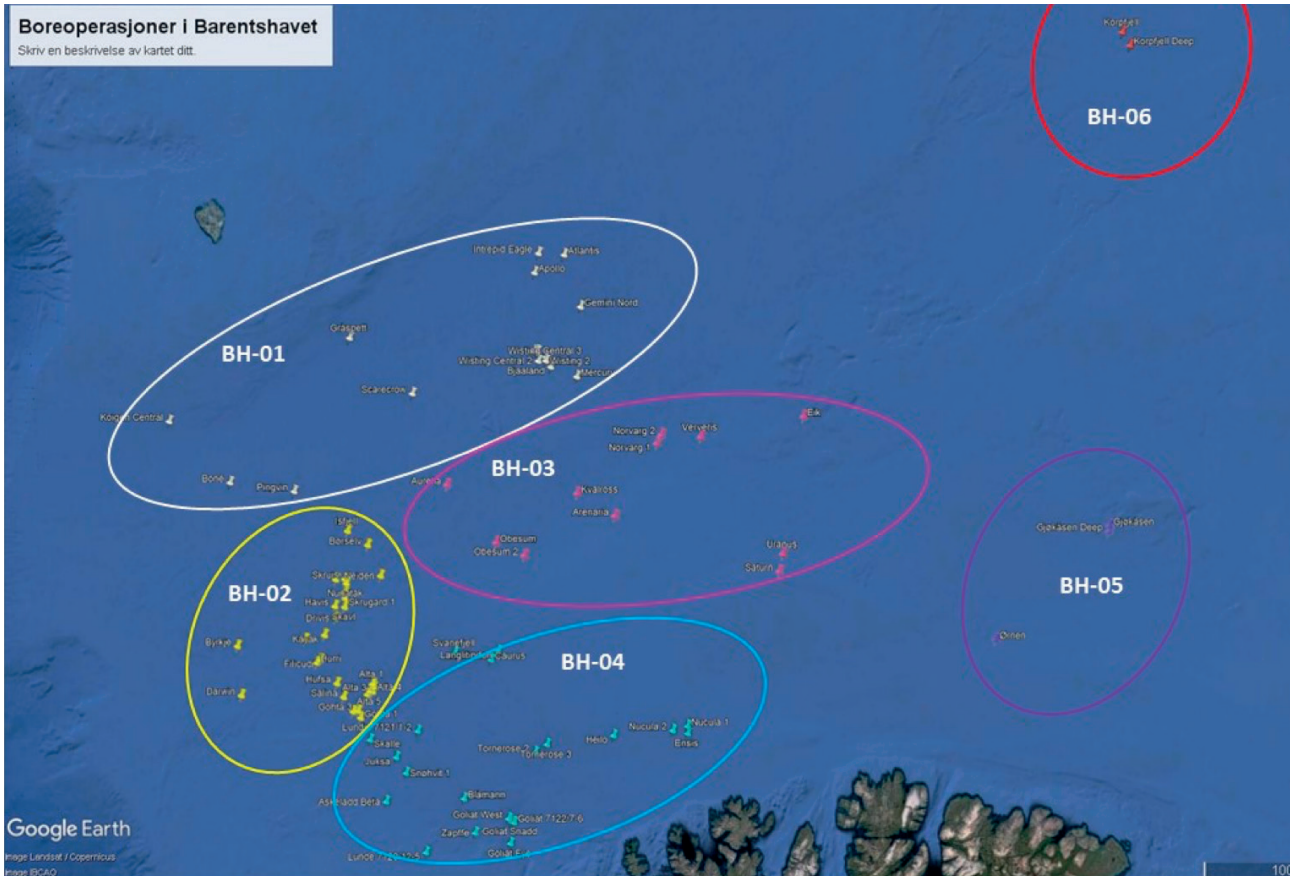
Oljetyper i Barentshavet

Oljedirektoratet anser sannsynligheten for funn av olje som størst i de fem områdene som vist i figur 2.3, kapittel 2.1.1. I Barentshavet sørøst har Oljedirektoratet størst forventninger til funn av gass.

Det er ofte stor usikkerhet knyttet til mulig petroleumsprodukt før boring er gjennomført. Dersom det ikke kan utelukkes funn av olje, brukes antatt relevant oljetype i analysene. I de analysene som er gjennomført for boreoperasjonene i Barentshavet er det benyttet 16 ulike oljetyper, men i over halvparten av dem er det Goliat Realgrunnen, Skrugard og Goliat Blend oljene som er brukt. De fleste oljene som



Figur 6.1 Største vektede utslippsrater og gjennomsnitt av vektede utslippsrater for planlegging av 84 boreoperasjoner i Barentshavet i perioden 2004-2018. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet



Figur 6.2 Boreoperasjoner i Barentshavet i perioden 2004-2018. 72 operasjoner i perioden 2010-2018, 12 fra 2004 til 2008, til sammen 84 operasjoner. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet

er karakterisert i Barentshavet er moderat tunge oljer med lavt voks- og asfalteninnhold. Det er ett kondensat (Snøhvit) og to oljetyper som kan betegnes lettoljer (Goliat Kobbe og Caurus). For elleve funn er oljen karakterisert og forvitringsstudier tilgjengelige.

Da letebrønn Filicudi (7219/12-1), som ligger mellom Alta/Gohta- og Castberg-områdene, skulle bores i 2016 ble det antatt at oljetypen var lik Skrugard olje. Det ble gjort funn i Filicudi, og analyser av oljeprøver fra funnet viste at egenskapene var tilsvarende Grane olje, som er en svært tung olje.

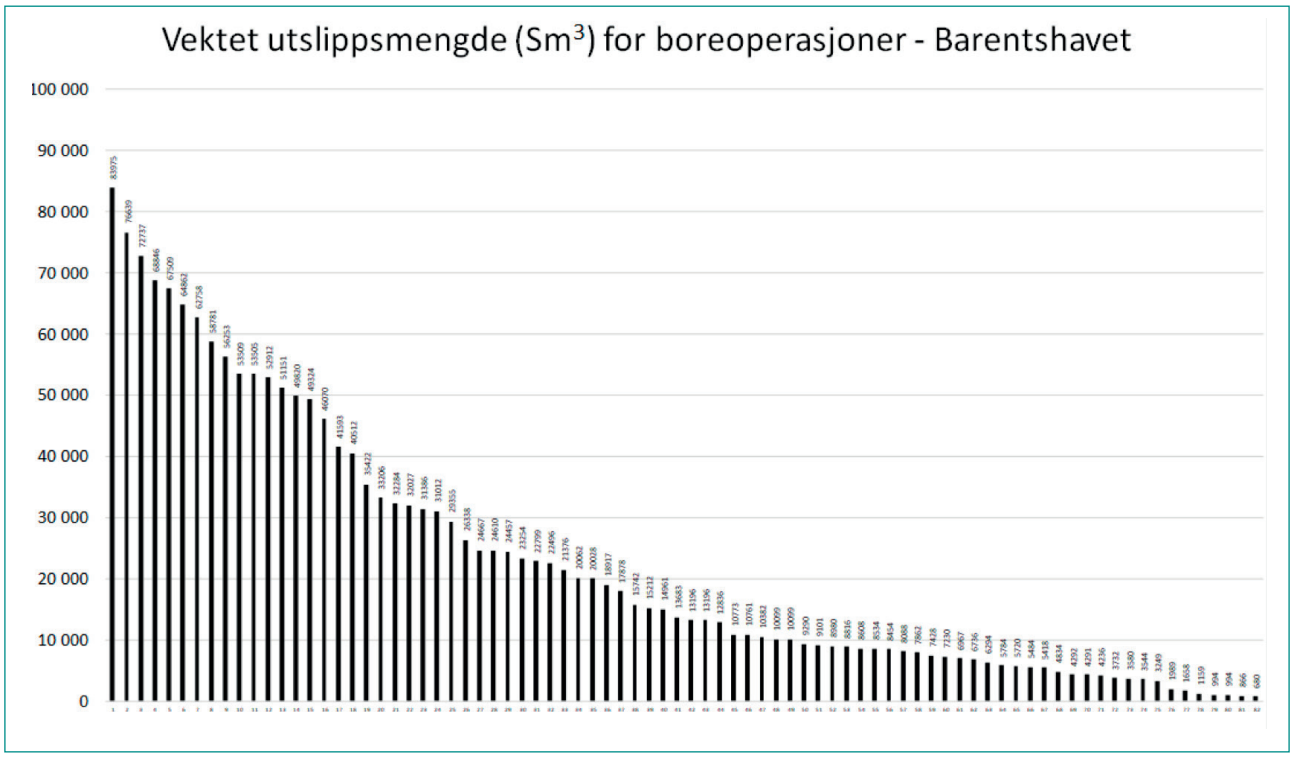
Varigheter av uhellsutslipp

I tillegg til oljetype og utslippsrater vil varigheten av en utslippshendelse ha stor betydning for miljørisikoen. Det er betydelig usikkerhet knyttet til varighet for en faktisk utblåsning. Varighet er blant annet en funksjon av reservoaregenskaper og hvordan utblåsningsraten utvikler seg over tid, operasjonelle valg og beslutninger som tas av aktører og myndigheter for å stanse utblåsningen, og effektiviteten til drepemekanismene som benyttes.

I kapittel 3.1.2 beskrives usikkerhet om områdeforhold som kan påvirke varighet av en eventuell utblåsning i Barentshavet.

I Barentshavet er det også større variasjoner i avstand til land og eksisterende infrastruktur enn i havområder lenger sør. Avstand og infrastruktur kan være utfordrende blant annet når en er avhengig av tidskritiske leveranser som i en operasjon for å begrense og stanse en utblåsning.

I operatørenes miljørisikoanalyser er det nødvendig å gjøre antakelser om varighet av en utblåsning. Slike anslag er beheftet med stor usikkerhet og påvirker beregningene av miljørisiko. Når selskapene utfører miljørisikoanalyser beregnes en forventet varighet basert på generiske data og enkle vurderinger av tid for mobilisering av borerigg, transport til lokasjonen, tid for boring, tid for å peile seg inn på brønnbanen og brønndreping. I operatørenes analyser varierer lengste varighet fra 40 til 100 døgn i Barentshavet. Dette er noe kortere enn i Norskehavet og Nordsjøen. Årsaken er gjennomgående kortere brønnbaner og ikke så dype reservoarer. Det er ikke tydelig hvilke forutsetninger som er lagt til grunn og hvordan operatørene har tatt hensyn til usikkerhet nevnt over i sine estimater.



Figur 6.3 Gjennomsnittlig (vektet) utslippsmengde (Sm^3) for 82 planlagte boreoperasjoner i Barentshavet i perioden 2004-2018. Utslippsmengde er beregnet ved å multiplisere vektet rate med vektet varighet. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet

Mulige utslippsmengder
Med forventede utslippsrater og varigheter (vektede verdier) kan det beregnes forventede utslippsmengder (gjennomsnitt/vektet) ved en eventuell utblåsning. Fordelingen av forventet utslippsmengde gitt en utblåsning i Barentshavet, basert på 82 boreoperasjoner i perioden 2006-2018, er vist i figur 6.3.

6.1.3.2 Sårbare områder og miljøverdier

Geografisk og tidsmessig overlapp mellom et potensielt akutt oljeutslipp og sårbare miljøverdier har stor betydning for miljørisiko. Eksempelvis vil et mindre oljeutslipp som påvirker spesielt viktige og sårbare miljøverdier, kunne medføre alvorligere konsekvenser enn et større oljeutslipp som ikke berører spesielt sårbare områder og miljøverdier. God kunnskap om hvilke miljøverdier som kan bli eksponert og deres sårbarhet for den aktuelle påvirkningen er viktig for å forstå et mulig skadebilde. Dette handler både om når miljøverdiene er tilstede og når de er mest sårbare. I og med at ulike sårbare miljøverdier kan ha varierende tilstedeværelse og sårbarhet gjennom året, vil også en og samme aktivitet kunne ha svært varierende miljørisiko gjennom året. Oppdatert status for sårbarhet for olje, sårbare arter, perioder og områder er gitt i kapittel 5. Kunnskapsgrunnlaget spesielt for fisk, sjøfugl, polarfront og iskant er styrket siden forrige faggrunnlag, både som følge av arbeid innen myndigheter, forskning og industri. Den nye kunnskapen bidrar til bedre forståelse av miljørisiko forbundet med akutt oljeforurensning i Barentshavet. Vurderinger av miljørisiko knyttet til oppdatert kunnskapsstatus er gitt i kapittel 6.1.4 og 6.1.5. Industrien sitt arbeid for å ta i bruk ny kunnskap i miljørisikoanalyser er omtalt i kapittel 6.1.1.

6.1.4 Vurdering av miljørisiko og risikoutvikling siden forrige faggrunnlag

Det har ikke vært noen store akutte utslipp av olje i forbindelse med petroleumsaktivitet i Barentshavet. Dette betyr ikke at aktiviteten som er gjennomført ikke har vært forbundet med miljørisiko. Vurderingene av hvilken miljørisiko aktiviteten er forbundet med viser hva som krever oppmerksomhet og eventuelt oppfølging i planområdet, både knyttet til dagens og fremtidig aktivitet.

Vurdering av miljørisiko og -miljørisikoutvikling i forvaltningsplanområdet er basert på:

- oppdatert kunnskap om sårbare miljøverdier (kapittel 5)
- status for petroleumsaktivitet i Barentshavet (kapittel 2)
- vurdering av ulykkesrisiko (kapittel 3)
- erfaringsmateriale og resultater fra miljørisikoanalyser knyttet til faktisk aktivitet i Barentshavet

Omtale av miljørisiko ved petroleumsvirksomhet er i hovedsak knyttet til store oljeutslipp. Konsekvenser måles som skade på bestander og samfunn/habitater, i form av bestandstap og restitusjonstid. Dette er nivået som brukes for å vurdere miljørisiko ved planlegging av faktisk petroleumsaktivitet på norsk sokkel. Dette gjøres for å kunne fange opp de artene, bestandene og områdene som vil kunne være mest utsatt ved ulike hendelser. Det betyr at miljørisiko for eksempel for lokale hekkebestander av sjøfugl av lokal/regional betydning ikke omtales og fanges opp i denne typen analyser og vurderinger. Det jobbes imidlertid med å etablere et uttrykk for miljørisiko for viktige kolonier. Skade på mange individer vil heller ikke alltid slå ut i analysene dersom bestanden som vurderes er veldig stor. Mindre utslipp vil også innebære miljørisiko, men myndighetens arbeid med risikoreduksjon har størst fokus på de store og alvorlige hendelsene med mulige bestandseffekter.

6.1.4.1 Barentshavet sør (åpnet område)

Barentshavet sør avgrenser området som er åpnet for petroleumsaktivitet i forvaltningsplanområdet. Siden forrige oppdatering av faggrunnlaget har det foregått mye boreaktivitet i området, både leteboring, avgrensningsboring og produksjonsboring (se kapittel 2.1). Med dette foreligger det et betydelig erfaringsmateriale knyttet til mulige utslippsscenarioer, spredningsmodelleringer og mulige miljøkonsekvenser og miljørisiko, som er benyttet ved planlegging av de faktiske aktivitetene i havområdet. Det er også opparbeidet mye ny underlagsinformasjon knyttet til andre prosesser, som for eksempel åpningen av Barentshavet sørøst og industriens arbeid gjennom BaSEC (Barents Sea Exploration Collaboration). Siden forrige faggrunnlag har det også kommet betydelig ny kunnskap om miljøverdier i området og deres sårbarhet for oljeforurensning. Alt dette er kunnskap og endringer som har betydning for forståelsen av miljørisiko i havområdet.

Letevirksomheten har foregått spredt over store deler av Barentshavet sør (se figur 2.4), og mulige influensområder ved utblåsninger fra de ulike brønnlokalitetene har derfor vist tilsvarende spredning. Det er høyest forventning til funn av olje i områdene sentralt i Barentshavet, jf. figur 2.3.

Selskapenes vurderinger av utslippspotensiale fra planlagte aktiviteter i Barentshavet sørøst, viser i stor grad moderate utslippsrater, sammenlignet med rater i Nordsjøen og Norskehavet, men likevel potensiale for store oljeutslipp. Erfaringstall fra Barentshavet sør viser altså at utslippspotensialet vil kunne variere mye mellom ulike letebrønner, se for øvrig avsnitt 6.1.2.

Ulykkesrisiko

I kapittel 3.1.2 er det gitt oversikter over utslipps- og tilløpshendelser i perioden 2001- 2017. Tallene viser at det i årene 2013 til 2017 har inntruffet flere hendelser i Barentshavet enn tidligere i perioden. Det har også vært høy aktivitet i dette tidsrommet. Petroleumstilsynets vurdering basert på disse erfaringene er at de ikke gir grunn til å anta at næringens sikkerhetsprestasjoner i Barentshavet skiller seg fra de andre havområdene. Målet om lav ulykkesrisiko antas nådd i perioden siden siste forvaltningsplan (Vurdering av måloppnåelse 2019).

Det er heller ikke grunnlag for å anta forskjeller i ulykkesrisiko innenfor åpnet område i Barentshavet som følge av ikke påvirkbare forhold. Usikkerheten om områdeforhold som kan påvirke ulykkesrisiko er størst langt nord i Barentshavet sør. Det er også mindre erfaring fra aktivitet i disse områdene. Det er ikke grunnlag for å hevde at ulykkesrisiko er større nord og øst i denne delen av åpnet område. Forskjeller i miljørisiko innen området kan derfor i stor grad vurderes ut fra geografiske forskjeller i utslippspotensial og geografiske og tidsmessige forskjeller i tilstedeværelse av sårbare miljøverdier.

Miljøkonsekvenser og miljørisiko

Det er opparbeidet mye ny kunnskap som gradvis øker forståelsen av hvilke arter og områder som har høy sårbarhet for akutt oljeforurensning i Barentshavet, og erfaringsmateriale fra gjennomførte analyser i Barentshavet sør viser at det er enkelte av de mest sårbare artene som gjennomgående slår høyest ut i miljørisikoanalyser. Erfaringsmaterialet viser at utslippspotensialet (rater, varigheter og oljetyper) har stor betydning for mulig influensområde og dermed påvirker sannsynligheten for at de sårbare miljøverdiene eksponeres.

Under gjøres vurderinger av miljørisiko for de enkelte ressursgruppene basert på dette materialet og annen tilgjengelig kunnskap.

Sjøfugl

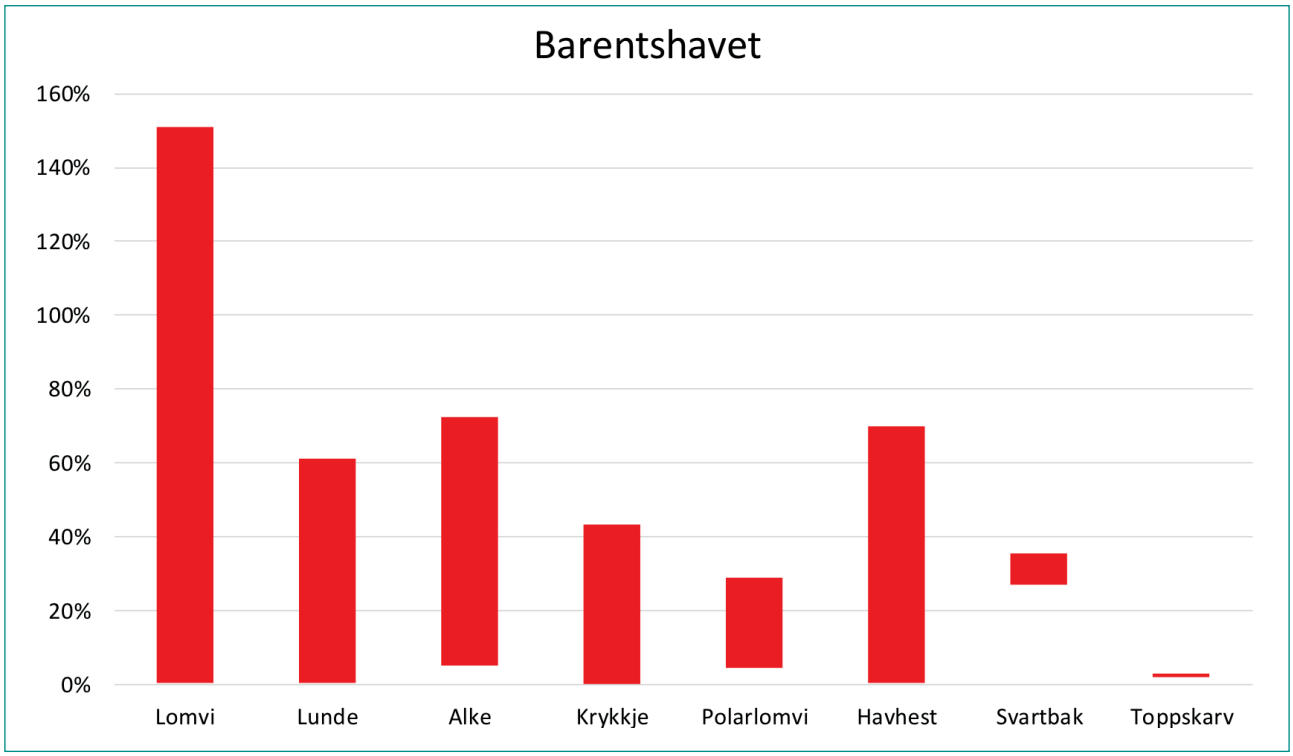
Det er store og viktige forekomster av sjøfugl i Barentshavet gjennom hele året, men enkelte arter, områder og perioder vurderes særskilt sårbare for akutte oljeutslipp (se kapittel 5.4). Spesielt for Barentshavet er de store forekomstene av sjøfugl på åpent hav i høst- og vinterperioden, og store hekkekolonier langs kysten i vår- og sommerperioden.

Sjøfugl peker seg ut som den ressursen med høyest miljørisiko i Barentshavet sør og all aktivitet med potensial for akutt oljeforurensning i dette havområdet er forbundet med en viss miljørisiko for sjøfugl, slik at det er vanskelig å nå forvaltningsmålene i Barentshavet om lav risiko. For sjøfugl på åpent hav er miljørisiko i flere tilfeller vurdert som høyere enn det som har fremkommet av operatørenes analyser. I enkelte områder og perioder har miljørisiko vært så høy at det er vurdert behov for risikoreduserende tiltak. Selv om utslippspotensialet, spesielt i de nordlige delene av Barentshavet sør, er betydelig lavere enn ellers på sokkelen er miljørisiko for sjøfugl på åpent hav i Barentshavet generelt høyere enn i Nordsjøen og Norskehavet, fordi tilstedeværelsen av sårbar sjøfugl er betydelig høyere i store deler av året.

Resultater fra miljørisikoanalyser i Barentshavet sør

Miljørisikoen for enkeltaktiviteter i Barentshavet varierer stort med lokasjon, periode og potensiale for å berøre de mest sårbare områdene og ressursene ved et akuttutslipp. En gjennomgang av 32 miljørisikoanalyser for boreoperasjoner i Barentshavet fra perioden 2008-2018 viser at beregnet høyeste miljørisiko for sjøfugl varierer fra 0,2 prosent til 151 prosent av selskapenes egne akseptkriterier (figur 6.4).

Utslagene i miljørisiko er knyttet til både hekkekoloniene og sjøfugl på åpent hav. Det er hovedsakelig alkefuglene (lomvi, lunde, alke, polarlomvi og alkekonge) som har høyest sårbarhet for oljeforurensning og som slår høyest ut i analysene. Den høyeste miljørisikoen på ca.151 prosent ble



Figur 6.4 Beregnet miljørisiko som andeler av operatørenes akseptkriterier målt for 32 boreoperasjoner i Barentshavet i perioden 2008-2018, totalt 182 analyseresultater fordelt på sesonger og måneder. Figuren viser laveste og høyeste beregnet miljørisiko for de ulike artene. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet

beregnet for letebrønn Koigen Central (7317/9-1). Miljørisikoen ble beregnet for kystnær lomvi i juli måned i alvorlig skadekategori. Brønnen lå i et område uten spesifikke overordnede rammer i forvaltningsplanen, men Equinor (den gang Statoil) planla boringen til etter hekkeperioden for å ikke bryte sine egne akseptkriterier. Miljørisiko knyttet til svømmetrekket for lomvi (se kapittel 5.4.3) etter hekking fremkom ikke av miljørisikoanalysen. Miljødirektoratet vurderte at miljørisiko også var for høy i den perioden og satte begrensinger i tillatelsen for å unngå boring i oljeførende lag under svømmetrekket.

Miljørisikoanalysen for letebrønn Ensis (7125/4-3) som lå ca. 40 km nordvest for Magerøya/Nordkapp viste også svært høy beregnet miljørisiko for kystnær lomvi i alvorlig skadekategori i vår-/sommersesongen knyttet til hekkekoloniene for sjøfugl langs Finnmarkskysten. Jf. Forvaltningsplanen for Barentshavet-Lofoten er det ikke tillatt med leteboring i oljeførende lag i perioden 1. mars – 31. august på denne lokasjonen. Boreoperasjonen ble derfor gjennomført utenfor periodene med høyest miljørisiko.

Det er i hovedsak alkefugl ved hekkekoloniene som slår høyest ut i miljørisikoanalysene i Barentshavet, og med utslag i de alvorligste skadekategoriene (betydelig og alvorlig). Koigen Central og Ensis er eksempler på dette. Sjøfugl på åpent hav kan slå høyt ut, men oftest i lavere skadekategorier (mindre og moderat).

Basert på ny kunnskap gjennom overvåking og kartlegging av sjøfugl, samt gjennomførte miljørisikoanalyser, er det nye områder på åpent hav som har pekt seg ut som spesielt sårbare. Disse områdene er viktige både i miljørisikoanalyser, beredskapsplanlegging og ved Miljødirektoratets behandling av søknader. Dette gjelder:

- Svømmetrekket til lomvi fra koloniene, spesielt Bjørnøya, jf. figur 5.4 i kapittel 5.5.3. Svømmetrekket til alke og polarlomvi har vi fremdeles lite kunnskap om.
- Et forholdsvis begrenset område sør for sentralbanken i Barentshavet, hvor så å si hele den norske lomvibestanden (90 prosent), trekker til etter hekking, feller fjærdrakten og tilbringer vinteren, jf. figur 5.5.
- Områder i nordlige deler av Barentshavet sør hvor

det fra september er store tettheter av spesielt polarlomvi og krykkje.
- Sentrale deler av Barentshavet sør som er viktig for store forekomster av sjøfugl fra august til oktober hvor tallrike bestander av alkekonge, polarlomvi, lunde, krykkje og lomvi beiter på fiskeyngel, dyreplankton og pelagisk fisk, som lodde og polartorsk.

Det har lenge vært kjent at det er store forekomster av sjøfugl på åpent hav i disse områdene, spesielt i høst- og vinterperioden. Men kunnskapen om hvilke kolonier fugl i de ulike områdene kommer fra er ny. Miljørisikoanalysene som er gjennomført for boreoperasjoner i Barentshavet har bare delvis klart å fange opp de områdene som er spesielt sårbare på åpent hav i høst- og vinterperioden, på grunn av begrensninger i datagrunnlaget. Den nye kunnskapen er imidlertid trukket inn i Miljødirektoratets behandling av søknadene om leteboring i disse områdene, og for flere boringer er det vurdert behov for risikoreduserende tiltak utover det selskapene selv har planlagt for (eksempler på dette er boring av letebrønnene Gjøkåsen og Ørnen). Nye og bedre data er under utarbeidelse, og disse vil sannsynligvis bidra til at det kan gis bedre uttrykk for miljørisiko på åpent hav fremover.

Bestanders sårbarhet for akutte bestandsreduksjoner
Hvor sårbare enkelte bestander kan være for akutte bestandsreduksjoner er omtalt i kapittel 5.5.2. Flere sjøfuglbestander i Barentshavet er i nedgang. Resultatene fra nye modelleringer gjennomført av NINA viser at ingen av de analyserte bestandene som er i tilbakegang, vil kunne komme tilbake til tidligere (pre-kollaps) bestandsstørrelse gitt dagens miljøvariabler. En ekstra bestandspåvirkning, som følge av eksempelvis et akutt utslipp av olje, vil nedkorte og i verste fall halvere tiden før enkelte bestander når nedre kritiske bestandsstørrelse. De fleste bestandene av lunde, polarlomvi og krykkje er synkende, og økt dødelighet vil kunne øke risikoen for at disse bestandene når et kritisk lavt nivå. Polarlomvi fra Bjørnøya skiller seg ut som særlig sårbare.

Av de artene som har bestander i vekst er det lunde fra Anda, Gjesvær og Hornøya som skiller seg ut som mest sårbare for akutte bestandsreduksjoner med lengst restitusjonstid. Lomvi kommer ut som minst sårbar for ekstra bestandstap i modelleringene, men modelleringene tar ikke høyde for at bestanden av lomvi allerede var sterkt svekket før en ytterligere kollaps inntraff i 1986/87. I tillegg må det tas med i betraktning at 90 prosent av den norske lomvibestanden befinner seg innenfor et relativt begrenset område i Barentshavet om høsten. Hendelser som kan føre til akutte reduksjoner av fugl i dette området kan få alvorlige konsekvenser for store deler av den norske lomvibestanden.

Resultatene fra modelleringene viser at forventet skade som følge av ekstra bestandstap på enkeltkolonier kan avvike fra de resultatene som framkommer i miljørisikoanalysene til operatørene. Spesielt for bestander i nedgang vil konsekvensene være mer alvorlige. I miljørisikoanalyser finnes det ikke skadekategorier som kan fange opp og vurdere effekter på bestander i nedgang på samme vis som for bestander som øker eller er stabile, hvor en vurderer skade ut ifra restitusjonstid. For fremtidige miljørisikoanalyser har NINA anbefalt at det kommer på plass et vurderingssett med skadekategorier i forhold til nedkorting av tid mot halvert bestand ved akutte bestandsreduksjoner, slik som det finnes for endring i restitusjonstid (Fauchald mfl. 2019).

Fisk
Det er først og fremst fiskeegg- og larver som er sensitive for oljepåvirkning, og en eventuell skade krever overlapp mellom skadelige oljekonsentrasjoner (THC) og større forekomster av egg og larver i vann-søylen. Viktige områder for fisk med høy sårbarhet for oljepåvirkning i Barentshavet sør er spesielt knyttet til retensjonsområdene på Tromsøflaket. I disse områdene er det store konsentrasjoner av fiskelarver (norsk arktisk torsk, sild, hyse) som følger med havstrømmene til oppvekstområdene i Barentshavet. Videre er det viktige gyteområder for lodde langs Finnmarkskysten. Det er i hovedsak torsk, sild og lodde som har hatt fokus i miljørisikoanalyser for aktiviteter i Barentshavet sør. Med aktivitet lengre nord i Barentshavet sør, har det også vært økt fokus på polartorsk.

Rapportering av THC-konsentrasjoner i vannsøylen i analysegrunnlaget til 89 boreoperasjoner siden 2004, er varierende. I mange analyser er THC ikke vurdert, mens andre har rapportert konsentrasjoner over 50 ppb, og andre konsentrasjoner over 100 ppb. Manglende rapportering av THC de senere årene har sammenheng med aktiviteter i områder og perioder

som ikke vurderes som mest sårbare for fisk. Det er få analyser som har rapportert større influensområder med THC-konsentrasjoner i vannsøylen. Rapportering av grenseverdier <100 ppb mangler for mange av analysene. Det er behov for å standardisere hvilke nedre grenseverdier som bør rapporteres i vannsøylen og også om det er andre parametre enn THC som bør rapporteres.

Generelt har rapporterte miljøkonsekvenser for fisk i Barentshavet knyttet til enkelt-aktiviteter vært lave. Dette har i stor grad sammenheng med at influensområdene i vannsøylen har vært begrensede, og at mindre andeler av de sårbare ressursene er berørt.

Det er ikke grunn til å tro at miljørisiko for fisk er høy så lenge det ikke er betydelig overlapp mellom gyteproduktene og skadelige konsentrasjoner av olje. Risikonivået avhenger også av hvor sårbar den enkelte bestand er for eventuelt bortfall av en årsklasse som skal rekruttere til voksenbestanden. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til grenseverdier for skadelige effekter av olje for ulike fiskearter, se forøvrig kapittel 5.3. Det er viktig at grenseverdiene som benyttes av industrien i miljørisikoanalysene tilpasses og justeres den nye kunnskapen som nye studier medfører, eksempelvis Havforskningsinstituttets prosjekt Eggtox.

Marine pattedyr

Det er i hovedsak kystsel som så langt har vært trukket fram i miljørisikoanalyser knyttet til akuttutslipp fra petroleumsaktivitet. Både havert og steinkobbe forekommer i større konsentrasjoner på enkeltlokaliteter langs Finnmarkskysten, selv om de største forekomstene er lenger sør. Leteboringer med influensområder som overlapper med kysten har vist utslag i miljørisiko for de kystsel-lokasjonene som kan treffes.

For enkelte av leteboringene i de nordligste delene av Barentshavet sør, har analysene vist sannsynligheter for at olje kan drive til områder med is i perioder hvor isen ligger langt mot sør (for eksempel Wisting, Apollo, Korpfjell), og dermed potensiale for å påvirke marine pattedyr i iskantsonen. I miljørisikoanalysen gjennomført av BaSEC ble isbjørn omtalt som sårbar for oljepåvirkning, men mulige skader ble vurdert å være på individnivå som følge av at isbjørnen ofte opptrer alene. Dersom oljeutslipp treffer iskantsonen i perioder og områder med større konsentrasjoner av isbjørn, var vurderingen imidlertid at konsekvensene kan være på bestandsnivå. Andre marine pattedyr i iskantsonen har så langt ikke vært omfattet av miljørisikoanalyser gjennomført av industrien, blant annet som følge av manglende datagrunnlag for slike arter. Det er viktig at industrien fortsetter sitt arbeid med å videreutvikle metodene for miljørisikoanalyser i iskantsonen. Disse er i dag ikke gode nok.

Miljørisiko knyttet til hval er i mindre grad fanget opp i miljørisikoanalyser for boreaktivitet. Det foreligger hverken gode metoder eller egnet datagrunnlag for å gjennomføre slike analyser. Dette har så langt ikke vært fremhevet som en stor mangel, men kan være aktuelt å vurdere dersom det framkommer ny kunnskap og data om eventuelle sårbare områder og forekomster som bør fanges opp i analysene.

Iskantsonen

Iskantsonen er et produktivt område med høy biodiversitet. Et oljeutslipp som når iskanten vil kunne få store lokale konsekvenser, avhengig av omfang, type utslipp og årstid.

Det foreligger få analyser med oljedrift inn mot is, og erfaringsmaterialet er lite. Det er tildelt flere lisenser i nordlige deler av Barentshavet sør. Potensiale for å treffe iskanten når den har sørligst utstrekning, har vært relevant for enkelte gjennomførte leteboringer (eks Apollo, Wisting, Korpfjell). De fleste leteboringer nord i Barentshavet har vært planlagt og gjennomført i sommerhalvåret. Letebrønn Korpfjell (blokk 7435/12-1, 2017) var lokalisert nordøst i Barentshavet sør, og lengst opp mot områder med potensiell forekomst av is. Dette er omtrent samme lokasjon som industrisamarbeidet BaSEC vurderte i 2015. I oljedriftsanalysene for Korpfjell brønnen og BaSEC lokasjonen ble det lagt til grunn at oljedriften og isdriften vi påvirkes av de samme kreftene (vind og strøm) (DNV-GL 2015; DNV GL-2016). En slik tilnærming innebærer at når oljen driver nordover gjør drivisen det samme, og sannsynligheten for olje i iskantsonen avtar. Analyseresultatene viste derfor at det var lite sannsynlig at olje ville kunne drive opp til en iskant mer enn 50-100 km unna utslippspunktet.

Tilnærmingen som ble brukt av BaSEC og Equinor må diskuteres videre i et bredt fagmiljø. Som påpekt i

avsnitt 6.1.3 er det fremdeles mangelfull kunnskap om oljedrift i isfylte farvann og modellene har behov for videreutvikling for å øke forståelsen.

Det foreligger hverken gode metoder for å analysere miljørisiko i iskantsonen, eller egnet datagrunnlag for miljøverdiene i iskantsonen til å analysere på. Dersom olje treffer iskantsonen, er usikkerheten knyttet til potensielle konsekvenser fremdeles stor. Korpfjell ble av operatørene planlagt boret i sommerperioden, for å unngå utfordrende vinterforhold og perioder med potensiell is. Dermed unngikk aktiviteten også perioder med potensielt høy miljørisiko for ressurser i iskantsonen.

Polarfront

Det er gjennomført flere letebrønner etter 2010 med potensiale for å berøre polarfronten ved uhellsutslipp. Letebrønn Korpfjell lå innenfor SVO polarfronten slik den har vært definert i forvaltningsplanen (se figur 2.4). Lokasjonen BaSEC vurderte lå rett nord for polarfronten, og er sammenlignbar med Korpfjell. Koigen central (7317/9-1) hadde influensområde som overlappet med polarfronten. Som også påpekt i BaSEC og i Korpfjell-analysen foreligger det ikke gode datasett for biologiske ressurser for å analysere miljørisiko knyttet til polarfronten.

Det har kommet mye ny kunnskap om polarfronten som indikerer at frontområdene er mer kompliserte enn det som har vært lagt til grunn så langt. Ny avgrensning av polarfrontområdet som SVO strekker seg nå fra Bjørnøya og nordover, se figur 1 i Særlig verdifulle og sårbare områder (2019). Dette betyr at vurdering av miljørisiko knyttet til polarfrontområdet fremover trolig kun er relevant for aktivitet nordøst i åpnet område med influensområde som kan berøre det nye avgrensede området.

Kyst

Det er gjennomført flere kystnære leteboringer i Barentshavet sør de siste ti årene med potensielt korte drivtider til land og store strandingsmengder. Eksempler er Ensis (7125/4-3, 2013) 42 km fra Knivskjellodden og Goliat Eye (7122/10-1S, 2017) 42 km fra Sørøya. For Ensis viste oljedriftsberegningene korteste drivtid til land representert ved 95-persentilen på 2,7 døgn og størst mengde strandet oljeemulsjon på 1312 tonn (95-persentilen). For Goliat Eye viste oljedriftsberegningene korteste drivtid til land på 2,2 døgn (95-persentil) og 95-persentiler for strandet mengde emulsjon på 5660 tonn i høstsesongen, og 11 837 tonn i sommersesongen. Beredskapstiltak er ikke inkludert i disse mengdene for stranding.

Generelt viser miljørisikoanalyser lave utslag for strand i metodikken som benyttes av operatørene, selv ved store strandingsmengder. Vi har ikke i dag et godt uttrykk for miljøkonsekvenser i strandsonen. Det jobbes blant operatørene med nye analysemetoder for strand i ERA-akutt.

Oljemengdene gir ofte et bedre uttrykk for utfordringene i kystsonen enn de risikoverdiene som fremkommer av analysene. De beregnede strandingsmengdene for kystnære boringer har vært langt over mengder som Kystverket har uttalt vil være utfordrende å håndtere i en aksjon.

6.1.5 Relevante vurderinger av miljørisiko for perioden framover

Under omtales åpnede områder hvor det vil foregå aktivitet også fremover, samt uåpnede områder hvor det er gjennomført seismiske undersøkelser og avdekket et ressurspotensial. Ny og oppdatert kunnskap siden forrige faggrunnlag er omtalt.

6.1.5.1 Barentshavet sør

Erfaringer med miljørisiko knyttet til aktiviteter i Barentshavet sør er beskrevet i avsnitt 6.1.4. Miljørisiko i Barentshavet sør fremover vil avhenge av i hvilke områder det tildeles lisenser, og hvilket potensial fremtidige leteaktiviteter vil ha for å berøre sårbare og verdifulle områder, spesielt for sjøfugl, iskant og kystområder. Hvor det gjøres funn som planlegges utbygget, og hvilken miljørisiko som er forbundet med potensielle fremtidige felt vil også ha betydning.

Gjeldende rammer for virksomheten og hvor godt operatørene planlegger for å redusere miljørisiko, vil ha stor betydning for risikonivået for de enkeltaktivitetene som er forbundet med høyest miljørisiko. Der industrien ikke selv planlegger for tilstrekkelig risikoreduksjon kan miljø- og sikkerhetsmyndighetene pålegge ytterligere tiltak.

Størst miljørisiko forventes ved potensielle aktiviteter som kan berøre de områdene og miljøverdiene med høyest sårbarhet for skade ved eventuell oljeeksponering. Dette gjelder kystsonen, iskantsonen,

Bjørnøya, de store hekkekoloniene for sjøfugl, svømmetrekk, høst og vinterområdet for lomvi sørøst i Barentshavet, og generelt områder med høyere tettheter av sjøfugl vinterstid. Av disse områdene er det fremdeles store usikkerheter knyttet til miljørisiko i iskantsonen. Dette som følge av usikkerhet om aktivitet i åpnet areal vil kunne berøre iskanten, både som følge av klimaendringer og samtidig drift av olje og is.

Det er tildelt lisenser øst for Bjørnøya som ligger i områder med sårbare miljøverdier gjennom hele året; funksjonsområdene rundt hekkekoloniene for sjøfugl i vår- og sommerperioden, viktige oppholdsområder for sjøfugl på åpent hav i høst- og vinterperioden, tilknyttet polarfronten og ikke langt fra sørligste utstrekning av iskanten på vårparten. Dersom potensiale for utslipp av olje er tilstede, kan det forventes miljørisiko knyttet til viktige miljøverdier gjennom hele året.

I områdene sentralt i Barentshavet rundt de større funnene (Johan Castberg og Alta/Gotha) forventes det fortsatt høy aktivitet. Her er det funnet olje og utslippsratene er betydelige. Her forventes også høy miljørisiko knyttet til sjøfugl på åpent hav, spesielt for de aktiviteter der influensområdet vil overlappe med svømmetrekk for lomvi om sensommeren og høsten.

Det kan også forventes aktivitet med tilhørende miljørisiko i kystnære områder i Barentshavet. Det er aktive lisenser i oljeprovinsen rundt Goliat både østover og vestover i kystsonen. De fleste av disse lisensene ligger innenfor områdene med boretidsbegrensning i perioden 1. mars til 31. august, noe som bidrar til å redusere miljørisiko i hekkeperioden for sjøfugl og perioden med store mengder fiskeegg og -larver på Tromsøflaket. For lisensene øst for Goliat ligger imidlertid deler av disse utenfor området med boretidsbegrensning. Aktivitet i disse delene av lisensene vil kunne medføre høy miljørisiko og behov for risikoreduserende tiltak primært gjennom å styre aktiviteten utenom perioden med høyest miljørisiko, trolig hekkeperioden for sjøfugl.

Barentshavet har viktige og sårbare miljøverdier gjennom hele året, og aktivitet i havområdet vil være forbundet med risiko for sjøfugl. I mange områder og perioder vil det være vanskelig å redusere miljørisiko tilstrekkelig med beredskapskapstiltak. Mulighetene til å styre aktivitet bort fra periodene med høyest miljørisiko, er et av de tiltakene som vil ha størst konsekvensreduserende effekt.

6.1.5.2 Barentshavet nord

Siden forrige faggrunnlag er det gjennomført seismiske undersøkelser i regi av OD i de østlige delene av Barentshavet nord. Ressursanslaget til OD viser at ressurspotensialet i dette området utgjør om lag 35 prosent av de uoppdagede ressursene, og er dermed den største andelen av totale uoppdagede ressurser på norsk sokkel. Det er noe større forventing til funn av væske i forhold til gass. Det er ikke gjort tilsvarende kartlegging av øvrige deler av Barentshavet nord.

Petroleumsaktivitet i Barentshavet nord har ikke vært omtalt i tidligere forvaltningsplanarbeid, og det ligger ikke inne i vurderinger av framtidsscenarioer. Det har heller ikke kommet informasjon som tilsier at området skal vurderes i kommende forvaltningsplan for Barentshavet. Siden det er gjennomført seismiske undersøkelser og det er avdekket et stort ressurspotensial i området, kan det ikke utelukkes at spørsmålet om aktivitet i dette området vil komme.

