



OLIESPILD I GRØNLANDSKE FARVANDE, MILJØMÆSSIGE UDFORDRINGER OG BEREDSKAB

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 163

2020



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

[Tom side]

OLIESPILD I GRØNLANDSKE FARVANDE, MILJØMÆSSIGE UDFORDRINGER OG BEREDSKAB

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 163

2020

Janne Fritt-Rasmussen
David Boertmann
Tom Christensen
Daniel Spelling Clausen
Kim Gustavson
Susse Wegeberg
Anders Mosbech

Aarhus Universitet, Institut for Bioscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 163
Titel:	Oliespild i grønlandske farvande, miljømæssige udfordringer og beredskab
Forfattere:	Janne Fritt-Rasmussen, David Boertmann, Tom Christensen, Daniel Spelling Clausen, Kim Gustavson, Susse Wegeberg & Anders Mosbech
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Bioscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Marts 2020
Redaktion afsluttet:	Januar 2020
Faglig kommentering:	Josephine Nymand, Grønlands Naturinstitut
Kvalitetssikring, DCE:	Kirsten Bang
Finansiel støtte:	Den danske Miljøstyrelse (DANCEA) og Miljøstyrelsen for Råstofområdet i Grønland (EAMRA)
Bedes citeret:	Fritt-Rasmussen, J., Boertmann, D., Christensen, T., Clausen, D.S., Gustavson, K., Wegeberg, S. & Mosbech, A. 2020. Oliespild i grønlandske farvande, miljømæssige udfordringer og beredskab. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Teknisk rapport nr. 163 http://dce2.au.dk/pub/TR163.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Denne rapport består af en række forslag, som bidrager til vidensgrundlaget for beslutninger i forbindelse med oliespild og i oliespildsbekæmpelse i grønlandske farvande (kapitel 1). Forslagene bygger på tre baggrundsnotater: notat A i kapitel 3 (om oliespildsbekæmpelse, med et grønlandsk fokus), notat BI i kapitel 4 (om kortlægning af særligt vigtige naturområder i Grønland) og notat BII i kapitel 5 (om tung bunkerolie, HFO). Med udgangspunkt i baggrundsnotaterne og forslag til anbefalinger beskrives fire scenarier for bekæmpelse af oliespild i udvalgte grønlandske farvande (kapitel 2).
Emneord:	olie, oliespild, miljø, beredskab, Grønland, Arktis, miljøeffekter, HFO
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Brandsikker flydespærre trukket af skib i Grønland. Foto: Lars Demant-Poort
ISBN:	978-87-7156-472-3
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	52
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/TR163.pdf

Indhold

Forord	5
Forkortelser	6
1 Oliespild i grønlandske farvande, miljømæssige udfordringer og beredskab	8
1.1 Risikovurdering	8
1.2 Udvikling af beredskab ud fra følsomhed over for oliespild	10
1.3 Planlægning af beredskab	12
2 Scenarier	14
3 Notat A: Beredskabsmulighederne i Grønland	22
3.1 Bekæmpelse af oliespild i Grønland	23
3.2 Materielkapacitet til oliespildsbekæmpelse i Grønland	23
3.3 Metoder til oliespildsbekæmpelse	24
3.4 EOS	32
4 Notat BI: Biologisk vigtige og følsomme områder i Grønland.	33
4.1 Strategiske Miljøvurderinger for marine områder i Grønland	36
4.2 Kortlægning af kystzonens følsomhed overfor oliespild i Grønland	37
4.3 Identifikation af vigtige og følsomme marine områder i den grønlandske del af Arktis	37
4.4 Identifikation af Arktiske Marine Områder med særlig økologisk og kulturel værdi (AMSA IIc)	37
4.5 Biologiske interesseområder i Grønland	38
4.6 Store Hellefiskebanke, Disko Bugt og Nordvandet	39
5 Notat BII: Tung bunkerolie i kolde miljøer og mulige miljøkonsekvenser	41
5.1 Generelt om tung bunkerolie	41
5.2 Analyse af miljøeffekter ved et spild med tung bunkerolie i marine områder i Grønland	43
5.3 Anbefalinger vedrørende brug af HFO i Grønland	44
6 Referencer	45

[Tom side]

Forord

Denne rapport består af en række forslag, som bidrager til vidensgrundlaget for beslutninger i forbindelse med oliespild og i oliespildsbekæmpelse i grønlandske farvande (kapitel 1). Forslagene bygger på tre baggrundsnotater: notat A i kapitel 3 (om oliespildsbekæmpelse, med et grønlandsk fokus), notat BI i kapitel 4 (om kortlægning af særligt vigtige naturområder i Grønland) og notat BII i kapitel 5 (om tung bunkerolie, HFO).

Med udgangspunkt i baggrundsnotaterne og forslag til anbefalinger beskrives fire scenarier for bekæmpelse af oliespild i udvalgte grønlandske farvande (kapitel 2).

Projektet er finansieret af den danske Miljøstyrelse (gennem miljøstøtte til Arktis-programmet, DANCEA) samt af Miljøstyrelsen for råstofområdet (EAMRA) i Grønland.

Forkortelser

AECO	Association of Arctic Expedition Cruise Operators
AIS	Automatic Identification System
AMAP	Arctic Monitoring and Assessment Programme (arbejdsgruppe under Arktisk Råd)
AMSA	Arctic Marine Strategic Assessment
BC	Black carbon
CAFF	Conservation of Arctic Flora and Fauna (arbejdsgruppe under Arktisk Råd)
CBD	Convention on Biological Diversity
COSVRA	Circumpolar Oil Spill Response Viability Analysis
COP	Conference of the Parties
DCE	Nationalt Center for Miljø og Energi
DNV-GL	www.DNVGL.com
EBSA	Ecologically or Biologically Significant Marine Areas
EMSA	European Maritime Safety Agency
EPPR	Emergency Prevention, Preparedness and Response (arbejdsgruppe under Arktisk Råd)
EOS	Environment & Oil Spill Response, et analyseredskab
EEZ	Exclusive Economic Zone
GIS	Geografisk Informationssystem
GN	Grønlands Naturinstitut
GOSR	Greenland Oil Spill Response
HFO	Heavy Fuel Oil
IFO	Intermediate Fuel Oil
IMO	International Maritime Organization
IPIECA	Den globale olie- og gasindustriforening, www.ipeaca.org
ISB	In situ burning

IUCN	The International Union for Conservation of Nature
KBA	Key Biodiversity Areas
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships
MGO	Marine Gas Oil
MPA	Marine Protected Areas
NEBA	Net Environmental Benefit Analysis
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
PAH	Polyaromatisk hydrocarbon
PAME	Protection of the Arctic Marine Environment (arbejdsgruppe under Arktisk Råd)
PSSA	Particularly Sensitive Sea Area
RAL	Royal Arctic Line
SDWG	The Arctic Council's Sustainable Development Working Group
SIMA	Spill Impact Mitigation Assessment
SMV	Strategisk miljøvurdering
TAB	Thule Air Base
TEQ	Toksicitetsækvivalent

1 Oliespild i grønlandske farvande, miljømæssige udfordringer og beredskab

Denne del af rapporten giver en overordnet vurdering af de miljømæssige udfordringer og mulige løsninger, der er for et samlet beredskab i Grønland i relation til oliespild. Der gives en række forslag, som skal ses som et bidrag til diskussionen om beredskabsopbygningen i Grønland i takt med en øget trafik som følge af klimaforandringerne og nye tilgængelige sejlruiter. Disse forslag bygger på mange års opbygning af viden om og arbejde med miljøeffekter fra oliespild, oliespildsbekæmpelse, kortlægning af oliespildsfølsomme kyster og havområder og udarbejdelse af strategiske miljøvurderinger i forbindelse med olieefterforskning i grønlandske farvande. Relevant baggrundsviden er samlet i de efterfølgende kapitler (kapitel 3, 4 og 5).

1.1 Risikovurdering

1.1.1 Arktiske risikofaktorer

Sejlads i arktiske farvande er generelt behæftet med en større risiko for ulykker end sejlads på lavere breddegrader. Det hænger sammen med særlige risikofaktorer som havis, isbjerge og overisning, de lave temperaturer og mørkeperioden om vinteren. Navigations- og kommunikationsudstyr virker ikke altid effektivt i denne del af verden, og endelig er infrastrukturen spredt og begrænset, hvilket medfører at afstanden til nødhjælp og oliespildsberedskab typisk er stor. Hertil kommer at miljø og dyreliv i arktiske farvande, er særligt sårbart over for påvirkninger fra olie. Det hænger sammen med, at de lave temperaturer og relativt næringsfattige havområder hæmmer nedbrydning af spildt olie, at nogle dyrearter – især fugle – kan optræde i store koncentrationer og at vækst og reproduktion blandt arktiske organismer er langsom, dvs. deres potentiale for at reetablere ramte bestande efter et oliespild er reduceret.

1.1.2 Risikovurdering af sejlads i arktiske farvande

Der foreligger i dag en række guidelines, som kan bruges i forbindelse med planlægning af sejlads og operationer til havs i arktiske farvande, herunder guidelines for risikovurdering. Disse guidelines er bl.a. udviklet af AECO (Association of Arctic Expedition Cruise Operators), OCIMF (Oil Companies International Marine Forum) og IMO (International Maritime Organization). Centrale guidelines i en grønlandsk sammenhæng er fx AECO's Guideline for Expedition Cruise Operations in the Arctic, Northern Sea Route Navigation: Best Practices And Challenges (OCIMF), Offshore Vessel Operations In Ice And Or Severe Sub Zero Temperatures In Arctic And Sub Arctic Regions (OCIMF), The Use of Large Tankers in Seasonal First-Year Ice and Severe Sub-Zero Conditions (OCIMF) og IMOs Polar Code (IMO).

Arktisk Råd-arbejdsgruppen EPPR (Emergency, Prevention, Preparedness and Response) har et igangværende projekt med arbejdstitlen: Guideline and tool for Arctic Marine Risk Assessment. Resultatet af dette arbejde skal omfatte en samling af eksisterende værktøjer og metoder til risikovurdering af skibstrafik og operationer til havs, beskrivelse af væsentlige arktiske risikofaktorer, henvisninger til databaser og dataarkiver samt henvisninger til "best practices" for estimering af risiko. Det er tænkt som et planlægningsværktøj, til vurdering af risikoen for uheld ved sejlads i arktiske farvande. På basis af

risikovurderingen kan der udarbejdes tiltag, som reducerer sandsynligheden for uheld samt reducerer konsekvenserne af fx et oliespild.

1.1.3 Forslag til at mindske sandsynligheden for og konsekvenserne af oliespild i farvande ved Grønland

En måde at mindske sandsynligheden for oliespild og dets miljøkonsekvenser vil være at *1/ regulere skibstrafikken alt efter hvilken type brændstof/olielast skibene medbringer*, idet der er forskel på miljøeffekterne og bekæmpelseseffektiviteten af forskellige olieprodukter.

Tung bunkerolie vurderes for eksempel til at give længerevarende og mere omfattende effekter på miljøet sammenlignet med lettere olietyper, ligesom det er meget vanskeligere at bekæmpe et spild i miljøet. Det foreslås derfor, at *2/ tunge bunkerolier (HFO eller de nye hybridolier med et lavt svovlindhold indtil nærmere viden omkring disse foreligger) ikke anvendes som brændstof eller fragtes i grønlandske farvande*. Dette er i tråd med de reguleringer som findes fx i områder omkring Svalbard og Antarktis. Vi har undersøgt de gældende regler for Canada og Barentshavet (norsk del) og vurderer på baggrund heraf, at der for nuværende (december 2019) ikke foreligger tilsvarende reguleringer i disse områder.

IMO 2020-reguleringen, som stiller krav til reduktion af emission af svovl fra skibe, vil betyde skærpede krav til hvilke brændstoffer skibe kan anvende eller skærpede krav til at røgen fra skibene renses. Røgen kan renses med såkaldte "scrubbere", hvor svovl vaskes ud af udstødningsrøgen. Der findes havvandsbaserede flow-through-systemer, hvor vaskevandet fra "scrubbere" ledes direkte tilbage til havet, typisk uden nogen forudgående behandling. En anden type "scrubber" er et ferskvandsbaseret lukket cirkulationssystem, hvor der kontinuert tilsættes natriumhydroxid. I de lukkede systemer dannes der slam, som bringes i land for videre behandling og deponering. Ved at anvende lukkede "scrubber"-systemer kan den samlede miljøbelastning af luften og havet mindskes, hvis slammet fra disse "scrubbere" bortskaffes miljømæssigt forsvarligt. I Grønland er der ikke anlæg, der kan modtage og behandle slam fra "scrubbere" på nuværende tidspunkt. Derfor skal der enten opbygges modtageanlæg i Grønland, eller slammet skal afleveres til et modtageanlæg uden for Grønland. Vaskevandet, som udledes til havet fra begge "scrubber"-systemer, vil indeholde en lang række stoffer bl.a. svovl, sod, tungmetaller, og PAH'er som kan belaste vandmiljøet. I tillæg kan vaskevandets lave pH have toksiske effekter på planktonorganismer, samt reducere havvandets evne til at binde CO₂. Det forventes dog ikke at have en egentlig kvantitativ betydning for Grønland.

Det foreslås, at *3/ fremtidige risikovurderinger for skibsfart i grønlandske farvande baseres på EPPR – arbejdsgruppens resultater*. For de farvande, hvor tætheden af skibstrafikken er stor og miljøet sårbart, foreslås det desuden, at *4/ der udarbejdes en analyse med det nyudviklede EOS-værktøj* (Environment and oil spill response (EOS) – An analytic tool for environmental assessments to support oil spill response planning, se i øvrigt notat A (kapitel 3)). Dette vil give mulighed, for at vurdere, hvilke metoder til bekæmpelse af oliespild i det givne havområde, der kan anbefales i forhold til at mindske kort- og langtidseffekter på de forskellige komponenter i økosystemet. En EOS-analyse kan desuden danne grundlag for identificering af de beredskabsmetoder, der vil være velegnede i forhold til at mindske miljøeffekterne fra oliespild i de pågældende farvande.

For at reducere sandsynligheden for uheld foreslås det, at 5/ *skibe i grønlandske farvande efterlever IMO standarder og, særligt ved sejlads i farvande med havis og isbjerge, efterlever IMOs Polar Code*. Tilsvarende foreslås, at der 6/ *stilles krav til hvilke olietyper, der anvendes til fremdrift og transporteres på skibe*, fx kunne det kræves, at der anvendes Marine Gas Oil (MGO) til fremdrift, når der opereres i grønlandske farvande. Endelig foreslås det, at 7/ *der stilles krav til at skibe¹, der opererer i grønlandske farvande udstyres med bekæmpelsesudstyr fx flydespærringer, som i en akut situation med udslip af olie kan placeres rundt om skibet*. Det skal herunder sikres at besætningen er trænet til at anvende bekæmpelsesudstyret. Et krav om at kunne begrænse forureningen med en medbragt flydespærring vil være i overensstemmelse med anbefalinger i Tier 1 i IPIECA Guideline om hurtigt lokal aktion (IPIECA 2015). Dette forslag kan i mere generelle vendinger formuleres som, at den ansvarlige for forureningen igangsætter tiltag, som skal standse og begrænse videre forurening, som også beskrevet i fx den norske nationale plan for beredskab mod akut forurening (Kystverket 2015) samt i beredskabsanalysen for Svalbard og Jan Mayen (Kystverket 2014). I forbindelse med MS *Rocknes* forliset i Norge (2004) blev yderligere spredning af olien begrænset ved at udlægge flydespærringer, og der blev også benyttet flydespærringer til at lede olien ind i de områder som allerede var påvirkede (Boitsov 2012).

1.2 Udvikling af beredskab ud fra følsomhed over for oliespild

I gennem de sidste 20 år er der udviklet kort over områder, der er særligt følsomme over for oliespild og som dækker hele den grønlandske vestkyst. Tilsvarende kort er nu under udvikling for Østgrønland (se i øvrigt notat BI i kapitel 4). Disse kort kan bruges operationelt til at fokusere indsatsen i tilfælde af et oliespild, men kan også bruges i en planlægningsfase. Viden om hvilke områder, der er mest følsomme over for oliespild, og på hvilke årstider følsomheden er størst, kan bruges dels ved planlægning af aktiviteter, der kan medføre oliespild, dels til at planlægge opbygningen af et målrettet beredskab, der prioriterer de følsomme områder. Aktiviteter, der giver risiko for oliespild, vil primært være skibssejlads, samt olieefterforskning og -udnyttelse.

1.2.1 Planlægning og regulering af aktiviteter, der medfører risiko for oliespild

Skibstrafik kan planlægges, så trafikken i nærheden af de mest følsomme områder minimeres. Det kan dels ske ved at oprette vejledende ruter, hvor transittrafik føres uden om de mest følsomme områder, dels ved at oprette særlige beskyttede miljøzoner, hvor der lægges restriktioner på skibstrafikken.

Internationalt giver IMO anvisning på sådan en regulering: “As well, as traffic separation schemes, other routing measures adopted by IMO to improve safety at sea include two-way routes, recommended tracks, deep water routes (for the benefit primarily of ships whose ability to maneuver is constrained by their draught), precautionary areas (where ships must navigate with particular caution), and areas to be avoided for reasons of exceptional danger or especially sensitive ecological and environmental factors.” (IMO, se [Link](#))

¹ Denne anbefaling bør følges op af en mere detaljeret vurdering af hvilke skibe, som skal omfattes.

Brug af ruter, ”traffic lanes”, til at begrænse risiko for oliespild har i Grønland været analyseret i forhold til et særligt miljøfølsomt område: Store Hellefiskebanke (Wegeberg et al. 2016, Christensen et al. 2015). Her var formålet at belyse miljørisikoen ved forskellige regulerende tiltag, som fx ved at lede transittrafikken langs en rute vest for banken, frem for at sejle ind over den. Der er i dag en relativ begrænset trafik i området, men med åbningen af Nordvestpassagen og etablering af nye miner i Canada og Vestgrønland kan der forventes øget transittrafik.

Regulering af sejlads i vigtige naturområder benyttes fx i fuglebekendtgørelsen til at begrænse forstyrrelser i fuglekolonier (Grønlands Selvstyre 2016, Fuglebekendtgørelsen §12 og §13) ved at pålægge en minimumsafstand til kolonien. På tilsvarende vis foreslås det, at 8/ skibe der udgør en olieforureningsrisiko reguleres på samme vis. Bl.a. vil krydstogtskibe ofte netop opsøge naturområder med høj herlighedsværdi, som fuglekolonier, der er særligt sårbare over for oliespild. Man vil da i en udpeget zone kunne begrænse miljørisikoen ved at stille krav om, at skibe følger en bestemt sejlroute igennem området, om brændstoftype (fx forbud mod tung bunkerolie) og om hvilket oliespildsberedskab der skal være ombord på skibet – eller være etableret på land.

Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) og Grønlands Naturinstitut (GN) har i et notat om regulering af olieefterforskningsaktiviteter anbefalet, at en række havområder bør friholdes for olieefterforskning. Det drejer sig bl.a. om området nord for 75° N i Vestgrønland (der omfatter det store åbentvandsområde (polynye) Nordvandet mellem Qaanaaq og Ellesmere Ø), Store Hellefiskebanke og munden af Scoresby Sund (bidrag om miljøet i Råstofstrategien 2019-2023; [Link](#), se bilaget). Desuden anbefales det fremover, at fastlægge afstanden fra et udbudsområde til nærmeste kyst ud fra en konkret vurdering af kystens sårbarhed. Yderligere anbefales det, at begrænse miljørisikoen ved restriktioner for specifikke aktiviteter, som fx efterforskningsboringer, der kun bør gennemføres i et isfrit vindue (med tid til en aflastningsboring) og med et specifikt oliespildsberedskab på plads.

1.2.2 Opbygning af fysisk beredskab

På grund af Grønlands store udstrækning, arktiske klima og begrænsende infrastruktur er oliespildsbekæmpelse til havs særdeles vanskelig. Det er ligeledes problematisk at planlægge et beredskab for hele det grønlandske havområde.

