Miljø og råstoffer i Grønland

David Boertmann (red.)

Miljøbiblioteket 5

David Boertmann (red.)

Miljø og råstoffer i Grønland

Miljøbiblioteket ▪ 5

Aarhus Universitetsforlag

Indhold

Forord

1 **Råstofferne i Grønland 7**

Mineraler 9 I Olie og gas 10 I Hidtidige aktiviteter i Grønland 10 I Hvorfor er det så svært? 13 I

2 **Råstofaktiviteter 17**

Mineralaktiviteter 18 I Olieaktiviteter 20 I Oprydning 23 I

3 **Miljøpåvirkninger 25**

De fysiske påvirkninger 27 I Forstyrrelser af dyreliv 32 I Udledninger – forurening 38 I

4 **Uheld er den værste kilde til miljøpåvirkninger 57**

Oliespild 58 I Mineuheld 64 I Hidtidige problemer ved olieefterforskning og minedrift i Grønland 65 I

5 **De eksisterende erhverv i Grønland og råstofaktiviteterne 75**

6 **Lovgivningen 79**

VVM-redegørelsen 83 I

7 **Forskningsbaseret rådgivning 91**

Rådgivningen 92 I Hvad skal der til? 94 I Forskning 101 I

8 **Fremtidens udfordringer 109**

Vidensopbygning 110 I Miljøovervågning 110 I Økosystembaseret tilgang til forvaltning 111 I Beredskab 113 I Internationalt samarbejde 114 I

9 **Konklusioner 117**

Ordforklaringer og forkortelser 120 I Referencer 124 I Forfatterliste 125 I Billedliste 126 I Register 128 I

Forord

I denne bog fortælles om den miljørådgivning, som en dansk og en grønlandsk forskningsinstitution giver til de grønlandske myndigheder i forbindelse med efterforskning og udnyttelse af mineralske råstoffer og olie. Der fortælles om den forskning, som er en væsentlig del af grundlaget for rådgivningen, og om de miljøproblemer, som råstofaktiviteterne kan give og tidligere har givet anledning til.

Der er stor interesse for mineraler og olie i den grønlandske undergrund. Regeringen i Grønland (Naalakkersuisut) skriver i sin seneste råstofstrategi (2014-2019), at velstand og velfærd kan sikres, blandt andet ved 'at skabe nye muligheder for indtjening og beskæftigelse på råstofområdet'. Man tænker også på, at indtægterne fra en fremtidig udviklet råstofsektor kan udgøre den økonomiske basis for politisk selvstændighed. Strategien understreger tillige, at 'udviklingen skal være bæredygtig og skal derfor ske med størst mulig respekt for vores miljø og natur og ikke mindst for alle os, der bor i Grønland'. Man er med andre ord opmærksom på, at mineralske råstoffer og olie ikke kan efterforskes og udnyttes uden at påvirke omgivelserne, og at disse påvirkninger skal begrænses til acceptable niveauer. Det er der mange gode grunde til (se kapitel 6).

Den store interesse for råstofferne og de afledte virkninger af efterforsknings- og udnyttelsesaktiviteterne på samfund og miljø i Grønland afspejles i den livlige debat i både grønlandske, danske og undertiden internationale medier.

Og interessen er ikke ubegrundet. Grønlands undergrund er geologisk varieret og rummer adskillige mineralske råstoffer, der er nødvendige for opretholdelse og udvikling af vores samfund, og som har interesse for den internationale råstofindustri. Der har siden 2013 været en pause i udvindingen af råstoffer (undtagen grus og sten til byggeri og anlæg), men i 2017 er der åbnet en mindre mine, og endnu én er tæt på at skulle åbne.

Forureningskilder i Grønland er begrænset til byer og bygders udledninger til luft og vand, og hvad der siver ud fra de mange lossepladser, og de giver anledning til lokale påvirkninger. De mere omfattende påvirkninger af Grønlands natur og miljø stammer i dag primært fra fiskeri og fangst, fra vand- og vindbåren forurening fra den nordlige halvkugles store industricentre og endelig fra de globale klimaændringer. Påvirkningerne fra de hidtidige råstofaktiviteter har i sammenligning hermed været relativt begrænsede; dog har flere miner, fra tiden før miljøspørgsmål blev en del af den generelle bevidsthed, sat deres spor i form af væsentlig forurening. Men øgede aktiviteter vil medføre en risiko for mere omfattende påvirkninger, en risiko, myndighederne må forsøge at formindske gennem miljøregulering baseret på viden og kompetent, forskningsbaseret rådgivning.

Om bogen

Bogen er skrevet af medarbejdere ved DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet og Grønlands Naturinstitut (GN). Flere har arbejdet med rådgivning af de grønlandske råstofmyndigheder i mere end 40 år.

Råstofferne opdeles i to grupper:

- olie og gas
- faste mineraler

Denne inddeling hænger sammen med, at de metoder og teknologier, der benyttes ved efterforskning og udvinding, er meget forskellige. Det medfører igen forskellige terminologier og forskellig regulering fra myndighedernes side.

Påvirkningerne fra råstofaktiviteter og andre industrielle aktiviteter opdeles i miljø- og naturpåvirkninger. Førstnævnte dækker kemiske stoffer i forbindelse med udledninger til luft, vand og land (forurening), og sidstnævnte dækker påvirkninger af dyreliv, vegetation, landskab og terræn. Uanset dette bruges udtrykket 'miljøpåvirkninger' i det følgende både om natur og miljø.

I bogen vil aktiviteter i forbindelse med efterforskning af olie og gas blive omtalt som olieaktiviteter. Naturgassen er af sekundær interesse ved efterforskning i Grønland, fordi der er for langt til de steder, den kan afsættes. Store forekomster af naturgas bliver udnyttet andre steder i verden, hvor rørledninger kan forbinde gasfelterne med forbrugerne (det ses i Nordsøen, Nordnorge og Rusland), men i Grønland er det ikke muligt.

Råstofaktiviteter påvirker omgivelserne fysisk, kemisk, støjmæssigt etc. Disse påvirkninger giver anledning til effekter. Forgiftning af organismer og efterfølgende død er for eksempel en effekt. Bortskræmning af hvaler fra et vigtigt fødesøgningsområde er ligeledes en effekt. Men effekter kan også være mere skjulte (sub-lethale effekter*), for eksempel forhøjet indhold af kviksølv i væv og organer, som ikke slår dyrene ihjel, men som kan nedsætte deres almindelige livsytringer, herunder blandt andet evnen til at formere sig.

Forkortelser og ord markeret med * er forklaret i en ordliste til slut i bogen.

Tak til Karsten Secher (GEUS) for kommentarer til de geologiske afsnit og til Per Kalvig (GEUS) og Hanne Bach (DCE) for væsentlige og konstruktive kommentarer til hele manuskriptet.

Udsigten fra Red Head i Melville Bugt. Foto: David Boertmann.

1 Råstofferne i Grønland

Dette kapitel giver en kort oversigt over den geologiske baggrund for råstofefterforskningen i Grønland. Det fortæller om, hvordan mineraler og olie er blevet eftersøgt og udvundet, og om hvorfor det kan være svært at få råstofaktiviteter i gang i Grønland.

Kryolitminen ved Ivittuut efter at brydningen er ophørt. Selve bruddet ligger ud til kysten og er fyldt med vand.
Foto: ukendt fotograf.

Mineral – kryolit.
Foto: David Boertmann.

Olie i stenblok. Frisk råolie i små hulrum i basaltblok fra Nuussuaq-halvøen. Foto: David Boertmann.

INDHOLD

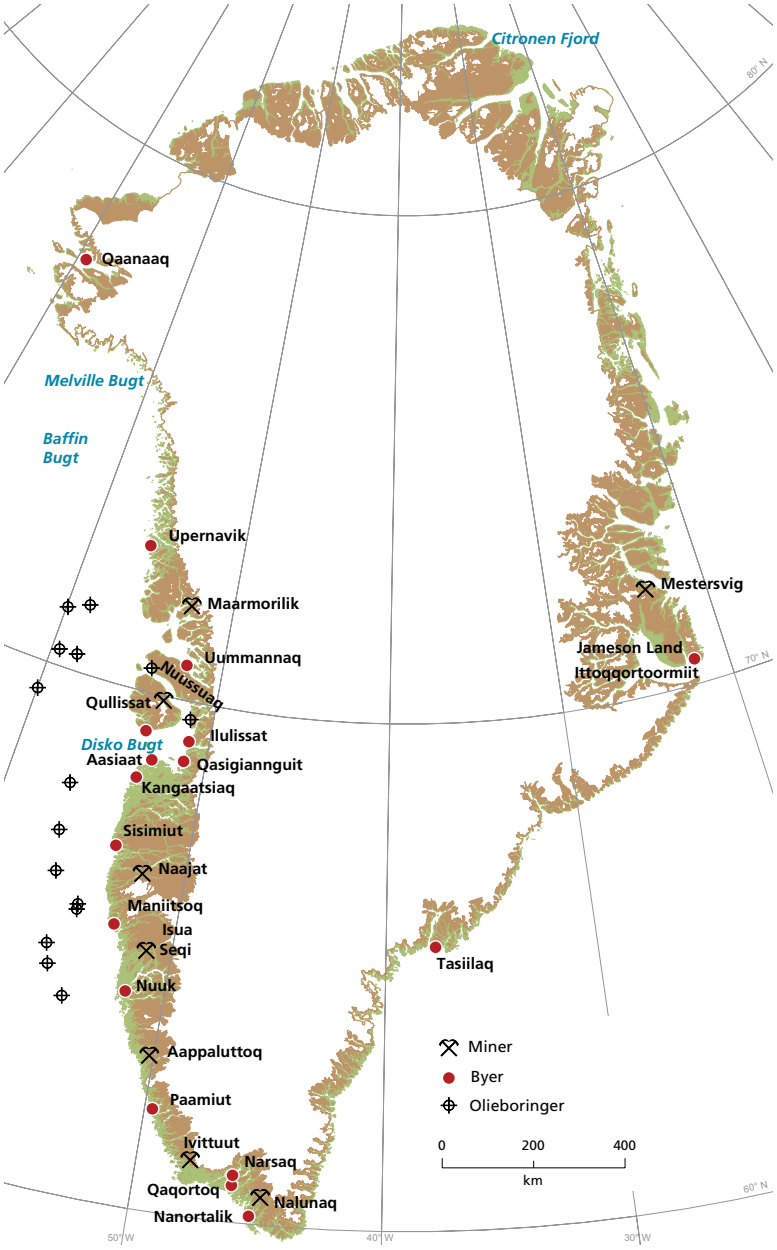
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Råstoffer er de elementer, som vi mennesker henter (herunder avler) i naturen og udnytter for at opretholde tilværelsen og vores samfund. Det er fødevarer, byggematerialer, brændstoffer osv. De kan inddeles i de mineralske råstoffer, såsom jernmalm, grus og ædelsten, de fossile brændsler, som råolie, naturgas og kul, og de biologiske råstoffer, som kornprodukter, tømmer, fiskebestande, kvæg osv. Her skal kun de mineralske råstoffer og de fossile brændstoffer (i form af råolie) omtales.

Den største del af Grønland er dækket af en sammenhængende kappe af is: Indlandsisen. Mellem randen af denne is og havet ligger en smal bræmme af land, med fjeld, tundra, byer og bygder (figur 1.1). Dette isfri landområde når de færreste steder op på mere end 200 km's bredde, men det isfrie areal når alligevel op på ca. 410.000 km². Det er næsten 10 gange større end Danmarks landareal. Der er en varieret geologi med mange forekomster af mineralske råstoffer, og flere må forventes at kunne findes i områder, som stadig er forholdsvis dårligt undersøgt.

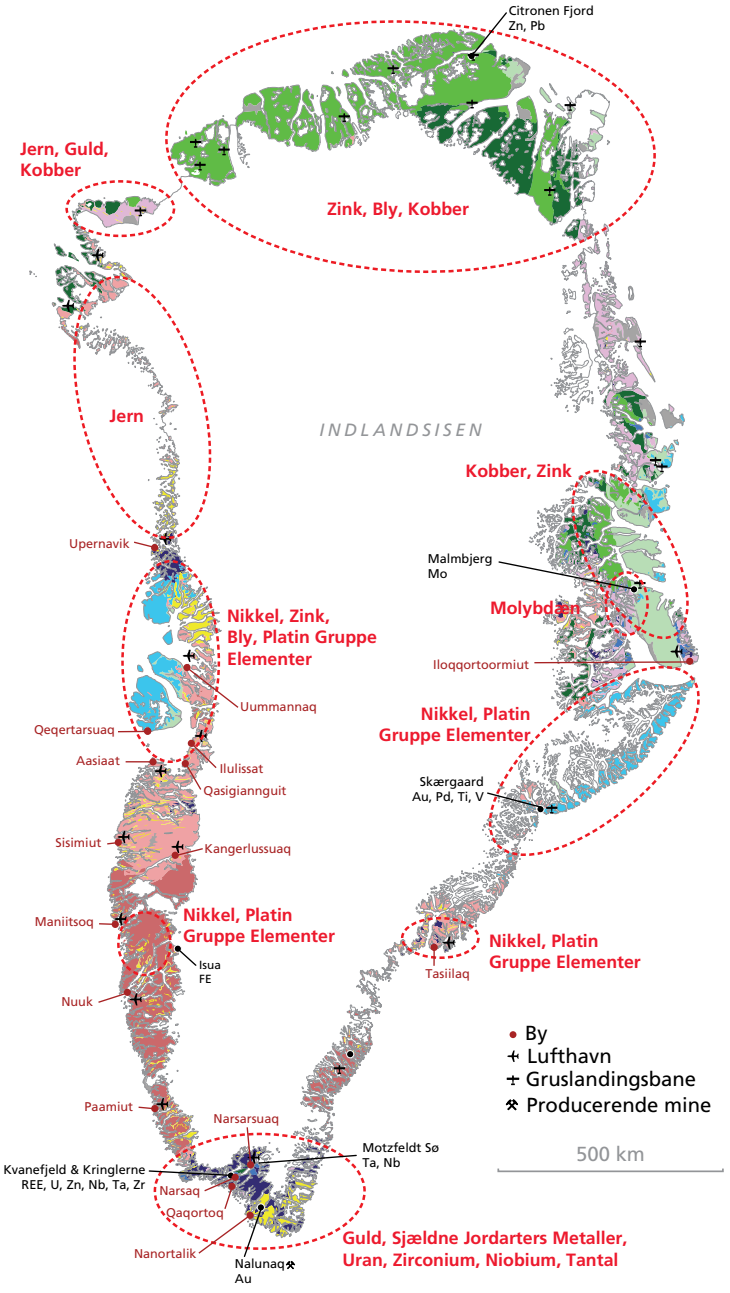
Størstedelen af Grønlands undergrund består af grundfjeld*, dvs. bjergarter fra jordens tidligste periode (Prækambrium*). Her og der er grundfjeldet gennembrudt eller dækket af vulkanske bjergarter, og der er store områder, hvor der ligger sedimentære* bjergarter over grundfjeldet. Særligt interessante i forbindelse med mineraler er de såkaldte *intrusioner**, som er vulkanske bjergarter, der nedefra er trængt op i det overliggende fjeld og nu er indlejret i sprækker og hulheder. Her kan der findes interessante og sjældne mineraler i høje koncentrationer.

Den grønlandske geologi er godt undersøgt, fordi Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) og efterfølgeren, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), siden 1946, og før den tid fremtrædende geologer som eksempelvis Lauge Koch, systematisk har kortlagt undergrundens sam-



Figur 1.1. Kort over Grønland, med angivelse af stednavne nævnt i teksten. De vigtigste miner og de egentlige olieefterforskningsboringer er vist.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 1.2. Geologisk kort over Grønland. Viser de væsentligste forekomster af mineraler. Kilde: Udarbejdet i 2014 af GEUS til rapporten 'Til gavn for Grønland'.

mensætning. Arbejdet har blandt andet resulteret i detaljerede geologiske, geofysiske og geokemiske kort over hele Grønland, som er udgangspunkt for mineralundersøgelserne i landet (http://www.geus.dk/program-areas/raw-materials-greenl-map/greenland/gr-map/kost_1-uk.htm) (figur 1.2).

Råstofefterforskningen er dog ikke begrænset til det tørre land; landet strækker sig ud under havbunden som en kontinentalsokkel*, der kan være flere hundrede km bred. Denne er mange steder opbygget af sedimentære bjergarter, og der er her mulighed for at finde olie og gas.

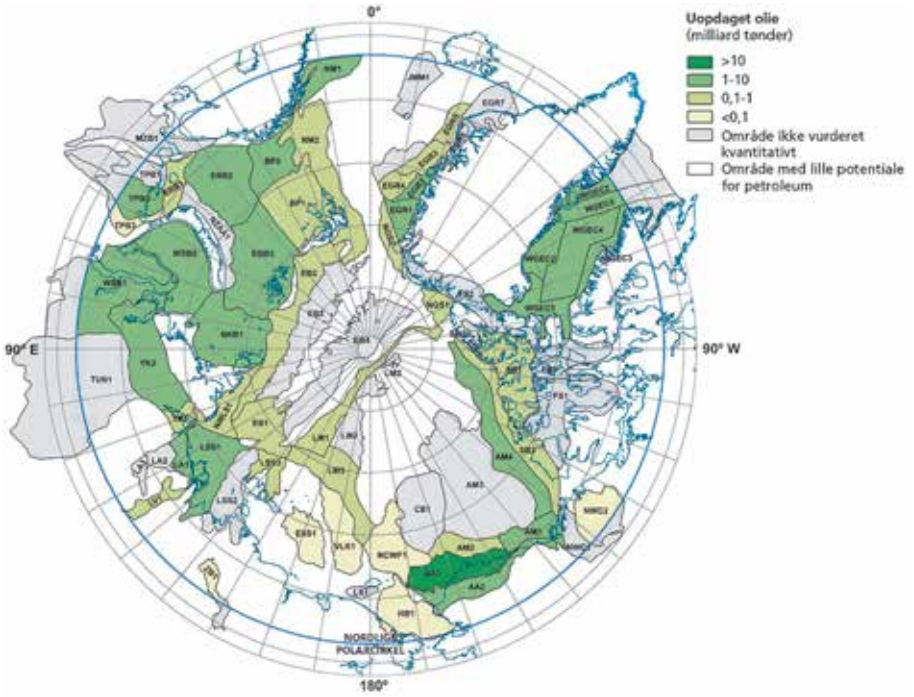
Mineraler

Grønland rummer adskillige mineraler, som er interessante for mineindustrien. Det er for eksempel metaller som guld, platin, kobber, zink, nikkel, molybdæn og jern samt ædelsten som diamant og rubin. Der er også industrimineraler* som olivin, anorthosit* og grafit. Nogle af forekomsterne er meget store; for eksempel en jernforekomst nord for Nuuk og en zinkforekomst i det allernordligste Grønland. De meget omtalte sjældne jordarters metaller, ofte forkortet REE fra den engelske betegnelse (*Rare Earth Elements*), som har udbredt anvendelse i elektronikindustrien, forekommer også i mængder, der gør dem økonomisk interessante.

I denne sammenhæng skal man ikke glemme, at der i Grønland brydes sten, graves grus og suges sand fra havbunden til lokale byggerier og anlægsarbejder, og at det også er en form for mineraludnyttelse, dog i lille og lokal skala.

Der kan også udvindes mineraler fra havbunden. Et mineselskab efterforsker for tiden en forekomst af tungsand*, der ligger på lavt vand (under 30 m) ud for kysten i Nordvestgrønland.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 1.3. I 2009 vurderede amerikanske geologer størrelsen af de mulige oliereserver i Arktis, herunder Grønland. Resultatet ses på dette kort, hvor farven angiver mængderne. Det ses, at de vurderede mængder er særdeles store både ud for Vestgrønland og ud for Nordøstgrønland. Enheden er bbl = tønder olie, hvor en tønde indeholder 159 liter eller 0,159 m^3. Kilde: Gauteir et al. 2009. 'Assessment of Undiscovered Oil and Gas in the Arctic'. *Science* 324, 1175. Gengivet med tilladelse fra AAAS.

Olie og gas

Olie og gas dannes i sedimentære bjergarter, hvor organisk materiale er hobet op gennem millioner af år. Ofte er olien og gassen strømmet væk fra selve dannelsesstedet (kildebjergarten) og skal, for at kunne udnyttes, være opsamlet i en forseglet reservoirbjergart. Disse geologiske betingelser for både at danne og opsamle olie ser ud til at være opfyldt over meget store områder, særligt på den grønlandske kontinentalsokkel. Amerikanske forskere har givet et bud på, hvor store oliereserver der kan tænkes at findes i de grønlandske havområder (figur 1.3).

Hidtidige aktiviteter i Grønland

Mineraler

På trods af de lovende mineralforekomster i Grønland har antallet af egentlige miner hidtil været lavt. I 1800-tallet etableredes forskellige mindre, kortlivede miner, hvor der blev udvundet kul, kobber og grafit. Grønlands hidtil længst aktive mine var kryolitminen ved Ivittuut, der blev anlagt i 1854 og virkede i 133 år. Kryolit er et hvidt mineral med den kemiske betegnelse Na_3AlF_6. Det blev tidligere benyttet som katalysator ved fremstilling af aluminium, og forekomsten i Grønland var under Anden Verdenskrig af stor betydning for flyindustrien i USA.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks 1

Geologiske fagtermer

Bjergart: Geologisk materiale sammensat af et eller flere mineraler. Bjergarter kan være faste eller løse. Granit er for eksempel en kornet fast bjergart, der består af flere forskellige mineraler som kvarts, glimmermineraler og forskellige typer af feldspat.

Grundfjeld: Den del af jordens skorpe, der ligger under de sedimentære aflejringer. Mange steder består grundfjeldet af bjergarter som for eksempel gnejs eller granit. Grundfjeldet er ofte fra tidsperioden Prækambrium, dvs. ældre end 540 mio. år, men kan være yngre.

Industrimineral: Bjergarter, mineraler eller andet naturligt forekommende materiale, som har økonomisk værdi, og som ikke skal gennem en koncentreringsproces.

Jord: Ung aflejring, som ikke er blevet fast endnu.

Malm: Bjergart, fra hvilken et eller flere værdifulde grundstoffer (som regel metaller) eller mineraler kan udvindes.

Mineral: I videnskabelig forstand naturligt forekommende faste stoffer, der har en veldefineret kemisk sammensætning, og hvis kemiske bestanddele er ordnet regelmæssigt i en krystalstruktur. Dog regnes opal og rav og metallisk kviksølv ofte med som mineraler.

Sedimentære bjergarter: Består af aflejrede, sammenkittede partikler, som kan være nedbrydningsprodukter fra nedbrudte/eroderede bjergarter (ler, sandsten), stamme fra organiske kilder (kalksten, skrivekridt), fra kemiske processer i vand (stensalt) eller fra vulkansk aktivitet (tuf). Sedimenter transporteres med og aflejres fra vand, vind og is (gletsjere).

Kilde: *Den Store Danske Encyklopædi*, denstoredanske.dk

I 1900-tallet anlagdes igen mindre miner for at udvinde kobber, grafit og marmor. Disse var også kortlivede, men en kulmine ved Qullissat på Disko var aktiv i perioden fra 1924 til 1971, og en blymine ved Mestersvig i Østgrønland var aktiv fra 1952 til 1963. En bly- og zinkmine ved Maarmorilik fungerede fra 1973 til 1990. Den er siden forsøgt genåbnet, fordi der stadig er malm i bjerget, som forventes at kunne give anledning til lønsom produktion.

I 2005 blev en olivinmine* anlagt ved Seqi nær Atammik ca. 75 km nord for Nuuk, men den var kun virksom i fire år. Den senest aktive mine var guldminen Nalunaq nær ved Nanortalik. Den lukkede i 2013 efter ni års drift, men der er også her interesse for at genåbne minen.

Per 1. april 2017 er der udstedt syv udnyttelsestilladelser til miner, hvoraf der kun foregår aktiviteter ved de tre: en stor zinkforekomst i det nordligste Grønland, en rubinmine ved Aappaluttoq nær Qeqertarsuatsiat syd for Nuuk og en anorthositmine* ved Naajat nær Sisimiut. De øvrige tilladelser er enten under tilbagelevering, eller de pågældende selskaber afventer gunstigere forhold på verdensmarkedet. Rubinminen indledte brydningen i 2017, og det samme forventes at ske for anorthositminen.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Olie

Der er søgt efter olie i Grønland siden 1969. De første fem efterforskningsboringer* blev gennemført i årene 1976 og 1977 i Davis Stræde ud for Vestgrønland. Da undersøgelserne ikke gav de forventede resultater, gav de heller ikke anledning til videre efterforskningsaktiviteter.

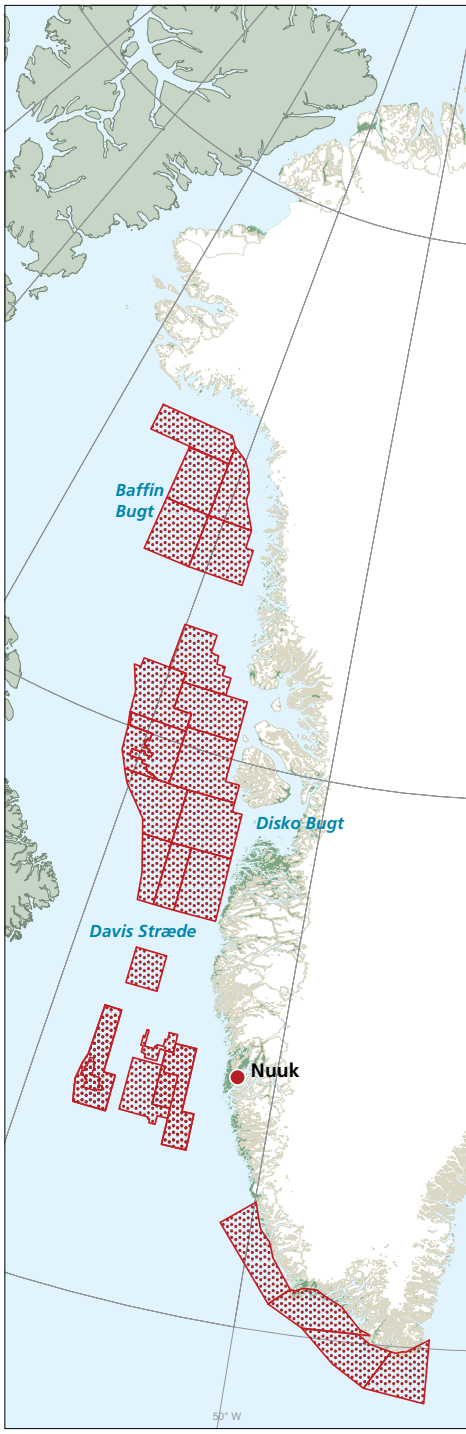
På land gennemførtes i 1984-1990 omfattende seismiske undersøgelser i Jameson Land i Østgrønland. Geologien her ligner geologien på havbunden ud for Norge, hvor der er store olie- og gasforekomster, og de to områder hang faktisk sammen, da kildebjergarterne blev dannet for mere end 145 millioner år siden. På trods af lighederne opgav selskaberne uden at foretage efterforskningsboringer. Men området er stadig interessant, og i 2015 blev der udstedt to nye tilladelser til efterforskning i området.