Det foreligger ikke noe relevant underlagsmateriale for å vurdere miljørisiko for Barentshavet nord, og det er heller ikke opparbeidet underlag for vurdering av miljørisiko i området i dette faggrunnlaget. Dersom det vurderes aktivitet i dette området, må det gjøres et større arbeid både på å identifisere hva det skal utredes miljørisiko for og i hvilke områder. Videre må det gjøres vurderinger av miljøets sårbarhet for olje, hvorvidt sårbare områder kan påvirkes, og hvilket skadepotensial dette kan innebære. Se for øvrig kapittel 5.9.

6.1.5.3 Nordland VI – Troms II

Områdene fra Nordland VI -Troms II har hatt stor oppmerksomhet siden oppstarten av forvaltningsplanarbeidet. Området har potensiale for olje og gass og er interessant for petroleumsindustrien, samtidig som området har viktige og sårbare miljøverdier og er identifisert som et SVO (se 5.3.4, 5.4.3, 5.11). Kunnskap om miljørisiko forbundet med større uhellsutslipp av olje i disse områdene, er viktig for å forstå mulige problemstillinger som må håndteres, ved eventuell fremtidig petroleumsvirksomhet.

Ressursanslagene for området viser at dette utgjør anslagsvis fem prosent av uoppdagede ressurser på norsk sokkel. Forventningsverdien for funn av olje er

noe større enn for gass (henholdsvis 122 mill Sm^3 o.e. olje og 68 mill Sm^3 o.e. gass). Det er ikke gjort nye anslag av ressurspotensialet siden forrige faggrunnlag.

I Jeløya-plattformen og i Granavolden-plattformen står det at regjeringen ikke vil åpne for petroleumsvirksomhet, eller konsekvensutrede i henhold til petroleumsloven, i havområdene utenfor Lofoten, Vesterålen og Senja i perioden 2017-2021, jf. omtale i kapittel 2.1.1. Det er ikke laget noen nye framtidsscenarioer for aktivitet i området etter oppdateringen av forrige faggrunnlag. Spørsmålet om aktivitet i disse områdene etter 2021 er ikke avgjort.

Uhellsutslipp fra petroleumsaktivitet nord i forvaltningsplanområdet for Norskehavet kan påvirke miljøverdier fra Lofoten og nordover. Det er ikke gjennomført leteboringer i de nordligste blokkene i Norskehavet opp mot Nordland VI siden forrige faggrunnlag, men det er tildelt lisenser i Nordland I, III og V gjennom TFO 2016 og 2017. Det forventes derfor borebeslutning i disse områdene i nær fremtid. En letebrønn i PL 896, som ligger i Nordland III og V er under planlegging, med antatt boretidspunkt i slutten av 2019.

Kunnskapsstatus

Som varslet i forrige forvaltningsplan (Meld. St. 10 (2010–2011)) har OED gjennomført kunnskapsinnhenting om virkninger av petroleumsvirksomhet i uåpnede deler av Nordland IV, V, VI, VII og Troms II. Ifølge stortingsmeldingen skal kunnskapen som er samlet inn kunne brukes som grunnlag for neste oppdatering av forvaltningsplanen. Basert på at det ble gjennomført både oljedriftsberegninger og miljørisikoanalyser (ref. DNV 2012a, DNV 2012b) som er relevant kunnskapsgrunnlag for denne rapporten, er det ikke vurdert som nødvendig å gjennomføre nye oljedriftsberegninger, eller miljørisikoanalyser, ut over det som er gjort i kunnskapsinnhentingen. Ressursmyndighetene har ikke gjort nye vurderinger av utslippspotensiale fra området siden kunnskapsinnhentingen.

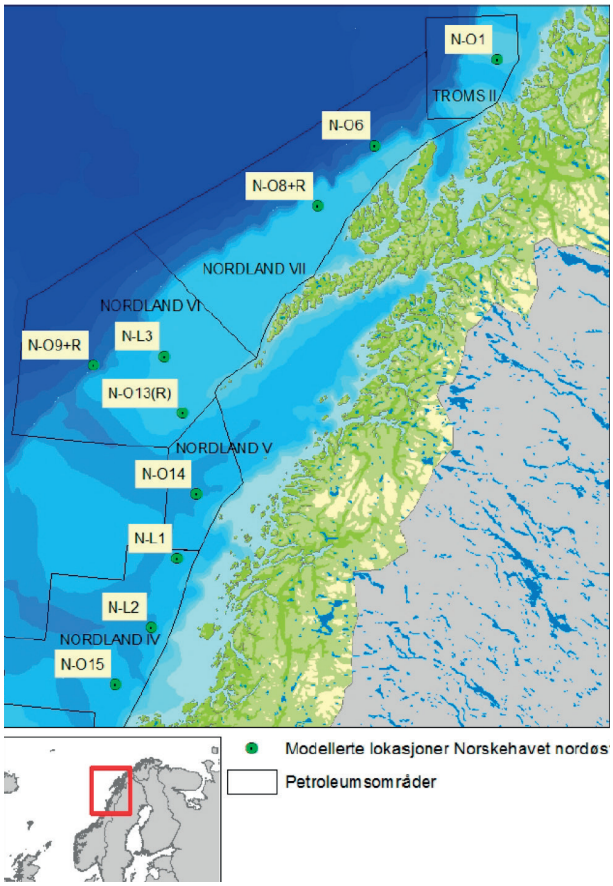
Siden forrige faggrunnlag har det også kommet ny kunnskap om sårbarheten til sjøfugl i området. Videre har industrien presentert resultater fra Symbioses-modellen for mulige miljøkonsekvenser for norsk-arktisk torsk. Dette er kunnskap som har betydning for forståelsen av miljørisiko for disse ressursene. Erfaringer fra Deepwater Horizon har også gitt kunnskap om sedimentering og effekter på bunnhabitater fra uhellsutslipp.

Oljedrift og miljørisiko – Resultater fra kunnskapsinnhentingen

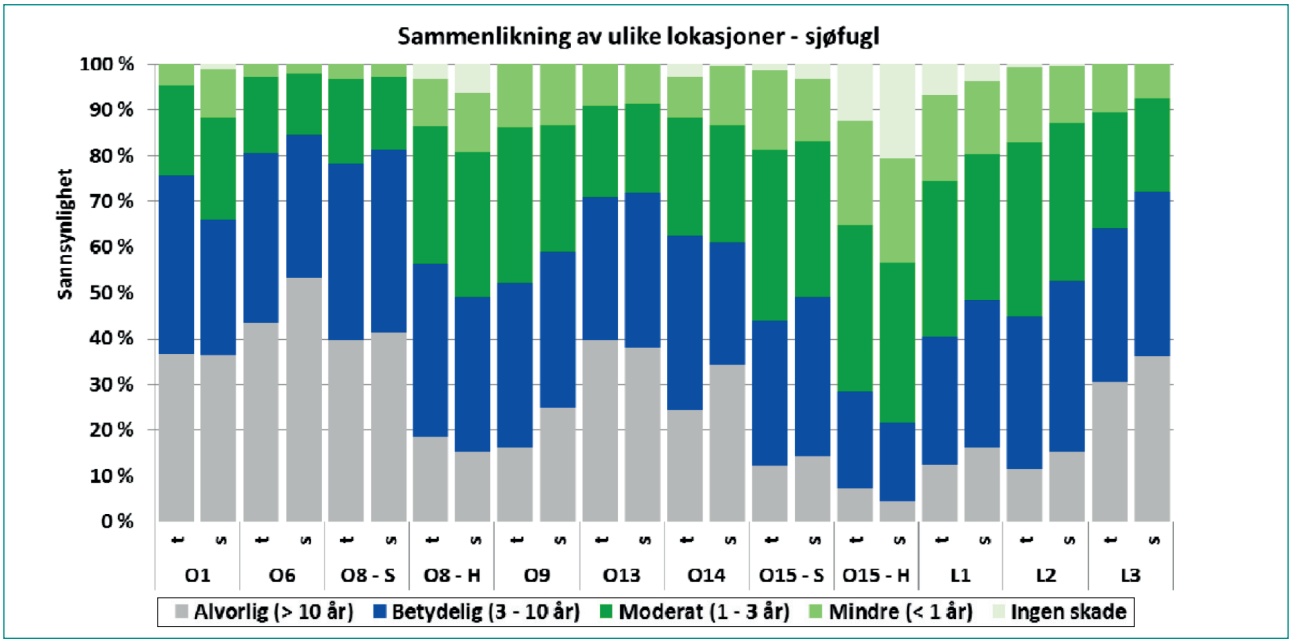
I forbindelse med kunnskapsinnhentingen ble det gjennomført oljedriftberegninger (DNV 2012a) for ti eksempellokasjoner i uåpnede deler av Nordland IV, V, VI, VII og Troms II (se figur 6.5).

Det ble modellert for tre ulike rater (1000, 2000 og 4000 Sm^3/døgn) og tre ulike varigheter (to, 15 og 50 døgn) for overflate og sjøbunnsutblåsning. Sammenlignet med utblåsningsrater beregnet for faktiske aktiviteter i åpnede områder i Norskehavet, er ratene som ble lagt til grunn for utredningen relativt lave (se avsnitt 9.1.2 og figur 9.2).

Området er preget av nordgående strømmer,



Figur 6.5 Lokalisering av utslippspunkter i det nordøstlige Norskehavet. Lokasjon N-O8 og NO15ver modellert både for olje og kondensat. Lokasjon N-O8, N-O9 og N-O13 var inkludert i Risikogruppens arbeid fra 2010 (R) Kilde: DNV 2012a



Figur 6.6 Betinget sannsynlighet for ulik grad av skade (uttrykt ved restitusjonstid) for den måneden med høyest utslag for sjøfugl, gitt en overflate – (t) eller sjøbunns – (s) utblåsning, vektet for alle rate- og varighetskombinasjoner, vist for hver av lokasjonene. - S angir oljetype Svale, - H angir oljetype Huldra Kilde: DNV 2012b

hvor den norske kystrømmen er dominerende og influensområdene etter statistiske oljedriftberegninger bærer preg av dette. Resultatene viser at influensområdene berører store deler av kysten i nord og nordøstlig retning av de enkelte lokasjonene. For de sørligste lokasjonene, Nordland IV, V og VI strekker influensområdene seg inn i Vestfjorden og i noen tilfeller opp til Sørøya. Lokasjonen N-O9 i Nordland VI ligger lengst ut i havet. Influensområdet går ikke inn i Vestfjorden, men strekker seg nesten til Nordkinnhalvøya. For lokasjonene i Nordland VII og Troms II berører influensområdene i østlig retning kysten helt opp til den russiske grensen og mot nord under 100 km fra sørspissen av Spitsbergen (N-O6) (DNV 2012a).

De analyserte punktene viser strandingsmengder mellom 65 – 2301 tonn for 50-persentilen, og mellom 3936 – 18 791 tonn for 95-persentilen. Korteste drivtid lå på mellom 2-15 døgn for 50-persentilen, og 0,7-6 døgn for 95-persentilen (DNV 2012a).

Siden kunnskapsinnhentingen har modellene for oljedriftberegninger blitt videreutviklet, og oppdateringene har i hovedsak medført større oljemengder på sjø og større strandingsmengder.

Miljørisiko

Miljørisikoanalysene i forbindelse med Kunnskapsinnhentingen viste at sjøfugl slo ut høyest av miljøverdiene, med høyt konsekvenspotensial for sjøfugl for alle analyserte lokasjoner. En sammenstilling av resultatene for skade på sjøfugl av ulik alvorlighetsgrad (restitusjonstid) er vist i figur 6.6 som betinget sannsynlighet, det vil si gitt en utblåsning. Resultatene viser middelverdier basert på alle analyserte rater og varigheter.

Høyest skadepotensial er beregnet for lunde i november (lokasjon N-O6), med 54 prosent sannsynlighet for alvorlig skade. Resterende punkter fra Nordland VI til Troms II viser også høye utslag, med mer enn 50 prosent sannsynlighet for betydelig og alvorlig skade (bortsett fra kondensatutslipp i N-O8 som viser rett under 50 prosent).

Sjøfuglbestander spesielt sårbare for økt dødelighet

Nye resultater fra modelleringer gjennomført av NINA, viser at lundebestanden på Røst er spesielt sårbar for akutte bestandsreduksjoner fra for eksempel oljeutslipp (Fauchald mfl. 2019), se også omtale i kapittel 5.4. Lundebestanden på Røst har en negativ bestandsutvikling, det vil si bestanden er i tilbakegang.

Resultatene fra prosjektet viser at ingen av

bestandene i tilbakegang, som er inkludert i analysen, har noen sannsynlighet for å komme tilbake til bestandsstørrelsen de hadde før bestanden kollapset, dersom dagens miljøvariabler for sjøfugl fortsetter. Bestandene av lunde og krykkje er synkende, og økt dødelighet vil kunne øke risikoen for at disse bestandene når et kritisk lavt nivå. NINA har satt halvering av bestanden som kritisk lavt nivå.

En akutt reduksjon av lundebestanden på Røst kan medføre at bestanden raskere når kritisk lavt nivå, selv ved lave til moderate akutte bestandstap. Resultatene fra prosjektet viser at selv uten en akutt bestandsreduksjon vil bestanden i verste tilfelle nå kritisk lavt nivå innen åtte år. En ti prosent akutt bestandsreduksjon kan føre til at bestanden i verste fall når kritisk lavt nivå etter seks år, mens 25 prosent akutt bestandsreduksjon kan i verste fall føre til at bestanden når kritisk lavt nivå innen fire år. Det vil si at dersom en akutt bestandsreduksjon inntreffer, kan tiden til bestanden når kritisk lavt nivå halveres.

Flere bestander i Lofoten-Vesterålen området har vist høy sårbarhet for akutte bestandsreduksjoner. Med ti prosent bestandstap er det modellert restitusjonstider som tilsvarer betydelig og alvorlig miljøskade i MIRA. Dette gjelder krykkje på Røst og Anda, og lunde på Anda med median-verdier på restitusjonstid på henholdsvis åtte, elleve og 17 år. Med 25 prosent bestandsreduksjon havner både krykkje fra Røst og lunde fra Anda langt over terskelen for det som regnes som alvorlig skade i MIRA. Krykkje fra Røst har da en median-restitusjonstid på 40 år, mens lunde fra Anda aldri vil kunne komme seg igjen.

Resultatene fra prosjektet til NINA viser at konsekvensene som følge av ekstra bestandstap kan bli mer alvorlig enn det som fanges opp i selskapenes metoder for beregning av miljørisiko, spesielt for bestander i tilbakegang.

Resultater fra SYMBIOSES for Norsk arktisk torsk

I forrige oppdatering av forvaltningsplanen og i kunnskapsinnhentingen til OED hadde mulige miljø-konsekvenser og miljørisiko for fisk, og da spesielt norsk arktisk torsk, stort fokus. Siden da er modellene for vurdering av skader og konsekvenser for norsk arktisk torsk videreutviklet med SYMBIOSES-prosjektet. Ny kunnskap om fisk sin sårbarhet for påvirkning er også under utvikling gjennom Havforskningsinstituttet sitt Eggtox-prosjekt (se 5.4.1).

Det første modelleringsarbeidet som har brukt SYMBIOSES-modellen ble publisert i en vitenskapelig journal i 2018 (Carroll mfl. 2018). Dette arbeidet har estimert effektene på skreibestanden etter et alvorlig og langvarig oljeutslipp i Lofoten midt i gyteperioden. Resultatene fra simuleringene sier at i et scenario med utslipp av 4500 m^3 per dag i 90 dager gir en reduksjon i overlevelse av yngel på opp til 43 prosent av en årsklasse, og en reduksjon på maksimum 12 prosent av den voksne biomasse. I sum tilsier modellen at dette i en begrenset og forbigående grad vil påvirke rekrutteringen og fiskeriene. Som det også påpekes i artikkelen er SYMBIOSES modellen ennå under utvikling og videre evaluering, og disse første resultatene må behandles med forsiktighet. Det arbeides med å forbedre SYMBIOSES-modellen samt å etablere versjoner for flere andre fiskearter.

Skrei er i dag i meget god forfatning og gytebestanden er på et historisk høyt nivå. Dette medvirker til at skrei har et stort gyteområde og rekrutterer jevnt fra år til år. Tapet av en enkel årsklasse vil derfor ikke ha langvarige effekter. Rekrutteringen av andre fiskearter som Norsk vårgytende sild (NVG-sild) og Nordøst Arktisk hyse rekrutterer derimot mer ujevnt og drives av sterke årsklasser som dominerer bestanden i lengre tid. For eksempel var 2004 den siste sterke årsklasse for NVG-sild og bestanden er nå nedadgående. Det forventes ingen økning i gytebestanden for NVG-sild før en ny sterk årsklasse kommer inn. Fiskebestander som avhenger av sterke årsklasser kan være mer sårbare for forurensning eller andre katastrofale hendelser og konsekvensene kan bli langvarige dersom det som i utgangspunktet skulle være bærende årsklasser rammes.

Resultater fra effektstudier på fisk er viktig input til miljørisikoanalyser. For å gi beste mulige prediksjoner på bestandseffekter er artsspesifikke grenseverdier ønskelig. Tabell 5.2 viser litteraturdata på effektkonsentrasjoner som gir alvorlige skader hos fiskeembryo og larver hos relevante kaldtvannsarter. Dosene varierer mellom 0,4-51 µg total konsentrasjon av PAH per liter (tPAH/L). I et nylig review anbefales det å bruke 0,1 µg tPAH/L som grenseverdi for PAH giftighet på fiskembryo (Hodson 2017).

Sårbar havbunn
Vurderinger av mulige konsekvenser som følge av eventuell sedimentering ved oljeutslipp i området fra Lofoten og nordover, er ikke gjennomført. Konsekvenser for sårbare bunnhabitater som eksempelvis Røstrevet og Trænarevet, andre sårbare bunnhabitater avdekket i MAREANO, bunnlevende fisk og bunngytende fisk er relevante ved eksponering av bunnhabitatene for økte nivåer av oljekomponenter. Dette kan være mer relevant enn tidligere antatt, jf. kapittel 5.1.

Økosystemeffekter
Områdene fra Lofoten og til Troms II har et spesielt stort mangfold av viktige miljøverdier, fra plankton til fisk, fugl og marine pattedyr, som kan skades dersom de eksponeres for olje. Miljørisiko for akutt oljeforurensning analyseres og vurderes i hovedsak for enkeltarter og artsgrupper. Kunnskapen om økosystemeffektene som følge av at flere viktige miljøverdier skades samtidig er imidlertid mangelfull. Det finnes heller ikke modeller som ivaretar dette, men dette er viktige problemstillinger for området. Se for øvrig kapittel 5.10.

6.1.6 Forvaltningspraksis og regulering

Alle aktiviteter som medfører utslipp eller fare for utslipp til ytre miljø trenger tillatelse etter forurensningsloven. Gjennom behandling av operatørenes søknader gjør Miljødirektoratet vurderinger av miljørisiko knyttet til de spesifikke aktivitetene. Som underlag for behandlingen brukes operatørenes miljørisiko- og beredskapsanalyser, rammebetingelser gitt i gjeldende forvaltningsplan for området, vurderinger av ny fagkunnskap samt innspill fra høringsinstanser.

Rammer for petroleumsvirksomhet i forvaltningsplanene skal bidra til å beskytte enkelte særlig sårbare områder mot høy miljørisiko fra letevirksomhet. Dersom enkeltaktiviteter likevel innebærer høy miljørisiko, stiller HMS-forskriftene krav til at operatørene bruker risikoanalysene for å planlegge aktiviteten sin på best mulig måte for å redusere risiko. Operatørenes tiltak for å redusere risiko skal framgå av søknaden. Dette kan være tiltak for å redusere sannsynligheten for at et utslipp inntreffer og hvor stort det blir, det vil si forebyggende tiltak som følges opp av Petroleumstilsynet. Konsekvensreduserende tiltak, som eksempelvis å styre aktivitet i tid, for å unngå perioder med høy risiko, samt beredskapstiltak følges opp av Miljødirektoratet. Miljødirektoratets erfaring er imidlertid at miljørisikoanalysene i varierende grad påvirker planleggingen av aktiviteten. Dette har ofte sammenheng med at risikofylte aktiviteter, som leteboring, har en relativt kort planleggingstid. Risikoanalysene utføres tett opp til planlagt oppstart av aktiviteten og endring av riggplaner og arbeidsprogram på det tidspunktet kan medføre betydelige kostnader. Dessuten er det også andre forhold som har betydning for tidsplanleggingen i Barentshavet, eksempelvis is og mørke.

Dersom Miljødirektoratets vurdering er at miljørisikoen forbundet med en planlagt aktivitet er for stor, kan det stilles vilkår i tillatelsen for å redusere miljørisikoen. Dette kan være ytterligere krav til beredskap eller begrensninger i tillatelsens gyldighet i spesielt sårbare perioder der beredskapstiltak ikke er tilstrekkelig. Samfunnsøkonomiske hensyn kan gjøre at slike krav likevel ikke kan stilles. Dette skyldes primært kostnader knyttet til endring av boreplaner.

6.2 Skipstrafikk

De potensielt største konsekvensene av skipstrafikken på miljø i forvaltningsplanområdet kommer fra akutte hendelser som skipskollisjoner og grunnstøtinger, hvor utslipp av ulike petroleumsprodukter utgjør den største faren. Petroleumsprodukter inkluderer råolje og oljeprodukter som føres som last og bunkersolje (fartøyenes drivstoff). Ved beregning av miljørisiko tas det hensyn til fartøyenes mengde eventuelle petroleumslast og bunkers.

Det er viktig å erkjenne at akutte hendelser og ukontrollerte utslipp på ulike steder og på ulike tidspunkt kan ha fundamentalt forskjellige konsekvenser på miljøet. Små hendelser nær særlig sårbare områder som overvintringsområder, viktige trekklokaliteter for fugl, hekke- og gytelokaliteter og så videre, kan ha store konsekvenser for bestander av sjøfugl og fisk, mens større hendelser på andre steder og/eller tidspunkter kan ha mindre alvorlige konsekvenser. Hvis en sjøfuglbestand allerede har en negativ trend og er utsatt for andre negative påvirkninger kan for enkelte bestander ti prosent bestandstap gi meget alvorlige konsekvenser for hele bestanden, jf. kapittel 5.4.2.

Det er svært vanskelig å simulere effekten av akutte hendelser. Man kan imidlertid si noe om sårbarheten til ulike økosystemer eller økosystemkomponenter til ulike tider på året, og på bakgrunn av det, vurdere tiltak for å ytterligere redusere sannsynligheten for akutte hendelser i denne perioden. For eksempel ved å skjerme området for skipstrafikk eller innføre andre seilingsrestriksjoner.

Det er ikke utført nye miljørisikoanalyser for skipstrafikken siden 2014. Omtale av miljørisiko viser derfor til miljørisikoanalysene fra 2011 for Fastlands-Norge og 2014 for Svalbard og Jan Mayen. Endringene i skipstrafikk og seilingsmønster fra 2013 til 2017 er så brukt for å vurdere om og hvordan skipstrafikken påvirker miljørisikoen. Fordi det ikke foreligger ferske data og analyser, har man i denne rapporten vært tilbakeholden med spesifikke vurderinger av miljørisikoen. Kystverket vil utføre miljørisikoanalyser når nye verktøy er klare (se kapittel 6.2.2).

6.2.1 Vurdering av miljørisiko og –risikoutvikling i planområdet

Sammenligning av skipstrafikk viser at det er registrert en økning i den utseilte distansen for fartøy i norske farvann på elleve prosent fra 2013 til og med 2017. Dersom en tar bort fartøystypen «ukjent fartøystype», som i hovedsak inneholder mindre fartøy som har AIS-transponder type B, hovedsakelig fritidsfartøy og mindre fiskefartøy, så er økningen på syv prosent.

Region Vest har hatt den største økningen (økning på ca. tre mill. registrerte nm, det vil si 26 prosent), etterfulgt av Midt-Norge (18 prosent), Nordland (tolv prosent) og Sørøst (ti prosent). Region Troms og Finnmark (-20 prosent), Svalbard (-24 prosent) og Jan Mayen (-50 prosent) har alle hatt en nedgang i registrert utseilt distanse. Det er fiskefartøy som har hatt størst nedgang i region Troms og Finnmark (ca. 0,9 mill nm).

Trafikkdata viser totalt en nedgang i skipstrafikken for forvaltningsplanområdet (for eksempel fiskeri) fra 2013 til 2017. For enkelte skipstyper (passasjer, stykkgods, gasstankere og råoljetankere) er det en økning i antall seilaser og fraktet mengde gods og risikolast. Dette gjelder spesielt trafikk til og fra Nordvest-Russland. Både risikolasten og bunkersmengden utgjør dermed en økning av utslippspotensialet og den potensielle miljøkonsekvensen. Men denne risikotrafikken fra Nordvest-Russland går i trafikkseparasjonssonene, og sannsynligheten for uhell er lav. KYV sin vurdering er at derfor at trafikken ikke bidrar til en større økning av miljørisikoen.

DNV-GL gjennomførte på vegne av Kystverket en miljørisikoanalyse for Svalbard og Jan Mayen (Kystverket 2014a) basert på hendelsesfrekvenser fra "Analyse av sannsynligheten for akutt oljeutslipp fra skipstrafikk ved Svalbard og Jan Mayen" (Kystverket 2014b). Miljørisikoanalysen er knyttet til potensiell akutt oljeforurensning fra skipstrafikk i havområdene omkring Svalbard og Jan Mayen, og viser at områdene rundt vestsiden av Spitsbergen samt Bjørnøya har høyest risiko for skade på de analyserte miljøressursene. Videre viser analysen at det er sommersesongen som slår høyest ut for alle grupper miljøressurser, sannsynligvis på grunn av at dette er tiden på året med mest skipstrafikk i utredningsområdet og dermed størst sannsynlighet for utslipp av olje fra skip, i tillegg til at mange av miljøverdiene har økt sårbarhet i denne perioden, for eksempel i forbindelse med hekking i viktige sjøfuglkolonier.

For området rundt Svalbard har trafikk med større cruisefartøy inn mot Longyearbyen økt. Flere av disse fartøyene fører tungolje, og medfører dermed en økt miljørisiko for Isfjorden. Vurderingen er basert på trafikkdata samlet også etter miljørisikoanalysen i 2014 (se kapittel 2.2.1).

På vegne av Kystverket utarbeidet DNV i 2011 en rapport om "Miljørisiko ved akutt oljeforurensning fra skipstrafikken langs kysten av Fastlands-Norge for 2008 og prognoser for 2025. Resultatene fra denne analysen viser at miljørisiko vil øke i nord frem mot 2025. Dette ble basert på forventede økninger i sjøtrafikken basert på AIS-data fra 2008 (DNV 2010). Oppdateringen av sjøsikkerhetsanalysen 2017 viste derimot en svak nedgang i samlet utseilt distanse for region Troms og Finnmark, Svalbard og Jan Mayen mellom 2013-2017, selv om enkelte skipstyper har hatt en økning.

Fordeling av utslippsfrekvensen i forvaltningsplan-området over året viser en økning i sommermånedene (se figur 3.12 i kapittel 3.2.2), sammenlignet med resten av året. Dette henger sammen med aktivitets-

nivået i området. Den høyere utslippsfrekvensen sammenfaller med sårbare perioder for flere av sjøfuglartene. Historisk har det vært få utslipp i forvaltningsplanområdet og utslippsmengdene har vært små.

Oljetransportene fra Nordvest-Russland har et stort utslippspotensial, og kan medføre alvorlige utslipp. Denne typen trafikk foregår hele året, og utslipp kan potensielt påvirke både fiskeegg, fiskelarver, marine pattedyr og sjøfugl i sårbare perioder. Sannsynligheten for uhell med oljetankere er blant de laveste for alle skipstypene som trafikkerer området. Tiltakene som er satt inn siden forrige forvaltningsplan (trafikkseparasjonssoner og statlig slepeberedskap) har i tillegg redusert sannsynligheten for uhell med utslipp. Basert på endringer i aktivitet og ulykkesfrekvenser er Kystverkets vurdering at den samlede miljørisikoen for forvaltningsplanområdet ser ut til å være på samme nivå som ved miljørisikoanalysene gjennomført i 2011 (for fastlandskysten) og i 2014 (Svalbard og Jan Mayen). Det har ikke vært gjennomført nye miljørisikoanalyser for havområdet siden 2011 og 2014, men det ble gjennomført en sannsynlighetsanalyse som viste små endringer i sannsynlighet for skipsuhell, sammenlignet med tilsvarende analyse i 2014. Analysene ble gjort med trafikkdata fra henholdsvis 2017 og 2013.

Kystverket vil i de kommende årene ved hjelp av nye verktøy for beregning av utslippsrisiko og miljørisiko knyttet til skipstrafikk se på miljørisikonivåene og beredskapsplanene for alle norske havområder. Kystverket vil på den måten håndtere sine forpliktelser om å dimensjonere beredskap mot akutt forurensning fra skipsfarten i henhold til gjeldene miljørisiko.

Det er usikkerheter knyttet til mulige miljøkonsekvenser ved utslipp av nye drivstofftyper, jf. avsnitt 2.2.1. Så langt har man lite kunnskap om disse drivstofftypenes spredning etter utslipp til sjø og det er også forskjeller i kjemisk sammensetning som har betydning for produktenes giftighet i marint miljø.

6.2.2 Verktøy for analyse av miljørisiko

Hendelsesstatistikk og trafikkdata brukes for å beskrive sannsynlighet for ulykker (ulykkesrisiko) i ulike delområder. Den gjeldende metodikken for beregning av uhellssannsynlighet har vært direkte koblet med utseilt distanse. Vurdering av data fra Kystverkets og Sjøfartsdirektoratets uhellsstatistikk tyder på at det ikke er et en til enforhold mellom utvikling i skipstrafikk og antall uhell. Det har derfor i noen år vært jobbet med ny metodikk og verktøy for å beregne sannsynlighet for uhell og miljørisiko. Metodikken og de nye verktøyene er ikke klare for bruk, og denne vurderingen av måloppnåelsen bruker derfor gammel metodikk. Det har på grunn av forventningene til ny metodikk og verktøy ikke vært gjennomført miljørisikoanalyser som følge av skipstrafikk de seneste årene. Kystverket vil de kommende årene ta i bruk ny metodikk og verktøy for beregning av både sannsynlighet for uhell og miljørisiko.

Kystverket har iverksatt to prosjekter som skal forenkle og effektivisere arbeidet med miljørisikoanalyser, Risikoberegningsprosjektet (AISyRisk) og Miljørisikoprosjektet (EnviRisk). Prosjektene vil ved ferdigstilling ha utviklet et helhetlig verktøy for risikoanalyser knyttet til skipstrafikken.

- AISyRisk vil når systemet er i drift gjøre automatiserte beregninger av risiko for oljeutslipp som følge av skipsuhell. Det vil si at konsekvensleddet inkluderer utslippsmengder og oljetyper.
- For miljørisiko vil det bli en automatisert beregning av miljørisiko. Dette systemet vil bruke risikoverdiene fra AISyRisk, oljedriftsmodelleringer og verdier for miljøsårbarhet til å beregne en miljørisikoverdi.

For begge prosjektene gjelder at:

- det er tatt utgangspunkt i eksisterende metodikk
- det er gjort endringer for å tilrettelegge for en digital og automatisert prosess
- det er beregninger på ti x ti km grid med samme kartprojeksjon som andre etater bruker til analyse (noen steder med høyere oppløsning, en x en km grid)
- analyseresultatene kan være både detaljerte og aggregeres til større områder og havområder
- vær-, vind- og strømforhold tas med i beregningene og modelleringene

Prosjektene og det ferdige systemet vil gi flere effekter for både forvaltning og forskning. Gjennom bruk og deling av verktøy og resultater skal man oppnå.

- Bedre og mer miljørisikotilpasset beredskap.
- Mer effektiv forvaltning. I dette tilfellet for oljevernberedskapen, men prinsippene og verktøyene kan brukes på flere fagområder.

- Bedre oversikt over miljørisikoen for kyst- og havområdene fordi det vil beregnes miljørisiko for alle havområdene, og ikke arbeides scenariobasert som har vært vanlig tidligere.
- Større innsikt i temaet miljørisiko hos flere fagetater, forskningsmiljøene og befolkningen generelt, og etter hvert enda bedre analyser og tiltak. Metoder, prosesser, grunnlagsdata og resultater vil så langt det er mulig gjøres åpent tilgjengelig, slik at forskning, miljøorganisasjoner og konsulenter kan kritisere det som er gjort og foreslå bedre løsninger.
- Bedre planprosesser og mer nøyaktige investeringsplaner. Tettere kobling mot NTP for sannsynlighetsreduserende tiltak. Risiko på alle områder knyttet til skipsfart kan inkluderes.
  - Også steder det ikke har vært uhell, men "bare" nestenulykker kan også håndteres for å se på om tiltak bør settes inn.
- Tiltak som reduserer sannsynligheten for uhell med akutte utslipp kan i større grad prioriteres med tanke på miljørisiko og planlegges med tilstrekkelig tidshorisont.
- Investeringer i konsekvensreduserende tiltak kan også i større grad tilpasses utviklingen i miljørisikoen enn tidligere.
- Bedre verktøy for å evaluere effekten av tiltakene. Det blir mulig å sjekke mot status før tiltak, og det vil måles på samme måte før og etter tiltak.
- Verktøyene og effektene vil være nyttig for alle norske kyst- og havområder, både i og utenfor Arktis.

AISyRisk forventes klart til bruk i løpet av første halvår 2019. Da vil data fra skipstrafikk, vær, strøm og bølger fra foregående år være prosessert, og det vil være mulig å se eventuelle endringer i utslippsrisiko over de tre – fire siste årene (2015 – 2018) og løpende fremover.

EnviRisk vil i løpet av siste halvår 2019 kunne vise verdier fra de første miljørisikoberegningene. Miljørisikoverdiene vil prosesseres for samme periode som utslippsrisiko (AISyRisk).

For å kunne si noe om den mulige utviklingen av miljørisiko et stykke frem i tid må det utvikles et nytt system for prognoser for skipsfarten. Prognosene Kystverket bruker i dag er tilrettelagt for arbeid med infrastruktur (i arbeidet med Nasjonal transportplan). Disse prognosene har for lav oppløsning, både geografisk og med tanke på tid. Arbeidet med å lage denne typen prognoser er på skissestadiet. Mange av kravene til prognosesystemet er avdekt, men utviklingen har ikke startet. Utviklingsarbeidet vil starte sent i 2019 eller i 2020.

6.3 Radioaktivitet

Selv om risikoen for uhellsutslipp er svært lav, så har det skjedd alvorlige ulykker som man regnet som svært lite sannsynlig, for eksempel Fukushimaulykken i Japan og Tsjernobyl-ulykken i nåværende Ukraina. Slike utslipp kan få svært alvorlige konsekvenser i nærliggende områder. I tillegg kan radioaktiv forurensing transporteres over store avstander og gi konsekvenser i et svært stort geografisk område over mange år. Fordi vi har et relativt godt overblikk over potensielle kilder til radioaktiv forurensing i våre nærområder har det de senere år blitt gjennomført flere undersøkelser og spesifikke miljørisikovurderinger på uhell med noen av disse kildene (se for eksempel Statens strålevern 2015a; 2015b; 2016; 2017b; 2017d; AMAP 2016; Gwynn mfl. 2018; JNREG 2018).

Spredning av radioaktiv forurensing kan skje via luft- og/eller havstrømmer. Kort tid etter en atomhendelse kan organismer eksponeres for direkte stråling fra en eller flere strålekilder eller avsatte partikler/fragmenter, eller ved inntak i organismen. Lengre tid etter en atomhendelse vil eksponering først og fremst skyldes opptak av radioaktive stoffer i organismer og næringskjeder. Ved utslipp i vann vil direkte stråling være av liten betydning som følge av effektiv skjerming fra sjøvannet. I tillegg vil løste eller suspenderte radioaktive stoffer fortynnes i vannmassene, men vil også medføre at radioaktivt materiale kan spres over et svært stort område, slik at det først og fremst er langtidseffekter som følge av opptak og eventuell oppkonsentrasjon av radioaktive stoffer i organismer og næringskjeder som er aktuelt (Statens strålevern 2008a). Ved utslipp til hav via luft vil radioaktivt materiale kunne deponeres på havoverflaten og føre til eksponering av organismer i de høyere vannlag, men fortynnes og forventes å gi lav eksponering for bunnlevende organismer.

De russiske reaktordrevne isbryterne har hjemmehavn i Murmansk ved Barentshavet. Her isbryteren «50 Let Pobedy» som assisterer et lasteskip. Illustrasjonsfoto; Rosatomflot

Sivile og militære reaktordrevne fartøy

Det er økt trafikk med reaktordrevne fartøyer i Barentshavet. Ved normal drift vil ikke tilstedeværelsen av disse føre til forhøyde nivåer av radioaktive stoffer i planområdet. Samtidig er oppbygning og innhold av reaktorbrensel i de militære reaktordrevne ubåtene klassifisert informasjon, og det er derfor vanskelig å gjennomføre gode risikovurderinger av disse (Reistad mfl. 2012). Risikovurderinger av slike fartøy er derfor beheftet med større usikkerhet sammenlignet med risikovurderinger hvor flere faktorer er kjent. Med en del antakelser er det gjennomført en risikovurdering av et ulykkescenario med en moderne russisk reaktordrevet ubåt i Barentshavet (Statens strålevern 2011). Om det skulle skje en ulykke viser modelleringen at forventet nivå av noen radionuklider rett etter ulykken kan overskride internasjonalt grenseverdier. Dermed vil også en slik ulykke kunne få økonomisk konsekvenser for fiskerier og det kan være aktuelt å iverksette tiltak som restriksjoner for fiskerier, utvidet overvåkning av forurensning i miljøet og av doser til mennesker og marine organismer (Statens strålevern 2011).

Sunkne atomdrevne ubåter og dumpet atomavfall

For de sunkne atomdrevne ubåtene som finnes i Barentshavet i dag har vi noe kunnskap om sammensetningen av kjernebrenselet og andre radioaktive kilder i vrakene. I starten av 1990-tallet ble det målt lekkasje fra den sunkne atomdrevne ubåten «Komsomolets», men dette er ikke påvist igjen i senere år (Gwynn mfl. 2018). Heldal og medarbeidere (2013) rapporterte at det modellerte utslippet av radioaktivt cesium (Cs-137) fra de sunkne atomdrevne ubåtene «Komsomolets» og «K-159» ikke ville føre til nivåer i fisk høyere enn den nasjonale tiltaksgrensen på 600 Bq/kg. Samtidig viste de at et pulsutslipp av all Cs-137 fra «K-159» ville gi en 100-ganger økning av aktivitetskonsentrasjonen av Cs-137 i fisk sammenlignet med dagens nivå.

I et nytt studie av konsekvensene av et mulig utslipp fra reaktorene i «K-159» blir det konkludert med at det er et potensial for at nivåene av radionuklider kan bli høyere enn grenseverdiene for mange forskjellige sjømattyper i en tid etter at utslippet har oppstått (Statens strålevern 2017b). I en tilsvarende studie

av mulige konsekvenser av utslipp fra «K-27» i Stepovogofjorden, enten der eller hvis ubåten blir hevet og et utslipp forekommer under transport i Barentshavet, har vist at nivåene av Cs-137 i marine organismer i Barentshavet vil øke, men ikke overskride grenseverdien (Statens strålevern 2016).

Sjøtransport av radioaktivt materiale
Modellering av et ulykkescenario hvor et transportskip med kjernebrensel forliser langs norskekysten indikerer at forventede nivåer av noen radionuklider lokalt kan overskride internasjonalt grenseverdier (Statens strålevern 2007). En slik ulykke vil derfor kunne få negative konsekvenser for miljøet så vel som økonomien til næringene.

Mulig langtransportert radioaktiv forurensing
Utilsiktede utslipp fra gjenvinningsanlegg eller andre nukleære installasjoner i Europa, kan føres til Barentshavet og Lofoten med havstrømmer. Slike utslipp vil imidlertid fortynnes betydelig før de når disse områdene (Statens strålevern 2015b).
Selv om det er usikkert om aktivitetskonsentrasjonene av radionuklider i fisk og andre marine organismer vil komme over de grenseverdier som er fastsatt av myndighetene, vil frykten for radioaktiv forurensing være nok til å kunne gi alvorlige økonomiske konsekvenser for den norske sjømatindustrien. Dermed vil hendelser med radioaktive kilder i våre havområder kunne føre til behov for utvidet overvåkning av miljøet. Dokumentasjon på at norsk fisk og annen sjømat er fanget eller produsert i et rent hav er svært viktig både for det norske og utenlandske markedet.

7. Konsekvens-reduserende tiltak

Hendelser med akutt forurensning kan inntreffe til tross for ulykkesforebyggende tiltak som beskrevet i kapittel 4. Da er det viktig å være godt forberedt både på hvilke hendelser som kan inntreffe og hvilke konsekvensreduserende tiltak som effektivt kan settes inn. Oppmerksomheten har vært, og er fortsatt, rettet mot større utslipp av olje fra skipsuhell og utblåsninger fra petroleumsvirksomheten.

Den totale nasjonale beredskapen mot akutt oljeforurensning er godt samordnet og med betydelig samarbeid mellom den statlige, kommunale og private beredskapen. Status for beredskapen mot akutt oljeforurensning i planområdet er nærmere beskrevet under. Beredskapstiltak mot andre akutte utslipp, herunder utslipp av kjemikalier og radioaktive stoffer, er

ANSVAR FOR BEREDSKAP MOT AKUTT FORURENSNING

Privat beredskap
Den som driver virksomhet som kan medføre akutt forurensning skal sørge for en nødvendig beredskap for å hindre, oppdage, stanse, fjerne og begrense virkningen av forurensningen.

Kommunal beredskap
Kommunene skal etter forurensningsloven § 43 sørge for nødvendig beredskap mot mindre tilfeller av akutt forurensning som forårsakes av normal virksomhet innen kommunen. Kommunens aksjonsplikt omhandler alle utslipp i kommunen, uansett omfang og som ikke håndteres av ansvarlig forurenser. Alle landets kommuner deltar i interkommunalt samarbeid gjennom interkommunale utvalg mot akutt forurensning (IUA).

Statlig beredskap
Kystverket skal sørge for beredskap mot større tilfeller av akutt forurensning som ikke er dekket av privat eller kommunal beredskap

ikke like tilgjengelige og utslipp i marint miljø vil være vanskelig å bekjempe eller samle opp.

Spesielle utfordringer for beredskapen i nordområdene, knyttet til blant annet kulde, mørke og lange avstander, er påpekt i flere sammenhenger. I tillegg til å understreke behovet for videreutvikling, antyder dette også at andre konsekvensreduserende tiltak enn beredskap kan være nødvendig i tilfeller der konsekvensene av akutt forurensning kan bli store (se kapittel 7.2). Kjemikalieberedskap og atomberedskap er omtalt henholdsvis i kapittel 7.3 og 7.4.

7.1 Beredskap mot akutt oljeforurensning

Miljødirektoratet stiller krav til kommuner og private virksomheters beredskap mot akutt forurensning, og kontrollerer at kravene overholdes. Kystverket har ansvar for drift og utvikling av statens beredskap mot akutt forurensning, og har det operasjonelle ansvaret ved aksjoner som ikke er dekket av kommunal eller privat beredskap. Kystverket har videre ansvar for å koordinere statlig, kommunal og privat beredskap i et nasjonalt beredskapssystem. Kystverkets forurensningsmyndighet innebærer ansvar og myndighet til å fatte vedtak, føre tilsyn og til å gjennomføre tiltak under en aksjon mot akutt forurensning.

Norsk beredskap mot akutt forurensning består av mange forskjellige virkemidler som skal minimere miljøskade ved en akutt forurensning. For å tilrettelegge for en beredskap som effektivt kan hindre og begrense miljøskade, er både utstyr, organisering, kompetanse og god situasjonsforståelse viktig. Videre er trening og øvelser avgjørende for å kunne gjøre best mulig nytte av ressursene.