Traditionelt vil man prioritere opbygningen af et beredskab ud fra en miljørisikoanalyse (se fx forsvarets/DNV GL havmiljørisikoanalyse: Marine Environmental Risk Assessment, DNV-GL report to Værnsfælles Forsvarskommandoen 2015), hvor den rumlige miljørisiko principielt kan beregnes ud fra ligningen: **miljørisiko = sandsynlighed for uheld(oliespild) * miljøeffekter af uheld.**

Beregning af sandsynlighed for uheld er knyttet tæt til intensitet af skibstrafik og olieefterforskningsaktiviteter, og beregningen af miljøeffekter af uheld er en funktion af følsomhed og værdi (både økonomisk og økologisk) af det, som påvirkes af et oliespild.

Men uheld og oliespild kan ske alle steder i Grønland. Sejlads med turistskibe, forskningsskibe, fiskefartøjer ligesom råstofefterforskning forekommer næsten overalt. Uopmålte farvande og foranderlige isforhold gør, at intensiteten af skibstrafik alene, ikke er en god parameter til at beskrive ”sandsynlighed

for uheld (oliespild)” i ligningen ovenfor. Der er derfor stor usikkerhed omkring kortlægning af risiko for miljøet ved sejlads og oliespild i Grønland. Vi foreslår derfor her *9/ en supplerende tilgang, hvor vurderingen af behovet til beredskabet vurderes med større vægt på en miljømæssig analyse af følsomhed*. Det kan bl.a. betyde, at bekæmpelsesmateriel også placeres med henblik på indsats i områder med særlig værdi og /eller følsomhed over for oliespild, selvom intensiteten af skibstrafikken er begrænset.

1.3 Planlægning af beredskab

1.3.1 Valg af teknikker til bekæmpelse af olie

Effektiv bekæmpelse af oliespild forudsætter hurtig respons. Udover at tilførsel af olie bør stoppes ved kilden hurtigst muligt, bør olien også forhindres i at spredes i miljøet (flydespærringer, ”safe havens”, m.m.). Desuden skal man være opmærksom på, at olien med tiden forvitrer, hvilket alt andet lige bevirker, at effektiviteten af en efterfølgende bekæmpelse mindskes.

I notat A (kapitel 3) er de tre typiske oliespildsbekæmpelsesmetoder, mekanisk oprensning, kemisk dispergering og in situ-afbrænding, beskrevet. Det er også beskrevet, hvilke afledte miljøeffekter metoderne har, samt vurderet hvilke fordele og ulemper metoderne har i en grønlandsk kontekst. Teknikkerne har forskellige operationelle tidsvinduer og begrænsninger for, hvor de kan anvendes med tilstrækkelig stor effektivitet. Det foreslås derfor at *10/ analysere hvilke af beredskabsteknikkerne, der kan benyttes i forskellige områder i Grønland, og med det som udgangspunkt opbygge et beredskab*.

Beredskabsteknikkerne skal være tilpasset de grønlandske forhold, med kulde, sne og is. Oliespildsbekæmpelse i is, sætter nogle særlige præmisser for bekæmpelsen, både i forhold til hvordan beredskabet skal sættes sammen, så det kan operere i de lave temperaturer og med is/sne, men også i forhold til hvordan selve olien opfører sig. Særligt kan nævnes, at de kolde forhold gør olie mere tyktflydende, hvilket typisk besværliggør mekanisk oprensning og dispergering. På den anden side vil oliens forvitring typisk være langsommere, hvilket igen bevirker, at det operationelle tidsvindue forlænges for fx dispergering og in situ-afbrænding. De forskellige oliespildsbekæmpelsesteknikkers operationelle vinduer, i forhold til årstid i det arktiske område, er bl.a. analyseret og publiceret i regi af Arktisk Råds arbejdsgruppe Emergency Prevention, Preparedness and Response (EPPR) (Circumpolar Oil Spill Response Viability Analysis, COSRVA, [Link](#)).

For at vurdere hvilke teknikker, der kan anvendes med fordel i specifikke områder i Grønland, skal der, ud over de operationelle forhold, også tages hensyn til de afledte miljøeffekter fra beredskabsmetoderne (beskrevet i notat A i kapitel 3). Disse effekter skal også afvejes i forhold til effekterne fra oliespillet. Dette er både steds- og årstidsspecifikt og vi foreslår derfor, at *11/ der for områder med særlig værdi og følsomhed over for oliespild gennemføres en strategisk analyse af den overordnede miljømæssige gevinst ved at bruge de forskellige metoder*. Dette kan fx gøres ved brug af værktøjet EOS, som er udviklet specielt til sådanne vurderinger.

I mange tilfælde er det muligt at se olien, mens i andre situationer vil det være forbundet med store vanskeligheder, især hvis det er i relation til is / sne. Oliens kan være ”gemt” i is og sne, hvilket kræver særligt udstyr til detektion. Det

foreslås derfor også, at 12/ *der i et beredskab i Grønland er udstyr til at detektere og monitorere olie i is og sne.*

1.3.2 Beredskabspersonel og håndtering af affald

Fælles for alle beredskabsteknikker er, at de kræver kvalificeret personel for at sikre en effektiv oprensning af et oliespild. De mekaniske oprensningsmetoder medfører fx store mængder olieaffald, som skal håndteres sikkert. Det er derfor vigtigt, at der forefindes 13/ *uddannet og trænet personel, som naturligt kunne være relateret til Arktisk Kommando/Forsvaret og Greenland Oil Spill Response (GOSR).*

Ud over det egentlige beredskabsudstyr, kræver et effektivt beredskab også et stort opbud af skibe, beskyttelsesudstyr for personel, mulighed for at håndtere tilsølet udstyr, opsamlet olie/olieemulsioner og bortskaffelse af det osv. Det er derfor vigtigt, at der i kombination med en beredskabsstrategi også 14/ *tænkes på disse forhold, herunder uddannelse af personel og vedligeholdelse af udstyr, som en vigtig del af kapacitetsopbygningen.*

1.3.3 Placering af udstyr

Placering af udstyr er omtalt under punkt 1.2.2 og 1.3.2. I dag forefindes beredskabsudstyr i havnene i de fleste byer (som primært skal ses som kystnært beredskab), og det grønlandske beredskabsfirma GOSR har tillige mere omfattende udstyr placeret i Nuuk og Aasiaat, se nærmere i notat A i kapitel 3.

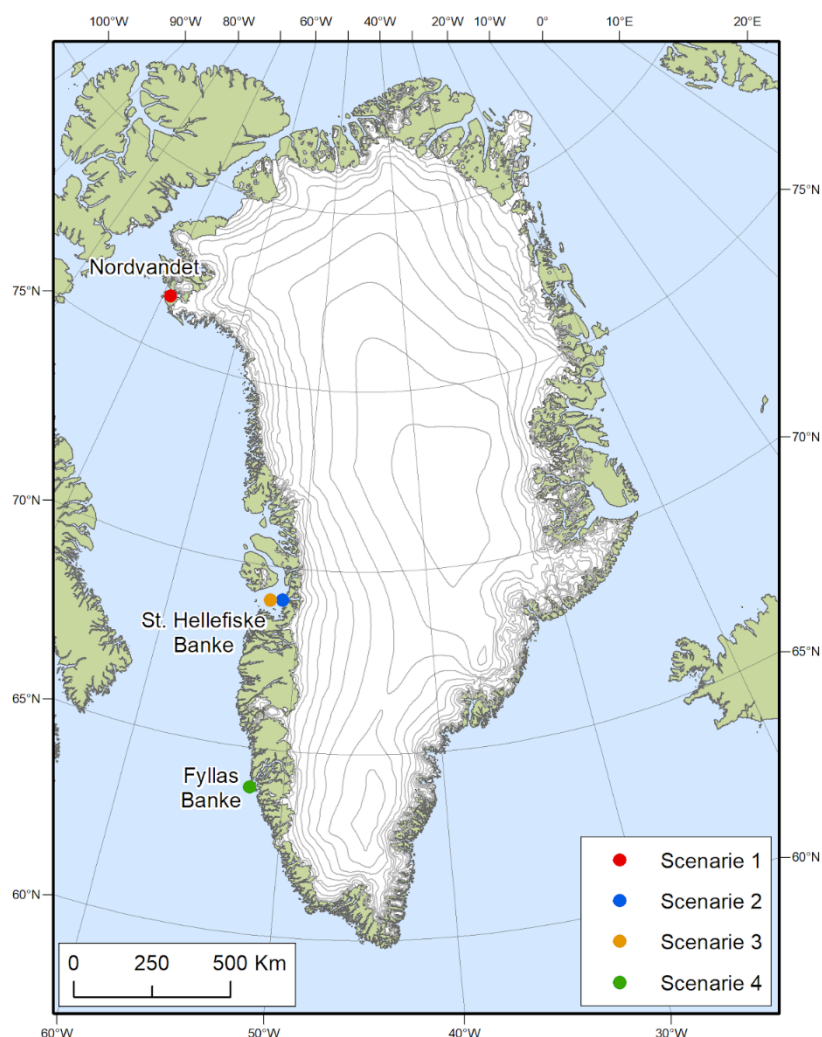
Derudover foreslås det, at 15/ *have en større grad af mobilt beredskab*, som fx er placeret på de fartøjer som alligevel bevæger sig rundt i grønlandske farvande. Det kunne fx være Forsvarets rekognosceringsskibe eller RALs skibe. Konkret, men ikke afgrænset til, kunne beredskab fx indbefatte flydespærringer til at begrænse spildet i første omgang, men fx også droner til brug ved in situ-afbrænding (under hensynstagen til personelsikkerhed). Endvidere foreslås det, at 16/ *der stilles krav til fx krydstogtskibe m.fl. om at have et bestemt beredskabsniveau, der matcher de grønlandske forhold*, det kunne være fx være flydespærringer som tidligere beskrevet. Dette bør dog også afstemmes med skibenes sikkerhedsforhold.

2 Scenarier

På baggrund af notaterne og forslag til anbefalinger i denne rapport, er der i det følgende beskrevet fire forskellige oliespildsscenarier. De er valgt ud fra en viden om, at områderne de foregår i, er særligt sårbare over for oliespild, og at de har stor biologisk betydning. Det betyder med andre ord, at områderne er blandt de værst tænkelige steder et oliespild kan forekomme i Grønland set ud fra et miljømæssigt perspektiv. Spildstederne er valgt, hvor det er realistisk, at et oliespild vil kunne forekomme, bedømt ud fra det aktuelle trafikbillede (2017).

De fire områder, hvor spildet sker, er markeret i Figur 1.

Figur 1. Kort over Grønland med indikation af de fire scenarier.



Scenarie ID	Scenariebeskrivelse	Sårbart område	Årstid	Fuel type	Fuel mængde tons
S.1	Brændstoftanker på vej til Thule Air Base får læk i tanken	Nordvandet	Sommer	HFO	300
S.2	Krydstogtskib ved Ilulissat får tanklæk	St. Hellefiskebanke/ Disko Bugt	Sommer	HFO	2500
S.3	Rejetrawler ved Ilulissat får tanklæk	St. Hellefiskebanke/ Disko Bugt	Forår	MGO	120
S.4	Fragtskib får tanklæk ved Nuuk	Fyllas Banke	Vinter	HFO	500

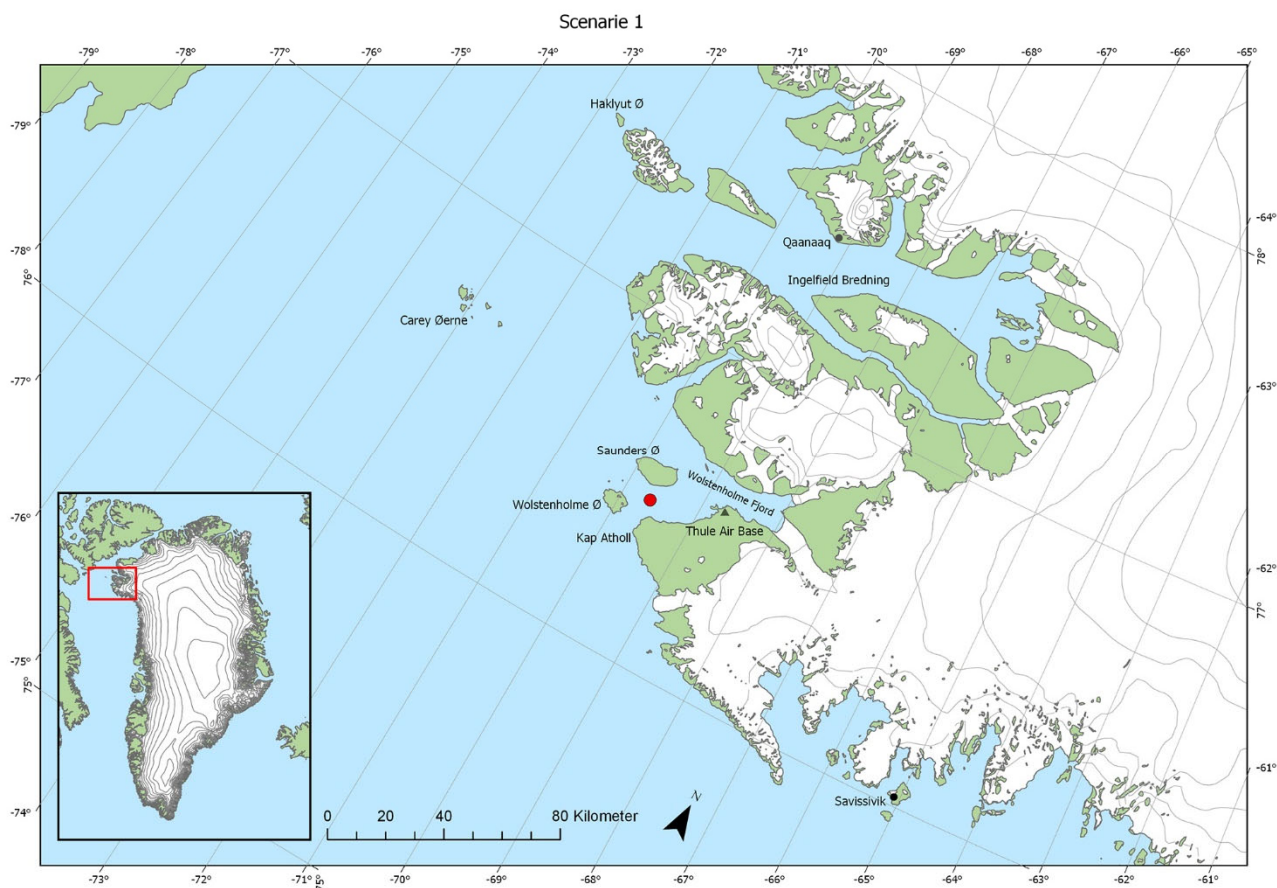
Scenarie 1: Et tankskib, på vej til Thule Air Base i sommerperioden, får læk i brændstoftanken. Tanken indeholder ca. 300 tons tung bunkerolie (HFO) som strømmer ud på havoverfladen

Olien strømmer ud i farvandet SV for Thule Air Base (TAB), hvor afstanden til fastlandet er ca. 5 km, til Saunders Ø ca. 6 km og Wolstenholme Ø ca. 6 km (Figur 2). Den fremherskende overfladestrøm er nordlig, hvorfor et oliespild forventes at sprede sig nordover mod Inglefield Bredning og måske videre nordpå. Men der er stærke tidevandsstrømme, som kan føre et oliespild i andre retninger, hvorfor hele Wolstenholme Fjord må betragtes som værende inden for det område, der kan blive påvirket, ligesom øgruppen Carey Øerne ca. 100 km ude mod nordvest.

I OMRADET ER FØLGENDE ELEMENTER SÅRBARE OVERFOR OLIESPILD

OVERORDNET ØKOLOGI	Spildstedet indgår i polynyet Nordvandet. Her er primærproduktionen højere end i de omkringliggende farvande da havisen forsvinder tidligere om foråret. Denne forhøjede primærproduktion er fødegrundlag for især de mange havfugle og havpattedyr i området.
HAVFUGLE	På Saunders Ø findes Grønlands største ynglekoloni for polarlomvie (189.500 individer i 2017), der er yderligere ynglekolonier på Carey Øerne, på Haklyut Ø og syd for spildstedet. På flere af øerne i Wolstenholme Fjord er der store ynglekolonier med ederfugle med flere tusinde reder, og fuglene herfra fordeler sig langs kysten når æggene er klækket. Der er meget store ynglekolonier af søkonger på kysten mod syd (25 km fra spildstedet) og mod nord (75 km).
HAVPATTEDYR	Om sommeren er det blandt havpattedyrene især sæler, der forekommer i området. Om efteråret ankommer hvalrosser fra nord for at overvintre, og hvidhvaler og narhvaler trækker gennem området.
BUNDFUNA	Bundfaunaen forventes at være særdeles rig, bl.a. fordi den udgør fødegrundlaget for hvalrosbestanden.
BEBOEDE STEDER	Thule Air Base 25 km mod øst. Qaanaaq >100 km mod nord. Savissivik >150 km mod sydøst.
FANGST	Befolkningen i Qaanaaq (ca. 100 km fra spildstedet) og i Savissivik (ca. 150 km) benytter området til fangst. I Inglefield Bredning foregår der et vigtig fiskeri efter hellefisk.

Mange af kysterne i det potentielt ramte område er lave og opbygget af sedimenter, hvor selvrensning er begrænset sammenlignet med en bølgeeksponeret klippekyst. Det medfører, at olie der driver ind her, potentielt kan ligge meget længe både på og i sediment. For HFO kan nogle generelle træk fremhæves. HFO vil forblive på havoverfladen længe, da både fordampning og opblanding i vandet er lav. I takt med at vind og vejr påvirker olien, vil den blive mere og mere klumpet, viskøs og optage relativt store mængder vand.



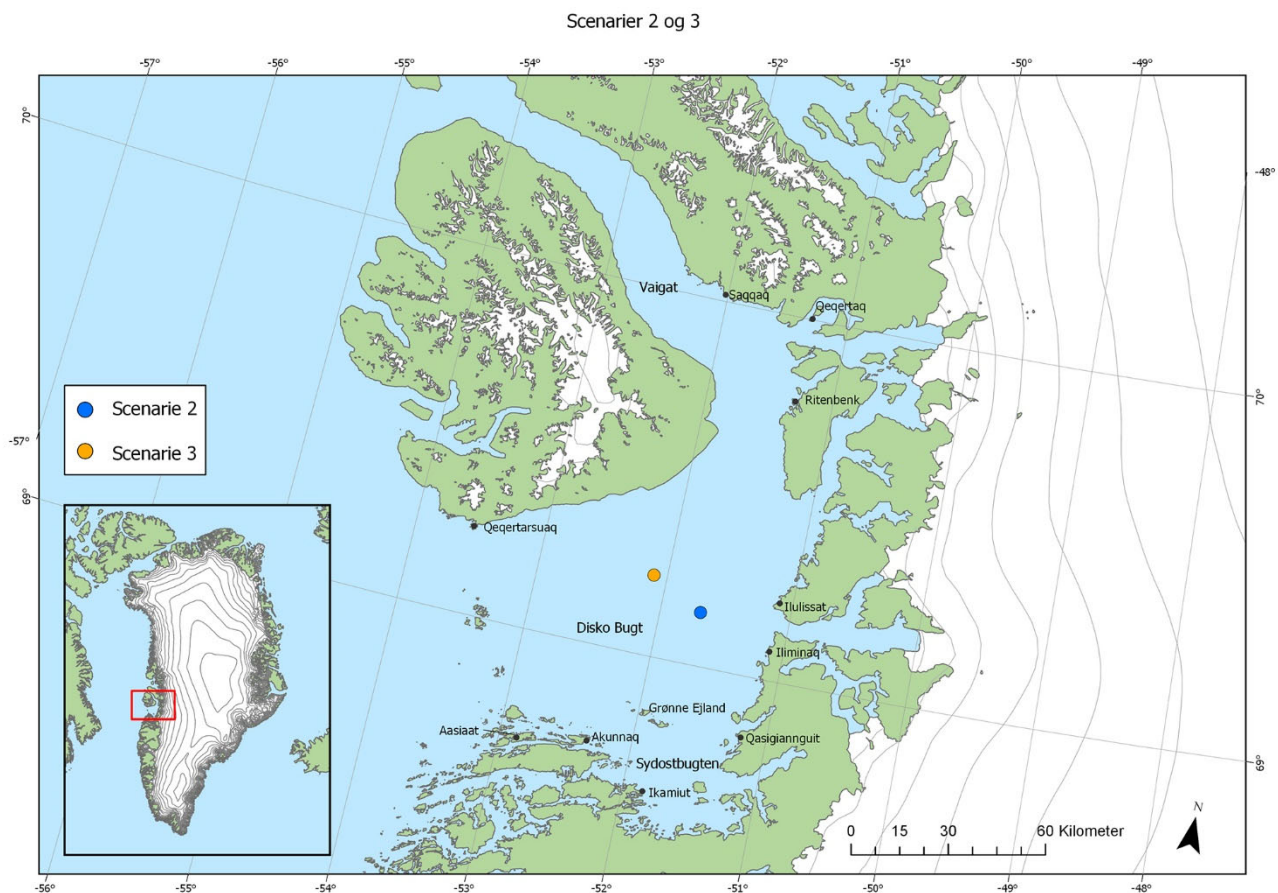
Figur 2. Kort over området, hvor scenarie 1 foregår. Den røde plet angiver spildstedet.