I 1989 vedtog Grønlands landsstyre og den danske stat i fællesskab en ny strategi for at øge selskabernes interesse for en fornyet og forstærket efterforskningsindsats. Det førte til omfattende seismiske undersøgelser til havs og til efterforskning i landområderne lige nord for Disko Bugt. Her var der fundet udsivende olie flere steder på både Nuussuaq, Svartenhuk og Disko. Det førte til en egentlig efterforskningsboring i 1996 på Nuussuaq-halvøen. Der påvistes gas og spor af olie, men mængderne var ikke brugbare, og selskabet opgav videre efterforskning, fordi det ikke kunne skaffe yderligere finansiering.

Den næste egentlige boring blev gennemført på 1.100 m vand ud for Nuuk i år 2000. Også den gav et skuffende resultat. Herefter indledtes en periode med omfattende seismiske undersøgelser, som mundede ud i flere udbudsrunder*, hvor definerede områder ('blokke') blev gjort tilgængelige for interesserede olieselskaber (se kapitel 6).

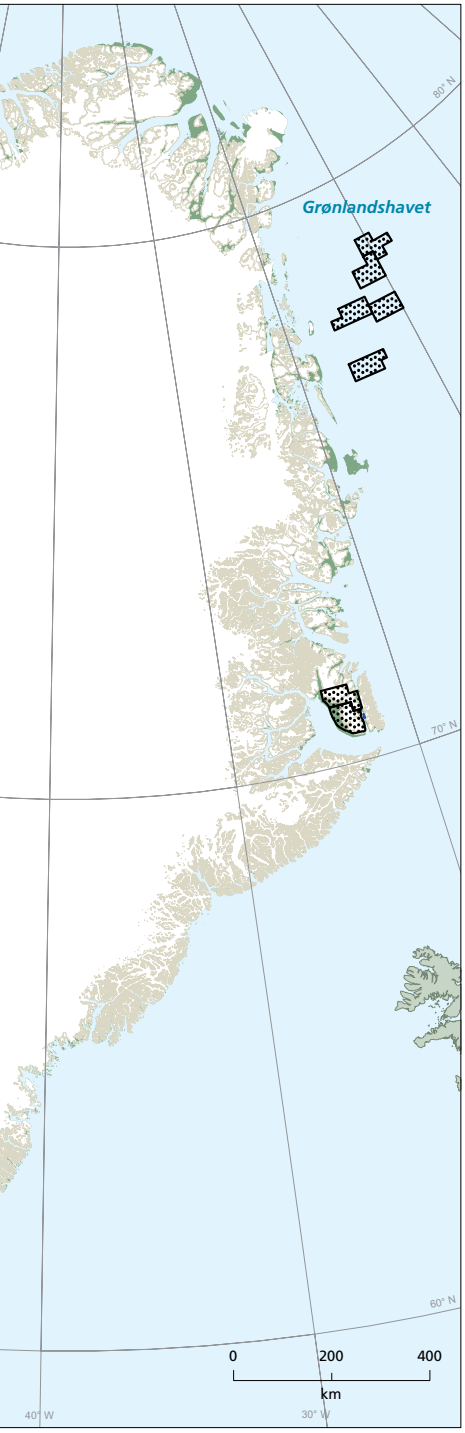
I 2010 og 2011 gennemførte et skotsk firma i alt otte efterforskningsboringer i de vestgrønlandske blokke (figur 1.4) ud for Nuuk og ud for Disko; alle med resultater, der ikke gav anledning til videre efterforskning.

Den seneste udbudsrunde fandt sted i 2013, da 19 blokke i Grønlandshavet ud for Nordøstgrønland blev udbudt over to omgange. Tre konsortier af selskaber blev ved den lejlighed tildelt fem blokke (se figur 1.4). I foråret 2014 var der aktiv efterforskning i 22 blokke i grønlandsk farvand. Men i løbet af 2015 faldt interessen for at lede efter olie i Grønland på grund af den faldende oliepris. Selskaberne, der havde tilladelser på havet ud for Vestgrønland, begyndte at forberede tilbagelevering. Per 1. januar 2018 er de sidste ni tilladelser her under tilbagelevering, mens der er aktiviteter i de fem tilladelser ud for Nordøstgrønland.



Figur 1.4. Kort, der viser de mange tilladelsesblokke, der blev ledt efter olie i, da aktiviteterne var på sit højeste omkring 2012. De røde er leveret tilbage eller er under tilbagelevering, de sorte er aktive.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

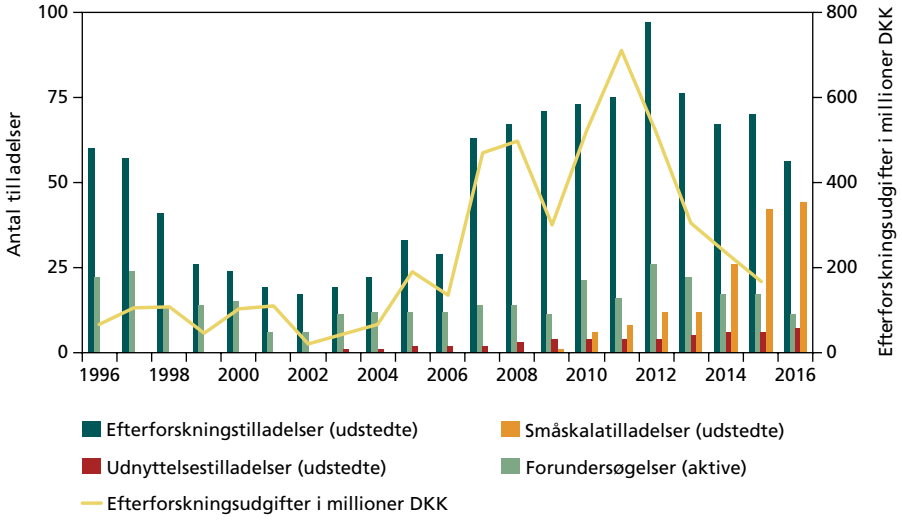


I mellemtiden er der tildelt tilladelser til at lede efter olie i to områder på land i Jameson Land i Østgrønland. Tre områder på Disko og Nuussuaq blev uden held udbudt i slutningen af 2016.

I faktaboks 2 ses en oversigt over alle de per 16. februar 2018 udstedte tilladelser til udnyttelse af mineraler og til efterforskning og udnyttelse af olie i Grønland.

Hvorfor er det så svært?

Talrige efterforskningsprojekter er indledt gennem årene, og mange er i gang i dag (figur 1.5), og man kan undre sig over, at så få efterforskningsprojekter i Grønland ender med anlæg af en mine eller for den sags skyld et oliefelt. Umiddelbart kan man få det indtryk, at de vanskelige arktiske forhold og den begrænsede infrastruktur spiller ind. Men her adskiller Grønland sig ikke fra mange andre egne i verden, og det er ofte de mere globale forhold som priserne på de pågældende råstoffer, der har betydning. Når efterforskningen indledes, kender man ikke omfanget på den ressource, man leder efter, og ved olieefterforskning ved man end ikke, om der overhovedet er olie til stede, før man har boret ned til den mulige forekomst, man har identificeret. Da etablering og drift af en mine eller et oliefelt koster mange milliarder, skal et selskab være sikker på, at den forekomst, man skal udnytte, er stor og lødig nok (i tilfælde af mineraler) til at kunne give et højt nok afkast, hvorfor priserne på verdensmarkedet også



Figur 1.5. Udviklingen i antallet af de forskellige tilladelser, der tildeles i forbindelse med mineraler i Grønland. Småskalatilladelser blev indført i 2009, og de kan søges af folk, der bor i Grønland. Desuden vises de udgifter, som selskaberne har afholdt i Grønland i forbindelse med efterforskning. Kilde: Grønlands Statistik.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Tilladelser til at efterforske og udvinde olie samt udvindingstilladelser til mineraler i Grønland, per 16. februar 2018

Navn	Nr.	Selskaber	Status	Råstof
Atammik	2002/15	Capricorn Greenland Exploration A/S og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Lady Franklin	2005/06	Capricorn Greenland Exploration A/S og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Eqqua	2008/11	Capricorn Greenland Exploration A/S og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Naterneq	2008/17	PA Resources AB og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Qamut	2011/11	ConocoPhillips Global NVE Greenland Ltd. og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Pitu	2011/13	Capricorn Greenland Exploration A/S og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Napu	2011/14	Shell Greenland A/S og Nunaoil A/S	Under tilbagelevering	Olie
Tooq	2011/15	Maersk Oil Kalaallit Nunaat A/S, Tullow Greenland Exploration Ltd. og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Amaroq	2013/40	ENI Denmark BV, BP Exploration Operating Company Ltd., DONG E&P Grønland A/S og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Avinngaq	2013/41	Statoil Greenland A/S og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Umimmak	2013/45	Chevron East Greenland Exploration A/S, Greenland Petroleum Exploration Co. Ltd., Shell Greenland A/S og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Nerleq	2013/46	Chevron East Greenland Exploration A/S, Greenland Petroleum Exploration Co. Ltd., Shell Greenland A/S og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Qialivaq	2014/14	ENI Denmark BV, BP Exploration Operating Company Ltd. og Nunaoil A/S	Efterforskning i gang	Olie
Jameson Land	2015/13	Greenland Gas and Oil A/S og Nunaoil A/S		Olie
Jameson Land	2015/14	Greenland Gas and Oil A/S og Nunaoil A/S		Olie
Napasorsuaq	2003/05	Nalunaq A/S	Efterforskning genoptaget efter minelukning	Guld
Maarmorilik	2008/29	Black Angel Mining A/S	Efterforskning genoptaget efter minelukning	Zink og bly
Malmbjerget	2008/40	Malmbjerget Molybdenum A/S	Ingen aktivitet	Molybdæn
Isukasia ('Isua')	2013/31	London Mining Greenland A/S	Ingen aktivitet	Jern
Aappaluttoq	2014/21	Greenland Ruby A/S	Mine åbnet i 2017	Rubiner
Naajat	2015/39	Hudson Greenland A/S	Mine åbner i 2018	Anorthosit*
Taserneq (Citronen Fjord)	2016/30	Ironbark A/S	Selskabet søger finansiering	Zink og bly

er helt afgørende. Det er ofte relativt små selskaber baseret på risikovillig kapital, der leder efter mineralerne i Grønland, mens udnyttelsen med de meget store indledende investeringer overtages af større selskaber, som bedre er i stand til at foretage langsigtede markedsvurderinger og investeringer.

En anden faktor er, at der skal bruges store mængder energi i forbindelse med anlæg og drift af en mine eller et oliefelt samt til transport af slutprodukter til markederne. Brændstof er derfor en væsentlig udgiftspost, og også her er priserne på verdensmarkedet af stor betydning. Potentielt kunne man i Grønland benytte vandkraft til energiproduktion, da mulighederne herfor er særdeles gode, men det er ikke sket endnu, da anlægsudgifterne til vandkraftanlæg er meget høje.

Der er flere eksempler på, at store mineplaner i Grønland er sat på pause efter en langvarig efterforskning, fordi de langsigtede markedsvurderinger, selskaberne foretog, ikke holdt.

I de senere år er der sket et fald i aktivitetsniveauet i Grønland, hvilket primært hænger sammen med de internationale konjunkturer. Det ses for eksempel på, at antallet af efterforskningstilladelser og de beløb, selskaberne bruger på mineralefterforskning, er faldet henholdsvis siden 2013 og 2011 (se figur 1.5). Guldminen ved Nalunaq lukkede i 2013, det store jernmineprojekt ved Godthåbsfjorden gik i stå på grund af mineselskabets økonomiske problemer, og olieprisерne er faldet med det resultat, at olieselskabernes motivation for at efterforske i et *frontier*-område* som Grønland er dalet. Flere af tilladelserne er opgivet eller er ved at blive leveret tilbage, og der er for eksempel ikke foretaget olieefterforskningsboringer siden 2011. De mere langsigtede mål, som den seneste råstofstrategi (2014-2019) fra den grønlandske regering satte (fire-fem aktive miner og mindst et oliefelt), nås derfor næppe, hvilket rapporten 'Til gavn for Grønland' allerede påpegede i 2014.

Figur 1.6. Uldhåret troldurt er en af de mere spektakulære blomsterplanter i Grønland. Foto: David Boertmann.

OCEAN RIG CORCOVADO
OCEAN RIG

2 Råstof-aktiviteter

Efterforskning og udvinding af råstoffer vil altid påvirke miljø og natur. Dette og de efterfølgende kapitler omhandler de konsekvenser, råstofaktiviteter har haft, har og kan få i Grønland, og hvad der gøres for at forebygge og begrænse dem til acceptable niveauer. Men først lidt om selve aktiviteterne.

Ved efterforskningsboringerne i Davis Stræde i 2011 benyttedes blandt andet dette helt nye boreskib. Det mindre røde skib er et forsyningsfartøj, som bragte udstyr og mandskab fra Nuuk. Foto: David Boertmann.

Helikoptere benyttes i vid udstrækning i Grønland til transport af materiel og mandskab. Foto: Ole Geertz-Hansen.

Ved transport af efterforskningsudstyr benyttes store terrængående køretøjer. Foto: David Boertmann.

INDHOLD

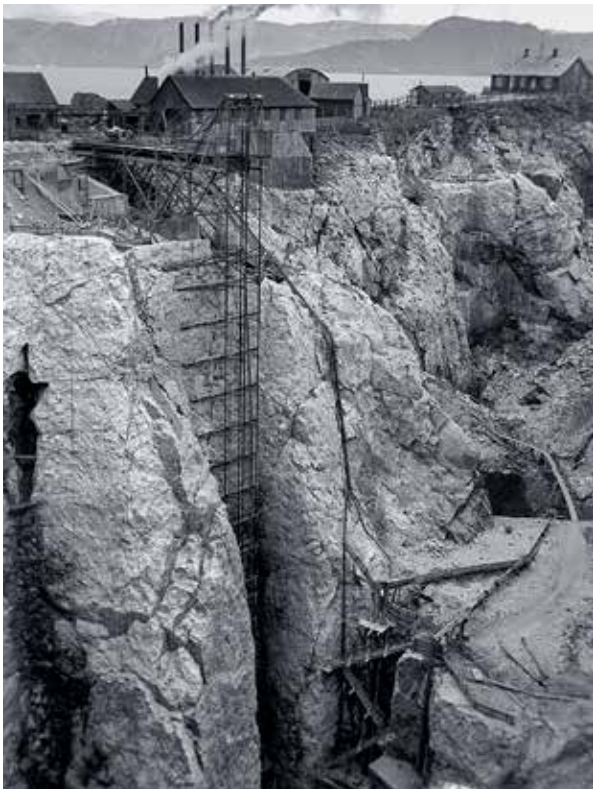
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Råstofaktiviteter i Grønland foregår i flere faser, hvor et fuldt forløb kan omfatte:

1. Forundersøgelser
2. Efterforskning
3. Udvinding
4. Oprydning og retablering.

Ofte ophører aktiviteterne dog, når efterforskningen er slut, fordi det viser sig, at udvinding ikke vil være rentabel med de gældende forudsætninger.

Varigheden af de enkelte faser er meget forskellig, alt efter hvad der ledes efter, aktiviteternes karakter, og hvor store forekomsterne er. Men efterforskning kan tage mange år, og udvinding kan vare årtier. Kryolitminen ved Ivittuut fungerede i 133 år (figur 2.1), mens guldminen ved Nanortalik kun var aktiv i ni år. Et seismisk forundersøgelsesprogram, der dækker en større region (et helt udbudsområde), kan strække sig over flere år, som det ses på havet ud for Nordøstgrønland, hvor et seismikselskab i 2016 afsluttede et femårsprogram.



Figur 2.1. Kryolitbruddet ved Ivittuut i ca. 1923.
Foto: Aage Nissen, Arktisk Instituts fotosamling.

Mineralaktiviteter

De første forundersøgelser i forbindelse med en mineralforekomst foretages som regel af små selskaber med risikovillige investorer. Undersøgelserne foregår ude i terrænet, og de skal afklare, om det mineral, der søges, overhovedet forekommer i området, og hvis det gør, også give et første indtryk af omfanget. Forundersøgelser foregår i store – men nøje afgrænsede – områder, som selskabet har fået en særlig tilladelse til at operere i ('forundersøgelsestilladelse'). En forundersøgelse giver anledning til færdsel i terrænet, ofte blot små hold af geologer til fods, men undertiden også med skibe, fly, helikoptere og køretøjer. Der udtages prøver af fjeld og undergrund, som regel med håndholdt udstyr, som bringes hjem til analyser. Er resultatet positivt, kan selskabet fortsætte med en 'efterforskningstilladelse'. Ofte har et større selskab nu overtaget tilladelsen, da de følgende aktiviteter kræver mere kapital. En efterforskningstilladelse er mere begrænset i areal, og den forpligter selskabet til at gennemføre et specificeret undersøgelsesprogram, men til gengæld får selskabet eneret til at lede efter mineraler i det pågældende område. Der etableres lejre i felten, og der bruges ofte tungt udstyr i form af gravemaskiner, små borerigge og diverse terrængående køretøjer (figur 2.2). Der udbores talrige kerner fra fjeldet for at analysere lødighed og for at afgrænse de interessante mineraler. Ved store forekomster, for eksempel i forbindelse med zinken i Nordgrønland eller jernet ved Isua nær Nuuk, har efterforskningen været intensiv og strakt sig over mange år. Hvert år

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 2.2. Feltlejr oprettet i forbindelse med efterforskning af molybdæn ved Malmbjerget i Grønland.
Foto: Kim Gustavson.

skal der aflægges rapport over de foretagne aktiviteter og de indhentede resultater, og hvis selskabet herefter opgiver engagementet, skal den indhentede viden overgives til Grønland, og den kan derpå stilles til rådighed for/sælges til andre selskaber, der kunne være interesserede i at arbejde med den samme forekomst.

Viser analyserne af det indsamlede materiale og en efterfølgende økonomisk vurdering (lønsomhedsstudie*), at det vil kunne betale sig at udvinde en mineralforekomst, søges der om en 'udnyttelsestilladelse', som derpå udstedes af myndighederne på en lang række betingelser, blandt andet vedrørende miljøforhold. Herefter kan en egentlig mine anlægges. Ligger de interessante mineraler nær overfladen, bliver det et åbent brud, ligger de dybt, anlægges minegange og tunneler i fjeldet. En mine medfører, at der anlægges en beboelseslejr, ind- og udskibningssted og undertiden også landingsbaner for fly. Der skal anlægges veje, der skal etableres diverse anlæg til at behandle den brudte malm, og der skal etableres sikrede oplagspladser – deponier – for *tailings** og gråbjerg*, og endelig skal der sikres energi til alle processerne.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Olieaktiviteter

Olieefterforskning foregår efter en lidt anden model end mineralaktiviteterne, idet de potentielle områder først skal åbnes for efterforskning af de grønlandske myndigheder. Dette gøres ved udbudsrunder, hvor et større område er delt op i efterforskningsområder ('blokke'), og hvor selskaberne (som regel grupper af flere selskaber) byder på de blokke, de er interesserede i. De kan herefter tildeles en 'efterforsknings- og udnyttelsestilladelse'. For at gøre sådanne udbudsområder interessante for olieselskaberne har myndighederne eller særlige selskaber i forvejen udført geofysiske undersøgelser af undergrunden for at 'modne' områderne, så interesserede selskaber lettere kan vurdere mulighederne for at lokalisere olieforekomster.

Enkelte områder er dog permanent åbne for ansøgninger, sådan at selskaberne kan 'komme ind fra gaden' og søge om tilladelse til efterforskning, en procedure, der kaldes 'åben dør'. Det gælder for tiden havområdet ud for Sydvestgrønland.

Regeringens seneste strategi om mineral- og olieefterforskning lægger op til, at tilladelsesområdemodellen også bliver indført på mineralområdet, idet det planlægges at udbyde efterforskningsblokke i det allernordligste Grønland nord for 81° N.

En efterforsknings- og udnyttelsestilladelse er tidsbegrænset, og den stiller en lang række krav blandt andet til omfanget af undersøgelserne af undergrunden. Selskaberne skal lede efter de 'fælder', hvor olie kan tænkes at være fanget, og her benyttes en række forskellige geofysiske metoder, hvoraf den refleksionsseismiske undersøgelse er langt den vigtigste og miljømæssigt set mest problematiske (faktaboks 3). Viser disse geofysiske undersøgelser, at der er mulige olieforekomster, er der kun én måde at påvise eventuel olie på, og det er ved at bore en brønd derned. Det gøres med en stor borerig, som kan bore et 'sugerør' flere km ned i undergrunden. Til havs foregår det fra et særligt skib eller en flydende platform (se kapitelopslaget). Visse platforme står på havbunden, men de har ikke været anvendt i Grønland på grund af de store vanddybder, og de er mindre velegnede, når der er fare for kollision med isbjerge. På land benyttes en rig, der samles på stedet. Den hidtil eneste efterforskningsboring foretaget på land i Grønland foregik på Nuussuaq-halvøen i 1996, og her blev i alt 3.700 t udstyr sat i land på stranden og derefter kørt ind til det sted, hvor boringen skulle udføres (figur 2.3).

I forbindelse med olieefterforskning udfører selskaberne undertiden en anden type boringer med meget lettere udstyr, som svarer til det, geologerne benytter, når de leder efter mineralforekomster i land ('kerneboringer'*). Disse boringer i lille skala betegnes som stratigrafiske boringer*, eftersom de foretages for at skaffe viden om undergrundens geologiske opbygning.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Seismiske undersøgelser

Boring efter olie kræver stor viden om lagene i undergrunden. Den vigtigste metode til at skaffe denne viden er seismiske undersøgelser, hvor kraftige lydbølger sendes ned i undergrunden. De forskellige geologiske lag her sender lyden tilbage, og ved at måle tidsforskellen på de tilbagekastede ekkoer fra undergrunden kan man få et detaljeret billede af lagdelingen (figur 1).

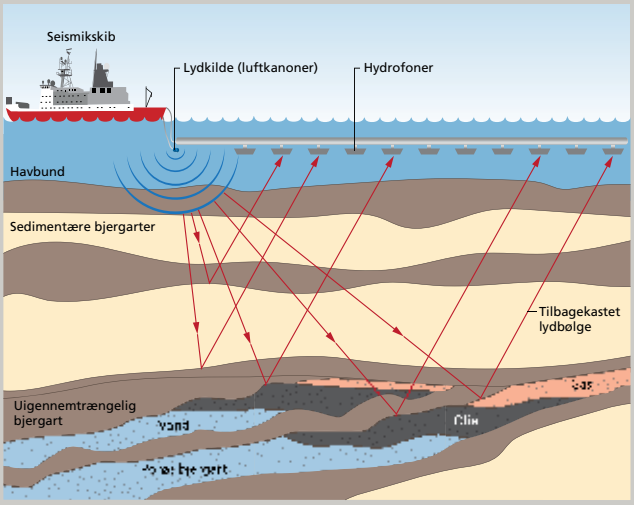
På havet bruges såkaldte luftkanoner som lydkilder. Luftkanonerne slæbes efter et skib og udsender med 10-20 sekunders mellemrum meget kraftige lydpulser ved at lukke luft under stort tryk (op til 2.000 psi) ud af en stålbeholder. Som regel bruger man flere luftkanoner på samme tid for at få en tilstrækkeligt kraftig lydpuls, og en typisk opsætning er 16 kanoner med forskelligt rumfang (2-5 liter) og med et samlet rumfang på 55 liter. Ekkoer fra undergrunden opsamles med undervandsmikrofoner (hydrofoner), der er anbragt i et eller flere, op til 15 km lange kabler, der også slæbes efter skibet (figur 2).

Lydene fra luftkanonerne er meget kraftige (kildestyrke[1] på 263 dB re. 1 µPa @ 1 m), og de kan påvirke dyr i havet under og omkring lydkilden på mindst to måder: direkte skader og forstyrrelse af dyrenes adfærd.

Direkte skader forekommer kun, hvis et dyr er meget tæt på luftkanonerne. Fiskelarver og plankton slås ihjel på afstande op til 5-10 m, mens havpattedyr kan få skader, når de er inden for få hundrede meter. Der kan her opstå midlertidige eller vedvarende skader på sæler og hvalers ører (høretab) og i alvorlige tilfælde også på indre organer. Det er derfor et krav fra de grønlandske myndigheder, at der under en seismisk undersøgelse konstant holdes udkig efter sæler og hvaler, så luftkanonerne kan stoppes, hvis et dyr kommer for tæt på.

Lyde fra de seismiske undersøgelser kan høres meget langt væk. På åbent hav med dybt vand kan luftkanoner ofte høres mere end 1.000 km væk fra seismikskibet. På lavere vand dæmpes lyden mere af havbunden, og den naturlige baggrundsstøj er som regel også højere; men kanonerne kan stadig høres flere hundrede kilometer væk. Mange sæler og især hvaler bliver skræmt af lydene og svømmer væk fra lydkilden. Derfor kan det påvirke hvaler, hvis der i længere perioder gennemføres seismiske efterforskninger i områder, hvor hvalerne finder føde, eller hvor de parrer sig og føder unger.

For at mindske påvirkningerne holdes vigtige områder lukket for seismiske undersøgelser i de perioder, hvor hvalerne er i områderne.



Figur 2. Seismiske undersøgelser foregår med et specialbygget skib, som slæber en kraftig lydkilde og et langt kabel med hydrofoner efter sig. Lydkilden består af flere luftkanoner, der affyres samtidigt og med et interval på ca. 10 sek. De fra undergrunden reflekterede lydsignaler opfanges af hydrofonerne i kablet, og på baggrund af disse kan man danne et billede af undergrundens opbygning. Sammenholdt med viden om undergrunden fra nærliggende borehuller eller fra blottede lagserier på land kan man derpå tolke de forskellige lag, der er resultatet af den seismiske undersøgelse.

Også fisk kan høre luftkanonerne og bliver påvirket af dem. Det kan påvirke fiskeriet, og effekterne varierer både mellem arter og mellem forskellige typer af fiskeri. Norske undersøgelser har vist, at fangsterne ved trawlfiskeri efter torsk og kuller blev reduceret under seismiske undersøgelser. De viste også, at fangsten af hellefisk ved fiskeri med langline kan gå ned, når der er seismiske undersøgelser. Det skyldes sandsynligvis, at lydene får fiskene til at miste lysten til at æde, og at de derfor ikke bider på krogene. Omvendt viste det sig også, at fangsten i garn steg. Det skyldes sandsynligvis, at hellefiskene bliver forstyrret af lydene og svømmer mere rundt i stedet for at blive ved bunden, hvor de ikke så let bliver fanget. Mørksej så ud til helt at forlade påvirkede områder, men vendte hurtigt tilbage, efter at de seismiske undersøgelser ophørte. Andre undersøgelser viser, at skaldyr som rejer ikke påvirkes.

[1]Dette mål kan ikke sammenlignes med lydstyrker målt i dB i luft, da lydudbredelse i vand er meget forskellig fra lydudbredelse i luft.

Figur 1. Resultatet af en seismisk undersøgelse. Her et snit gennem havbunden ca. ud for Nuuk. Den røde linje er havbunden, og den sorte er grundfjeldets top. Her imellem er der sedimentære bjergarter, hvor den gule linje markerer det nederste lag fra Kvartærtiden og den mørkt grønne det nederste lag fra Tertiærtiden. Den blå og den lyst grønne linje markerer grænser mellem forskellige lag fra Miocæntiden. © Nunaoil.

Figur 2.3. Den første og hidtil eneste efterforskningsboring efter olie på land blev foretaget på Nuussuaq-halvøen i 1996. Borestedet var placeret tæt på kysten, og i baggrunden ses Disko-øen.
Foto: David Boertmann.