Norsk regelverk likestiller mekaniske tiltak og bruk av dispergeringsmidler. Mekaniske metoder dominerer fortsatt, men dispergeringsmidler skal benyttes der det vurderes til å gi de beste resultatene for miljøet, jf. dispergeringsforskriften. Dispergering er i økende grad tatt inn i operatørenes beredskapsplaner og petroleumsvirksomheten har gjennom Norsk oljevernforening for operatørselskaper (NOFO) hatt en begrenset, men økende dispergeringsberedskap siden tidlig på 2000-tallet. Kystverket utarbeidet i 2014 en rapport som anbefaler etablering av statlig dispergeringsberedskap.

Å håndtere og lede en aksjon mot akutt forurensning er et komplekst samspill av strategiske, taktiske og praktiske vurderinger og handlinger. En aksjon påvirkes av faktorer som eksempelvis vær, lysforhold, topografi, geografi, infrastruktur, naturverdier og de forurensede områdenes tilgjengelighet.

I tillegg til nasjonale systemer og nasjonale beredskapsressurser har Norge, gjennom Kystverket, beredskapsavtaler om gjensidig varsling og bistand med flere naboland.

- Københavnavtalen
- Norge-Russland-avtalen
- Agreement on Cooperation on Marine Oil Pollution Preparedness and Response in the Arctic.

Videre har petroleumsvirksomheten tilgang til beredskapsressurser internasjonalt gjennom egne avtaler.

7.1.1 Status for beredskapsressurser i forvaltningsplanområdet

7.1.1.1 Oppgradering av statlig (og kommunal) beredskap

Kystverket har beredskapsressurser som kan mobiliseres, blant annet følgende:

- 16 statlige oljeverndepoter med totalt 170 deltids-engasjerte personer fordelt på 16 depotstyrker
- statlig oljevernutstyr ved 29 interkommunale depoter (IUA-depoter)
- seks oljevernfartøy og en rekke mindre fartøy
- ti kystvaktfartøy med oljevernutstyr ombord, fra 2020 totalt tolv fartøy med oljevernutstyr ombord, herunder seks fartøy som inngår i statlig slepeberedskap
- fire slepefartøy i nasjonal slepebåt-beredskap (utgår fra 2020)
- 35 fartøy i kystnær oljevernberedskap
- 17 losbåt- og redningsskøytestasjoner med utstyr til hurtig innringning av havarist
- ett spesialutrustet overvåkingsfly + ett reservefly

Multifunksjonsfartøyene OV Utvær, OV Skomvær og OV Bøkfjord er utrustet med moderne oljevernutstyr

Tabell 7.1 Status for tiltaksplan etter Kystverkets Beredskapsanalyse for Fastlands-Norge 2011

Tiltak		Merknad
1	nye multi-funksjons¬fartøy	Fire multifunksjonsfartøyer er levert Kystverket og det er utløst opsjon på ett til.
2	oljevernutstyr på statlige slepe-båter (frem til 2020)	Samtlige fire slepebåter som inngår i den statlige slepebåtberedskapen er tilført oljevernutstyr av typen høyhastighetslense med integrert opptaker. Fartøyene har også natt- og fjernmålingskapasiteter (SAR), oljedeteksjon og oljebekjempning, det vil si radarbaserte og IR baserte deteksjonssystem.
3	hurtig innringning	Kystverket har inngått avtale med Redningsselskapet og losbåter for å ivareta hurtig innringingsberedskap i løpet av seks timer på fastlandet på til sammen 17 lokasjoner. Utstyret består av 200 meter med fast lense (ø350) pakket i en slepepose (boom bag) på bilhenger for hurtig respons. Boom bag er også lagret på Svalbard.
4	fartøy med oljevern¬sertifikat	Tre fartøy tilknyttet Svalbard ble oljevernsertifisert i 2016.
5	strandrenseutstyr	Tre 20 fots containere er utrustet med bekledning og verneutstyr for 300 personer. Bekledningscontainerne er lagret i Horten, Bergen og Tromsø depot. Det er også anskaffet en arbeidsbåt ved Horten depot, samt 16 stk. autonome høytrykksspylere med varmtvanns- og dampfunksjon.
6	akuttfase strand	Kystverket har utrustet totalt 64 stk. 10 fots containere med akutt¬fase strand materiell. Hver beredskapspakke består av fire 10 fots containere med tilpasset materiell for rask og riktig respons for primært å hindre remobilisering ved strandpåslag. Det er utplassert 16 like beredskapspakker lagret ved hvert statlige beredskapsdepot.
7	høyhastighets-lenser	Samtlige fem Indre Kystvaktfartøy har fått erstattet sin konvensjonelle lense med et høyhastighetslensesystem med integrert pumpesystem.
8	økning depot-mannskaper	Tiltaket er ikke iverksatt. Kystverket har levert anbefalinger for en helhetlig depotstruktur. En økning av antall aksjonsdager fra 10 til 20 er anbefalt foran økning av antall depotstyrker.
9	kompetanseheving	Vi følger læreplan for akutt forurensning og utvikler et E-lærings system.
10	beslutningsstøtte-verktøy	Tiltaket er en kontinuerlig prosess for å sikre god og tilstrekkelig kvalitet på beslutningsstøtteverktøyene som Kystverket bruker i forbindelse med vakt og aksjoner. Utviklingen av nye systemer, og justering av eksisterende systemer, avhenger av flere igangsatte prosesser.
11	oljedeteksjons-utstyr	Det er montert oljedeteksjonsutstyr på alle Kystverkets multifunksjons-fartøyer og alle kystvaktfartøyer. Droner med IR- og HD kamera til 5 indre Kystvaktsfartøy blir levert i 2019.
12	statlig dispergerings-beredskap	Rapport levert i 2014 og 2017. Det er foreslått at Staten bygger opp dispergerings-beredskap.
13	olje i is pakker	Delvis gjennomført. 3 stk. isforsterkede oljelensesystemer er levert og vinterisert oljeopptaker leveres i 2019.
14	støtteordning IUA	Søknader behandles fortløpende.
15	styrking kommuner/ IUA	Kystverket har anskaffet oljeopptakere, oljepumper og oljelenser til 29 IUA depoter.
16	mellomdepoter	Mellomdepotene er avviklet, og deler av utstyret er overført til IUA depoter.

og fjernmålingsutstyr for deteksjon av olje i mørke og dårlig sikt. Totalt er seks av Kystverkets fartøy utrustet med oljevernutstyr. I tillegg har Kystverket utrustet MV Polarsyssel med oljevernutstyr. Tabell 7.1 oppsummerer statusen for revidert handlingsplan for gjennomføring av de 16 tiltakene foreslått i Kystverkets Beredskapsanalyse for fastlands Norge 2011.

Investeringer knyttet til Beredskapsanalysen anses som sluttført fra og med 2017, og investeringer i beredskapsressurser knyttes opp mot ordinært investeringsbudsjett.

Handlingsplan til Beredskapsanalysen for Svalbard og Jan Mayen

Tabell 7.2 oppsummerer status i hovedpunktene fra handlingsplanen til Beredskapsanalysen for Svalbard og Jan Mayen (2017).

Tabell 7.2 Status for hovedpunktene fra handlingsplanen til Beredskapsanalysen for Svalbard og Jan Mayen (2017)

Tiltak		Merknad
1	overvåking av skipstrafikken i området	Arbeidet med å bedre AIS-dekningen i området pågår. Se forøvrig kapittel 4.2.5 om MBR og AIS-installasjon på Svalbard. Systematisk analyse av skipstrafikken i området er ikke gjennomført. Dette er viktig blant annet for å vurdere andre typer scenarioer.
2	øke kunnskapen om drivstofftypene som er mest benyttet av skipene som trafikkerer i området	Pågående. Man har sjekket brennbarhet, dispergbarhet, spredning med mer på både bunkersoljer, lette destillater, ULFSO, med videre i samarbeid med Sintef og i forbindelse med Olje på vann (OPV) 2018. Test av drone med utstyr for å antenne olje på vann (ULFSO olje og Oseberg råolje) var vellykket under OPV-øvelsen i 2018. Vi vet ikke hvilke drivstofftyper russiske fartøy i vårt ansvarsområde har ombord.
3	øke kunnskapen om metoder for opptak/bekjempning av utslipp av de mest benyttede drivstofftypene	Pågående. Se kapittel 7.1.3 for «Oljevern 2015», 7.1.4 dispergering og brenning samt kapittel 8.4 kunnskaps- og utviklingsbehov. Sentralt i dette vil være å utnytte fasilitetene ved nasjonalt senter for testing av oljevernutstyr, samt å få etablert et testsenter hvor ulike metoder for strandrensing, herunder brenning på strand, kan prøves ut. Etablering av felttestsenter for kaldt klima i fjerntliggende områder (Svea) blir ikke gjennomført, men bør erstattes av tilsvarende prosjekter i tilknytning til nasjonalt senter for testing av oljevernutstyr i Horten og/eller ved Senter for oljevern og marint miljø i Lofoten. OPV vil fortsatt være en viktig arena for verifisering av ulike metoder.
4	styrke beredskapsressursene i området	Se kapitler for nødlosseberedskap, dispergering, fartøyer (Kystverket, statlige slepebåter, Polarsyssel, Kystvakten) herunder det som står i tabellen for gjennomførte tiltak etter beredskapsanalysen av 2011. For Svalbardområdet gjenstår det å få på plass ytterligere fartøy i kystnær beredskap med beredskapsavtale, samt formalisere en beredskap på hurtig respons. Det er også et pågående arbeid omkring nytt/utvidet depot med aksjonslokaler på Svalbard.
5	endre/forbedre metodene for strandrensing og avfallsbehandling	Henger tett sammen med etablering av felttestsenter for kalde forhold.
6	forbedring av metodene for overvåking og kommunikasjon.	Se 4.2.5 om MBR og AIS basestasjoner. Utbygging av mobilnettet på øygruppen (Telenor) er lansert som en opsjon. MBR er montert på Polarsyssel, Kystvaktens fartøy med oljevernutstyr, samt statlige slepebåter og Kystverkets multifunksjonsfartøyer.
7	forventningsavklaring med Sysselmannen og Longyearbyen lokalstyre	Pågående. Nåværende avtaler med sysselmannen om - vakt og beredskapsordning (bør gjelde ved øvelser/trening utenfor øygruppen) - samordning av tiltak ved oljevernaksjoner på Svalbard bør revideres. Arbeidet er påbegynt og overordnet, generell avtale er etablert.
8	kompetanse og opplæring	Vintertrening for depotstyrkene i teknikk og taktikk under vinterforhold bør videreføres med ny kunnskap. Det anbefales å etablere en egen arbeidsgruppe som kan behandle tiltakene helhetlig. Se også punkt 3 i denne tabell. Man bør i denne sammenheng vurdere revidering av Kystverkets læreplan.
9	oppfølgingspunkter fra øvelse Svalbard	Formalisere logistikksamarbeid med forsvaret, avklaringer mot Sysselmannen/ Miljødirektoratet. Se punkt 7 i denne tabellen.

Maritim Bredbånds Radio (MBR) og AIS-installasjon på Svalbard

MBR gir fartøy/enheter som har denne installert anledning til å dele/motta data fra MBR nettverket på Svalbard. Etableringen av MBR øker evnen til å samordne ressurser, samt etablering av felles situasjonsbilde og situasjonsforståelse.

Kystvakt

Kystvakten har i dette forvaltningsplanområdet tre havgående fartøy, ytre kystvaktklassen, permanent utstyrt med betydelig oljevernkapasiteter om bord inkludert god og tilpasset tankkapasitet, med oppvarming, for oljeoppsamling. Hver av fartøyene har en total lagringskapasitet i disse tankene, på ca. 1000-1100 m^3. Denne kapasiteten er svært viktig, spesielt i nordområdene, der få andre tankkapasiteter for lagring av oppsamlet olje og for lagring av eventuelt nødlosset

olje fra havarist er tilgjengelig. (se om nødlossing nedenfor).

I tillegg disponerer Kystvakten fartøyet KV Svalbard, som i stor grad opererer i nord. KV Svalbard er, i tillegg klassifisert for å gå i is, men har begrenset kapasitet for oljeoppsamling-/¬nødlossing (2x25 m^3 løse sekker/oil bag). KV Svalbard er utstyrt med 600 m isforsterket lense, spesielt egnet til innringing av havarist og til lede- og skjermetiltak.

Samtlige 4 fartøy er utstyrt med gode natt- og fjernmålingskapasiteter relatert til SAR, oljedeteksjon og oljebekjempning, det vil si både radar- og IR baserte deteksjonssystemer.

Fra 2020 vil Kystvakten tilføres to nye fartøy som skal inngå i den statlige slepeberedskapen. Kostnader til leie og drift av disse fartøyene vil finansieres over Samferdselsdepartementets budsjett.

Kystvakten har per i dag tre havgående fartøy i Nordkappklassen; KV Andenes, KV Nordkapp og KV Senja. Disse fartøyene opererer i betydelig grad i nordområdene, men er ikke utstyrt med oljevernkapasiteter eller spesielt tilpasset nødslepekapasitet. Dette skyldes i hovedsak manglende oljeoppsamlingstanker med oppvarming. Det er startet et nybyggingsprogram for å erstatte dagens nordkappklasse med tre nye fartøy. Disse er planlagt å sette i drift fra 2021, og vil øke oljevernberedskapen i nord betydelig. De nye fartøyene er, i samarbeid med Kystverket, spesifisert med tankkapasitet for oljeoppsamling (ORO tanker), og Kystverket vil utstyre fartøyene med betydelig kapasiteter for oljevernbekjempning på åpen sjø og inn mot mer isfylte farvann. Fartøyene vil også utstyres med gode natt- og fjernmålingskapasiteter, samt permanent helikopterkapasitet som vil gi et ytterligere bidrag også innen sjøsikkerhet og oljevern.

Polarsyssel

Sysselmannen leier inn fartøyet Polarsyssel ni måneder i året. Polarsyssel og Sysselmannens to Super Puma helikopter er sentrale beredskapsressurser i området Svalbard-Bjørnøya både innen SAR, sjøsikkerhet og oljevern. Beregninger viser at Sysselmannens helikoptere kan fly 106 – 160 nm totalt med 2500 kg underhengende last (for eksempel utstyr til dispergering, strandaksjoner i avsides-liggende områder og frakt av oppsamlet olje forurenset masse).

Polarsyssel ble i 2016 utstyrt med havgående høyhastighetslensesystem med integrert opptaker, og har i tillegg adhesjonsopptaker og to andre mellomstore lenser. Fartøyet har ORO tank kapasitet på hele 1500 m^3 og helikopterdekk. Fartøyet har natt- og fjernmålingskapasiteter relatert til SAR, oljedeteksjon og -bekjempning og MBR er installert ombord. Kystverket er i gang med å anskaffe en vinterisert sekundær oljeopptaker til fartøyet som skal bli operativ i løpet av 2019.

Nødhavner – status i Nordland, Troms og Finnmark og på Svalbard

Formålet med å ta et skip til nødhavn er å forhindre eller begrense omfanget av akutt forurensning og andre negative konsekvenser som følge av uønskede hendelser hvor fartøy er involvert. Arbeidet med evaluering og utvelgelse av nødhavnlokaliteter langs norske¬kysten, ble i hovedsak gjennomført i årene 2006-2014 og har resultert i et sett med lokaliteter som er etablert i Kystverkets beredskapsplanverk. Retningslinjene fra IMO og krav fra EU er fulgt når det gjelder utvelgelse og vurdering av nødhavnene langs kysten av Fastlands-Norge. For Svalbard, er retningslinjene kun delvis lagt til grunn. Da de naturgitte forholdene på Svalbard gjør det vanskelig å i det hele tatt finne brukbare nødhavnlokaliteter, ble det ikke ansett som hensiktsmessig å utføre konfliktanalyser i henhold til retningslinjene. I praksis er mulighetene til å velge mellom lokaliteter i nærheten av hverandre svært begrenset, og miljøet på Svalbard er generelt sårbart og verdifullt. Her har det vært mer viktig å beskrive de lokalitetene som ut fra nautiske og beredskapsmessige forhold er egnet som nødhavn, som grunnlag for å kunne ta hensyn til viktige miljøverdier i nærheten og andre forhold av betydning i vurderingen av eventuell bruk av en nødhavnlokalitet ved et reelt ulykkestilfelle.

Forhåndsevaluerte nødhavnlokaliteter er avmerket i Kystverkets kartløsning. I henhold til anbefaling i veiledningen for vurdering av lokalitetene, bør ikke av-standen mellom disse overstige 20 nautiske mil. Denne anbefalingen er forsøkt overholdt langs hele kysten, med unntak av Svalbard. På grunn av mangelen på kartlegging nord og øst på Svalbard, mangler forhånds-evaluerte nødhavnlokaliteter i deler av disse områdene.

Dette synliggjør behovet for både bedre kartlegging og utpeking og evaluering av flere nødhavnlokaliteter, da dårlige sjøkart øker faren for skipsulykker.

Nødlossing
I rapport angående nødlosseberedskap fra 2017 anbefales følgende:

- Det bør inngås rammeavtale med ett eller flere kommersielle bergingsselskap som kan delta på øvelser og utføre operativ nødlossing ved bruk av Kystverkets nødlossepakker.
- Det bør etableres et øvingsregime der Kystverket, Sjøfartsdirektoratet og utvalgte bergingsselskap deltar. Kystvaktens fartøyer bør delta ved fullskalaøvelser.
- Omfanget av nødlossepakker bør dimensjoneres for bunkersoljer og reduseres, overskytende nødlossepakker avhendes.
- Longyearbyen depot forsterkes med en nødlossepakke for bunkersoljer basert på erfaring fra Øvelse Svalbard 2016. Basert på erfaring fra Øvelse Svalbard 2016 anbefaler gruppen at man spesielt ser på utvikling av nødlossesystem tilpasset MV Polarsyssel`s Current Buster 6 losseslange og vurdere tilsvarende kapasitet for fartøyer i slepeberedskapen.

Nødlosseutstyr til fartøyene i Barentshavklassen er på plass. MV Polarsyssel vil motta nødlossemateriell i henhold til investeringsplan 2018. Dette er allerede på plass for de statlige slepebåtene i utredningsområdet basert på å utnytte CB 6 losseslanger ombord. Nødlosseutstyr til Barentshavklassen ble tilført i siste halvdel av 2017. KV Harstad har allerede nødlosseutstyr ombord.

Man vurderer å flytte ytterligere 1 nødlossepakke fra fastlandet til Longyearbyen depot når nytt, utvidet depot er realisert der.

7.1.1.2 Oppgradering av privat beredskap

Operatørene på norsk sokkel har, gjennom Norsk Oljevernforening for operatørselskapene (NOFO), tilgang på betydelige beredskapsressurser. Per 2018 omfatter dette tilsammen 27 NOFO-fartøyer med standard utstyr, tolv i stående beredskap hvorav to som alternerer mellom Hammerfest og Goliat. 15 fartøyer er mobiliserbare (en i Hammerfest). I tillegg har NOFO avtale med 31 oljevernfartøyer for sleping hvorav elleve er stasjonert fra Tromsø og nordover.

Per 2018 har NOFO totalt 30 systemer med overløpsskimmer/tungoljeskimmer samt 400 meter lense som trenger to fartøyer for å opereres (tidligere kalt NOFO-systemer). Dette innebærer en økning på fem slike systemer siden 2014. Kapasiteten i form av antall systemer har altså økt, men løsningen er den samme og har de samme begrensningene når det gjelder slepehastighet og bølgehøyde som før, se kapittel 7.1.4. NOFO har også investert i fem MOS-sweepere, det vil si lensesystemer som kan slepes i høyere hastighet, men som har tilsvarende begrensninger i bølgehøyde som standard lenser.

Dispergeringsberedskapen har også økt noe de siste årene. Elleve av NOFOs fartøyer i stående beredskap har også dispergeringsmiddel om bord og er utstyrt med sprederbommer for påføring. Hver av disse fartøyene har ca. 46 m^3 dispergeringsmiddel og typisk dosering er 1/25, det vil si at 46 m^3 er nok til å dispergere ca. 1150 m^3 olje. I tillegg til mengde dispergerings¬midler ute på fartøyene er det lagret 463 m^3 på basene. Total dispergerings¬kapasitet både i form av antall påføringssystemer og lagret mengde dispergeringsmidler har økt noe siden 2010, men den totale dispergeringsberedskapen på norsk sokkel er begrenset. Ved en større utblåsningshendelse med lengre varighet vil det raskt være behov for å få tak mer dispergeringsmidler, fra lagre i andre land eller ny produksjon. Operatørene har avtaler med internasjonale organisasjoner som Oil Spill Response Limited (OSRL) om tilgang på mer dispergeringsmidler og fly for påføring.

For den kystnære beredskapen (NOFOs barriere 3-5) har NOFO inngått avtale med 55 oljevernfartøy, i hovedsak mindre fiskefartøy som har fått OR-standard, samt fartøy fra ni av redningsselskapets stasjoner langs kysten. Siden 2010 har NOFO anskaffet 25 Currentbustere, som er høyhastighetslensesystemer med tilhørende skimmere til bruk i kystnære farvann, sammen med flere ledelenser og skimmere. Siden 2010 er det opprettet to nye depoter med utstyr for kystnær beredskap i Hasvik og Havøysund. For bekjempelse i strandsonen har NOFO inngått avtaler med om tilgang til 40 personer for rask respons i strandsonen (Innsatsgruppe strand Akutt, IGSA), 65 personer for ledelse og gjennomføring av

aksjoner i strandsonen (spesialteam) og tilgang til ca. 500 personer gjennom WWF til gjennomføring av strand¬aksjoner. Dette er nytt siden forrige oppdatering av forvaltningsplanen for Barentshavet og Lofoten.

NOFO har siden 2017 arbeidet med å få på plass et nettbasert planverk, som blant annet har målsetning om å:

- etablere enhetlig og kvalitetssikret underlag for analyser og planer
- sikre sammenlignbarhet av operatørenes beredskapsbehov
- ivareta verdien av investeringer i F&U, øvelser og trening
- sikre verifiserbarhet av NOFOs beredskapsevne
- ha en systematikk for inkludering av nye metoder og fremtidig utvikling
- identifisere fokusområder for videre F&U
- legge til rette for tilpassede, fleksible og kostnadseffektive beredskapsløsninger som tilfredsstiller vilkårene i operatørenes tillatelse til virksomhet

I følge NOFO vil planverket dokumentere operatørenes beredskap mot akutt oljeforurensning, samt underlaget for beregning av beredskapens ytelse. I tillegg vil planverket inneholde anbefalt informasjonsgrunnlag og forutsetninger for gjennomføring av miljørettede beredskapsanalyser.

7.1.2 Beredskapssamarbeid

Nasjonalt

Kystverket har som oppgave å samordne og øve private, kommunale og statlige beredskapsressurser i et nasjonalt beredskapssystem. Dette følges opp gjennom samarbeidsavtaler og felles øvelser.

Kystverket og Norsk olje og gass har utarbeidet og revidert et dokument som beskriver hvordan en statlig overtagelse med samordning av aksjonsledelsen ved ekstreme forurensningshendelser knyttet til petroleumsindustrien skal ivaretas. Utkast til siste versjon foreligger per september 2018. Utgangspunktet for dokumentet er behovet for å styrke og gi forutsigbarhet i forhold til håndtering av verstefallshendelser. Dokumentet baserer seg på myndighetenes og industriens erfaringer etter utblåsningen i Mexicogulfen i 2010. Dokumentet endrer ikke operatørens ansvar for egen beredskap, ansvar for hendelsen i seg selv eller ansvaret for konsekvensene av denne. Dokumentet beskriver hvordan samordningen i praksis vil gjennomføres, og er et brodokument mellom operatørenes og Kystverkets beredskapsplan.

Statlig overtagelse med samordning av aksjonsledelsen vil danne grunnlag for både table-top øvelser og fullskalaøvelser, slik at dokumentet holdes levende, kan forbedres og videreutvikles. Brodokumentet er utarbeidet gjennom et samarbeid mellom Kystverket og petroleumsindustrien, der både store og små operatørselskap har deltatt sammen med Norsk olje og gass.

Norge-Russland

Norge og Russland har siden 1994 hatt en samarbeidsavtale som omfatter gjensidig varsling, øvelser og bistand ved bekjemping av akutte oljeutslipp i Barentshavet. I forbindelse med avtalen ble det også utarbeidet en felles beredskapsplan som beskriver hvordan samarbeidet skal foregå, både i forbindelse med møter og ved hendelser.

I forbindelse med avtalen gjennomføres det normalt to møter. Ett av møtene er planleggingsmøtet for den årlige "Øvelse Barents", som gjennomføres sammen med Hovedredningssentralen i Nord-Norge og andre norske aktører. I tillegg til planleggingsmøtet gjennomføres det ett årlig møte hvor blant annet erfaringer fra øvelser og reelle hendelser, ny oljevernteknologi, oppdatering av felles beredskapsplan er tema.

Arktisk råd

Gjennom Arktisk råd og Arbeidsgruppen Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR) er det i perioden gjennomført flere prosjekter innen oljevernberedskap. Det er blant annet utviklet en omfattende veiledning «Guide to oil spill response in snow and ice conditions in the Arctic», en felthåndbok om håndtering av oljeforurensning i snø og is og en rapport om hvordan olje og kjemikalier oppfører seg under arktiske forhold.

I 2013 ble den Arktiske oljevernavtalen (Agreement on Cooperation on Marine Oil Pollution Preparedness and Response in the Arctic (MOSPA) undertegnet. Vedlagt avtalen er det "operational guidelines" som

har vært gjenstand for tre øvelser hvor varsling og anmodning om bistand er testet ut. MOSPA følges opp av en egen ekspertgruppe under EPPR. I tillegg til dette er det blant annet utviklet en ressursdatabase over oljevernutstyr samt at det er gjennomført prosjekter som skal støtte opp om avtalen.

I 2017 rapporterte EPPR fra prosjektet "Circumpolar Oil Spill Response Viability Analysis". Denne analysen, gjennomført av DNV-GL, på oppdrag fra Kystverket og US Bureau of Safety and Environmental Enforcement en analyse for å estimere hvor ofte ulike typer beredskaps¬systemer kan brukes i Arktis basert på definerte operasjonelle betingelser for de ulike systemene og utstyrstypene sammenlignet med statistiske metocean data (vind, bølger, isdekke, temperatur, sikt). Prosjektet så på ulike typer mekanisk oppsamling, kjemisk dispergering og brenning. Det arbeides for å videreutvikle dette.

Et annet prosjekt som er viktig i forhold til å vurdere risiko i Arktisk er prosjektet «Risk assessment methods and metadata – development of guideline and tool Project Description». Prosjektet skal bidra til å at en kan få utviklet enda bedre risikoanalyser for Arktis.

7.1.3 Resultater fra forskning og utvikling

Oljevern 2015
Teknologiutviklingsprogrammet "Oljevern 2015" er et samarbeid mellom NOFO og Kystverket og ble utlyst i september 2014 og av 120 søknader om prosjektmidler fikk 15 av prosjektene tilsagn om finansiell støtte og oppfølging fra programmet. Alle prosjektene er nå ferdigstilt. Sluttrapport fra programmet foreligger ikke per februar 2019.

Hensikten med prosjektene har primært vært å stimulere til forbedring av eksisterende, og utvikling av nye oljevernssystemer med særlig fokus på nord-områdene. Noen resultater fra programmet er ferdig-utvikling av en oljeopptaker tilpasset arktiske forhold:

- Arctic Foxtail, et integrert pumpesystem for Current Buster, for å effektivisere oppsamlingen av olje
- mekanisk dispergering av oljefilm
- systemer for mer effektiv overvåking og kommunikasjon under aksjoner

Alle prosjektene med status er gitt i vedlegg 12.2.

BaSEC (Barents Sea Exploration Collaboration)
Operatører i Barentshavet har gjennom BaSEC-samarbeidet blant annet utarbeidet tre rapporter om miljørisiko, oljevernberedskap og status for oljevern i is. Rapportene ble laget i forkant av tildelingene i 23. konsesjonsrunde våren 2016. Disse rapportene ble laget med utgangspunkt i blokk 7435/9 som inngår i lisens PL859. I denne lisensen ligger letebrønn Korpfjell, som ble boret sommeren 2017 av Equinor. Beredskapsanalysen viste størst beregnet effekt med en kombinasjon av mekanisk opptak med lensesystemer og dispergering fra fly. Av de vurderte teknikkene var det mekanisk opptak som viser størst potensiale i iskonsentrasjon opp til 30 prosent. BaSEC vurderte det som svært lite sannsynlig at eventuell oljeforurensning vil nå iskanten. BaSEC konkluderte med at beredskapen ved Korpfjell-lokasjonen vil være sammenlignbar med effektiviteten andre steder på norsk sokkel. Det viktigste funnet er at forskjellen i effekt mellom sommer og vinter er større enn på andre deler av sokkelen. Dette skyldes blant annet lysforhold. For isfrie farvann var BaSECs vurdering at eksisterende løsninger på norsk sokkel for oljedeteksjon er dekkende, men datakommunikasjon kan være en begrensende faktor langt nord. Tiltak for å forbedre digital kommunikasjon fra skip viser gode resultater, og digitale downlink-systemer fra fly fungerer godt.

I kommentarene til BaSECs arbeid påpekte miljømyndighetene blant annet at operatørene må kunne beskrive hvordan de skal ivareta en langvarig aksjon på lokasjoner så langt fra land og i kaldt klima. Videre ble det etterlyst dokumentasjon på opptakskapasitet og effektivitet på de forskjellige beredskapsressursene i kaldt klima og med tilstedeværelse av is. Det ble også etterlyst en detaljert beredskapsstrategi og plan for Bjørnøya. Disse punktene er foreløpig ikke fulgt opp verken av BaSEC eller enkeltoperatører i forbindelse med søknader.

IOGP JIP Arktisk oljevern
The Arctic Oil Spill Response Technology Joint Industry Programme (JIP) ble lansert av IOGP i 2012 og avsluttet i 2017. Formålet med programmet var å gjennomføre forsknings- og utviklingsprosjekter som bygde på tilgjengelig kunnskap for å forbedre beredskapen ved oljeutslipp i Arktis. Arbeidet fokuserte på 6 områder: Dispergering, miljøeffekter, oljedriftsmodellering, fjernmåling, mekanisk oppsamling

og brenning. Ni selskap deltok i arbeidet; BP, Chevron, ConocoPhillips, Eni, ExxonMobil, North Caspian Operating Company, Shell, Statoil og Total. Første fase av prosjektet omfattet tekniske vurderinger og gjennomgang av tilgjengelig kunnskap mens andre fase fokuserte på uttesting både i lab, tanker og i felt. Alle resultatene fra prosjektet er publisert på nettsiden til prosjektet, totalt 30 rapporter samt en synteserapport og en kortere oppsummeringsrapport. Viktige resultater:

- operasjonell retningslinje for deteksjon og kartlegging av olje i is
- forbedret modellering av dispergert olje under is og muligheter for dispergering av olje i is
- bedre data på forventet effektivitet av ulike dispergeringsstrategier, herdere og in situ brenning
- kunnskap om relative fordeler av undervannsdispergering ved forskjellige vanndyp og vindstyrker
- mulige nye konsepter for mekanisk oppsamling i is ble vurdert, men ikke videreført fordi de ville gi tilstrekkelig forbedring

Forsøk med olje på vann

Forsøkene med olje på vann (OPV) er et samarbeid mellom NOFO og Kystverket, for å verifisere og videreutvikle oljevernberedskapen på norsk sokkel. Utslippene av olje krever tillatelse av Miljødirektoratet og i vurderingen av om tillatelse kan gis, er nytteverdien av de enkelte forsøkene av stor betydning.

Under OPV 2016 ble det gjennomført fire hovedforsøk. Forsøkene viste at bruk av forlenser vil kunne øke kapasiteten til eksisterende NOFO systemer fordi slepehastigeten kan økes. Forsøkene med brenning viste at råolje kan antennes både med og uten bruk av herder og at tiltaket kan brukes under rolige værforhold på åpent hav. Erfaringen viste at det er forbedringspotensial for antennelsesteknologien både for å bedre sikkerheten til innsatspersonellet og for å effektivisere antenningen.

Sintef har tidligere gjennomført antennelsestester av råoljer, bunkersolje, marin diesel og hybridoljer. Det ble gjort antennelsesforsøk før OPV 2018 og MGO (marin gassolje), ULSFO (hybridolje) og IFO 180 (bunkers) antente innen ett minutt.

Under OPV 2018 ble det blant annet gjennomført brenneforsøk med Oseberg råolje og ULSFO.

Dette var planlagt som fullskalatester med røykgassmålinger og residuemålinger. På grunn av været ble kun to av seks planlagte brenninger gjennomført. Det ble likevel samlet inn mye data. Røykgassmålingene indikerte at det produseres lave konsentrasjon er av SO2 og NOx fra brenning av begge oljetypene.

Oljerester etter brenning av Osebergolje ble samlet opp av et nett under lensa. Tilsynelatende ble alt residue fanget opp av nettet og overført til fartøy. Metoden for oppsamling var ment for verifikasjon av mengde residue i forsøket og er ikke tenkt benyttet under aksjoner.

Under OPV 2018 var det planlagt utslipp av marin gassolje for datainnsamling og kunnskapsinnhenting om spredning på sjø. Fordi været ikke var innenfor rammene måtte de utgå. Etter innføring av utslippskontrollområder gjennom MARPOL (Emission Control Area, ECA) har MGO blitt et svært mye benyttet drivstoff også for større fartøy. Kunnskap om spredning av oljen på sjø, tykkelsesdata også videre er viktig med tanke på å kunne iverksette tiltak. Forsøkene ønskes gjennomført under en senere OPV.

Vurdering/utvikling av statlig dispergeringsberedskap

Det har i perioden vært fokus på følgende prosjekter:

- I 2014 ble det anbefalt at staten bygger opp en dispergeringsberedskap, som en kombinasjon av helikopter og fartøy til påføring av dispergeringsmiddel.
- I 2017 ble det vurdert egnete helikopter. Redningshelikopter AW101 ble anbefalt grunnet seks helikopterbaser godt fordelt i Norge, samt at det vil bli kjøpt inn 16 totalt.
- Kystverket ønsker å få utført supplerende tester med fire ulike dispergeringsmidler og teste disse på marin gassolje, hybridoljer og bunkersolje (IFO 180).
- Kystverket ønsker å finne en samarbeidspartner for utvikling/ferdigstilling av helikopterbøtte, og gjøre forberedelser for sprayarmer tilpasset Kystverkets multifunksjonsfartøyer.

Undervannsinjeksjon av dispergeringsmidler

Under utblåsningen i Mexicogulfen i 2010 ble undervannsinjeksjon av dispergeringsmidler første gang brukt. Etter ulykken har bruken av dispergeringsmiddel vært omdiskutert (Kujawinski mfl. 2011). Av de 7000 tonn med dispergeringsmiddel som totalt ble brukt

under aksjonen, ble 2920 tonn injisert ved brønnen på 1500 m dybde, og det var første gang så store mengder med dispergeringsmiddel ble brukt på dypt vann, så skjebnen og mulig effekter av dette var ukjent. Den aktive delen av dispergeringsmiddelet Corexit 9500, dioctyl sodium sulfosuccinate (doss), fulgte med olje-plumen på dypt vann og viste seg å være relativ langsomt nedbrytbar (biologisk halveringstid >20 dager) (Brakstad mfl. 2018, McFarlin mfl. 2018). Stoffet ble detektert i sjøvannsprøver opptil 300 km fra brønnen. De målte konsentrasjoner var lave (0.07-13 µg/L), men detekterbare i dyphavet minst 64 dager etter at man begynte bruken av Corexit9500 (Kujawinski mfl. 2011, Place mfl. 2016, Gray et al, 2016). I Norge er det dispergeringsmiddelet Dasic Slickgone NS operatørene har tilgang til, men de har avtale med Oil Spill Response Ltd i Southampton (OSRL) som blant annet har Corexit 9500 (EC9500A) på lager, og som potensielt kan bli brukt på norsk sokkel.

Siden 2010 har det vært stort fokus på oppbygging av kunnskap om undervanns dispergering også i Norge. Utstyr for capping av en utblåsning er utviklet, bygd og utplassert rundt om i verden. Et cappingsystem står plassert i Norge og er derfor relativt raskt tilgjengelig for operatørene på norsk sokkel. Dette utstyret omfatter også utstyr for undervannsinjeksjon av dispergerings¬midler, primært for å fjerne eller redusere mengden olje på havoverflaten slik at det blir trygt for personell som skal stanse utblåsningen.

Undervannsdispergering kan også være et aktuelt bekjempelsestiltak av miljøhensyn. Tilgjengelig kunnskap tilsier at å tilsette dispergeringsmidler til fersk olje gir bedre effekt, og at mengden dispergeringsmiddel som trengs er mindre enn for overflatedispergering. Miljødirektoratet har imidlertid etterlyst dokumentasjon om hvordan undervanns¬dispergering kan brukes effektivt, herunder hvilke dispergeringsmidler som er aktuelle og hvordan disse skal injiseres og doseres for best mulig effekt.

Mye av forskningsinnsatsen rundt effektiviteten av undervannsdispergering de senere årene har vært koordinert av det amerikanske petroleumsinstituttet (API). De initierte en "Oil Spill Prevention Response Joint Industry Task Force (JITF)" i 2012 (www.oilspillprevention.org). IOGP og IPIECA (the global oil and gas industry association for environmental and social issues) iverksatte også en JIP I 2011 med 14 oljeselskaper som bidragsytere. Denne JIP-en omfattet en arbeidspakke på effektivitet av undervannsinjeksjon (http://oilspillresponseproject.org/). Under dette prosjektet har Sintef utviklet en benkeskalatest for effektivitetstesting av undervannsdispergering (Brandvik m.fl. 2014). Det er også gjennom JIP-en publisert en veiledning for bruk som peker på behovet for spesialutstyr, trent personell og god overvåking av effektiviteten og for å følge plumen av oljedråper.

Gjennomførte tester har vist at dispergeringsmidler som er tilgjengelig på norsk sokkel er effektive også for undervannsinjeksjon. Tolv norske råoljer og fire kommersielle dispergeringsmidler er testet. Dispergeringsmidlene viser høyere effektivitet på ferske oljer, men effektiviteten varierer mellom de ulike oljene og avhenger av dose og temperatur. Det er videre gjennomført et DEMO 2000 prosjekt for optimalisering av dosering med bruk av ROV med kamera som overvåker oljedråpestørrelse, slik at doseringen kan justeres automatisk. En prototype er designet og testet.

7.1.4 Muligheter og begrensninger for tilgjengelig beredskap i forvaltningsområdet

7.1.4.1 Erfaringer fra beredskapsøvelser i forvaltningsplanområdet

BaSEC gjennomførte en beredskapsøvelse i området rundt Svalbard i 2015, men på grunn av for høye temperaturer i øvelsesperioden fikk de ikke testet ut antakelser om begrensninger knyttet til lave temperaturer. Hovedkonklusjonen etter øvelsen var at et vanlig NOFO-system kan settes ut og opereres etter dagens prosedyrer. Utstyret vil også kunne brukes opp mot den marginale issonen i det man kan kalle «slush» is. I slike tilfeller vil man ha noe redusert effektivitet.

En ny øvelse ble gjennomført i regi av BaSEC i mars 2017, denne gangen i isfylt farvann nordøst av Bjørnøya. Erfaringene fra øvelsen viste at det tunge mekaniske utstyret, herunder Desmi-lense, Polaris isskimmer og overløpsskimmer med isbur, tåler moderat ispåvirkning. Dette betyr at det er gjennomførbart å samle is og oljeemulsjon sammen når isdekningsgraden er opp mot ti prosent. Øvelsen viste også at det må påregnes redusert ytelse, sammenlignet

med opptak i isfrie farvann fordi:
- utsetting og inntak av utstyret er mer tidkrevende
- tidsavbruddene er flere, bla for å tømme lensen for is
- isen vil dra med seg olje når lensen tømmes for is

MOS-Sweeper og BV-spray ble testet ut og vurdert til å tåle moderat ispåvirkning, men ytterligere tilpasning til vinterforhold anbefales.

Andre læringspunkter fra øvelsen var:
- ekstra stort behov for overvåking, både av isens bevegelser og oljeemulsjonen
- marin bredbåndsradio (MBR) er vesentlig for å kunne etablere felles situasjonsbilde gjennom effektiv kommunikasjon fra fly til fartøy, fra fartøy til fartøy, og mot land
- et tilstrekkelig delelager og nødvendig kompetanse om utstyret om bord på fartøyene er nødvendig for å begrense nedetid på systemene
- et operasjonsområde kan endre karakter i løpet av få timer, eksemplifisert med at isen trakk seg tilbake med over 18 km i løpet av et døgn
- viktig med nok og passende bekledning for operatørene av utstyret

Enkeltoperatører har også gjennomført større og mindre øvelser knyttet til de enkelte aktivitetene i planområdet. Blant annet gjennomførte AkerBP i 2017 en større øvelse i samarbeid med NOFO og Kystverket med fokus på trening av aksjonsledelse og samhandling med Kystverket, herunder mulig statlig overtakelse av en aksjon.

Øvelse Svalbard, 2016
Kystverket ferdigstilte beredskapsanalysen for Svalbard og Jan Mayen i 2014, der en av anbefalingene var å gjennomføre en større øvelse med utgangspunkt i et av scenarioene i analysen. På bakgrunn av dette ønsket Kystverket å gjennomføre en større øvelse på Svalbard i 2016. Det var behov for å øve hele beredskapsorganisasjonen mot akutt forurensning sammen med relevante samvirkeaktører for en hendelse på Svalbard. Utgangspunktet for håndtering av hendelser er den Nasjonale planen for beredskap mot akutt forurensning, samt beredskapsplanene til Kystverket og Sysselmannen på Svalbard.

Større hendelser med akutt forurensning i dette området har enkelte spesielle dimensjoner som det var ønskelig å øve. En mindre regional beredskap enn på fastlandet gjør at Kystverket raskt må forsterke Sysselmannens innledende aksjonering, samt sannsynligvis raskt må overta ledelsen av en større aksjon med utslipp fra fartøy. Det logistiske apparat for mobilisering av materiell og personell fra fastlandet, samt faktisk aksjonering på sjø og i strandsone ble også vektlagt (se egen sluttrapport for Øvelse Svalbard 2016).