Som første indsats i forbindelse med bekæmpelse af spildet bør der så hurtigt som muligt udlægges flydespærringer omkring skibet / olien, så spredning og forureningen begrænses. Det vil derfor være en fordel, at have denne type udstyr ombord på skibet, for at nedbringe responstiden. Dernæst vil det være helt afgørende at få olien væk fra havoverfladen på grund af de store fugleforekomster og mange sårbare kyster. Oliens bør så vidt muligt også forhindres i at flyde ind i den indre del af Wolstenholme Fjord, da bekæmpelse her vil være hæmmet af forekomsten af gletsjeris og isbjerge. En beredskabsplan bør i dette område indeholde alle bekæmpelsesmetoder og brugen af dem bør vurderes af en EOS/SIMA/NEBA. Umiddelbart bør in-situ afbrænding kunne anvendes ved situationen her, såfremt røgfanen ikke vil påvirke Thule Air Base (TAB) og de store fuglekolonier på Saunders Ø, samt at olien stadig kan antændes. Kemisk dispergering er mere tvivlsom, da HFO er svær at dispergere, og spildstedet er i et farvand begrænset af de to øer. Men der er stærk strøm her, hvorfor fortynding af dispergeret olie bør være mulig. Da der formentlig ikke er koncentreret særligt sårbare biologiske forekomster i vandsøjlen på dette tidspunkt af året, og det er afgørende at få olien væk fra havoverfladen, bør muligheden for dispergering undersøges nærmere. En EOS vil kunne bidrage til at afklare dette. Opsamling af olie, der driver ind på strandene, bør iværksættes hurtigst muligt for at forhindre spredning og indlejring i sedimentet. Udstyr til at bekæmpe spildet (alle metoder) kan være placeret på TAB, ligesom trænet personel til at håndtere bekæmpelsesudstyret, herunder opsamle olien mekanisk og efterfølgende deponering.

Ovenstående er under forudsætning af, at det er operationelt muligt. Såfremt vejret er dårligt, vil mulighederne være meget begrænsede, og det bedste beredskab vil være forebyggelse, herunder stram regulering af hvor, hvornår og med hvilke brændstoftyper, det er tilladt at sejle.

Scenarie 2: Et krydstogtskib får en læk i brændstoftanken i Disko Bugt ca. 20 km vest for Ilulissat om sommeren. Tanken er fuld og ca. 2500 tons tung bunkerolie (HFO) strømmer ud på havoverfladen

Olien strømmer ud ca. 20 km vest for Ilulissat Isfjords munding (Figur 3). Den fremherskende overfladestrøm er nordlig, men der kan være lokale variationer med tidevandet, som kan føre olien både mod kysten og isfjorden, ligesom den kan drive mod syd mod Sydostbugten og Grønne Ejland. Dvs. at kysterne i det meste af Disko Bugt potentielt kan rammes af drivende olie, ligesom den kan drive op i Vaigat, og ramme kysterne der.



Figur 3. Kort over området med de to spildsteder i scenarie 2 (blå plet) og 3 (orange plet).

For HFO kan nogle generelle træk fremhæves i forhold til skæbne og opførsel i havmiljøet. HFO vil forblive på havoverfladen længe, da både fordampning og opblanding i vandet er lav. I takt med at vind og vejr påvirker olien, vil den blive mere og mere klumpet, viskøs og optage relativt store mængder vand.

Hovedparten af kysterne i området er klippekyster med et vist potentiale for selvrensning, men fx. i Sydostbugten, på Disko og på Nuussuaq er der lave sedimentkyster, hvor olie kan blive indbygget i sedimentet, eller synke ned mellem småsten / rullesten og forblive der meget længe (årtier).

I OMRÅDET ER FØLGENDE ELEMENTER SÅRBARE OVERFOR OLIESPILD

OVERORDNET ØKOLOGI	Disko Bugts primærproduktion er høj, bl.a. på grund af isfjorden, og der er sårbare forekomster af zooplankton. Lodde gyder om foråret langs mange kyster, og olie der har ligget her over vinteren, vil kunne påvirke sådanne bestande.
HAVFUGLE	Der er mange mindre ynglekolonier for havfugle langs kysterne, og ved Ritenbenk nord for Ilulissat er et stort fuglefyld med bl.a. ynglende polarlomvier. Denne bestand er særligt sårbare overfor øget dødelighed fra et oliestpild, da bestanden er i tilbagegang. Øgruppen Grønne Ejland 35 km sydvest for spildstedet huser også store havfuglebestande.
HAVPATTEDYR	Disko Bugt er rig på sæler og hvaler om sommeren. Om vinteren forekommer hvidhvaler og narhvaler, og om foråret forekommer særligt grønlandshvaler.
BEBOEDE STEDER	Der er talrige byer og bygder i området: Byerne: Aasiaat, Qasigiannnguit, Ilulissat og Qeqertarsuaq og bygderne: Akunnaq, Ikamiut, Iliminaq, Qeqertaq og Saqqaq.
FANGST	Disko Bugt er et vigtigt fangstområde for befolkningerne i byerne og bygderne. Her er særligt forekomsterne af rejer og hellefisk vigtige for det kommercielle fiskeri.

Det vil være helt afgørende, at få olien væk fra havoverfladen så hurtigt som muligt på grund fugleforekomsterne, og fordi den skal holdes væk fra de sårbare kyster. Den bør også så vidt muligt forhindres i at flyde ind i mod isfjorden, da bekæmpelse her vil være hæmmet af forekomsten af gletsjeris og isbjerge.

Først og fremmest skal der så hurtigt som muligt udlægges flydespærring omkring skibet, for at tilbageholde så meget som muligt af den udflydende olie. Det vil derfor være en fordel, at der befinder sig flydespærringer ombord på skibet eller i en af de nærmeste havne for at nedbringe responstiden.

En miljømæssig analyse af beredskabsindsatsen ved brug af EOS-værktøjet, vil formentlig angive, at kemisk dispergering ikke tilrådes på grund af fiskeriressourcerne. Mekanisk oprensning og afbrænding på havet vil derfor umiddelbart være de foretrukne metoder i en beredskabsplan. Afbrænding kræver dog særlige vindforhold, da der er mange beboede steder på kysterne, som vil kunne blive påvirket af en røgfane. For mekanisk oprensning gælder det, at opsamlet olie skal transporteres til land og her opbevares under sikre forhold. Opsamling af olie, der driver i land på strande, bør iværksættes hurtigst muligt for at forhindre spredning og indlejring.

Ovenstående er under forudsætning af, at det er operationelt muligt. Såfremt vejret er dårligt vil mulighederne være meget begrænsede og det bedste beredskab vil være forebyggelse, herunder stram regulering af hvor, hvornår og med hvilke brændstoftyper det er tilladt at sejle.

Scenarie 3: En rejetrawler, får læk i tanken midt i Disko Bugt om foråret. Trawleren benytter MGO (marine gas oil) som brændstof, og brændstofmængden er ca. 120 tons

Spildstedet er midt i Disko Bugt, ca. 38 km vest for Ilulissat, 37 km sydøst for Qeqertarsuaq og 64 km nordvest for Aasiaat (Figur 3). Den fremherskende overfladestrøm er mod øst, men der er lokale variationer, ligesom tidevandet påvirker overfladestrømmen, og kysterne i hele bugten er i risiko for at blive ramt af spildt olie fra det pågældende sted. Der kan være havis i området på det gældende tidspunkt.

I OMRÅDET ER FØLGENDE ELEMENTER SÅRBARE OVERFOR OLIESPILD

OVERORDNET ØKOLOGI	Disko Bugts primærproduktion er høj, bl.a. på grund af isfjorden, og der er sårbare forekomster af primærproduktion og zooplankton. Lodde gyder om foråret langs mange kyster, og olie der har ligget her over vinteren vil kunne påvirke sådanne bestande.
HAVFUGLE	Der er mange mindre ynglekolonier for havfugle langs kysterne, og ved Ritenbenk nord for Ilulissat er der et stort fuglefjeld med bl.a. ynglende polarlomvier. Denne bestand er særdels sårbar overfor øget dødelighed fra et oliespild, da den er i tilbagegang. Øgruppen Grønne Ejland 35 km sydvest for spildstedet huser også store havfuglebestande.
HAVPATTE-DYR	På denne tid er der både grønlandshvaler, hvidhvaler og narhvaler i Disko Bugt.
BEBOEDE STEDER	Der er talrige byer og bygder i området: Byerne: Aasiaat, Qasigiannguit, Ilulissat og Qeqertarsuaq og bygderne: Akunnaq, Ikamiut, Iliminaq, Qeqertaq og Saqqaq.
FANGST	Disko Bugt er et vigtigt fangstområde for befolkningerne i byerne og bygderne. Her er særligt forekomsterne af rejer og hellefisk vigtige for det kommercielle fiskeri.

Hovedparten af kysterne er klippekyster med et vist potentiale for selvrensning, men fx i Sydostbugten og på Disko er der lave sedimentkyster, hvor olie har potentiale til at forblive meget længe.

Der er tale om MGO, som er forholdsvis tyndtflydende og som fordamper relativt hurtigt. Det dispergeres også let ned i vandsøjlen i uroligt vejr. Da spildet er relativt lille, må det forventes, at det meste af olien vil fordampe eller dispergeres naturligt, før det evt. kan nå kysterne.

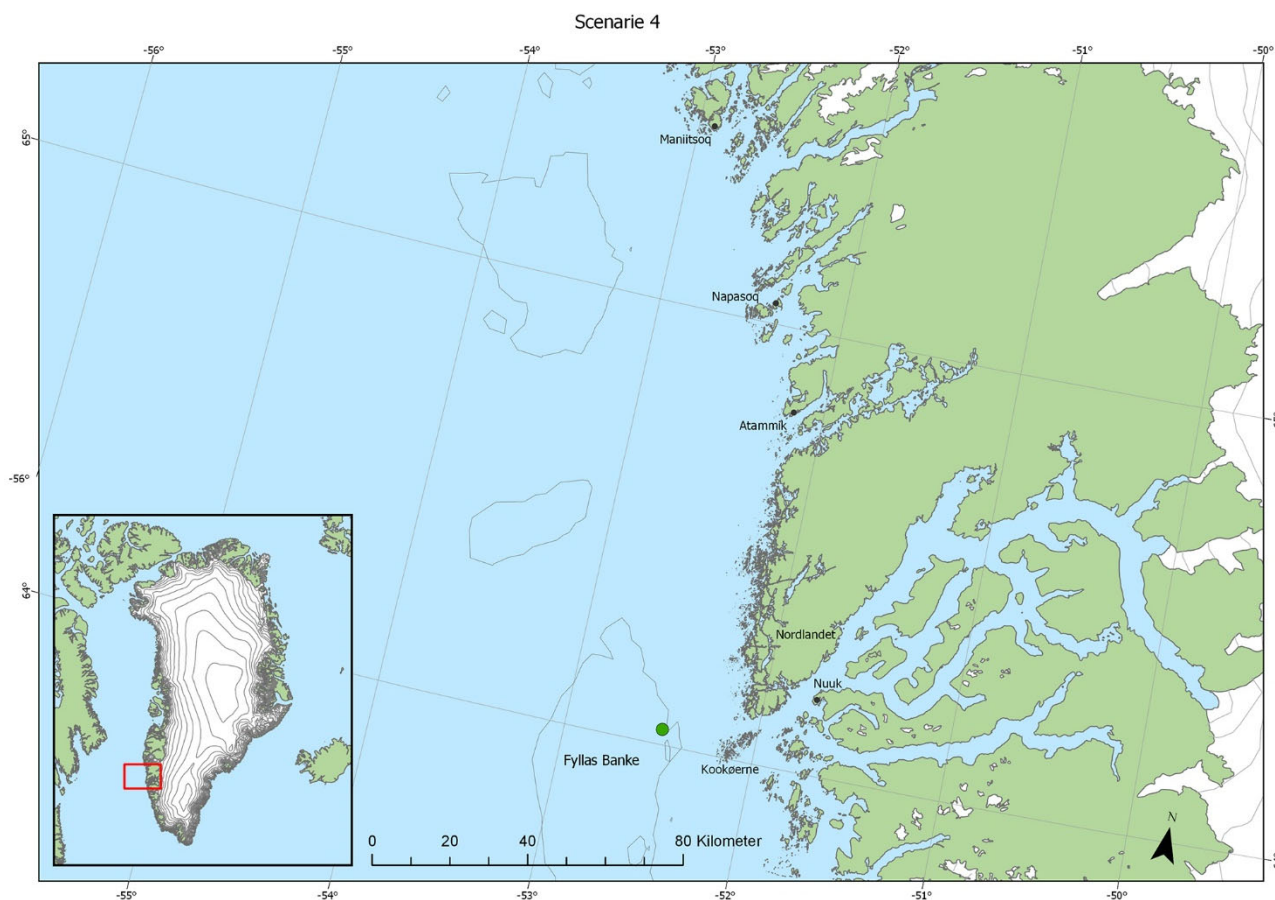
Der bør under alle omstændigheder lægges flydespærring ud omkring skibet, for at tilbageholde så meget som muligt af den udflydende MGO. Det vil derfor være en fordel, hvis der er flydespærringer ombord på skibet eller placeret i en af de nærliggende havne. Is vil dog kunne vanskeliggøre transporten fra havnene ud til spildstedet. Oliens bør herefter opsamles mekanisk eller evt. afbrændes, hvis vindforholdene er til det – dvs. at en røgfane ikke driver ind over beboede steder. Udlægning af flydespærring kan dog vanskeliggøres af isen, som stadig forventes at være tilstede. Udstyr og personel til bekæmpelsesoperationen kan med fordel være placeret i en større by eller mobilt på fx et skib fra Forsvaret. Kemisk eller mekanisk dispergering bør nok undgås for ikke at påvirke primærproduktion og zooplankton i vandsøjlen. Men da mængden er forholdsvis lille, vil evt. dispergeret olie formentlig hurtigt fortyndes til ikke-giftige koncentrationer.

Ovenstående er under forudsætning af, at det er operationelt muligt. Såfremt vejret er dårligt vil bekæmpelsesmulighederne være meget begrænsede og olien vil højst sandsynlig hurtigt dispergeres naturligt i vandsøjlen. Dog er denne proces begrænset / udfordret af havis. Forebyggelse af oliespild fx. gennem myndighedsregulering er derfor vigtig.

Scenarie 4: Et fragtskib får en læk i tanken ved Nuuk om vinteren. Brændstofmængden, på ca. 500 tons tung bunkerolie (HFO), strømmer ud på havoverfladen.

Spildstedet er ca. 12 km vest for Kookøerne på østsiden af Fyllas Banke (Figur 4). Der er ofte drivis i området om vinteren. Den fremherskende overfladestrøm er nordlig, hvorfor et oliespild må forventes at drive nordover og true kysterne på Nordlandet og op mod Maniitsoq. De udsatte kyster er primært

klippekyster, men der er små lommer med sedimentkyster (strande) og enkelte strande opbygget af rullesten. Der er udstrakte skærgårde med tusindvis af små øer, holme og skær.



Figur 4. Kort over området, hvor scenarie 4 foregår. Spildstedet er angivet med grøn plet. Fyllas Banke er afgrænset af den viste 200 m dybdekurve.

I OMRÅDET ER FØLGENDE ELEMENTER SÅRBARE OVERFOR OLIESPILD

OVERORDNET ØKOLOGI	På spildtidspunktet er produktionen i vandsøjlen lav, men der kan være forhøjede koncentrationer af fiskeyngel. Kysterne og skærgårdene har et rigt liv både af tang og bunddyr, fisk og fugle, og er særdeles sårbare over for oliespild.
HAVFUGLE	Både til havs og langs kysterne overvintrer store mængder af havfugle, primært ederfugle og polarlomvier.
HAVPATTEDYR	Til havs langt vest for spildstedet er der på havisen ynglefelter for klapmyds.
BEBOEDE STEDER	Nuuk ca. 40 km mod øst, Atammik, Napasoq og Maniitsoq >85 km mod nord.
FANGST	Der foregår fiskeri efter rejer i området, og på vestsiden af Fyllas Banke er der fiskeri efter hellefisk. Der har tidligere også været fisket efter krabber i området.

For HFO kan nogle generelle træk fremhæves i forhold til skæbne og opførsel i havmiljøet. HFO vil forblive på havoverfladen længe, da både fordampning og opblanding i vandet er lav. I takt med at vind og vejr påvirker olien, vil

den blive mere og mere klumpet, viskøs og optage relativt store mængder vand. Dog vil tilstedeværelse af havis sinke disse forvittringsprocesser.

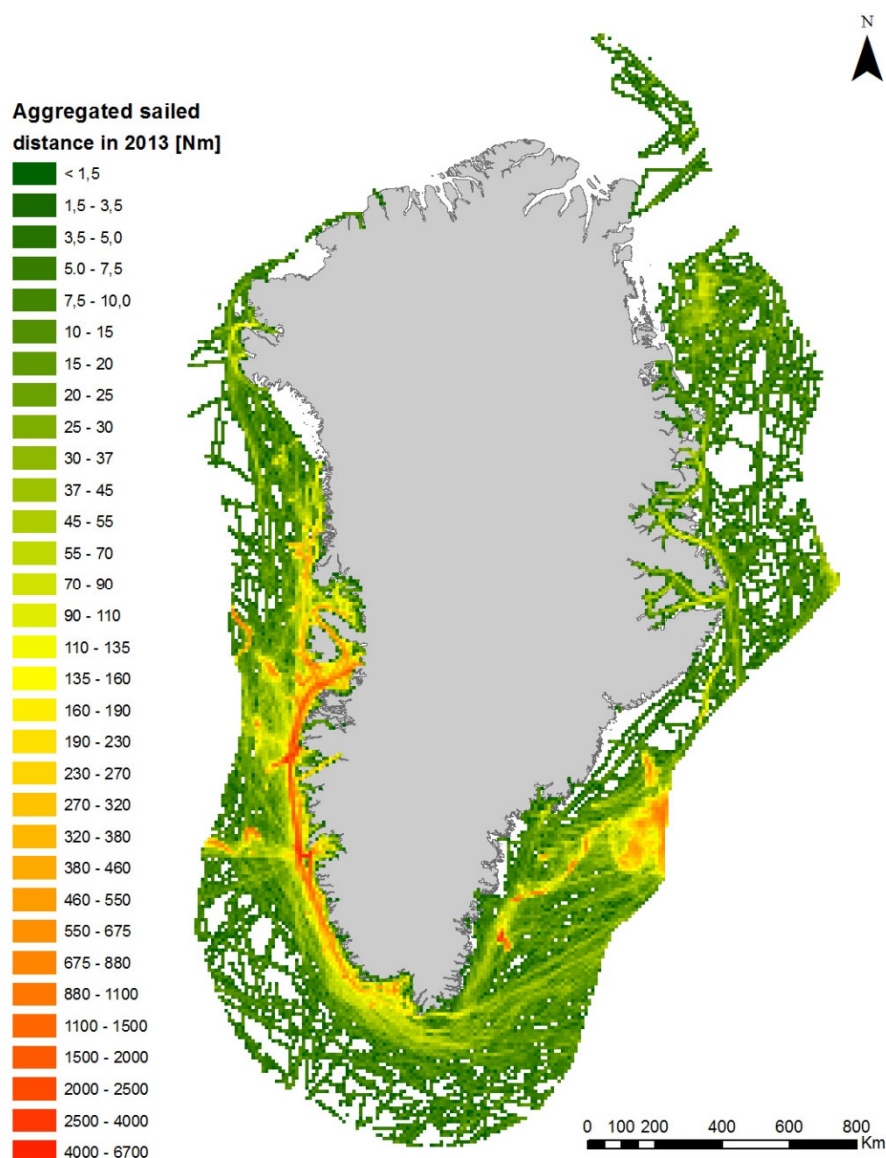
Det er her afgørende at få olien væk fra havoverfladen så hurtigt som muligt. Dels er der store fugleforekomster, og dels skal olien helst ikke ind på kysten, hvor den bliver meget svær at opsamle på grund af de mange øer og små bugter. Der skal derfor straks udlægges flydespærringer omkring skibet, som med fordel kunne være ombord på skibet for at nedbringe responstiden. Effektiviteten af flydespærringerne kan dog begrænses af forekomsten af havis eller dårligt vejr. Olien skal derpå opsamles eller afbrændes, da det forventes at kemisk dispergering er vanskelig til umulig, da olien vil være meget stiv på grund af kulden. Opsamles olien, skal der etableres opbevaringsforhold i land. Olie der driver i land, skal fjernes mekanisk hurtigst muligt for at forhindre spredning og nedblanding, hvor der er sediment. En EOS-analyse kan birage til at afklare de forskellige metoders egnethed til bekæmpelse af spildet på forskellige årstider. Afbrænding bør kunne foretages uanset vindretning, da afstanden til beboede og andre følsomme steder er stor (>40 km).