Drill or Drop

En efterforsknings- og udnyttelsestilladelse er delt op i perioder, i hvilke selskaberne skal opfylde et aftalt arbejdsprogram. Olieefterforskning kan for eksempel være opdelt i tre delperioder, hvor der efter den første (3 år) skal være gennemført seismiske undersøgelser (faktaboks 3)* af et aftalt omfang. Efter anden delperiode (3 år) skal der yderligere være gennemført et antal efterforskningsboringer, og efter en tredje delperiode (4 år) skal et udnyttelsesprogram fremlægges osv. Efter hver delperiode kan selskabet beslutte, om det vil tilbagelevere tilladelsen eller fortsætte, en beslutning, der efter første delperiode betegnes *drill or drop*. Lige nu ser vi, at flere selskaber, der har efterforskningsblokke ud for Vestgrønland, beslutter sig for at tilbagelevere ('droppe') deres tilladelser.

Gives der tilladelse til udnyttelse, og er selskabet stadig interesseret, fortsætter det med at udvikle et egentligt oliefelt. Nu bores der for at etablere produktionsbrønde, ligesom de seismiske undersøgelser fortsætter, og der etableres infrastruktur i form af opsamlings- og udskibningsanlæg m.m. Her udgør vinteris og de mange isbjerge et væsentligt problem, hvis der på havet skal etableres store faste installationer som produktionsplatforme.

Selskaberne, der opererer i Grønland, har ikke taget stilling til, hvordan disse problemer konkret løses, men har givet nogle bud på, hvordan det kan gøres. Der kan for eksempel etableres produktionsanlæg på havbunden, som med et fleksibelt rør er forbundet til en udskibningsbøje på havoverfladen. Der kan også trækkes rørledninger fra et felt på havbunden ind til en udskibningshavn på kysten. På land skal der trækkes rørledninger fra et oliefelt til udskibningssteder ved havet, og der skal etableres beboelseslejre og landingsbaner for fly. Ud over selve produktionen af olie foretages der gennem hele produktionsperioden stadig seismiske undersøgelser og boringer for blandt andet løbende at afgrænse og vurdere oliemængderne.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Oprydning

Når den aktuelle forekomst er udtømt eller ikke er rentabel at udnytte længere, stoppes aktiviteterne, og en oprydnings- og retableringsfase indledes. Der skal ryddes op, sådan at der ikke efterlades forureningskilder og bygninger, der forfalder. Flere af fortidens miner i Grønland er ikke blevet ryddet op efter endt aktivitet, for eksempel kulminen ved Qullissat (figur 2.4). Her ser farligt ud i dag, men lader man disse rodebunker være tilstrækkeligt længe, ender de med at blive bevaringsværdige, kulturhistoriske seværdigheder. På Svalbard er sådanne steder tilmed fredet, når de er fra tiden før 1946.

Figur 2.4. Kulminen ved Qullissat i 2015 44 år efter lukningen.
Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

3 Miljø-påvirkninger

Dette kapitel beskriver de påvirkninger, som råstofaktiviteter påfører natur og miljø ved den normale daglige drift. Nogle er ubetydelige, andre kan være vidtrækkende og langvarige, og i det efterfølgende kapitel beskrives de mest alvorlige påvirkninger, som i dag ofte er følge af uheld og dårlig planlægning.

Kørespor fra mineralefterforskning på Nuussuaq-halvøen. Til højre et helt nyt spor anlagt i forbindelse med efterforskning af en nikkelforekomst. Til venstre et meget ældre spor fra en tidligere aktivitet. Foto: David Boertmann.

Støv er en kilde til forurening ved mineanlæg på land. Her ved kørsel på grusvej nær guldminen ved Nalunaq. Foto: Lis Bach.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Råstofaktiviteter påvirker overordnet natur og miljø på tre måder:

- *Fysisk*, ved placering og etablering af bygninger og anden infrastruktur
- Ved at dyreliv *forstyrres*
- Gennem *udledninger* til vand, luft og land (forurening).

Påvirkningerne kan inddeles efter deres geografiske omfang:

- *Lokale* påvirkninger ses og måles kun i de umiddelbare omgivelser, for eksempel i en fjord eller et dalsystem
- *Regionale* påvirkninger kan måles og observeres i et større område, i denne sammenhæng for eksempel en landsdel eller en kommune
- *Nationale* påvirkninger måles i områder, der dækker hele lande
- *Globale* påvirkninger kan spores på hele kloden. Udledning af drivhusgasser har for eksempel globale effekter.

Påvirkningerne og effekternes varighed er væsentlige at vurdere. Er de *midlertidige*? Vil for eksempel bortskræmte dyr vende tilbage til de påvirkede områder? Er de *langvarige* og i givet fald måske ligefrem *permanente*? Vender miljøet tilbage til den oprindelige tilstand efter endt aktivitet, eller vil der være varige spor?

Endelig kan påvirkninger fra råstofaktiviteter spille sammen med påvirkninger fra andre menneskelige aktiviteter som for eksempel fiskeri eller jagt og skabe såkaldte kumulerede effekter*.

Når miljøpåvirkninger fra råstofaktiviteter her i bogen betegnes som væsentlige, er der tale om påvirkninger, der kan medføre sundhedsproblemer og ændrede livsbetingelser for mennesker, påvirkninger, der medfører bestandsnedgange blandt dyr – forårsaget af direkte dødelighed, sub-lethale effekter, permanent bortskræmning eller ødelæggelse af levesteder – påvirkninger, der helt ødelægger voksesteder for sjældne planter, påvirkninger, der forårsager ændringer i økosystemet, eller påvirkninger, der kan skabe vedvarende landskabsændringer.

Udledning af for eksempel spildevand fra et skib er ikke en væsentlig miljøpåvirkning, fordi kun et mindre område påvirkes. Der er tale om en midlertidig effekt, hvor det påvirkede område kan retableres, hvor fortyndingseffekten er stor osv. Men er mængderne store nok, kan udledning af sådant spildevand til et område med begrænset vandudskiftning blive en væsentlig påvirkning med omfattende effekter i form af for eksempel bunddød, overgødskning osv. Der er ikke tvivl om, at blyudledningen fra Maarmorilik var en væsentlig påvirkning, hvis effekter stadig kan måles. Et spor sat af et køretøj i en grønlandsk dværgbuskhede ser modsat måske ikke så farligt ud, det er ikke kilde til forurening, og det forstyrrer ikke dyrelivet. Men på den anden side er det synligt i årtier, og det ser ikke godt ud i et ellers upåvirket landskab. Derfor skal den slags undgås, og hvis kørsel bliver nødvendig

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

ved en operation, skal den foregå ad et i forvejen udpeget spor, sådan at der kun er ét spor tilbage, når operationen er slut. Man kan tilmed stille krav om, at området skal retableres, sådan at sporet fjernes så vidt muligt.

Der er i forbindelse med olieefterforskning en generel sammenhæng mellem aktiviteternes karakter og deres påvirkninger, sådan at forundersøgelser påvirker store regionale områder i et begrænset og kortvarigt omfang, mens efterforskning påvirker mindre områder kraftigere og over en længere periode (men stadig midlertidigt). Udvinding derimod påvirker langvarigt/permanent og ofte kraftigt men i et begrænset område. Dog ses udstrakte påvirkninger, hvor der skal etableres mange produktionsbrønde, som i de områder i USA, hvor der produceres olie fra skiferlag i undergrunden. Uheld som for eksempel oliespild er uden for denne sammenhæng, da de kan give anledning til meget voldsomme påvirkninger i udstrakte områder. Ved mineralefterforskning er forundersøgelserne ofte af meget begrænset karakter og uden væsentlige miljøpåvirkninger, mens efterforskning har potentiale til at påvirke større områder.

Figurerne 3.14 og 3.15 viser i skematisk form de væsentligste miljøpåvirkninger fra visse råstofaktiviteter i Grønland.

De fysiske påvirkninger

De fysiske påvirkninger er aktiviteternes aftryk eller 'fodspor' i landskabet. Det er der, hvor bygninger rejses, og anlæg som boreplatforme, rørledninger, havnefaciliteter og landingsbaner bliver etableret, det er der, hvor der køres i terrænet (hjulspor, veje) og graves grus til byggeri og anlæg, det er der, hvor selve minen graves ud (særligt hvis der er tale om et åbent brud), og det er der, hvor gråbjerg og *tailings* oplagres. Det er alt sammen aktiviteter, der påvirker terræn og vegetation. Til havs er de fysiske påvirkninger begrænsede til havbunden, når der foretages efterforskningsboringer og etableres produktionsbrønde og -anlæg.

Mange forundersøgelser på land er normalt så begrænsede, at de ikke påvirker vegetation og terræn mere end almindelige folks færden, for eksempel i forbindelse med rensdyrjagt eller lystfiskeri. For at forebygge yderligere påvirkninger har grønlandske myndigheder udgivet en særlig regelsamling for færdsel og aktiviteter, når der ledes efter mineraler eller olie i land. Denne er for eksempel aktuel i forbindelse med helikopterflyvning, som kan virke skræmmende på både fugle og pattedyr på stor afstand.

I tilfælde af efterforskning på land stammer de fysiske påvirkninger fra lejre, hvor personalet bor og arbejder, fra området, hvor en borerig placeres, og fra kørespor mellem lejr, borerig og et landgangssted på kysten. Men særligt seismiske undersøgelser i land har potentiale til at afsætte kørespor i meget store områder.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 3.1. Et mineselskab fulgte ikke efterforskningstilladelsens bestemmelse om at køre langs en bestemt rute på tør jordbund, men skød genvej hen over en våd strandeng, med dette resultat. Sådan et hjulspor vil stå i mange år og vil kunne lede strømmende vand og dermed fremme erosion og nedbrydning af permafrostlaget.
Foto: Christian Glahder.

Figur 3.2. De ruter, langs hvilke der blev foretaget seismiske undersøgelser i Jameson Land i Østgrønland i 1984-1990.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 3.3. Seismiske undersøgelser på land foretages med tungt udstyr, der slæbes afsted i et langt tog efter en eller flere bulldozere. Her er det i Jameson Land i Østgrønland i 1980'erne, og det foregår om vinteren, hvor snelaget og den frosne jord yder en vis beskyttelse af vegetation og terræn.
Foto: Christian Glahder.

Efterforskningsaktiviteter er dog midlertidige, og installationer og udstyr fjernes efter endt aktivitet. Men spor og afskrabede flader står ofte i terrænet i mange år efter, fordi den arktiske natur kun meget langsomt regenererer (figur 3.1).

Seismiske undersøgelser på land foregår som regel med tunge køretøjer, der arbejder langs kilometerlange linjer lagt ud i et netværk i terrænet. I perioden 1984-1990 blev der for eksempel udført seismiske undersøgelser langs knap 1.800 km i Jameson Land i Østgrønland (figur 3.2). Det foregik om vinteren med store vogntog på slæder trukket af bulldozere (figur 3.3) og om sommeren med helikoptere, der flyttede udstyret langs de seismiske linjer. Ved en efterforskningsboring på land vil bygninger og boreplatform dække nogle få ha., men der anlægges tillige kørespor til og fra et landgangssted på kysten, og der skal graves grus ud til fundamenter og vejanlæg.

De seismiske undersøgelser i Jameson Land i 1980'erne og 1990'erne foregik primært om vinteren, dels for at forebygge skader på terræn og vegetation, idet snelaget yder en god beskyttelse, dels fordi det er meget lettere at køre i det frosne terræn. Der ses dog stadig kørespor rundt omkring i Jameson Land, for eksempel hvor der er kørt op og ned ad siderne i elvdalene (figur 3.4). På Nuussuaq blev boreriggen placeret på en naturlig grusbanke, som var meget let at retablere efter endt boring. Her står dog også en del kørespor i terrænet tilbage (figur 3.4).

Ved en stor mine kan den fysiske påvirkning dække mange kvadratkilometer, når der er tale om et åbent brud, mens et oliefelt ikke behøver at dække mere end nogle få 100 m^2, hvis flere brønde samles på et fælles produktionssted (figur 3.6).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Negative effekter af de fysiske påvirkninger

De værst tænkelige effekter af de fysiske påvirkninger fra råstofaktiviteter er tab og ødelæggelse af levesteder for flora og fauna. Dette vil ske, hvor aktiviteterne beslaglægger de steder, hvor planter vokser, og dyr opholder sig. Det kan særligt være problematisk for sjældne og fåtallige arter, for arter med meget begrænset udbredelse eller specialiseret levevis. Viden om forekomsten af flora og fauna kombineret med målrettet planlægning kan begrænse effekten.

Det kan også være problematisk, hvis dyrs vandringsveje spærres, så fjeldørreder ikke kan passere et opstemmet vandløb, eller rensdyr ikke kan følge deres årstidsbestemte trækrute på grund af en rørledning. Igen er viden om de dyr, der kan blive påvirket, en vigtig nøgle til at forebygge disse effekter.

Støv i større mængder fra miner og veje (se side 44) kan påvirke vegetation ved tildækning, eller det kan lægge sig på sneflader og bidrage til en tidligere afsmeltning, som danner vandansamlinger. Støv kan også indeholde forurenende stoffer (for eksempel tungmetaller, se side 39).

En særlig fysisk effekt af aktiviteter i arktiske områder er lokal nedbrydning af permafrostlaget*. Den kan indledes af både kørespor og placering af infrastruktur, og når først permafrostlaget er begyndt at smelte, kan efterfølgende erosion udvikle sig til omfattende terrænskader med dybe kløfter i et ellers fladt terræn (figur 3.7). Kortlægning af sårbare permafrostområder inden for et aktivitetsområde kan bidrage til at undgå disse påvirkninger.

Endelig er forstyrrelserne af dyreliv fra infrastrukturen en væsentlig effekt, som vil blive behandlet i det efterfølgende.

Figur 3.4. Selv om de seismiske undersøgelser i Jameson Land blev udført om vinteren, efterlod aktiviteterne alligevel en del spor i terrænet. Her et spor fotograferet 10 år efter, det blev afsat.
Foto: Peter Aastrup.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 3.5. Den hidtil eneste regulære boring efter olie i Grønland foregik på Nuussuaq-halvøen i 1996. Boreriggen og den tilhørende mandskabslejr blev placeret på naturlige, vegetationsløse grusbanker, og aktiviteternes fodaftryk blev derfor meget begrænset.

Foto: Råstofforvaltningen for Grønland.

Fysiske påvirkninger af havbunden forekommer i forbindelse med boringer og etablering af et produktionsfelt. Her skal man være særligt opmærksom på særligt sårbare økosystemer, de såkaldte VME'er (*Vulnerable Marine Ecosystems**), som i Grønland kan være rev af koldtvandskoraller* og de særlige samfund af marine havsvampe (spongier)* ('svampehaver'). Når et borested skal udpeges, skal selskabet undersøge havbunden blandt andet for tilstedeværelsen af sådanne VME'er, sådan at man kan undgå at påvirke dem.

Figur 3.6. Fodaftrykket fra et olieproduktionsanlæg kan reduceres væsentligt ved at trække rørledninger fra mange brønde til en fælles platform. Her ses en produktionsplatform på tundraen i Alaska.

Foto: Paul Lawrence.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Placering af anlæg, bygninger og spor i terrænet har også en æstetisk effekt, som kan være særdeles uheldig, og som også kan begrænses ved god planlægning. Her kan man forestille sig, at særligt turisterhvervet kan blive påvirket.

Forstyrrelser af dyreliv

Når dyrs adfærd påvirkes af råstofaktiviteter, er der tale om forstyrrelser. Det kan for eksempel være, når rensdyr direkte skræmmes bort fra et fødesøgningsområde, eller det kan være, hvis fødesøgningsmønstre eller yngleadfærd ændres. Hvis det er områder, sådanne dyr er afhængige af i særlige perioder, kan det på længere sigt påvirke de berørte bestande negativt, dvs. de går tilbage i antal.

Støj, trafik og tilstedeværelse af mennesker er de primære årsager til forstyrrelser i forbindelse med råstofaktiviteter. Forstyrrelserne varierer fra det helt lokale og bagatelagtige til det regionale og meget vidtrækkende.

Er forstyrrelsen kortvarig, vil de fleste dyr vende tilbage, men er den langvarig, kan dyr fortrænges for sæsonen eller permanent. Tre-fire geologer, der flyves eller sejles ud for at indsamle mineralprøver ved en forundersøgelse, vil kun forstyrre kortvarigt i et begrænset område. Seismiske undersøgelser til havs varer derimod gerne flere måneder, og der sejles mange tusind kilometer, mens der hele tiden arbejdes med en meget kraftig lydkilde. Disse aktiviteter er blandt dem, der har det største potentiale for at forstyrre dyr.

Figur 3.7. Hvis en terrænskade får lov til at udvikle sig ved erosion, kan den påvirke og nedbryde det underliggende permafrostlag, som her hvor der er opstået en større erosionskløft i ellers fladt terræn (thermokarst). Det frosne jordlag ses helt til højre på billedet. Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Seismiske undersøgelser

Lydkilden ved seismiske undersøgelser af havbunden er i dag såkaldte luftkanoner, som frigiver et luftrumfang under meget højt tryk. Lyden er meget kraftig og spredes over meget store afstande (faktaboks 3), blandt andet fordi lyd dæmpes mindre i vand end i luft. En lyttebøje, der i 2008-2009 var sat ud i Grønlandshavet for at registrere hvalers lyde, opfangede seismisk støj på et tidspunkt om vinteren, hvor de nærmeste seismiske undersøgelser blev foretaget 5.000 km væk!

Lydimpulserne fra seismiske undersøgelser er så kraftige, at de kan skade eller dræbe fiskelarver og plankton ud til et par meters afstand fra luftkanonen. Denne påvirkning er dog af mindre betydning, fordi det vandvolumen omkring lydkilden, der påvirkes på denne måde, er lille sammenlignet med det volumen, der er fiskelarver og plankton i. Men havpattedyr kan påvirkes på meget større afstande. Er de tæt nok på lydkilden (<200 m), er der risiko for permanente høreskader; er de inden for 500 m, er der risiko for midlertidigt høretab. Narhvaler, hvidhvaler og grønlandshvaler undgår påviseligt seismiske lydkilder på afstande mellem 10 og 35 km. Det betyder, at de områder, som hvalerne kan blive forstyrret i og skræmt bort fra, er meget store (figur 3.8), og derfor er der områder i Grønland, hvor de seismiske aktiviteter er reguleret, sådan at påvirkninger begrænses. Endelig menes lyden fra de seismiske luftkanoner at kunne overdøve hvalernes egne kommunikations- og orienteringslyde i vidtstrakte områder. Fisk kan også blive skræmt væk på flere km's afstand, og det kan især være skadeligt for bestandene, hvis seismiske undersøgelser foregår over gydeområder i gydetiden. I Norge er de seismiske undersøgelser for eksempel reguleret for at undgå sådanne påvirkninger, mens tilsvarende regulering ikke er nødvendig i Grønland, fordi de fleste fiskearter gyder på tidspunkter, hvor det ikke er muligt at gennemføre seismiske undersøgelser.

Ved seismiske undersøgelser på land er lydkilden en stor vibrator (*Vibroseis**), som bringer jordoverfladen i svingninger, og som ikke påvirker omgivelserne med lyd, men helt lokalt kan ødelægge vegetationen. Tidligere var sprængning af dynamitladninger den generelt benyttede metode, men den bruges i dag kun i særlige tilfælde, hvor man ikke kan komme til med *Vibroseis*-udstyret. Dynamit giver en væsentligt højere lydimpuls i omgivelserne, men da den ofte anbringes i et boret hul, er denne påvirkning dog begrænset. Den væsentligste forstyrrelse fra seismiske undersøgelser på land stammer derfor fra selve vogntoget (og de folk, der er med) og fra de helikoptere, der flyver mandskab og udstyr frem og tilbage mellem operationsområdet og en basislejr.

Færdsel og trafik

Menneskers tilstedeværelse og aktiviteter i det grønlandske terræn har en betydelig forstyrrende effekt på dyrelivet. Pattedyr og fugle er naturligt sky over for mennesker, og det i særlig grad i de beboede egne af Grønland, hvor de efterstræbes og udnyttes i form af jagt og fangst. Pattedyr og fugle ved godt, hvad lyden af en bådmotor kan medføre i form af skud og dødelighed.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Grønlandsk biodiversitet.
Venstre side:

Arktisk guldblomme.
Foto: David Boertmann.

Højre side, øverste række fra venstre:

Storskarver. Foto: David Boertmann;

Isbjørn. Foto: David Boertmann;

Arktisk hare. Foto: Bert Wiklund.

Midterste række fra venstre:

Rider. Foto: David Boertmann;

Rensdyr. Foto: Colourbox.

Nederste række fra venstre:

Sorttop. Foto: David Boertmann;

herunder:

Ung klapmyds.
Foto: David Boertmann;

Moskusokser.
Foto: Lars Holst Hansen;

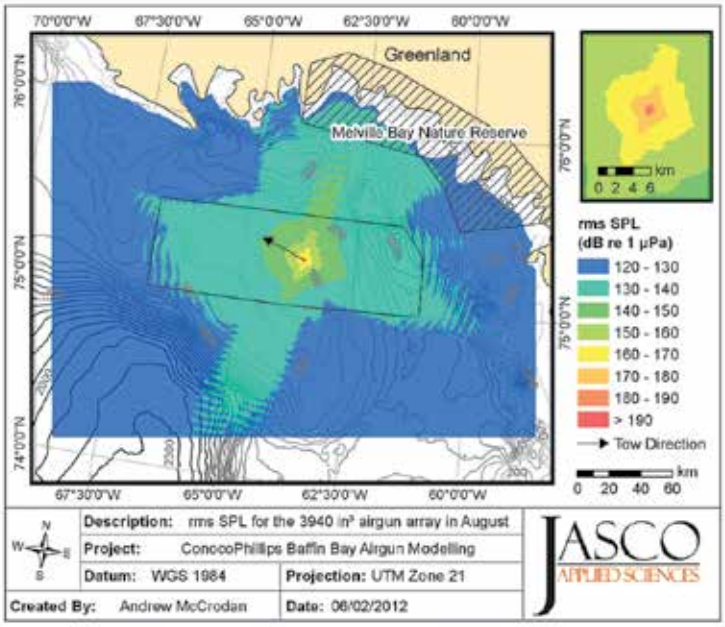
Gryn-stenbræk.
Foto: David Boertmann.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



The noise propagation from a single airgun shot in Melville Bay
SPL = sound pressure level (lydstyrke/tryk fra enkelthændelse)

Figur 3.8. Resultatet af en modellering af støjspredningen fra en seismisk undersøgelse i Baffin Bugt i Grønland i 2012. Beregningen viser støjen fra en enkelt impuls fra lydkilden. Inden for de røde, gule, grønne og turkise områder vil narhvaler og hvidhvaler reagere på og undvige lyden. Det ses, at dette område er meget stort. Det lille kort øverst til højre fokuserer på nærområdet, hvor der er risiko for høreskader. Hvis alle skud fra en seismisk linje inddrages i beregningen, bliver det område, som hvalerne påvirkes i, meget større. SPL = lydstyrke (*Sound Pressure Level*). Kilde: *Jasco Applied Science 2012: Underwater Sound Propagation. Acoustics Technical Report, ConocoPhillips 2012 2-D Seismic Program, Qamut Block*. Gengivet med tilladelse fra ConocoPhillips.

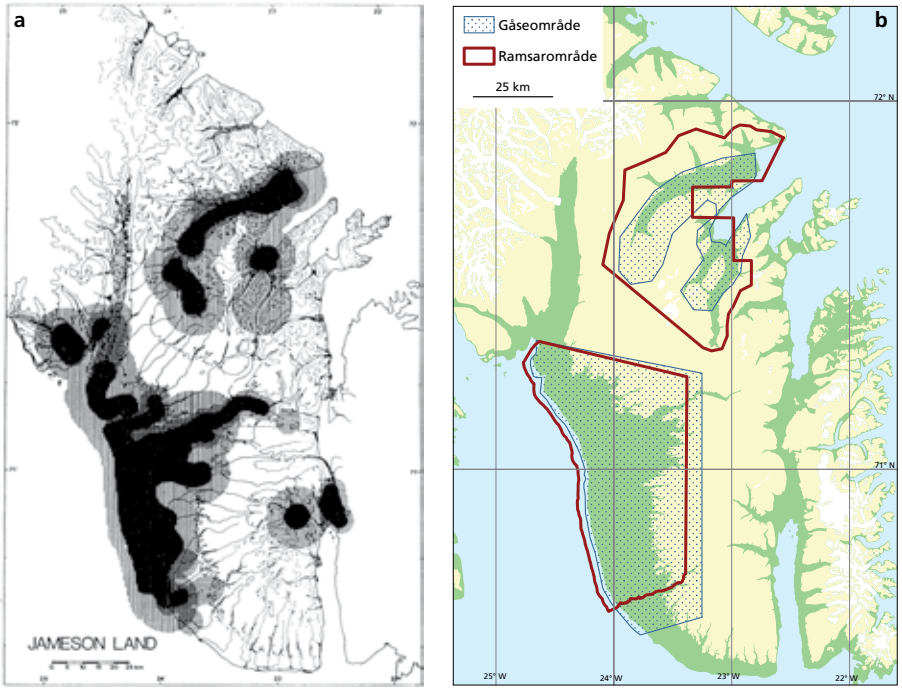
Helikopterflyvning

Helikopterflyvning er en vigtig aktivitet i forbindelse med råstofaktiviteter. Helikoptere bruges til at flyve udstyr og mandskab ud i felten og undertiden også til geofysisk* kortlægning. Helikopteres skræmmeeffekt er høj og væsentligt højere end fastvingede flys, fordi rotoren støjer meget kraftigt. Undersøgelser i Jameson Land i forbindelse med olieefterforskning i 1980'erne viste, at kortnæbbede gæs og bramgæs reagerede med undvigeadfærd på afstande op til henholdsvis 23 og 15 km fra en stor og meget støjende helikoptertype. Denne undersøgelse resulterede i, at helikoptertrafikken blev reguleret netop for at reducere forstyrrelserne af de fældende gæs (figur 3.9).

Sejlads

Sejlads med skibe og joller kan også være stærkt forstyrrende på dyrelivet. Her er det for eksempel motorstøjen og den lyd, som den roterende skrue skaber i vandet (kavitationsstøj), som hvaler er følsomme over for, og som de undgår ved at svømme væk fra lydkilden. Narhvaler er særligt følsomme i denne sammenhæng, og også ederfuglene i Vestgrønland er meget følsomme. I områder uden jagt bliver rugende ederfugle liggende på reden, selv når man går rundt i kolonien. I Vestgrønland forlader de reden, allerede før en jolle har lagt til, og de risikerer herved at miste æggene til måger, hvilket populationsmæssigt er bedre end at risikere at blive skudt eller fanget på reden.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 3.9. Undersøgelser af, hvordan gæs reagerede på overflyvning af en helikopter, resulterede i en regulering af helikopterflyvningen i Jameson Land i Østgrønland i forbindelse med olieefterforskningen i 1982-1990. Kortet viser undersøgelsernes resultat i form af en udpegning af 'meget følsomme områder' og 'følsomme områder' (a), som førte til regulering af helikopterflyvningen i området og senere til udpegningen af Ramsarområder* (b). Reguleringen af flyvning med helikopter medførte, at flyvning under 500 m's højde i de pågældende områder, og i den periode de fældende gæs var til stede (15. juni-10. august), skulle godkendes af myndighederne (ensbetydende med at flyvning ikke var muligt, dog med visse undtagelser).