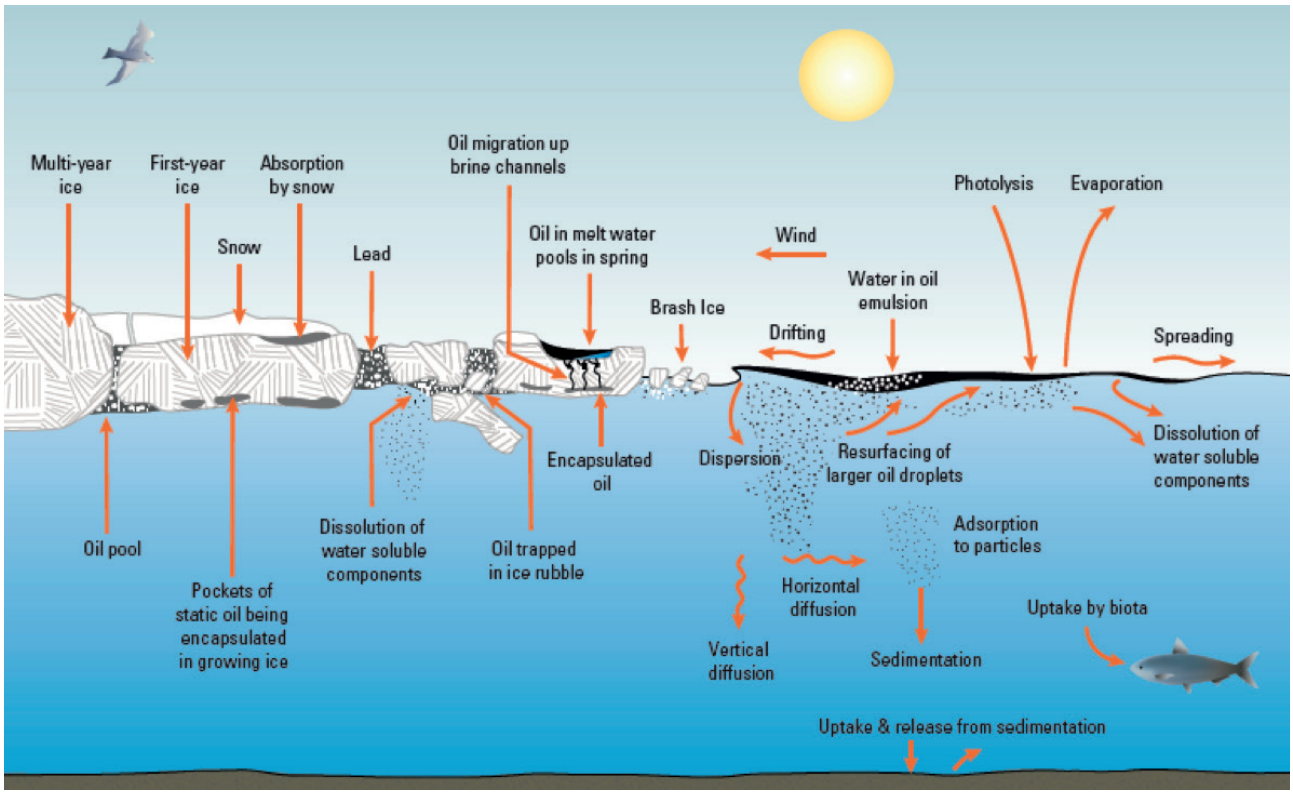
7.1.4.2 Spesielle utfordringer for beredskapen i nordområdene

Det har i flere år og fra flere hold vært fokus på bekjempelse av olje i områder med havis fordi dette medfører flere utfordringer som illustrert i figur 7.1. Olje som driver inn mellom isflak og i råker vil gjøre det vanskelig eller umulig å bruke mekanisk utstyr. Bekjempelse med mekanisk utstyr (lenser) er bare ansett gunstig ved isdekning mindre enn ti prosent og lite effektivt eller ikke mulig ved isdekke over 30 prosent

Øvelser har bekreftet at konvensjonelt mekanisk oppsamlingsutstyr kan opereres i områder med inntil 10-30 prosent is. Opptak i is vil gi en reduksjon i opptakskapasitet som ikke er kvantifisert, men som kan være betydelig. For skipsuhell er isproblematikk aktuelt både i forbindelse med skipstrafikk nær og inn i isfylt farvann. Petroleumsvirksomheten har lisensvilkår som sier at det ikke er tillatt med leteboring i oljeførende lag i perioden 15. desember – 15. juni i områder nærmere enn 50 km fra den faktiske observerte iskanten. Dette gir imidlertid ikke beskyttelse mot at olje fra en utslippskilde lenger enn 50 km unna isen kan drive inn i isfylt farvann. Utfordringene med is kan derfor være relevante også for petroleumsvirksomheten.

Det er også usikkert hvordan lange avstander og tilgang på reservedeler, utskifting av mannskap og tilgjengelige overvåkingsplattformer vil påvirke effektivitetene av en eventuell oljevernaksjon nord i Barentshavet sør. Rekkevidde og operasjonstid for fly og helikopter med store avstander vil være en utfordring i store deler av Barentshavet. Avstandene fra nordlige områder i Barentshavet til kysten og til eksisterende infrastruktur for oljevernberedskap vil gjøre at det kan ta betydelig lenger tid for mobilisering og aksjonene vil ta lenger tid enn i områder lenger sør.

Beredskapsutfordringer i kyst- og strandsonen
Strandryddeaksjoner (oljeforurensning) i de arktiske områdene byr deler av året på spesielle utfordringer. Mørketid og lave temperaturer er selvfølgelige



Figur 7.1 Prosesser som påvirker oljens oppførsel i kalde og isfylte farvann kilde: NRC 2014.

utfordringer og nevnt tidligere. Beredskapsanalysen for Svalbard og Jan Mayen (2015) pekte spesielt på logistikken knyttet til en oljevernaksjon, personell og verktøyene som brukes for strandrydding. Tilgang til personell, store avstander og håndtering av store mengder oljeforurensning er noen av de viktige punktene. Det er i rapporten og handlingsplanen beskrevet flere tiltak og kunnskapsbehov knyttet til oljevernaksjoner i kaldt klima. Mange av problemstillingene kan være like aktuelle for andre deler av Norge i vinterhalvåret.

Beredskapsutfordringer på Bjørnøya

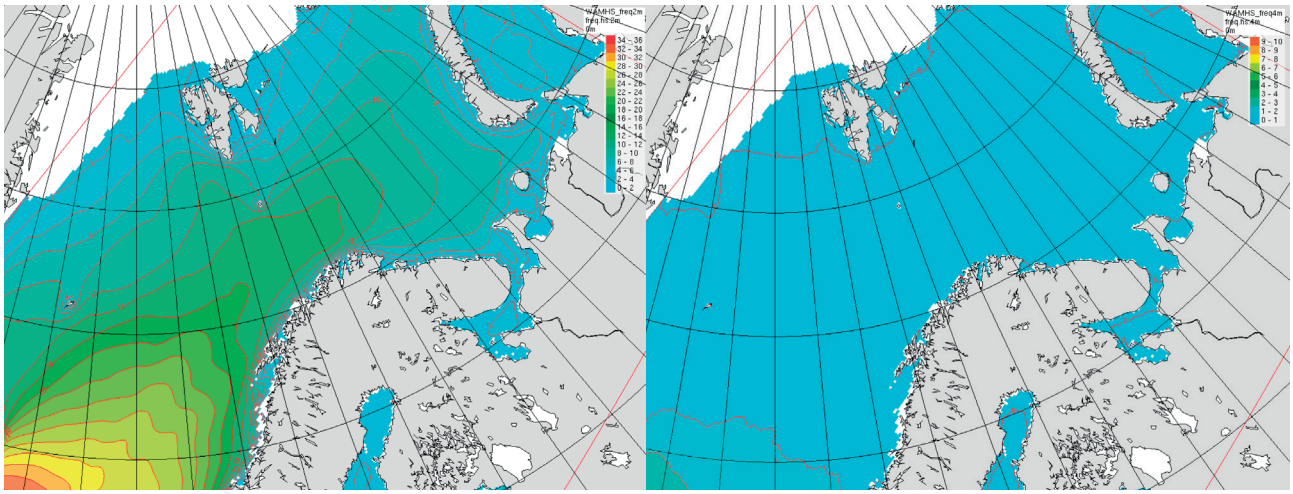
Bjørnøya er, i tillegg til at den er svært viktig for sjøfugl, vanskelig tilgjengelig for mannskap og beredskapsutstyr både fra land og sjø. Dette skyldes en eksponert kystlinje og at øya er omgitt av bratte klippekyster. Lavlandsområdet i nord ender oftest i en 10–30 meter høy, bratt kant mot sjøen, noe som gjør landing med båt vanskelig. Det finnes enkelte viker med sandstrender og sandbunn, men heller ikke disse er særlig godt beskyttet mot vind og sjø. Den eksponerte kystlinja og utfordrende sjø- og strømforhold medfører at standard fjord- og kystsystemer for oljeoppsamling blir for spinkle, og man må primært basere aksjoner på bruk av store havgående systemer. I tillegg er adkomst fra landsiden av øya svært vanskelig på grunn av klippene og fravær av infrastruktur.

Utfordringer knyttet til bølgehøyde

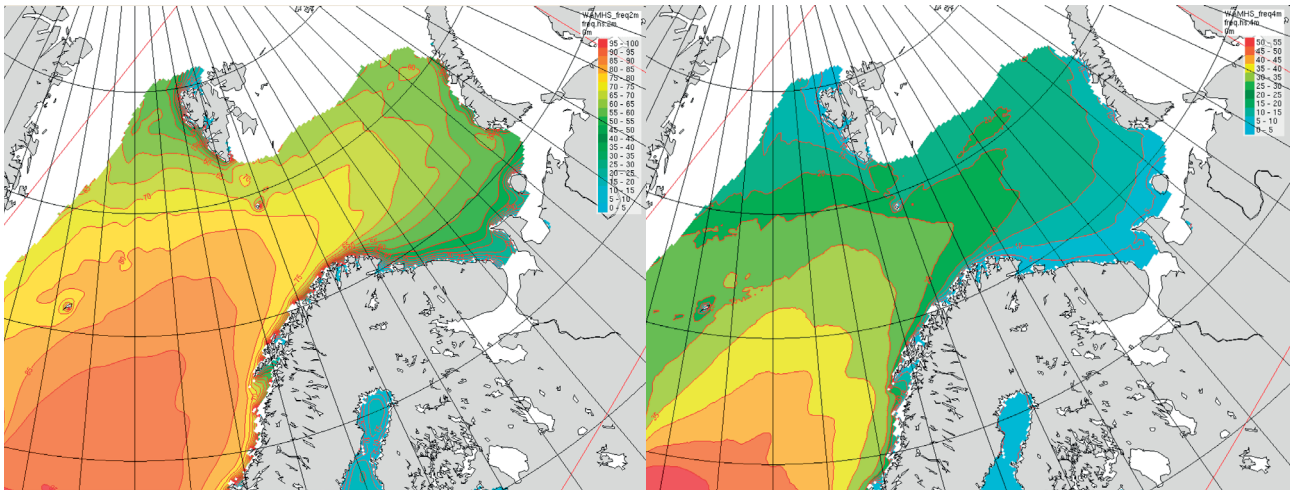
Bruk av lenser i sjø er avhengig av sjøtilstanden for å kunne opereres effektivt. Ved bølger vil lensene ikke lenger effektivt kunne holde på oljeemulsjon som samles i lensa, og lensetapet øker. Lensetypene har ulike begrensninger, og det er vanlig å angi øvre grense for når lensene kan brukes i forhold til signifikant bølgehøyde (m Hs). For de store havgående lensene er denne normalt satt til fire m Hs, mens for mindre lenser (hav/kyst) to-tre m Hs.

I juli måned i Barentshavet har det historisk vært bølgehøyder over fire m Hs i kun en-to prosent av tiden, mens bølgehøyder over to m Hs har forekommet i opptil 14-16 prosent av tiden (figur 7.2). I januar er derimot bildet et annet (figur 7.3), med bølgehøyder over to m i 70-80 prosent av tiden og over fire m i 20-30 prosent av tiden. Verdiene er basert på statistikk fra årene 1958-2011.

Statistikken for bølgehøyde viser imidlertid at forholdene for bruk av mekanisk oljevernutstyr er gunstig i en betydelig større andel av tiden i



Figur 7.2 Prosentvis forekomst av signifikant bølgehøyde over 2 m og 4 m i juli Kilde: Meteorologisk Institutt 2012



Figur 7.3 Prosentvis forekomst av signifikant bølgehøyde over 2 m og 4 m i januar Kilde: Meteorologisk Institutt 2012

Barentshavet sammenlignet med Norskehavet. Ved bølgehøyder over 4 m, og spesielt ved brytende bølger, vil det for de fleste oljer være en betydelig grad av naturlig dispergering og mindre olje vil derfor være tilgjengelig for mekanisk oppsamling.

Utfordringer ved bruk av dispergeringsmidler

Bruk av dispergeringsmidler kan være effektivt ved større bølgehøyder enn ved bruk av lenser (opptil fem m Hs), men påføring av dispergeringsmidler på sjø fra båt eller fly vil være problematisk ved sterk vind (>15 m/s) og lave temperaturer (ising). Det er kun et utvalg av oljer som er testet for dispergerbarhet ved lave temperaturer. Resultater viser at dispergeringsvinduet er lengre for flere oljer fordi forvitringen går saktere, mens for enkelte oljer med lavt stivnepunkt vil det være behov for noe bølgeenergi for å få effekt av dispergeringsmidler (Faksness m. fl. 2017). I isfylte områder vil det være mulig å påføre dispergeringsmidler fra fly (eller helikopter), selv ved relativt høye iskonsentrasjoner (opptil 40-50 prosent isdekke). Dette er imidlertid en lite relevant strategi per i dag, fordi isdekket vil dempe bølgehøyden og gjøre at det ikke er nok bølgeenergi til å blande dispergeringsmidlene effektivt ned i oljen. For petroleumsvirksomheten vil også drivtiden for olje inn i isfylte områder være så lang at oljen (emulsjonen) ikke lenger vil være dispergerbar.

Flyvning i lav høyde i vinterperioden medfører fare for ising. Dette kan medføre restriksjoner for dispergering fra fly og helikopter ved kulde og dermed begrense mulighetene for dispergering fra luften om vinteren.

I åpne havområder kan bruk av dispergeringsmidler være effektivt, såfremt de aktuelle dispergerings-

midlene er effektive for de aktuelle oljetypene også ved lave sjøtemperaturer. Det må også være tilstrekkelig energi på havoverflaten (bølger/vind) slik at dispergeringsmidlene blandes ned i oljen.

For beredskapsaksjoner øst i Barentshavet er det foreløpig en uløst problemstilling at russiske myndigheter har en omstendelig prosess for godkjenning av dispergeringsmidler og strengere regulering av bruk. Dette tilsier at det per i dag ikke er aktuelt å bruke dispergering på olje som har drevet over i russisk farvann. Det er også usikkert om olje kan dispergeres på norsk side dersom dispergert olje driver over til russisk side.

Dispergering under vann

På oppdrag fra Equinor, Total og Aker BP, har Sintef gjennomført en screeningstudie for å vurdere hvilke scenarier undervannsinjeksjon av dispergeringsmidler vil kunne bidra til effektiv bekjempelse av oljeforurensning. Scenariene inkluderer blant annet ulike vanndyp (50-2500 meter), og ulike kombinasjoner av utblåsningsrater (500-12000 m^3/døgn), gass-olje forhold (GOR), diameter på utslippspunkt og oljens viskositet. Screeningsstudiet indikerer at vanndypet i Barentshavet vil være tilstrekkelig til at det kan gjennomføres effektiv undervannsdispergering. Gass-olje forholdet må imidlertid ikke være for høyt, og utslippsrate og oljens egenskaper vil også påvirke effekten. Siden effekten av undervanns¬dispergering er avhengig av flere parameter (ikke kun havdypet) må egnetheten i hvert enkelt tilfelle evalueres. Undervannsinjeksjon av dispergeringsmiddel vil føre til at oljen kommer opp til havoverflaten lenger vekk fra utslippspunktet. Dette må vurderes og tas hensyn til ved utslipp nærme land eller is.

Basert på screeningsstudiet og kunnskap fra ulike forskningsprosjekt vil det være mulig å etablere et operasjonelt verktøy som gir en vurdering av hvorvidt undervannsdispergering er aktuelt for ulike lokasjoner, oljetyper og rater.

Tester har vist at rester av dispergeringsmiddel fra undervannsdispergering ikke reduserer effekten av overflatedispergering av oljen. Videre er det vist at man oppnår en signifikant reduksjon i emulsjonsdannelse. Dette gir en økt grad av naturlig dispergering over tid og redusert volum av oljeemulsjon. Rester av dispergeringsmiddel forventes å gi et utvidet operasjonsvindu for mekanisk overflatedispergering på grunn av lavere overflatespenning, men dette er ikke testet eksperimentelt.

Brenning som et mulig tiltak

Brenning kan raskt redusere større mengder olje og hindre spredning til sårbare områder. Det er spesielt aktuelt for olje som er fanget i is og ikke tilgjengelig for mekanisk oppsamling og hvor manglende bølgeenergi gjør at kjemisk dispergering heller ikke er egnet. Fortsatt er det lite realistisk med brenning av vannholdig olje som har drevet fra en eventuell petroleumsinnretning minst 50 km unna faktisk observert iskant. Skipsuhell kan imidlertid skje tett opp til is og brenning kan for slike hendelser være aktuelt.

Brenning av olje produserer avgasser og sotpartikler. Det er vanskelig å få til fullstendig forbrenning av olje på sjø og brenneforsøk har vist at det vil ligge igjen betydelige mengder med tyktflytende oljerester som må samles opp i etterkant. Dette kan ikke samles opp med konvensjonelt mekanisk oppsamlingsutstyr. Ved bruk på åpent hav er det gjennom OPV (NOFOs olje på vann forsøk) testet bruk av brennelenser med oppsamlingsnett for å håndtere disse oljerestene. Det er fortsatt behov for utvikling for å komme frem til egnet metode for slik oppsamling under en aksjon.

I tillegg til utfordringer med uforbrent olje i sjøen er klimaeffekten av utslipp av svart karbon fra brenning en bekymring spesielt i områder tett opp mot is. Sot som faller ned og blir liggende på snø eller is, gjør at de lyse, reflekterende overflatene blir mørkere og holder tilbake mer av solenergien. Sot regnes å ha 50 ganger sterkere albedoeffekt (reduserer varmeutstrålingen fra jordoverflaten) enn jordstøv og omtrent 200 ganger sterkere albedoeffekt enn vulkansk aske. Siden sot har så sterk effekt på albedo, kan selv en liten mengde sot i Arktis ha relativt stor effekt på oppvarmingen og følgelig issmeltingen.

Utfordringer med nye drivstofftyper på skip

Hittil er det lite kjent hvordan de nye oljetypene, som beskrevet i kap. 2.2.1 vil oppføre seg dersom de slippes ut og hvilke utfordringer dette kan medføre for beredskapen. Sintef har på oppdrag fra Kystverket analysert to av de nye drivstofftypene. Det viste seg at dette var svært forskjellige produkter både med tanke på kjemisk sammensetning og fysikalske egenskaper. Arbeidet har også omfattet flere typer lette destillater.

Det er også sett nærmere på hvilke skadebegrensende tiltak som vil være aktuelle ved et akuttutslipp, særlig med tanke på utslipp i kaldt klima. Praktiske tester med mekanisk oljevernutstyr har blitt gjennomført i Nasjonalt testsenter for oljevernutstyr, også disse testene viser stor variasjon mellom de ulike produktene. Egenskapene er svært avhengige av sjøtemperatur, men også andre omstendigheter rundt et utslipp vil være av betydning. Enkelte av de nye produktene kan være utfordrende å håndtere, særlig under kalde forhold.

Ved siden av kjemisk dispergering er også kontrollert brenning av oljeutslipp et alternativ til mekanisk oppsamling av olje. Dette har blitt gjennomført med en av de nye oljetypene under olje på vann verifikasjon i Nordsjøen i 2018. Basert på en situasjonsbestemt vurdering av miljøkonsekvens kan dette være et aktuelt tiltak, særlig under arktiske forhold. Det gjenstår imidlertid også på dette området flere ubesvarte spørsmål.

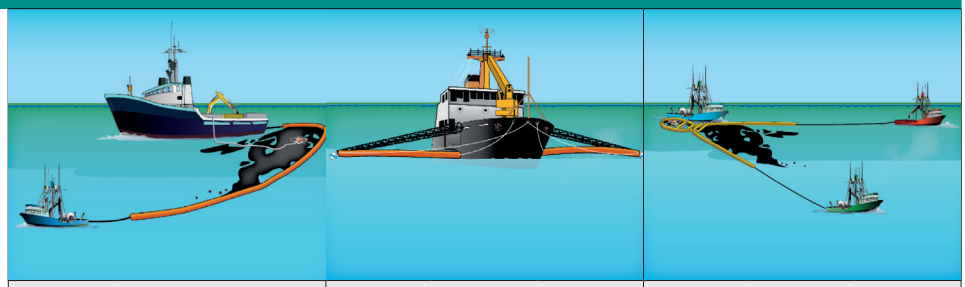
7.1.4.3 Mulighetsstudier – under hvilke forhold kan tilgjengelig utstyr benyttes?

DNV-GL har på oppdrag for Kystverket i 2017-2018 gjennomført en mulighetsstudie for forvaltningsområdene i Norskehavet og Barentshavet. Dette som en oppfølger av et prosjekt gjennomført i regi av arbeidsgruppen EPPR under Arktisk Råd som så på mulighetene for bekjempelse av oljeforurensning i Arktis. Behovet for arbeidet er begrunnet med at flere aksjonsformer eller tiltak kan være aktuelle ved kystverkets aksjoner og med dette kommer et behov for mer klarhet i begrensninger satt av ytre faktorer som klima, lys, ising og eksponering av innsatspersonell.

Resultatene fra analysene er tilrettelagt i et GIS-verktøy, og i planlegging av beredskap kan dette GIS-verktøyet brukes i kombinasjon med informasjon om miljøverdier, oljeforvitrings¬studier med mer. Verktøyet er mindre egnet innenfor grunnlinja grunnet mer lokal variasjon i strømforhold og bølgehøyder.

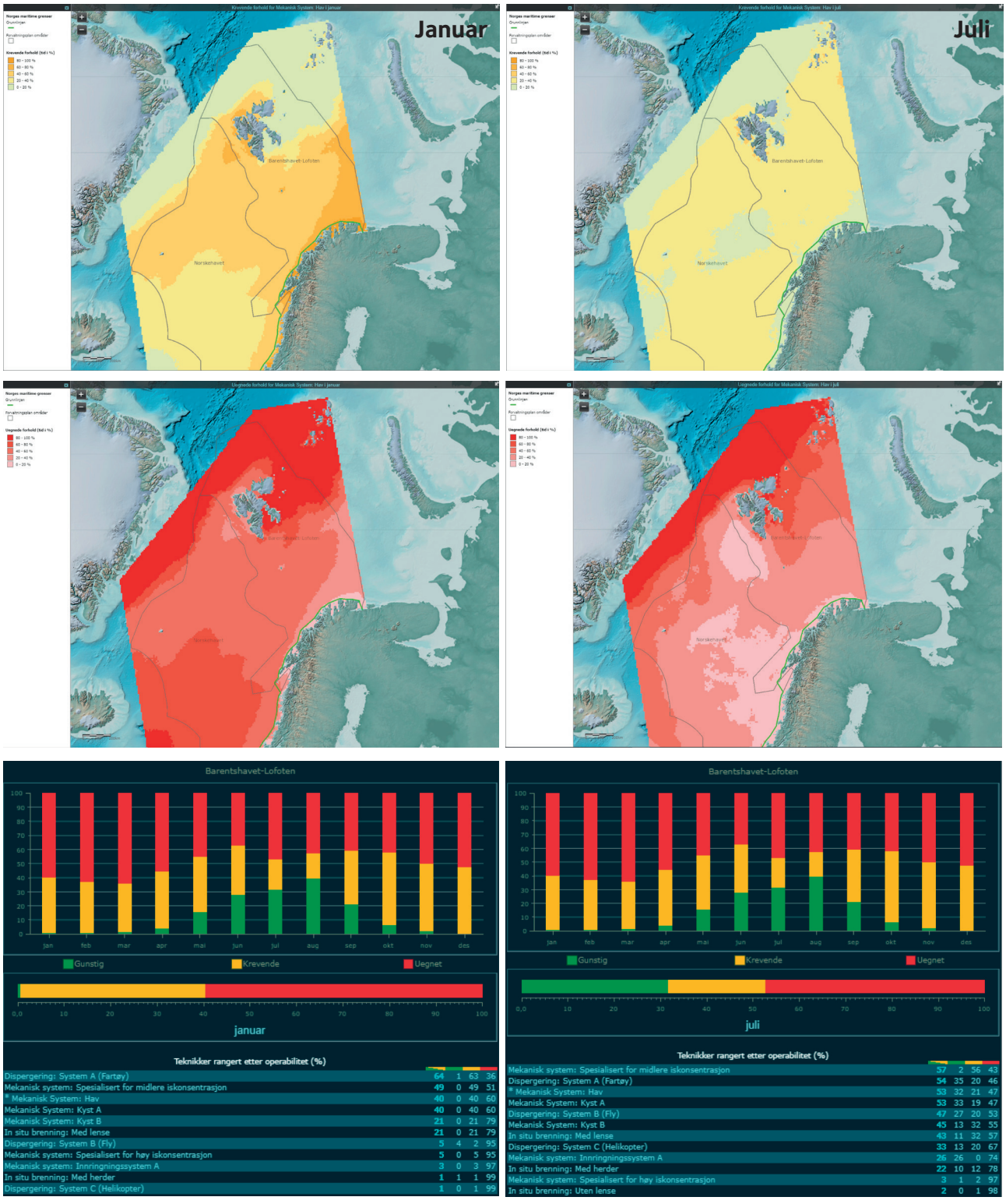
Verktøyet gir indikasjoner på under hvilke forhold de ulike metodene og utstyret kan brukes ("operabilitet") og hvordan dette endrer seg gjennom året og ved fremtidige klimaendringer. Det er benyttet statistikk på miljøparametere i Barentshavet kombinert med dagens kunnskap om utstyr som inngår i dagens statlige beredskapssystemer. Dette har gjort det mulig å beregne hvor stor andel av tiden det er mulig å operere effektivt med dagens beredskaps¬systemer. Beregninger av operabilitet tar hensyn til blant annet bølgehøyde, isforhold (is og ising), vind og lysforhold. Operabiliteten er inndelt i tre kategorier: gunstig,

Tabell 7.3 Kriterier for operabilitet av Kystverkets systemer, dvs. andel av tiden med gunstige, krevende eller uegnede forhold for beredskapsaksjoner kilde: Kystverket/DNV-GL 2018



	Hav A			Kyst A			Kyst B		
Miljøparameter	**Gunstig**	**Krevende**	**Uegnet**	**Gunstig**	**Krevende**	**Uegnet**	**Gunstig**	**Krevende**	**Uegnet**
Vind (m/s)	≤ 11	11-18	≥ 18	≤ 11	11-15	≥ 15	≤ 11	11-17	≥ 17
Bølgehøyde (m Hs)	≤ 1,8	1,8-3,0	≥ 3,0	≤ 1,8	1,8-3,0	≥ 3,0	≤ 0,9	0,9-2,0	≥ 2,0
Iskonsentrasjon (%)	≤ 2	2-10	≥ 10	≤ 2	2-10	≥ 10	≤ 5	5-10	≥ 10
Ising (cm/time)	≤ 0,7	0,7-2,0	≥ 2,0	≤ 0,7	0,7-2,0	≥ 2,0	≤ 0,7	0,7-2,0	≥ 2,0
Operasjonslys	Lys	Mørke	-	Lys	Mørke	-	Lys	Mørke	-
Horisontal sikt (km)	≥ 0,9	0,9-0,2	≤ 0,2	≥ 0,3	0,3-0,2	≤ 0,2	≥ 0,2	0,2-0,1	≤ 0,1

krevende og uegnet. Forhold som er definert som uegnet betyr at det ikke vil være mulig å gjennomføre beredskapsaksjoner, mens under krevende forhold er det mulig, men med betydelig redusert effektivitet. Verktøyet sier imidlertid ikke noe om effektivitet eller kapasitet av beredskapen (opptak av olje pr tidsenhet),



Figur 7.4 Beregninger av "operabilitet", dvs. andel av tiden med gunstige, krevende eller uegnede forhold for beredskapsaksjoner). Figurene til venstre viser januar og til høyre juli. Beregningene er fremkommet basert på værstatistikk (Met.no; 2007-2016) og kriteriene som er gitt i tabell 7.3. Kilde: Kystverket / DNV-GL 2018

det angir kun begrensninger i operasjonell bruk.

Kriteriene for noen av de viktigste parameterne for operabilitet som er lagt til grunn for Kystverkets systemtyper Hav A og Kyst A og B er vist i tabell 7.3

Det er vist beregninger for januar og juli (figur 7.4), som langt på vei viser ytterpunktene for operabilitet gjennom året. I januar er det mørketid og lave temperaturer, mens det i juli er midtnattsol og høyere temperaturer og ingen fare for tilstedeværelse av is unntatt helt nord i Barentshavet.

Beregningene for januar viser at det er uegnede forhold for beredskapsaksjoner i 40-60 prosent av tiden i de sentrale og sørlige delene av Barentshavet, og krevende forhold resten av tiden. For juli er forholdene uegnet i 20-40 prosent av tiden for mesteparten av det samme området, mens de nærmest kysten er uegnet i 0-20 prosent av tiden.

Det kan dermed antas at det veldig sjelden vil være gunstige forhold for mekanisk oppsamling i vinter-halvåret, mens det er oftere er gunstige forhold på sommeren (opp mot 40 prosent). Selv ved ugunstige forhold, vil det likevel i mange tilfeller være mulig å operere, men effektiviteten kan være betydelig lavere.

Bildet vil variere noe avhengig av hvilken beredskaps-strategi som legges til grunn. Det bemerkes at bruk av dispergeringsmidler kommer ut med høyere operabilitet enn mekanisk utstyr, og figurene ville vist større tidsvindu for operabilitet om kun dispergering var lagt til grunn. Siden sjøfugl ofte er forbundet med høyest miljørisiko ved akutte oljeutslipp i Barentshavet, fremkommer bruk av dispergerings-midler som en viktig beredskapsstrategi i dette området.
Disse vurderingene gjelder for Kystverkets beredskapssystemer. Ett "Hav A" system er et større havgående fartøy med ORO-kapasitet 1100 m^3 (lagringstank) og 300 m lense med slepefartøy, typisk ytre kystvaktfartøy. Systemet har overløpsopptaker (skimmer) med kapasitet på 200 m^3 emulsjon per time, og har instrumentasjon for nattoperasjon.

Equinor har gjennomført tilsvarende studie for utstyr som operatørene har tilgjengelig og vurdert forskjellene for fire ulike lokasjoner i kaldt klima, hvorav lokasjonen for letebrønn Korpfjell er i norske områder og ligger nordøst i åpnet areal i Barentshavet sørøst. De øvrige lokalitetene var to lokasjoner på norsk side av grense-linjen i Barentshavet nord og en på østkysten av Canada. For Korpfjell-lokasjonen viser Equinors rapport at naturlig dispergering er begrenset i sommerhalvåret, men økt grad av naturlig dispergering i vintersesongen. Det er gode forhold for kjemisk dispergering det meste av året. I vintermånedene er det redusert operabilitet opp mot 60 prosent av tiden. Undervannsdispergering viser god operabilitet hele året gitt tilstrekkelig vanndyp.

Equinor har blant annet gjort beregninger for større havgående systemer med NOFO utstyr ombord som består av Transrec 150 med 400 m lense og oljeopptaker med kapasitet 400 m^3 per time. Sentrale kriterier for operabilitet som Equinor har lagt til grunn er vist i tabell 7.4. Disse systemene kan operere ved noe større bølgehøyder enn Kystverkets systemer.

Tabell 7.4 Kriterier for operabilitet av større havgående systemer med NOFO utstyr, dvs. andel av tiden med gunstige, krevende eller uegnede forhold for beredskapsaksjoner. Kilde: Kystverket / DNV-GL 2018

Miljøparameter	Gunstig	Krevende	Uegnet
Bølgehøyde (m Hs)	≤ 3,0	3-4	> 4,0
Iskonsentrasjon (%)	≤ 10	10-30	> 30
Ising	Lett	Moderat	Tung

Studiet viser at det er gode forhold for mekanisk oppsamling opp mot 95 prosent av tiden i sommermånedene og ned mot 40 prosent av tiden i vintermånedene.

Som for Kystverkets studie sier ikke denne noe om faktisk oppsamlingseffektivitet. Tallene beskriver mulige begrensninger i bruk og grenseverdier for bølgehøyde, temperatur, vind, isingsgrad og vanndybde. Den samlede effekten av beredskapen ved mekanisk bekjempelse eller ved bruk av dispergeringsmidler er altså avhengig av en rekke faktorer. Tilgang på utstyr og logistikkutfordringer på grunn av lange avstander kommer i tillegg til disse ytre klimatiske forholdene som nevnt over. Egenskapene til den aktuelle oljen som skal bekjempes vil påvirke faktisk effektivitet av bekjempelsestiltakene.

7.1.5 Dimensjonering av beredskap - Beredskapsanalyser

7.1.5.1 Kystverkets beredskapsanalyser

Kystverkets beredskapsanalyser har vært gjennomført med en scenariobasert metodikk, skjematisk fremstilt i figur 7.5. Scenarioene som ble analysert ble valgt med utgangspunkt i foregående sannsynlighets- og miljørisikoanalyser, samt utdypende kunnskap om skipstrafikken i de ulike områdene. Fullstendig metodebeskrivelse finnes i Kystverkets beredskapsanalyse fra 2011.

Metodikken er todelt, med en kvantitativ del knyttet til hvert scenario og en kvalitativ, overordnet del. Metodikken tar blant annet for seg kompetansekrav og ledelseselementer.

Hvert scenario ble analysert ved hjelp av simuleringsverktøy (Sintefs OSCAR-modell). Ved analysen tas det utgangspunkt i et sett med standardiserte oljevernsystemer med gitte egenskaper for kapasiteter og operasjonelle begrensninger. Samme scenario ble simulert med ulike responstider og tiltakende ressurspådrag, i alt ti ulike simuleringer. Evaluering av tiltakenes effekt fra de ulike simuleringene av scenarioet resulterte i et anbefalt ambisjonsnivå.

Ressursbehovet for å oppfylle det anbefalte ambisjonsnivået ble sammenlignet med tilgjengelighet på eksisterende beredskapsressurser. Der det ble beskrevet et gap mellom tilgjengelig beredskap og anbefalt ambisjonsnivå, har det resultert i konkrete anbefalinger til utbedring av den statlige beredskapen mot akutt forurensning.

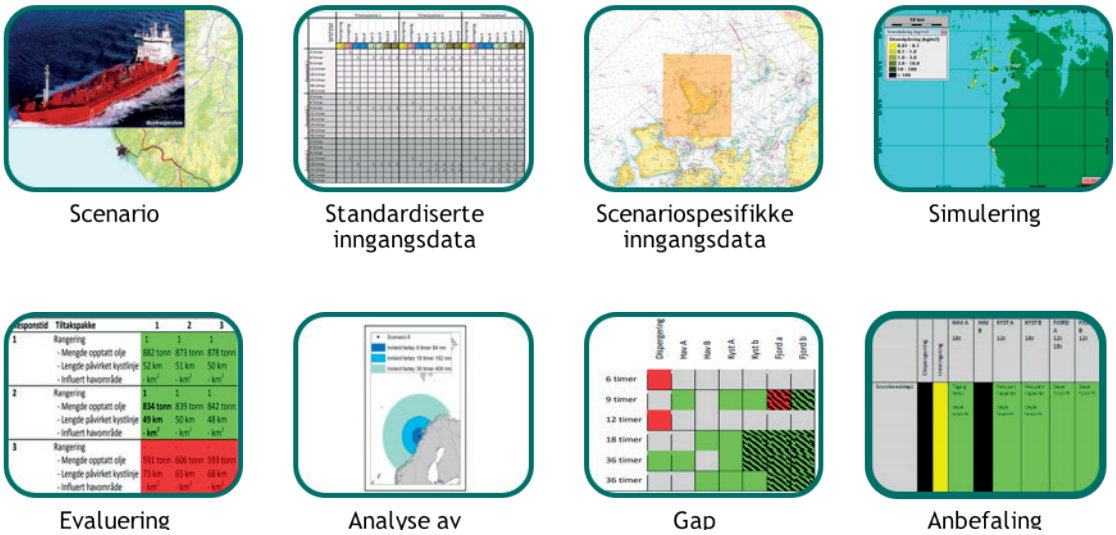
I arbeidet med anbefalingene ble det lagt vekt på løsninger som kunne dekke behov på tvers av de ulike scenarioene.

Verstefallshendelser er beskrevet i en egen rapport ved hjelp av kvalitativ metodikk (Kystverket, 2015).

7.1.5.2 Operatørenes beredskaps-analyser

Norsk olje og gass oppdaterte sin veiledning for miljørettede beredskapsanalyser sist i 2013. Veiledningen gir føringer for å sikre entydige inngangsdata, forutsetninger og prinsipper i analysene, men anbefaler ingen spesifikk analysemetodikk. Det betyr i praksis at operatørene vurderer dette forskjellig. For beredskap på åpent hav er det vanlig å beregne behov basert på et dimensjonerende utslipp, normalt vektet utblåsningsrate for letebrønner, og med mengde i emulsjon etter en tid på sjøen. Det tas hensyn til eventuell redusert opptakskapasitet for mekaniske opptakssystemer basert på værstatistikk for det aktuelle området og egenskaper til aktuell oljetype (referanseolje for letebrønner).

For beregning av behov for barrierene inn mot kyst og strand tas det høyde for effekt av de forutgående barrierene og responstider baseres på drivtider



Figur 7.5 Scenariobasert beredskapsanalyse for Kystverket (2011), forenklet. Kilde: Kystverket

fra oljedriftsberegningene og tilgjengelighet av beredskapsressursene. Spesielt for barriere kyst og strand er behov for å se nærmere på hvordan beredskapen bør dimensjoneres. Dette er spesielt kritisk for aktiviteter nær kysten, mens for aktiviteter lengre ut er det større usikkerhet knyttet til hvor olje vil treffe kysten.

Myndighetenes erfaring fra saksbehandling av enkeltaktiviteter viser at tilsvarende utslippsscenarier gir forskjellige beredskapsbehov avhengig av metoden som er brukt. I forbindelse med arbeidet med oppdatering av NOFOs planverk skal det gjøres en gjennomgang av hvilke forutsetninger som legges til grunn for beredskapsdimensjoneringen og det vil trolig også utarbeides en felles beredskapskalkulator basert på disse forutsetningene. I dette arbeidet må de muligheter og begrensninger som er beskrevet i kapittel 7.1.4 vurderes.

7.2 Andre konsekvensreduserende tiltak

Som beskrevet i kapittel 7.1.4 har tilgjengelige beredskapstiltak begrensninger. Uansett hvor strenge krav til beredskap som stilles er det ingen garanti for at den vil fungere tilfredsstillende under rådende forhold ved et reelt utslipp. Det vil alltid være en risiko for at olje kan forurense sårbare områder. I områder med høy miljørisiko kan det derfor være behov for tiltak utover oljevernberedskap, for å redusere miljørisiko til et akseptabelt nivå. Ofte er høy miljørisiko knyttet til enkelte avgrensede perioder på året, enten som følge av stor tilstedeværelse av sårbare ressurser, eller som følge av spesielt sårbare livsstadier hos enkeltarter. Høy miljørisiko vil derfor ofte kunne reduseres betraktelig ved å styre enkeltaktiviteter bort fra gitte områder i perioder av året. Dette kan gjøres gjennom forebyggende tiltak i regi av myndigheter, eller gjennom aktørenes egen risikostyring av aktiviteter som er av begrenset varighet, eller gjennom begrensning i tillatelser.

7.3 Annen akutt forurensning

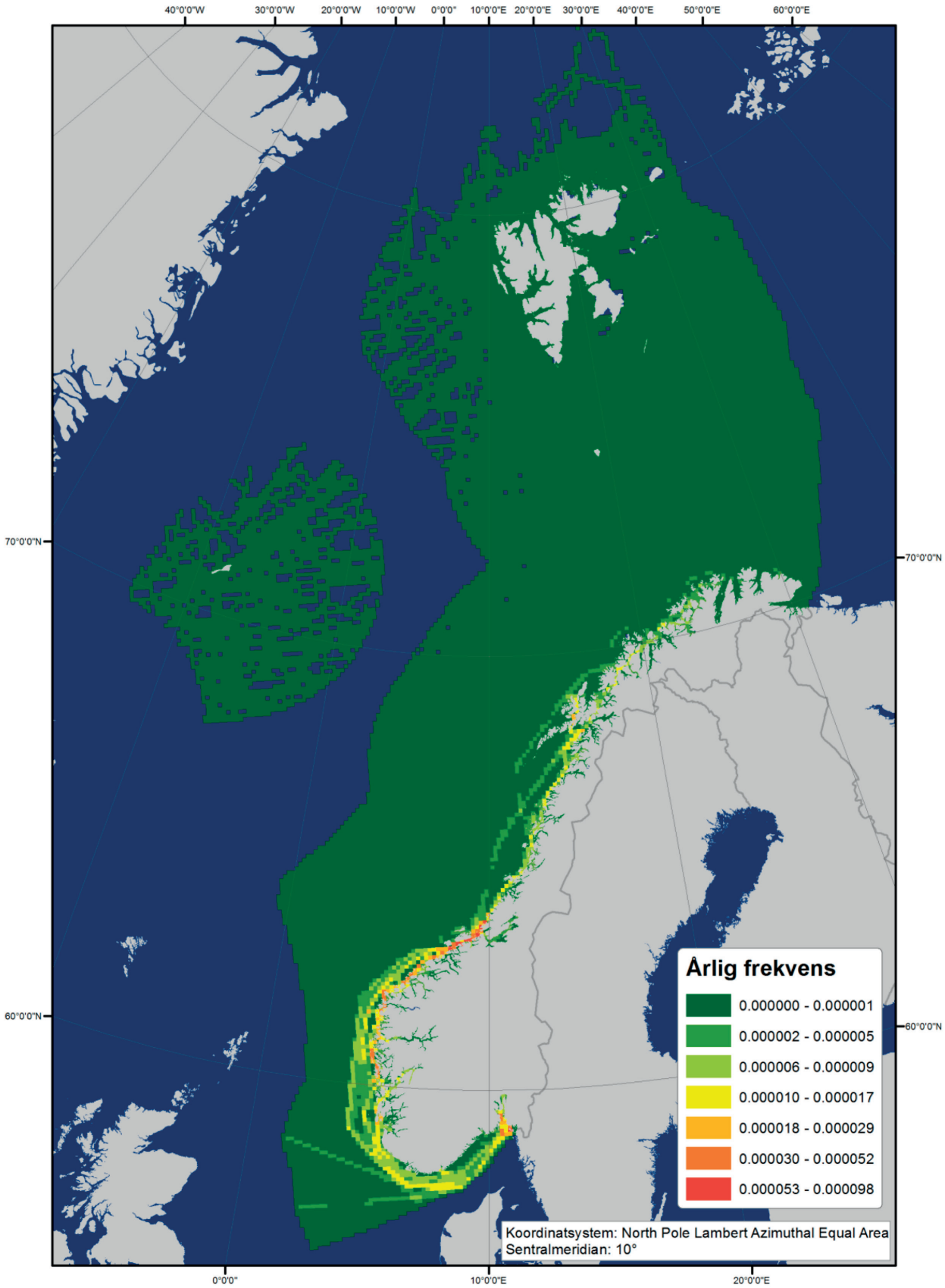
Det meste av beredskapen for norske hav og kystområder er bygd opp for å håndtere oljeforurensning. Fordi de fleste oljetyper er lettere enn vann vil de flyte på havoverflaten etter utslipp og er dermed tilgjengelige for ulike tiltak. De potensielt store akutte utslippene er også knyttet til olje, enten i form av utblåsning fra brønner på sokkelen eller fra havarier av store fartøyer med mye olje i last og drivstofftanker.

Det fraktes også større mengder kjemikalier både til og fra petroleumsinnretningene, og opp og ned langs kysten. Videre lagres og brukes det større mengder kjemikalier i petroleumsvirksomheten. Potensielle mengder som kan slippe ut ved uhell er imidlertid i en annen skala enn fra en utblåsning av olje. Kjemikalier som lagres og brukes i store volumer er typisk borekjemikalier. Hovedmengden av disse er igjen vannbaserte kjemikaler som vil løse seg raskt opp i vannmassene og dermed ikke er mulig å bekjempe. Oljebaserte borevæsker vil i noen grad kunne opptre som oljefilm på overflaten, men disse er ofte tilsatt vektmaterialer som gjør at de synker til bunns. Det betyr at tiltak kan være oppsamling fra havbunnen der dette anses nødvendig.

Som det vises til i kapittel 3 er det for petroleumsvirksomheten flest hendelser med akutte utslipp med kjemikalier. Felles for disse utslippene er at de er gjennomgående små volumer og at det sjelden er aktuelt med tiltak utover å begrense utslippsmengde, vurdere/undersøke effekter i miljøet og jobbe med å forebygge utslipp.