Ovenstående er under forudsætning af, at det er operationelt muligt. Såfremt vejret er dårligt vil mulighederne være meget begrænsede og desuden vil havis begrænse metodernes effektivitet, men vil også nedsætte oliens forvittring. Forebyggelse af oliespild fx. gennem myndighedsregulering er derfor vigtig.

3 Notat A: Beredskabsmulighederne i Grønland

Grønland har med sine 44.087 km kystlinje og 2.166.086 km² land et varierende klima fra subarktisk i det allersydligste til højarktisk mod nord, en varierende kystmorfologi og ikke mindst en sparsom befolkning og begrænset infrastruktur. På trods heraf er der en del skibstrafik langs kysterne (Figur 5), i form af fragtskibe, fiskefartøjer, krydstogtskibe, forskningsskibe og skibe der deltager i olieeftersforskning (fx ved seismiske undersøgelser).

Figur 5. Forsvarets figur med AIS data² fra 2013. Mindre fartøjer³ er ikke medtaget. Sejlet distance er aggregeret i 10 x 10 km kvadrater (DNV GL 2015a).



²AIS (Automatic Identification System) er et VHF-baseret navigations- og antikollisionsværktøj, som gør det muligt at udveksle oplysninger skibe imellem.

³Der findes to typer af AIS-transponder i skibene, klasse A og klasse B. I større skibe er det et udstyrskrav at have en klasse A, som er en dyrere og mere avanceret model i forhold til klasse B. Klasse A er et krav på: Alle skibe over 300 bruttotons, alle passagerskibe, alle fiskeskibe over 15 meters længde (EU-regler). Mindre fartøjer, hvor det ikke er et udstyrskrav med AIS, eksempelvis fritidsbåde, kan anvende en billigere AIS Klasse B-station. Klasse B-typen sender ikke så ofte som klasse A-typen, og de store skibe kan vælge ikke at vise AIS Klasse B-stationer på deres display, hvis deres display bliver uoverskueligt på grund af for mange fritidssejlere.

Kilde: <https://www.soefartsstyrelsen.dk/SikkerhedTilSoes/Sejladsinformation/AIS/FAQAIS>

Ændringerne i klimaet medfører en reduktion både i havisens udbredelse og i den periode den ligger, hvilket åbner for nye sejlruiter/transportkorridorer og deraf afledt potentiel øget skibstrafik. Som en konsekvens heraf, vil også risikoen for oliespild i farvandene omkring Grønland øges.

Dette notat beskriver ansvarsplaceringen for oliespild i Grønland og Grønlands beholdning af oliespildsbekæmpelsesudstyr. Herefter følger en gennemgang af metoder til bekæmpelse af oliespild med vurdering af miljømæssige fordele og ulemper ud fra et arktisk perspektiv, samt beskrivelse af det analytiske værktøj EOS (Environment & Oil Spill Response), som kan anvendes til planlægning af beredskab for oliespildsbekæmpelse.

3.1 Bekæmpelse af oliespild i Grønland

Det er Grønlands Selvstyre, der står for at bekæmpe olieforurening af søterritoriet inden for tre-sømilegrænsen. Ansvar for kyststrækninger og strande, påhviler den enkelte kommune. I Nationalparken i Nord- og Østgrønland er det dog Selvstyrets ansvar. I tilfælde af omfattende forurening kan Grønlands Selvstyre anmode den danske stat om at bekæmpe forureningen, hvorved den danske stat har pligt til at imødekomme en sådan anmodning og afholde udgifterne til bekæmpelsen af forureningen (jf. bindende aftale om ansvarsfordeling vedrørende kemikalie- og olieforureningsbekæmpelse indgået mellem Danmark og Grønland i forbindelse med Grønlands overtagelse af det kystnære olieberedskab samt ”Principaftale om forureningsbekæmpelse i farvande ved Grønland” indgået mellem Naalakkersuisoq for Selvstændighed, Natur, Miljø og Landbrug og Forsvarsministeren d. 24. marts 2017).

Oliespild i Grønlands eksklusive økonomiske zone (Exclusive Economic Zone, EEZ), som er uden for tre-sømilegrænsen, er et ikke-hjemtaget område. Dvs. forpligtelsen til at bekæmpe oliespild her ligger hos Forsvarsministeriet og i praksis hos Arktisk Kommando. Arktisk Kommandos havmiljøberedskab omfatter underlagte enheder, samt Forsvarets havmiljøudstyr i Grønland. Sidstnævnte forventes ved udgangen af 2020, at omfatte fire sæt, der hver indeholder 600 m flydespærring og en opsamlingskapacitet i form af skimmer og kar. Hvert sæt vil blive placeret på udvalgte steder i Grønland med udgangspunkt i havmiljørisikoanalysen (Marine Environmental Risk Assessment). Endvidere indgår nuværende statslige beredskab i Danmark fortsat som i relevant omfang kan indsættes efter anmodning fra Arktisk Kommando (Westergaard 2020).

3.2 Materielkapacitet til oliespildsbekæmpelse i Grønland

Det nuværende beredskab i Grønland ejes af Grønlands Selvstyre, og omfatter forskelligt udstyr, som er placeret i elleve byer på vestkysten og på østkysten kun i Tasiilaq. Det er som udgangspunkt dimensioneret til at kunne håndtere kystnære oliespild, eller oliespild i havne og ved anden infrastruktur. Udstyret er beregnet til opsamling af op til 20.000 liter af en let olietype, men vil formegentlig også kunne benyttes til tungere produkter. Udstyret forventes at kunne transporteres med båd med en forventet aktionsradius på få sømil fra den havn det er placeret i. En oversigt over udstyret og placeringen kan ses i Tabel 1.

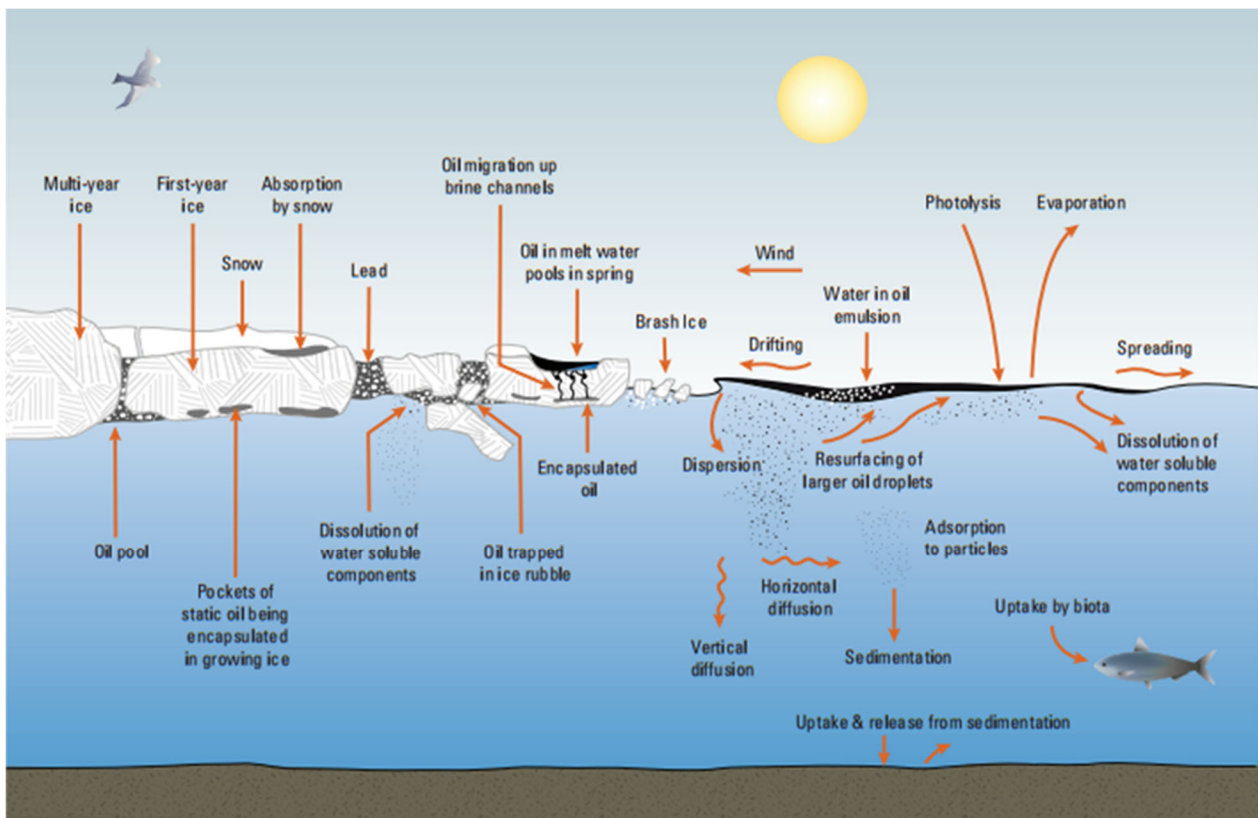
Tabel 1: Oversigt over beredskab i 12 grønlandske byer.

By	Flydespærring	Skimmer
Nanortalik	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill, fjordmodel (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Qaqortoq	Troilboom AFPU 750, 200 m Ro-Boom 1300 Coast, 160 m, Ro-Boom River, 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Narsaq	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Paamiut	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 300 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer,
Nuuk	Troilboom AFPU 750, 200 m Ro-Boom (river), 360 m Ro-Boom 1300 (coast) 160 m Ro-Boom 1000, 300 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Maniitsoq	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Sisimiut	Troilboom AFPU 750, 200 m Ro-Boom 1000, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Walosep WM skimmer 1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Aasiaat	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Qasigianniguit	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc DBD 20 skimmer
Ilulissat	Troilboom AFPU 750, 200 m Ro-Boom 1000, 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer
Qeqertarsuaq	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc DBD 20 skimmer
Tasiilaq	Troilboom AFPU 750, 200 m Stopp-oill (F-1000), 200 m	1 stk. Ro-Disc 15 P skimmer

Derudover findes der udstyr i regi af Greenland Oil Spill Response (GOSR), som er et 100 % selvstyrejet selskab. GOSR driver virksomhed omkring olieforureningsberedskab, olieforureningsbekæmpelse, miljøoprydning efter olieforurening og anden beslægtet virksomhed primært inden for råstofområdet i Grønland. GOSR har materiel placeret i Nuuk og Aasiaat og råder over følgende: tre typer flydespærre, tre typer skimmere (28 af hver), opbevaringstanke á to dimensioner, 20 x 10 m³ og 28 x 7,5 m³, 40.000 L dispergeringsmiddel samt diverse olieabsorberende produkter, skovle og arbejdstøj (<https://gosr.gl/da/udstyr/>). Se beskrivelse af oliespildsbekæmpelsesmetoder i afsnit 4.3.

3.3 Metoder til oliespildsbekæmpelse

Når olien ender i havet starter forskellige processer i forhold til oliens spredning (skæbne) og dens fysiske og kemiske egenskaber (forvitring) (Figur 6). De mest betydningsfulde processer i relation til bekæmpelsesmetoder er fordampning af de lette forbindelser og emulgering, hvor vanddråber blandes op i olien, og hvorved bl.a. viskositet og volumen øges. Den videre forvitring/nedbrydning af olien afhænger af flere forskellige parametre, bl.a. oliens oprindelige fysiske/kemiske egenskaber, hvor olien er frigivet (ved overflade eller havbund) og det omgivende miljø (vandets temperatur, bølger og vind mm.).



Figur 6. Forvitring af olie på åbent vand og isdækket vand. Fra National Research Council (2014).

Ændringerne af oliens fysiske egenskaber og kemiske sammensætning påvirker også mulighederne for at bekæmpe oliespildet, idet tidsvinduet for brug af de forskellige teknikker typisk reduceres med øget forvittringsgrad af olien.

Mekanisk oprensning til at bekæmpe mindre oliespild på havet er det første valg i Grønland og i andre lande, da det er den eneste metode, der direkte fjerner olie fra miljøet. Metoden består overordnet i at holde olien samlet med flydespærringer, opsamle olien og pumpe den til opbevaringstanke til efterfølgende bortskaffelse. Mekanisk oprensning er meget arbejdskrævende, og effektiviteten er ofte lav.

Derudover er der to andre teknikker, som man typisk vil overveje at anvende, såfremt det vurderes at være til gavn for miljøet i den givne situation og operativt muligt: Kemisk dispergering og afbrænding af olien direkte på havoverfladen ("in situ burning", ISB). Disse metoder kan dog have utilsigtede negative effekter på miljøet (se afsnit 4.3.2 og 4.3.3.). Inden en dispergering eller ISB-operation iværksættes, skal der derfor foretages en afvejning af de miljømæssige fordele og ulemper af metoderne. En sådan analyse kaldes en SIMA (Spill Impact Mitigation Assessment) eller tidligere en netto-miljøgevinst-analyse (på engelsk en Net Environmental Benefit Analysis, NEBA). Ved en SIMA afvejes således de miljømæssige fordele og ulemper ved henholdsvis kemisk dispergering og afbrænding af olien i forhold til de effekter, der allerede ses eller forventes fra et aktuelt oliespild. Derfor er kendskab til det lokale miljø af stor vigtighed, herunder hvilke organismer der er til stede og kan være særligt følsomme over for oliespild og/eller mulige bivirkninger af bekæmpelsesmetoderne (se afsnit 4.3.2 og 4.3.3). Det gælder både organismer på havoverfladen, i vandsøjlen, i/på havbunden og ved kysten. En SIMA baseres endvidere på viden om oliens forventede spredning, herunder mængde og type.

I det følgende vil metodernes overordnede principper gennemgås, herunder operationelle begrænsninger, samt miljømæssige fordele og ulemper. Særlige problemstillinger ved oliespildsbekæmpelse i Grønland er vintermørke, lave temperaturer og havis, som dækker store områder i forskellige perioder i året, begrænset infrastruktur og store afstande. Derudover er biologien særligt sårbar over for olieforurening; bl.a. på grund af korte fødekæder, og et højt indhold af fedtstoffer i de arktiske organismer, hvori toksiske stoffer ophobes. Det medfører risiko for overførsel af toksiske stoffer til de højere led i fødekæderne. Disse forhold vil blive inddraget i forhold til en vurdering af miljøeffekter og operationelle begrænsninger beskrevet nedenfor.

3.3.1 Mekanisk oprensning

Mekanisk oprensning dækker over flere forskellige metoder, som har det tilfælles, at de fjerner olie fra havmiljøet. Den typiske metode er at holde olien samlet med flydespærringer for dels at forhindre olien i at drive væk, og dels for at opnå et tilstrækkeligt tykt olielag, der gør effektiv opsamling mulig. Den inddæmmede olie skummes fra havoverfladen (med ”skimmers”), og denne olie, eller oftere vand-i-olie emulsion, pumpes til opbevaring i tanke eller bassiner. Der findes adskillige typer af flydespærringer og mange forskellige skimmer-systemer, alle designet til forskellige forhold og olietyper (Fritt-Rasmussen 2017).

Mekanisk oprensning af olie fra havoverfladen er afhængig af, at man kan lokalisere og få adgang til olien, samt at det nødvendige udstyr kan bringes i anvendelse. Feltforsøg under arktiske forhold viser, at de lave temperaturer øger oliens viskositet, og den bliver dermed vanskeligere at opsamle. Generelt bidrager de lave temperaturer og ofte hårde vejrforhold i Arktis til at vanskeliggøre håndtering af opsamlingsudstyret, og det påvirker effektiviteten.

Is, som dækker mere end 30 % af havoverfladen, udgør en udfordring for mekanisk oprensning (Brandvik et al. 2006). Det vurderes generelt, at et isdække mellem 30 og 70 % udgør den største forhindring for effektiv mekanisk oprensning. Flydespærringer kræver arbejdsrum, som begrænses af isen. Isen kan desuden reducere selve effektiviteten af flydespærringen. Det er særligt vanskeligt at opsamle olien i de perioder, hvor isen enten dannes eller smelter, da olien da kan blive fanget inde i isen (Glover og Dickins 2005), og giver problemer med at separere olie fra is. Ved højere isdække, kan isen dog fungere som ”flydespærring” for olien, hvorved olien holdes samlet. En fordel ved oliespild i is er endvidere, at forvittringsprocesserne forløber langsomt og dermed kan øge det tidsmæssige operationelle vindue for opsamling. Mekanisk opsamling besværliggøres således ofte af forvittring af olien, hvor bl.a. vand-i-olie emulsion bevirker et betydeligt øget volumen og øget viskositet. Det gør olien vanskeligere at håndtere, og det medfører et stort behov for opbevaringskapacitet.

Mekanisk oprensning er første valg i Grønland og andre lande (fx de arktiske lande USA, Canada, Norge, Island og Rusland (AMAP 2010)). Dette skyldes, at det er den eneste metode, der fjerner olie fra miljøet, og har således ikke umiddelbart nogle utilsigtede miljøeffekter. Mekanisk oprensning er dog meget ressourcekrævende og effektiviteten er ofte ikke særlig høj. Ved mekanisk opsamling langs kyster eller på land er der risiko for fysiske skader på miljøet, da der skal benyttes stort og tungt materiel. Under arbejdet med at rense kyster efter *Exxon Valdez*-oliespildet i Prince Williams Sund i Alaska i 1989 gav nogle af metoderne (særligt spuling med varmt vand) anledning til større miljøskader en olie selv (Shigenaka 2014).

3.3.2 Kemisk dispergering

Kemisk dispergering af olien er en proces, hvor den naturlige dispergering af olien (nedblanding af små oliedråber i vandsøjlen) øges ved at tilsætte et kemikalie – et dispergeringsmiddel. Herved brydes olien nemmere ned til små dråber (mindre end 70 μm), som kan opblandes i vandsøjlen. Rationalet bag denne proces er, at olien fjernes fra havoverfladen og nedblandes i vandsøjlen, hvor den fortyndes ned under giftige koncentrationsniveauer. Derudover forventes det, at den øgede overflade af olien, som olienedbrydende mikroorganismer kan angribe, fremmer en hurtigere nedbrydning af olien. Dette kræver dog at nedbrydningen foregår i et miljø, som ikke er næringsstofbegrænset.

Kemiske dispergeringsmidler består primært af et overfladeaktivt stof og desuden et opløsningsmiddel (på engelsk "solvent"). Det overfladeaktive stof reducerer overfladespændingen mellem vand og olie, og medvirker til dråbedannelsen. Der findes en bred vifte af forskellige dispergeringsmidler, som er tilpasset bl.a. forskellige olietyper og havvandets saltkoncentration. Ud over tilsætning af dispergeringsmidlet kræver dispergeringsprocessen omrøring/bevægelse i vandet. Det sker normalt ved bølgebevægelser og vindpåvirkning (4-12 m/s er det optimale niveau), men i isdækkede farvande med begrænset bølgeenergi kan fx skruerne fra en båd anvendes til at genere den nødvendige bevægelse/omrøring.

Skal dispergering benyttes i tilfælde af et oliespild, er det yderst vigtigt at indlede arbejdet umiddelbart efter, at spildet er opdaget. Forvittringsprocesserne ændrer olien, bl.a. øges oliens viskositet, som vil vanskeliggøre dispergeringen, og olien kan formodentligt slet ikke dispergeres, hvis vandets temperatur er lavere end oliens hældepunkt. Derfor gælder det om, så hurtigt som muligt, at tilføre dispergeringsmidlet, hvis den ønskede effekt skal opnås.