Færdsel til fods

Alene tilstedeværelsen af mennesker i et terræn kan være en væsentligt forstyrrende faktor. Sårbare pattedyr og fugle vil kunne fortrænges fra kritiske levesteder blot af begrænset færdsel. Som eksempel kan nævnes blisgæssene i Vestgrønland, som om foråret samles på særlige rastepladser for at fylde deres fedtreserver op, inden de skal lægge æg. Disse snefrie områder er meget lokale, da landskabet ellers stort set er dækket af sne, når gæssene ankommer fra vinterkvarteret i Nordvesteuropa. Færdsel her kan derfor skræmme store dele af hele bestanden væk fra disse meget vigtige fourageringsområder, med risiko for at påvirke gæssenes kondition, så de ikke bliver i stand til at lægge æg (figur 3.10). Se også faktaboks 4 om forstyrrelser af blisgæs.

Permanente forstyrrelser

En mine eller et oliefelt vil give anledning til permanente forstyrrelser. Særlig omkring et *offshore*-oliefelt vil der være mange og vidtrækkende forstyrrelser, fordi der hele tiden bores, og fordi de seismiske undersøgelser fortsætter gennem feltets levetid. Den slags forstyrrelser kan give anledning til egentlig fortrængning af dyr – primært hvaler. Derfor bør forstyrrelser af dyreliv indgå i planlægningen af placering af sådanne installationer.

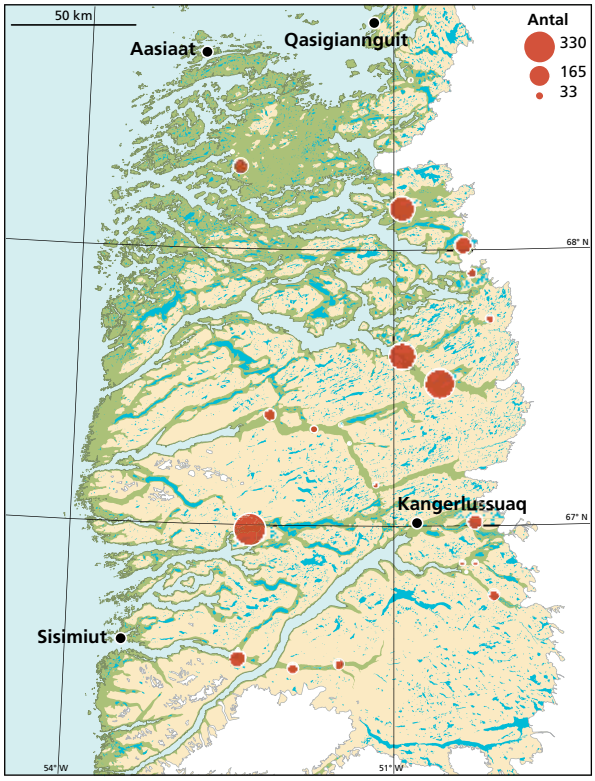
INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Tiltrækning af dyr

Visse dyr tiltrækkes af menneskelige aktiviteter, hvis de for eksempel giver mulighed for at finde føde (figur 3.11). Det gælder især ræve og ravne, som vil udnytte let tilgængeligt køkkenaffald. Tætheden af disse rovdyr vil derfor blive højere, end naturligt er, omkring en aktivitet. Da de også vil søge efter deres mere naturlige føde, vil bestande af gnavere og fugle i omgivelserne blive påvirket ved et forøget prædationstryk*; de tiltrukne rovdyr betegnes som *subsidised predators* (rovdyr 'på understøttelse'). I Nordsøen er der eksempler på, at sæler vænner sig til forstyrrelserne og ligefrem opholder sig på olieinstallationerne, fordi der her er mulighed for at kravle ud af vandet, og formentlig fordi der er gode muligheder for at finde føde på grund af fiskeforbud omkring olieinstallationerne.

Udledninger – forurening

Råstofaktiviteter giver anledning til mange forskellige former for affald, der skal skaffes af vejen. Meget er 'trivielt' som for eksempel husholdningsaffald og forskellige former for spildevand: gråt (køkken, bad, vask) og sort (toiletter). Disse typer affald svarer til affald fra bysamfund og almindelig skibsfart, og miljøproblemerne er de samme og vil ikke blive omtalt i denne bog. Men det skal nævnes, at de internationale aftaler om at begrænse disse forureninger i det marine miljø, herunder OSPAR-konventionen (se faktaboks 7) og MARPOL-konventionen, følges i Grønland.



Figur 3.10. Blisgæssenes forårsrastepladser i Vestgrønland. Disse er af afgørende betydning for gæssenes kondition, inden de skal yngle. Landet er bortset fra disse steder dækket af sne, og der er her mulighed for at finde føde nok til at opbygge en kondition, der gør det muligt at gennemføre en ynglecyklus.

Figur 3.11. Polarræve tiltrækkes af menneskelige aktiviteter, hvis der mulighed for at finde føde. Her har kokken i en efterforskningslejr lagt tiloversblevne æg ud, og dem napper ræven omgående. Den tog dem et for et og bar dem ud i terrænet, hvor de blev gravet ned til vinterforråd. Foto David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Gæs fælder alle deres svingfjer samtidigt en gang om året og er i den periode fra begyndelsen af juli til begyndelsen af august, mens de nye vokser ud, ude af stand til at flyve, og de kan kun undvige ved at løbe bort eller svømme ud på en større vandflade. De er derfor meget sky og sårbare over for forstyrrelser fra mennesker, der færdes i terrænet, og også over for helikopteroverflyvning. Fældende gæs har brug for optimale fourageringsmuligheder for at gennemføre fjerskiftet så hurtigt som muligt.

I 1999 og 2000 blev fældende blisgæs' reaktioner på mennesker, der gik igennem terrænet, undersøgt. Gæssene opdagede de gående folk, der nærmede sig, på en gennemsnitsafstand af 653 (± 263) m, og de begyndte at flygte på en gennemsnitsafstand af 448 (±155) m. De løb derpå væk fra de gående folk i gennemsnit i 26 (± 15) minutter og tilbagelagde i gennemsnit 1,1 (± 0,6) km. Nogle af de forstyrrede flokke vendte efter to-tre dage tilbage til den oprindelige lokalitet, mens andre forblev på nye steder. De negative effekter af en sådan forstyrrelse, hvor blot en person bevæger sig igennem et vigtigt gåseområde, er, at mange fugle vil miste tid til at finde føde, og at alle fugle inden for et bredt bælte langs med personens rute bliver skræmt væk fra de gode fødesøgningssteder til mindre gode.

Den grønlandske blisgås er en særlig form (underart) af blisgås, som kun yngler i Grønland og overvintrer på De Britiske Øer. Bestanden er i tilbagegang og talte i 2016 19.000 individer. Den er derfor listet som 'moderat truet' (EN) på den grønlandske rødliste over truede dyr og planter.

Foto: Carsten Egevang.

Faktaboks 4

Udledninger fra miner

De væsentligste restprodukter fra minedrift er i miljøsammenhæng *tailings** og gråbjerg*, som tilsammen også betegnes mineaffald. Begge produkter deponeres typisk i umiddelbar nærhed af minen, da der er tale om meget store mængder, som det vil være dyrt at transportere langt væk (figur 3.12, 3.13 og 3.18).

Hvis gråbjerg ikke indeholder væsentligt forurenende stoffer, kan det bruges til konstruktion af veje og kajanlæg. Ofte indeholder gråbjerg dog en mindre mængde af de mineraler og grundstoffer (for eksempel tungmetaller), som findes i malmen, og som kan frigives til det omkringliggende miljø. Det er derfor vigtigt at analysere gråbjerg for at vurdere, om det kan udgøre en forureningsrisiko. Man risikerer ellers forurening som den, der opstod ved Ivittuut (faktaboks 5), hvor kajanlægget blev konstrueret af gråbjerg og lavlødig malm, eller ved Maarmorilik, hvor gråbjerget blev deponeret på en fjeldside (se nedenfor, side 55).

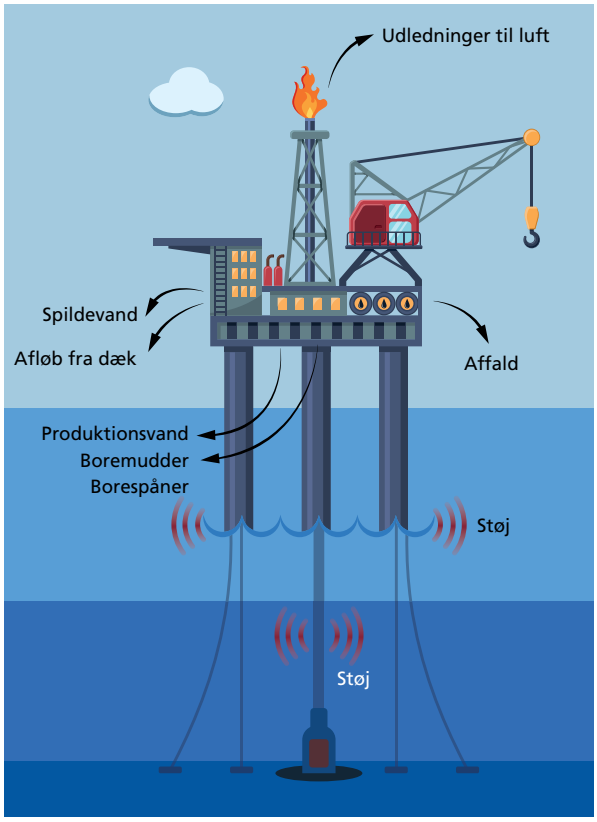
Miljøproblemerne er størst, hvis gråbjerget indeholder sulfider, som ved iltning danner svovlsyre i vandig opløsning. Det syreholdige vand opløser og udvasker tungmetaller og vil ved udsivning sprede dem til det omgivende miljø.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 3.12. *Tailings*-dam ved Kevitsa-minen i Finland. Her er dammen etableret på fladt terræn bag diger. Malmen er lavlødig, så der dannes store mængder af *tailings*, når der fremstilles koncentrat. Foto: David Boertmann.

Figur 3.13. Gråbjergsdepotet ved Kevitsa i Finland. Her brydes malm, der indeholder kobber, nikkel, guld, platin og palladium. Malmen brydes i en åben mine, og der skulle fjernes og skal stadig fjernes store mængder af gråbjerg for at komme til den. Gråbjerget deponeres i dette gigantiske bjerg, som er placeret på uigennemtrængelige menbraner for at forhindre, at ned- og udsivende vand forurener omgivelserne, og dette vand opsamles og renses inden udledning. Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 3.14. Skematisk fremstilling af de forskellige miljøpåvirkninger en flydende boreplatform giver anledning til.

For at forhindre udvaskning kan der for eksempel (figur 3.13) placeres en uigennemtrængelig membran der, hvor gråbjerg skal deponeres. Herfra kan det gennemsivende vand opsamles og renses, inden det ledes ud. Gråbjerg deponeres undertiden under vand, for eksempel i en sø (særligt hvis det ikke er forurenende), eller det kan fyldes tilbage i det hul, det oprindeligt kom fra. Men igen skal det sikres, at der ikke siver vand igennem, som kan føre forurenende stoffer ud i miljøet.

Tailings kan ud over rester af det eftertragtede mineral indeholde tungmetaller og rester af de stoffer, der benyttes ved de processer, der anvendes for at fremstille et koncentrat ud fra malmen.

Tailings er normalt finkornet sand, og det kræver særlige forhold for deponeringen, hvis ikke det skal forurene omgivelserne. Design og konstruktion af disse depoter skal derfor være meget omhyggelig. Der er talrige eksempler på, at *tailings*-depoter er brudt sammen og har forurenet store områder, fordi giftige stoffer er ført ud i floder. *Tailings* kan deponeres i gamle minegange eller i åbne brud. Det kan deponeres i store inddigede depoter i åbent land, eller det kan udledes til bunden af en sø eller fjord. Der er fordele og

1 Ventilation
2 Hovedskakt
3 Skakt
4 Minegang
5 Egentlig mine
6 Støttepille
7 Åbent brud
8 Gråbjerg
9 Oparbejdningsanlæg
10 Lastning af koncentrat
11 *Tailings*-dam
12 Evt. marin deponering af *tailings* på havbunden

Figur 3.15. Skematisk fremstilling af de forskellige miljøpåvirkninger en mine giver anledning til.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks 5

Hvad gik der galt ved minerne Mestersvig og Ivittuut?

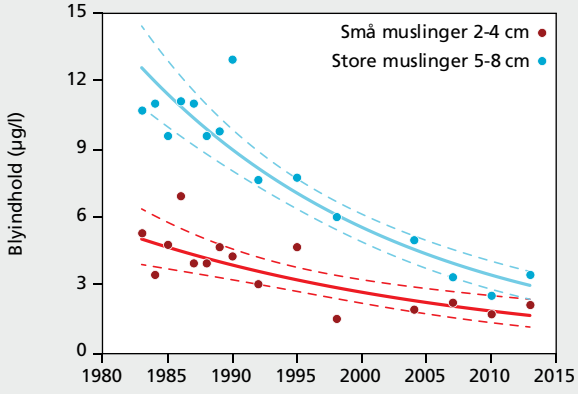
Kryolitminen ved Ivittuut og blyminen ved Mestersvig blev etableret på tidspunkter, da miljøregulering var et ukendt begreb, og driften af begge miner resulterede i blyforurening af havet, men på to vidt forskellige måder. Ved Ivittuut deponeredes lavlødigt, svagt blyholdigt affald i tidevandszonen, mens man ved Mestervig tabte højlødigt blykoncentrat i vandet under lastning af skibe, ligesom man ledte *tailings* ud i en nærliggende elv.

Ved Ivittuut blev der i perioden 1854 til 1987 brudt kryolit, som forekom i en intrusion nær overfladen. Malmen indeholdt galena (PbS, blysulfid), jernspat og fluorit. Men det var nemt at rense kryolitten for urenhederne, da malmen er meget grovkornet. Rene kryolitstykker blev sorteret fra og sendt til Danmark for videre oparbejdning, mens det urene materiale blev deponeret og blandt andet sammen med gråbjerg anvendt til opfyldning ved anlæg af en kaj (figur 4). Det deponerede materiale indeholdt ca. 1 % galena.

Galena er ustabilt i iltholdigt havvand, og da havvand pga. tidevandet stiger og falder inde i mellemrummene mellem de frasorterede sten i opfyldningen, oxideredes og opløstes galena i havvandet. Med tidevandsstrømmen førtes det opløste bly videre ud i Arsuk Fjord, hvor det forårsagede og stadig forårsager blyforurening.

Især blåmuslinger optager bly. Over et større område af Arsuk Fjord er muslingernes blyindhold da også så højt, at det overstiger grænseværdien for muslinger som fødevarer (1,5 mg/kg vådvægt). Forureningen ved Ivittuut blev opdaget i 1982 og siden overvåget, hvor primært blåmuslinger og blæretang er benyttet som indikatororganismer. Forureningen har været faldende, siden mineaktiviteterne ophørte i 1987 (figur 2). Men kilden til forureningen er der stadig, idet der ikke har været penge til at rydde op. Krav til oprydning og miljøbeskyttelse var ikke en del af datidens tilladelser, og mineselskabet gik over til andre aktiviteter efter minens lukning og kunne ikke pålægges at rydde op. En sådan oprydning af det i vandkanten deponerede materiale kan i øvrigt også være problematisk, fordi det vil medføre ny forurening fra det materiale, der flyttes rundt med.

Figur 1. Blymalm i sække lastes på pram i Nyhavn ved Mestersvig i 1955. Foto: V. Richter © Arktisk Institut.



Figur 2. Udviklingen af blyindhold i blåmuslinger (µg per tørret g muslingekød) ved Ivittuut i perioden 1982-2013. Den røde linje viser små muslinger 2-4 cm lange og den blå linje store muslinger 5-8 cm lange. De punkterede linjer viser 95 %-usikkerheden.

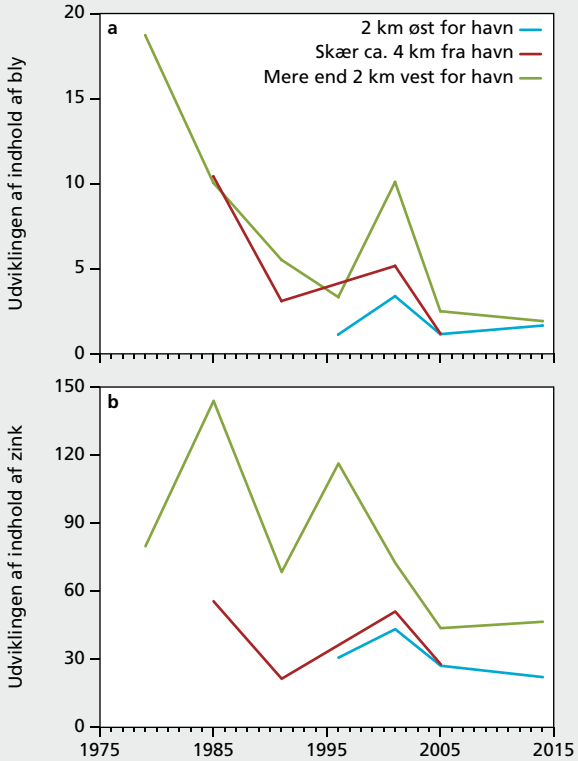
INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Ved minen i Mestersvig i Østgrønland blev der fra 1956 til 1963 brudt blymalm, som også indeholdt zink. Bly- og zinkkoncentrater blev fremstillet ved flotation* af den knuste malm. *Tailings* blev simpelthen pumpet ud på fjeldsiden, hvor det gradvist blev vasket ned i den nærliggende elv og videre ud i havet og gav anledning til zinkforurening – og muligvis også en vis blyforurening. Men omfanget af denne blyforurening fra *tailings* er vanskelig at vurdere, fordi der er en anden og meget mere dominerende kilde til blyforureningen i fjorden. Under lastning af transportskibene blev der spildt meget blykoncentrat med ca. 70 % bly. Dels bristede transportsækkene, og ren koncentrat blev liggende på stranden, dels kæntrede fuldt lastede pramme (figur 1), og herfra sank koncentratet ned på fjordbunden.

Denne forurening overvåges ved at måle bly- og zinkindhold i blæretang og ulke – idet der ikke findes blåmuslinger i dette område. Forureningsniveauet har været varierende, men overordnet ser det ud til at være faldende (figur 3).

Forureningen af det omkringliggende havmiljø, som blev konstateret ved Ivittuut og Mestersvig, skyldtes uvidenhed og dårlig teknik. *Tailings* blev blot deponeret i miljøet og tilmed på steder, hvor spredning af forureningen blev fremmet, ligesom transporten af malm ved Mestersvig var meget lemfældig. I dag skal den slags potentielle forureningskilder, og hvad der gøres for at forhindre forureningen, beskrives i detaljer, og alle aktiviteterne skal igennem en omfattende godkendelsesprocedure. Den måde, det foregik på ved Ivittuut og Mestersvig, vil ikke kunne godkendes i dag.



Figur 3. Udviklingen af indhold af bly (a) og zink (b) i tang ved forskellige stationer omkring Nyhavn ved Mestersvig. Stationerne er 2 km øst for havnen (blå), ved et skær ca. 4 km fra havnen ude i Kong Oscar Fjord (rød) og mere end 2 km vest for Nyhavn (grøn). Der ses et generelt fald, men også stigninger i metalindholdet, som måske kan hænge sammen med, at der er blevet rodet op havbunden.

Figur 4. Kajen ved Ivittuut i 1927. Den er opbygget af gråbjerg fra kryolitbrydningen og indeholder blandt andet meget bly.

Foto: © Arktisk Institut.

ulemper ved alle metoder, men det gælder om at undgå spredning af forurenende stoffer gennem støv og ud- og nedsivning. Åbne depoter er ofte meget store og dækket med vand for at forhindre støvdannelse (figur 3.12).

Ved guldminen Nalunaq i Sydgrønland deponeredes *tailings* inde i minen, og overvågningen af miljøet viste, at denne deponering ikke gav anledning til forurening af det omgivende miljø.

Flere af processerne i efterbehandlingen af den brudte malm kan skabe spildevand, som ikke umiddelbart kan udledes til nærmeste sø, vandløb eller fjord på grund af indhold af forurenende stoffer. Disse stoffer kan komme fra malmen, hvorfra der eksempelvis kan udvaskes tungmetaller, svovl og fluor, eller fra nogle af de kemikalier, som tilsættes i de forskellige processer.

Myndighederne stiller krav om, at alle tilsatte stoffer er deklarerede, og at uønskede stoffer fra spildevandet fjernes, inden det udledes, så miljø og drikkevand i udledningsområdet ikke påvirkes. Det gøres ved at opstille udledningskriterier for spildevandet, og de angives i den udstedte tilladelse. Der stilles desuden krav til vandkvaliteten i de søer, elve og havområder (recipienter), der udpeges (faktaboks 6), ligesom indholdsstofferne i udløb og recipienter skal overvåges for at sikre, at myndighedernes udledningskrav overholdes.

En yderligere kilde til spredning af forurenende stoffer fra en mine til miljøet er støv. Der er ikke tale om en egentlig udledning, idet støvet opstår ved de mange mekaniske processer, der foregår i en mine. Selve brydningen skaber støv, som i åbne brud kan spredes mange kilometer ud i terrænet. Knusning af malm såvel som transport og omlastning danner støv. Støvet har i sig selv en fysisk påvirkning af miljøet (se side 30 ovenfor), men det indeholder også forureninger, ligesom den malm, *tailings* og/eller gråbjerg, støvet stammer fra. Ved minen i Maarmorilik var støv både fra processerne og fra forvitring af gråbjerget på fjeldsiden en væsentlig kilde til forurening af omgivelserne (se side 55 nedenfor), og gråbjerget giver fortsat anledning til støvforurening.

Støvspredning kan minimeres ved for eksempel at sprede vand på grusveje og i sprængningsområder og knuse og formale malmen i lukkede lokaler, hvor støvet kan fanges i filtre.

Ligesom der er krav til udledninger til vandmiljøet, stiller myndighederne også krav til støvspredningen fra en mine (faktaboks 6). Sådanne krav kan for eksempel medføre, at støvende aktiviteter kun må udføres ved rolige vindforhold. Eksempelvis kan mineselskabet påbydes at indstille kørsel og sprængning ved vindstyrker over 12 m/s.

Der vil typisk blive opstillet støvmålere, så det kan vurderes, om minedriften overholder myndighedernes støvkrav (faktaboks 6).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Miljøkvalitetskriterier i Grønland i forbindelse med miner

Vandkvalitet i recipienter må ikke overstige disse værdier. Metalkoncentrationerne er for opløst materiale.

	Ferskvand (µg/l)	Havvand (µg/l)
Arsen (As)	4	5
Cadmium (Cd)	0,1	0,2
Krom (Cr (III))	3	3
Kobber (Cu)	2	2
Jern (Fe total)	300	30
Bly (Pb)	1	2
Kviksølv (Hg)	0,05	0,05
Nikkel (Ni)	5	5
Zink (Zn)	10	10
Cyanid (CN free)	5	2
Nitrogen (N total)	300	
Fosfor (P total)	20	
Opslemmede partikler[1]	50.000[1]	50.000[1]

[1]Eller en forøgelse på 10 %, hvis baseline-værdien er over 50.000 µg/l.

I vand, der udledes, må følgende værdier ikke overskrides:

Parameter	Koncentration (mg/l)
BOD_5	15
COD	75
Total N	8
Total P	1,5

BOD_5 = *Biological Oxygen Demand* (biologisk iltforbrug) over fem dage. Et mål for den mængde ilt, som biologiske processer bruger i vandet, og det benyttes som et mål for organisk forurening (for eksempel spildevand).

COD = *Chemical Oxygen Demand* (kemisk iltforbrug). Et mål for den mængde ilt i vandet, som kemiske processer bruger.

Når et selskab får tilladelse til at etablere en mine, skal det ligeledes opfylde krav til indhold af andre kemiske og organiske stoffer i det vand, som ledes ud til recipienterne, og disse fastsættes fra sag til sag.

I luft omkring en mine må følgende værdier ikke overskrides:

	Koncentration i luft (µg/m³)	Afsætningsrater (µg/m²)
Luftarter		
Nitrogendioxide (NO_2)	100	–
Svovldioxide (SO_2)	125	–
Partikler (støv)		
Arsen (As)	0,010	120
Kadmium (Cd)	0,010	60
Krom (Cr)	0,50	–
Kobber (Cu)	10	–
Kobolt (Co)	0,10	–
Jern (Fe)	4,0	–
Bly (Pb)	0,40	3.000
Kviksølv (Hg)	0,10	1,5
Molybdæn (Mo)	5,0	–
Nikkel (Ni)	0,10	450
Sølv (Ag)	0,20	–
Thallium (Tl)	–	60
Uran (U)	0.30	–
Vanadium (V)	0.30	–
Zink (Zn)	60	–
Fluorid (F)	1,0	–
Partikler <2,5 µm ($PM_{2,5}$)	30	–
Partikulært materiale <10 µm (PM_{10})	50	–
Partikler i alt		4,0 g/m²/måned

Disse værdier skal overholdes i minens omgivelser, bortset fra tæt på kilderne og de bufferzoner, der oprettes omkring dem.

Udledninger til luft fra maskiner, forbrændingsanlæg osv. skal overholde værdier fastsat af EU (EU *Directive on Industrial Emissions* og EU *Directive on Emissions from Non-road Mobile Machinery* etc.). Foreligger der ikke EU-bestemmelser, skal amerikanske standarder overholdes.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks 7

OSPAR-konventionen i Grønland

Oslo-Paris-konventionen (OSPAR) er en international aftale, som har til formål at beskytte det marine miljø i det nordøstatlantiske område mellem Spanien-Norge på den ene side og Island-Østgrønland på den anden (figur 1).

Konventionens bestemmelser benyttes til at miljøregulere *offshore*-olieboringer i hele Grønland, selv om konventionen egentlig kun dækker havområdet ud for Østgrønland.

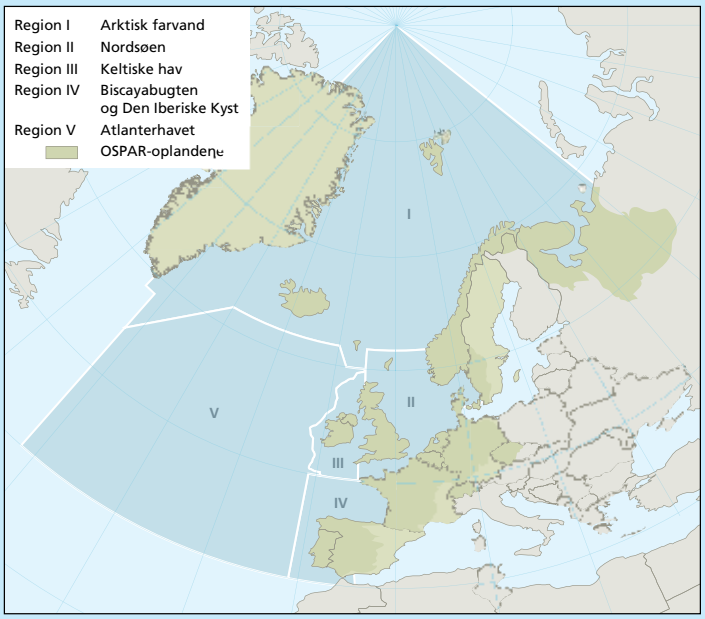
OSPAR-konventionen skal for eksempel sikre, at alle de kemikalier, der benyttes ved en efterforskningsboring, registreres, og at kemikaliernes miljørisici er vurderet og klassificeret.