Sannsynlighetsanalysen fra 2017 (DNV GL/Kystverket, 2017) viser at sannsynligheten for utslipp av kjemikalier fra skipsuhell er liten, jf. figur 7.6 og kapittel 3.2. Liten sannsynlighet sammen med at en stor del av kjemikaliene enten er vannløselige eller flyktige, gjør at det ikke har vært lagt vekt på en kjemikalieberedskap i forvaltningsplanområdet.

Ved utslipp eller fare for utslipp til sjø av kjemikalier som ikke er olje, vil HRS og Kystverket kunne be om bistand fra Bergen Brannvesen og Oslo Brann og Redning. Deres RITS-styrker kalles RITS-kjemikaliestyrken, og er trent til å kunne bli satt



Figur 7.6 Forventet antall årlige skipsulykker med utslipp av kjemikalier (last) per grid celle (10x10 km). Summen av ulykkesfrekvenser over alle grid-celler gir den forventede årlige frekvensen for en ulykke med utslipp av kjemikalier i norske farvann. Vi ser at fra de mørkegrønne cellene til de gule cellene øker frekvensen for ulykke med en faktor 27. Fra de gule cellene til de mørkerøde cellene øker frekvensen med en faktor 6. Kilde: DNVGL/Kystverket 2018

ombord på et fartøy for å tette lekkasjer, sette nødslep med mer. RITS kjemikaliestyrken bygger videre på den kompetanse og de rutiner som er bygget opp i RITS-ordningen (avtale DSB har med syv brannvesen).

7.4 Radioaktivitet

En hendelse som innebærer akutt radioaktiv forurensning kan gi alvorlige konsekvenser. Krise-utvalget for atomberedskap (KU) vil koordinere tiltak som gjøres av de ulike sektormyndighetene og kan iverksette egne tiltak (Statens strålevern 2012a; 2013). Ved et utslipp av radioaktiv forurensing vil spredning gjennom luften innebære større risiko for liv, helse og miljø enn spredning via vannmassene (se Statens strålevern 2008a). Det vil umiddelbart gjøres modelleringer for å best mulig kunne forutsi hvordan forurensningen vil spre seg ut fra gjeldene værsystemer og havstrømmer og hvilket omfang og faregrad som forventes. Det vil umiddelbart også være behov for faktiske målinger og informasjonsinnhenting for å karakterisere type og mengde av radioaktiv forurensing som kan mates inn i modellene. Høyeste prioritet vil være eventuell livreddende innsats på skadested/havarist ledet av hovedredningssentralen med faglig bistand fra KU / Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (Statens strålevern 2018c). En annen prioritert oppgave for å redusere konsekvensene av et utslipp er å varsle og rådgi de som befinner seg i området, og omdirigere disse til trygge soner eller havner. Evakuering av petroleumsinstallasjoner, opphør av fiskeri- og annen aktivitet kan være aktuelt. Det kan også være aktuelt å sette inn tiltak mot havarist, som for eksempel anbefaling om nødhavn, igangsette nødslep, med mere. For sunkne objekter vil overvåking og eventuelt heving eller tildekking være aktuelt. En atomhendelse i forvaltningsplanområdet kan også få alvorlige konsekvenser for norske næringsinteresser. Dette kan være tilfelle selv om det er en ubetydelig hendelse helt uten fare for utslipp av radioaktivt materiale. Det er derfor viktig at berørte næringer som eksempelvis sjømatnæringene har utarbeidet egne planverk og beredskapstiltak. Det henvises for øvrig til «Viktige bidrag til reduksjon av ulykkesrisiko / sannsynlighetsreduserende tiltak» beskrevet i kapittel 4.3.

En atomhendelse i forvaltningsplanområdet kan få store konsekvenser for eksempelvis norsk sjømatnæring. Det kan være tilfelle selv om det er en ubetydelig hendelse helt uten fare for utslipp av radioaktivt materiale. Illustrasjonsfoto: Gunnar Sætra, Havforskningsinstituttet

8. Identifisere kunnskapsbehov

8.1 Miljøverdier og sårbarhet

Fisk

Det er usikkerhet knyttet til grenseverdier for skadelige effekter av olje for ulike fiskearter. Det er kommet ny kunnskap gjennom nye studier, eksempelvis Havforskningsinstituttets prosjekt Eggtox. Eggtox-prosjektet har gjennomført oljeeksponeringsforsøk på egg fra syv viktige marine fiskearter; torsk, hyse, sei, polartorsk, sild, kveite og lysing. Det er videre behov for å innhente tilsvarende kunnskap om andre arter som ikke har vært en del av dette prosjektet, herunder tobis.

Det er viktig å forstå de toksikologiske mekanismer og identifisere hvilke oljekomponenter som forårsaker de store effektene som observeres på hjerteutvikling hos fiskeembryo. I dag brukes polysykliske aromatiske hydrokarbon (PAH) konsentrasjoner i sjøen som det beste estimat av dødelighet, men det er sannsynligvis flere andre stoffer (og trolig nedbrytningsprodukter) som er involvert i disse effektene.

Koraller
Med ny kunnskap om sedimentering av olje og marin snø ved uhellsutslipp av olje, er det nødvendig å se nærmere på mulig miljørisiko også for koraller som følge av akuttutslipp av olje.

Sjøfugl
Flere kunnskapsbehov for sjøfugl i norske havområder er identifisert gjennom sjøfuglprogrammene SEATRACK og SEAPOP (se blant annet i Fauchald mfl. 2019). Noe av dette er viktig kunnskap for å forbedre underlaget for forståelsen av miljørisiko knyttet til sjøfugl. Viktige kunnskapsbehov i denne sammenhengen er:

- SEATRACK og SEAPOP dekker de fleste aktuelle artene av pelagisk sjøfugl i Barentshavet. Ett unntak er alke som hekker i den sørlige delen av Barentshavet, og som ikke er dekket av SEATRACK-studiene. Vi mangler også kunnskap opp utbredelsen til ungfuglsegmentet av bestandene. Det tar minst fire år før ulike sjøfuglarter går til hekking første gang. En stor del av bestanden er altså ikke fanget opp av dagens programmer.
- Det er fortsatt behov for mer kunnskap om sjøfugl sin arealbruk vinterstid og bestandstilhørighet.
- Det har vært gjennomført detaljerte studier av svømmetrekket til lomvi fra Bjørnøya, men det mangler fortsatt kunnskap om svømmetrekket fra andre lomvikolonier, og svømmetrekket til polarlomvi i Barentshavet.
- Man har fortsatt begrenset kunnskap om sjøfuglenes habitatbruk og atferd i hekkesesongen. Denne typen kunnskap kan opparbeides gjennom detaljerte loggerstudier i SEAPOP sine nøkkel¬lokaliteter. Dette gjøres kun sporadisk og for enkeltarter i dag. Da ved hjelp av GPS-loggere/GPS-sendere. Det er ønskelig å kartlegge næringssøksområdene mer systematisk for flere kolonier og for flere arter siden dette varierer både mellom arter, lokaliteter og mellom år.
- For å bestemme de enkelte bestandenes sårbarhet for en akutt bestandsreduksjon, ved for eksempel et oljeuhell, kan ulike scenarier modelleres ved hjelp av bestandsdata man har samlet inn i SEAPOP. Det trengs imidlertid å utvikles robuste kriterier for hvordan man skal definere sårbarhet, spesielt i bestander som ikke er stabile, det vil si bestander som har vært stabilt synkende eller stigende over en lengre periode.

8.2 Petroleumsaktivitet

8.2.1 Videre arbeid med myndighetenes risikovurderinger

I kapittel 1 omtales mangel på felles tilnærming i beskrivelsene av risiko i denne rapporten. Det har vært en viktig forutsetning for arbeidet og en enighet fra oppstart av, at de ulike etater utarbeider sine innspill ut i fra sitt myndighetsområde og faglige kompetanse. Arbeidet med denne rapporten har for eksempel bidratt til en bedre sammenheng i vurderinger av ulykkesrisiko og miljørisiko innenfor petroleumsvirksomhet i dette faggrunnlaget.

De enkelte etatenes tilnærming til risikovurdering har også utviklet seg siden forrige forvaltningsplan. Petroleumstilsynet (Ptil) har for eksempel jobbet med å utvikle metode for myndighetsvurderinger, et arbeid som er lagt til grunn i denne rapporten (ref. kapittel 3). Det har vært viktig å legge til rette for uavhengighet og gjennomsiktighet både med hensyn til faglige referanser, metoder og prosesser. Premisser som ligger til grunn er bestemt av Ptil med utgangspunkt i gjeldende regelverk og tilgjengelige kunnskap om forebygging av ulykker. Erfaringer fra Ptils tilsyn og hendelsesoppfølging inngår i kunnskapsgrunnlaget. Metodikken legger opp til involvering av relevant fagekspertise i prosesser for å kvalifisere et faglig underlag og Ptils konklusjoner. For eksempel er Ptils kompetanse innen boring og brønn, prosess- og konstruksjonssikkerhet benyttet for å kvalifisere vurderinger av ulykkesrisiko i området. ODs geologi- og reservoarkompetanse er trukket inn for å styrke kvaliteten av Ptils vurdering av Barentshavspesifikke ulykkesscenarioer. Fageksperter fra næringen innen boring og risikostyring er trukket inn for å robustgjøre Ptils vurderinger av utblåsningsrisiko.

Repertoaret av tiltak for risikoreduksjon tar hensyn til ansvarsfordeling mellom selskap som deltar i petroleumsvirksomhet og myndighet som er satt til å forvalte krav til sikkerhet i petroleumsvirksomhet. Arbeidet frembringer et myndighetsperspektiv på ulykkesrisiko i Barentshavet. Det kan supplere petroleumsnæringens eget bilde av risiko, og bidra til å sette flere eller bedre risikoreduserende tiltak på næringens agenda. Arbeidet viser at målrettede prosesser og myndighetssamarbeid kan styrke myndighetenes grunnlag for forvaltning av ulykkesrisiko og følgende miljørisiko i et områdeperspektiv.

Petroleumstilsynet og Miljødirektoratet har sett behov for å jobbe tettere sammen for å forbedre vurdering av ulykkesrisiko og miljørisiko hver for seg, men også sammen. Dette for å bidra til at forebygging av storulykker i større grad tar hensyn til hvor virksomheten foregår og at miljøhensyn blir bedre ivaretatt. Et samarbeid mellom Ptil og Miljødirektoratet ble påbegynt i 2018 for å adressere disse spørsmål.

8.2.2 Ulykkesrisiko

Videre utvikling av Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet – akutte utslipp (RNNP-AU)
Det er behov for å fortsette og utvikle videre Ptils arbeid rettet mot forebygging av ulykker som kan føre til akutt forurensning. Det kommer i tillegg til og supplerer Ptils øvrige oppfølging av sikkerhet og arbeidsmiljø i norsk petroleumsvirksomhet, og som også bidrar til forbedret forebygging av storulykker på norsk sokkel. I denne sammenhengen er det behov for videreutvikling av RNNP-AU og oppfølging av hendelser som ikke har eller kunne skadet mennesker, slik at disse fører til revurdering av ulykkesforebygging og barrierer i større grad.

Videreutvikling av tilnærming for forebygging og stansing av ulykker fra havbunns-innretninger
Erfaringer synliggjør utfordringer knyttet til næringens tilnærming for å forebygge, begrense og stanse ulykker i petroleumsvirksomhet under vann (ref. kapittel 3.1.2). Utviklingen i praksis ser ut til å være en forverring sammenlignet med dagens praksis og historikk. I lys av teknologiutvikling og trender i petroleumsvirksomheten er det behov for å videreutvikle tilnærmingen til ulykkesforebygging og kontinuerlig forbedring i petroleumsvirksomhet under vann.

Utvikling av kunnskap om områdeforhold og samtidig påvirkning
Siden forrige forvaltningsplan har det pågått kunnskapsutvikling om områdeforhold i regi av både myndigheter og næring. I dette faggrunnlaget konkluderer vi at ingen områdeforhold alene representerer et ukjent eller uvanlig risikopåvirkende forhold. Det er først og fremst samtidig påvirkning fra ulike områdeforhold som kan være en utfordring og vil kreve oppmerksomhet for å forebygge og stanse ulykker. Denne typen utfordring ser ut til å øke mot nord, også i åpnede områder. Det er også mindre erfaring fra aktivitet i nordlige og østlige deler av Barentshavet sør. Usikkerheten om områdeforhold og hvordan de kan påvirke er derfor størst i disse områdene. Det er behov for økt kunnskap om områdeforhold langt nord og øst i planområdet, og for vurdering av hvordan disse kan påvirke ulykkesrisiko.

Behov for å vurdere iverksatte tiltak i lys av erfaringer, kunnskaps- og teknologiutvikling
Ptil arbeider med å ha en oppdatert oversikt over kunnskaps- og teknologiutvikling som kan ha betydning for å forhindre og stanse ulykker som kan føre til akutt forurensning. I 2018 er ulykkestypene utblåsning og tap av integritet på undervannsanlegg prioritert. Det er lagt vekt på å synliggjøre utvikling som kan ha særlig betydning ulykkesrisiko i Barentshavet (Petroleumstilsynet, 2019).

8.2.3 Miljørisiko

Oljedriftmodeller
Petroleumsindustrien jobber med kontinuerlig videreutvikling av oljedriftsmodellene for å fange opp ny kunnskap (se kapittel 6.3.1.1). Forhold som det må jobbes videre med er:

- Forbedre modellering av oljedrift i is. Dynamisk modellering av isdrift sammen med modellering av oljedrift ble presentert av Basec og Equinor i forbindelse med modelleringer for Korpfjell. Tilnærmingen som ble brukt må diskuteres videre i et bredt fagmiljø.
- Sedimentering av olje for å utvikle utrykk for potensiell eksponering av bunnsubstrat og -habitater. Dette er relevant eksempelvis i områder med koraller, tobis og annen sårbar bunnfauna.
- Det er viktig å sikre at oljedriftsmodellene som brukes i skadeberegningene fanger opp de viktigste komponenter som forårsaker giftighet i marint miljø.

Miljørisikoanalyser
Petroleumsindustrien har varslet at de planlegger å erstatte dagens MIRA-metodikk med ERA-akutt i løpet av 2019. Det vil si at det på nåværende tidspunkt ikke er helt klart hvilke forhold som er forbedret i den nye modellen, og hvilke forhold som det fremdeles må jobbes med. Under nevnes forhold som i dag ikke er ivaretatt fullt ut i miljørisikoanalysene til industrien:

- Ivaretagelse av skadeberegninger for nedadgående bestander av sjøfugl.
- SYMBIOSES-modellen bør etableres for flere arter (torsk, hyse, sild, lodde og polar torsk) og det bør

inkluderes oljeeksponering både via vann og gjennom dietten.
- Risikomodeller forutsetter god forståelse for rekrutteringsdynamikk i fisk. Imidlertid er det fremdeles manglende kunnskap om hva som er styrende for den observerte rekrutteringsdynamikken i ulike fiskebestander. Det gjør det enda mer utfordrende å forstå hvordan tilleggsdødelighet på tidlige stadier påvirker bestandsutvikling.
- Det foreligger i dag ikke et godt uttrykk for miljøkonsekvenser for kyst- og strandsonen. Det jobbes blant operatørene med nye analysemetoder for strand i ERA-akutt.
- Det foreligger hverken gode metoder for å analysere miljørisiko i iskantsonen, eller egnet datagrunnlag for miljøverdiene i iskantsonen til å analysere på.
- Kunnskapen om økosystemeffektene som følge av at flere viktige miljøverdier skades samtidig er mangelfull. Det finnes heller ikke modeller som ivaretar dette, men dette er viktige problemstillinger.

8.3 Skipstrafikk

Trafikken rundt Svalbard er endret som følge av flere turister, nedlegging av gruvevirksomhet, økt fiskeriaktivitet og mindre is i området. Det er behov for å vite mer om effektene av disse endringene og utfordringene aktørene møter i navigasjon rundt Svalbard.

8.4 Beredskap mot akutt oljeforurensning

Brenning av olje på sjø
Det er fortsatt mangel på kunnskap om innhold i avgasser og uforbrent materiale (residue) ved brenning av oljeutslipp på vann og i is. Det trengs resultater fra laboratorium og mesoskala tester for in-situ-brenning av utvalgte oljetyper i kaldt klima-/ islagte farvann. Slike resultater kan brukes i videreutvikling av NEBA-verktøy (NEBA = Net Environmental Benefit Analysis) for beslutning om å iverksette brenning.

Oljevernaksjoner i fjerntliggende og sårbare områder
Det oppstår logistikkutfordringer ved aksjoner i områder med lite eller ingen infrastruktur og lange avstander. Det kan derfor være aktuelt å etablere og utvikle testfasiliteter for strandrensing for å videreutvikle strandrenseutstyr, strandrensemidler med mer, og for å trene på et robust konsept for strandaksjoner i fjerntliggende og sårbare områder.

Mekanisk oppsamling under arktiske forhold
Det er fortsatt behov for utvikling av oljeopptakere beregnet på arktiske forhold. Eksisterende oljeopptakerne bør testes på nye drivstofftyper og ulike råoljer i kaldt vann.

Det er behov for utvikling av bedre metoder for bekjempning av olje som har drevet inn i helt eller delvis isdekte farvann.

Drivstofftyper og råoljers egenskaper
Kystverket ønsker å få økt kunnskap om diesel og hybridoljers egenskaper ved utslipp til sjø. Dette er nødvendig for å kunne gjøre bedre vurderinger av hvilke tiltak som er egnet for å bekjempe denne type utslipp. Fysiske og kjemiske egenskaper til ulike typer drivstoff må kartlegges for å få bedre kunnskap om variasjonen i egenskapene til disse produktene under ulike klimatiske forhold.

Oljedrift
Det er ønskelig å forbedre kunnskapen om spredning på sjø av lette oljeprodukter og tynne oljefilmer. Ved å kjenne til hvordan utbredelse skjer, vil det være mulig å estimere utbredelse og forbedre inndata til beredskapsanalyser og operative metoder. Det vil også her være problemstillinger knyttet til utslipp av lette oljeprodukter i is.

Strandrensing
Det er behov for videreutvikling av metoder for behandling av oljeforurensning på strand med fokus på avfallsminimering, herunder brenning og bioremediering.

Det bør videre undersøkes hvor lang tid det tar før blant annet bølger, bakterier fjerner/bryter ned påslag av ulike drivstofftyper. Det bør utarbeides en plan for kartleggings- og forskningsprosjekter som kan igangsettes ved et reelt oljeutslipp, for å kartlegge

hvordan naturen reagerer på oppryddingstiltak sammenlignet med å la naturen rydde opp selv.

Bioremediering
Naturlig forkommende bakterier i vannmasser og i sedimenter har evnen til å helt eller delvis bryte ned ulike petroleumsprodukter. Det er behov for økt kunnskap om hvordan disse prosessene virker på ulike oljeprodukter. Videre hvilken del av oljemolekylene de bryter ned (spiser) først. For rensing av strender er også metoder for å øke oksygentilførselen og oppformere bestanden av bakterier viktige forskningsområder som må operasjonaliseres. Å la naturlig forkommende bakterier rense opp for eksempel strender er spesielt interessant i vanskelig tilgjengelige områder eller i områder med spesielt sårbar natur.

Overvåkning, deteksjon og kartlegging
Videreutvikling av metoder for å kunne bruke satellittbilder for å skille olje og is er et viktig forskningsområde. Behovet for kunnskap om deteksjon av olje i is er likt petroleumssektorens behov, men også rettet mot tung bunkersolje. For skipstrafikk er det imidlertid også større behov for å detektere lette drivstofftyper. Bruk av bakkenære plattformer som droner, fly og fartøy kan være nødvendig. De ulike bildene fra satellitt, fly, oljedeteksjonsradar og IR-kamera på fartøy og droner må integreres i et felles operasjonsbilde. Deling av data skal kunne gjøres over maritim bredbåndsradio (MBR), og det må etableres et operativt konsept for bruk av kommunikasjon mellom fly/fartøy/land ved bruk av kommunikasjonsutstyr.

8.5 Radioaktivitet

For området radioaktivitet er følgende prioriterte kunnskapsbehov identifisert:

- Dagens risikovurderinger inkluderer modelleringer av den kunnskapen som vi per dags dato har på direkte effekter av enkeltstoffer på enkeltindivider. Dessverre er dette kunnskapsgrunnlaget til dels begrenset og følgelig er kunnskapen om hvordan slike effekter eventuelt vil påvirke bestander og økosystem mangelfull. Samtidig vet vi at artene lever i et miljø hvor de påvirkes av mange ulike stressfaktorer og stadige endringer i omgivelsene. Det er derfor viktig at vi fremover tilstreber en økosystembasert tilnærming. En slik tilnærming vil se på både direkte og indirekte effekter av alle kjente påvirkninger som økosystemet utsettes for (Bradshaw mfl. 2014).
- Tidligere konsekvensvurderinger for lokale kilder i planområdet bør oppdateres i tråd med ny kunnskap og nye trusler. Spredningsmodeller for luft og hav bør videreutvikles, inklusive for arktiske forhold.
- Det marine- og maritime overvåkningsprogrammet for radioaktivitet i luft og hav i forvaltningsplanområdene bør gjennomgås og styrkes. Dette bør inkludere vurdering av bruk av ny teknologi til beredskap og overvåking, så som samordnet bruk av ubemannede fartøyer (droner) i luft og i forbindelse med tokt for overvåking og inspeksjon av sunkne radioaktive kilder i havet.
- Miljøovervåking og beredskap mot akutt radioaktiv forurensing bør styrkes på Svalbard, og eksempelvis vurderes som en integrert del av et nytt Arktisk beredskapssenter på øygruppen.
- Det er behov for oppdatert oversikt og kunnskap om pågående utvikling av ny teknologi som kan påvirke risikoen for og håndteringen av akutt radioaktiv forurensing i forvaltningsplanområdene, så som nedsenkbare kjernekraftverk og annen mulig bruk av små modulære kjernereaktorer.
- Det er behov for kunnskapsprosjekter for identifisering av mangler og foreslå tiltak for å videreutvikle internasjonale avtaler, regelverk og retningslinjer for sikker transport og anvendelse av flytende atomkraftverk og annen ny teknologi.
- Det er behov for oppdaterte prognoser for fremtidig aktivitetsutvikling i planområdet og som eksempelvis inkluderer klimaendringer og utbygging av den nordlige sjørute, forventede trender innen sivil kjernekraftindustri og militære aktiviteter som vil påvirke ulykkesrisiko.
- Det bør stimuleres til økt kunnskapsdeling, gjennomføring av faglige kunnskapsprosjekter, og styrket samhandling på tvers av etater nasjonalt og internasjonalt innenfor redningsaksjoner og forebygging, beredskap og respons mot akutt radioaktiv forurensing, inklusive som del av det Arktiske samarbeidet under Arktisk råd – EPPR-arbeidsgruppen.
- Det bør gjennomføres kunnskapsprosjekter som belyser mulige samfunnseffekter av hendelser som kan medføre akutt radioaktiv forurensing, inklusive mulige konsekvenser og tiltak for lokalsamfunn, sjømatnæringene med mere.

9. Norskehavet

Faggrunnlaget for forvaltningsplanen for Norskehavet ble oppdatert i 2014 (Faglig forum, Overvåkningsgruppen og Risikogruppen 2014). Det er ikke gjort en full gjennomgang av status og utviklingstrekk siden forrige faggrunnlag. Det er kun løftet enkelttema hvor det enten har vært vesentlige endringer eller spesielt fokus siden siste forvaltningsplan, og som kan være relevant underlag for oppdateringen av forvaltningsplanen. Ulykkesfrekvens for både Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak i kapittel 9.1.1.

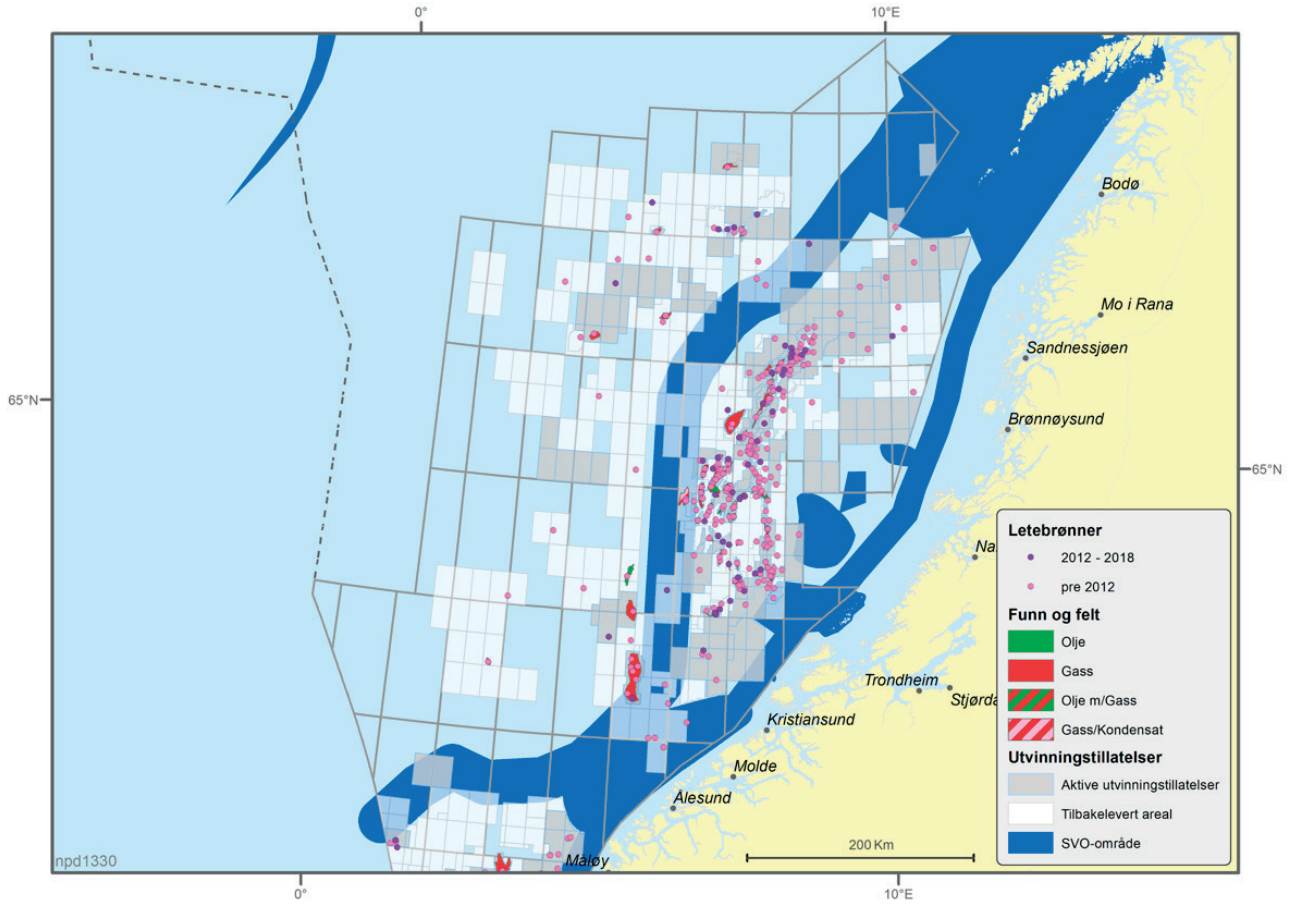
9.1 Petroleum

Som beskrevet i Næringsaktivitet Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak (2019) er det siden 2012 til slutten av 2018 tildelt 142 nye utvinningstillatelser i Norskehavet. Det er i samme tidsrom tilbakelevert 131 utvinningstillatelser, og ved utgangen av 2018 var det 152 aktive utvinningstillatelser i Norskehavet (se figur 9.1). Tilsvarende var det 142 tillatelser ved utgangen av 2012. Lisenser er tildelt i TFO (Tildeling i Forhåndsdefinerte Områder) 2017 både inn mot kysten fra Trøndelag II og opp til Nordland V, i de sentrale områdene rundt de eksisterende feltene og ute i Mørebassenget og Vøringsbassenget I og II. Ved årsskiftet 2017/2018 var det 17 felter i drift i Norskehavet.

9.1.1 Ulykkesrisiko

Det er lagt vekt på å synliggjøre endringer siden Meld. St. 35 (2016-2017) Oppdatering av forvaltningsplan for Norskehavet og Meld. St. 37 Helhetlig forvaltning av Nordsjøen og Skagerrak. Det vises til kapittel 3.1 for nærmere omtale av Petroleumstilsynets (Ptil) faglige ståsted og tilnærming i vurdering av ulykkesrisiko.

Det er ikke gjennomført myndighetsvurdering av ulykkesrisiko med prosessbasert metode for



Figur 9.1 SVO i Norskehavet og petroleumsaktivitet i form av historiske lisenser (tildelte og tilbakeleverte), samt leterbrønner før 2012 og i perioden 2012-2018. Kilde: Oljedirektoratet og Miljødirektoratet

denne oppdateringen av forvaltningsplanene for Nordsjøen-Skagerrak og Norskehavet. Følgende informasjon og kunnskap er lagt til grunn for denne oppdateringen med hensyn til ulykkesrisiko tilknyttet petroleumsvirksomhet i Nordsjøen-Skagerrak og Norskehavet;

- utvikling for hendelser og ulykker
- forhold som kan påvirke ulykkesrisiko generelt

9.1.1.1 Utvikling for hendelser og ulykker

Informasjonen om utvikling for hendelser og ulykker på norsk sokkel som gitt i kapittel 3.1.1 er også relevant for Norskehavet og Nordsjøen.

De to siste årene har Nordsjøen hatt høyere normaliserte verdier for antall hendelser med akutte råoljeutslipp enn Norskehavet. Dette er en endring i forhold til ellers i perioden 2001-2017 da indikatorverdiene for Norskehavet jevnt over har vært høyere enn i Nordsjøen. Det er for tidlig å si om dette er en trend.

Den økende tendensen de siste årene i antall tilløpshendelser på norsk sokkel skyldes utviklingen for antall brønnkontrollhendelser i Nordsjøen. I årene 2014 til 2017 har det vært et stabilt høyere antall slike hendelser enn i årene 2011 til 2015. Hendelsene har i stor grad inntruffet under produksjonsboring. Det er boret et relativt høyt antall produksjonsbrønner i Nordsjøen i samme tidsrom.

De fleste hendelsene er kategorisert som regulære, men det har også inntruffet alvorlige brønnkontrollhendelser i seinere år. Vurderingene av hendelsespotensial gitt inntrufne brønnkontrollhendelser viser en økning både i indikator for potensielt antall og for potensiell utslippsmengde. Ptil har rettet oppmerksomhet mot forebygging av brønnkontrollhendelser i seinere år.

I Norskehavet har det vært en positiv utvikling i antall hendelser med akutt forurensning de siste årene. Det gjelder også antall hendelser med akutte utslipp av kjemikalier.

Samlet utslippsmengde fra hendelser med akuttutslipp av kjemikalier viser høye verdier både i Norskehavet og i Nordsjøen i senere år.

9.1.1.2 Forhold som kan påvirke ulykkesrisiko

Beskrivelsen av ulykkesrisiko i kapittel 3 omhandler flere forhold som er av betydning for ulykkesrisiko generelt på norsk sokkel. Endringer i konteksten for petroleumsvirksomhet kan påvirke ulykkesrisiko og vurderingene av disse gjelder for industrien som helhet. Beskrivelsen omfatter også forhold knyttet til selskapenes risikostyring og pågående teknologi-, kunnskaps- og standardutvikling. Dette er forhold som kan påvirke ulykkesrisiko også i Nordsjøen og Norskehavet.

Enhver beskrivelse av risiko er beheftet med usikkerhet, blant annet fordi risiko er avhengig av svært mange risikopåvirkende forhold og kombinasjoner av disse. Mange av disse forholdene er også i stadig endring. Tabell 9.1 oppsummerer utviklingen for ulike forhold som kan påvirke ulykkesrisiko i Nordsjøen/Skagerrak og Norskehavet. De risikopåvirkende forholdene er sortert med hensyn til om de er knyttet til område, industrikontekst eller selskapenes risikostyring.

9.1.2 Miljørisiko

Miljørisiko knyttet til det meste av felt- og boreaktiviteten i Norskehavet ligger innenfor hva som vil kunne forventes for denne typen aktivitet i havområdet. Dette skyldes i hovedsak at sannsynligheten for alvorlige hendelser er antatt å være lav og at konsekvenspotensialet for de mest sårbare områdene er begrenset for mange av aktivitetene. Enkelte aktiviteter har imidlertid skilt seg ut med høy miljørisiko, som følge av potensial for alvorlige miljøkonsekvenser. Dette har vært brønner med høy miljørisiko både på åpent hav og i kystsonen som følge av veldig høye utslippsrater, samt kystnære brønner. Ny kunnskap om mulig sedimentering av olje ved uhellsutslipp, er også relevant for miljørisikovurderinger i Norskehavet, som har store og viktige forekomster av dypvannskorallrev (*Lophelia Pertusa*).

Det er derfor nødvendig med fokus på risikoreduserende tiltak både hos selskapene og myndighetene i Norskehavet også fremover.

Høye rater

De senere årene har det vært flere leteboringer i Norskehavet som har slått ut med høy miljørisiko

Tabell 9.1 Endringer og forventet utvikling

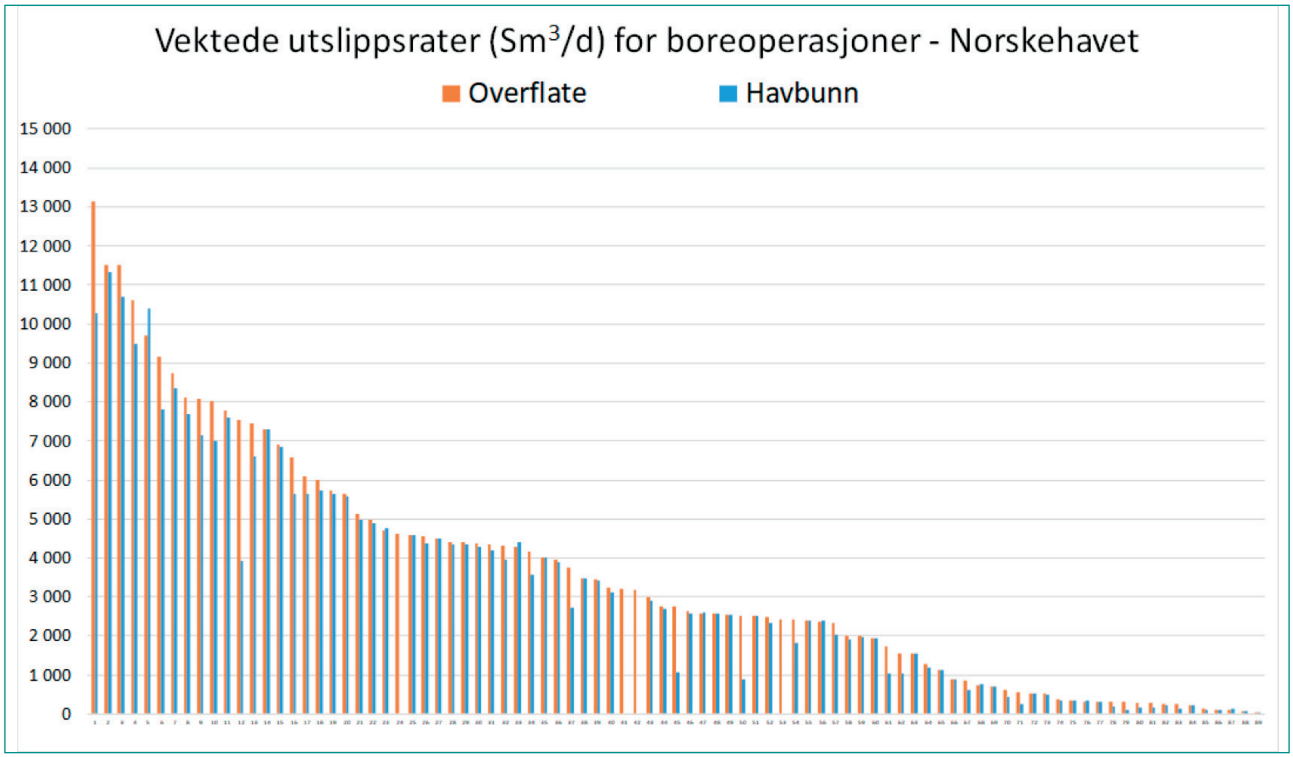
Forhold knyttet til	Endringer siden forrige stortingsmelding	Forventet utvikling fram mot 2032
Område For eksempel værforhold, reservoarforhold, havdyp, ras- og jordskjelvsfare, skipstrafikk, aktivitetsnivå i området mv.	**Nordsjøen** Relativt høyt aktivitetsnivå. Økt aktivitet med produksjonsboring. Utbygging av Johan Sverdrup og Edvard Grieg. Fjorten nye felt i drift. Åtte PUD er godkjent. Modent område med kjent geologi og godt utbygd eller planlagt infrastruktur. Kryssende brønnbaner er en utfordring i boring på felt med smale reservoarsoner og mange eksisterende brønner. Usikkerhet om hvordan dette påvirker ulykkesrisiko. **Norskehavet** Relativt høyt aktivitetsnivå. Produksjons-oppstart på Maria og Aasta Hansteen. Fem PUD er godkjent. Tre nye funn i Norskehavet i 2017. Relativt godt utforsket. Det er også her etablert mye infrastruktur, spesielt i de østlige delene.	OD antar at rundt en tredjedel av de uoppdagede ressursene ligger i Nordsjøen og Norskehavet. Planlagt produksjonsoppstart for flere nye felt. Nedstengning av gamle felt. Forventet flere nye utbygginger, også med havbunnsløsninger. Deler av eksisterende infrastruktur nærmer seg designlevetid.
Industrikontekst For eksempel konjunkturendringer, rammebetingelser for virksomheten, aktørbilde, aktivitetsnivå i petroleumssektoren mv.	Siste halvdel av perioden har vært preget av konjunkturendring og aktivitetsnedgang. Behov for effektivisering og kostnadsreduksjon har drevet utviklingen for teknologi, standarder og arbeidsprosesser. Effektivisering kan ha positive sikkerhetsmessige konsekvenser, men kan også føre til kutt i viktige sikkerhetsmarginer.	Forventet fremtidige konjunktursvingninger og behov for tilpasninger. Selskapenes tilpasninger til kontekstendringer kan påvirke ulykkesrisiko i praksis, både positivt og negativt. Forventet økt press på petroleumsnæringen for å ivareta klimamål.
	Regelverksprinsipper ligger fast. Det er innført skjerpede krav til boring av avlastningsbrønn, og sterkere fokus på å ta hensyn til usikkerhet i risikostyring. Det er generelle utfordringer med eksisterende praksis knyttet til samlede vurderinger jf. sentrale rammebetingelser.	Forventet utvikling av selskapenes risikovurderinger for en bedre oversikt og kontroll av ulykkesrisiko i praksis. Forventet utvikling av evne til å supplere enkeltvise risikovurderinger.
	Endret aktørbilde med flere mindre og mellomstore aktører. Oppfølging av selskaper viser at det er variasjon i kjennskapen til det norske HMS-regimet.	Forventet utvikling i kunnskap om og tilpasning til det norske HMS-regimet.
Selskapenes risikostyring For eksempel valg av utbyggingsløsning og tekniske løsninger, type operasjoner som gjennomføres, aktører som deltar i aktiviteten, måten aktiviteten organiseres og styres på mv.	Økende bruk av havbunnsteknologi på norsk sokkel. Eksisterende og planlagte utbygginger i Norskehavet og Nordsjøen inkluderer havbunnsløsninger. Forebygging av ulykker på havbunnen krever oppmerksomhet, spesielt med hensyn til tilstandsovervåking og barrierer for å oppdage feil, fare- og ulykkessituasjoner.	Forventet økende bruk av undervannsløsninger og utvikling mot at større produksjonsanlegg plasseres på havbunnen.
	Det har pågått teknologiutvikling som kan bidra til å forbedre ulykkesforebygging og styring av ulykkesrisiko, inkludert risiko for akutt forurensning. Økende grad av digitalisering også i petroleumsvirksomhet.	Forventet teknologiutvikling generelt og spesielt tilpasset spesifikke utfordringer i havområdet. Forventet forbedring i teknologi for å overvåke tilstand under utvikling og å oppdage integritetstap på havbunnsanlegg. Effekt av teknologiutvikling på ulykkesforebygging generelt, på forebygging av utblåsning og ulykker i virksomhet under vann spesielt, avhenger av at ny teknologi tas i bruk, og at sikkerhetsmessige fordeler overgår ulempene.

som følge av høye utblåsningsrater. Utslipp med høye rater vil kunne medføre betydelige mengder emulsjon over store arealer på åpent hav og i kyst og strandsonen. I Norskehavet er det periodevis store forekomster sjøfugl på åpent hav, og mye sjøfugl vil kunne skades ved store utslipp, noe som kommer fram i miljørisikoanalysene.

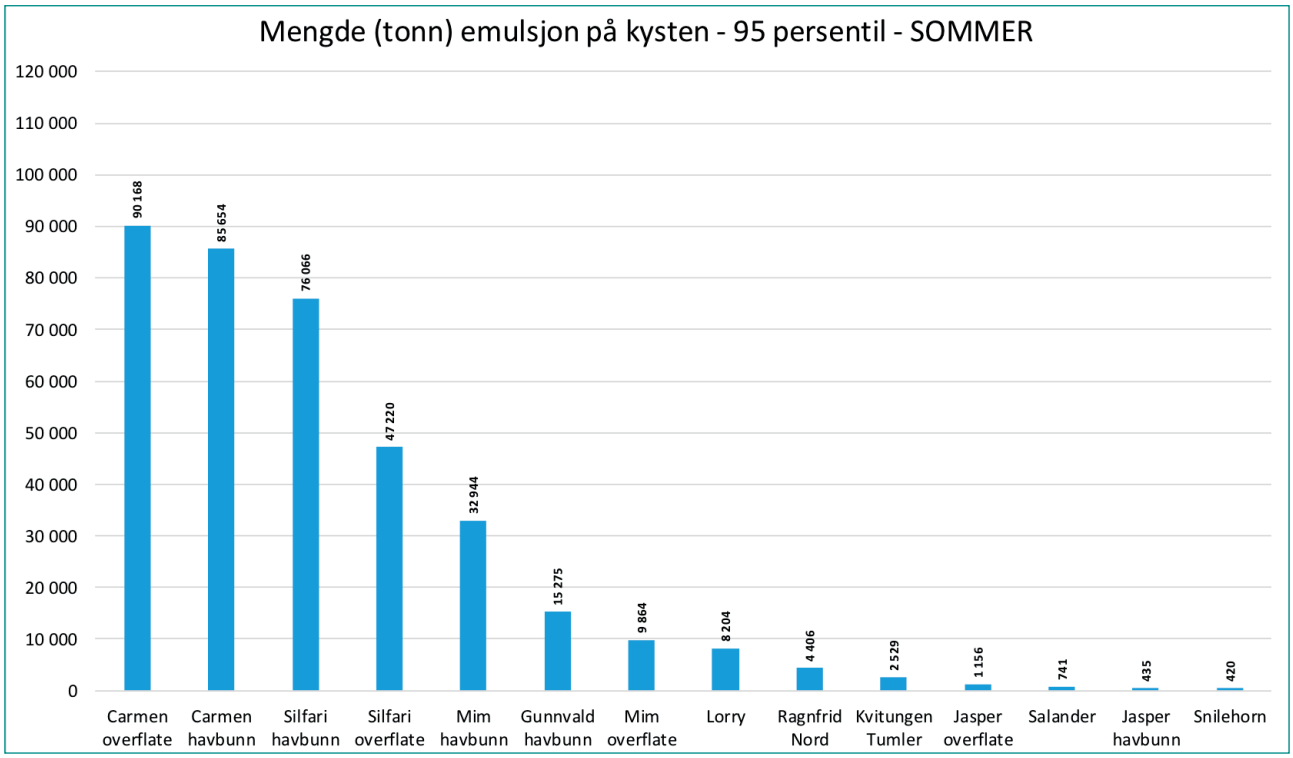
Figur 9.2 viser vektede utblåsningsrater (middel-verdier) for boreoperasjoner i Norskehavet i perioden 2008-2018. Tilnærmet halvparten av disse boreoperasjonene har vektede rater over 4000 Sm^3/døgn som er høyt. De høyeste utslippsratene gjelder letebrønnene Nordtuva (6407/3-1,2011) vest for SVO Haltenbanken, Snilehorn (6407/8-6, 2013) ved Draugen, Mim (6507/3-12, 2016) ved Norne og Carmen (6507/8-9, 2017) ved Heidrun. Alle har beregnede vektede rater over 10 000 Sm^3/døgn, som er høyere enn utblåsningsraten for Macondo (Deepwater Horizon). De potensielle maksimalratene er enda høyere. Utslipp av slike størrelser kan forventes å innebære betydelige miljømessige og beredskapsmessige utfordringer.