Dispergeringsmiddel tilføres fx via en sprayarm fra skib, flyvemaskine/helikopter eller under havets overflade fx til brøndhovedet, hvor olie strømmer ud ved en blow-out. I tilfælde med is gælder det om at vælge en metode der sikrer, at dispergeringsmidlet faktisk rammer olien og generelt at dispergeringsmidlet bliver tilført med optimal hastighed og dosis.

Hvis der er is til stede (> 30 % isdække) vil forvittringsprocesserne gå langsommere end på åbent hav, og dette vil derfor øge tidsperioden for, hvor længe olien kan dispergeres. Men som tidligere nævnt, vil isen også nedsætte energien til dispergeringsprocessen (opblanding af dispergeringsmidlet med olien og derefter nedblanding af oliedråber i vandsøjler).

Indholdet af dispergeret olie i vandsøjlen er en funktion af effektiv opblanding og spredning udtrykt ved fortyndingsfaktoren. Det forventes desuden, at kemisk dispergeret olie vil opblandes og fortyndes i vandsøjlen i højere grad end naturligt dispergeret olie (ifølge modelsimuleringer af Lewis og Daling 2001). Efter brug af dispergeringsmidler i forbindelse med et oliespild (Sea Empress, 1996, Wales), var olieindholdet i den øvre del af vandsøjlen tilbage på baggrundsniveauet efter 3 måneder (EMSA 2010).

De miljømæssige ulemper ved kemisk dispergering af olie på havoverfladen og ned i vandsøjlen er risikoen for, at fx vandlopper, fiskelarver, fiskeæg og andre pelagiske organismer eksponeres for olieforbindelser med risiko for op-hobning i fødekæden. Det er derfor vigtigt, at den dispergerede olie fortyndes hurtigt og effektivt, hvilket kan være svært at opnå fx i fjorde eller i lavvandede områder, hvor vandudskiftningen kan være lav (Wegeberg et al. 2016).

I lavvandede områder kan den dispergerede olie også nå havbunden og påvirke bundlevende organismer. Olie i vandsøjlen kan tillige medføre, at fisk får afsmag af olie i kødet, hvilket kan påvirke fiskeri og salget af fiskeprodukter fra de ramte områder (Challenger & Mauseth 2011).

Sammenlignes giftigheden af nedblandede oliepartikler fra naturligt og kemisk dispergeret olie, viser det sig, at kemisk dispergeret olie er i størrelsesordenen dobbelt så giftigt som naturligt dispergeret olie (Singer et al. 1998; Otitoloju 2010). Dette tillægges bl.a., at dispergeret olie lettere optages i organismerne (Østby et al. 2002; Fingas 2008, Brakstad et al. 2018).

Dispergeringsmiddel kan også tilføres under havets overflade. Ved blow-out ulykken (*Deepwater Horizon*) i den Mexicanske Golf, blev dispergeringsmidlet tilført den udstrømmende olie ved brøndhovedet på 1500 m dybde. Denne dispergeringsmetode bidrog formentlig til dannelsen af en sky af dispergeret olie i ca. 1000 m's dybde. Olien fra denne sky blev ført til havbunden med "marine snow" og forurenede 3200 km² omkring brønden (Beyer et al. 2016, Short 2017).

Overordnet set bør dispergeringsmiddel kun benyttes efter en miljøvurdering og afvejning af fordele og ulemper ved at benytte dispergering (SIMA eller EOS): Hvilke, i hvilket omfang og hvor vil organismer blive eksponeret for oliespildet og/eller den dispergerede olie, og hvad vil konsekvenserne være? Endvidere er det vigtigt at vurdere fortyndingsfaktoren i de påvirkede områder (vanddybde, vandudskiftning/opblanding) for at sikre en hurtig fortynding af den dispergerede olie og dermed undgå, at pelagiske organismer udsættes for giftige koncentrationer af olie.

Det vurderes i øvrigt, at der er brug for mere forskning for at øge videngrundlaget vedrørende langtidseffekter af dispergeringsmidler i forbindelse med oliespildsbekæmpelse. Dette er i overensstemmelse med anbefalinger fra bl.a. Fingas (2008) og Holland-Bartels & Kolak (2011).

3.3.3 Afbrænding af olien

Ved in situ burning (ISB) afbrændes et oliespild på havoverfladen dvs. direkte på spildstedet. Ved feltforsøg har afbrændingseffektiviteten været så høj, at 90 % af olien blev fjernet fra havoverfladen og omdannet til CO₂, vand, andre forbrændingsprodukter såsom sod og afbrændingsrester (se senere i dette kapitel). I forbindelse med *Deepwater Horizon* ulykken i den Mexicanske Golf blev ISB også inddraget, som en del af beredskabet og i den forbindelse blev afbrændingseffektiviteten estimeret til at være omkring 85 % (Stout & Payne 2016).

De overordnede operationelle krav til en vellykket afbrænding er, at olielaget har en vis tykkelse, at temperaturen på antændingspunktet er høj nok til at olien antændes (temperaturen skal over oliens flammepunkt), og at der efterfølgende sker flammespredning, således at hele olielaget antændes. For at opnå den nødvendige olielagstykkelse er det derfor nødvendigt, at holde olien samlet med brandsikre flydespærringer eller, hvis det er tilstede, is. De senere år er der gennemført en række forskningsprojekter, med såkaldte "herding agents". Sådanne "herdere" sprayer på vandet rundt om en oliefilm, hvorved overfladespændingen ændres, så olielaget trækker sig sammen og dermed øger olielagets tykkelse, så det kan antændes og afbrændes.

Selve antændelsen af olien sker med en fakkel ("igniter"), der placeres fra helikopter, båd eller evt. en isflage. I denne forbindelse er det vigtigt at holde sig

menneskelig sikkerhed for øje. Desuden skal afbrændingen foretages sådan, at røgfanen ikke påvirker omkringliggende skibe, beboelser og sårbare naturforekomster som fx store kolonier af ynglende havfugle.

Skal antændelsen af olien lykkes, er det vigtigt, at olien ikke er for forvitret. Er de lette forbindelser i olien fordampet og har olien optaget for meget vand kan olien i værste fald ikke antændes operationelt. Sidstnævnte kan modvirkes ved at tilsætte en emulsionsbryder, som letter fjernelsen af emulgeret vand, hvorved olien lettere kan antændes. Vejrforholdene kan også begrænse muligheden for ISB, idet kraftig vind ($> 10\text{--}12\text{ m/s}$) og store bølger gør det vanskeligt at antænde olien og generelt vanskeliggør operationen.

I farvande med is forgår forvitningsprocesserne, som sagt, langsommere, hvorved tidsvinduet for afbrænding udvides. Som tidligere nævnt kan isflager ($>70\%$ isdække) også benyttes til at holde olien samlet. Feltforsøg er gennemført i statisk pakis med succes (Fritt-Rasmussen og Brandvik 2011). Kun få studier har undersøgt metodens anvendelighed i dynamisk dravis. De studier viste, at afbrændingen var følsom over for bl.a. isens bevægelse (Buist et al. 2003). Flere detaljer vedrørende specifikke isforhold i relation til afbrænding kan findes i Fritt-Rasmussen (2017). Men afbrænding fra farvande med is er endnu på forsøgsstadiet, og metoden har ikke vist sine muligheder under realistiske spildforhold.

I forbindelse med en operationel afbrænding af et oliespild er der både miljømæssige og sundhedsmæssige forhold, der bør tages hensyn til.

Overordnet set fjerner afbrændingen en betydelig del af olien, men efter afbrændingen vil der være afbrændingsrester tilbage på havoverfladen, som i nogle tilfælde kan synke. Afbrændingsrester kan potentielt udgøre et miljøproblem, men kun ganske få studier er gennemført for at belyse dette. Disse studier har bl.a. fokuseret på afbrændingsresternes giftighed. Resultaterne fra disse undersøgelser viser, at der i afbrændingsresterne generelt ses en relativ stigning i indholdet af polyaromatiske hydrocarboner (PAH) med et højt antal benzenringe, herunder også forbindelser dannet under selve afbrændingen. Den endelige kemiske sammensætning af afbrændingsresterne afhænger af olietype samt af effektiviteten af afbrændingen (Fritt-Rasmussen et al. 2015). På den anden side forventes det, at afbrændingen fjerner de mest flygtige og vandopløselige og generelt mere biotilgængelige PAH forbindelser (Li et al. 1992). Hvis afbrændingsresterne synker, vil de kunne påvirke vandlevende og bundlevende organismer. Det blev senest set i forbindelse med *Deepwater Horizon*, hvor over 400 afbrændinger blev gennemført, uden efterfølgende at indsamle afbrændingsresterne. Endvidere blev der fundet PAH-forbindelser i sedimentfælder, som viste at luftbårne sodpartikler fra disse afbrændinger blev afsat på havoverfladen og derefter bundfældet (Beyer et al. 2016).

Ved afbrænding flyttes dog det meste af forureningen fra havoverfladen til atmosfæren. Røg og sod, der dannes under afbrændingen, kan således også udgøre et miljø- og sundhedsmæssigt problem. Det er estimeret, at sod dannet under afbrændingen udgør $0,1\text{--}3\%$ af det totale volumen af olie (ARRT 2008). Et andet problem er relateret til sod på sne og is, som kan føre til en reduceret albedo og derved øget afsmeltning (H. Skov pers. med. i Wegeberg et al. 2017). Et særligt miljøproblem ved afbrænding af olie er dannelsen af svært nedbrydelige og giftige stoffer. De omfattende afbrændinger ved *Deepwater Horizon*-ulykken dannede og udledte dioxin til atmosfæren i størrelsesordenen $54\text{--}134\text{ mg TEQ}$ (toksicitetsækvivalent) (Schaum et al. 2010). Det

svarer til den årlige dioxin-afsættelse i Arktis på et område større end 33.000 km² (Wegeberg et al. 2017).

I forhold til "herding agents" er der kun gennemført få studier, der ser på de eventuelle miljøeffekter fra disse stoffer, herunder også en større forståelse for stoffernes skæbne i miljøet (Fritt-Rasmussen in prep.).

Tabel 2 specificerer fordele og ulemper ved de forskellige oliespildsbekæmpelsesteknikker og er lånt fra Wegeberg et al. (2017).

Tabel 2: Fordele og ulemper ved de forskellige bekæmpelsesteknikker: Mekanisk oprensning, afbrænding og kemisk dispergering. Bygget på Fritt-Rasmussen et al. (2015), Wegeberg et al. (2017) og referencer i disse.

	Mechanical recovery	In-situ burning	Chemical dispersion
Benefits	Oil is removed from the environment	Relatively fast and efficient removal of oil from the environment Acute toxic volatile compounds are combusted The technology can be used in open and to some degree ice-infested waters	Oil is removed from the sea surface The dispersed oil plume can be diluted to less toxic concentrations The dispersed oil droplets provide an increased surface and hence potentially faster degradation by microorganisms The technology does not require calm weather
Side effects	Requires calm weather Comprehensive requirements to on site storage and disposal capacity for the recovered oil/ oil-in-water emulsion Environmentally safe destruction of recovered oil is needed	Formation of smoke and soot Formation of environmental hazardous compounds, e.g. dioxin, PAHs Recovery and storage/destruction requirements for burning residues Unknown long-term effects of un-recovered burning residues in the environment Impact of herders and other chemicals used Risk of secondary fires	The dispersed oil may result in potentially toxic concentrations for plankton, fish larvae and fry In more shallow areas, dispersed oil may reach the sea bed fauna in toxic concentrations Impacts of chemicals are added to the effect of oil in the environment, as well as potential cocktail effects of dispersant+oil

De forskellige teknikkers operationelle vindue kan ses i nedenstående tabeller (Figur 7), som er hentet fra Forsvarets rapport Risk reduction and oil spill response – Greenland Oil spill contingency study for Greenland. Som det fremgår kræver de forskellige teknikker forskellige forhold, fx har in situ afbrænding under forsøg vist sig mulig i tæt statisk isdække, mens dette ikke er tilfældet for mekanisk oprensningsteknikker i kombination med flydespærringer.

Endelig bør det nævnes, at der foregår en konstant udvikling af nye metoder til bekæmpelse af oliespild under de forskellige teknik kategorier. Metoder til opsamling af oliespild i og under is er de seneste år udviklet og nye metoder er under udvikling. Nogle metoder går på at knuse isen og efterfølgende opsamle olie på havoverflade med "skimmere" (<https://lamor.com/products/sternmax/>). Små undervandsrobotter, der kan "skimme"/suge olien på undersiden af is, er også udviklet). Endelig kan skibes skruer anvendes til at skubbe olien væk fra underside af isen til åbne områder, hvor den kan opsamles med "skimmere".

Table 3-6 Limitations applied for mechanical recovery

Environmental parameter	MECHANICAL RECOVERY WITH BOOMS			MECHANICAL RECOVERY WITHOUT BOOMS		
	Favorable	Impaired	Ineffective	Favorable	Impaired	Ineffective
Wind W_s (m/s)	$W_s < 15$	$15 \leq W_s \leq 20$	$W_s > 20$	$W_s < 15$	$15 \leq W_s \leq 20$	$W_s > 20$
Significant wave height H_s (m); average wave period T_m (s)	$H_s < 3$ or $3 \leq H_s \leq 4$ and $T_m > 6$	$3 \leq H_s \leq 4$ and $T_m \leq 6$	$H_s > 4$	---(1)	---(1)	---(1)
Ice coverage	0-10 %	10-40 %	> 40 %		40-90 %	0-40 % or 90-100 %
Light conditions	Daylight	Darkness	---(2)	Daylight	Darkness	---(2)
Superstructure icing $I_{ci,rel}$ (cm/h)	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$
Wind Chill T_{wc} (W/m^2)	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$

(1) No wave data available for ice concentrations > 40 %

(2) Visibility and operational light conditions are considered as impaired only as lighting equipment and infrared sensors can be used to locate oil spills

Table 3-8 Operational limitations applied for in-situ burning

Environmental parameter	IN-SITU BURNING WITH BOOM			IN-SITU BURNING WITHOUT BOOM		
	Favorable	Impaired	Ineffective	Favorable	Impaired	Ineffective
Wind W_s (m/s)	$W_s < 8$	$8 \leq W_s \leq 10$	$W_s > 10$	$W_s < 15$	$15 \leq W_s \leq 20$	$W_s > 20$
Significant wave height H_s (m); average wave period T_m (s)	$H_s < 1$	$1 \leq H_s \leq 1,8$	$H_s > 1,8$	---(1)	---(1)	---(1)
Ice coverage	0-40 %	40-70 %	> 70 %	70-100 %	40-70 %	0-40 %
Light conditions	Daylight	Darkness	---(2)	Daylight	Darkness	---(2)
Superstructure icing $I_{ci,rel}$ (cm/h)	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$
Wind Chill T_{wc} (W/m^2)	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$

1. No wave data available for ice concentrations > 40 %

2. Visibility and operational light conditions are considered as impaired only as lighting equipment and infrared sensors can be used to locate oil spills

Table 3-7 Operational limitations applied for containment booming

Environmental parameter	CONTAINMENT BOOMING (DIAMETER = 350 - 500 MM)		
	Favorable	Impaired	Ineffective
Wind W_s (m/s)	$W_s < 3,5$	$3,5 \leq W_s \leq 8$	$W_s > 8$
Significant wave height H_s (m); average wave period T_m (s)	$H_s < 0,5$	$0,5 \leq H_s \leq 1$	$H_s > 1$
Ice coverage	0-10 %	10-40 %	> 40 %
Light conditions	Daylight	Darkness	---(2)
Superstructure icing $I_{ci,rel}$ (cm/h)	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$
sWind Chill T_{wc} (W/m^2)	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$

1. No wave data available for ice concentrations > 40 %

2. Visibility and operational light conditions are considered as impaired only as lighting equipment and infrared sensors can be used to locate oil spills

Table 3-9 Operational limitations applied for application of dispersants

Environmental parameter	DISPERSANTS APPLICATION BY SHIP			DISPERSANTS APPLICATION BY AIRCRAFT		
	Favorable	Impaired	Ineffective	Favorable	Impaired	Ineffective
Wind W_s (m/s)	$W_s < 15$	$15 \leq W_s \leq 20$	$W_s > 20$	$W_s < 15$	$15 \leq W_s \leq 20$	$W_s > 20$
Significant wave height H_s (m); average wave period T_m (s)	$H_s \leq 5$		$H_s > 5$	$0,3 \leq H_s \leq 5$	$H_s < 0,3$	$H_s > 5$
Ice coverage	0-40 %	40-70 %	> 70 %	0-10 %	10-40 %	> 40 %
Ceiling				$> 300m$		$\leq 300m$
Light conditions	Daylight	Darkness	---(2)	Daylight	Darkness	---(2)
Superstructure icing $I_{ci,rel}$ (cm/h)	$I_{ci,rel} < 0,7$	$0,7 \leq I_{ci,rel} \leq 2$	$I_{ci,rel} > 2$	-	-	-
Wind Chill T_{wc} (W/m^2)	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$	$T_{wc} < 1000$	$1000 \leq T_{wc} \leq 1600$	$T_{wc} > 1600$

Figur 7. De forskellige teknikkers operationelle vindue, hentet fra Forsvarets rapport Risk reduction and oil spill response – Greenland Oil spill contingency study for Greenland (DNV GL 2015b).

En anden virksomhed har udviklet en ubemandet båd, Vorax, med et dysesystem, som gør det muligt at dispergere olien uden brug af dispergeringsmidler, men ved brug af det som udviklerne kalder mekanisk dispergering (<https://blueimpact.tech/#main/home>).

Inden for afbrænding af olie er der bl.a. arbejdet med udvikling af et dronesystem, som kan benyttes i forbindelse med antændelsen af olien. Senest er der også foretaget et feltforsøg med afbrænding af olie på kysten, hvor effektivitet og miljøeffekter er studeret (Fritt-Rasmusen et al. in prep. og Wegeberg et al. in prep.).

De nævnte teknikker er alle på et relativt tidligt stadie, men kunne have potentiale for de grønlandske forhold. Det er derfor vigtigt at holde sig ajour inden for feltet.

3.4 EOS

Som nævnt ovenfor, vil man i tilfælde af et akut oliespild foretage en SIMA (Spill Impact Mitigation Assessment). Ved en SIMA afvejes de miljømæssige fordele og ulemper ved brug af de forskellige bekæmpelsesmetoder i den pågældende situation med henblik på at minimere de samlede miljømæssige effekter, af både det aktuelle oliespild og de mulige bekæmpelsesmetoder.

I modsætning hertil er en EOS (Environment & Oil Spill Response - an analytic tool for environmental assessments to support oil spill response planning, <https://bios.au.dk/raadgivning/greenland/olie-og-miljoe/eos-environment-oil-spill-response/>) en skrivebordsanalyse, der udføres med henblik på en miljømæssig vurdering af hvorvidt det kan anbefales, at anvende de specifikke oliespildsbekæmpelsesteknikker i et/en givent område/region i forhold til årstid. Der er tale om en miljøgevinstanalyse, der udføres på basis af oliespildsscenarioer for området/regionen og altså ikke i forbindelse med et akut oliespild. Med andre ord er en EOS et planlægningsværktøj.

En EOS analyse kan bidrage til at udvikle en oliespildsbekæmpelsesstrategi og dermed forbedre beredskabssituationen for det pågældende område. Ligeledes, i forbindelse med udvikling af nationale så vel som internationale oliespildsberedskabsplaner, kapacitetsopbygning, herunder indkøb og placering af udstyr, vedligehold samt uddannelse af personel, kan en EOS analyse udføres. Analysen kan også anvendes til at opnå enighed mellem fx stater om hvilke bekæmpelsesmetoder, der potentielt kan anvendes på forskellige årstider og i hvilke situationer. Hovedmålet med at gennemføre en EOS er således at være optimalt forberedt til bekæmpelse af et oliespild og hermed afkorte responstider og minimere miljøeffekter.

En EOS samler den foreliggende viden (ekspert- og publiceret viden, samt lokalviden) omkring miljøet i det pågældende område samt viden om miljøeffekter af de forskellige oliespildsbekæmpelsesmetoder. Herunder viden om forekomsten af arter, biodiversitet (over, på og i vandet samt på havbund og kyster) og økotoksikologisk viden om olie (naturlig og kemisk dispergeret olie samt olieafbrændingsrester).