Et kemikalie består ofte af flere forskellige indholdsstoffer, og det er de enkelte indholdsstoffers egenskaber, der er vigtige i denne forbindelse. Kemikalierne vurderes og klassificeres efter giftighed, bionedbrydelighed og deres grad af bioakkumulering (dvs. i hvor høj grad de ophobes i organismer og dermed i fødekæderne).

En vigtig bestemmelse er et krav til både myndigheder og selskaber om, at miljømæssigt problematiske kemikalier gradvist skal udskiftes med mindre risikable (substitutionsprincip).

I Danmark og Norge er OSPAR's klassificering af kemikalier suppleret med en farvekodning, se figur 2. Da et produkt kan bestå af mange forskellige stoffer, tildeles farvekoden efter det mest miljøproblematiske indholdsstof. Hvis for eksempel bare ét af disse stoffer er sort, betegnes hele produktet (kemikaliet) som sort.

Hvis den foreliggende viden om et stofs nedbrydelighed er ukendt, skal det klassificeres som potentielt miljøskadeligt jvf. forsigtighedsprincippet. Miljøskadelige stoffer er giftige, de er bioakkumulerende, og de nedbrydes ikke i miljøet (dvs. de er persistente). Giftige stoffer kan være akut giftige, men de kan også have mere skjulte virkninger, som først erkendes efter lang tids påvirkning: kræftfremkaldende (karcinogene), mutagene, hormonforstyrrende* eller reproduktionshæmmende.



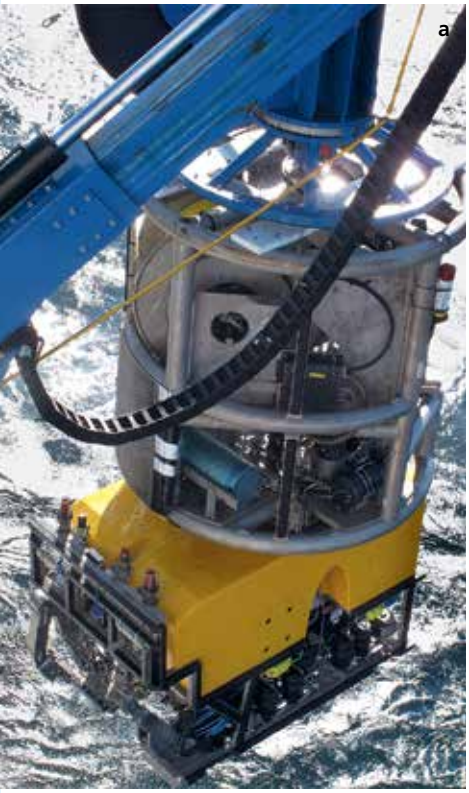
Figur 1. OSPAR-konventionen dækker den nordøstlige del af Atlanterhavet, inklusiv havet ud for Østgrønland. Området er opdelt i et antal regioner.

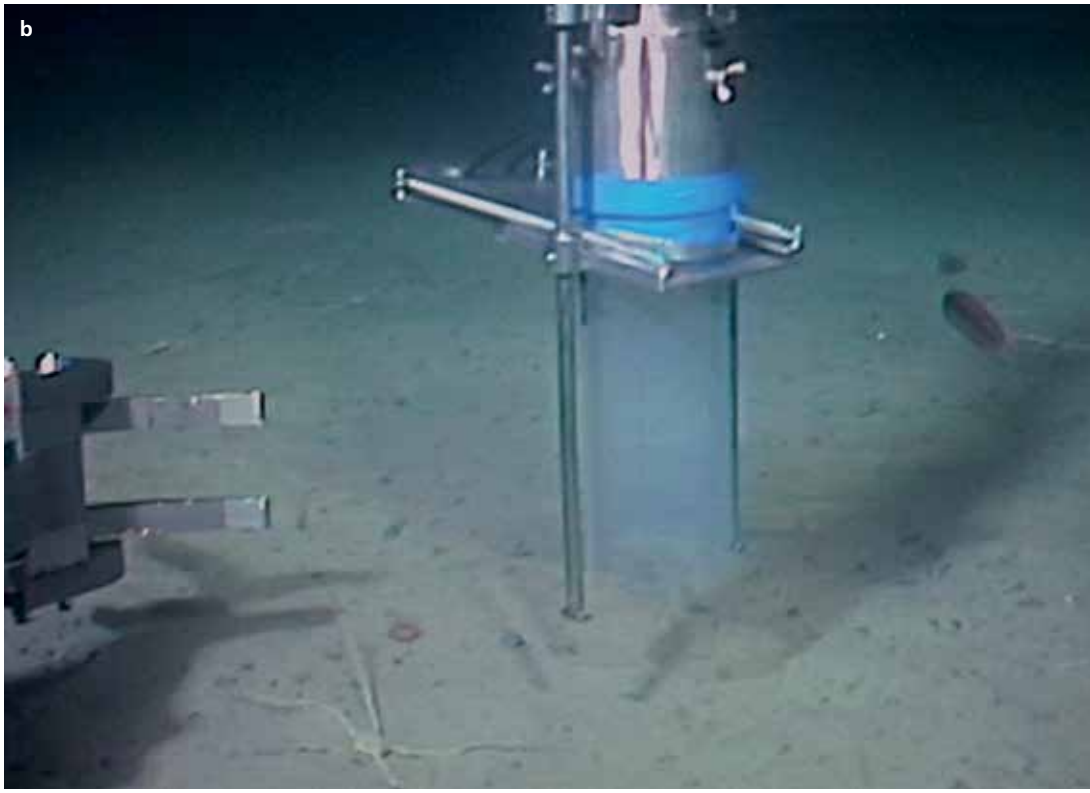
Farve kode	Klassifikation
Sort	Sorte kemikalier er de mest skadelige for havmiljøet, og en udskiftning har høj prioritet. De er optaget på en særlig liste over miljøskadelige stoffer. Må ikke benyttes i Grønland.
Rød	Røde kemikalier giver anledning til bekymring pga. flere miljøskadelige egenskaber og bør derfor udskiftes. Der er tale om giftige stoffer, svært nedbrydelige stoffer og stoffer, som akkumuleres i levende organismer. Der findes ingen liste over røde kemikalier, og de skal derfor vurderes fra sag til sag. I Grønland kan der efter særlig ansøgning gives tilladelse til at bruge røde kemikalier under forudsætning af, at selskabet undervejs forsøger at finde mere miljøvenlige, dvs. grønne eller gule kemikalier, hvis aktiviteterne skal fortsætte over længere perioder.
Gul	Gule kemikalier har en enkelt miljøskadelig egenskab (giftighed, nedbrydelighed, ophobning). På længere sigt bør også de udskiftes med grønne kemikalier. Der findes ingen liste over gule kemikalier, og de skal vurderes fra sag til sag.
Grøn	Grønne kemikalier har ingen eller kun meget begrænsede miljøskadelige egenskaber. De kaldes også PLONOR-stoffer (*Pose Little Or No Risk for the Environment*). Grønne kemikalier er optaget på en særlig liste over godkendte stoffer.

Figur 2. I Norge underinddeles den gule kategori yderligere: Y1: Kemikaliet forventes at blive biologisk helt nedbrudt. Y2: Kemikaliet forventes at blive biologisk nedbrudt til stoffer, som ikke er miljøskadelige. Dette skal dokumenteres ved ansøgning om eventuel brug. Y3: Kemikaliet forventes at blive biologisk nedbrudt til stoffer, som kan være miljøskadelige.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives





Figur 3.16. En ROV* er et fartøj (a), som benyttes, når der skal etableres anlæg og installationer på havbunden. Det er den gule kasse nederst, der er ROV'en. Det kan også bruges til at indsamle prøver med, som her hvor der indsamles biologisk materiale på 1500 m's dybde (b). ROV'ens gribehånd ses til venstre. ROV'en står via kabler i forbindelse med et overfladeskib og styres herfra via tv-skærme.
Foto: David Boertmann.

Uran

Brydning af mineraler med radioaktive grundstoffer giver anledning til specielle problemstillinger, der kræver særlig opmærksomhed for ikke at medføre alvorlige og langvarige miljø- og sundhedsproblemer, som der indtil nu ikke har været erfaringer med i Grønland.

Det grønlandske selvstyre ophævede i efteråret 2013 en gældende praksis med ikke at give tilladelser til efterforskning og udvinding af mineraler, der indeholder radioaktive grundstoffer – kaldet nultolerancepolitikken. Grænsen var dog ikke nul, men 60 ppm (parts per million = milliontedele), for at give mulighed for minedrift, idet de fleste mineraler indeholder ganske små mængder af uran og thorium. Nultolerancen blev indført omkring 1990 og var rettet mod brydning af uranmalm (faktaboks 8). Op til beslutningen og også efterfølgende har debatten i Grønland for og imod brydning af uranholdig malm været omfattende og hed.

Grunden til, at nultolerancen blev ophævet, var, at et mineselskab viste interesse for at udvinde sjældne jordarters metaller (REE) fra Kvanefjeld ved Narsaq. Da de sjældne jordartsmetaller er bundet i samme mineral som uran, kan man ikke efterforske og udvinde disse metaller uden samtidig at efterforske og udvinde uran.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Selskabet fremsendte i 2015 en såkaldt *Terms of Reference*, som er en kortfattet beskrivelse af et planlagt mineprojekt, og den var ledsaget af en foreløbig VVM-redegørelse for en mine på stedet (faktaboks 8).

Uran er i sig selv ikke særlig radioaktiv, når det brydes. Men uran forekommer altid sammen med naturligt forekommende radium og radon (grundstoffer), der er radioaktive henfaldsprodukter fra uranen. Malmen fra Kvanefjeld indeholder tillige det radioaktive grundstof thorium. Radium er et metal, som især kan give anledning til forurening af vand, og radon er en gas, som forurener luft. Thorium skal ikke udvindes, hvorfor det vil ende i *tailings* og deponi for kemiske rester. Radium og thorium kan desuden spredes med støv fra deponier og de mekaniske processer, malmen udsættes for.

I Grønland har man endnu ikke sat grænseværdier for radioaktive grundstoffer eller den stråling, de medfører. Derfor skal sådanne værdier fra andre steder i verden vurderes og tilpasses, sådan at både miljø og mennesker beskyttes mod indtagelse af disse stoffer i for eksempel drikkevand. Der skal i fastsættelsen af grænseværdier tages særligt hensyn til de grønlandske samfundsforhold – for eksempel den sydgrønlandske fåreavl – og værdierne skal accepteres politisk (faktaboks 8).

Udledninger fra olieboringer

De væsentligste udledninger fra en efterforskningsboring er borespåner* (det udborede materiale) og boremudder* (se nedenfor). Når der bores til havs, lægger borespånerne sig på havbunden som et tykt lag sand. Det er normalt ikke giftigt, men dyr, der lever af at filtrere organisk materiale fra det omgivende vand, kan ikke tåle kraftig tildækning, og særligt følsomme er havsvampe og koldtvandskoraller*. For at undgå at påvirke den slags bunddyr omfatter de obligatoriske miljøundersøgelser (se side 84) en kortlægning af havbunden, inden boringen indledes. Dette gøres med et særligt undervandsfartøj (ROV*) (figur 3.16). Opdages der områder med tætte bestande af svampe og koraller, skal borestedet flyttes.

Når der bores i undergrunden (og det gælder ved olie- og nogle mineralboringer), tilsættes borehullet en væske, der i forbindelse med olieboring kaldes boremudder på grund af udseende og konsistens. Denne væske smører og køler borehovedet, transporterer det udborede materiale (borespåner) og stabiliserer borehullet, så det ikke skrider sammen (særlig ved boring i bløde og porøse bjergarter). Endelig modvirker det trykstigninger i de dybe huller, der bores, når der ledes efter olie.

Ved olieboring pumpes boremudderet ned gennem borestrengen og ud dér, hvor borehovedet arbejder. Det strømmer derefter op gennem det forede borehul og opsamles ved eller på boreriggen. For at optimere boremudderet til de forskellige funktioner tilsættes en lang række kemikalier. Nogle er miljømæssigt harmløse, som for eksempel køkkensalt, mens andre kan indeholde tungmetaller eller er egentlige miljø-

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Uranmine ved Narsaq

Selskabet, der forbereder en ansøgning om at bryde malm i Kvanefjeldet, planlægger, at der skal brydes 3 millioner tons malm om året i 30 år. Der skal brydes lige så meget gråbjerg, som efter planerne skal deponeres tæt ved minen, og da malmen er lavlødig, bliver mængden af *tailings* næsten lige så stor. *Tailings* og kemiske rester fra processerne skal deponeres i søen Taseq i ca. 600 m's højde og ca. 8 km fra Narsaq. Søen dæmmes op, sådan at der ikke løber vand ud af den.

Da malmen indeholder radioaktive grundstoffer, skal selskabet (som noget nyt i grønlandsk sammenhæng) udarbejde en strålingsbeskyttelsesplan. Formålet med denne er at minimere frigivelse og effekter af radioaktive stoffer og stråling fra mineaktiviteterne. Strålingsbeskyttelsesplanen skal omfatte alle faser i projektet, fra konstruktion over drift og til dekommissionering, rehabilitering og stabilisering af mineområderne efter lukning.

Myndighederne skal også, som noget nyt i Grønland, fastsætte grænseværdier for, hvor meget af de radioaktive grundstoffer (uran, radium, radon, bly 2010, polonium og thorium) der må være i luften, elve, søer, drikkevand og i havet omkring en eventuel mine.

Myndighederne skal, også som noget nyt, fastsætte grænseværdier for, hvor meget radon der må være i luften, og hvor meget radium og thorium der må være i elve, søer, drikkevand og i havet omkring en eventuel mine. På grund af den tidligere praksis med nultolerance omkring brydning af uranholdig malm findes der ingen etablerede normer og grænseværdier for radioaktive stoffer fra minedrift i Grønland. Der foreligger internationale grænseværdier for radioaktive grundstoffer i drikkevand og i indendørs og udendørs luft (se nedenfor).

Et andet potentielt nyt miljøproblem er forekomsten af et fluorholdigt mineral – villiaumit, som er vandopløseligt og giftigt. Der vil være risiko for, at villiaumit udvaskes og spredes med grundvand og overfladevand. Selskabets planer for at imødegå og begrænse forurening med flour skal indgå i den VVM-redegørelse, der skal fremsendes til myndighedernes vurdering.

Eksempler på internationale grænseværdier (WHO 2011, European Commission 2012):

I indendørs luft:

Radon (Rn):	100 Bq/m^2

I drikkevand:

Radon (Rn):	100 Bq/l
Bly 2010 (Pb-2010):	0,2 Bq/l
Polonium 210 (Po-210):	0,1 Bq/l
Uran (U-238):	3,0 Bq/l i vand og 15 µg/l*
Radium 226 (Ra-226):	0,5 Bq/l
Radium 228 (Ra-228):	0,2 Bq/l
Thorium 230 (Th-230):	1 Bq/l
Thorium 232 (Th-232)	1 Bq/l

*når der er tale om uran som giftigt tungmetal

Grænseværdierne for stråling (Bq/l) skal tage højde for, at en årlig påvirkning ikke overstiger 0,1 mSv.

EUROPEAN COMMISSION - 2012/0074 (NLE) - COUNCIL DIRECTIVE - laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption.

WHO 2011. *Guidelines for Drinking-water Quality*. World Health Organization. Fourth edition: 564.

Strålingsenheder:
Bq (becquerel) er en enhed for radioaktivitet: 1 Bq er den stråling, der opstår ved henfald af én kerne/sek. Sv (sievert) er en enhed for den biologiske effekt af stråling udtrykt som strålingsenergi per kg. 1 Sv = 1 joule/kg.

Figur 1. Kvanefjeldet med uranforekomsten til venstre. Inderst i dalen fjeldet Illimmaassaq og Narsaq Bræ og i bunden Narsaq Elv og vejen op mod malmforekomsten.
Foto: © Arktisk Institut.

gifte, og endelig er nogle svært nedbrydelige og forbliver derfor længe i miljøet. Desuden tilsættes mineralet baryt ($BaSO_4$) for at gøre boremudderet tungt. Det er ikke giftigt i sig selv, men kan være forurenet med tungmetaller som kviksølv (Hg).

Boremudderet genbruges i vid udstrækning, så længe der bores, men skal bortskaffes på den ene eller anden måde ved endt boring. Det er store mængder af boremudder og -spåner, der da skal håndteres: Ved de tre efterforskningsboringer ud for Disko i 2010 blev der dannet mellem 650 og 900 m^3 borespåner pr. brønd, og der blev brugt i alt 6.000 tons boremudder, som efter endt aktivitet blev udledt til havbunden.

Det har ved boringer til havs været praksis i alle lande at lede resterne af boremudderet samt borespånerne ud på havbunden, uanset hvor miljøskadelige de var. Det har for eksempel i Nordsøen givet omfattende effekter på bundfaunaen, og især boremudder på oliebasis (OBM) har været problematisk. En rig og varieret fauna er i områder, hvor det er udledt, blevet erstattet med et ensartet dyresamfund bestående af nogle få arter af børsteorme. Blandt andet af den grund vedtog landene bag OSPAR-konventionen i 2000, at udledning af OBM skulle forbydes. Danmark og Norge fulgte op, og siden har man set en væsentlig forbedring i miljøforholdene i Nordsøen. Boremudder på vandbasis er langt mindre miljøskadeligt og kan også i Grønland ledes ud på havbunden, hvis det er deklareret og lever op til OSPAR-standarderne omkring lav giftighed, lav bioakkumulering og hurtig nedbrydelighed. De stoffer, der tilsættes ved boring af en brønd (*offshore*-kemikalier*), skal være omfattet af OSPAR's PLONOR*-liste eller være klassificeret som grønne og gule (faktaboks 7).

Ved boringer på land, som for eksempel på North Slope-tundraområdet i Alaska, deponerede man tidligere boremudder og -spåner i huller ved borestedet. Hensigten var, at de problematiske stoffer skulle fryses ind i permafrosten, men både klimaforhold og sammensætningen af boremudderet gav undertiden anled-

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 3.17. Ved olieefterforskningsboringen på Nuussuaq-halvøen i 1996 blev det brugte boremudder gravet ned ved boreriggen og dækket til. Efter elleve år viste det sig, at depotet var sunket sammen, og det var yderligere sunket sammen otte år senere (foto). Dette forhold kan give anledning til ansamling af vand, og risiko for udvaskning af eventuelle forurenende stoffer. Ved denne boring benyttedes vandbaseret boremudder, og kun relativt harmløse kemikalier indgik, men det er et forhold, som har medvirket til, at man ikke længere deponerer boremudder på denne måde i Alaska.
Foto: David Boertmann.

ning til, at det ikke skete, og problematiske stoffer sivede ud. Nu skal boremudder og -spåner pumpes tilbage i gamle brønde eller i dertil borede nye brønde, *injection wells*, og gamle deponier graves op og deponeres mere forsvarligt.

Ved landboringen i Grønland i 1996 spredtes væskedelen af boreaffaldet ud over det område, hvor boreriggen havde stået, mens den faste del blev gravet ned. Disse deponier sank med tiden sammen (figur 3.17). I dag vil man, som man gør i Alaska, anbefale at pumpe boremudder og -spåner tilbage i den udborede brønd, til en særligt boret injektionsbrønd* eller bringe det til sikrede deponier eller eventuelt miljøsikker destruktion.

Efter de otte efterforskningsboringer, der blev gennemført i Grønland i 2010 og 2011, blev DCE og GN af de grønlandske myndigheder anmodet om at vurdere brugen af boremuddersystemer i Grønland, blandt andet fordi selskaberne gerne vil kunne bruge oliebaseret boremudder ved særligt krævende boringer, og fordi det er muligt at bruge i både Danmark og Norge, såfremt det bringes i land og behandles her.

Konklusionen på vurderingen var, at:

- alle *offshore*-kemikalier, der planlægges benyttet, skal være klassificeret efter OSPAR-konventionens vejledninger, de danske og norske vejledninger og være registreret i det danske kemikalieregister PROBAS*.
- kemikalier, der er kritiske i miljøsammenhæng, skal dokumenteres grundigt, og at norske krav skal følges.
- der skal strammere krav til dokumentationen for kemikalier, der planlægges udledt i højarktiske miljøer, herunder krav til dokumentation for bionedbrydelighed, giftighed og ophobning under arktiske forhold og hos arktiske organismer.
- boremudder, der er baseret på olie (OBM), vil kunne tillades, såfremt det ikke udledes til miljøet, og at alle sikkerhedsforanstaltninger og kontrolmekanismer er forstærket sammenlignet med situationen ved brug af vandbaseret boremudder (WBM).

Disse anbefalinger blev godtaget af de grønlandske myndigheder og er nu en del af regelværket.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Produktionsvand

Når olie udvindes fra undergrunden, følger der store mængder vand med op. Dette vand kaldes produktionsvand. Andelen varierer fra brønd til brønd, og den stiger normalt med brøndens alder, sådan at vandindholdet fra en næsten udtømt oliekilde kan udgøre op til 98 % af det, der pumpes op.

Produktionsvand indeholder olie, kemikalier tilsat brønden under olieudvindingen og stoffer fra undergrunden. Koncentrationerne af de forurenende stoffer er lave, men da der er tale om meget store mængder produktionsvand, er mængden af forurenende stoffer ikke ubetydelig. Produktionsvandet bidrager med langt den største del (88 %) af den løbende olieforurening fra olieindustrien i Norge, og i 2011 blev der udledt ca. 131 millioner m^3 fra alle de producerende felter i Norge.

Olie i produktionsvand findes som mikroskopiske dråber (dispergeret*), og visse dele af olien er tillige direkte opløst i vandet. De særligt giftige stoffer fra olien er PAH'er*, som generelt er meget sundhedsskadelige, og alkylphenoler*, som er mistænkt for at være hormonforstyrrende.

De kemikalier, der tilsættes brønden, forebygger blandt andet korrosion og dannelse af slagger i rørledninger, og de hindrer bakterievækst, som kan danne den giftige luftart svovlbrinte. Rester af disse tilsatte kemikalier føres også op med produktionsvandet.

Fra undergrunden kan der komme radioaktive stoffer (NORM *Naturally Occurring Radioactive Materials*) op med produktionsvandet. Det er særligt de to radiumisotoper 226 og 228. Endelig bringer produktionsvandet forskellige salte med op. Der er eksempler på, at der kan udledes så meget nitrat, at det kan have gødningseffekt i havmiljøet.

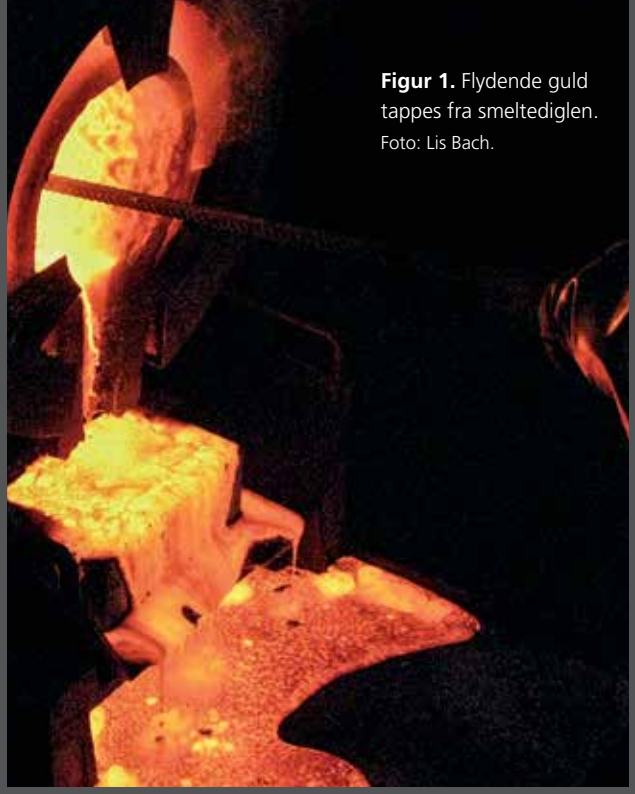
Det har været almindelig praksis at udlede mere eller mindre renset produktionsvand til havet eller i tilfælde af brønde på land til nærliggende floder. De senere års fokus på forurening fra olieproduktion har i Nordsøen og Nordamerika medført, at større og større mængder produktionsvand pumpes tilbage i de olieholdige lag, hvor det kan medvirke til at fremme produktionen af olie. Det vand, der ikke pumpes tilbage, udledes til havet efter rensning.

Norge og Danmark følger OSPAR-konventionens forskrift (faktaboks 7): højst 30 ppm (parts per million) olierester i vandet. Industrien i Norge har dog selv sat sig højere mål og har ved at forbedre teknologien (BAT-princippet)* bragt olieindholdet ned til omkring 10 ppm.

Når produktionsvandet udledes til havet, fortyndes de giftige og problematiske stoffer hurtigt til så lave koncentrationer, at akutte miljøpåvirkninger ikke forekommer. Men der er dog en stigende bekymring for langtidsvirkninger fra udledning af produktionsvand, blandt andet fordi undersøgelser i Norge har vist, at fisk mere end 150 km fra oliefelterne er påvirkede af olieindholdet i vandet.

Ved minedrift kan der også opstå miljøproblemer med vand, der siver ud fra en mine. Det kan være nedsivende vand fra omgivelserne eller vand, der bruges ved

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 1. Flydende guld tappes fra smeltediglen. Foto: Lis Bach.

Figur 2. Cyanidanlægget inde i minen. Foto: Lis Bach.

Cyanid til udvinding af guld

Guldminen Nalunaq nær Nanortalik var aktiv i perioden 2002-2013. I begyndelsen blev malmen udskibet, men fra 2009 blev den oparbejdet, sådan at man producerede guld på stedet. Ved denne proces benyttedes natriumcyanid (NaCN), som er akut giftigt. Det nedbrydes imidlertid hurtigt til ugiftige forbindelser og ophobes ikke i fødekæderne. Et halvt gram er nok til at slå en voksen mand ihjel, og et større spild vil kunne dræbe alle fisk og andet dyreliv i en elv eller en sø. Cyanid har den særlige egenskab, at det danner en vandopløselig forbindelse med guld. Natriumcyanid er derfor et benyttet kemikalie til udvinding af guld fra malm overalt i verden. Ved Nalunaq-guldminen benyttedes c*arbon in pulp*-metoden. Først behandles den knuste guldmalm med natriumcyanid opløst i vand under luftgennembobling; derved opløses guldet som et cyanidkompleks. Komplekset adsorberes derefter på overfladen af aktivt kul, som kan sigtes fra den finknuste malm. Derpå genopløses guldcyanidet i en varm stærk cyanidopløsning. Ved elektrolyse udskilles guldet efterfølgende på en elektrode. Dette guld smeltes til doré-guld (figur 1), som er ca. 90 % rent guld, og som er det produkt, der sendes ud på verdensmarkedet.

Når alt guld er udtrukket med natriumcyanidopløsningen, er der værdiløs *tailings* med cyanidrester tilbage. Denne *tailings* blev ved Nalunaq deponeret inde i minen i gamle, tomme minegange. Som en del af miljøreguleringen var mineselskabet pålagt at foretage en nedbrydning af cyaniden i *tailings* inden deponeringen. Denne nedbrydning omdanner cyanid til ugiftigt cyanat (OCN-).