Beregnede strandingsmengder ved utslipp fra borelokasjoner i Norskehavet er ikke nødvendigvis høye, noe som skyldes at mange av aktivitetene foregår med relativt lang avstand til land. For flere av letebrønnene har imidlertid mulige strandingsmengder vært betydelige selv med lange avstander til land, som følge av svært høye rater. Oppgitte strandingsmengder tar imidlertid ikke hensyn til eventuell effekt av beredskapstiltak. Et eksempel er Carmen, hvor avstanden til land var mer enn 160 km. Oljedriftsberegningene viste strandet emulsjon på over 90 000 tonn for 95-persentilen (se figur 9.3). Så store emulsjonsmengder inn til kyst og strand vil innebære betydelige miljømessige og beredskapsmessige utfordringer. Til sammenligning medførte havariene av Full City og Server utslipp av ca. 200 tonn og 270 tonn olje og store og langvarige strandaksjoner.

Som omtalt under kapittel 6.1.4.1 viser miljørisikoanalyser generelt lave utslag for strand i metodikken som benyttes av operatørene selv ved store strandingsmengder. Dette har også vært tilfellet for eksemplene i Norskehavet. Vurderingen er at miljøkonsekvenser knyttet til så store strandingsmengder, som kan berøre store kystområder og mange miljøverdier, vil være betydelige.



Figur 9.2 Vektede utblåsningsrater (Sm^3/d) for boreoperasjoner i Norskehavet i perioden 2008-2018, for overflate- og havbunnsutslipp. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet.



Figur 9.3 Beregnede strandingsmengder på kysten totalt (95-persentiler) ved potensiell utblåsning for enkelte boreoperasjoner i Norskehavet uten effekt av beredskap på åpent hav. 95-persentilen benyttes for dimensjonering av beredskapen i kyst- og strandsonen. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet.

Miljørisiko knyttet til koraller

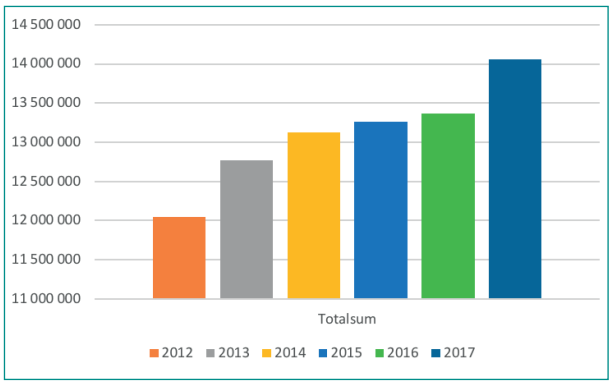
I Norskehavet er det mye koraller, også innenfor områder åpnet for petroleumsvirksomhet. Korallforekomstene spenner fra enkeltforekomster til de store korallrevene, hvorav Sularevet og Iverryggen er definert som særlig verdifulle og sårbare områder. Både på Trænarevet og Sularevet er det tildelt lisenser.

Med ny kunnskap om sedimentering av olje og marin snø ved uhellsutslipp av olje, er det nødvendig å se nærmere på mulig miljørisiko også for koraller som følge av akuttutslipp av olje. Potensialet for eksponering og konsekvenser for koraller ved uhellsutslipp i nærheten av koraller, er sannsynligvis større enn tidligere antatt. Miljørisiko for koraller og eventuell annen sårbar havbunn er så langt ikke fanget opp i miljørisikoanalysene.

9.2 Skipstrafikk

Skipstrafikken i Norskehavet øker som forventet moderat år for år. Som et samlet uttrykk for all skipstrafikk i forvaltningsplanområdet økte den utseilte distansen med 7,1 prosent i 2017 fra forrige revisjon av forvaltningsplan for Norskehavet basert på 2014-tall (se figur 9.4).

Skipstrafikken i Norskehavet domineres i 2017, som i 2014 og årene imellom, av skipstypene passasjerskip, stykkgodsskip og fiskefartøy. Passasjerskip økte sin utseilte distanse med om lag 16 prosent fra 2014 til 2017, mens stykkgodsskip økte med 6,7 prosent og fiskefartøy med 4,3 prosent i samme tidsrom. Mens veksten i utseilt distanse for passasjerskip og



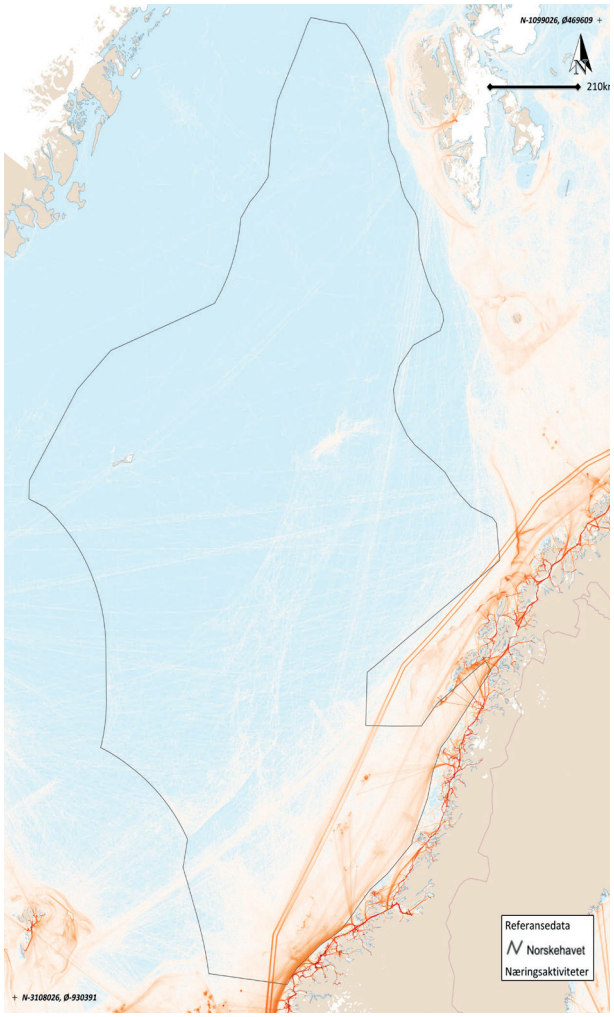
Figur 9.4 Utseilt distanse i nm for alle skipstyper i Norskehavet 2012-2017. Kilde: Kystverket

stykkgodsskip ser ut til å representere langsiktige trender ser vi at utseilt distanse for fiskefartøy går litt mer opp og ned fra år til år avhengig av fiskeressursenes tilstedeværelse og geografiske spredning.

9.2.1 Endring i trafikkmønster og miljørisiko

Trafikktettheten i Norskehavet er sammenliknet med Nordsjøen betraktelig lavere samtidig som den er høyere enn i Barentshavet. Av figur 9.5 ser vi at trafikken ute i de store havområdene er mindre enn i kystnære strøk. En betydelig andel av utseilt distanse i Norskehavet utføres av skip innenfor grunnlinjen.

Samtidig ser vi tydelig resultatene av nye rutetiltak i 2011 i form av trafikkseparering av store skip og skip med farlig og/eller forurensede last, særlig i de sydlige delene av forvaltningsplanområdet. Endringen i trafikkmønster har ledet risikofartøy og fartøy med risikolast lengre bort fra kysten og inn i tydelig skilte seilingsleder. Dermed er sannsynligheten for kollisjoner og drivende grunnstøtinger redusert for denne typen fartøy. Miljørisikoen disse fartøyene representerer er dermed også redusert. Den samlede trafikken av forskjellige tankfartøy (olje-, produkt-, gass- og kjemikalietankere) har økt litt i perioden. Foreløpig er ikke økningen så stor at den eliminerer gevinsten med rutetiltakene. Prognosene for 2040 viser imidlertid en større økning for disse fartøysgruppene, og Kystverket vil følge både trafikkutviklingen og endringer i miljørisikoen.



Figur 9.5 Trafikkmønster og trafikkfordeling i Norskehavet. Kilde: Kystverket

Langs kysten gjøres det løpende farleds- og havnetiltak. Tiltakene både reduserer sannsynligheten for uhell og bedrer fremkommeligheten og tilgangen. Det reduserer både miljørisikoen og miljøbelastningen fra drift av fartøyene.

Det er ellers ingen vesentlige endringer i seilingsmønsteret for Norskehavet i perioden.

Det er ikke utført nye miljørisikoanalyser for skipstrafikken siden 2014. Omtale av miljørisiko viser derfor til miljørisikoanalysene fra 2011 for Fastlands-Norge og 2014 for Svalbard og Jan Mayen. Endringene i skipstrafikk og seilingsmønster fra 2013 til 2017 er så brukt for å vurdere om og hvordan skipstrafikken påvirker miljørisikoen. Fordi det ikke foreligger ferske data og analyser, har man i denne rapporten vært tilbakeholden med spesifikke vurderinger av miljørisikoen. Kystverket vil utføre miljørisikoanalyser når nye verktøy er klare (se kapittel 6.2.2).

9.2.2 Prognoser

Vurderingen av fremtidig skipstrafikk i forvaltningsplan-området basers på prognosearbeid gjort av DNV-GL i forbindelse med sjøsikkerhetsanalysen som ble gjennomført i 2014. Det er viktig å understreke at regioninndelingen som er benyttet i prognosearbeidet tilknyttet sjøsikkerhetsanalysen ikke sammenfaller helt med inndelingen av forvaltningsplanområder. Regioninndelingen og hvordan den samsvarer med forvaltningsplanområdene er beskrevet i kapittel 2.2. I forhold til å vurdere trafikkutvikling og påvirkning fra skipstrafikken vurderes dette til å være av mindre betydning.

I forvaltningsplansammenheng er prognoser først og fremst interessant for eventuelle endringer i påvirkning på økosystemene et endret fremtidig trafikkmønster og en endring i trafikksammensetning, vil medføre. I det følgende er det i liten grad spekulert i hvordan fremtidig teknologiutvikling og endrede rammevilkår for skipsfarten vil endre skipstrafikkens påvirkning på økosystemene.

Metode

Det overordnede prinsippet for beregningene av den fremtidige trafikken, er det samme for alle fartøystyper og kan beskrives slik: Grunnleggende økonomisk aktivitet i forskjellige sektorer driver et transportbehov for forskjellige varer. Dette transportbehovet danner et grunnlag for skipsfart. De forskjellige fartøystypene håndterer til dels forskjellige varetyper. Vekst i transportbehovet for forskjellige varetyper vil følgelig gi vekst i forskjellige fartøystyper. Transportbehovet drives i sin tur av endringer i økonomisk aktivitet i forskjellige næringer.

Hovedanalysen identifiserer trender og drivere som vil føre til gitte endringer i skipstrafikk fra 2013 til 2040. Det er også beregnet en mellomprognose for 2030 basert på utviklingen i første del av perioden. Det er imidlertid den samlede utviklingen frem mot 2040 som er prioritert og grundigst analysert.

Som man kan lese av tabellen over forventes en relativt kraftig økning i utseilt distanse for enkelte av skipskategoriene fram mot 2040 (tabell 9.2). I det langsiktige perspektivet dette representerer er det viktig å være klar over hva som er de viktigste driverne for å forklare endringene i skipstrafikkens omfang.

For ytterligere detaljer om trafikkprognosene for norske havområder se: https://www.kystverket.no/globalassets/nyheter/2015/november/prognoser_2040-rev.e-2018-02-14-002.pdf

Tabell 9.2 Utvikling i utseilt distanse per fartøyskategori målt i 1000 nm. Kilde: Kystverket

Fartøy	Norskehavet		
	2013	2040	Endring (%)
Råoljetankere	86	230	167 %
Produkttankere	652	2062	216 %
Kjemikalietankere	54	170	215 %
Gasstankere	102	529	419 %
Bulkskip	743	973	31 %
Stykkgodsskip	3044	5261	73 %
Konteinerskip	74	415	461 %
Ro-Ro lasteskip	114	197	73 %
Kjøle-/fryseskip	339	619	83 %
Passasjerskip	3775	4695	24 %
Cruiseskip	156	341	119 %
Offshore supplyskip	511	335	-34 %
Andre offshore serviceskip	135	87	-36 %
Andre aktiviteter	1187	1617	36 %
Fiskefartøy	1939	1693	-13 %
Total	**12911**	**19224**	**49 %**

9.3 Radioaktivitet

For forvaltningsplanområdene Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak vises det på generelt grunnlag til beskrivelsene for forvaltningsplanområdet Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.

Utover blant annet naturgitte fysiske/geografiske og biologiske forskjeller mellom disse havområdene av betydning for ulykkesrisiko og miljøets risiko og sårbarhet for akutt radioaktiv forurensing påpekes noen forskjeller knyttet til aktiviteter og kilder for mulig akutt radioaktiv forurensing.

Sammenlignet med Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak har forvaltningsplanområdet Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten:

- stor militær tilstedeværelse og aktivitet som inkluderer trafikk av reaktordrevne fartøyer og fartøy med kjernevåpen
- konsentrasjon av kilder og aktiviteter knyttet til Nordvest-Russland (dette gjelder militære anlegg og aktiviteter på land og til sjøs, sivile kjernereaktorer og andre sivile anlegg og aktiviteter, base for og høyere trafikk av sivile reaktordrevne fartøy, flytende atomkraftverk, og sjøtransporter av radioaktivt materiale)
- sunkne reaktordrevne ubåter og dumpet radioaktivt avfall i Barentshavet og det tilgrensende Karahavet
- mulig fremtidig økt militær aktivitet og økt utvikling og bruk av den nordlige sjørute, inklusive mulig bruk av flytende atomkraftverk og små og modulære reaktorer i forbindelse med forventet økt næringsaktivitet

Sammenlignet med forvaltningsplanområdet Barentshavet og områdene utenfor Lofoten har Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak en større nærhet til et høyere antall kjernekraftverk og til gjenvinningsanleggene i Sellafield i Storbritannia og Cap de La Hague i Frankrike. Dette betyr kortere transporttid og mindre grad av fortynning av radioaktivt materiale før det når de pågjeldende havområder.

10. Nordsjøen og Skagerrak

Faggrunnlaget for forvaltningsplanen for Nordsjøen og Skagerrak ble ferdigstilt i 2012. Det er ikke gjort en full gjennomgang av status og utviklingstrekk siden forrige faggrunnlag. Det er kun løftet enkelttema hvor det enten har vært vesentlige endringer eller spesielt fokus siden siste forvaltningsplan, og som kan være relevant underlag for oppdateringen av forvaltningsplanen.

10.1 Petroleum

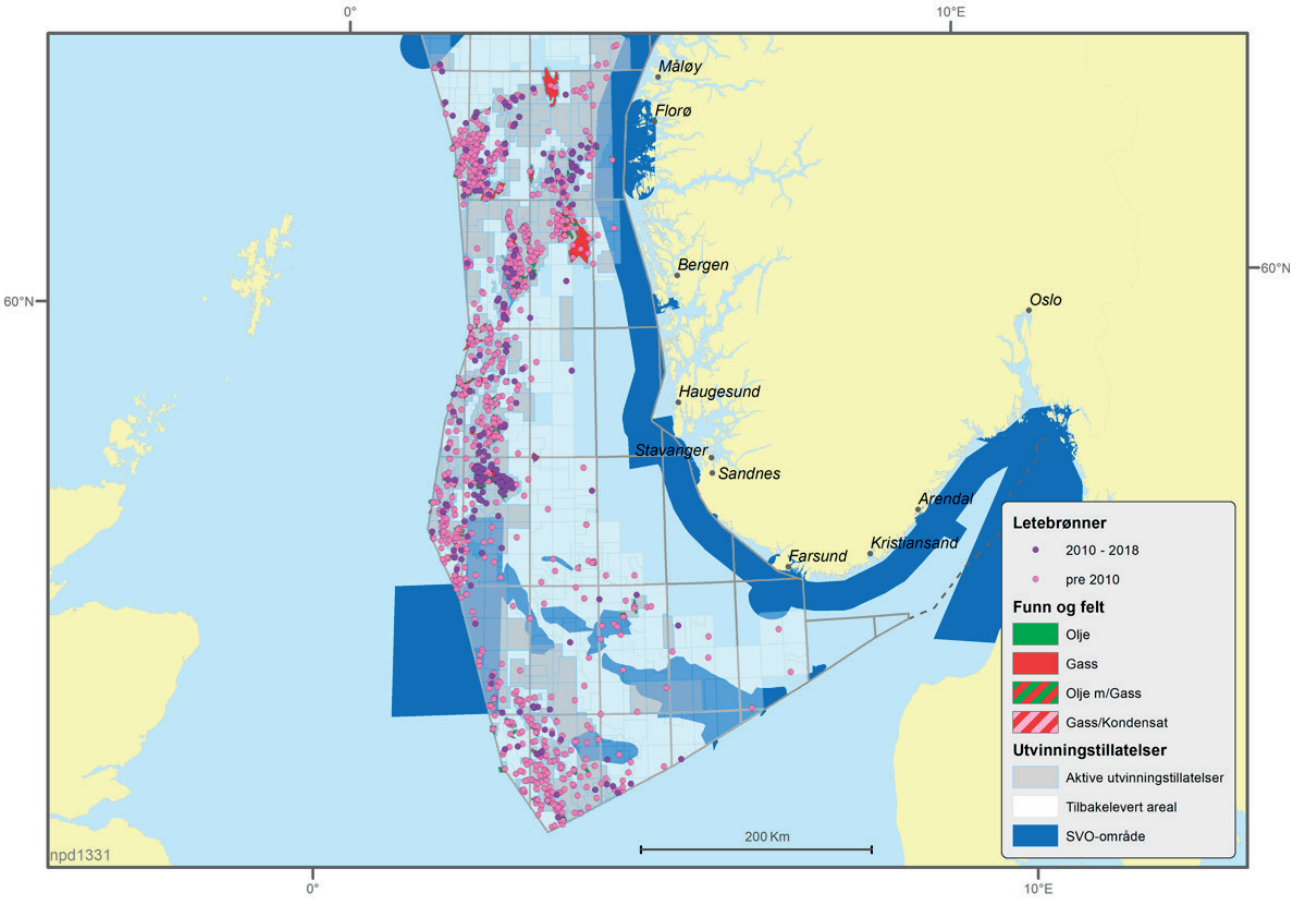
Siden 2010 er det tildelt 302 nye utvinningstillatelser i Nordsjøen. Det er i samme tidsrom tilbakelevert 279 utvinningstillatelser, og ved utgangen av 2018 var det 308 aktive utvinningstillatelser i Nordsjøen. Tilsvarende var det 213 tillatelser ved utgangen av 2010. Samtlige utvinningstillatelser ble tildelt i TFO-runder (Tildeling i Forhåndsdefinerte Områder). Ved årsskiftet 2017/2018 var det 66 felt i drift i Nordsjøen. Figur 10.1 viser status for petroleumsaktiviteten i Nordsjøen.

For beskrivelser av ulykkesrisiko i Nordsjøen se kapittel 9.1.1.

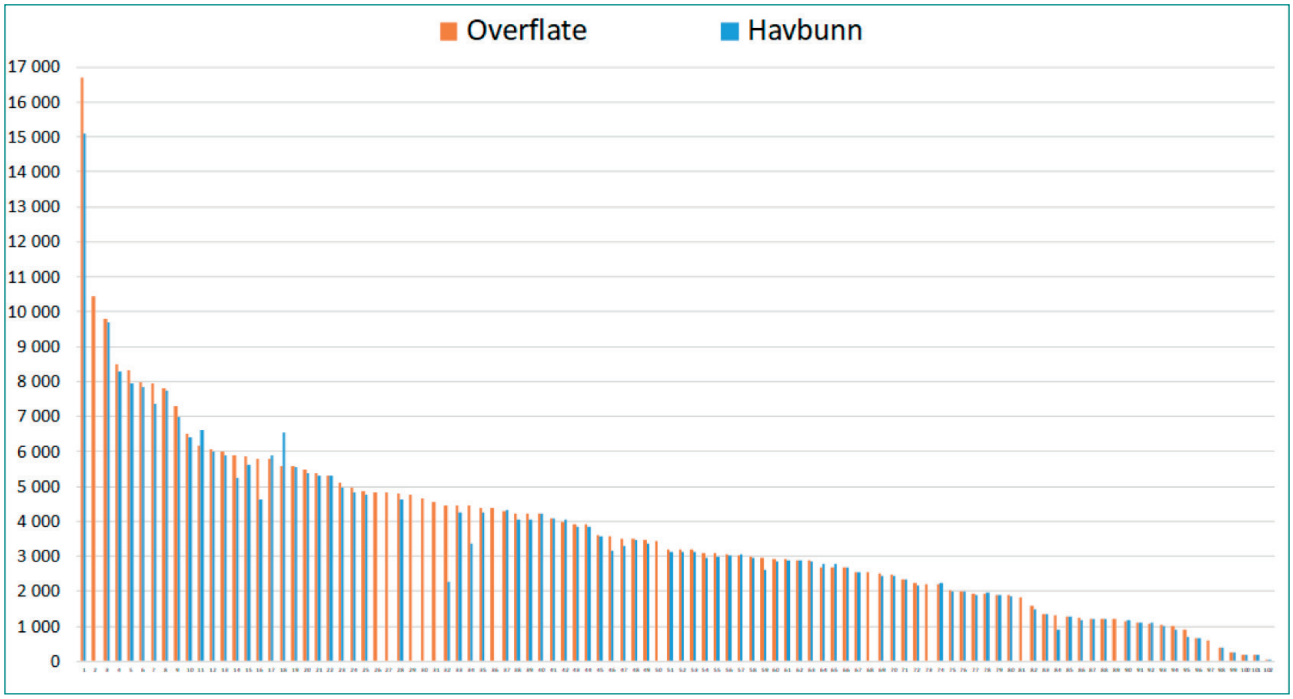
10.1.1 Miljørisiko

Miljørisiko knyttet til det meste av felt- og boreaktiviteten i Nordsjøen ligger innenfor hva som vil kunne forventes for denne typen aktivitet i havområdet. Det er sjelden at enkeltaktiviteter skiller seg ut med høy beregnet miljørisiko i Nordsjøen. Erfaringen er at miljørisikoen gjennomgående er lavere både for kystnære miljøverdier og miljøverdier på åpent hav, sammenlignet med Norskehavet og Barentshavet. Dette skyldes i hovedsak at sannsynligheten for alvorlige hendelser er antatt å være lav og at konsekvenspotensialet for de mest sårbare områdene er begrenset for mange av aktivitetene.

Det har imidlertid vært både nye felt og letebrønner med høye rater i havområdet (se figur 10.2), uten at dette har slått ut i stor grad i miljørisikoanalysene. Det har også vært en del kystnær aktivitet i de nordlige delene av Nordsjøen, med potensiale for å berøre



Figur 10.1 SVO i Nordsjøen og petroleumsaktivitet i form av historiske lisenser (tildelte og tilbakeleverte), samt leterbrønner før 2010 og i perioden 2010-2018. Kilde: Oljedirektoratet og Miljødirektoratet



Figur 10.2 Vektede utblåsningsrater (Sm^3/d) for boreoperasjoner i Nordsjøen i perioden 2008-2018, for overflate- og havbunnsutslipp. Kilde: tall fra operatørenes miljørisikoanalyser sammenstilt av Miljødirektoratet.

kyst og strand innen korte drivtider. Selv uten utslag i de høyeste skadekategoriene i miljørisikoanalysene, vil store oljemengder som følge av høye rater kunne innebære betydelige miljøkonsekvenser og beredskapsmessige utfordringer også i Nordsjøen.

Figur 10.2 viser vektede (midlere) utslippsrater for boreoperasjoner i Nordsjøen i perioden 2008-2018. Som for Norskehavet har også Nordsjøen flere aktiviteter med høye rater. Mer enn en tredjedel av boreoperasjonene har vektede rater over 4000 Sm^3/døgn, og enkelte boreoperasjoner skiller seg ut med svært høye vektede rater, se figur 10.2.

Miljørisiko i kystsonen

Siden forrige forvaltningsplan har det vært økt aktivitet i kystnære områder i den nordlige delen av Nordsjøen, spesielt i området ved Gjøafeltet og rundt Troll og Fram. For enkelte av de kystnære brønnene har utblåsningsratene vært høye med potensial for stranding av store mengder olje på kysten.

Et eksempel på en slik brønn er Stålull (35/10-4, 2018) i Fram-området 70 km utenfor Bremanger. For denne brønnen var beregnet vektet utblåsningsrate 7800 Sm^3/d og maks rate 10 500 Sm^3/d. Med 70 km til land er ikke Stålull av de mest kystnære brønnene, men høye rater medførte likevel at det potensielt kunne strande svært store oljemengder. Mulige berørte kystområder omfattet SVOene Bremanger-Ytre Sula, kystsonen og Froan, samt viktige sjøfugllokaliteter som fuglefjellet på Runde. De største beregnede strandingsmengdene (95-persentiler) var på over 100 000 tonn for kysten som helhet, uten effekt av beredskapstiltak på åpent hav. I utvalgte områder langs kysten ble potensielle strandingsmengder (95-persentiler) beregnet til flere tusen tonn oljeemulsjon, og med opptil 16-18 000 tonn i området Frøya/Froan.

Slike boreprospekter representerer en utfordring med hensyn til å vurdere miljørisiko, jf. omtale av miljørisiko i kystsonen i Barentshavet og Norskehavet. Det er også utfordrende å etablere en hensiktsmessig oljevernberedskap som er i stand til å bekjempe oljemengdene som ville kunne drive inn mot kysten og til sårbare områder.

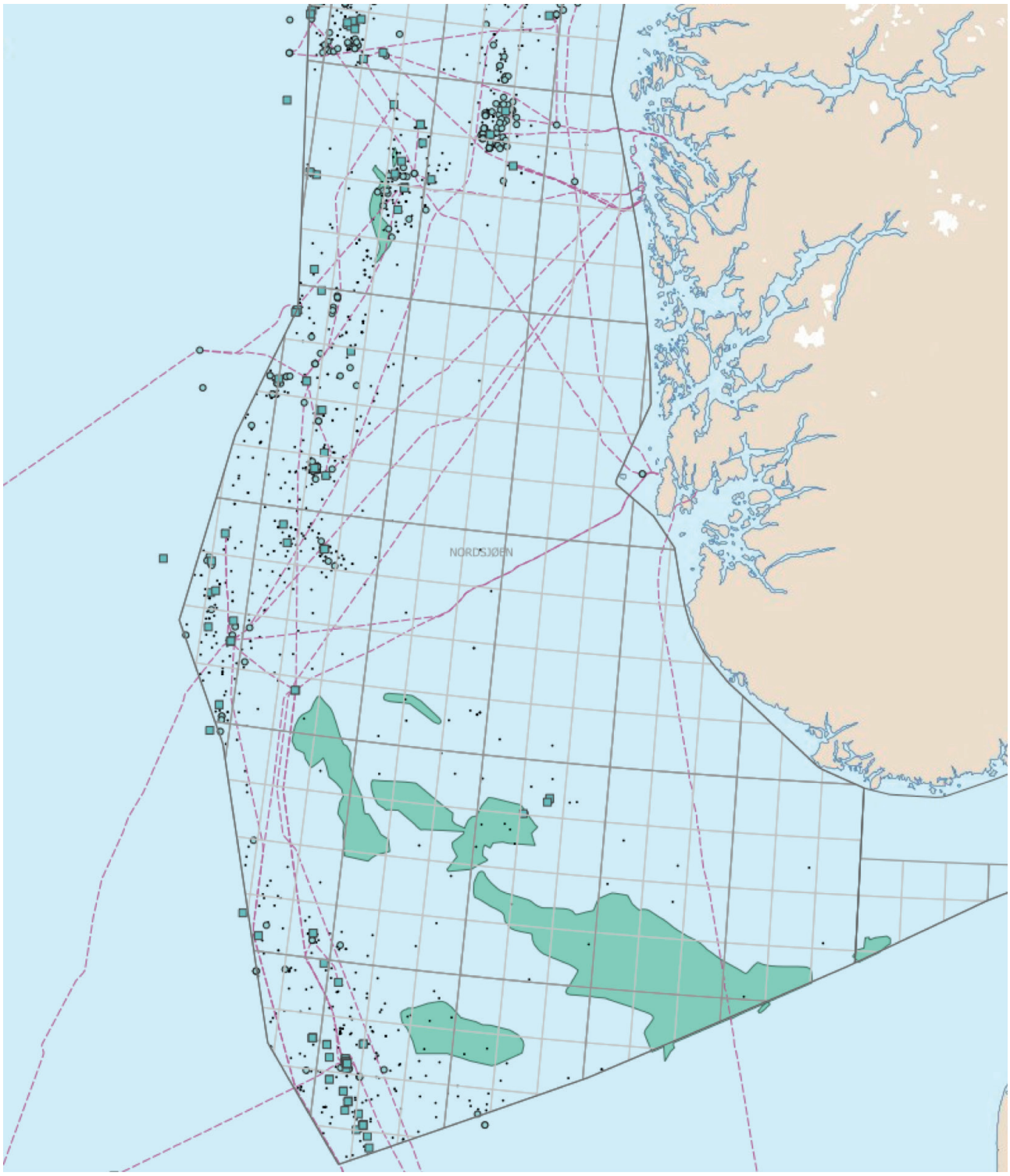
Miljørisiko for tobis

Mulig skade på tobis var ikke tidligere del av miljørisikoanalysene for aktivitetene på og ved Vikingbanken, eller for aktiviteter på og ved tobisfeltene lenger sør. Dette har imidlertid hatt større fokus de siste årene. Ved Vikingbanken har det vært høy aktivitet i mange år og med feltutbygginger siden 90-tallet, herunder Oseberg, Tune og Stjerne. Nye utbygginger sør for Vikingbanken er under planlegging og det er også aktuelt med flere brønner i tilknytning til eksisterende felter og infrastruktur. Flere letebrønner er også boret i perioden fra forrige faggrunnlag for Nordsjøen, eksempelvis Askja South East (30/11-12), Tune Statfjord (30/8-5) og Rungne (30/6-30). Dette er brønner som ikke har vært lokalisert inne på tobisområdet (bortsett fra Tune Statfjord), men hvor et akutt oljeutslipp ville kunne drive inn over området. For tobisområdene lenger sør har ikke aktiviteten vært like høy og det har vært et fåtall brønner i tobishabitatene siden forvaltningsplanen ble vedtatt, siste brønn var Oppdal/Driva (2/6-6) boret ved årsskiftet 2018/2019.

Figur 10.3 viser tobisområdene og petroleumsaktivitet i disse områdene. Alle tobisområdene har SVO-status. Det er gitt boretidsbegrensninger, som fiskerivilkår, i de områder der det faktisk fiskes etter tobis i perioden fra 1. april til 30. juni. Dette gjelder ikke i praksis for Vikingbanken, der fiske ikke er tillatt fordi tobisbestanden er i svært dårlig forfatning. Videre gir forvaltningsplanene et generelt vilkår om at leteboring på og i en sone rundt tobisfeltene skal gjennomføres slik at gyting i minst mulig grad blir forstyrret.

Havforskningsinstituttet vurderer at tobisegg og -larver er sårbare for eksponering av olje i vannsøylen i likhet med tidlige livsstadier av andre fiskearter. Tobis legger egg på havbunnen og er avhengig av riktig bunnsubstrat (sandbunn), derfor blir gyteområdene konsentrert rundt små områder med optimale bunnforhold. Tobis er derfor sårbar både for utslipp som gir olje i vannsøylen og for sedimentering av olje på havbunnen. Tobis er spesielt sårbar for akutt forurensning i perioden fra eggene legges i desember-januar og gjennom perioden med klekking og med larver i vannmassene til ut juni hvor yngelen bunnslår seg.

Det antas at tobisbestanden på Vikingbanken er svært stedbunden og ikke har noen utveksling med de andre tobis-områdene i Nordsjøen. Bestanden her har hatt dårlig rekruttering over lang tid og anses derfor som svært sårbar. Skader som følge av oljeeksponering kan derfor være kritisk for denne tobisbestanden.



Figur 10.3 Petroleumsvirksomhet i SVO Tobisfelt. Grønne områder er tobisfeltene, små prikker er letebrønner, små firkanter er overflateinnretninger, små rundinger er undervannsinnretninger. Kilde: Oljedirektoratet og Miljødirektoratet

Oljedriftssimuleringer for brønner ved Vikingbanken har vist at store deler av vannmassene over Vikingbanken kan få konsentrasjoner over antatt grenseverdi for skade. Dersom grenseverdiene som brukes er for høye, kan konsekvensbildet være enda mer alvorlig. Kunnskap om oljekonsentrasjoner som skader tobisegg og tobislarver er ikke tilgjengelig og vil være viktig for bedre vurdering av miljørisiko for tobis.

For tobisfeltene lenger sør mangler det kunnskap om bestandsinndeling og stedstilknytning. Her er det flere områder med god rekruttering og aktivt fiske,

både på norsk, dansk og britisk sokkel. Letebrønner i 2018 har vist potensiale for akutte effekter i vannsøylen over enkeltområder. Konsekvensen av slik eksponering i perioden med egg på bunnen eller larver i vannmassene avhenger av hvorvidt det er utveksling av larver og yngel mellom underområdene. Kunnskap om bestandsinndeling er viktig for å kunne vurdere konsekvensene for tobis ved en utblåsning i dette området.

10.2 Skipstrafikk

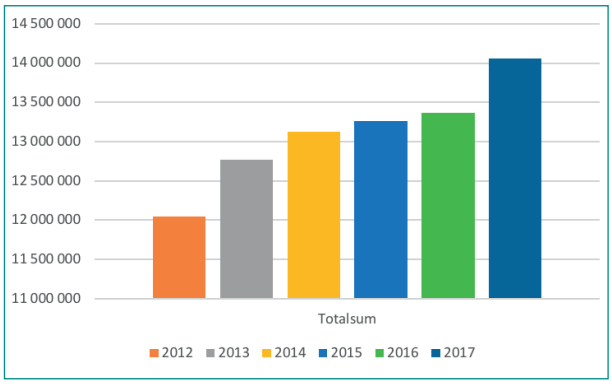
10.2.1 Skipstrafikk/ulykkesrisiko

Innledningsvis er det verdt å merke seg at trafikkmengden i den norske delen av Nordsjøen sammenlignet med de sydlige delene av havområdet er liten. I den sydlige delen av Nordsjøen finner vi noen av verdens travleste havner og skipsterminaler. Alle skipstyper og lastetyper finnes i Nordsjøen. Nordsjøen er blant annet derfor langt mer kompleks som skipsfartsområde enn Norskehavet og Lofoten-Barentshavet. Dette skyldes både skipsfartens mengde og sammensetning samt kompleksiteten i havnemønster og geografi.

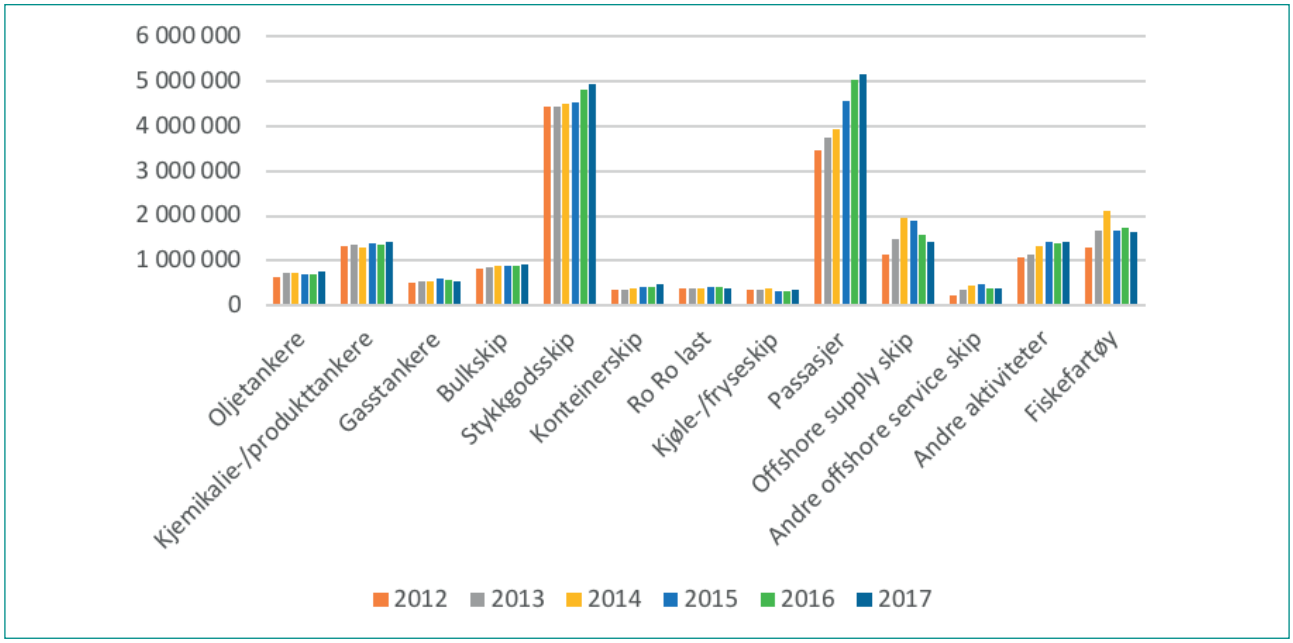
Passasjerskip og stykkgodsskip representerer de to største skipskategoriene med hensyn til utseilt distanse. I 2017 står disse for over halvparten av totale utseilte distanse for alle skipskategorier i Nordsjøen og Skagerrak (figur 10.5). Den store veksten i utseilt distanse for passasjerskip har imidlertid gjort passasjerskip til den største skipskategori målt i trafikkarbeid, slik stykkgodsskip var størst i 2012.

En delforklaring på den relativt lavere veksten for stykkgodsskip sammenlignet med passasjerskip er økt overgang til konteinerisert gods, som har medført en økning i utseilt distanse for konteinerskip.

En annen forklaring kan være at – til tross for politiske målsettinger om økt godsoverføring fra veg til sjø og bane – så har innenlands godstransportarbeid på sjø gått litt ned i Norge fra 2012 til 2016 samtidig som innenlands godstransportarbeid på veg øker.



Figur 10.4 Utseilt distanse i nm Nordsjøen og Skagerrak 2011-2017. Kilde: Kystverket



Figur 10.5 Utseilt distanse per skipskategori Nordsjøen og Skagerrak 2011-2017. Kilde: Kystverket

Det er viktig å være klar over at en relativt stor andel av den utseilte distansen innenfor norsk økonomisk sone utgjøres av skip i transitt og dermed ikke uten videre kan relateres til anløp i norske havner.

Av figur 10.4 kan man lese at skipstrafikken i Nordsjøen og Skagerrak har vært gjenstand for en moderat økning i perioden. Noe som henger nøye sammen med økt transportmengde. Den relativt sett kraftigere økningen man ser de to-tre første årene kan i stor grad tilskrives systemforbedringer og bedre AIS-dekning som gjør en i stand til å fange opp stadig flere av de skip som trafikkerer området. Utviklingen man ser de siste fire årene må derfor antas å være mer representativ for den generelle trafikkutviklingen.

Som det fremgår av figur 10.6 utføres om lag 70 prosent av den utseilte distansen i forvaltningsplan-området av skip mindre enn 5000 GT, med størrelseskategorien 1000-4999 GT som den klart dominerende.

10.2.2 Endring i trafikkmønster og miljørisiko

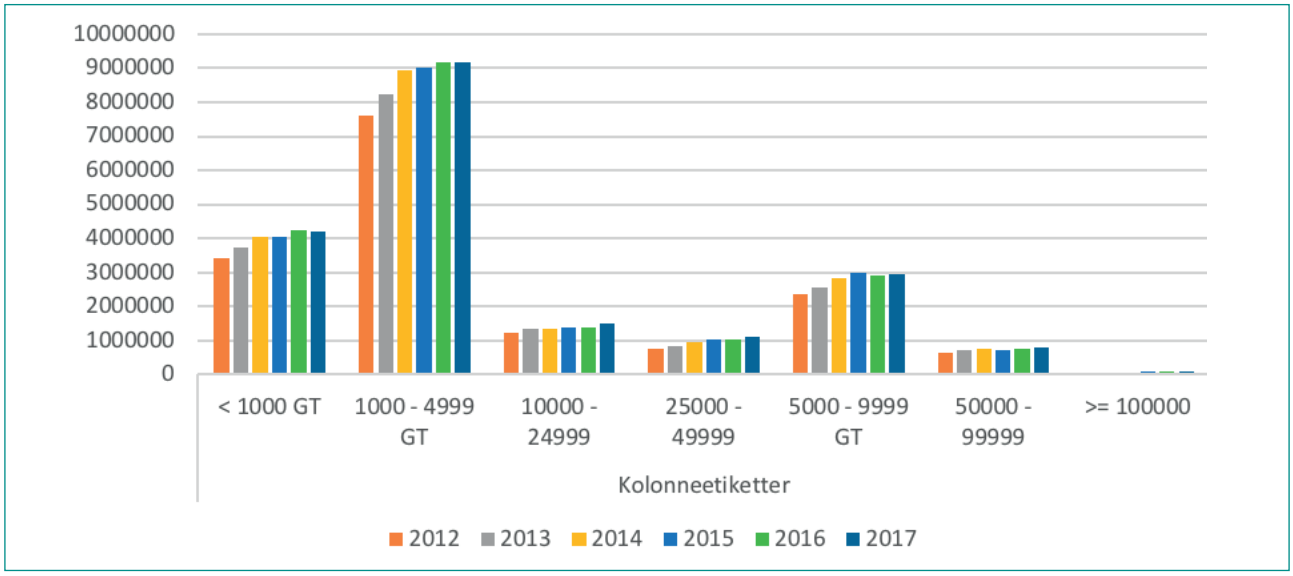
Nedenfor presenteres en visualisering av trafikkmønster for skipstrafikken i Nordsjøen og Skagerrak i form av et tetthetsplott (figur 10.7). Tetthetsplottet illustrerer hvor skipstrafikken går basert på et års AIS-data (2017). Intensiteten i fargen indikerer frekvens og er dermed et utrykk for hvor tett skipstrafikken er i de ulike delene av havområdet.

I figuren over er skipstrafikken i Nordsjøen med Skagerrak visualisert slik at det dominerende trafikkmønsteret både innenfor og straks utenfor NØS fremkommer. Det går også tydelig frem at Nordsjøen er et område med intens skipstrafikk. Det er i praksis skipstrafikk over alt og bildet viser også viktige skipstrafikkstrømmer i kystnære områder, og som i stor grad er representative for all skipstrafikk i Nordsjøen.