Der er fornylig udført en EOS for Store Hellefiskebanke ved Grønlands vestkyst (Wegeberg et al. 2016).

4 Notat B1: Biologisk vigtige og følsomme områder i Grønland

Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) og Grønlands Naturinstitut (GN) har i flere sammenhænge, arbejdet med identifikation af biologisk vigtige marine områder i Grønland. Mange af disse områder er identificeret som værende følsomme eller særligt følsomme over for oliespild. Nedenfor opridses i underafsnit de vigtigste eksempler på projekter / indsatser, hvor DCE og GN har arbejdet direkte med udpegning af vigtige og sårbare marine områder i Grønland. Baggrunden er den viden, som DCE og GN har samlet i forbindelse med strategiske miljøvurderinger, kortlægning af områder følsomme over for oliespild og generel kortlægning af flora og fauna i forbindelse med den miljørådgivning, der gives til de grønlandske råstofmyndigheder. Endvidere er GNs data i forbindelse med den biologiske rådgivning om udnyttelsen af levende ressourcer inkluderet. Udpegningen af vigtige og sårbare marine områder har i høj grad fulgt internationale kriterier (se Tabel 3). Bemærk her, at kriterierne ofte er sammenfaldende, hvorfor en udpegning efter de forskellige sæt af kriterier kan sammenlignes.

Tabel 3. Sammenligning af nogle af de mest anvendte internationale kriterier til identifikation af biodiversitetsmæssige og økologisk vigtige områder. Bemærk at CBD's EBSA kriterier, IUCN's MPA kriterier og IMO's PSSA kriterier er rettet mod marine områder, Ramsar-konventionens er rettet mod vådområder (langs kyster og i land), mens IUCN's KBA kriterier er rettet mod terrestriske områder (efter IUCN 2010, AMAP/ CAFF/ SDWG 2013, Langhammer et al. 2007, CBD – COP 9 Decision IX/20 – Marine and coastal biodiversity <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=11663>, IMO 2002 og Ramsar 1999 & 2005). Forkortelserne er forklaret i afsnittet "Forkortelser".

CBD- EBSA	IUCN – MPA	Ramsar	IUCN KBA	IMO (PSSA)
<i>Enestående/sjældent</i> ; "Det eneste af slag-sen". Sjældne eller truede habitater/arter, der forekommer i ét område.	Unikke geologiske forekomster, sjældne biogeografiske kvaliteter eller unikke habitater.	Unikke vådområdetyper.	Områder der er "uerstattelige" for bevarelsen af biodiversiteten.	Et unikt eller sjældent økosystem ("one of its kind"),
<i>Truede eller sjældne arter eller habitater</i> : Truede eller sjældne arter eller habitater, eller arter eller habitater i tilbagegang.	Habitater for sjældne eller truede arter.	Område der levested for sjældne eller truede arter.	Et område hvor globalt truede eller endemiske arter regelmæssigt forekommer i et signifikant antal.	Tilstedeværelse af sjældne arter.
<i>Diversitet</i> : Et område, med høj mangfoldighed af arter, økosystemer, habitater eller genetisk diversitet	Områder med høj grad af genetisk diversitet og områder med varierede habitater		Områder der huser et stort antal arter.	Område med exceptionel mangfoldighed; arter, genetisk, økosystemer, habitater og/eller samfund.
<i>Produktivitet</i> : Et område, som har en særlig høj naturlig biologisk produktivitet.	Økologiske processer eller systemer der er afgørende for arters overlevelse	Områder med et højt fødegrundlag for fisk.		<i>Produktivitet</i> : Et område, som har en særlig høj naturlig biologisk produktions-rate. fx. oceaniske frontsystemer, "upwelling"-områder.
<i>Særlig vigtig for bestemte livsstadier</i> : Blandt andet kritiske gyde-, yngle- eller opvækstområder, samt vandrings korridorer.	Yngle-, føde-, eller rasteområder eller "nursery sites"	Områder der understøtter plante eller dyrearters livsstadier (1 % af en arts pop.) eller hvor der regelmæssigt opholder sig mindst 20.000 vandfugle. Grundlag for fiske-populationer eller vandfugles migration.	Område som regelmæssigt huser en stor andel af en arts population (fx. fældeområder, yngleområder m.v.)	<i>Gydning og ynglen</i> : Kritisk gyde- eller yngleplads eller opvækstområde. Også vandringsruter og kritiske habitater for fiskearter.
<i>Naturlighed</i> : Et område med naturlighed som følge af ingen eller få menneskeskabte forstyrrelser.	Naturlighed. Område som er uforstyrret.			<i>Naturlighed</i> : Et område, som har været udsat for relativt få menneskeskabte forstyrrelser eller nedbrydning.
<i>Sårbarhed/Skrøbelighed</i> : Sensitive eller skrøbelige habitater, biotoper eller arter, med langsom regenereringstid.				<i>Skrøbelighed</i> : Et område, som er særligt følsomt over for naturlig eller menneskeskabt nedbrydning.

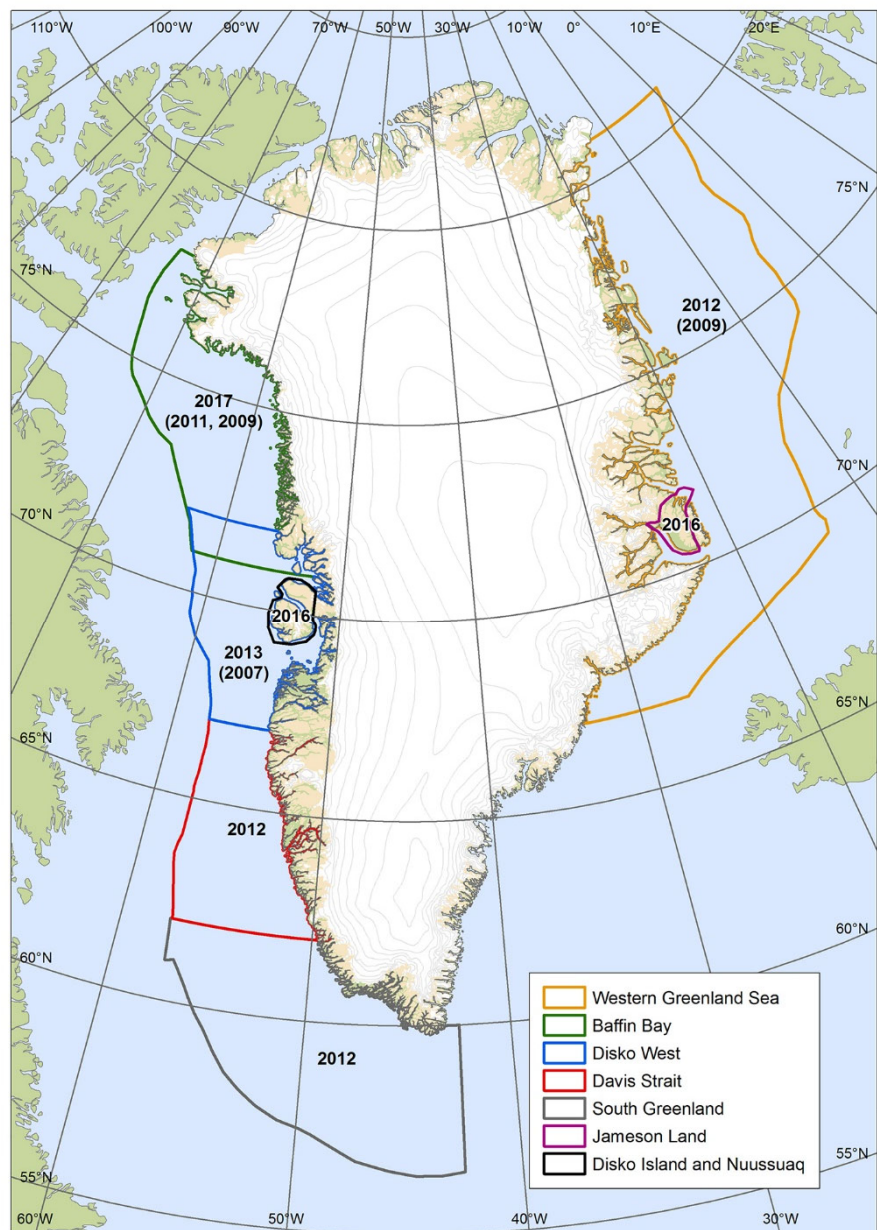
Tilstedeværelse af habitat som er biogeografisk repræsentativ. Sjældne biogeografiske kvaliteter.	Område der udgør et repræsentativt eksempel på en sjælden vådområdetype indenfor en biogeografisk region.		Et område, som enten indeholder sjældne biogeografiske kvaliteter eller er biogeografisk repræsentativt.
		Et område/områder som huser en signifikant andel af en gruppe arter som er knyttet til en bestemt type økosystem.	<i>Afhængighed og integritet:</i> Område hvor økologiske processer er afhængige af den biologiske struktur eller en biologisk funktionel enhed.

4.1 Strategiske Miljøvurderinger for marine områder i Grønland

Strategiske Miljøvurderinger (SMV, <http://bios.au.dk/raadgivning/greenland/olie-og-miljoe/raadgivning/udredninger-og-notater/>) udarbejdes af DCE og GN i forbindelse med åbning af grønlandske havområder for olieefterforskning/udvindingstilladelser, hvor de skal indgå i grundlaget for de politiske beslutninger. De samler den aktuelle miljøviden, som indgår ved myndighedsbehandlingen og -reguleringen af olieselskabernes aktiviteter. Skal der udarbejdes miljøafvejninger i forbindelse med oliespildsbekæmpelse (SIMA Spill Impact Mitigation Assessment / Net Environmental Benefit Analysis, NEBA, Notat A) benyttes den viden også. Endelig står SMV'ernes data til rådighed for de selskaber, der skal udarbejde miljøvurderinger af deres specifikke aktiviteter.

Der foreligger strategiske miljøvurderinger for fem havområder og to landområder (se Figur 8) og mange af de data der indgår heri er geo-refereret og gemmes i GIS-databaser.

Figur 8. Oversigt over områder i Grønland, hvor der er foretaget Strategiske Miljøvurderinger af aktiviteter i forbindelse med olieefterforskning og -udvinding. Der er fem fra marine områder: 1) Den østlige del af Baffin Bugt (Baffin Bay) (Boertmann & Mosbech 2017), 2) Disko Bugt og store Hellefiskebanke-området (Disko West) (Boertmann et al. 2013a), 3) Davis Stræde (Merkel et al. 2012), 4) Sydvestgrønland (Southwest Greenland) (Frederiksen et al. 2012), 5) Den nordvestlige del af Grønlandshavet (Greenland Sea) (Boertmann et al. 2009). Og to fra landområder: 1) Disko og Nuussuaq (Boertmann et al. 2013b) og Jameson Land (Hansen et al. 2012).



4.2 Kortlægning af kystzonens følsomhed overfor oliespild i Grønland

Som led i miljørådgivningen til de grønlandske myndigheder, har DCE og GN kortlagt den biologiske følsomhed overfor oliespild langs hele den vestgrønlandske kyststrækning (Mosbech et al. 2000, 2004(a,b), Stjernholm et al. 2011, Clausen et al. 2012, 2016; <http://bios.au.dk/raadgivning/greenland/olie-og-miljoe/raadgivning/oil-spill-sensitivity-atlas/>). Disse atlas samler al tilgængelig viden om kystmorfologi, biologi, ressourceudnyttelse og arkæologi og klassificerer kystsegmenter og åbenvandsområder efter deres sårbarhed over for olieudslip på havet. Denne klassifikation vises på kortblade, mens andre kortblade viser kysttopografien, logistik og foreslåede afværgeforanstaltninger ved olieudslip. Kortbladene giver også omfattende beskrivelser af isforhold, klima og oceanografi. Der er i alt udgivet fem atlas, der tilsammen dækker havområderne fra syd for Kap Farvel (62° N) i Sydgrønland til Kap Parry ved Thule (77° N) i nord. Der er desuden yderligere to atlas under udarbejdelse, der dækker østkysten, fra 82° N til Kap Farvel. Atlassene forventes at være klar i foråret 2020.

4.3 Identifikation af vigtige og følsomme marine områder i den grønlandske del af Arktis

Ved det arktiske miljøministtermøde i 2010 i Ilulissat udarbejdede de otte arktiske ministre et Chairs Statement, der opfordrer parterne til at gennemføre en udpegning af områder med øget økologisk og kulturel værdi, og som har behov for beskyttelse mod skibsfart. Som en del af opfølgningen udarbejdede DCE i samarbejde med GN en rapport, der på et biologisk fagligt grundlag identificerer 12 større marine områder i Grønland med tilhørende særligt vigtige kerneområder (Figur 9) (Christensen et al. 2012). Udpegningen foregik efter de kriterier, der anvendes af IMO til udpegning af PSSA områder (Tabel 1) og på grundlag af de data, som indgår i de strategiske miljøvurderinger (Figur 8) og de seks atlas over områder følsomme over for oliespild. Ud fra kriterierne er områderne ligeledes prioriteret indbyrdes, og det er besluttet i Kongerigets Strategi for Arktis (Anon. 2011) at fokusere det videre arbejde på de tre områder, der fremstår som de mest vigtige:

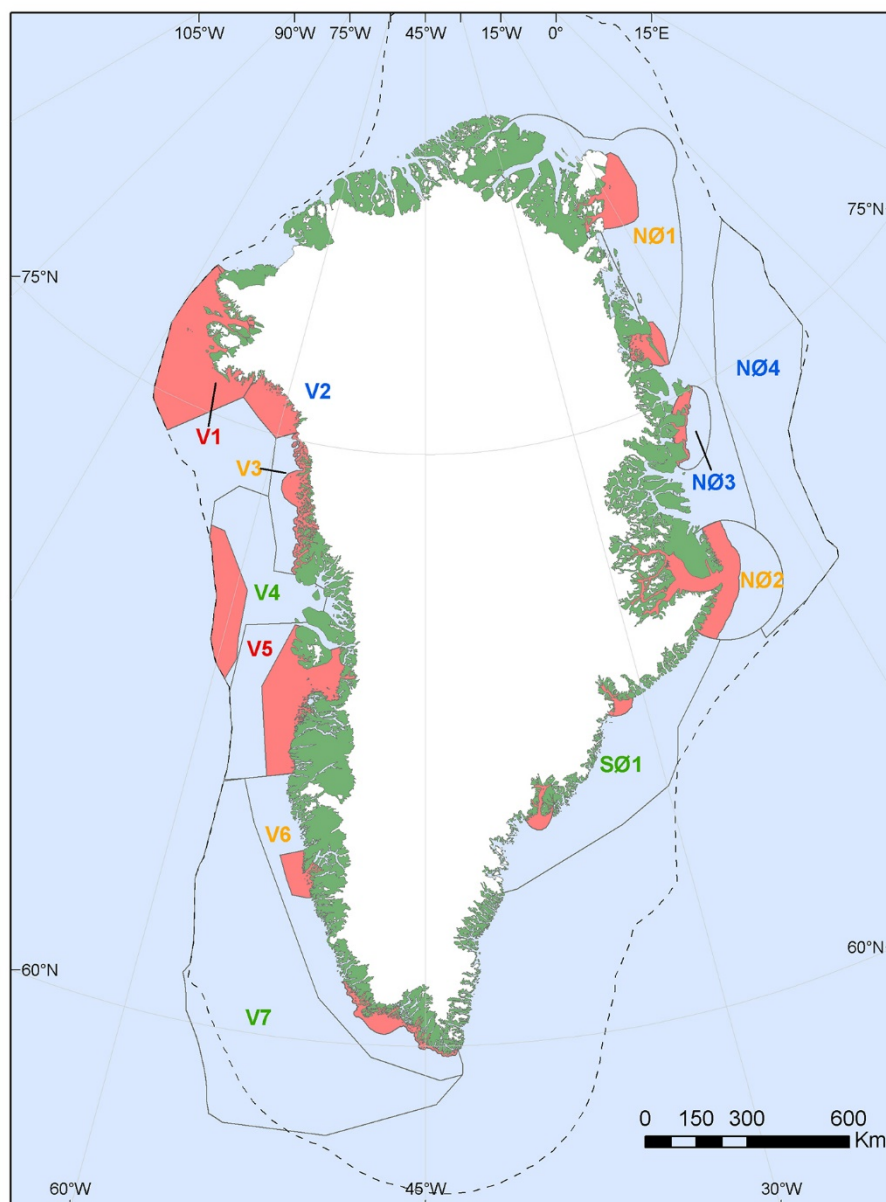
- a) Nordvandspolynyet (ud for Nordvestgrønland),
- b) Disko Bugt og Store Hellefiskebanke (Vestgrønland),
- c) Munden af Scoresby Sund og omkringliggende områder (Østgrønland).

4.4 Identifikation af Arktiske Marine Områder med særlig økologisk og kulturel værdi (AMSA IIc)

I 2009 udarbejdede PAME (Protection of the Arctic Marine Environment) arbejdsgruppen, under Arktisk Råd en omfattende miljøvurdering (Arctic Marine Strategic Assessment – AMSA) af søfarten i Arktis (PAME 2009). Som opfølgning på rapporten (rapportens anbefaling nr. IIc) udarbejdede PAME i 2013 en rapport over vigtige og sårbare havområder i Arktis (AMAP/ CAFF/ SDWG 2013), som alle er identificeret på baggrund af IMO's PSSA kriterier (Tabel 3).

DCE og GN udpegede de grønlandske områder, igen på basis af de data, der indgår i de strategiske miljøvurderinger og de fem atlas over områder følsomme over for oliespild. Områderne (også kaldet AMSA IIc områder) er identiske med de områder, der er identificeret i forbindelse med Christensen et al (2012) (Figur 9).

Figur 9. Foreslået udpegnings af følsomme områder. Områderne er markeret med sorte grænser og inden for de overordnede områder er de særlig vigtige 'kerneområder' markeret med rød raster. Områderne prioriteres i fire kategorier ud fra i hvor høj grad de opfylder IMO's PSSA kriterier (jf. farven på områdenumrene). Prioritet 1: **Rød** - Prioritet 2: **Orange** - Prioritet 3: **Blå** - Prioritet 4: **Grøn**. Bemærk desuden at område V5 Disko Bugt og Store Hellefiskebanke opnår højest prioritet sammen med Nordvandet V1. (Christensen et al. 2012).