Mineselskabet havde i deres VVM-redegørelse forklaret, hvordan de kunne reducere cyanidindholdet i det vand, der løb ud af minen, til under 0,2 mg/l. Det blev accepteret af myndighederne og derpå sat som et miljøkrav, dvs. at selskabet skulle leve op hertil for at få udvindingstilladelsen. Vandet blev overvåget dagligt i hele minens levetid, og kravet blev overholdt, bortset fra enkelte kortvarige perioder med små overskridelser, som straks blev rettet af mineselskabet. Netop for at imødegå sådanne kortvarige episoder var der neden for minen anlagt et sedimentationsbassin, som dels opfangede partikler i vandet og dels sikrede, at kortvarige overskridelser af cyanidgrænseværdien på 0,2 mg/l blev udjævnet. På den måde sikredes det, at cyanid ikke løb ud i den nærliggende, ørredrige elv.

Tailings-deponiet inde i bjerget indeholder en del ubrugt cyanid, hvorfor der var risiko for, at vand med op til 4 mg/l cyanid kunne sive gennem fjeldet og ud i grundvandet i dalen. Der var derfor konstrueret to brønde neden for *tailings*-depoterne, hvor der ugentlig blev udtaget prøver til analyse for cyanid. Endelig blev vand fra elven indsamlet regelmæssigt og derpå analyseret for blandt andet indhold af cyanid. Hverken brønd- eller elvvand kom i minens levetid over grænseværdien for cyanid i ferskvand på 0,005 mg/liter. Var det sket, ville produktionen blive stoppet, indtil cyanidindholdet var bragt under grænseværdien.

Faktaboks 9

processer inde i minen – for eksempel ved flotation eller anden våd separation*. Det kan dels udvaske tungmetaller, dels kan det indeholde rester fra processerne. For eksempel gav guldminen ved Nalunaq anledning til en kontrolleret udledning af procesvand, og her stillede myndighederne krav om, at cyanidindholdet ikke måtte være højere end 0,2 mg/l (faktaboks 9) for ikke at forgifte fisk i vandløb og nærliggende kystområder.

Udledning af luftarter

Udledningen af drivhusgasser til atmosfæren er ikke speciel for råstofindustrien, men den omtales alligevel her, fordi mange af aktiviteterne udleder meget store mængder, i forhold til hvad det grønlandske samfund bidrager med.

Drivhusgasserne dannes primært ved brug af olie i maskineri, generatorer, skibe og køretøjer. Syv olieefterforskningsboringer (med to boreplatforme og 10 skibe) ud for Vestgrønland blev i 2011 vurderet til at udlede ca. 92.000 tons CO_2-ækvivalenter. Det udgjorde ca. 12 % af de samlede grønlandske udledninger (762.620 tons i 2011).

Produktion af olie giver også anledning til udledning af store mængder CO_2. Et stort oliefelt, som det norske Statfjord, udleder årligt mere end to gange det samlede grønlandske bidrag. Grønland ligger i forvejen højt med 11,1 tons udledt pr. indbygger i 2010. Hvis der med tiden også bliver udvundet olie i Grønland, skal afbrændingen af den oppumpede olie indregnes i det globale regnskab for udledning af drivhusgasser.

Grønland tiltrådte ikke den internationale klimaaftale (COP21) i Paris i 2015, fordi man mente, at det grønlandske bidrag var ubetydeligt i forhold til mere industritunge landes, og at en fremtidig industriudvikling måske ville blive begrænset af en regulering. Dette skal ses i lyset af, at klimaændringerne forårsaget af drivhusgasudledningerne slår så meget mere igennem i Arktis end på lavere breddegrader.

Mineaktiviteter vil også bidrage væsentligt til den grønlandske udledning af drivhusgasser. I VVM-redegørelsen for den planlagte jernmine ved Isua nær Nuuk blev det for eksempel beregnet, at driften ville bidrage med ca. 0,56 millioner tons CO_2 om året, hvilket dengang ville hæve det årlige grønlandske bidrag med 89 %.

Men ved minedrift er der en mulighed for at begrænse udledningerne, fordi vandkraft i mange tilfælde vil kunne udnyttes som energikilde. Potentialet er stort, og der er i de senere år etableret fem anlæg, som forsyner byerne med elektricitet og dermed har nedsat det grønlandske bidrag af drivhusgasser. En stor råstofrelateret aktivitet – en aluminiumsmelter – som har været på tegnebordet, omfattede etablering af op til tre vandkraftanlæg for at få elektricitet nok til de meget energikrævende processer.

Når metaller udvindes fra en malm ved udsmeltning, udledes der også store mængder af CO2. Denne metode vil dog næppe blive benyttet ved store miner i

Figur 3.18. Bly- og zinkminen ved Maarmorilik. Der ses fire indgange højt på fjeldsiden til venstre for den 'Sorte Engel' – den mørke tegning øverst på fjeldet. De nedre dele af fjeldet er dækket af store mængder af gråbjerg, der er kørt ud fra minegangene. Disse depoter giver stadig anledning til forurening med tungmetaller, der spredes ud i terrænet med støv.
Foto: Jens Søndergaard.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Grønland, hvor der hidtil kun er fremstillet koncentrater, som er sejlet til udsmeltning i udlandet. Guldminen ved Nalunaq var dog en undtagelse herfra de sidste år i dens levetid (faktaboks 9).

Udledningerne til luften fra råstofaktiviteter omfatter ud over drivhusgasserne også NO_x, SO_2 og forskellige organiske forbindelser, for eksempel fra omlastning af produceret olie. Arktisk dis (*Arctic haze*) er et fænomen, der opstår, hvor der er luftforurening fra maskineri eller kraftværker. Det er især et lokalt problem i dalstrøg med stillestående luft, men kan også opstå med langtransporteret luftforurening fra industrialiserede egne. Specielt sod, SO_2 og NO_x bidrager til dette luftforureningsfænomen. Sod (*Black Carbon* – BC) er der desuden særlig fokus på i Arktis, fordi sod, der falder på sne- og isoverflader, reducerer albedo (dvs. refleksionen af lys og varme) og bidrager til opvarmning og hurtigere afsmeltning.

Sod stammer overvejende fra afbrænding af tung brændselsolie (HFO) og hænger til dels sammen med oliens indhold af svovl. I Grønland er tung brændselsolie ikke tilladt i forbindelse med råstofefterforskning. Grønland anvender desuden bestemmelser svarende til IMO's *Sulphur Emission Control Areas* (SECA – der blandt andet omfatter Østersøen og Nordsøen), som bestemmer, at der siden 1. januar 2015 ikke må være et højere svovlindhold i olien end 0,1 %.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

4 Uheld er den værste kilde til miljøpåvirkninger

Når miljøproblemer fra råstofaktiviteter rammer nyhedsmedierne, er det ofte, fordi der er sket et uheld, og stærkt forurenende materiale strømmer ukontrollabelt ud i miljøet. De værste miljøkatastrofer hænger sammen med store oliespild til havs eller tailings*-depoter, der bryder sammen og flyder ud i floder. Men store miljøproblemer forekommer også i land ved utilstrækkelig miljøregulering.*

Deepwater Horizon-ulykken i Den Mexicanske Golf resulterede i et meget stort oliespild. Foto: Ritzau Scanpix.

Tankskibet Braer forliste ud for kysten i Wales i 1993, og gav anledning til et stort oliespild. Foto: Ritzau Scanpix.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Selv om uheld er den væsentligste kilde til de store miljøkatastrofer i forbindelse med råstofudvinding, så er der ude i verden desværre mange eksempler på, at den daglige drift også kan give anledning til markante miljøproblemer. De store oliespild i den russiske Komi-delstat opdaget i 1990'erne skyldtes blandt andet manglende vedligehold af rørledninger i kombination med manglende myndighedsregulering.

Oliespild

Et stort oliespild i havet er miljømæssigt set det værste, der kan ske i forbindelse med olieaktiviteter. Der er to kilder til disse store oliespild. Den ene er forlis af et fuldt lastet tankskib, og den anden er en ukontrolleret udblæsning fra et borehul (*blow-out**) i forbindelse med boring i olieførende lag i havbunden. Oliespild kan også opstå fra almindelig skibsfart, men mængderne er sjældent så store som ved uheld i forbindelse med transport, efterforskning og udvinding af olie (faktaboks 10). Et oliespild karakteriseres som stort, når det er på mere end 700 tons (≈ 815 m^3).

Effekterne af et stort oliespild vil afhænge af olietype, spildsted og vejrforhold. Der er eksempler på store oliespild, som ikke har givet anledning til væsentlige effekter på miljøet. Omvendt er der eksempler på, at relativt små oliespild har haft omfattende miljøeffekter, for eksempel dræbte den svære fyringsolie fra tankskibet Thuntank III i 1979 i Kattegat ca. 35.000 havfugle.

Generelt er kystområder meget mere sårbare over for oliespild end det åbne hav. Kysterne rummer ofte rigt dyre- og planteliv, mange fisk gyder på lavt vand, og fugle yngler på klipper og øer. Samfundene på havbunden er også rige, og der er i kystregionerne større risiko for, at spildt olie kan nå ned til bunden og påvirke den sårbare fauna her, ligesom olie kan fanges i bugter og fjorde og påvirke omgivelserne i længere tid end på åbent hav.

I Grønland vil havisen bidrage til at forstærke påvirkningerne, fordi olie kan fanges i drivis og senere frigives i en næsten ikke-nedbrudt form langt fra et spildsted, ligesom olie kan fanges i sprækker og våger, hvor havpattedyr er tvunget til at dykke ud for at ånde. Desuden vanskeliggør tilstedeværelsen af is også bekæmpelsen af et oliespild.

Oliespild skal derfor undgås, og de forebygges ved omfattende sikkerhedsprocedurer, grundig planlægning, anvendelse af den nyeste og bedste teknologi (BAT-princippet*) og ved at bruge de mest miljøvenlige løsninger (BEP-princippet*), og alle disse tiltag skal sikres gennem myndighedsreguleringen. Endelig skal beredskabsplaner være udarbejdet og beredskabsudstyr stå klar, hvis uheldet sker.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

De store oliespild i USA

Nogle af de største miljøkatastrofer som følge af oliespild er forekommet i USA, nemlig i forbindelse med grundstødningen af tankskibet Exxon Valdez og *blow-out*'en ved boreriggen Deepwater Horizon (tabel 4.1). I begge tilfælde drejede det sig om råolie, men ellers var omstændigheder og effekter meget forskellige. Begge spild er særdeles grundigt undersøgt og beskrevet, og effekterne er og bliver stadig overvåget. Erfaringerne fra disse oliespild er en væsentlig reference, når effekterne af potentielle oliespild i Grønland skal vurderes. Spildet fra Exxon Valdez er desuden meget relevant, fordi det skete i et miljø, der minder meget om det grønlandske kystmiljø, selv om området ikke er arktisk.

Oliespildet fra tankeren Exxon Valdez i Prince William Sound i Alaska i 1989 havde mange akutte virkninger i det kystnære miljø: døde havfugle, havoddere, sæler og fiskeyngel og udryddelse af dyre- og planteliv over udbredte kystområder (undertiden dog som følge af hårdhændede oprensningsmetoder). Men spildet har også givet langtidsvirkninger. Olie er for eksempel blevet begravet i groft grus langs visse strande og her nærmest konserveret. Olien fra den slags steder lækker langsomt til omgivelserne, og effekterne kunne stadig måles 25 år efter spildet.

En rapport fra det amerikanske institut National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) konkluderede i 2014 på grundlag af omfattende overvågningsprogrammer, at visse bestande af fisk og fugle da var restituerede, at andre be-

Tabel 4.1. Oversigt over de på verdensplan største oliespild i havmiljøet i nyere tid, samt de to største danske oliespild. Oliespild af disse størrelser har ikke forekommet Grønland, hvor der dog er rapporteret talrige små spild, primært fra tankanlæg ved havnene.

Navn	Land	År	Mængde (m^3)	Kilde	Type	Miljøpåvirkninger
Torrey Canon	UK	1967	121.000	tankskib,	råolie	Omfattende
Bravo	Norge	1977	22.000	blow-out	råolie (let)	Ubetydelige
Amoco Cadiz	Frankrig	1978	250.000	tankskib,	råolie	Omfattende
Thuntank III	Danmark	1979	350-500	tankskib	uspecificeret olie	Omfattende
Ixtoc	Mexico	1979-80	560.000	blow-out	råolie	Omfattende
Exxon Valdez	Alaska	1989	41.000	tankskib	råolie	Omfattende
Kharg 5	De Kanariske Øer	1989	72.000	tankskib	råolie	Ukendt
Irak-krigen	Kuwait	1991	>480.000	anlæg på land, tankskibe	råolie	Omfattende
Braer	UK	1993	95.000	tankskib,	råolie	Begrænsede
Baltic Carrier	Danmark	2001	2740	tankskib	tung bunkerolie	Omfattende
Sea Empress	UK	2002	81.450	tankskib	råolie	Omfattende
Prestige	Spanien	2002	>76.000	tankskib	bunkerolie (to typer)	Omfattende
Montara	Australien	2009	4.500-34.000	blow-out	råolie	Begrænsede
Deepwater Horizon	USA	2010	780.000	blow-out	råolie	Omfattende

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks 10

Oliespild og nedbrydning af olie

Så snart olie – det være sig råolie eller de raffinerede typer – slippes fri i miljøet, begynder den at blive nedbrudt/forvitret på forskellig vis.

Hvis olien spildes på en havoverflade, spredes den hurtigt i et tyndt lag med vind og strøm. Eksempelvis blev olien fra Exxon Valdez i Alaska i 1989 ført mere end 750 km væk fra spildstedet.

Råolie er en blanding af mange forskellige komponenter, og sammensætningen varierer fra brønd til brønd; fra lette benzinagtige væsker til meget tunge og tjæreagtige. Derudover findes der mange forskellige raffinerede produkter, som også varierer i flygtighed og viskositet.

De lette fraktioner fordamper hurtigt fra et oliespild (inden for de første timer/dage) og medvirker til, at det tilbageværende olielag bliver mere tyktflydende. For eksempel vil et oliespild med en let olie som diesel fordampe hurtigt (timer/få dage) og ofte forsvinde ved naturlige processer uden at efterlade rester på overfladen eller voldsomme effekter i miljøet. Det var tilfældet med Bravo-uheldet i 1977, hvor 30-40 % af olien omgående fordampede og resten blev nedblandet i vandsøjlen, før den nåede ind til kysten. Selv fra de meget tunge olier vil en mindre del (5-10 %) fordampe. Fra den tunge olie, der blev spildt ved Baltic Carrier-uheldet ved Falster i 2001, regner man med, at ca. 10 % fordampede.

Så snart olie når en vandoverflade, begynder den at optage vand og danner vand-i-olie-emulsion. Denne proces øger rumfanget af oliespildet ganske betydeligt (2-5 ×), og det medfører også øget viskositet (den bliver mere tyktflydende og klæbrig). Samtidig blandes (dispergeres*) mikroskopiske oliedråber ned i vandsøjlen under spildet, en proces, der fremmes ved omrøring, dvs. af bølger og hårdt vejr. Ved Braer-spildet i Wales i 1993 blev næsten al olien naturligt dispergeret på grund af hårdt vejr, og der blev ikke observeret større ansamlinger af olie på havoverfladen.

Endelig opløses en lille del af olien direkte i vandet. De giftigste oliekomponenter hører til i denne vandopløselige fraktion.

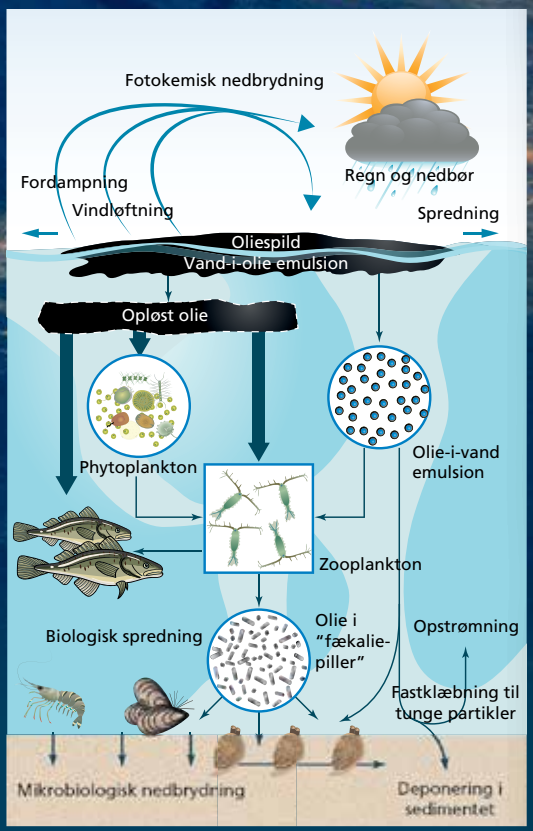
Er der tale om en meget tung olie, kan den tilmed synke efter nogen tid på havet, når forvitringsprocesser eller opblanding med sediment bevirker, at oliens massefylde overstiger vandets. Lys (solskin) påvirker olien ved fotokemisk nedbrydning, og endelig er der mikroorganismer (bakterier), der lever af at nedbryde olie.

Ved Deepwater Horizon strømmede olien ud fra brøndhovedet på havbunden under stort pres. På vej op blev en stor del dispergeret naturligt og for at fremme dispergeringen, blev der tilført kemiske dispergeringsmidler, der hvor olien strømmede ud.

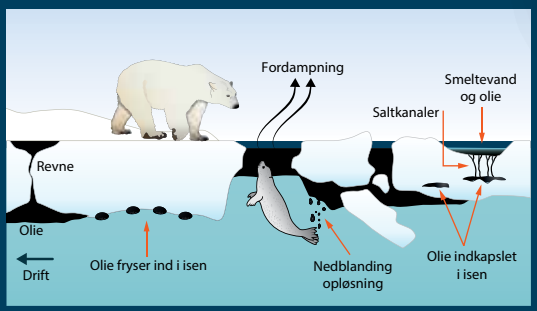
Ved Exxon Valdez-spildet blev en del af olien begravet på strande med groft grus. Her blev den konserveret og kun langsomt frigivet til miljøet, hvor effekter har kunnet spores i mere end 25 år.

På land spredes spildt olie ikke nær så langt som på vandet, medmindre den eventuelt ender i et vandsystem. Men olie kan sive ned i jorden og følge revner og konturer, eller den kan bevæge sig oven på et permafrostlag, og derved være meget svær at spore og siden samle op.

Figur 1. I 2017 gennemførtes et kontrolleret forsøg med oliespild i en grønlandsk fjord. Olien blev hældt ud i et område indenfor en flydespærring og her brændt af som ved et rigtigt oliespild. Foto: Kim Gustavson.



Figur 2. Så snart olie frigives i miljøet, indledes en lang række processer, som nedbryder olien og bidrager til at sprede den. Figuren viser, hvordan de naturlige processer forløber (omtegnet fra Riisgård 1982, *Kaskelot* 51).



Figur 3. Olies opførsel på havoverflader med is. Olien vil samles i våger og sprækker og langs iskanter. Den kan også opsamles under isen og trænge op i kanaler og gennem revner til overfladen, hvor den kan bidrage til at fremme isens afsmeltning. Endelig kan olien fryse inde i isen og med denne transporteres over lange afstande.

Olie i is

Spildes olie på en havoverflade med is, opstår nye problemer. Olien kan blandt andet fryse ind i isen eller samles på undersiden af isflagerne og herved blive transporteret langt væk fra et spildsted, når isen driver med havstrømmene. Den er her svær at spore, og senere, når isen smelter, frigives olien i en næsten frisk tilstand. Det kan medføre, at områder langt fra spildstedet kan blive forurenet af olie. De lave temperaturer i vand og luft bidrager desuden til at hæmme nedbrydningen af spildt olie.

Bekæmpelse

På havet kan olie overordnet bekæmpes på tre måder:
Mekanisk opsamling, hvor man pumper, skimmer eller ligefrem skovler olie, der er holdt samlet med flydespærringer, op til tanke for senere destruktion. Metoden er dog ikke særlig effektiv, og hvis olien har nået at forvitre, vil det volumen af olie (+ emulgeret vand), der skal håndteres, være meget større (2-5 ×) end den oprindeligt spildte olie. Fra kyster og strande kan olie skrabes/graves/spules væk. En effektiv metode er at vaske strandet olie tilbage i bølgezonen, hvor bølgeaktiviteten bidrager til den fortsatte nedbrydning/dispergering.

En anden metode er kemisk dispergering, hvor man tilsætter et overfladeaktivt stof, som, hvis der er nok bølge- og vindenergi til stede, bidrager til, at olien kan fordeles i vandet i mikroskopiske dråber. Derved fortyndes olien og gøres mere biotilgængelig, dvs. at mikroorganismer vil få lettere ved at angribe og nedbryde den. Dispergeringsmidlerne tilsættes fra skib eller fly, og metoden kan være meget effektiv, især hvis olien er helt frisk. Ved Exxon Valdez-spildet kom man for sent (fem dage), til at dispergering lod sig gøre. Men kemisk dispergering blev benyttet i vid udstrækning ved det store Deepwater Horizon-spild. Det er vigtigt at huske på, at kemisk dispergering ikke fjerner olien, men flytter den fra havoverfladen og til vandsøjlen, og endelig skal man være opmærksom på, at dispergeringsmidlet kan være giftigt.

Den tredje metode er afbrænding af olien på spildstedet, betegnet in-situ-afbrænding (ISB). Olien skal være relativt frisk, og olielaget på havoverfladen skal have en vis tykkelse (>1 cm), før olien kan antændes og brænde. Men lykkes det, kan man fjerne en meget stor del af den spildte olie (>85 %). Der bliver nogle afbrændingsrester tilbage på havoverfladen, som er klæbrige og i nogle tilfælde kan synke. Desuden danner afbrændingen store mængder røg og sod, så en del af forureningen flyttes fra vandoverfladen til luften. Metoden er lovende under arktiske forhold, dels fordi is på vandet bidrager til at holde olien samlet og tyk nok til antændelse, dels fordi de lave temperaturer medvirker til at begrænse oliens forvitring og derved forlænger det tidsvindue, hvorunder det er muligt at antænde olien.

På land kan olieforurenet jord samles i miler, hvor olien langsomt nedbrydes af mikroorganismer. Der udføres for tiden forsøg med denne form for oprydning af olieforurenet jord på nogle af militærets baser i Østgrønland.

Figur 4. Dispergeringsmiddel spredes fra fly over olie fra Deepwater Horizon-spildet.
Foto: Ritzau Scanpix.

stande af fugle samt af nogle muslinger stadig var under restituering, og endelig at bestande af den lokale tejst og sild stadig ikke var kommet sig. Men undersøgelser viste også, at den periodiske klimasvingning *Pacific Decadal Oscillation* (PDO)* påvirkede nogle af dyrebestandenes evne til at komme sig efter spildet, hvorfor det var svært at vurdere spildets langtidsvirkning på disse bestande.

Spildet fra Deepwater Horizon i Den Mexicanske Golf i 2010 skyldtes en *blow-out*, hvor råolie uhindret strømmede ud af brønden på havbunden i 1.500 m's dybde gennem 87 dage (tabel 4.1). En meget stor del (ca. 25 %) af olien blev dispergeret* i vandsøjlen og dannede en sky af olie i 1.000-1.200 m's dybde. Dispergeringen blev fremmet ved tilsætning af dispergeringsmidler* ved udstrømningsstedet på havbunden. En anden stor andel af olien blev med havstrømme ført ind til kysterne langs USA's sydkyst. Der var omfattende effekter på bestande af fugle, havpattedyr og havskildpadder. Også havbundens dyreliv blev kraftigt påvirket af olie, der blev ført til bunden med synkende organisk materiale ('marin sne') fra både den undersøiske sky og fra olien på havoverfladen. Endelig viste det sig, at en meget stor del af olien i vandsøjlen blev nedbrudt af mikroorganismer. I området, hvor spildet skete, siver olie ud fra havbunden talrige steder, som naturlige oliespild. Denne olie bliver løbende nedbrudt af mikroorganismer (bakterier), og det menes, at dette forhold havde stor betydning som igangsætter af den naturlige nedbrydning af olien fra Deepwater Horizon. Bestanden af mikroorganismerne skulle ikke først etableres og bygges op, den var der i forvejen. De meget små oliedråber, som er resultatet af dispergering, bidrog også til at fremme den naturlige nedbrydning, fordi overfladen, som mikroorganismerne kan angribe, er væsentligt forøget i forhold til olie på vandoverfladen.

Hvad lærte vi af de to spild?

En væsentlig erfaring fra de to spild og fra mange andre er, at det kun er muligt at opsamle og fjerne en begrænset del af olien på havoverfladen. Ved Exxon Valdez blev andelen af olie opsamlet fra havoverfladen vurderet til 14 %, mens den ved Deepwater Horizon nåede op på 16 %. Det medførte, at store mængder af olie nåede ind til kystområderne, som altid er meget mere sårbare over for oliespild end det åbne hav. Det viste sig også, at nogle af de metoder, der blev anvendt til at fjerne olien fra kysterne i Alaska, var mere hårdhændede over for plante- og dyreliv end selve olien, og det var særligt højtryksspuling med varmt vand, der viste disse effekter.

Den erfaring medførte, at effekterne af de forskellige bekæmpelsesmetoder fremover også skal miljøvurderes, sådan at man får mulighed for at afveje brugen af dem og dermed vælge den i situationen mest miljøvenlige metode. Skal man dispergere et overfladespild ned i vandsøjlen, eller skal man lade olien drive ind mod kysten? Hvis der er store forekomster af fugle langs kysten, vil dispergering være den mest miljørigtige mulighed, men hvis der for eksempel er gydende bestande af sild på havbunden under spildet, vil dispergering kunne påvirke bestanden her og måske også sildefiskeriet. En sådan analyse kaldes *Net Environmental Benefit Analysis* (NEBA) (faktaboks 11).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Net Environmental Benefit Analysis, NEBA, som værktøj, når der skal bekæmpes oliespild

I tilfælde af et oliespild til havs skal det lynhurtigt besluttes, hvordan olien skal bekæmpes. Oliens egenskaber ændres hurtigt efter udslippet (faktaboks 10 om oliespild), og flere af bekæmpelsesmetoderne er kun virksomme over for helt frisk olie. Der er tre overordnede metoder til bekæmpelse. Mekanisk, kemisk dispergering og afbrænding. Et oliespildsberedskab vil altid omfatte mekanisk opsamling, men anvendeligheden af denne metode er meget afhængig af vejrforholdene, da den kræver en rolig havoverflade. Se nærmere i faktaboksen om olienedbrydning.

Valget af bekæmpelsesmetode skal afvejes nøje i forhold til forekomst af følsomme organismer i vandsøjlen (for eksempel fiskelarver og vandlopper) og på havoverfladen (havfugle). Det gøres med en *Net Environmental Benefit Analysis* – NEBA. Denne analyse afvejer de miljømæssige fordele og ulemper ved afbrænding og dispergering både som supplement til mekanisk opsamling og som erstatning, hvis opsamling er umulig pga. vejr, is eller logistiske forhold.

En effektiv NEBA kræver indgående viden om forekomsten af særligt følsomme organismer og vigtige naturressourcer. Sådan viden er samlet i atlas over oliespildsfølsomme områder. Derudover er det afgørende at vide, hvordan den spildte olie, dispergeret olie og rester fra afbrænding vil blive spredt og nedbrudt. Her bidrager observatører i felten, vejrudsigter og Danmarks Meteorologiske Instituts modellering af, hvordan oliespildet driver på havoverfladen.