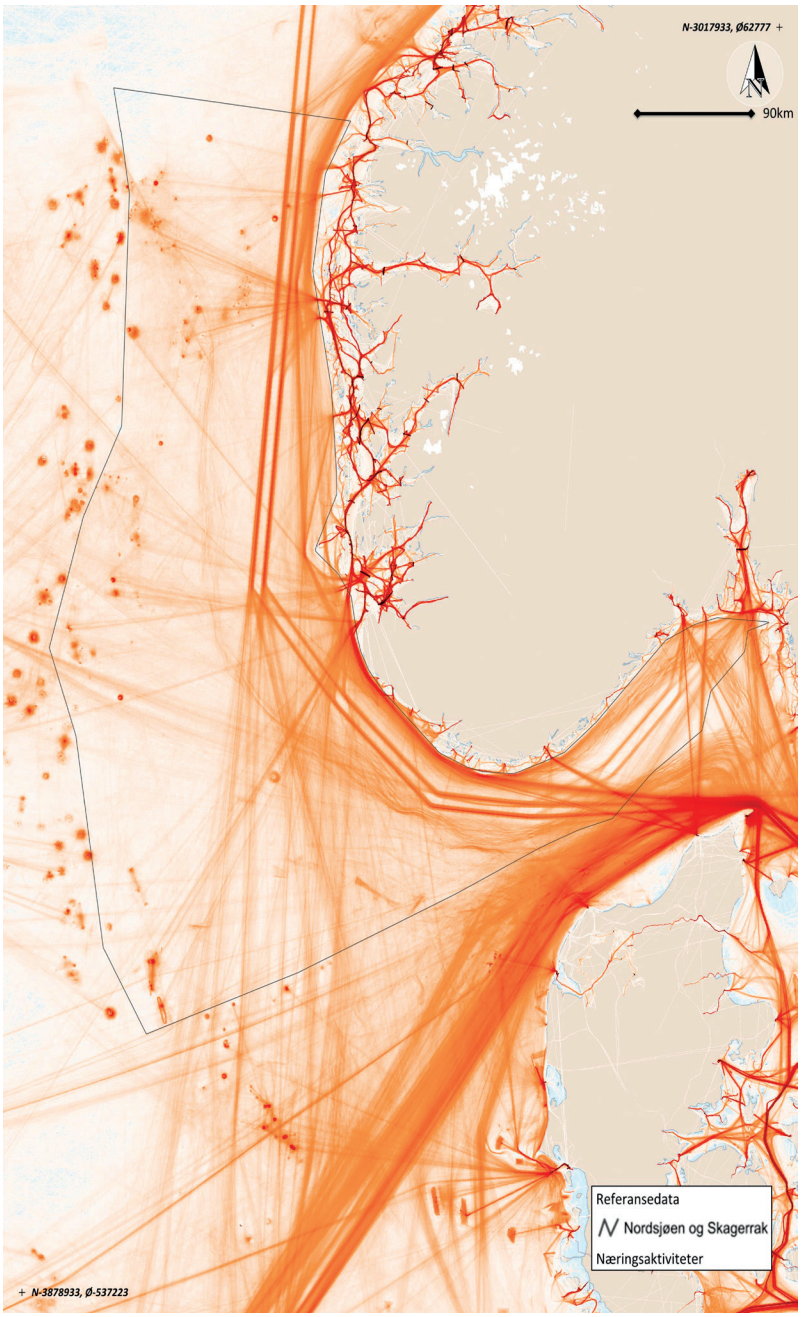
Det er ikke utført nye miljørisikoanalyser for skip-strafikken siden 2014. Omtale av miljørisiko viser derfor til miljørisikoanalysene fra 2011 for Fastlands-Norge. Endringene i skipstrafikk og seilingsmønster fra 2013 til 2017 er så brukt for å vurdere om og hvordan skipstrafikken påvirker miljørisikoen. Fordi det ikke foreligger ferske data og analyser, har man i denne rap-porten vært tilbakeholden med spesifikke vurderinger av miljørisikoen. Kystverket vil utføre miljørisikoana-lyser når nye verktøy er klare (se kapittel 6.2.2).

10.2.3 Trafikkseparasjonssystemene (TSS)

Skipstrafikk i internasjonal fart som representerer en spesielt høy ulykkes- og miljørisiko, må følge rutesystemer som fører disse fartøyene et stykke ut fra kysten. Dette gjøres for å gi oljevernberedskapen bedre responstid dersom en uønsket situasjon skulle inntreffe. Bedre responstid og en større avstand fra kysten bidrar også til å redusere konsekvensene av et eventuelt oljeutslipp om en ulykke skulle inntreffe.



Figur 10.6 Utseilt distanse i nm per størrelseskategori Nordsjøen 2011-2017. Kilde: Kystverket



Figur 10.7 Trafikkmønster og trafikkfordeling i Nordsjøen og Skagerrak. Kilde: Kystverket

Rutetiltak som er etablert i norsk økonomisk sone er utarbeidet av Kystverket, og godkjent av FNs maritime sjøfartsorganisasjon, IMO. I dag har Norge tre slike rutesystemer.

Det første rutesystemet trådte i kraft i 2007 og gjelder for seilaser på strekningen Vardø – Røst. To ytterligere rutesystemer trådte i kraft i 2011 og gjelder for seilaser på strekningene Runde – Utsira og Egersund – Risør. Alle tre rutesystemene består av trafikkseparasjons¬systemer og tilhørende anbefalte seilingsruter.

Endringen i trafikkmønster har ledet risikofartøy og fartøy med risikolast lengre bort fra kysten og inn i tydelig skilte seilingsleder. Dermed er sannsynligheten for kollisjoner og drivende grunnstøtinger redusert for denne typen fartøy. Miljørisikoen disse fartøyene representerer er dermed også redusert. Prognosene for 2040 viser en markert økning for tankfartøy. Dette skyldes økning i trafikken fra og til nordligere områder (Norskehavet og Barentshavet med Lofoten) og Nordvest-Russland. Konteinerskip og passasjerfartøy vil ha fortsatt vekst i utseilt distanse. Kystverket vil følge både trafikkutviklingen og endringer i miljørisikoen for eventuelt å iverksette tiltak for å redusere miljørisikoen.

Langs kysten gjøres det løpende farleds- og havnetiltak. Tiltakene både reduserer sannsynligheten for uhell og bedrer fremkommeligheten og tilgangen. Det reduserer både miljørisikoen og miljøbelastningen fra drift av fartøyene.

Kystverket har satt i gang arbeid med å revidere rutetiltakene basert på følgende faktorer:

- erfaringer med bruk av rutetiltakene
- endret trafikkbilde
- flere fartøy som tar i bruk drivmiddel som har lavere konsekvens ved utslipp
- havromsplanlegging (Fiskeri, Akvakultur, Havenergi og Offshore E&P)

10.2.4 Prognoser

Vurderingen av fremtidig skipstrafikk i forvaltningsplan-området baseres på prognosearbeid gjort av DNV-GL i forbindelse med sjøsikkerhetsanalysen som ble gjennomført i 2014. Det er viktig å understreke at regioninndelingen som er benyttet i prognosearbeidet tilknyttet sjøsikkerhetsanalysen ikke sammenfaller helt med inndelingen av forvaltningsplanområder. I forhold til å vurdere trafikkutvikling og påvirkning fra skipstrafikken vurderes dette til å være av mindre betydning.

I forvaltningsplansammenheng er prognoser først og fremst interessant for eventuelle endringer i påvirkning på økosystemene en endret fremtidig trafikk og trafikksammensetning vil medføre. I det følgende er det i liten grad spekulert i hvordan fremtidig teknologiutvikling og endrede rammevilkår for skipsfarten vil endre skipstrafikkens påvirkning på økosystemene.

Prognosene viser en vekst av samlet utseilte distanse i alle norske havområder på 41 prosent fra 2013 til 2040. I Nordsjøen og Skagerrak forventes veksten i utseilt distanse samlet å øke med 43 prosent (se tabell 10.1).

Tabell 10.1 Utvikling i utseilt distanse per fartøyskategori målt i 1000 nm. Kilde: Kystverket

Fartøy	Nordsjøen med Skagerrak		
	2013	2040	Endring (%)
Råoljetankere	410	517	26 %
Produkttankere	1443	2801	94 %
Kjemikalietankere	99	191	93 %
Gasstankere	468	1318	182 %
Bulkskip	845	1043	23 %
Stykkgodsskip	4131	6968	69 %
Konteinerskip	316	669	112 %
Ro-Ro lasteskip	342	587	72 %
Kjøle-/fryseskip	314	693	121 %
Passasjer	3466	4312	24 %
Cruise	305	676	122 %
Offshore supply skip	1230	732	-40 %
Andre offshore serviceskip	310	174	-44 %
Andre aktiviteter	1109	1427	29 %
Fiskefartøy	1719	1502	-13 %
Total	**16507**	**23610**	**43 %**

I Nordsjøen forventes størst relativ økning for gasstankere (182 prosent). De to desidert største og viktigste skipstypene målt i utseilt distanse – stykkgodsskip og passasjerskip forventes å øke med henholdsvis 69 og 24 prosent. Fiskefartøy, den tredje største skipstypen basert på utseilt distanse i Nordsjøen i 2013, forventes å få en nedgang på 13 prosent. Produkttankere seiler i prognosen opp til å bli den tredje største skipskategorien med hensyn til utseilt distanse i Nordsjøen i 2040, med en nær fordobling av utseilt distanse fra 2013 til 2040.

10.3 Dumpefelt for kjemiske stridsmidler i Skagerrak

Forsvarets Forskningsinstitutt (FFI) gjennomførte i 2015 og 2016 kartlegging med AUV Hugin (autonomt undervannsfartøy) av dumpefeltet for å lokalisere alle skipsvrak som var en del av dumpingen. Ca. 450 km^2 sjøbunn er avsøkt og av 54 skipsvrak som ble funnet i kartlegging er 36 klassifisert som en del av dumpingen. Etter gjennomgang av arkiver etter 2.verdenskrig er det estimert at disse 36 skipsvrakene inneholder mellom 41 000 tonn og 48 000 tonn kjemiske stridsmidler som ble produsert av Tyskland.

Kjemiske stridsmidler kan være giftige for vannlevende organismer. Dyr og mennesker må imidlertid komme i direkte kontakt med stridsmidlene for at de skal utgjøre noen stor risiko for skade. Bunnlevende dyr som lever i nærheten av dumpestedene er derfor mer utsatt enn dyr som primært lever i de frie vannmassene. De stridsmidlene som vurderes som den største miljørisikoen, er de dumpede arsenforbindelsene. Konklusjonen fra undersøkelser i Østersjøen er at konsum av fisk fra områder med dumpede stridsmidler utgjør en liten risiko for skade.

For detaljer se rapportene fra FFI og Kystverket (FFI 2015; Kystverket 2017c).

10.4 Radioaktivitet

Se felles omtale av Norskehavet og Nordsjøen-Skagerrak gitt i kapittel 9.3 Radioaktivitet.

11 Litteraturliste

Faglig forum rapporter:

Faglig forum for norske havområder (2019). Vurdering av måloppnåelse- Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder M-1302/2019

Faglig forum for norske havområder (2019). Næringsaktivitet og påvirkning - Faggrunnlag for oppdatering av forvaltningsplan for Norskehavet og for Nordsjøen-Skagerrak M-1280/2019

Faglig forum for norske havområder (2019). Særlig verdifulle og sårbare områder Faggrunnlag for revisjon og oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder M-1303/2019

Faglig forum for norske havområder (2018). Næringsaktivitet og påvirkning -Faggrunnlag for revisjon av forvaltningsplanen for Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten M-1245/2018

Litteratur:

Aas, E., T. Baussant, L. Balk, B. Liewenborg & O. K. Andersen (2000). PAH metabolites in bile, cytochrome P4501A and DNA adducts as environmental risk parameters for chronic oil exposure: a laboratory experiment with Atlantic cod. *Aquatic toxicology,* 51**,** 241-258.

Almeda, R., T. L. Connelly & E. J. Buskey (2014). Novel insight into the role of heterotrophic dinoflagellates in the fate of crude oil in the sea. *Scientific Reports,* 4.

Almeda, R., S. Cosgrove & E. J. Buskey (2018). Oil Spills and Dispersants Can Cause the Initiation of Potentially Harmful Dinoflagellate Blooms ("Red Tides"). *Environmental Science & Technology,* 52**,** 5718-5724.

AMAP 2016. «AMAP Assessment (2015). Radioactivity in the Arctic». Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway.

Amat, A., T. Burgeot, M. Castegnaro & A. Pfohl-Leszkowicz (2006). DNA adducts in fish following an oil spill exposure. *Environmental Chemistry Letters,* 4**,** 93-99.

Anker-Nilssen, T. (1994). Identifikasjon og prioritering av miljøressurser ved akutte oljeutslipp langs norskekysten og på Svalbard. - NINA Oppdragsmelding 310, 18 s.

Anker-Nilssen, T., Bakken, V. & Strann, K.-B. (1988). Konsekvensanalyse olje/sjøfugl ved petroleumsvirksomhet i Barentshavet sør for 74°30'N. Viltrapport 46. Direktoratet for naturforvaltning viltforskningen. Trondheim.

Arnberg, M., L. Moodley, E. Dunaevskaya, S. Ramanand, A. Ingvarsdottira, M. Nilsen, E. Ravagnan, S. Westerlund, S. Sanni, G. A. Tarling & R. K. Bechmann (2017). Effects of chronic crude oil exposure on early developmental stages of the Northern krill (*Meganyctiphanes norvegica*). *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 80**,** 916-931.

Atlas, R. M. & T. C. Hazen (2011). Oil Biodegradation and Bioremediation: A Tale of the Two Worst Spills in US History. *Environmental Science & Technology,* 45**,** 6709-6715.

Aunaas, T., A. Olsen & K. E. Zachariassen (1991). The Effects of Oil and Oil Dispersants on the Amphipod Gammarus-Oceanicus from Arctic Waters. *POLAR RESEARCH,* 10**,** 619-630.

Balthis, W. L., J. L. Hyland, C. Cooksey, P. A. Montagna, J. G. Baguley, R. W. Ricker & C. Lewis (2017). Sediment Quality Benchmarks for Assessing Oil-Related Impacts to the Deep-Sea Benthos. *Integrated Environmental Assessment and Management,* 13**,** 840-851.

Barron, M. G., M. G. Carls, R. Heintz & S. D. Rice (2004). Evaluation of fish early life-stage toxicity models of chronic embryonic exposures to complex polycyclic aromatic hydrocarbon mixtures. *Toxicological Sciences,* 78**,** 60-67.

Barron, M. G., T. Podrabsky, S. Ogle & R. W. Ricker (1999). Are aromatic hydrocarbons the primary determinant of petroleum toxicity to aquatic organisms? *Aquatic toxicology,* 46**,** 253-268.

Bender, M. L., M. Frantzen, I. Vieweg, I. B. Falk-Petersen, H. K. Johnsen, G. Rudolfsen, K. E. Tollefsen, P. Dubourg & J. Nahrgang (2016). Effects of chronic dietary petroleum exposure on reproductive development in polar cod (*Boreogadus saida*). *Aquatic toxicology,* 180**,** 196-208.

Bodkin, J. L., B. E. Ballachey, T. A. Dean, A. K. Fukuyama, S. C. Jewett, L. McDonald, D. H. Monson, C. E. O'Clair & G. R. VanBlaricom (2002). Sea otter population status and the process of recovery from the 1989 'Exxon Valdez' oil spill. *Marine Ecology Progress Series,* 241**,** 237-253.

Boehm, P. D., K. J. Murray & L. L. Cook (2016). Distribution and Attenuation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Gulf of Mexico Seawater from the Deepwater Horizon Oil Accident. *Environmental Science & Technology,* 50**,** 584-592.

Boehm, P. D., J. M. Neff & D. S. Page (2007). Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure in the waters of Prince William Sound after the Exxon Valdez oil spill: 1989-2005. *Marine pollution bulletin,* 54**,** 339-356.

Bohle, B. (1986). Avoidance of petroleum hydrocarbons by the cod (*Gadus morhua*). *Fisk. Dir. Skr. Ser. Ernæring,* 18**,** 97-112.

Booth A. M., Sutton P. A., Lewis C. A., Scarlett A., Chau W., Widdows J., and Rowland S. J.(2007). Unresolved complex mixtures of aromatic hydrocarbons: Thousands of overlooked persistent, bioaccumulative, and toxic contaminants in mussels. Environmental Science & Technology 41 (2):457-464.

Bradshaw C, Kapustka L, Barnthouse L, Brown J, Ciffroy P, Forbes V, Geras'kin S, Kautsky U, Bréchignac F (2014). "Using an Ecosystem Approach to complement protection schemes based on organism-level endpoints». Journal of Environmental Radioactivity 136, 98-104.

Brakstad, O. G., T. Nordtug & M. Throne-Hoist (2015). Biodegradation of dispersed Macondo oil in seawater at low temperature and different oil droplet sizes. *Marine pollution bulletin,* 93**,** 144-152.

Brakstad, O. G., T. R. Storseth, A. Brunsvik, K. Bonaunet & L. G. Faksness (2018). Biodegradation of oil spill dispersant surfactants in cold seawater. *Chemosphere,* 204**,** 290-293.

Brakstad O. G., Lewis A., and Beegle-Krause C. J. (2018). A critical review of marine snow in the context of oil spills and oil spill dispersant treatment with focus on the Deepwater Horizon oil spill. Marine pollution bulletin 135:346-356.

Brandvik, P.J., Daling, P.S., Leirvik, F., Johansen, Ø., Davies, E. and Krause D.F. (2014). Subsea Dispersant Effectiveness Bench-Scale Test Protocol Development and Documentation SINTEF report no: A26541. Trondheim Norway 2014. ISBN: 9788214057539.

Bratberg, M., P. A. Olsvik, R. B. Edvardsen, H. K. Brekken, R. Vadla & S. Meier (2013). Effects of oil pollution and persistent organic pollutants (POPs) on glycerophospholipids in liver and brain of male Atlantic cod (Gadus morhua). *Chemosphere,* 90**,** 2157-2171.

Brette, F., B. Machado, C. Cros, J. P. Incardona, N. L. Scholz & B. A. Block (2014). Crude Oil Impairs Cardiac Excitation-Contraction Coupling in Fish. *Science,* 343**,** 772-776.

Brown, E. D., T. T. Baker, J. E. Hose, R. M. Kocan, G. D. Marty, M. D. McGurk, B. L. Norcross & J. Short. (1996). Injury to Erarly Life History Stage of Pacific Herring in Prince William Sound after the Exxon Valdez Oil Spill. 448-462. American Fisheries Society Symposium 18.

Buskey, E. J., H. K. White & A. J. Esbaugh (2016). Impact of Oil Spills on Marine Life in the Gulf of Mexico effects on plankton, nekton, and deep-sea benthos. *Oceanography,* 29**,** 174-181.

Cadiou, B., Riffaut, L., McCoy, K. D., Cabelguen, J., Fortin, M., Gélinaud, G., ... & Boulinier, T. (2004). Ecological impact of the "Erika" oil spill: Determination of the geographic origin of the affected common guillemots. Aquatic Living Resources, 17(3), 369-377.

Camilli, R., C. M. Reddy, D. R. Yoerger, B. A. S. Van Mooy, M. V. Jakuba, J. C. Kinsey, C. P. McIntyre, S. P. Sylva & J. V. Maloney (2010). Tracking Hydrocarbon Plume Transport and Biodegradation at Deepwater Horizon. *Science,* 330**,** 201-204.

Camphuysen, K. C., Heubeck, M., Cox, S. L., Bao, R., Humple, D., Abraham, C., & Sandoval, A. (2002). The Prestige oil spill in Spain. Atlantic seabirds, 4(3), 131-140.

Camus, L. & G. H. Olsen (2008). Embryo aberrations in sea ice amphipod *Gammarus wilkitzkii* exposed to water soluble fraction of oil. *Marine Environmental Research,* 66**,** 223-224.

Carls, M. G. (1987). Effects Of Dietary And Water-Borne Oil Exposure On Larval Pacific Herring (*Clupea-harengus-pallasi*). *Marine Environmental Research,* 22**,** 253-270.

Carls, M. G., L. Holland, M. Larsen, T. K. Collier, N. L. Scholz & J. P. Incardona (2008). Fish embryos are damaged by dissolved PAHs, not oil particles. *Aquatic toxicology,* 88**,** 121-127.

Carls, M. G., G. D. Marty & J. E. Hose (2002). Synthesis of the toxicological impacts of the Exxon Valdez oil spill on Pacific herring (Clupea pallasi) in Prince William Sound, Alaska, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 59**,** 153-172.

Carls, M. G., S. D. Rice & J. E. Hose (1999). Sensitivity of fish embryos to weathered crude oil: Part I. Low-level exposure during incubation causes malformations, genetic damage, and mortality in larval Pacific herring (Clupea pallasi). *Environmental Toxicology and Chemistry,* 18**,** 481-493.

Carroll, J., F. B. Vikebo, D. Howell, O. J. Broch, R. Nepstad, S. Augustine, G. M. Skeie, R. Bast & J. Juselius (2018). Assessing impacts of simulated oil spills on the Northeast Arctic cod fishery. *Marine pollution bulletin,* 126**,** 63-73.

Christensen-Dalsgaard, S., Bustnes, J.O., Follestad, A., Systad G.H., Eriksen, J.M., Lorentsen, S.-H. & Anker-Nilssen, T. (2008). Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Norskehavet. - NINA Rapport 338. 161 s.

Claireaux, G., P. Queau, S. Marras, S. Le Floch, A. P. Farrell, A. Nicolas-Kopec, P. Lemaire & P. Domenici (2018). Avoidance threshold to oil water-soluble fraction by a juvenile marine teleost fish. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 37**,** 854-859.

Cordes, E. E., S. Auscavitch, I. B. Baums, C. R. Fisher, F. Girard, C. Gomez, J. McClain-Counts, H. P. Mendlovitz, Miles, S. Smith, S. Vohsen & A. Weinheimer (2016). ECOGIG: Oil Spill Effects on Deep-Sea Corals Through the Lenses of Natural Hydrocarbon Seeps and Long Time Series. *Oceanography,* 29**,** 28-29.

Deleo, D. M., D. V. Ruiz-Ramos, I. B. Baums & E. E. Cordes (2016). Response of deep-water corals to oil and chemical dispersant exposure. *DEEP-SEA RESEARCH PART II-TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY,* 129**,** 137-147.

DNV GL (2016). Miljørisikoanalyse (MRA) for letebrønn 7435/12-1 Korpfjell i PL859 i Barentshavet. Report No. 2016-1077, Rev00.

DNV-GL (2015). Environmental risk assessment for oil blowout from exploration drilling in the Barents Sea South-East. Statoil ASA. Report No.: 2015-0985 Rev. 1, 2015-12-13

DNV-GL (2014). Development of methodology for calculations and environmental risk for the marginal ice zone – a joint project between Akvaplan -niva and DNV-GL. Report No. 2014-0545, Rev00.

DNV (2012a). Oljedriftsmodellering og analyse av gassutblåsning i det nordøstlige Norskehavet. Kunnskapinnhenting for det nordøstlige Norskehavet. Utarbeidet på oppdrag fra Olje- og energidepartementet. Rapportnr./DNV Referansenr.: 2012-1244 / 14GFQEE-10 Rev. 00, 2012-11-09

DNV (2012b). Miljørisikoanalyse for Norskehavet nordøst. Kunnskapinnhenting for det nordøstlige Norskehavet. Utarbeidet på oppdrag fra Olje- og energidepartementet. Rapportnr./DNV Referansenr.: 2012-1312 / 14T4MM9-3 Rev. 0, 2012-06-13

DNV (2011). Miljørisiko ved akutt oljeforurensning fra skipstrafikken langs kysten av Fastlands-Norge for 2008 og prognoser for 2025. Rapportnr.: 2011-0850 Dato: 2011-10-10

DNV (2010). Analyse av sannsynlighet for akutte oljeutslipp fra skippstrafikk langs kysten av Fastlands-Norge Rapportnr.: 2010-0085 Rev. 06 Dato: 2010-11-16

Dias, L. A., J. Litz, L. Garrison, A. Martinez, K. Barry & T. Speakman (2017). Exposure of cetaceans to petroleum products following the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. *Endangered Species Research,* 33**,** 119-125.

Diercks, A. R., R. C. Highsmith, V. L. Asper, D. J. Joung, Z. Z. Zhou, L. D. Guo, A. M. Shiller, S. B. Joye, A. P. Teske, N. Guinasso, T. L. Wade & S. E. Lohrenz (2010). Characterization of subsurface polycyclic aromatic hydrocarbons at the Deepwater Horizon site. *Geophysical Research Letters,* 37.

Eikelmann IMH, Nalbandyan A, Selnæs ØG, Aas-Hansen Ø, Zika H, Wallin M, Guðnason K, Jensen JV, Bergan TD (2017). «COASTEX scenario report: nine maritime accident scenarios. Report no. 1 from the NKS-B COASTEX activity". Nordic nuclear safety research, NKS-B report; NKS-390 (66 pp).

EPPR (2017). Circumpolar Oil Spill Response Viability Analysis, Technical Report. 134pp.

Esler, D., B. E. Ballachey, C. Matkin, D. Cushing, R. Kaler, J. Bodkin, D. Monson, G. Esslinger & K. Kloecker (2018). Timelines and mechanisms of wildlife population recovery following the Exxon Valdez oil spill. *DEEP-SEA RESEARCH PART II-TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY,* 147**,** 36-42.

Etnoyer, P. J., L. N. Wickes, M. Silva, J. D. Dubick, L. Balthis, E. Salgado & I. R. MacDonald (2016). Decline in condition of gorgonian octocorals on mesophotic reefs in the northern Gulf of Mexico: before and after the Deepwater Horizon oil spill. *Coral Reefs,* 35**,** 77-90.

Faksness L. G., Altin D., Nordtug T., Daling P. S., and Hansen B. H. (2015). Chemical comparison and acute toxicity of water accommodated fraction (WAF) of source and field collected Macondo oils from the Deepwater Horizon spill. Marine pollution bulletin 91 (1):222-229.

Faksness L. G, Belore R., McCourt J., Johnsen M., Dunnebier D. (2017), Evalutation of Dispersant Efficiency, Arctic Response Technology – Oil Spill Preparedness, http://arcticresponse.wpengine.com/wp-content/uploads/2017/11/Report-Evaluation-of-dispersant-efficiency.pdf

Falk-Petersen, S., P. Mayzaud, G. Kattner & J. Sargent (2009). Lipids and life strategy of Arctic Calanus. *Marine Biology Research,* 5**,** 18-39.

Fauchald, P. (2009). Spatial interaction between seabirds and prey: review and synthesis. Marine Ecology Progress Series 391: 139–151.

Fauchald, P., & Erikstad, K. E. (2002). Scale-dependent predator-prey interactions: the aggre-gative response of seabirds to prey under variable prey abundance and patchiness. Marine Ecology Progress Series, 231, 279-291.

Fauchald, P., Erikstad, K. E. & Reiersten, T., K. (2019). Sjøfugl i Barentshavet -vurderinger av sårbare arter, bestander, områder og perioder basert på nyeste kunnskap. NINA Rapport 1616. Norsk institutt for naturforskning.

Feder, H. M. & A. Blanchard (1998). The deep benthos of Prince William sound, Alaska, 16 months after the Exxon Valdez oil spill. *Marine pollution bulletin,* 36**,** 118-130.

FFI (2015). Kjemisk ammunisjon senket utenfor norskekysten etter andre verdenskrig – hva er senket og hvilke effekter har dette på marine organismer? FFI-rapport 2015/00925.

FISHER, C. R., P. Y. Hsing, C. L. Kaiser, D. R. Yoerger, H. H. Roberts, W. W. Shedd, E. E. Cordes, T. M. Shank, S. P. Berlet, M. G. Saunders, E. A. Larcom & J. M. Brooks (2014). Footprint of Deepwater Horizon blowout impact to deep-water coral communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 111**,** 11744-11749.

Fodrie, F. J., K. W. Able, F. Galvez, K. L. Heck, O. P. Jensen, P. C. Lopez-Duarte, C. W. Martin, R. E. Turner & A. Whitehead (2014). Integrating Organismal and Population Responses of Estuarine Fishes in Macondo Spill Research. *Bioscience,* 64**,** 778-788.

Frantzen, M., I. B. Falk-Petersen, J. Nahrgang, T. J. Smith, G. H. Olsen, T. A. Hangstad & L. Camus (2012). Toxicity of crude oil and pyrene to the embryos of beach spawning capelin (Mallotus villosus). *Aquatic toxicology,* 108**,** 42-52.

Frometa, J., M. E. DeLorenzo, E. C. Pisarski & P. J. Etnoyer (2017). Toxicity of oil and dispersant on the deep water gorgonian octocoral Swiftia exserta, with implications for the effects of the Deepwater Horizon oil spill. *Marine pollution bulletin,* 122**,** 91-99.

Frost, K. J., L. F. Lowry & J. M. VerHoef (1999). Monitoring the trend of harbor seals in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill. *Marine Mammal Science,* 15**,** 494-506.

Gardiner, W. W., J. Q. Word, J. D. Word, R. A. Perkins, K. M. McFarlin, B. W. Hester, L. S. Word & C. M. Ray (2013). The acute toxicity of chemically and physically dispersed crude oil to key arctic species under arctic conditions during the open water season. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 32**,** 2284-2300.

Garrott, R. A., L. L. Eberhardt & D. M. Burn (1993). Mortality of Sea Otters in Prince-William Sound Following the Exxon-Valdez Oil-Spill. *Marine Mammal Science,* 9**,** 343-359.

Gass, S. E. & J. M. Roberts (2006). The occurrence of the cold-water coral *Lophelia pertusa* (Scleractinia) on oil and gas platforms in the North Sea: Colony growth, recruitment and environmental controls on distribution. *Marine pollution bulletin,* 52**,** 549-559.

Gemmell, B. J., H. P. Bacosa, B. O. Dickey, C. G. Gemmell, L. R. Alqasemi & E. J. Buskey (2018) Rapid alterations to marine microbiota communities following an oil spill. *Ecotoxicology,* 27**,** 505-516.

Girard, F. & C. R. Fisher (2018). Long-term impact of the Deepwater Horizon oil spill on deep-sea corals detected after seven years of monitoring. *Biological Conservation,* 225**,** 117-127.

Girard, F., K. Shea & C. R. Fisher (2018). Projecting the recovery of a long-lived deep-sea coral species after the Deepwater Horizon oil spill using state-structured models. *Journal of Applied Ecology,* 55**,** 1812-1822.

Goodbody-Gringley, G., D. L. Wetzel, D. Gillon, E. Pulster, A. Miller & K. B. Ritchie (2013). Toxicity of Deepwater Horizon Source Oil and the Chemical Dispersant, Corexit (R) 9500, to Coral Larvae. *Plos One,* 8.

Gray, J. L., L. K. Kanagy, E. T. Furlong, C. J. Kanagy, J. W. Mccoy, A. Mason & G. Lauenstein (2014). Presence of the Corexit component dioctyl sodium sulfosuccinate in Gulf of Mexico waters after the 2010 Deepwater Horizon oil spill. *Chemosphere,* 95**,** 124-130.

Gwynn JP, Heldal HE, Flo JK, Sværen I, Gäfvert T, Haanes H, Føyn L, Rudjord AL (2018). «Norwegian monitoring (1990 – 2015) of the marine environment around the sunken nuclear submarine Komsomolets». Journal of Environmental Radioactivity 182, 52-62.

Hall, A. J., J. Watkins & L. Hiby (1996). The impact of the 1993 Braer oil spill on grey seals in Shetland. *Science of the Total Environment,* 186**,** 119-125.

Hallare, A. V., K. J. A. Lasafin & J. R. Magallanes (2011). Shift in Phytoplankton Community Structure in a Tropical Marine Reserve Before and After a Major oil Spill Event. *International Journal of Environmental Research,* 5**,** 651-660.

Hansen, B. H., D. Altin, S. F. Rorvik, I. B. Overjordet, A. J. Olsen & T. Nordtug (2011). Comparative study on acute effects of water accommodated fractions of an artificially weathered crude oil on Calanus finmarchicus and Calanus glacialis (Crustacea: Copepoda). *Science of the Total Environment,* 409**,** 704-709.

Hansen, B. H., J. Farkas, T. Nordtug, D. Altin & O. G. Brakstad (2018). Does Microbial Biodegradation of Water-Soluble Components of Oil Reduce the Toxicity to Early Life Stages of Fish? *Environmental Science & Technology,* 52**,** 4358-4366.

Hansen, B. H., T. Jager, D. Altin, I. B. Overjordet, A. J. Olsen, I. Salaberria & T. Nordtug (2016). Acute toxicity of dispersed crude oil on the cold-water copepod Calanus finmarchicus: Elusive implications of lipid content. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 79**,** 549-557.

Hansen, B. H., A. M. Tarrant, I. Salaberria, D. Altin, T. Nordtug & I. B. Overjordet (2017). Maternal polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) transfer and effects on offspring of copepods exposed to dispersed oil with and without oil droplets. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 80**,** 881-894.

Hansen B. H., Sørensen L., Carvalho P. A., Meier S., Booth A. M., Altin D., Farkas J., and Nordtug T. (2018). Adhesion of mechanically and chemically dispersed crude oil droplets to eggs of Atlantic cod (Gadus morhua) and haddock (Melanogrammus aeglefinus). Science of the Total Environment 640:138-143.

Harvey, J. S., B. P. Lyons, T. S. Page, C. Stewart & J. M. Parry (1999). An assessment of the genotoxic impact of the Sea Empress oil spill by the measurement of DNA adduct levels in selected invertebrate and vertebrate species. *Mutation Research-Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis,* 441**,** 103-114.

Heggberget, T. M. & K. E. Moseid (1994). Prey Selection in Coastal Eurasian Otters Lutra-Lutra. *Ecography,* 17**,** 331-338.

Heldal HE, Vikebø F, Johansen OG (2013) "Dispersal of the radionuclide caesium-137 (137Cs) from point sources in the Barents and Norwegian Seas and its potential contamination of the Arctic marine food chain: Coupling numerical ocean models with geographical fish distribution data". Environmental Pollution 180, 190-198.

Hellstrom, T. & K. B. Doving (1983). Perception of Diesel Oil by Cod (Gadus-Morhua L). *Aquatic toxicology,* 4**,** 303-315.

Henry, L. A., D. Harries, P. Kingston & J. M. Roberts (2017). Historic scale and persistence of drill cuttings impacts on North Sea benthos. *Marine Environmental Research,* 129**,** 219-228.

Hinkle-Conn, C., J. W. Fleeger, J. C. Gregg & K. R. Carman (1998). Effects of sediment-bound polycyclic aromatic hydrocarbons on feeding behavior in juvenile spot (Leiostomus xanthurus Lacepede : Pisces). *JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY,* 227**,** 113-132.

Hodson, P. V. (2017). The Toxicity to Fish Embryos of PAH in Crude and Refined Oils. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 73**,** 12-18.

Hodson, P. V., J. Adams & R. S. Brown (2018). Oil Toxicity Test Methods must be Improved. *Environmental Toxicology and Chemistry,* in press.

Holth, T. F., D. P. Eidsvoll, E. Farmen, M. B. Sanders, C. Martinez-Gomez, H. Budzinski, T. Burgeot, L. Guilhermino & K. Hylland (2014). Effects of water accommodated fractions of crude oils and diesel on a suite of biomarkers in Atlantic cod (Gadus morhua). *Aquatic toxicology,* 154**,** 240-252.

Hoover-Miller, A., K. R. Parker & J. J. Burns (2001). A reassessment of the impact of the Exxon Valdez oil spill on harbor seals (Phoca vitulina richardsi) in Prince William Sound, Alaska. *Marine Mammal Science,* 17**,** 111-135.

Hu, C. M., R. H. Weisberg, Y. G. Liu, L. Y. Zheng, K. L. Daly, D. C. English, J. Zhao & G. A. Vargo (2011). Did the northeastern Gulf of Mexico become greener after the Deepwater Horizon oil spill? *Geophysical Research Letters,* 38.

Høibråten & Breivik (2016). «Reaktordrevne fartøyer og deres eventuelle kjernevåpen. En oversikt ved årsskiftet 2015/2016». FFI-rapport 16/01536, Forsvarets forskningsinstitutt.

Il Lee, C., M. C. Kim & H. C. Kim (2009). Temporal variation of chlorophyll a concentration in the coastal waters affected by the Hebei Spirit oil spill in the West Sea of Korea. *Marine pollution bulletin,* 58**,** 496-502.

Incardona, J. P. (2017). Molecular Mechanisms of Crude Oil Developmental Toxicity in Fish. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 73**,** 19-32.

Incardona, J. P., T. K. Collier & N. L. Scholz (2004). Defects in cardiac function precede morphological abnormalities in fish embryos exposed to polycyclic aromatic hydrocarbons. *Toxicology and applied pharmacology,* 196**,** 191-205.

Incardona, J. P. & N. L. Scholz (2016). The influence of heart developmental anatomy on cardiotoxicity-based adverse outcome pathways in fish. *Aquatic toxicology,* 177**,** 515-525.

Incardone, J. P., T. Linbo, N. L. Scholz, G. M. Ylitalo, B. J. Laurel, P. Iseri, L. A. Copeman, T. Nordtug, S. Meier, E. Sorhus & C. E. Donald (2018). Persistent derangement of larval-juvenile lipid metabolism and growth following transient embryonic oil exposure in Polar cod. 7th Norwegian Environmental Toxicology Symposium (NETS). 14-16 March, 2018, Svalberg, Norway.

Ingvarsdottir, A., C. Bjorkblom, E. Ravagnan, B. F. Godal, M. Arnberg, D. L. Joachim & S. Sanni (2012). Effects of different concentrations of crude oil on first feeding larvae of Atlantic herring (Clupea harengus). *JOURNAL OF MARINE SYSTEMS,* 93**,** 69-76.

Iosjpe M og Liland A (2012). «Evaluation of environmental sensitivity of the marine regions». Journal of Environmental Radioactivity 108, 2 – 8.

Jager, T., D. Altin, C. Miljeteig & B. H. Hansen (2016). Stage-dependent and sex-dependent sensitivity to water-soluble fractions of fresh and weathered oil in the marine copepod Calanus finmarchicus. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 35**,** 728-735.

JD, HOD og FD (2016). «Nasjonal strategi for CBRNE-beredskap 2016 – 2020». Justis- og beredskapsdepartementet, Helse- og omsorgsdepartementet og Forsvarsdepartementet.

Jenssen, B. M. (1996). An overview of exposure to, and effects of, petroleum oil and organochlorine pollution in grey seals (Halichoerus grypus). *Science of the Total Environment,* 186**,** 109-118.

JNREG (2018). Investigation into the radioecological status of the site of the sunken nuclear submarine K-159. Results from the 2014 research cruise performed by the Joint Norwegian-Russian Expert Group (Gwynn JP, Shpinkov VI, eds). Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority.

JNREG (2017). Jensen LK, Shpinkov V, Heldal HE, Gwynn JP, Møller B, Bulgakov V, Katkova, M, Artemyev G. "10 years of joint monitoring of radioactive substances in the Barents sea 2006 – 2015". The Joint Norwegian-Russian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination of the Northern Areas.

Jourdain, E. & D. Vongraven (2017). Humpback whale (Megaptera novaeangliae) and killer whale (Orcinus orca) feeding aggregations for foraging on herring (Clupea harengus) in Northern Norway. *Mammalian Biology,* 86**,** 27-32.

Kauker F, Kaminski T, Karcher M, Dowdall M, Brown J, Hosseini A, Strand P (2016). "Model analysis of worst place scenarios for nuclear accidents in the northern marine environment". Environmental Modelling & Software 77, 13 – 18.

KINGSTON, P. F., I. M. Dixon, S. HAMILTON & D. C. MOORE (1995). THE IMPACT OF THE BRAER OIL-SPILL ON THE MACROBENTHIC INFAUNA OF THE SEDIMENTS OFF THE SHETLAND ISLANDS. *Marine pollution bulletin,* 30**,** 445-459.

Kujawinski, E. B., M. C. K. Soule, D. L. Valentine, A. K. Boysen, K. Longnecker & M. C. Redmond (2011). Fate of Dispersants Associated with the Deepwater Horizon Oil Spill. *Environmental Science & Technology,* 45**,** 1298-1306.

Kystverket (2018). Hendelser håndtert i 2017, Rapport. Tilgjengelig fra: http://www.kystverket.no/globalassets/beredskap/akutt-forurensning/arsrapporter/hendelsesrapport-2017---kystverket-beredskap.pdf

Kystverket (2017a). Analyse av sannsynligheten for ulykker med tap av menneskeliv og akutt forurensning fra skipstrafikk i norske farvann. Kystverket. Rapport Nr.: 2018-0393, Rev. 0. Dokument Nr.: 118VI6G1-1. Dato: 2018-04-30

Kystverket (2017b). Hendelser håndtert i 2016, Rapport. Tilgjengelig fra: http://www.kystverket.no/Beredskap/Brosjyrer-og-publikasjoner/arsrapporter/arsrapport-2016/

Kystverket (2017c). Kartlegging av dumpefelt i Skagerrak i 2015 og 2016.

Kystverket (2017). Handlingsplan for Beredskapsanalyse for skipstrafikken i områdene rundt Svalbard og Jan Mayen.

Kystverket (2016). Kystverket Beredskap - Årsrapport 2015, Rapport. Tilgjengelig fra: http://www.kystverket.no/globalassets/beredskap/publikasjoner-beredskap/arsrapport-akutt-forurensning-2015.pdf

Kystverket (2015). Beredskapsanalyse Verstefallshendelser akutt forurensning – vurderinger og anbefalinger. URL: https://www.kystverket.no/globalassets/beredskap/beredskapsplan/1beredskapsanalyse-verstefallshendelser_utskriftsvennlig.pdf

Kystverket (2014a). Miljørisiko knyttet til potensiell akutt oljeforurensning fra skipstrafikk i havområdene omkring Svalbard og Jan Mayen. Kystverket Rapport No.: 2014-0765, Rev. 1 Dokument No.: 18VYG9N-9 Dato: 2014-11-05

Kystverket (2014b). Analyse av sannsynligheten for akutt oljeutslipp fra skipstrafikk. Svalbard og Jan Mayen. Kystverket Rapport Nr.: 2014-0295, Rev. 3 Dokument Nr.: 18MUJ8G-10 Dato: 2014-05-05

Kystverket (2011). Beredskapsanalyse knyttet til akutt forurensning fra skipstrafikk. URL: https://www.kystverket.no/contentassets/f3102b4c87b049b696b6d823d86b83a8/beredskapsanalyse.pdf

Kystverket (2014). Beredskapsanalyse for skipstrafikken i områdene rundt Svalbard og Jan Mayen. ISBN: 978-82-90177-20-6 (Trykkeyt), 978-82-90177-21-3 (PDF).

Kuningas, S., T. Simila & P. S. Hammond (2014). Population size, survival and reproductive rates of northern Norwegian killer whales (Orcinus orca) in 1986-2003. *Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom,* 94**,** 1277-1291.

Laurel, B. J., L. A. Copeman, J. P. Incardona, T. Linbo, N. L. Scholz, G. M. Ylitalo, P. Iseri, T. Nordtug, E. Sorhus, C. E. Donald, S. Allan, M. Spencer & S. Meier. (2018). Lipid, growth and 1 st year survival impacts in Polar cod (Boreogadus saida) following embryonic oil exposure to Alaskan and Norwegian oil. 39 th SETAC North Amereca. Sacramento, Ca, US, 4 th -8th th November 2018.

Lien V. (red.) (2018). Polarfrontens fysiske beskaffenhet og biologiske implikasjoner – en verdi- og sårbarhetsvurdering av polarfronten i Barentshavet. Fisken og Havet nr. 8, 74 s.

Lipscomb, T. P., R. K. HARRIS, R. B. Moeller, J. M. Pletcher, R. J. Haebler & B. E. Ballachey (1993). Histopathologic Lesions in Sea Otters Exposed to Crude-Oil. *Veterinary Pathology,* 30**,** 1-11.

Martin, C. W. (2017). Avoidance of oil contaminated sediments by estuarine fishes. **Marine Ecology Progress Series,** 576**,** 125-134.

Marty, G. D., M. S. Okihiro, E. D. Brown, D. Hanes & D. E. Hinton (1999). Histopathology of adult pacific herring in Prince William Sound, Alaska, after the Exxon Valdez oil spill. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 56**,** 419-426.