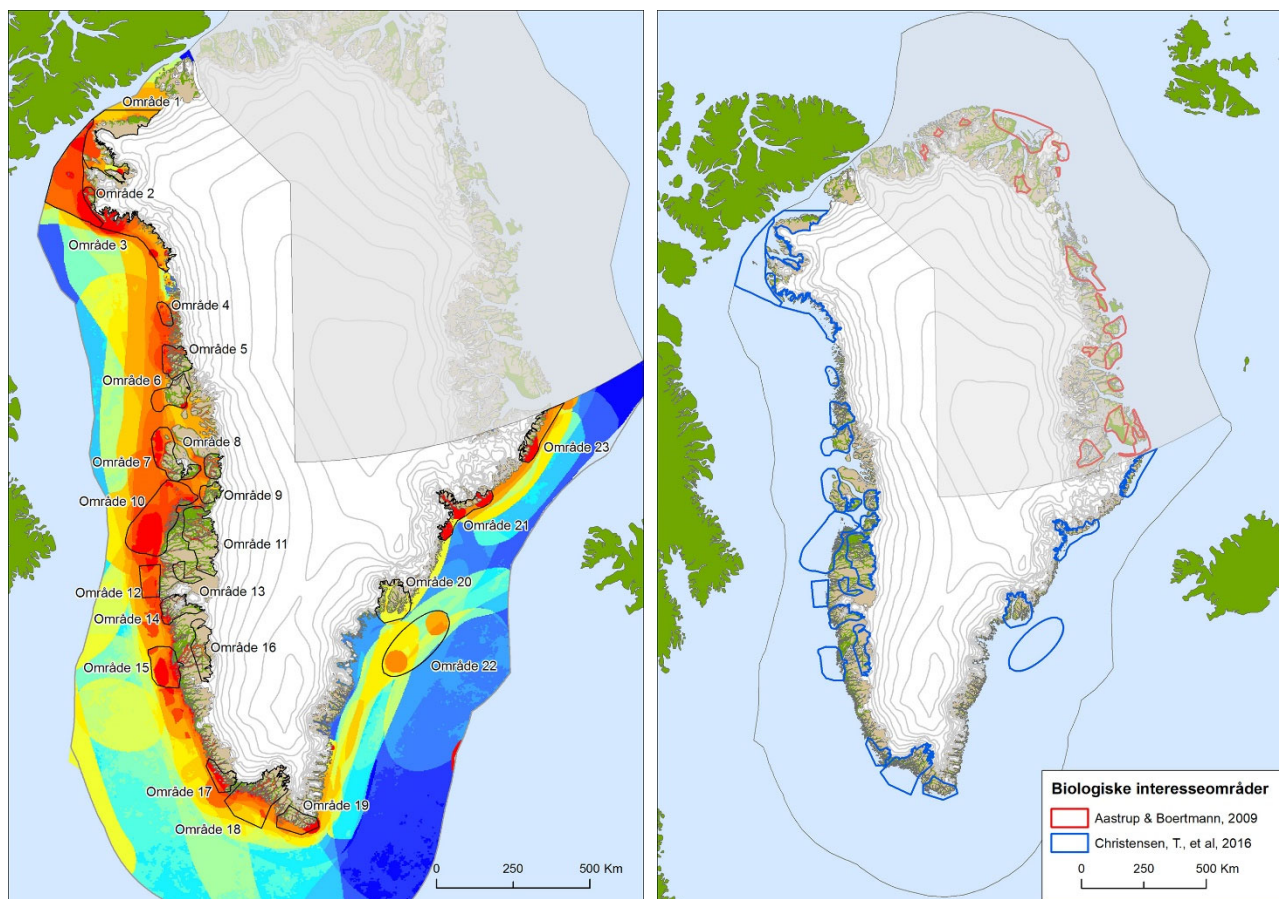
4.5 Biologiske interesseområder i Grønland

Naalakkersuisut har som et led i opfølgningen på 2020 målsætningerne under Konventionen om Biologisk Mangfoldighed (Convention on Biological Diversity - CBD) igangsat et arbejde om prioritering af beskyttelsesindsatsen for vigtige områder for arter og naturtyper. Grundlaget for arbejdet er primært to rapporter, der tilsammen giver et overblik over den eksisterende viden om vigtige områder for en lang række arter og økosystemkomponenter, og dermed om biologiske interesseområder i Grønland.

De biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland er atter udpeget af DCE og GN med udgangspunkt i de samme data som ovenfor (Christensen et al. 2016). En lang række vigtige områder for de enkelte arter og økosystemkomponenter (overvintringsområder, yngleområder, fourageringsområder, trækkorridorer, særligt produktive områder mv.) blev identificeret med de i Tabel 1 listede kriterier suppleret med nationale prioriteringer/kriterier. Alle disse områder blev derpå samlet og analyseret med en "GIS overlay analysis" og 23 biologiske interesseområder blev identificeret (Figur 10A).

En lignende kortlægning er foretaget i Nationalparken i Nord- og Østgrønland (Aastrup & Boertmann 2009), dog uden den GIS baserede analyse.

Også her er en række artsspecifikke kerneområder og naturtyper kortlagt og der er identificeret i alt 16 biologiske interesseområder, hvoraf nogle er kystnære marine områder. De tilsammen 39 områder er vist i Figur 10B.



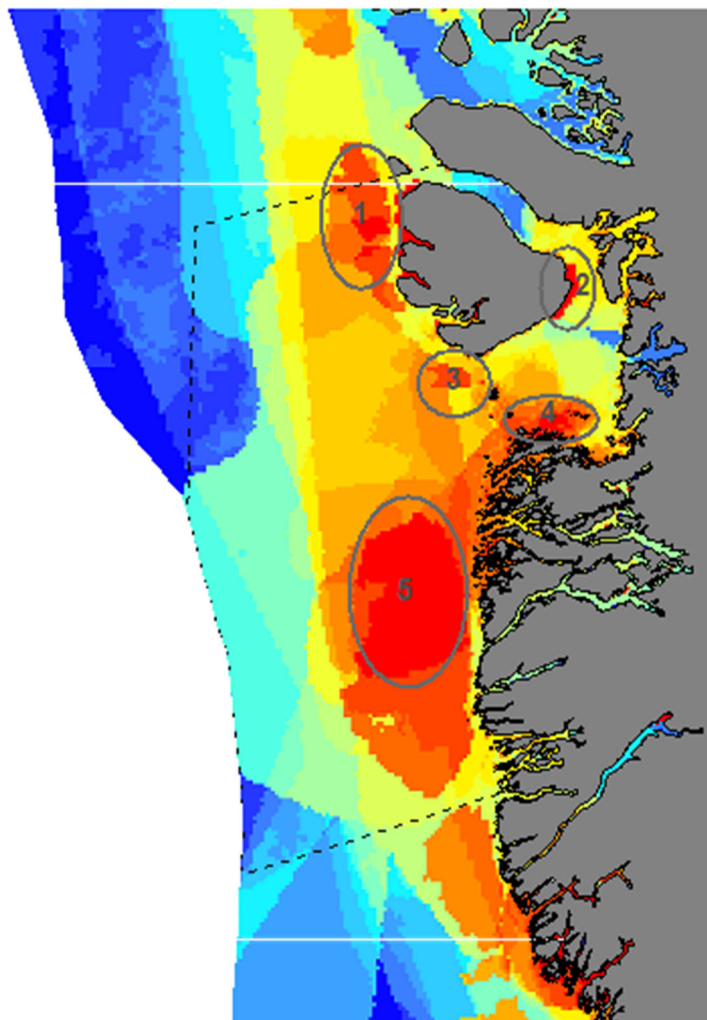
Figur 10. A) Resultat af en GIS-baseret "overlay-analysis" af rumlige data for en række biologiske temaer der er gennemgået i Christensen et al. (2017). De anvendte rumlige data er vægtet individuelt i forhold til opstillede kriterier for identifikation af biologiske interesseområder. De 23 identificerede interesseområder er vist med sort. Det bør tilføjes, at data ikke for alle temaer findes homogent over hele området og at kortet kun illustrerer fordelingen af eksisterende data med deres respektive vægtninger. Områder med lave værdier kan således både være områder, hvor der findes få data eller områder, der har opnået lave værdier med de valgte vægtninger. Tematiseringen på figuren er foretaget ud fra 5 %-procentiler, således at hver farve ideelt set dækker 5 % af arealet. Den mørkerøde farve dækker de 5 % af arealet, der scorer højest i analysen og dermed har den største "biologiske værdi" ud fra de givne kriterier. B) Kortlægningen af biologiske interesseområder i Grønland baseret på Aastrup & Boertmann (2009), samt Christensen et al. (2016). En evaluering af mulige biologiske interesseområder i de marine områder uden for tre-sømilegrænsen i Nord- og Østgrønland er pt. under udarbejdelse.

4.6 Store Hellefiskebanke, Disko Bugt og Nordvandet

I Disko Bugt og Store Hellefiskebanke-området er der i finere skala end ovenfor beskrevet, set nærmere på, hvor der findes vigtige og følsomme områder. For at vurdere områdets følsomhed over for miljøpåvirkninger fra sejlads, er arternes og økosystemkomponenternes specifikke følsomhed over for blandt andet oliespild gennemført som en overbygning på den rumlige analyse (Christensen et al. 2015).

Analysen udpeger fem delområder (Figur 11), hvor der er grundlag for skærpet opmærksomhed i forhold til påvirkninger fra skibsfart. Oliespild er den af de skibsafløede miljøpåvirkninger, som området er mest følsomt overfor. Arbejdet påpeger desuden, at den tilgængelige viden om spredning, fordeling og effekter i forbindelse med et eventuelt spild af tung bunkerolie i Grønland er mangelfuld.

Figur 11. Resultat af en GIS-baseret "overlay-analyse" af rumlige data for en række biologiske temaer og deres følsomhed overfor skibsafløede miljøpåvirkninger i Disko Bugt og Store Hellefiskebanke (Christensen et al. 2015). Den mørkerøde farve dækker de 5 % af arealet, der ifølge analysen har den største biologiske følsomhed overfor skibsafløede miljøpåvirkninger, herunder oliespild. Fem delområder er vist, og her er der grundlag for skærpet opmærksomhed i forhold til påvirkninger fra skibsfart.



5 Notat BII: Tung bunkerolie i kolde miljøer og mulige miljøkonsekvenser

Dette notat BII analyserer og gennemgår viden om effekter af et oliespild af tung bunkerolie (HFO) i arktiske (kolde) miljøer, herunder særlige problemstillinger i relation til biologisk vigtige og sårbare marine områder.

5.1 Generelt om tung bunkerolie

Tung bunkerolie har flere betegnelser og på dansk bruges også svær fyringsolie og tung skibsolie. På engelsk benyttes betegnelsen 'heavy fuel oil' forkortet HFO. Der er utallige betegnelser på de enkelte produkter – i USA fx No. 5 fuel, No. 6 fuel, bunker B, bunker C og i UK class G og class H.

Tung bunkerolie benyttes som brændstof i mange større skibe og også i større anlæg på land. Den fremstilles ved at blande restprodukter fra råolieraffinering med lettere destillater til den ønskede kombination opnås. Der findes dog ingen standarder for blandingerne, hvilket betyder at oliernes fysiske og kemiske egenskaber varierer afhængigt af den oprindelige råolie, raffineringsprocessen og det tilsatte destillat (Moldestad et al. 2007).

Til at klassificere bunkerolier benyttes ofte "Intermediate Fuel Oil (IFO) Grade system", hvor viskositeten (cSt) ved 50 °C er specificeret. I dag er IFO180 og IFO380 de mest anvendte bunkerolier på større skibe. Fordelingen mellem det totale volumen af bunkerolie benyttet på verdensplan er ca. 75 % IFO380 og 25 % IFO180 (Lewis 2002). Polaroil står for det primære salg af brændstof, herunder bunkerolier, i Grønland og firmaet sælger ca. 15000 tons tungolier (både IFO380 og IFO180) pr. år (Lindegård pers. med. 2016).

En væsentlig egenskab ved tung bunkerolie er den høje viskositet, som medfører, at den må opvarmes for at blive mere flydende, sådan at den kan pumpes fra tank til tank eller til den motor, hvor den skal benyttes. Dette behov for opvarmning er typisk højere i kolde områder som Grønland.

I MARPOL, Annex 1, regulation 43 vedrørende beskyttelse af Antarktis fra olieforurening fra tung bunkerolie, defineres tung bunkerolie på følgende måde (IMO 2011):

- *crude oils having a density higher than 900 kg/m³ at 15 °C;*
- *oils other than crude oils, having a density, higher than 900 kg/m³ at 15 °C or a kinematic viscosity, higher than 180 mm²/s at 50 °C;*
- *or bitumen, tar and their emulsions.*

De særlige miljøproblemer ved brug af tung bunkerolie hænger sammen med 1) oliens fysiske egenskaber – høj densitet (0,92-1,02 kg/L (O'Brien 2002)), høj viskositet og et højt hældepunkt ("pour point") og 2) med dens ofte høje indhold af svovl og kvælstof. Både svovl og kvælstof findes i fossile brændsler og bliver derved i forbindelse med forbrænding oxideret og udledt til atmosfæren som SO_x og NO_x. Svovl- og kvælstofindholdet er normalt væsentligt højere i HFO end i lettere olier, og det medfører højere udslip af SO_x, NO_x og desuden af sod (black carbon BC). Disse udledninger kan medføre betydelig luftforurening særligt i områder med høj aktivitet (DNV 2011). Et fænomen

som arktisk dis⁴ hænger bl.a. sammen med udstødning fra maskineri, og her kan afbrænding af tung bunkerolie være en væsentlig kilde (DNV 2011). Sod er desuden et særligt problem i Arktis, fordi det sætter sig på is- og sneoverflader og her nedsætter albedo og dermed bidrager til opvarmning og afsmeltning (DNV 2011). MARPOL Annex VI er netop indført med skærpede krav for at reducere den globale emission af NO_x og SO_x. For at imødekomme de skærpede krav er der udviklet en nye type brændstof; hybridolier. Der foreligger endnu meget få miljøundersøgelser af disse olier, men overordnet er der, som for HFO, stor variation på de forskellige typer både i forhold til opførsel i havet og i forhold til miljøeffekter.

For at forstå hvilke problemer, der er forbundet med et spild af tung bunkerolie, er det desuden nødvendigt at kende til de forvittringsprocesser (se Figur 6), der finder sted efter olien er spildt i havmiljøet og hvordan oliens egenskaber derved ændres over tid. Forvittringsprocesserne og disses omfang er afhængige af vind og vejr i den specifikke situation samt af den faktiske oliens egenskaber. Meget af den eksisterende viden omkring bunkeroilers skæbne i et koldt miljø, som det grønlandske, er baseret på modelberegninger samt laboratorie- og feltforsøg, da der ikke har været egentlige oliespild med tung bunkerolie i arktiske områder. Der foreligger dog data og viden fra oliespild med tung bunkerolie i kolde norske farvande, hvor forholdene kan minde om de arktiske. Baseret herpå er der følgende forventninger til bunkersoliens skæbne og ændringer af egenskaber i et koldt grønlandsk havmiljø:

Generelt ændrer forvittringsprocesserne bunkersoliens egenskaber, sådan at både viskositet og densitet vil stige. Hælepunktet vil også stige, særligt for de typer som har et højt indhold af voksforbindelser.

Spildes tung bunkerolie i det marine miljø medfører de fysiske egenskaber, at den ikke umiddelbart spredes så meget på havoverfladen som en lettere olie. Den vil brydes op i mindre, klistrede og tjæreagtige stykker/klumper frem for at spredes i et tyndt mere eller mindre sammenhængende lag på vandoverfladen (Moldestad & Resby 2001). Sådanne klumper kan drive langt med vind og strøm. Visse typer af bunkeroiler har så høj en densitet, at de kan synke, hvilket sås ved spildet fra Baltic Carrier ved Møn i marts 2001 (Storstrøms Amt 2007).

Den naturlige dispergering (nedblanding induceret af vind og bølgebevægelse) af tung bunkerolie i vandsøjlen vil være reduceret, sammenlignet med lettere olietyper, især på grund af den høje viskositet, der hæmmer den dråbedannelse der er nødvendig for dispergering. Opløsning og fortynding i havet vil også være reduceret på grund af et lavt indhold af vandopløselige forbindelser. Fordampningen af lette fraktioner vil være relativt meget mindre end for de lettere olietyper, fordi andelen af lette fraktioner i den tunge olie er mindre. Hvor stor en del der fordampes fra en tung olie på havfladen, vil være bestemt af destillatets sammensætning. I tillæg vil den begrænsede spredning (og dermed mindre overflade) af tung bunkerolie bidrage til en reduceret fordampning.

En anden vigtig proces, der indledes så snart olie spildes på havoverfladen, er emulsionsdannelse, hvor vanddråber emulgeres ind i olien (water-in-oil

⁴ Arktisk dis (Arctic haze), en ophobning af udstødningsgasser og andre aerosoler i atmosfæren

emulsion) hvorved oliens volumen øges. Tunge bunkerolier kan optage relativt store mængder vand, typisk mellem 20 og 50 %, men op til 70-80 % er påvist. Dette står i modsætning til de lette olietyper, som optager mindre vand. Emulgeringsprocessen sker langsomt, over timer og dage.

Endelig må det forventes, at den biologiske nedbrydning foregår langsomere sammenlignet med nedbrydningen af lettere olieprodukter, men de få studier der belyser dette, viser dog stor variation (Fritt-Rasmussen et al. 2018).

Bidragende til de særlige miljøproblemer ved spild af tung bunkerolie er også, at spildet er vanskelig at bekæmpe. Dette er både gældende for opsamling ved brug af mekaniske metoder (pumpning, skimmer), men det gælder også for kemisk dispergering og afbrænding (in situ burning, ISB). Dette skyldes oliens fysiske egenskaber, både som frisk olie og i særdeleshed efter forvitring og emulgering i miljøet over tid (Fritt-Rasmussen et al. 2018).

På grund af de særlige miljøproblemer ved brug af tung bunkerolie, må det ikke benyttes eller transporteres i Antarktis, jvf. MARPOL konventionens Annex I. Den internationale skibsfartsorganisation (IMO, Marine Environment Protection Committee (2017/18)) – støttet af arbejdsgruppen under Arktisk Råd: Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) og EU-parlamentet – anbefaler nu, at man ikke benytter eller fragter HFO i skibe, der besejler arktiske områder. PAME har desuden i de senere år udarbejdet assessments vedr. HFO i relation til skibstrafik, risiko og miljøeffekter og herunder bl.a. udledninger af sod til luften i Arktis (se bl.a. følgende referencer PAME (2016), PAME II (2016), (DNV 2013)).

5.2 Analyse af miljøeffekter ved et spild med tung bunkerolie i marine områder i Grønland

Store olieudslip er en væsentlig trussel mod arktiske marine økosystemer (AMAP 2010, PAME 2009), og kilderne til oliespild i havmiljøet er uheld i forbindelse med efterforskningsboringer eller skibstrafik. Spild af tung bunkerolie i arktiske farvande vil stamme fra skibsfarten. Konsekvenserne af et olie-spild kan være vidtrækkende og langvarige alt afhængig af, hvilken type olie der spildes, af vejrforhold og af områdets følsomhed over for olie. Følsomheden inden for et område kan variere meget med årstiden herunder forekomsten af fx havfugle, hvaler, fiskeyngel, vandlopper mm.

Lette og flygtige olietyper som marin diesel forsvinder ofte hurtigt (dage) fra havoverfladen ved fordampning og nedblanding i vandsøjlen, hvorimod de tungere olietyper og i særlig grad tung bunkerolie ligger længe på havoverfladen (som beskrevet ovenfor). Tung bunkerolie udgør således især en fare for organismer, der opholder sig på eller gennembryder havoverfladen, så som havfugle og havpattedyr (Fritt-Rasmussen et al. 2018). Organismer i vandsøjlen er mindre udsatte på grund af den i forhold til de lettere olietyper begrænsede dispergering og opløsning af giftige komponenter. Norske målinger har vist, at koncentrationen af oliestoffer efter spild med HFO i vandet er lave og primært forekommer kort tid efter spildet er sket (Boitsov et al. 2012). Det skal imidlertid pointeres, at disse måleresultater er fra hændelser, hvor spild er foregået ved lokaliteter med kraftig bølgegang og et stort vandskifte.

Vind og havstrømme kan transportere oliespild på havoverfladen over store strækninger. Hvis tung bunkerolie når ind til kyster og lavvandede områder, vil organismene her også blive kraftigt påvirket. Generelt er kyster og kystnære farvande mere følsomme over for oliespild end det åbne hav. Det hænger sammen med, at der langs kysterne og i lavvandede områder ofte er et rigt dyre- og planteliv (fuglekoncentrationer, rige samfund af bunddyr og udstrakte tangskove), som kan blive eksponeret. For olie, der rammer kysten, er der desuden stor risiko for indlejring i sedimentet, hvor olie kun nedbrydes meget langsomt og kan have langvarige effekter på organismene (Shigenaka 2014).

Olie, herunder også tung bunkerolie, som indefryses i havisen kan udgøre en risiko for organismer tilknyttet havisen og kan efterfølgende, når olien frigives fra isen det efterfølgende forår, udgøre en risiko for det omgivende miljø.

Som det ses af kortene på Figur 9 og 10, er en række områder identificeret som særlig vigtige på baggrund af områdernes biologiske forekomster. En række områder er desuden identificeret som særlig følsomme over for miljøpåvirkningerne fra skibsfart, og det er i høj grad fra oliespild. De områder, hvor der er store koncentrationer af dyreliv, vil være særligt følsomme over for spild af tung bunkerolie.

5.3 anbefalinger vedrørende brug af HFO i Grønland

På baggrund af ovenstående beskrivelser af HFOs fysiske og kemiske egenskaber og dets miljøpåvirkninger opsummeres følgende vedrørende brug af HFO i Grønland:

- Miljøeffekterne af et HFO-spild i havmiljøet må forventes at blive mere omfattende og længerevarende (år / årtier) end effekterne af et spild af lettere olietyper. De afledte effekter på vigtige områder og aktiviteter i kystområderne herunder bl.a. fangst og fiskeri må også forventes at blive mere omfattende.
- Mulighederne for bekæmpelse (mekanisk, dispergering og ISB) er meget vanskeligere, når der er tale om HFO, og det vil være særligt krævende for udstyr og mandskab at oprense større spild af tung bunkerolie.
- De miljømæssige effekter ved brug af HFO er mere omfattende end effekterne ved brug af lettere olietyper.