Tabel 1. Fordele og ulemper ved *in-situ*-afbrænding og dispergering.

	***In-situ*-afbrænding**	**Kemisk dispergering**
Fordele	• Olien bortskaffes relativt hurtigt og effektivt fra havoverfladen, hvilket minimerer miljøeffekterne på åbent hav og kyster • Ingen kapacitetskrav til olieoprensning, opbevaring og deponering af affaldsolien • De flygtige toksiske stoffer fra oliespildet afbrændes • Metoden kan anvendes i både åbent og isdækket farvand	• Olien fjernes fra havoverfladen, hvor den kan true fugle og sårbare kystområder • Olien fortyndes hurtigere til mindre giftige koncentrationer • Olien får en større overflade og opløses og nedbrydes dermed hurtigere • Metoden kan anvendes under mindre rolige vejrforhold
Ulemper	• Dannelse af røg og sod • Afbrændingsrester i havmiljøet, hvor langtidseffekten ikke er kendt • Afbrændingen skal foregå relativt hurtigt efter oliespildet (timer/få dage), idet en række forudsætninger for olielagets tykkelse og forvitring skal være opfyldt for effektiv afbrænding	• Olien fordeles i vandsøjlen under oliespildet og vil her kunne forgifte forekomster af fiskeyngel og plankton samt liv på havbunden. De negative påvirkninger fra vandoverfladen flyttes til vandsøjlen • Miljøet tilføres yderligere kemikalier, som også har økotoksikologiske effekter, ligesom kombinationen af olie + dispergeringsmidler kan have særlige effekter
Forudsætninger	• Tilstrækkelig stor afstand til land/by for at forhindre sodafsætning på land • Vind- og isforhold er afgørende, for at antændelse og afbrænding af et oliespild kan gennemføres og er effektivt på åbent hav	• Stor havdybde og vandbevægelse til sikring af tilstrækkelig fortynding af den dispergerede olie • En række forudsætninger omkring olietype, vejrforhold og is skal være opfyldt, for at dispergeringsmidlerne kan anvendes effektivt

Figur 4.1. To skibe slæber en flydespærring imellem sig for at samle olie på havoverfladen med henblik på afbrænding eller opsamling.

Foto: Ritzau Scanpix.

Det blev også klart, at bekæmpelse af olie skal sættes i gang omgående, og at et beredskab – herunder både udstyr og planer for, hvor, hvornår og hvordan det skal sættes ind – skal være på plads i forvejen. Ved Exxon Valdez' forlis kom bekæmpelsen alt for sent i gang, dels på grund af manglende beredskab, dels på grund af en periode med dårligt vejr. Det betød, at olien blev for gammel til både at afbrænde og til at dispergere.

En meget væsentlig lektie fra Exxon Valdez var, at olie kunne synke ind i grove strandsedimenter og her konserveres, sådan at der opstod kroniske forureningssituationer. Tilsvarende strande med grovkornede sedimenter findes mange steder i Grønland.

Endelig blev det ved begge spild igen understreget, at hvis man skal forstå og dokumentere effekterne af sådanne oliespild, skal der foreligge detaljeret forhåndsviden om områdernes økologi og naturhistorie. Uden sådan viden er det meget vanskeligt at vurdere effekterne. Det er også vigtigt at overvåge områdernes økologi i mange år efter spildet, da det giver en bedre forståelse af effekterne, herunder hvordan andre miljøpåvirkninger spiller sammen med olien.

Fjernelse og nedbrydning af olie

Udfordringerne med at bekæmpe et oliespild i Arktis er særdeles store. Der er vintermørke, is, uroligt vejr og store afstande til beboede områder med infrastruktur som havne og lufthavne. Der findes endnu ikke udstyr eller metoder, som på effektiv vis kan fjerne olie fra en havoverflade med drivis. Men der arbejdes på udvikling af teknologier, og den mest lovende metode er såkaldt *in-situ*-afbrænding (ISB), dvs. at der sættes ild til olien på spildstedet (faktaboks 10).

Naturlige oliespild

Selv om olie spildt i miljøet ofte giver anledning til omfattende miljøpåvirkninger, så er oliespild også et naturligt fænomen. Olie siver ud i miljøet mange steder på jorden både på land og på havbunden. I Den Mexicanske Golf er der mere end 500 steder på havbunden, hvor der siver olie ud, og der er tale om store mængder, vurderet til mellem 80.000 og 200.000 tons (93.000 og 233.000 m^3) årligt. Disse naturlige oliespild nedbrydes med tiden af mikroorganismer.

Mineuheld

De værste miljøpåvirkninger fra uheld ved minedrift er opstået, fordi depoter med *tailings* er brudt sammen (figur 4.2). Opslemmet *tailings* kan flyde langt i skrånende terræn, og skyller det ud i floder, kan stærkt forurenet vand føres langt væk fra kilden. Der er to grelle eksempler fra Europa i nyere tid: I 1998 skyllede 45.000.000

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 4.2. I oktober 2010 brød dæmningen omkring et *tailings*-depot ved Ajka-minen i Ungarn sammen. Det medførte, at ca. 1 mill. m³ rødt og stærkt basisk slam fra aluminiumproduktion blev skyllet ud i det nærliggende landskab. Det ramte flere byer og forurenede store landbrugsområder. Det medførte akutte skader pga. af den stærkt basiske væske, men heldigvis var indholdet af tungmetaller relativt lavt. Foto: Ritzau Scanpix.

kubikmeter tungmetalholdig *tailings* fra en zink-/sølvmine ud i Guadiamar-floden i Spanien og videre ud i Doñana-nationalparken. I 2000 skyllede 100.000 m³ cyanidholdigt vand ud i Donau-flodsystemet i Rumænien. Uheldene medførte blandt andet udbredt fiskedød, forurening af drikkevand og stop for fiskeri i længere perioder.

Hidtidige problemer ved olieefterforskning og minedrift i Grønland

Olieefterforskningen i Grønland er hidtil foregået miljømæssigt forsvarligt. Aktiviteterne har været forskånet for store oliespild, og undersøgelser af de intensive seismiske aktiviteter i Baffin Bugt i 2012 kunne ikke påvise korttidspåvirkninger af narhvalbestanden i Melville Bugt. Hvis der skal udføres flere seismiske undersøgelser i området, skal narhvalbestanden fortsat overvåges for at holde øje med både langtidspåvirkninger og kumulerede påvirkninger (faktaboks 12).

I 2010 fik et olieselskab tilladelse til at udlede boremudder,* som indeholdt et kemikalie betegnet *Ultrafree*. Dette kemikalie er på grund af meget langsom nedbrydning klassificeret som rødt (faktaboks 7), men stoffet er ikke giftigt. Man kender ikke evt. giftighed af nedbrydningsprodukterne, hvorfor udledning af den type kemikalier efter reglerne skal begrænses i det grønlandske miljø. Tilladelsen blev givet efter et substitutionsprincip i OSPAR-reglerne, hvor der et enkelt år/en kort periode kan gives tilladelse til at benytte et rødt kemikalie, mens der udvikles et mere miljøvenligt alternativ. Der blev desuden stillet krav om, at indholdet af det pågældende kemikalie

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks12

Figur 1. En Twin Otter er et fly, der ofte bruges til optællinger af fugle og havpattedyr i Grønland. Det kan lande og starte fra meget korte baner, det kan flyve langsomt (ned til 90 knob), og det kan flyve meget længe – op til 8 timer – uden at skulle tanke. Der er to boblevinduer på hver side, og de gør det muligt også at se direkte ned under flyet.
Foto: Rikke G. Hansen.

Narhvaler og seismiske undersøgelser

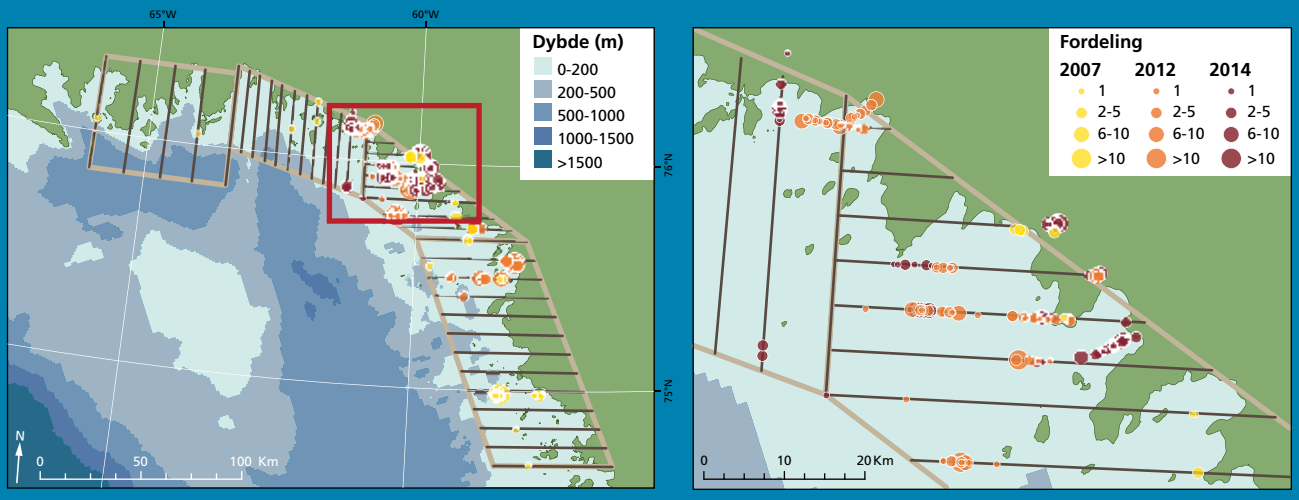
Et af narhvalernes vigtigste sommerlevesteder i Nordvestgrønland er Melville Bugt, som er tæt på de fem olieefterforskningsblokke i Baffin Bugt. Narhvalerne ankommer til bugten i juli, hvor havet foran de udstrakte gletsjer-fronter er deres foretrukne opholdssteder fra august til oktober. Narhvaler har faste vandringsmønstre, og om sommeren er bestandene adskilte. De narhvaler, som hører til Melville Bugt-bestanden, har formentlig ingen alternative sommeropholdssteder. Befolkningerne i både Upernavik og Qaanaaq-områderne driver fangst på narhvalerne, og en vigtig del af deres indkomst stammer herfra.

Narhvaler er følsomme over for menneskelige aktiviteter, specielt undervandsstøj frembragt af skibsmotorer. Det vides ikke, hvordan narhvaler reagerer på seismiske aktiviteter, men det er sandsynligt, at de vil undgå støjkilden og derfor måske forlade områder, der er påvirket af seismisk støj.

I 2012 skulle tre olieselskaber udføre intensive seismiske undersøgelser i fire af Baffin Bugt-tilladelsesblokkene tæt på narhvalernes opholdssteder i Melville Bugt. Selskaberne fik tilladelse til at gennemføre undersøgelser blandt andet mod at finansiere tre studier af narhvalerne. Disse skulle belyse eventuelle negative påvirkninger.

Ét studie skulle se på fangsten fra bygderne Kullorsuaq og Savissivik. Fangere blev interviewet om fangstens forløb, og der blev indsamlet prøver fra de nedlagte dyr.

Denne undersøgelse viste, at ca. en fjerdedel af den årlige fangst (den samlede fangstkvote er 81 dyr i Melville Bugt) blev fanget fra isen mellem marts og juni, og 78 % blev fanget fra joller og kajakker (figur 3) mellem juli og september, dvs. i perioden med seismiske undersøgelser. Med undtagelse af én narhval blev samtlige narhvaler i 2012 fanget i Melville Bugt mellem maj og september. Fangerne gav udtryk for bekymring for, hvordan narhvalerne blev påvirket af de seismiske undersøgelser, men oplyste, at hvalerne var i de samme områder, som de plejer at være i, og at fangststederne var mere koncentrerede end tidligere år.



Figur 2. Kort over Melville Bugt med de ruter (de sorte linjer) langs med hvilke, der blev optalt narhvaler fra fly. Resultaterne (fordeling og størrelse af de enkelte flokke) for de tre optællingsår 2007, 2012 og 2014 er vist. Den beregnede bestandsstørrelse i hele det undersøgte område de tre år var henholdsvis 6.024, 2.983 og 3.091 hvaler. Tallet fra 2007 er dog behæftet med meget større usikkerhed end tallene fra 2012 og 2014, hvorfor man ikke kan konkludere, at bestanden er gået tilbage siden dengang. Det højre kort er en forstørrelse af den centrale del af bugten, hvor der er flest hvaler. Nogle af pletterne ser ud, som om de er placeret på land. Her er kortet dog ikke opdateret i forhold til Indlandsisens tilbagetrækning, som er meget markant flere steder i området.

Det andet studie var optælling og kortlægning af narhvalerne i området med det formål at dokumentere eventuelle forandringer i deres brug af området. Optællingerne blev foretaget fra fly (Twin Otter – figur 1) med fire observatører, og tællingerne blev gentaget tre gange mellem juli og september for at se eventuelle ændringer i forekomsten under og efter de seismiske undersøgelser.

Optællingen viste, at der var flere hvaler i Melville Bugt i juli og august end i september. Tidligere sporinger af narhvaler med satellitsendere viser, at efterårsvandringen væk fra bugten starter i september, og at 50 % af hvalerne har forladt Melville Bugt inden oktober. Observationerne i 2012 er i overensstemmelse med dette mønster. Optællingsresultatet for august (i alt ca. 2.800 dyr) tyder på, at bestanden var på samme niveau som ved en tidligere undersøgelse i 2007. Men hvalerne var mere koncentreret i områder foran gletsjerne end ved en tilsvarende tælling i 2007 og i overensstemmelse med fangernes oplysninger (figur 2).

Det tredje studie var målinger af den seismiske støj i hele Baffin Bugt-området. Det viste, at niveauet for baggrundsstøj steg væsentligt, hver gang en seismisk undersøgelse blev indledt, og lydeksponeringsniveauet steg så meget som 70 dB i forhold til et baggrundsstøjniveau på 120 dB re 1 μPa^2s, før undersøgelsen startede.

Undersøgelserne blev i 2014 fulgt op med en ny optælling gennemført på samme måde som i 2012 (og i 2007) og med nye interviews med fangere fra området. Der foregik ikke seismiske undersøgelser i 2014.

Det viste sig da, at narhvalerne forekom endnu mere koncentreret end i 2012, og fangerne gav, som i 2012, udtryk for stor bekymring for påvirkninger fra de seismiske undersøgelser.

Konklusion

Der er ikke noget, der tyder på, at narhvaler forlod Melville Bugt på grund af seismiske aktiviteter i 2012. Den mere klumpede fordeling kan ikke udelukkes at hænge sammen med den seismiske støj, men det kan på den anden side heller ikke udelukkes, at andre faktorer spiller ind, jvf. resultatet af 2014-optællingen. Der var heller ikke noget, der tydede på, at bestandens størrelse blev påvirket. Fangerne var generelt bekymrede for påvirkningerne fra de seismiske undersøgelser og rapporterede begge år om ændret adfærd, men fangsten var ikke påvirket, hverken i antal eller udbredelse.

Kilder:

Heide-Jørgensen, M.P., Hansen, R.G., Fossette, S., Nielsen, N.H., Jensen, M.V. & P. Hegelund 2013. *Monitoring abundance and hunting of narwhals in Melville Bay during seismic surveys in 2012*. Greenland Institute of Natural Resources.

Nuttall, M., Simon, M. & K. Zinglersen 2015. *Possible effects of seismic activities on the narwhal hunt in Melville Bay, Northwest Greenland*. Greenland Institute of Natural Resources.

Wisniewska, D.M., Kyhn, L.A., Tougaard, J., Simon, M., Lin, Y.-T., Newhall, A., Beedholm, K., Lynch, J. & P.T. Madsen 2014. *Propagation of airgun pulses in Baffin Bay 2012*. Scientific Report no. 109 from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, Aarhus University.

Figur 4. Flok af narhvaler. Foto: Kent Olsen.

Figur 3. I Melville Bugt fanges narhvaler fra kajak. Det er meget vanskeligt fra motorbåd, da støjen herfra skræmmer narhvaler væk. Før hvalen skydes med riffel, fastgøres en fangstblære (mellem fangeren og hvalen helt ude til venstre) ved hjælp af en harpun, for at sikre at hvalen ikke synker, når den er død.
Foto: Peter Hegelund.

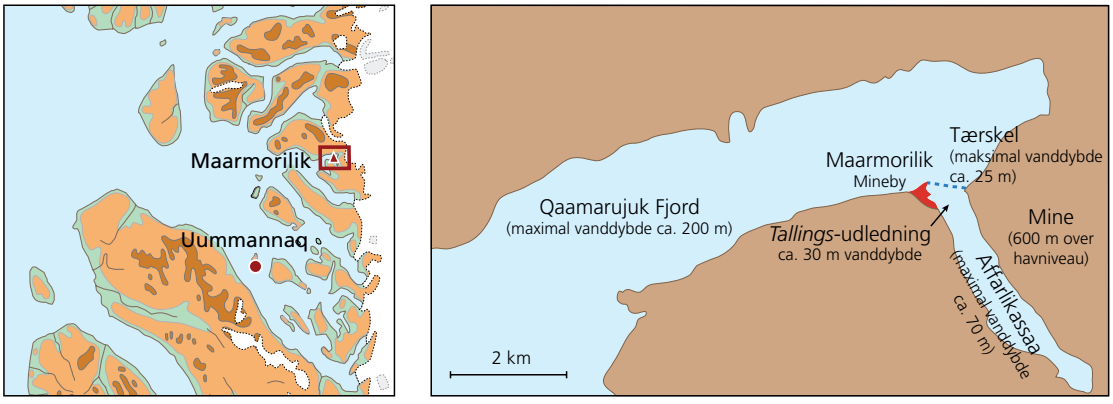
i det omkringliggende sediment blev målt og kortlagt, efter at boringen var afsluttet. Målingerne blev først foretaget det følgende år, og det viste sig, at kemikaliet opførte sig som forventet, dvs. det forblev i bundsedimentet og kun langsomt nedbrudt. Men man opdagede tillige, at der var en mindre forurening med kviksølv, som stammede fra den i boremudderet anvendte baryt. Det betød, at selskabet ikke havde overholdt de aftalte udledningskriterier, og det fik et påbud fra myndighederne i Grønland om at fortsætte overvågningen i bundsedimenterne nær borestedet, hvor problemerne var påvist. Desuden skulle selskabet i fremtiden bruge baryt med det lavest mulige kviksølvindhold, dvs. under 0,3 ppm, som svarer til kravene i Norge.

Minerne ved Ivittuut og Mestersvig gav anledning til omfattende, men dog lokal forurening af det omgivende miljø (se nærmere i faktaboks 5). Ved Maarmorilik, som blev igangsat i 1973, var der også en omfattende forurening i de første år af zinkminens levetid, hvilket beskrives nedenfor.

De senere anlagte miner ved Seqi (olivin) og Nalunaq (guld) har kunnet drives uden væsentlige miljøpåvirkninger, blandt andet fordi der ikke var sulfider i den brudte malm (se side 39 om sulfider). Dette faktum betød mere overskuelige miljøpåvirkninger og dermed også lettere miljøregulering. Guldminen er nærmere omtalt i faktaboks 9. Minerne er nu lukkede, da det p.t. ikke er rentabelt at drive dem.

Minen ved Maarmorilik

I oktober 1973 begyndte selskabet Greenex A/S at udvinde zink og bly ved Maarmorilik nær Uummannaq. Det skete i et anlæg, hvor hovedparten af malmens bly- og zinkindhold blev udvundet til koncentrater, mens restproduktet (*tailings*) blev udledt til fjorden Affarlikassaa (figur 4.3).



Figur 4.3. Kort over området omkring Maarmorilik-minen.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Mineprojektet i Maarmorilik var det første råstofprojekt i Grønland, hvor miljøpåvirkninger indgik i godkendelsesprocedurerne. Grønlands Tekniske Organisation* (GTO) udførte i 1972 og 1973 baggrundsundersøgelser af fjorden (recipienten), som skulle modtage mineaffaldet. Resultaterne skulle bruges som baggrundsviden for overvågningen af minens miljøpåvirkning under drift.

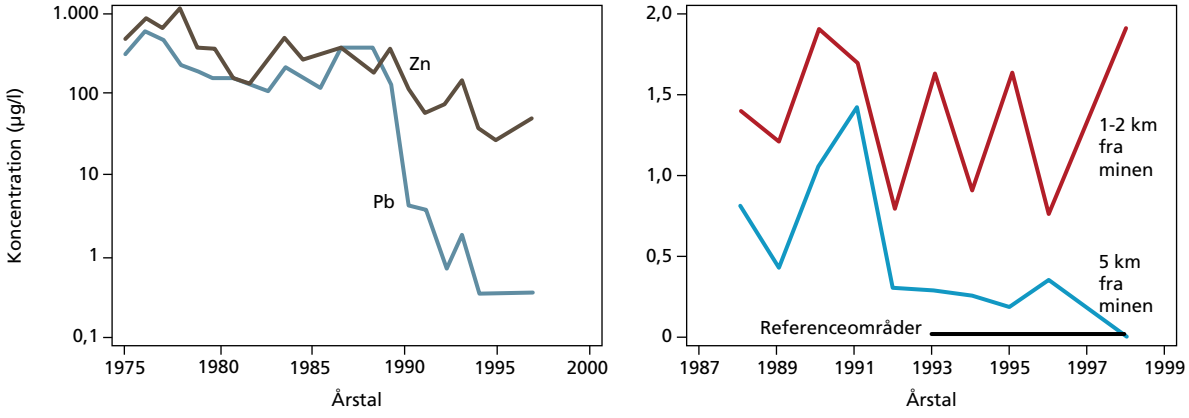
Man forventede, at det udelukkende ville være fast stof i *tailings*, der kunne spredes, og at dette hurtigt ville sedimentere på fjordbunden. Fjorden har en 25 m dyb tærskel ved mundingen til den tilgrænsende større fjord Qaamarujuk. Affarlikassaas største dybde er ca. 70 m, så der burde være god plads til, at *tailings* kunne bundfældes og blive i fjorden.

I februar 1974 udførte Grønlands Fiskeriundersøgelser den første miljøundersøgelse efter minens start. De indsamlede vandprøver viste, at fjordens vand var stærkt forurenet med opløst bly og zink, som stammede fra de udledte *tailings* (figur 4.4). De viste også, at forureningen spredtes ud over tærsklen mellem de to fjorde, og at denne spredning foregik om vinteren.

Om sommeren opstår der et springlag, som deler vandsøjlen i et varmere og mere fersk overfladelag og et koldere, salt bundlag. Det varme overfladelag danner et låg, som når helt ned til tærsklen, og som derved spærrer det forurenede bundvand inde i Affarlikassaa. Om vinteren blandes de to lag, så vandsøjlen bliver helt opblandet og homogen, og det medfører, at forurenet vand kan strømme ud over tærsklen.

Indgreb

Opdagelsen af denne forurening og dens årsager medførte, at mineselskabet blev pålagt at mindske miljøbelastningen. Det skete over en årrække ved at gøre udvindin-



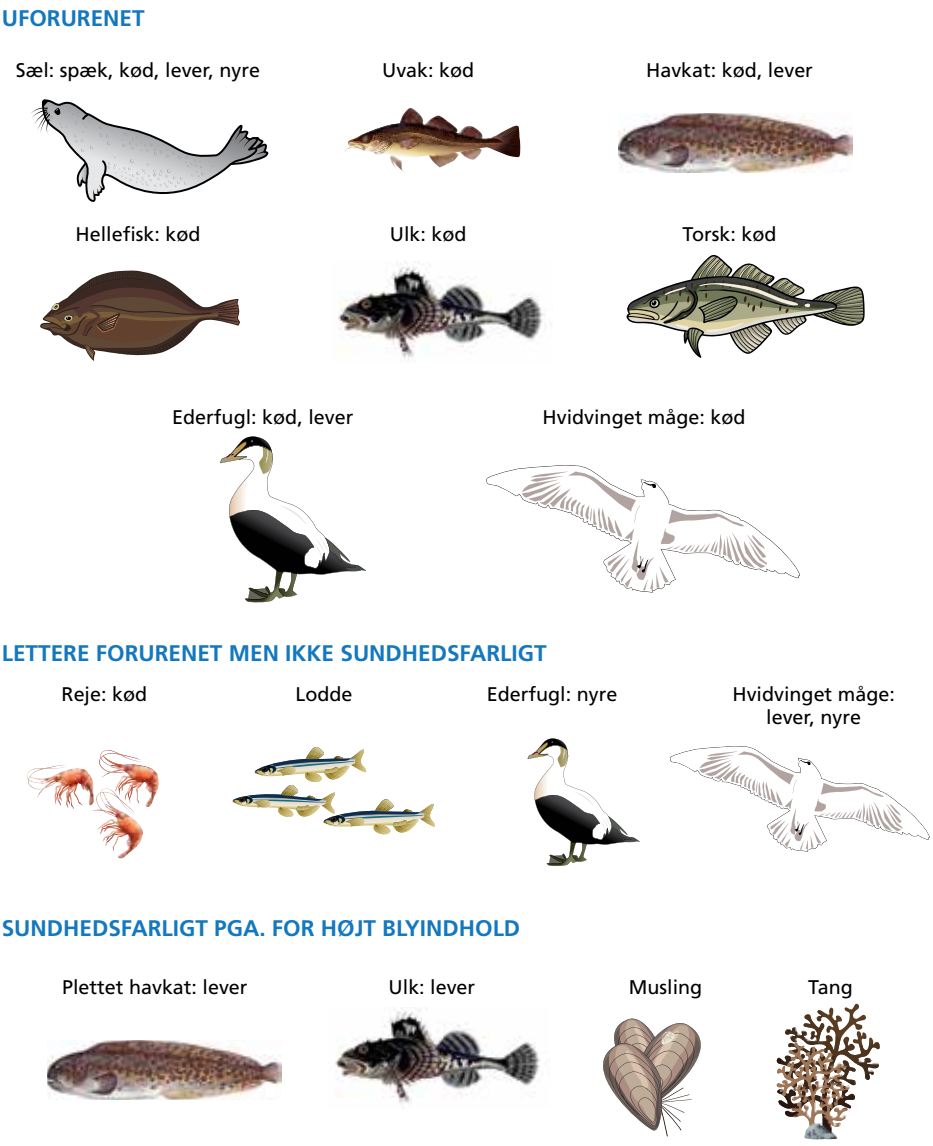
Figur 4.4. Zink og bly i vandet på dybder over 25 m i Affarlikassaa i perioden 1975-1999. I uforurenet vand er der ca. 1 µg/kg zink og ca. 0,02 µg/kg bly.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 4.5. Blåmuslinger danner tætte bevoksninger på klipper og sten lige under højvandsmærket. De er fortrinlige som indikatororganismer for forurening, fordi de ikke flytter rundt, og fordi de filtrerer store mængder vand.
Foto: Lis Bach.

gen af bly og zink fra malmen mere effektiv og derved mindske indholdet i *tailings*. Dernæst blev andre forureningskilder identificeret, blandt andet spredtes støv fra knusning af malm og fra transport og lastning af koncentrater ud i omgivelserne, og denne kilde blev også begrænset blandt andet ved at overdække transportbånd. Der blev tillige stillet krav om, at gråbjerg skulle deponeres inde i minen – i tømte gange, og at kun gråbjerg med et lavt indhold af bly og zink måtte deponeres udenfor.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 4.6. Tavle fra oplysningsfolderen fra 1988 over, hvad der er forurenet og ikke forurenet i miljøet omkring Maarmorilik.