Matkin, C. O., J. W. Durban, E. L. Saulitis, R. D. Andrews, J. M. Straley, D. R. Matkin & G. M. Ellis (2012). Contrasting abundance and residency patterns of two sympatric populations of transient killer whales (Orcinus orca) in the northern Gulf of Alaska. *Fishery bulletin,* 110**,** 143-155.

Matkin, C. O., E. L. Saulifis, G. M. Ellis, P. Olesiuk & S. D. Rice (2008). Ongoing population-level impacts on killer whales Orcinus orca following the 'Exxon Valdez' oil spill in Prince William Sound, Alaska. *Marine Ecology-Progress Series,* 356**,** 269-281.

McFarlin, K. M., M. J. Perkins, J. A. Field & M. B. Leigh (2018). Biodegradation of Crude Oil and Corexit 9500 in Arctic Seawater. *Frontiers in Microbiology,* 9.

McFarlin, K. M., R. C. Prince, R. Perkins & M. B. Leigh (2014). Biodegradation of Dispersed Oil in Arctic Seawater at-1 degrees C. *Plos One,* 9.

Melbye A. G., Brakstad O. G., Hokstad J. N., Gregersen I. K., Hansen B. H., Booth A. M., Rowland S. J., and Tollefsen K. E. (2009). Chemical and Toxicological Characterization of An Unresolved Complex Mixture-Rich Biodegraded Crude Oil. Environ Toxicol Chem 28 (9):1815-1824.

Middaugh D. P., Chapman P. J., Shelton M. E., McKenney C. L., and Courtney L. A. (2002). Effects of fractions from biodegraded Alaska north slope crude oil on embryonic inland silversides, Menidia beryllina. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 42 (2):236-243.

MignucciGiannoni, A. A. (1999). Assessment and rehabilitation of wildlife affected by an oil spill in Puerto Rico. *Environmental pollution,* 104**,** 323-333.

Moles, A., S. RICE & B. L. Norcross (1994). Non-Avoidance of Hydrocarbon Laden Sediments by Juvenile Flatfishes. *NETHERLANDS JOURNAL OF SEA RESEARCH,* 32**,** 361-367.

Montagna, P. A., J. G. Baguley, C. Cooksey, I. Hartwell, L. J. Hyde, J. L. Hyland, R. D. Kalke, L. M. Kracker, M. Reuscher & A. C. E. Rhodes (2013). Deep-Sea Benthic Footprint of the Deepwater Horizon Blowout. *Plos One,* 8.

Montagna, P. A., J. G. Baguley, C. Cooksey & J. L. Hyland (2017). Persistent Impacts to the Deep Soft-Bottom Benthos One Year After the Deepwater Horizon Event. *Integrated Environmental Assessment and Management,* 13**,** 342-351.

Moodley, L., M. Arnberg, E. Dunaevskaya, P. Seear, L. Baerheim, M. Nilsen, S. S. Ramanand, K. B. Oysaed, S. Westerlund, G. Jonsson, G. A. Tarling & R. K. Bechmann (2018). Effects of low crude oil chronic exposure on the northern krill (Meganyctiphanes norvegica). *JOURNAL OF EXPERIMENTAL MARINE BIOLOGY AND ECOLOGY,* 500**,** 120-131.

Munilla, I., Arcos, J. M., Oro, D., Álvarez, D., Leyenda, P. M., & Velando, A. (2011). Mass mor-tality of seabirds in the aftermath of the Prestige oil spill. Ecosphere, 2(7), 1-14.

Murawski, S. A., W. T. Hogarth, E. B. Peebles & L. Barbeiri (2014). Prevalence of External Skin Lesions and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Concentrations in Gulf of Mexico Fishes, Post-Deepwater Horizon. *TRANSACTIONS OF THE AMERICAN FISHERIES SOCIETY,* 143**,** 1084-1097.

Myksvoll, M. S., Erikstad, K. E., Barrett, R. T., Sandvik, H., & Vikebø, F. (2013). Climate-driven ichthyoplankton drift model predicts growth of top predator young. PloS One, 8(11), e79225.

Nahrgang, J., L. Camus, M. G. Carls, P. Gonzalez, M. Jonsson, I. C. Taban, R. K. Bechmann, J. S. Christiansen & H. Hop (2010a). Biomarker responses in polar cod (Boreogadus saida) exposed to the water soluble fraction of crude oil. *Aquatic toxicology,* 97**,** 234-242.

Nahrgang, J., L. Camus, P. Gonzalez, M. Jonsson, J. S. Christiansen & H. Hop (2010b). Biomarker responses in polar cod (Boreogadus saida) exposed to dietary crude oil. *Aquatic toxicology,* 96**,** 77-83.

Nahrgang, J., P. Dubourg, M. Frantzen, D. Storch, F. Dahlke & J. P. MEADOR (2016). Early life stages of an arctic keystone species (Boreogadus saida) show high sensitivity to a water-soluble fraction of crude oil. *Environmental pollution,* 218**,** 605-614.

National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling (2011). Deep Water – The Gulf Oil Disaster and the Future of Offshore Drilling: Report to the President. ISBN: 978-0-16-087371-3

Nepstad, R., I. F. Stordal, U. Bronner, T. Nordtug & B. H. Hansen (2015). Modeling filtration of dispersed crude oil droplets by the copepod Calanus finmarchicus. *Marine Environmental Research,* 105**,** 1-7.

Netzer R., Henry I. A., Ribicic D., Wibberg D., Bronner U., and Brakstad O. G. (2018). Petroleum hydrocarbon and microbial community structure successions in marine oil-related aggregates associated with diatoms relevant for Arctic conditions. Marine pollution bulletin 135:759-768.

Nordtug, T., A. J. Olsen, D. Altin, S. Meier, I. Overrein, B. H. Hansen & O. Johansen (2011a). Method for generating parameterized ecotoxicity data of dispersed oil for use in environmental modelling. *Marine pollution bulletin,* 62**,** 2106-2113.

Nordtug, T., A. J. Olsen, D. Altin, I. Overrein, W. Storoy, B. H. Hansen & F. De Laender (2011b). Oil droplets do not affect assimilation and survival probability of first feeding larvae of North-East Arctic cod. *Science of the Total Environment*, 412**,** 148-153.

Nordtug, T., A. J. Olsen, I. Salaberria, I. B. Overjordet, D. Altin, I. F. Stordal & B. H. Hansen (2015). Oil droplet ingestion and oil fouling in the copepod Calanus finmarchicus exposed to mechanically and chemically dispersed crude oil. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 34**,** 1899-1906.

Norsk olje og gass (2017). Guidance on calculating blowout rates and duration for use in environmental risk analyses. Translated and updated version.

Norsk olje og gass (2013). Veiledning for miljørettede beredskapsanalyser. Rev.dato 16.8.2013, rev. 04.

NRC (2014). Oil spills in the U.S. Arctic marine environment. National Research Council. ISBN 978-0-309-29886-5.

Norsk romsenter (2014). Solstormer, nordlys og romvær (presentasjon), https://www.norskoljeoggass.no/no/HMS-utfordringer-i-nordomradene/

Olsvik, P. A., R. Waagbo, S. A. Pedersen & S. Meier (2011). Transcriptional Effects of Dietary Exposure of Oil-Contaminated Calanus finmarchicus in Atlantic Herring (Clupea harengus). *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 74**,** 508-528.

Overjordet, I. B., R. Nepstad, B. H. Hansen, T. Jager, J. Farkas, D. Altin, U. Bronner & T. Nordtug (2018). Toxicokinetics of Crude Oil Components in Arctic Copepods. *Environmental Science & Technology,* 52**,** 9899-9907.

Ozhan, K., M. L. Parsons & S. Bargu (2014). How Were Phytoplankton Affected by the Deepwater Horizon Oil Spill? *Bioscience,* 64**,** 829-836.

Paine, M. D., W. C. Leggett, J. K. Mcruer & K. T. Frank (1992). Effects Of Hibernia Crude-Oil On Capelin (Mallotus-Villosus) Embryos And Larvae. *Marine Environmental Research,* 33**,** 159-187.

Pan, G., D. L. Tang & Y. Z. Zhang (2012). Satellite monitoring of phytoplankton in the East Mediterranean Sea after the 2006 Lebanon oil spill. *International Journal of Remote Sensing,* 33**,** 7482-7490.

Passow, U. (2016). Formation of rapidly-sinking, oil-associated marine snow. *Deep-Sea Research Part Ii-Topical Studies In Oceanography,* 129**,** 232-240.

Passow, U., K. Ziervogel, V. Asper & A. Diercks (2012). Marine snow formation in the aftermath of the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. *Environmental Research Letters,* 7.

Pearson, W. H., R. B. Deriso, R. A. Elston, S. E. Hook, K. R. Parker & J. W. Anderson (2012). Hypotheses concerning the decline and poor recovery of Pacific herring in Prince William Sound, Alaska. *Reviews in Fish Biology and Fisheries,* 22**,** 95-135.

Pearson, W. H., D. L. Woodruff, P. C. Sugarman & B. L. Olla (1984). The Burrowing Behavior of Sand Lance, Ammodytes-Hexapterus - Effects of Oil-Contaminated Sediment. *Marine Environmental Research,* 11**,** 17-32.

Peterson, C. H., S. D. Rice, J. W. Short, D. Esler, J. L. Bodkin, B. E. Ballachey & D. B. Irons (2003). Long-term ecosystem response to the Exxon Valdez oil spill. *Science,* 302**,** 2082-2086.

Petroleumstilsynet (2019a). Oppsummeringsrapport etter møteserie om vedlikehold av barrierer på undervannsanlegg https://www.ptil.no/contentassets/f48158d646f14f32ac6445b-f22a9031e/2018_328-rapport-etter-moteserien-om-vedlikehold-av-barrierer-pa-undervannsanlegg.pdf

Petroleumstilsynet (under arbeid, publiseres i 2019). Teknologiutvikling som kan bidra til å forebygge, begrense og stanse ulykker, med vekt på utblåsning og ulykker under vann.

Petroleumstilsynet (2018a). Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet for akutte utslipp (RNNP AU), https://www.ptil.no/contentassets/cf6e2e7becb74cf1a01a5d071506e3ae/rnnp--akutte-utslipp-2017.pdf

Petroleumstilsynet (2018b). Use of risk assessments and performance requirements for selection of offshore subsea leak detection systems, http://www.ptil.no/getfile.php/1350958/PDF/FINAL_%20Report%20Ptil%20case%2017_1225_Rev00_Sign2.pdf

Petroleumstilsynet (2018c). Referat fra arbeidsmøtene tilknyttet Ptils områdevurderinger. http://ephortept/ephorteweb/API/GETDOC/Default.aspx?DL_DOKID_DB=409315&DL_JPID_JP=174208&DL_DOKFORMAT_XX=RA-PDF&DB_STATUS_DS=F&WORKFOLDER=&EPHORTEDB=EPHORTEPT, og vedlegg til referat; http://ephortept/ephorteweb/API/GETDOC/Default.aspx?VE_DOKID_DB=409314&VE_VERSJON=1&VE_VARIANT_VF=A&VE_DOKFORMAT_LF=RA-PDF&VE_STATUS_XX=F&WORKFOLDER=&EPHORTEDB=EPHORTEPT

Petroleumstilsynet (2016a). Risikobegrepet i petroleumsvirksomhet, https://www.ptil.no/contentassets/1b253609b7b940069e0acd005861c7ca/risikorapport-2016-nett.pdf

Petroleumstilsynet (2016b). RNNP-AU, metoderapport, https://www.ptil.no/contentassets/cf6e2e7becb74cf1a01a5d071506e3ae/metoderapport-rnnp---akutte-utslipp-2016.pdf

Piatt, J. F., Lensink, C. J., Butler, W., Kendziorek, M., & Nysewander, D. R. (1990). Immediate impact of the'Exxon Valdez'oil spill on marine birds. The Auk, 387-397.

Pinto, J. M., W. H. Pearson & J. W. Anderson (1984). Sediment Preferences and Oil Contamination in the Pacific Sand Lance Ammodytes-Hexapterus. *Marine Biology,* 83**,** 193-204.

Place, B. J., M. J. Perkins, E. Sinclair, A. L. Barsamian, P. R. Blakemore & J. A. Field (2016). Trace analysis of surfactants in Corexit oil dispersant formulations and seawater. *DEEP-SEA RESEARCH PART II-TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY,* 129**,** 273-281.

Prouty, N. G., C. R. Fisher, A. W. J. Demopoulos & E. R. M. Druffel (2016). Growth rates and ages of deep-sea corals impacted by the Deepwater Horizon oil spill. *DEEP-SEA RESEARCH PART II-TOPICAL STUDIES IN OCEANOGRAPHY,* 129**,** 196-212.

Rasmussen J. (1997). Risk Management in A Dynamic Society: A Modelling Problem, Safety Science Vol. 27, No. 2/3, pp. 183-213

Redman, A. D., J. D. Butler, D. J. Letinski & T. F. Parkerton (2017). Investigating the Role of Dissolved and Droplet Oil in Aquatic Toxicity Using Dispersed and Passive Dosing Systems. *Environmental Toxicology and Chemistry,* 36**,** 1020-1028.

Reistad O, Hustveit S, Pálsson SE, Hoe S, Lahtinen J (2012). «A Nordic Approach to Impact Assessment of Accidents with Nuclear-Propelled Vessels". NKS Report 268, Nordic Nuclear Safety Research, Roskilde, Denmark.

Ribicic, D., R. Netzer, A. Winkler & O. G. Brakstad (2018). Microbial communities in seawater from an Arctic and a temperate Norwegian fjord and their potentials for biodegradation of chemically dispersed oil at low seawater temperatures. *Marine pollution bulletin,* 129**,** 308-317.

Romero, I. C., T. Sutton, B. Carr, E. Quintana-Rizzo, S. W. Ross, D. J. Hollander & J. J. Torres (2018). Decadal Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Mesopelagic Fishes from the Gulf of Mexico Reveals Exposure to Oil-Derived Sources. *Environmental Science & Technology,* 52**,** 10985-10996.

Rosenberger, A. L., M. MacDuffee, A. G. Rosenberger & P. S. Ross (2017). Oil Spills and Marine Mammals in British Columbia, Canada:

Development and Application of a Risk-Based Conceptual Framework. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 73, 131-153.

Ruiz-Ramos, D. V., C. R. Fisher & I. B. Baums (2017). Stress response of the black coral Leiopathes glaberrima when exposed to sub-lethal amounts of crude oil and dispersant. *Elementa-Science of the Anthropocene,* 5.

Sandvik, H., Barrett, R. T., Erikstad, K. E., Myksvoll, M. S., Vikebø, F., Yoccoz, N. G., ... & Skern-Mauritzen, M. (2016). Modelled drift patterns of fish larvae link coastal morphology to seabird colony distribution. Nature communications, 7, 11599.

Schaefer, J., N. Frazier & J. Barr (2016). Dynamics of Near-Coastal Fish Assemblages following the Deepwater Horizon Oil Spill in the Northern Gulf of Mexico. *Transactions Of The American Fisheries Society,* 145, 108-119.

Schwacke, L. H., C. R. Smith, F. I. Townsend, R. S. Wells, L. B. Hart, B. C. Balmer, T. K. Collier, S. De Guise, M. M. Fry, L. J. Guillette, S. V. Lamb, S. M. Lane, W. E. Mcfee, N. J. Place, M. C. Turnlin, G. M. Ylitalo, E. S. Zolman & T. K. Rowles (2014). Health of Common Bottlenose Dolphins (Tursiops truncatus) in Barataria Bay, Louisiana, Following the Deepwater Horizon Oil Spill. *Environmental Science & Technology,* 48, 93-103.

Serrano, A., F. Sanchez, I. Preciado, S. Parra & I. Frutos (2006). Spatial and temporal changes in benthic communities of the Galician continental shelf after the Prestige oil spill. *Marine pollution bulletin,* 53, 315-331.

Shelton, A. O., M. E. Hunsicker, E. J. Ward, B. E. Feist, R. Blake, C. L. Ward, B. C. Williams, J. T. Duffy-Anderson, A. B. Hollowed & A. C. Haynie (2018). Spatio-temporal models reveal subtle changes to demersal communities following the Exxon Valdez oil spill. *ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE,* 75, 287-297.

Short, J. W., H. J. Geiger, J. C. Haney, C. M. Voss, M. L. Vozzo, V. Guillory & C. H. Peterson (2017). Anomalously High Recruitment of the 2010 Gulf Menhaden (Brevoortia patronus) Year Class: Evidence of Indirect Effects from the Deepwater Horizon Blowout in the Gulf of Mexico. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 73, 76-92.

Sjøfartsdirektoratet (2019). Sjøfartsdirektoratet – Fokus på miljø 2019: https://www.sdir.no/sjofart/ulykker-og-sikkerhet/sikkerhetsutredninger-og-rapporter/fokus-pa-risiko-2019/

Solberg, T. S., T. Barth & K. Westrheim. (1982). Effects of illuminated Ekofisk crude oil on yolksac larvae of cod (Gadus morhua L.). 1-8.

Sorensen, L., E. Sorhus, T. Nordtug, J. P. Incardone, T. L. Linbo, L. Giovanetti, O. Karlsen & S. Meier (2017). Oil droplet fouling and differential toxicokinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons in embryos of Atlantic haddock and cod. *Plos One,* 12.

Sørensen L., Hansen B. H., Farkas J., Donald C. E., Robson W. J., Tonkin A., Meier S., (in print 2019). Rowland S. J (2019) Accumulation and toxicity of monoaromatic petroleum hydrocarbons in early life stages of cod and haddock. Environmental Pollution.

Sorhus, E., R. B. Edvardsen, O. Karlsen, T. Nordtug, T. Van Der Meeren, A. Thorsen, C. Harman, S. Jentoft & S. Meier (2015). Unexpected Interaction with Dispersed Crude Oil Droplets Drives Severe Toxicity in Atlantic Haddock Embryos. *Plos One,* 10.

Sorhus, E., J. P. Incardona, T. Furmanek, G. W. Goetz, N. L. Scholz, S. Meier, R. B. Edvardsen & S. Jentoft (2017). Novel adverse outcome pathways revealed by chemical genetics in a developing marine fish. *Elife,* 6.

Sorhus, E., J. P. Incardona, O. Karlsen, T. Linbo, L. Sorensen, T. Nordtug, T. Van Der Meeren, A. Thorsen, M. Thorbjornsen, S. Jentoft, R. B. Edvardsen & S. Meier (2016). Crude oil exposures reveal roles for intracellular calcium cycling in haddock craniofacial and cardiac development. *Scientific Reports,* 6, 31058.

Statens strålevern (2007). Iosjpe M, Reistad O, Amundsen I. "Radioecological consequences of a potential accident during transport of radioactive materials along the Norwegian coastline". StrålevernRapport 2007:3. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2008a). "Atomtrusler". StrålevernRapport 2008:11, Østerås.

Statens strålevern (2008b). «Floating nuclear power plants and associated technologies in the northern areas.» StrålevernRapport 2008:15, Østerås.

Statens strålevern (2011). Iosjpe M, Reistad O, Liland A. "Radioecological consequences after a hypothetical accident with release into the marine environment involving a Russian nuclear submarine in the Barents Sea". StrålevernRapport 2011:3. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2012a). «Roller, ansvar, krisehåndtering og utfordringer i norsk atomberedskap. Oppfølging av Kriseutvalget for atomberedskaps trusselvurdering». StrålevernRapport 2012:5. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2012b). Liland A, Hosseini A, Iosjpe M, Nilsen K-A, Gäfvert T, Skjerdal H. «Radioaktive stoffer – tilførsler, konsentrasjoner og mulige effekter i Norskehavet». StrålevernRapport 2012:6, Østerås.

Statens strålevern (2012c). "Radioaktivt avfall og utslipp fra sykehus og forskningsinstitusjoner". StrålevernInfo 6:2012, Østerås, Statens strålevern.

Statens strålevern (2012d). «Status for atomsikkerhetssamarbeidet med Kola og Leningrad kjernekraftverk». StrålevernInfo 3:2012. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2013). «Atomberedskap – Sentral og regional organisering. Kgl. res av 23. august 2013». StrålevernHefte 31. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2014). «Scenarier for planlegging av norsk atomberedskap og krisehåndtering». StrålevernInfo 1:2014. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2015a). Hosseini A, Amundsen I, Brown J, Dowdall M, Standring W. Inventory and source term evaluation of the dumped nuclear submarine K-27. StrålevernRapport 2015:6. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2015b). Brown JE, Dowdall M, Hosseini A, Karcher M, Kauker F. "Geographical Categorisation of the Environmental Radio-sensitivity of the Northern Marine Environment". StrålevernRapport 2015:9. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2016). Hosseini A, Amundsen I, Bartnicki J, Brown J, Dowdall M, Dyve JE, Harm I, Karcher M, Kauker F, Klein H, Lind OC, Salbu B, Schnur R, Standring W. «Environmental modelling and radiological impact assessment associated with hypothetical accident scenarios for the nuclear submarine K-27". Strålevern-Rapport 2016:8. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2017a). Radioaktivt avfall fjernes fra Andrejevbukta. Stråleverninfo 7:2017, Østerås.

Statens strålevern (2017b). Hosseini A, Amundsen I, Brown J, Dowdall M, Dyve JE, Klein H. "Radiological impact assessment for hypothetical accident scenarios involving the Russian nuclear submarine K-159". StrålevernRapport 2017:12. Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2017c). Skjerdal H, Heldal HE, Gwynn J, Strålberg E, Møller B, Liebig PL, Sværen I, Rand A, Gäfvert T, Haanes H. «Radioactivity in the marine environment 2012, 2013 and 2014. Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME)". StrålevernRapport 2017:13, Østerås: Statens strålevern.

Statens strålevern (2017d). Shilov, V.V., Lazarev A.L., Krakhmalev, S.Yu., Kolobaev, A.A., Novikov, V.P., Timofeev M.S., Ivanova, A.S., Ivanova, M.L. Editors: Dowdall, M.J., Standring, W.J.F., Amundsen I.B. Environmental Impact Assessment Of The Removal of Spent Nuclear Fuel (SNF) From Andreeva Bay. StrålevernRapport 2017:9. Østerås: Statens strålevern, 2017.

Statens strålevern (2018a). "Flytende kjernekraftverk langs norskekysten". StrålevernInfo 5:2018, Østerås.

Statens strålevern (2018b). «Endringer i trusselbildet. Trusselvurdering for Kriseutvalget for atomberedskap, 2018». StrålevernRapport 2018:10, Østerås.

Statens strålevern (2018c). «Ansvarsforhold: Atomberedskap og redningsaksjoner. Samhandling mellom Kriseutvalget for atomberedskap og den norske redningstjenesten». StrålevernHefte 32, Østerås.

Sørhus, E., J. P. Incardona, Ø. Karlsen, T. Linbo, L. Sørensen, T. Nordtug, T. van der Meeren, A. Thorsen, M. Thorbjørnsen, S. Jentoft, R. B. Edvardsen & S. Meier (2016). Crude oil exposures reveal roles for intracellular calcium cycling in haddock craniofacial and cardiac development. *Scientific Reports,* 6**,** 31058.

Stout, S. A., S. Rouhani, B. Liu, J. Oehrig, R. W. Ricker, G. Baker & C. Lewis (2017). Assessing the footprint and volume of oil deposited in deep-sea sediments following the Deepwater Horizon oil spill. *Marine pollution bulletin,* 114, 327-342.

Sundby, S., P. Fossum, A. D. Sandvik, F. B. Vikebo, A. Aglen, L. Buhl-Mortensen, A. Folkvord, K. Bakkeplass, P. Buhl-Mortensen, M. Johannessen, M. S. Jorgensen, T. Kristiansen, C. S. Landa, M. S. Myksvoll & R. D. M. Nash. (2013). KunnskapsInnhenting Barentshavet - Lofoten KILO.

Systad, G.H.R., Bjørgesæter, A., Brude, O.W. & Skeie, G.M. (2018). Standardisering og tilrettelegging av sjøfugldata til bruk i konsekvens- og miljørisikoberegninger. NINA Rapport 1509. Norsk institutt for naturforskning.

Takeshita, R., L. Sullivan, C. SMITH, T. COLLIER, A. Hall, T. Brosnan, T. Rowles & L. Schwacke (2017). The Deepwater Horizon oil spill marine mammal injury assessment. *Endangered Species Research,* 33, 95-106.

Telenor Satellite Broadcasting (2014). Satellittkommunikasjon i nordområdene – utfordringer og løsninger (presentasjon), https://www.norskoljeoggass.no/no/HMS-utfordringer-i-nordomradene/

Thorne, R. E. & G. L. Thomas (2008). Herring and the "Exxon Valdez" oil spill: an investigation into historical data conflicts. *ICES Journal Of Marine Science,* 65, 44-50.

Tilseth, S., T. S. Solberg & K. Westrheim (1984). Sublethal effects of the water-soluble fraction of Ekofisk crude oil on early larval stages of cod (*Gadus morhua L.*). *Marine Environmental Research,* 11, 1-16.

Tollefsen, K. E., R. C. Sundt, J. Beyer, S. Meier & K. Hylland (2011). Endocrine Modulation in Atlantic Cod (Gadus morhua L.) Exposed to Alkylphenols, Polyaromatic Hydrocarbons, Produced Water, and Dispersed Oil. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 74, 529-542.

Toxvaerd, K., K. Van Dinh, O. Henriksen, M. Hjorth & T. G. Nielsen (2018). Impact of Pyrene Exposure during Overwintering of the Arctic Copepod Calanus glacialis. *Environmental Science & Technology,* 52, 10328-10336.

UD (2018). «Atomsikkerhet og miljø. Regjeringens handlingsplan 2018 – 2022». Utenriksdepartementet, Oslo.

UD og Statens strålevern (2016). «Regjeringens handlingsplan for atomvirksomhet og miljø i nordområdene». Utenriksdepartementet og Statens strålevern.

UNSCEAR (2011). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing radiation, 2008 Report to the General Assembly, with scientific annexes; Annex E: Effects of ionizing radiation on non-human biota; United Nations: New York, 2011

U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (2016) Investigation Report, Drilling Rig Explosion and Fire at The Macondo Well, Report No. 2010-10-I-Os 04/17/2016

Thorne, R. E. & G. L. Thomas (2008). Herring and the "Exxon Valdez" oil spill: an investigation into historical data conflicts. *ICES JOURNAL OF MARINE SCIENCE,* 65, 44-50.

Tilseth, S., T. S. Solberg & K. Westrheim (1984). Sublethal effects of the water-soluble fraction of Ekofisk crude oil on early larval stages of cod (*Gadus morhua L.*). *Marine Environmental Research,* 11, 1-16.

Tollefsen, K. E., R. C. Sundt, J. Beyer, S. Meier & K. Hylland (2011). Endocrine Modulation in Atlantic Cod (*Gadus morhua L.*) Exposed to Alkylphenols, Polyaromatic Hydrocarbons, Produced Water, and Dispersed Oil. *Journal of Toxicology and Environmental Health-Part A-Current Issues,* 74, 529-542.

Toxvaerd, K., K. Van Dinh, O. Henriksen, M. Hjorth & T. G. Nielsen (2018). Impact of Pyrene Exposure during Overwintering of the Arctic Copepod Calanus glacialis. *Environmental Science & Technology,* 52, 10328-10336.

UD (2018). «Atomsikkerhet og miljø. Regjeringens handlingsplan 2018 – 2022». Utenriksdepartementet, Oslo.

UD og Statens strålevern (2016). «Regjeringens handlingsplan for atomvirksomhet og miljø i nordområdene». Utenriksdepartementet og Statens strålevern.

UNSCEAR (2011). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing radiation, 2008 Report to the General Assembly, with scientific

annexes; Annex E: Effects of ionizing radiation on non-human biota; United Nations: New York, 2011

Valentine, D. L., G. B. Fisher, S. C. Bagby, R. K. Nelson, C. M. Reddy, S. P. Sylva & M. A. Woo (2014). Fallout plume of submerged oil from Deepwater Horizon. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 111**,** 15906-15911.

Vikebø, F. B., Rønningen, P., Lien, V. S., Meier, S., Reed, M., Ådlandsvik, B., & Kristiansen, T. (2013). Spatio-temporal overlap of oil spills and early life stages of fish. ICES Journal of Ma-rine Science, 71(4), 970-981.

von Quillfeldt, C. H., Assmy, P., Bogstad, B., Daase, M., Duarte, P., Fransson, A., . . .vongraven, D. (2018). Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen (Kortrapport no. 047): Norsk Polarinstitutt 2018, 263pp.

Votier, S. C., Hatchwell, B. J., Beckerman, A., McCleery, R. H., Hunter, F. M., Pellatt, J., ... & Birkhead, T. R. (2005). Oil pollution and climate have wide-scale impacts on seabird de-mographics. Ecology Letters, 8(11), 1157-1164.

Ward, E. J., M. Adkison, J. Couture, S. C. Dressel, M. A. Litzow, S. Moffitt, T. H. Neher, J. Trochta & R. Brenner (2017). Evaluating signals of oil spill impacts, climate, and species interactions in Pacific herring and Pacific salmon populations in Prince William Sound and Copper River, Alaska. *Plos One,* 12.

Ward, E. J., K. L. Oken, K. A. Rose, S. Sable, K. Watkins, E. E. Holmes & M. D. Scheuerell (2018). Applying spatiotemporal models to monitoring data to quantify fish population responses to the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190.

White, H. K., P. Y. Hsing, W. Cho, T. M. Shank, E. E. Cordes, A. M. Quattrini, R. K. Nelson, R. Camilli, A. W. J. Demopoulos, C. R. German, J. M. Brooks, H. H. Roberts, W. Shedd, C. M. Reddy & C. R. FISHER (2012). Impact of the Deepwater Horizon oil spill on a deep-water coral community in the Gulf of Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 109**,** 20303-20308.

Whitehead, A., B. Dubansky, C. Bodinier, T. I. Garcia, S. Miles, C. Pilley, V. Raghunathan, J. L. Roach, N. Walker, R. B. Walter, C. D. Rice & F. Galvez (2012). Genomic and physiological footprint of the Deepwater Horizon oil spill on resident marsh fishes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 109**,** 20298-20302.

Williams, R., S. Gero, L. Bejder, J. Calambokidis, S. D. Kraus, D. Lusseau, A. J. Read & J. Robbins (2011). Underestimating the damage: interpreting cetacean carcass recoveries in the context of the Deepwater Horizon/BP incident. *Conservation Letters,* 4**,** 228-233.

Yan, B. Z., U. Passow, J. P. Chanton, E. M. Nothig, V. Asper, J. Sweet, M. Pitiranggon, A. Diercks & D. Pak (2016). Sustained deposition of contaminants from the Deepwater Horizon spill. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* 113**,** E3332-E3340.

Yim, U. H., J. S. Khim, M. Kim, J. H. Jung & W. J. Shim (2017). Environmental Impacts and Recovery After the Hebei Spirit Oil Spill in Korea. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology,* 73**,** 47-54.

Nettreferanser:

Arctic Oil Spill Response Technology Joint Industry Programme; http://www.arcticresponsetechnology.org

IMOs miljøarbeid: https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/miljo/imos-miljoarbeid/

IMO Marine Environment: http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Default.aspx

International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL): http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx

Polar skipsfart og Polarkoden: https://www.sdir.no/sjofart/fartoy/miljo/polar-skipsfart/

12. Vedlegg

12.1 Kunnskapsgrunnlag

Det er foretatt et omfattende arbeid for å klargjøre kilder som kan være aktuelle å bruke i dette arbeidet. I tabell 12.1 presenteres de kildene som ble vurdert som aktuelle kilder i vurderingen av ulykkesrisiko tilknyttet petroleumsvirksomhet i Barentshavet. I tabell 12.2 presenteres andre kilder som er gjennomgått i forbindelse med arbeidet, men ikke benyttet direkte i de videre vurderingene.

Tabell 12.1 Oversikt over kilder som er benyttet i arbeidet

Tittel	Referanse	Oppdragsgiver	Lenke til rapport
Helse, arbeidsmiljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten. Rapport fra partssammensatt arbeidsgruppe.	Arbeids- og sosial-departementet, 2017	Arbeids- og sosial-departementet	https://www.regjeringen.no/contentassets/0a217a1b53a84a5b877bc526d67a5c5f/helse-arbeidsmiljo-og-sikkerhet-i-petroleumsvirksomheten.pdf
Klima i Norge 2100. Norsk klimaservicesenter (NKSS) rapportnr. 2/2015.	Hansen-Bauer et al, 2015	Miljø-direktoratet	https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klima-i-norge-2100/_attachment/10990?_ts=159d5ffcffd
Værvarslingsutfordringer i Barentshavet. Presentert på Petroleumstilsynets og Miljødirektoratets seminar "Når ulykkene truer miljøet", 08.04.2014	Metrologisk institutt, 2014	Miljø-direktoratet / Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/rapporter-og-seminarer/nar-ulykker-truer-miljoet-presentasjoner-article10571-1048.html
Kunnskap og varsling av isutbredelse og isfjell - "Barentshavet SØ" og "Jan Mayen". Bistand til OEDs åpningsprosesser for petroleumsvirksomhet i nord. MET rapportnr. 26/2015	Metrologisk institutt, 2015	Olje- og energi-departementet	https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2015
Kunnskap om vind, bølger, temperatur, isutbredelse, siktforhold mv. - "Barentshavet SØ". MET rapportnr. 11/2012	Metrologisk institutt, 2012	Olje- og energi-departementet	https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2012
Satellittkommunikasjon i nordområdene – utfordringer og løsninger. Presentert på HMS utfordringer i nordområdene Arbeidsseminar 6 – Maritim logistikk, infrastruktur og iskontroll, 17.-18.06.2014	Telenor Satellite Broadcasting, 2014	Norsk olje og gass	https://www.norskoljeoggass.no/no/HMS-utfordringer-i-nordomradene/
Solstormer, nordlys og romvær. Presentert på HMS-utfordringer i nordområdene Arbeidsseminar 1 – Klimatiske forhold og kommunikasjon, 24.-25.03.2014	Norsk romsenter, 2014	Norsk olje og gass	https://www.norskoljeoggass.no/no/HMS-utfordringer-i-nordomradene/
Miljøverdier og sårbarhet i iskantsonen	Norsk Polarinstitutt og Havforskningsinstituttet, 2017	Faglig forum	-

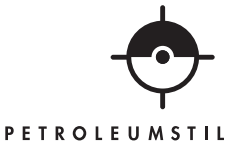
Tittel	Referanse	Oppdragsgiver	Lenke til rapport
NORSOK N-003:2017 Actions and actions effects	NORSOK N-003:2017	Standard Norge	http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=873200
Oljedirektoratets faktasider / faktakart	Olje-direktoratet, 2018	Olje-direktoratet	http://factpages.npd.no/factpages/Default.aspx?culture=no
Aktivitetsbeskrivelse (input til forvaltningsplan) (UTKAST)	Olje-direktoratet og Kystverket, 2018	Faglig forum	-
Ressursrapport 2017	Olje-direktoratet, 2017b	Olje-direktoratet	http://ressursrapport2017.npd.no/
Innbydelse til å søke om utvinningstillatelse for petroleum på den norske kontinentalsokkel	Olje-direktoratet, 2017a	Olje- og energi-departementet	http://www.npd.no/Global/Norsk/2-Tema/Utvinningstillatelser/24-runde/Utlysning/Innbydelse-til-a-soke-om-utvinninsgtillatelse-for-petroleum.pdf
Infrastruktur og logistikk ved petroleumsvirksomhet i Barentshavet sørøst. Konsekvensutredning for Barentshavet sørøst	DNV mfl 2012	Olje- og energi-departementet	https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/oed/pdf_filer/barentshavet_s/barentshavet/undermapper/09_infrastruktur_og_logistikk.pdf
Risikonivå i norsk petroleumsvirksomhet (RNNP)	Petroleums-tilsynet, 2017a	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/risikoniva/category700.html
RNNP Hovedrapport utviklingstrekk 2016 norsk sokkel	Petroleums-tilsynet, 2017b	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/getfile.php/1343820/PDF/RNNP%202016/Hovedrapport_sokkel.pdf
RNNP-AU Akutte utslipp utviklingstrekk 2016 norsk sokkel	Petroleums-tilsynet, 2017c	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/getfile.php/1345391/PDF/RNNP%202016/RNNP%20AU%202016/RNNP-%20Akutte%20utslipp%202016.pdf
Samhandling knyttet til lete- og boreoperasjoner i nordområdene	Sintef mfl 2016	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/getfile.php/1342052/PDF/NORD/ST1%20Samhandling.pdf
Kartlegging av is- og snøforekomst i Barentshavet, inkludert risikovurderinger relatert til petroleumsvirksomhet	Sintef mfl. 2019 (ikke ennå publisert)	Petroleums-tilsynet	

Tabell 12.2 Oversikt over kilder som er gjennomgått, men ikke benyttet direkte i arbeidet

Tittel	Referanse	Oppdragsgiver	Lenke til rapport
Overview of Measures Specifically Designed to Prevent Oil Pollution in the Arctic Marine Environment from Offshore Petroleum Activities	Arctic Council, 2017a. Overview of Measures Specifically Designed to Prevent Oil Pollution in the Arctic Marine Environment from Offshore Petroleum Activities	Arctic Council	http://hdl.handle.net/11374/1962
Standardization as a tool for prevention of oil spills in the Arctic	Arctic Council, 2017b. Standardization as a tool for prevention of oil spills in the Arctic.	Arctic Council	https://oaarchive.arctic-council.org/handle/11374/1951
Barents 2020	DNV, 2012. Barents 2020. Assessment of International Standards for safe exploration, production and transportation of oil and gas in the Barents Sea (phase 4 report).	Barents 2020	https://www.dnvgl.com/oilgas/arctic/barents-2020-reports.html
Rapporter utarbeidet av samarbeidsarenaen Barents Sea Exploration Collaboration (BaSEC)	-	BaSEC	-
Arctic Catalogue	INTSOK, 2015. Arctic Catalogue.	INTSOK	https://www.norwep.com/Partners/Partner-Capabilities-in-Upstream-oil-gas/Arctic-Catalogue/INTSOK-Arctic-Catalogue
Technology and operational challenges for the high north	IRIS og UiS, 2011. Technology and operational challenges for the high north	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/getfile.php/1315449/PDF/high-north.pdf
Technology challenges for year-round oil and gas production at 74 oN in the Barents Sea	DNV GL, 2015.Technology challenges for year-round oil and gas production at 74 oN in the Barents Sea.	OG21	https://og21.no/prognett-og21/Nyheter/Ma_videreutvikle_teknologiske_losninger_for_a_fa_til_kostnadseffektive_utbygginger_pa_74_grader_Nord/1254013704593
Beredskap og støttefunksjoner. Konsekvensutredning for Barentshavet sørøst.	Proactima, 2012. Beredskap og støttefunksjoner. Konsekvensutredning for Barentshavet sørøst. Utarbeidet på oppdrag fra Olje- og energidepartementet.	Olje- og energi-departementet	https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/oed/pdf_filer/barentshavet_s/barentshavet/undermapper/12_beredskap_og_stottefunksjoner_.pdf
NOR prosjekter	-	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/prosjekter-kunnskapsutvikling/category1268.html
HMS utfordringer i nordområdene – Oppsummeringsrapport	Norsk olje og gass, 2014. Oppsummeringsrapport - HMS utfordringer i nordområdene	Norsk olje og gass	https://www.norskoljeoggass.no/no/HMS-utfordringer-i-nordomradene/
Vurderinger av årsaker og medvirkende faktorer som kan resultere i akutt utslipp til sjø fra petroleumsvirksomhet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten	Ptil & Proactima, 2010. Vurderinger av årsaker og medvirkende faktorer som kan resultere i akutt utslipp til sjø fra petroleumsvirksomhet i Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten.	Petroleums-tilsynet	http://www.ptil.no/getfile.php/1311539/PDF/Underlagsrapporter%20-%20forvaltningsplan%20Barentshavet%20-%20Lofoten%202010/Underlagsrapport_1_Vurdering%20av%20%C3%A5rsaker%20og%20medvirkende%20faktorer.pdf

12.2 Status for prosjekter i programmet Oljevern 2015

Prosjekt	Firma	Status
Arctic FoxTail: Det er gjort for å forbedre opptak av olje under kalde klimatiske forhold gjennom tilføring av varme, ved å flytte pumpen til selve skimmeren og tildekking av opptakeren. Det er gjennomført verifikasjonstest i mars 2018, og utstyret defineres som ferdig og produksjonsklart.	Henriksen	Ferdigstilt
Integrert pumpesystem for Current Buster: Det er utviklet et pumpesystem for kontinuerlig pumping og overføring av olje under oppsamling. Prosjektet avsluttet, og konseptet er kommersialisert.	AllMaritim	Ferdigstilt
Mechanical dispersion of oil in water: Konseptet går ut høytrykksspyling av olje på overflaten. Det må ha høyt trykk og kort avstand. Prosjekteier har etablert nytt firma, for å videreutvikle og kommersialisere produktet.	Sintef	Ferdigstilt
Mekanisk dispergering av tynne oljefilmer: Konseptet gå ut på å benytte Fi-Fi monitorer og flushing av store mengder vann i baugmontert påføringssystem for bekjempelse av tynne oljefilmer.	Sintef	Avsluttet
Helicopter dispersant bucket: Det er studert metoder for spredning av dispergeringsmiddel ved bruk av helikopter, og det er laget konsepter på slikt verktøy. En ny type helikopterbøtte for påføring av dispergeringsmiddel er designet, den nye bøtten er mer aerodynamisk og har lavere egenvekt. Det er ikke utviklet prototype av produktet, og prosjektet er avsluttet.	Frank Mohn AS	Avsluttet
Datadistribusjon og sensorkontroll i sanntid: Prosjektet gikk ut på å utvikle basisteknologi for håndtering av store datamengder i droner (eller aerostat). Dette har grensesnitt mot et større NORUT-prosjekt, og ble terminert i Oljevern 2015.	Norut	Avsluttet
OceanEye for arktiske strøk: Det er en videreutviklet OceanEye aerostat til arktisk bruk, dette for å øke operasjonsvinduet.	Maritime Robotics	Ferdigstilt
Multipurpose operativ USV kapasitet: Det er utviklet en USV med integrering av ulike sensorer som blant annet aerostat og gassmålere.	Maritime Robotics	Ferdigstilt
Remote sensing of ice-infested waters: Det er hentet ut mest mulig operativ informasjon fra satellittbilder, dette inkluderer informasjon om is-tetthet som en del av eksisterende oljedeteksjonstjeneste.	Kongsberg Satellite Services AS	Ferdigstilt
COP Integration: Videreutvikling av SECurus/TCMS. Det er flere delprosjekter: TCMS dynamisk tilpasning til faktisk båndbredde, SECurus optimalisering av IR, og system for konfigurering av TCMS nettverk.	Aptomar	Ferdigstilt
Pyrodrone: Det er utviklet en antennelsesmekanisme som skal slippes fra en drone. Denne ble benyttes under OPV 2018, og fungerte etter hensikten.	Desmi	Ferdigstilt
Tørris; bruk og applikasjoner i oljevern: Tørris kan benyttes for å rense harde strandsubstrater og oljevernutstyr, men metoden krever stor produksjon av tørris. Prosjektet ble ikke videreført etter fase 1.	NECON	Avsluttet
Personlig verktøy for strandsonearbeid: Det er utviklet personlig verktøy for strandsonearbeid.	Tellekant Tallyman AS	Ferdigstilt
Utstyrsutvikling for oljevern kyst og strand: Det skulle utvikles utstyr for å effektivisere og lette manuell opprydding på strand, Arctic Protection sa fra seg prosjektet og det ble terminert.	Arctic Protection AS	Avsluttet


PETROLEUMSTILSYNET

Kartverket

DSA
Direktoratet
for strålevern og
atomsikkerhet

NORSK·POLARINSTITUTT

HAVFORSKNINGS
INSTITUTTET

Sjøfartsdirektoratet
Norwegian Maritime Authority

FISKERIDIREKTORATET

KYSTVERKET

MILJØ-
DIREKTORATET

NVE

OLJEDIREKTORATET