DCE har på denne baggrund i flere sammenhænge anbefalet, at HFO ikke benyttes eller transporteres i grønlandske farvande, og der er i dag bestemmelser om, at HFO ikke må benyttes i forbindelse med offshore olieefterforskning. Denne anbefaling fastholdes i nærværende rapport.

6 Referencer

AECO's Guideline for Expedition Cruise Operations in the Arctic.
(<https://www.aeco.no/guidelines/operational-guidelines/>)

AMAP 2010. Assessment 2007: Oil and Gas Activities in the Arctic. – Effects and Potential Effects. Vol. 1 and Vol. 2. – Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. <http://www.amap.no/oga/>

AMAP/CAFF/SDWG (Part A: Skjoldal HR, Thurston D, Mosbech A, Christensen T, Gavrillo M, Andersen J & Falk K) 2013. Identification of Arctic marine areas of heightened ecological and cultural significance: Arctic Marine Shipping Assessment (AMSA IIc). Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo. 114 pp. ISBN-978-82-7971-081-3
<http://www.amap.no/documents/download/1548>

Anon 2011. Kongeriget Danmarks Strategi for Arktis 2011–2020. – ISBN: 978-87-7087-559-2.

ARRT (Alaska Regional Response Team) 2008. In situ burning guidelines for Alaska. Revision 1. iv + 66 pp.

Beyer J, Trannum HC, Bakke T, Hodson P, Collier TK. 2016. Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. – Marine Pollution bulletin 110, 28-51.

Boertmann D, Mosbech A, Johansen P & Petersen H 1998. Olieeftersforskning og Miljø i Vestgrønland. –Danmarks Miljøundersøgelser 1998, ISSN: 0909-8704, ISBN: 87-7772-369-4.

Boertmann D, Mosbech A, Schiedek D & Johansen KL 2009. The western Greenland Sea: A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the KANUMAS East area. – National Environmental Research Institute, Aarhus University (NERI Technical Report; 719).

Boertmann D & Mosbech A (eds) 2011. Eastern Baffin Bay - A strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy no. 9.

Boertmann D, Mosbech A, Schiedek D & Dünweber M (eds) 2013a. Disko West. A strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 71.

Boertmann B, Mosbech A, Schiedek D & Dünweber M (eds) 2013b. Disko West. A strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, nr. 71. 306 pp.

Boertmann D & Mosbech A (eds) 2017. Baffin Bay. An updated strategic environmental impact assessment of petroleum activities in the Greenland part of the Baffin Bay. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 215, 319 pp.

Brakstad OG, Lewis A & Beegle-Krause CJ 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 (2018) 346–356, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.07.028>

Brandvik PJ, Sørheim KR, Singsaas I & Reed M 2006. Short state-of-the-art report on oil spills in ice-infested waters, Final. SINTEF report no. A06148 Open, SINTEF Materials and Chemistry. – *Marine Environmental Technology*, Trondheim, Norway, 1-59

Buist I, Majors L, Linderman K, Dickins D, Mullin J & Owens C 2003. Tests to determine the limits to in situ burning of thin oil slicks in brash and frazil ice. – *Proceedings of the 26th Arctic Marine Oil Spill Programme (AMOP) Technical Seminar*, Environment Canada, pp.629-649.

Burger J & Gochfeld M 2002. Effects of chemicals and pollution on seabirds. In: Schreiber EA, Burger J (eds) *Biology of marine birds*. – CRC Press, Boca Raton, FL, p 485-525.

Boitsov S, Klungsøyr J, & Dolva H 2012. Erfaringer etter oljeutslipp langs kysten av Norge. Rapport fra Havforskningen, 23–2012. – Havforskningsinstituttet, Bergen.

CBD – Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2005. *Handbook of the Convention on Biological Diversity Including its Cartagena Protocol on Biosafety*, 3rd edition, (Montreal, Canada).

Challenger G & Mauseth G 2011. Seafood safety and oil spills. In: Fingas M (ed.): *Oil spill science and technology*. – Elsevier, p. 1083-1100.

Christensen T, Falk K, Boye T, Ugarte F, Boertmann D & Mosbech A 2012. Identifikation af sårbare marine områder i den grønlandske/danske del af Arktis. – Teknisk Rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 72 pp. <http://www2.dmu.dk/pub/sr43.pdf>

Christensen T, Mosbech A, Geertz-Hansen O, Johansen KL, Wegeberg S, Boertmann D, Clausen DS, Zinglersen KB & Linnebjerg JF 2015. Analyse af mulig økosystembaseret tilgang til forvaltning af skibstrafik i Disko Bugt og Store Hellefiskebanke. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 61 <http://dce2.au.dk/pub/TR61.pdf>

Christensen T, Aastrup P, Boye T, Boertmann D, Hedeholm R, Johansen KL, Merkel F, Rosing-Asvid A, Bay C, Blicher M, Clausen DS, Ugarte F, Arendt, K, Burmeister A, Topp-Jørgensen E, Retzel A, Hammeken N, Falk K, Frederiksen M, Bjerrum M. & Mosbech A. 2016. Biologiske interesseområder i Vest- og Sydøstgrønland. Kortlægning af vigtige biologiske områder. – Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, nr. 89.

Clausen D, Johansen KL, Mosbech A, Boertmann D & Wegeberg S 2012. *Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the West Greenland (68°-72° N) Coastal Zone*, 2nd revised edition. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 44.

Clausen DS, Mosbech A, Boertmann D, Johansen KL, Nymand J, Potter S & Myrup M 2016. Environmental oil spill sensitivity atlas for the Northwest Greenland (75°-77° N) coastal zone. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 196
<http://dce2.au.dk/pub/SR196.pdf>

DNV 2011. Heavy Fuel in the Arctic (Phase 1). Report No./DNV Reg No.: 2011-0053/ 12RJ7IW-4. PAME. <https://www.pame.is/index.php/projects/arctic-marine-shipping/heavy-fuel-in-the-arctic-phase-i>

DNV 2013. HFO in the Arctic – Phase 2. 2013–1542-16G8ZQC-5/1, DNV Doc. No./Report No.: 2013-1542-16G8ZQC-5/1

DNV GL 2015a. Marine Environmental Risk Assessment – Greenland. Report no. 2014-0951, rev. E. Udarbejdet for Defense Command Denmark.
https://www2.forsvaret.dk/nyheder/nationale_opgaver/Documents/FI-NAL%20report_Environmental%20Risk%20Assessment%20Greenland%20DNV%20GL.pdf

DNV GL 2015b. Oil spill contingency study - Greenland. Report no. 2015-0587, Rev. 2. Udarbejdet for Defense Command Denmark.

EMSA (European Maritime Safety Agency). 2010. Manual on the applicability of oil spill dispersants. Version 2. 106 pp.

EOS. 2019. Environment and oil spill response (EOS) - An analytic tool for environmental assessments to support oil spill response planning.
<http://bios.au.dk/raadgivning/greenland/olie-og-miljoe/eos-environment-oil-spill-response/>

Fingas M 2008. A review of literature related to oil spill dispersants, 1997-2008: Report for the Prince William Sound Regional Citizens' Advisory Council (PWSRCAC). 168 pp.

Frederiksen M, Boertmann D, Ugarte F & Mosbech A 2012. Sydgrønland. En foreløbig strategisk miljøvurdering af kulbrinteaktiviteter i den grønlandske sektor af Labradorhavet og den sydøstlige del af Davis Strædet. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 29
<http://www.dmu.dk/Pub/SR29.pdf>

Fritt-Rasmussen J & Brandvik PJ 2011. Measuring ignitability for in situ burning of oil spills weathered under Arctic conditions. From laboratory studies to large-scale field experiments. – Marine Pollution Bulletin, vol. 62, issue 8, pp. 1780-1785.

Fritt-Rasmussen J, Wegeberg S, Gustavson K 2015 Review on Burn Residues from In Situ Burning of Oil Spills in Relation to Arctic Waters. – Water Air Soil Pollution, 226: 329. DOI 10.1007/s11270-015-2593-1

Fritt-Rasmussen J 2017. Part I: Review of techniques for combating oil spill at sea; mechanical recovery, chemical dispersion, in situ burning (ISB). In: Wegeberg S., Fritt-Rasmussen J., Boertmann D. (2017) Oil spill response in Greenland: Net Environmental Benefit Analysis, NEBA, and environmental monitoring. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 221 <http://dce2.au.dk/pub/SR221.pdf>

Fritt-Rasmussen J, Wegeberg S, Gustavson K, Sørheim K R, Daling PS, Jørgensen K, Tonteri O, & Holst-Andersen JP 2018. Heavy Fuel Oils (HFO) A review of fate and behaviour of HFO spills in cold seawater, including biodegradation, environmental effects and oil spill response. – TemaNord report in publication.

Fritt-Rasmussen J, Wegeberg S, Wilms LB, Renvald L, Larsen MB, Geertz-Hansen O, Lassen P & Gustavson K In prep. Coastline in situ burning of oil spills in the Arctic. I. A Greenland field study

Geraci JR, St. & Aubin DJ (eds). 1990. Sea mammals and oil: confronting the risk. – Academic Press, San Diego.

Glover NW & Dickins D 2005. Oil spill response preparedness in the Alaska Beaufort Sea. – PAJ Oil Symposium 2005. P. 1-28

Grønlands Selvstyre 2016. Fuglebekendtgørelsen https://naalakkersuisut.gl/~media/Nanoq/Files/Kundgoerelser/DK/2016/Bekendtgørelser/Bkg%2030_28_12_16_dk.pdf

Hansen J, Asmund G, Aastrup P, Mosbech A, Bay C, Tamstorf M & Boertmann D 2012. Jameson Land. A strategic environmental impact assessment of hydrocarbon and mining activities. – Scientific report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, No. 41.

Holland-Bartels L & Kolak JJ 2011. Chapter 5. Oil spill risk, response, and impact. In: Holland-Bartels L, Pierce B (eds). 2011. An evaluation of the science needs to inform decisions on outer continental shelf energy development in the Chukchi and Beaufort Seas, Alaska. – U.S. Geological Survey, Circular 1370: 109-164.

IMO Polar Code. <http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/polar/Pages/default.aspx>.

IMO 2002: Resolution A.927(22) - guidelines for the designation of special areas under marpol 73/78 and guidelines for the identification and designation of particularly sensitive sea areas iucn/nrdc 2010:

IPIECA 2015. Tiered preparedness and response - Good practice guidelines for using the tiered preparedness and response framework. The global oil and gas industry association for environmental and social issues. IOGP report 526. file:///C:/Users/au465046/Downloads/tiered_preparedness_and_response_2015_r2016.pdf

IUCN/NRDC 2010. IUCN/NRDC Workshop to Identify Areas of Ecological and Biological Significance or Vulnerability in the Arctic Marine Environment, November 2-4, La Jolla. (December 4 draft version).

Kystverket 2014. Beredskapsanalyse for skipstrafikken i områdene rundt Svalbard og Jan Mayen. Kystverket. <https://www.kystverket.no/Beredskap/Brosjyrer-og-publikasjoner/utredninger-og-analyser/Beredskapsanalyse-for-skipstrafikken-i-omradene-rundt-/>

Kystverket 2015. NASJONAL PLAN Beredskap mot akutt forurensning eller fare for akutt forurensning i Norge <https://www.kystverket.no/contentassets/b97dabd0a6144c748edff76638b520d5/nasjonal-plan-utskriftsvennlig.pdf>

Langhammer PF, Bakarr MI, Bennun LA, Brooks TM, Clay RP, Darwall W, De Silva N, Edgar GJ, Eken G, Fishpool LDC, Fonseca GAB, Foster MN, Knox DH, Matiku P, Radford EA, Rodrigues ASL, Salaman P, Sechrest W & Tordoff A.W. 2007. Identification and Gap Analysis of Key Biodiversity Areas: Targets for Comprehensive Protected Area Systems. – Gland, Switzerland: IUCN. - ISBN-13: 978-2-8317-0992-5.

Lewis A 2002. Composition, properties and classification of heavy fuel oils. – Third R&D Forum on High-density Oil Spill Response. Brest March 2002 pp.11-25.

Lewis A & Daling PS 2001. Oil spill dispersants. Alun Lewis. Oil Spill Consultant / SINTEF. 28 pp.

Li K, Caron T, Landriault M, Pare JRJ & Fingas M 1992. Measurement of volatiles, semivolatiles and heavy-metals in an oil burn test. – Proceedings of the 15th Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar, Environment Canada, pp. 561-573.

Lindegaard pers. med. 2016. E-mail kommunikation med Tage Lindegaard daværende Energidirektør i Polaroil, juni 2016.

Merkel F, Boertmann D, Mosbech A & Ugarte F (eds.) 2012. The Davis Strait. A preliminary strategic environmental impact assessment of hydrocarbon activities in the eastern Davis Strait. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 15. <http://www.dmu.dk/Pub/SR>

Moldestad MØ, Lewis A, Hauge M & Røyset J-A 2007. Safety at Sea. Oil Weathering. Demo A: Inventory, Classification and Risk Assessment of Oil Transport on the North Sea. – SINTEF and the Norwegian Coastal Administration (NCA) report.

Moldestad MØ & Resby JLM 2001. Forvitringsegenskapene til IF180 oljer fra Statol, Shell og Esso. – SINTEF Report no. STF66 A00094 (in Norwegian).

Mosbech A, Anthonsen KL, Blyth A, Boertmann D, Buch E, Cake D, Grøndahl L, Hansen K Q, Kapel H, Nielsen S, Nielsen N, Platen F von, Potter S, Rasch, M. 2000. Environmental Oil Spill Sensivity Atlas for the West Greenland Coastal Zone. – National Environmental Research Institute and Geological Survey of Denmark and Greenland in association with AXYS Environmental Consulting Ltd., Institute of Geography University of Copenhagen, Greenland Institute of Natural Resources, SL Ross Environment. 281 s

Mosbech A, Boertmann D, Olsen BØ, Olsvig S, von Platen F, Buch E, Hansen KQ, Rasch M, Nielsen N, Møller HS, Potter S, Andreasen C, Berglund J, Myrup M 2004a. Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the South Greenland Coastal Zone. – National Environmental Research Institute. 611 s.

Mosbech A, Boertmann D, Olsen BØ, Olsvig S, von Platen F, Buch E, Hansen KQ, Rasch M, Nielsen N, Møller HS, Potter S, Andreasen C, Berglund J, Myrup M 2004b. Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the West Greenland (68°-72° N) Coastal Zone. – National Environmental Research Institute. 798 s.

National Research Council 2014. Responding to oil spills in the U.S. Arctic marine environment. National Research Council. Pp. i-196

O'Brien ML 2002. At-sea recovery of heavy oils – a reasonable response strategy? – Third R&D Forum on High-density Oil Spill Response. Brest March 2002 pp.11-25.

OCIMF. The Use of Large Tankers in Seasonal First-Year Ice and Severe Sub-Zero. (<https://www.ocimf.org>)

OCIMF. Offshore Vessel Operations In Ice And Or Severe Sub Zero Temperatures In Arctic And Sub Arctic Regions (<https://www.ocimf.org>)

OCIMF. Northern Sea Route Navigation: Best Practices And Challenges. (<https://www.ocimf.org>)

Otitolaju AA 2010. Evaluation of crude oil degradation under a no-control and dispersant-control settings, based on biological and physical techniques. – International Journal of Environmental Resources 4: 353-360.

PAME 2009. Arctic Marine Shipping Assessment Report (Ellis B & Brigham L (eds). – Arctic Council, April 2009, second printing. (PAME)

PAME 2016. Possible hazards for engines and fuel systems using heavy fuel oil in cold climate. – Rambøll and MARINTEK report on behalf of The Protection of the Arctic Marine Environment Working Group (PAME).

PAME II 2016. Heavy fuel oil and other fuel releases from shipping in the Arctic and Near-Arctic. AMSA Recommendations I(B) and II(F) HFO Project Phase III.

Ramsar Convention 1994. The Convention on Wetlands text, as amended in 1982 and 1987. link: http://ramsar.rgis.ch/cda/en/ramsar-documents-texts/main/ramsar/1-31-38_4000_0__

Ramsar Convention Secretariat 2005. Designating Ramsar sites: The Strategic Framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance. Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 3rd edition, vol. 14. – Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

Schaum J, Cohen M, Perry S, Artz R, Draxler R, Frithsen JB, Heist D, Lorber M, Phillips L 2010. Screening Level Assessment of Risks Due to Dioxin Emissions from Burning Oil from the BP Deepwater Horizon Gulf of Mexico Spill. – Environmental Science and Technology 44: 9383-9389.

Shigenaka G 2014. Twenty-Five Years After the Exxon Valdez Oil Spill. – NOAA's Scientific Support, Monitoring, and Research. Seattle: NOAA Office of Response and Restoration. 78 pp.

Short JW 2017. Advances in Understanding the Fate and Effects of Oil from Accidental Spills in the United States Beginning with the Exxon Valdez. – Arch Environ Contam Toxicol 73: 5–11, doi:10.1007/s00244-016-0359-4

Singer MM, George S, Lee I, Jacobson S, Weetman LL, Blondina G, Tjeerdema RS, Aurand D & Sowby ML. 1998. Effects of dispersant treatment on the acute aquatic toxicity of petroleum hydrocarbons. – Archives of Environmental Contamination and Toxicology 34: 177-187.

Skjoldal HR, Cobb D, Corbett J, Gold M, Harder S, Low LL, Noblin R, Robertson G, Scholik-Schlomer R, Sheard W, Silber G, Southall B, Wiley C, Wilson B. & Winebrake J 2009. Arctic Marine Shipping Assessment. Background Research Report on Potential Environmental Impacts from Shipping in the Arctic. – Draft Version July, 2009.

Stjernholm M, Boertmann D, Mosbech A, Nymand J, Merkel FR, Myrup M, Siegstad H, Clausen DS & Potter S 2011. Environmental Oil Spill Sensitivity Atlas for the Northern West Greenland (72°-75° N) Coastal Zone. – National Environmental Research Institute, Aarhus University. 210 s.

Storstrøms Amt 2007. “Baltic Carrier” olieforureningen. Miljøeffekter 2001-2006. – Storstrøms Amt.

Stout SA, Payne JR 2016. Chemical composition of floating and sunken in-situ burn residues from the Deepwater Horizon oil spill. – Marine Pollution Bulletin 108, 186–202

Wegeberg S, Rigét F, Gustavson K & Mosbech A 2016. Store Hellefiskebanke, Grønland. Miljøvurdering af oliespild samt potentialet for oliespildsbekæmpelse. – Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 216 <http://dce2.au.dk/pub/SR216.pdf>

Wegeberg S, Fritt-Rasmussen J, Boertmann D 2017. Oil spill response in Greenland: Net Environmental Benefit Analysis, NEBA, and environmental monitoring. – Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy No. 221 <http://dce2.au.dk/pub/SR221.pdf>

Wegeberg S, Fritt-Rasmussen J, Geertz-Hansen O, Wiktor JJ, Bogø-Wilms L, Birch Larsen M, Rensvald L & Gustavson K in prep. Coastline in situ burning of oil spills in the Arctic. II. Environmental effects

Westergaard, N. 2020. Personlig meddelelse.

Østby C, Brude OW & Moe KA 2002. Netto miljøgevinst analyse. Akutt oljeforurensning; mekanisk bekjempelse – kjemisk dispergering. – NOFO rapport 1113-01. 52 pp.

Aastrup, P. & Boertmann, D. 2009. Biologiske beskyttelsesområder i Nationalparkområdet, Nord- og Østgrønland. – Faglig rapport fra DMU nr. 729. <http://www.dmu.dk/Pub/FR729.pdf>

OLIESPILD I GRØNLANDSKE FARVANDE, MILJØMÆSSIGE UDFORDRINGER OG BEREDSKAB

Denne rapport består af en række forslag, som bidrager til vidensgrundlaget for beslutninger i forbindelse med oliespild og i oliespildsbekæmpelse i grønlandske farvande (kapitel 1). Forslagene bygger på tre baggrundsnotater: notat A i kapitel 4 (om oliespildsbekæmpelse, med et grønlandsk fokus), notat BI i kapitel 5 (om kortlægning af særligt vigtige naturområder i Grønland) og notat BII i kapitel 6 (om tung bunkerolie, HFO). Med udgangspunkt i baggrundsnotaterne og forslag til anbefalinger beskrives fire scenarier for bekæmpelse af oliespild i udvalgte grønlandske farvande (kapitel 2).