Som resultat af disse tiltag faldt forureningen af omgivelserne markant. Det ses af figur 4.4, som også viser det meget store fald, der senere skete, da minen lukkede i 1990. Fjorden ved Maarmorilik forurenes dog stadig fra det gråbjerg, der blev deponeret, før der var krav til indholdet af bly og zink. Derimod er *tailings* på bunden af Affarlikassaa ikke længere kilde til blyforurening, fordi det langsomt er blevet dækket af den naturlige sedimentation. Der foregår dog stadig en begrænset zinkforurening.

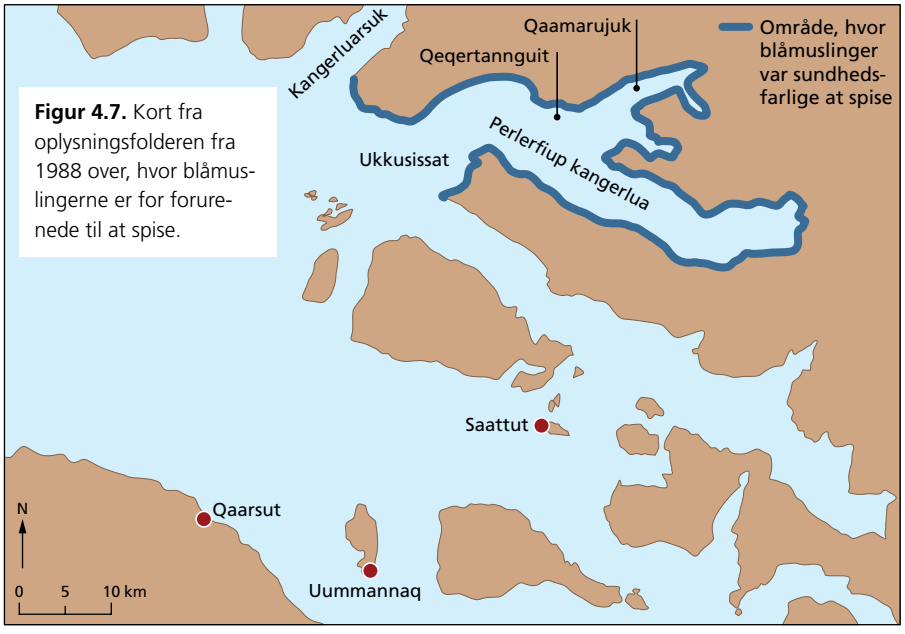
INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Forurening af blåmuslinger

I begyndelsen af minens liv skete der en betydelig forurening af en række dyr og planter i fjorden og af lav på landjorden. Den mest belastede organisme var blåmuslingen. Et større fjordområde var blybelastet i et sådant omfang, at det blev frarådet at indsamle og spise blåmuslinger herfra. Senere aftog forureningen pga. de omtalte indgreb, og det belastede fjordområde er nu blevet betydeligt mindre. Der blev dengang udarbejdet en pjece til lokalbefolkningen med oplysninger om forureningen og om, hvor der ikke kunne samles muslinger (figur 4.6, 4.7).

Hvad gik galt med de indledende miljøundersøgelser?

Miljøundersøgelserne i 1972 og 1973 omfattede indsamling og analyse af blandt andet havvand, sedimenter, fisk, tang og muslinger samt en beskrivelse af bundfauna, vand- og dybdeforhold. Datidens analysemetoder var imidlertid ikke nøjagtige, og den endelige beskrivelse af baggrundstilstanden i fjorden afspejlede derfor ikke virkeligheden, ligesom man overså, at tærsklen blev overskyllet af forurenet vand om vinteren. Desuden var der før den anden baggrundsundersøgelse i 1973 anlagt en såkaldt gråbjergsdump i vandlinjen, som forurenede fjorden med bly og zink. Eventuel forurening fra udledte *tailings* blev heller ikke undersøgt, inden minen gik i drift, så man vidste ikke, at de forurenende stoffer blev opløst i havvandet. Det havde ellers været let at undersøge ved at anbringe *tailings* i et kar med havvand og efter en periode måle indholdet af opløste stoffer i vandet.



Figur 4.7. Kort fra oplysningsfolderen fra 1988 over, hvor blåmuslingerne er for forurenede til at spise.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 4.8. Bygden Ukkusissat. De mange både og joller vidner om udstrakt brug af ressourcer fra det marine miljø. Foto: Lis Bach.

Maarmorilik har understreget vigtigheden af:

- at recipientmiljøet skal undersøges grundigt, inden aktiviteterne indledes (baggrundsundersøgelser); herunder indsamling og analyse af prøver fra alle elementer i de omgivelser, der potentielt kan forurenes af en aktivitet
- at det skal undersøges, hvordan mineaffald opfører sig i miljøet, inden det udledes og deponeres.

Begge dele er i dag væsentlige krav i forbindelse med mineprojekter i Grønland.

Erfaringerne fra Maarmorilik viste også, hvor vigtigt det er, at baggrundsprøver indsamles omhyggeligt og systematisk, og at der gemmes duplikater af samtlige prøver, som senere kan tages frem og analyseres med nyere og bedre metoder.

Miljøundersøgelser som beslutningsgrundlag

Da minevirksomheden i Maarmorilik skulle anlægges, blev der peget på to måder at etablere en transportvej på fra mineskakten på den ene side af fjorden og til et procesanlæg på den anden side. Der kunne enten trækkes en tovbane mellem skakten i 600 m's højde til procesanlægget ved havniveau, eller der kunne konstrueres en transportvej via en skakt i fjeldet og en dæmning anlagt på tærsklen mellem Affarlikassaa og Qaamarujuk.

Tovbanen blev valgt, men hvis de rigtige miljøundersøgelser var blevet udført, inden der skulle tages en beslutning, var den anden løsning måske blevet valgt. Den ville have omdannet Affarlikassaa til et lukket *tailings*-depot og have hindret eller i betydelig grad formindsket forureningen fra udledte *tailings*. Desuden havde driftsomkostningerne for skakt og dæmning sandsynligvis været lavere end for den valgte løsning (mens anlægsomkostningerne nok havde været højere).

Eksemplet illustrerer, hvor vigtigt det er, at de miljømæssige aspekter ved et mineprojekt belyses sammen med tekniske, økonomiske og samfundsmæssige aspekter, før der tages stilling til projektets endelige udformning.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

OVXZ
GR 8-58

5 De eksisterende erhverv i Grønland og råstofaktiviteterne

En af årsagerne til, at miljøregulering af råstofaktiviteterne har politikernes bevågenhed i Grønland, er, at råstofindustrien lever side om side med erhverv, som er afhængige af et rent og upåvirket miljø.

Havnen i Ilulissat er en vigtig fiskerihavn, hvor både store trawlere og små jollefiskere lander deres fangst.
Foto: David Boertmann.

Jollefisker på vej til hellefiskeområderne nær Ilulissat.
Foto: David Boertmann.

Turister går i land fra krydstogtskib i Nordøstgrønland (Danmarkshavn). Foto: David Boertmann.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Den vigtigste industri i Grønland i dag er fiskeriet. Rejer og hellefisk udgør grundlaget for den grønlandske eksport, og produkter fra disse to arter udgjorde alene 72 % af eksportindtægterne i 2016, som var 3,7 milliarder kr. Andre fiske- og skaldyrsprodukter udgjorde yderligere 22 %. Men fiskeri har også stor betydning lokalt og i den grønlandske husholdningsøkonomi*. Her indgår mange andre arter, såsom fjeldørred, havkat, lodde og torsk.

Fiskeri kan påvirkes af olieaktiviteter til havs på flere måder: ved at fisk skræmmes væk fra traditionelle fiskeområder (direkte fangsttab) (se også faktaboks 3 om seismiske undersøgelser); ved at fiskeriet fortrænges (for eksempel ved placering af et oliefelt) til mindre gode fiskeområder eller udskydes til dårligere perioder, hvis der er tale om midlertidige aktiviteter. Installationer som rørledninger og platforme og de afspærrede sikkerhedszoner, der etableres omkring dem, besværliggør fiskeri, ligesom et seismikskib, der slæber et op til 10 km langt lyttekabel efter sig, også kan gøre det. Endelig kan driftsomkostningerne øges, hvis der skal sejles til fiskepladser længere væk end sædvanligt.

De seismiske undersøgelser, der indtil nu er foretaget over grønlandske rejefelter, har ikke påvirket fangsterne, og det har heller ikke vist sig som et problem i de få tilfælde, hvor seismiske undersøgelser og fiskeri efter hellefisk har foregået samtidigt i de samme farvande.

Men der kan også opstå mere indirekte påvirkninger af et erhverv som fiskeriet. Hvis et oliespild driver ind over et fiskeområde, vil fangster herfra ikke kunne markedsføres på grund af risikoen for, at fisken er forurenet. Selv meget små koncentrationer af olie (helt ned til 0,01 ppm i det omgivende havvand) kan give afsmag af olie i fiskekødet. Derfor lukkes der normalt for fiskeri i områder, der rammes af oliespild. Blandt de store oliespild listet i tabel 4.1 gav Exxon Valdez anledning til, at fiskeriet i de påvirkede kystområder var lukket i ni måneder, og spildet fra Deepwater Horizon betød, at 230.000 km² havområde var lukket for fiskeri i op til et år. Rammer et stort oliespild de områder i Grønland, hvor der fiskes rejer eller hellefisk, vil en lukning kunne få stor betydning for de fiskere og de fiskeanlæg, der udnytter ressourcerne fra de ramte områder.

Fugle og pattedyr har også betydning som ressourcer i Grønland. Produkterne herfra markedsføres lokalt og udnyttes i egen husholdning. I byerne er fangst i dag en vigtig fritidsbeskæftigelse, hvor sæler, rensdyr og fugle som polarlomvie, ederfugl og fjeldrype er populært bytte. Ude i de mange små samfund er fangst af sæler, hvaler og fugle suppleret med fiskeri selve eksistensgrundlaget for mange familier (figur 5.1). Fangsten af de fleste arter er reguleret for at undgå overudnyttelse, men bestande af både fugle og havpattedyr er eller har været i tilbagegang af denne årsag. Kvoter og fredningsperioder har for flere arter vendt tilbagegange i bestandene til fremgange, som for eksempel for ederfugl og hvidhval, mens be-

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

standen af ynglende polarlomvier er i fortsat tilbagegang, selv om fredningstiden er blevet udvidet.

Udbyttet af jagt og fangst opgøres hvert år på baggrund af jægere og fangeres indberetninger, og som eksempler kan nævnes, at i alt 131.662 sæler (inkl. hvalros), 3.869 hvaler, 15.500 rensdyr, 143 isbjørne og 127.230 fugle blev indrapporteret i 2014.

Blandt efterforskningsaktiviteterne er det særligt de store seismiske programmer og efterforskningsboringerne, der giver anledning til bekymring blandt fiskere og fangere. Der er risiko for, at for eksempel narhvaler skræmmes væk fra de traditionelle fangstområder, og at hellefisk måske også forsvinder.

Men undersøgelser af narhvalfangsten i 2012 i Melville Bugt, da der blev gennemført omfattende seismiske undersøgelser ud for bugten, kunne ikke påvise, at støjen fra undersøgelserne påvirkede fangsten. Dog rapporterede fangerne om adfærdsændringer blandt hvalerne (faktaboks 12).

På land vil installationer og bygninger i forbindelse med en mine kunne påvirke rensdyrs brug af nærområdet, og vandringsveje kan ændres, hvilket kan medføre, at fangere får sværere ved at jage rensdyrene. Der kendes ikke eksempler fra Grønland, men bekymringen blandt rensdyrjægere er meget stor. Ved den offentlige høring af VVM-rapporten om den planlagte jernmine ved Isua nær Nuuk var de potentielle påvirkninger af rensdyr og jagten på disse et af de meget varme emner.

Turisme er et erhverv i udvikling i Grønland, og der satses stærkt på, at det også kan blive en vigtig indtægtskilde. Turismen markedsføres i høj grad på baggrund af en uspoleret, uforstyrret og ren natur, og råstofaktiviteter har potentiale til i det mindste lokalt at kunne ændre indtrykket af disse forhold.

Figur 5.1. Grønlandshval flænses ved Godhavn.

Foto: Torkel Gissel Nielsen.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

6 Lovgivningen

Dette kapitel giver en oversigt over den grønlandske miljøregulering af råstofaktiviteter. Sammenlignet med andre landes miljøregulering er den grønlandske på et højt niveau.

I hovedstaden Nuuk er der livlig trafik i centrum.

Foto: David Boertmann.

Landstinget ved åbningen af Eftersamlingen i 2017.

Foto: Tusagassiivik/Informationsafdelingen, Namminersorlutik Oqartussat/ Grønlands Selvstyre.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Som omtalt ovenfor kan efterforskning og udvinding af råstoffer ikke foretages uden at påvirke natur og miljø. Men påvirkningerne kan begrænses og forebygges til acceptable niveauer ved at benytte moderne, miljøvenlig teknik og ved at planlægge ud fra viden om den natur og det miljø, der skal opereres i. Det er her, at myndighedsreguleringen kommer ind. For uden den vil selskaberne vælge de enkleste, billigste og dermed som regel også de mest miljøskadelige løsninger.

Reguleringens omfang er et politisk valg, og her er den grønlandske holdning klar som udtrykt i betænkningen om den seneste Inatsisartutlov* om mineralske råstoffer i Grønland (også kaldet Råstofloven): Loven skal 'sikre, at råstofaktiviteterne ikke påfører miljøet – og herunder ikke mindst den meget sårbare arktiske natur – uoprettelig skade'. Der er selvfølgelig tale om en balancegang, for miljøreguleringen skal heller ikke skræmme interesserede selskaber væk ved, i deres øjne, at være for besværlig, omkostningstung og urimelig. På den anden side kan den afholde mindre og useriøse selskaber fra at ansøge om tilladelser til at anlægge miner eller bore efter olie, da det kræver organisation, kompetence og økonomi for at kunne leve op til de stillede krav.

Miljøreguleringen skal desuden være klar og entydig, og den skal være tilgængelig for selskaberne, så de kan tage højde for den allerede i de indledende faser. Der er ikke noget værre for et mineselskab end at blive præsenteret for nye regler og krav, der skal overholdes, når det er midt i en ansøgningsproces eller i gang med en aktivitet.

Hvad menes der så med 'acceptable niveauer'? Set ud fra et videnskabeligt synspunkt – sundhedsmæssigt og økologisk – er det befolkningens og økosystemernes velbefindende, der skal tages udgangspunkt i. Det er for eksempel velkendt, at tungmetaller og andre spildprodukter fra mine- og olieaktiviteter kan påvirke og forgifte mennesker. Det mest alvorlige eksempel på en tungmetalforurening var Minemata-katastrofen i Japan, hvor en kemisk virksomhed ledte store mængder af methylkviksølv ud i en nærliggende havbugt. Her hentede lokalbefolkningen en stor del af sine fødemidler, og tusinder af mennesker blev kviksølvforgiftede og flere hundrede døde. Da der i forvejen er problemer med tungmetaller i det grønlandske miljø (faktaboks 13), er det uacceptabelt at udlede tungmetaller. Det er også uacceptabelt at påvirke dyre- og plantebestande, så de reduceres eller helt forsvinder, ligesom det er uacceptabelt at indføre nye arter for eksempel med ballastvand, fordi det medfører risiko for store ændringer i økosystemerne. Men er et kørespor sat i en dværgbuskhede, som stadig er synligt efter 50 år, en acceptabel påvirkning?

Miljøreguleringen skal også bidrage til, at Grønland lever op til de forskellige internationale miljøaftaler, landet har tiltrådt. I denne bogs sammenhæng er konventionen om biodiversitet (CBD* fra 1992) væsentlig, fordi den forpligter til at stoppe tilbagegangen i landenes dyre- og planteliv.

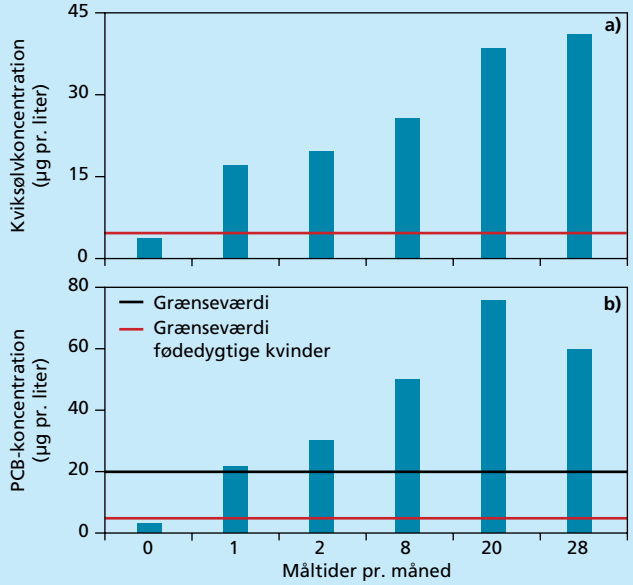
INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Langtransporteret forurening i Grønland

Umiddelbart virker det grønlandske (og hele det arktiske) miljø rent og upåvirket, og generelt er det også mindre forurenet end for eksempel miljøet i Danmark. Men der findes forurening, og den har så meget større betydning, fordi befolkningen i langt højere grad end i Danmark lever af fisk, fugle og havpattedyr fra det lokale miljø.

Den væsentligste kilde til forurening i Grønland er de industrialiserede områder i Europa, Asien og Nordamerika, idet forureningskilderne i Grønland er begrænsede og generelt forurener lokalt. Denne langtransporterede forurening stammer især fra energiproduktion (afbrænding af kul), landbrug, industri og affaldsforbrænding, og den transporteres til det arktiske område med luft- og havstrømme. Her afsættes de forurenende stoffer – miljøgiftene – i miljøet, og da de ikke eller kun langsomt nedbrydes, ophobes (bioakkumuleres) de gennem fødekæderne og når høje niveauer i rovdyrene (sæler, hvaler og isbjørn) i toppen af fødekæderne. Disse er alle vigtige fangstdyr og fødekilder for befolkningen i Grønland (figur 2).

Figur 1. a) Sammenhæng mellem indtagelse af traditionelle grønlandske måltider og indholdet af kviksølv i samme personers blod. Grundlaget er 455 personer fordelt på fem grønlandske byer. Den røde linje er den amerikanske grænseværdi for indhold af kviksølv i blodet (4,4 µg per liter). Traditionel grønlandsk mad er primært fisk, fugle og havpattedyr hentet i nærmiljøet. **b)** Sammenhæng mellem indtagelse af traditionelle grønlandske måltider og indholdet af PCB i samme personers blod. Den røde linje er den canadiske grænseværdi (5 µg per liter) for PCB i blod hos gravide og fødedygtige kvinder, mens den tilsvarende værdi for mænd og ikke-fødedygtige kvinder er 20 µg per liter (sort linje).



De langtransporterede miljøgifte i Grønland omfatter primært:

- tungmetaller, især kviksølv og cadmium
- persistente organiske forbindelser (betegnet POP'er), for eksempel PCB'er og PAH'er.

Sammenligner man kviksølvindholdet i grønlandske mumier fra 1500-tallet med indholdet i dagens befolkning, så er det nu tre gange højere end dengang. Sammenligninger mellem dyr fra museumssamlinger og nulevende dyr viser stigende indhold siden slutningen af 1800-tallet. Blandt POP'erne ses en markant stigning i industrikemikaliet PCB og flere pesticider indtil 1970'erne, da disse stoffer blev forbudt gennem internationale aftaler. Derefter faldt niveauerne i dyrene. Andre POP'er er i fortsat stigning – for eksempel PFOS'er og bromerede flammehæmmere*.

Der er påvist sub-lethale* effekter blandt gråmåger og isbjørne i Arktis som følge af høje niveauer af POP'er. Men det er meget svært at undersøge, om det også påvirker de bestande, som disse dyr indgår i. Blandt mennesker ses meget høje niveauer af både kviksølv og POP'er i Grønland (figur 1), og det er påvist, at jo mere traditionel kost man spiser, desto højere indhold af disse miljøgifte kan der måles i blodet.

Kviksølv skader udviklingen af nervesystemet hos fostre og spædbørn, og dette kan medføre en reduktion i evnen til indlæring. PCB'er påvirker også fostre og kan inducere kræft, ligesom de påvirker immunsystemet, og de har tillige hormonlignende virkninger. De koncentrationer, der måles blandt grønlændere, mistænkes for at øge risikoen for at få diabetes-2 og hjerte-kar-sygdomme. Fangstdyrene i Grønland har tillige høje indhold af selen, og det har vist sig, at dette stof modvirker kviksølvets giftvirkning.

Figur 2. Sæljagt er både erhverv og fritidsbeskæftigelse i Grønland. Her er en lille ringsæl netop skudt. Der indrapporteres i størrelsesordenen 140.000 fangne sæler hver år. Foto: David Boertmann.

Endelig er der det mere etiske aspekt omkring bæredygtighed, som stammer fra Brundtland-kommissionens arbejde fra 1987: Et samfund skal give sit omgivende miljø videre til efterfølgende generationer i enten samme eller i bedre tilstand, end man modtog det i.

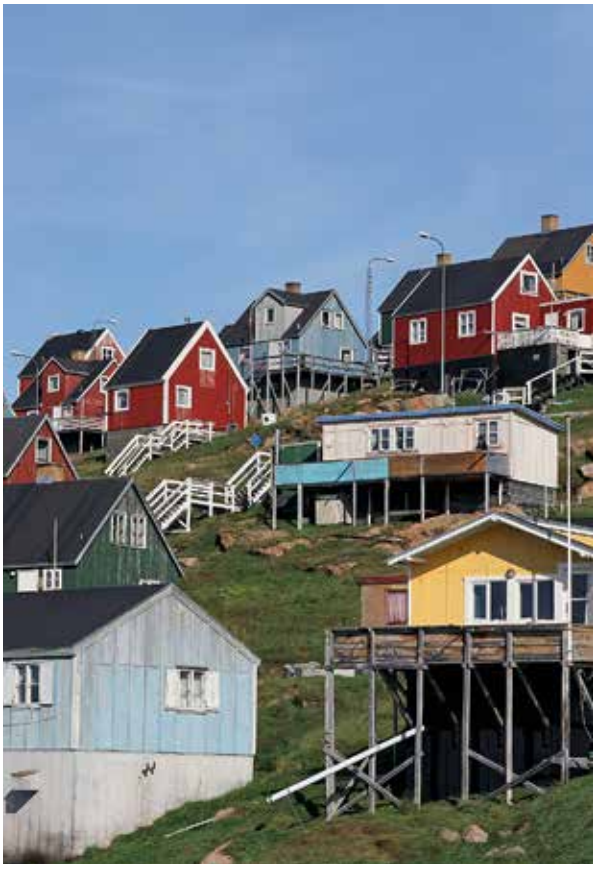
Med råstofloven i hånden stiller de grønlandske myndigheder en lang række krav (og herunder også tekniske, sikkerhedsmæssige og miljømæssige krav), som råstofselskaberne skal leve op til, hvis de vil operere i Grønland. Det sker på flere niveauer og mange gange i løbet af et forløb. Et olieselskab, som byder på en *offshore*-tilladelsesblok ved en udbudsrunde, skal levere data, som gør det muligt at *screene* selskabets miljøprofil og hidtidige miljø-*performance*, ligesom det skal dokumentere, at det har erfaring med at operere i arktiske miljøer. Det gør det muligt på et tidligt stadium i processen at sortere mindre erfarne og ikke-kvalificerede selskaber fra. Siden, når et selskab skal til at operere i Grønland, skal alle aktiviteter i felten godkendes i miljømæssig sammenhæng.

De internationale miljøstandarder og -regler, der skal leves op til i Grønland, omfatter blandt andet:

- Udarbejdelse af miljøvurdering (VVM)
- BEP- og BAT-principperne*
- Norske NORSOK*
- OSPAR-konventionen*
- MARPOL-konventionen*

Derudover kommer det almindelige forsigtighedsprincip også i anvendelse.

En miljøvurdering (VVM) er lovbestemt og skal udarbejdes, hvis der er risiko for væsentlige miljøpåvirkninger, og den er det vigtigste håndtag til at miljøregulere en olie- eller mineralrelateret aktivitet i Grønland. Den udarbejdes af selskabet og skal beskrive alle de mulige miljøproblemer, en aktivitet kan medføre, og – meget væsentligt – hvordan disse problemer kan reduceres og forebygges. Visse aktiviteter kan allerede på forhånd, når et selskab fremsender de første planer (*scope*), vurderes til at have begrænsede miljøpåvirkninger, og i sådanne tilfælde skal der udarbejdes en mere begrænset redegørelse, som fokuserer på, hvordan miljøpåvirkningerne forebygges – den kaldes en 'vurdering af forebyggende tiltag' (VFT). Enkelte aktiviteter vil have så begrænsede påvirkninger, at de kan vurderes, uden at der forelægges en VVM- eller VFT-rapport.



Figur 6.1. Upernavik er den nordligste by i Vestgrønland.

Foto: David Boertmann.

Myndighederne i Grønland har udarbejdet vejledninger til, hvordan mine- og olieselskaber skal leve op til miljøkravene. Her nogle af de vejledninger et selskab kan drage nytte af:

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

- Færdselsregler i forbindelse med aktiviteter i terrænet
- Regler for feltarbejde og rapportering vedrørende mineralske råstoffer i Grønland ('feltreglerne')
- Vejledning til VVM-rapport om mineraludnyttelse
- Vejledning til VVM-rapport og *best environmental practice* om seismiske undersøgelser til havs
- Vejledning til VVM-rapport om olieefterforskning til havs

Der foreligger også vejledninger til dataindsamling og miljøovervågning i forbindelse med råstofaktiviteterne.

En væsentlig forudsætning for både udformning af regler og vejledninger og den senere forvaltning og håndhævelse er et grundigt kendskab til grønlandsk natur og miljø, til international miljøregulering og til internationale miljøerfaringer omkring efterforskning og udvinding af råstoffer.

I et af de tidligere kapitler (side 20) blev udbudsrunderne i forbindelse med åbning af områder for olieefterforskning omtalt. Beslutningen om at åbne et område for olieefterforskning foretages af den grønlandske regering og følger en strategi, der opdateres med ca. fem års mellemrum. Blandt de dokumenter, som indgår i beslutningsgrundlaget, er en såkaldt strategisk miljøvurdering af olieaktiviteter (SMV). Den beskriver på et overordnet niveau de forventede aktiviteter, miljøet og naturen, de forventede miljøpåvirkninger og -risici og den viden, der mangler for at kunne regulere eventuelle kommende aktiviteter. SMV'en er skrevet af DCE og GN. Ud over at bidrage til det politiske beslutningsgrundlag er den også nyttig for de selskaber, som senere skal skrive VVM-redegørelser om egne aktiviteter i området, fordi beskrivelserne af natur- og miljøforhold er helt opdaterede. Data, kort og figurer fra SMV'en stilles også til rådighed for selskaberne, sådan at de kan benytte dem i deres egne VVM-redegørelser. SMV-rapporterne er endnu ikke indført i forbindelse med mineralaktiviteter.

VVM-redegørelsen

De fleste mere omfattende råstofaktiviteter i Grønland kræver en længere ansøgningsprocedure. Det gælder for eksempel seismiske undersøgelser, olieefterforskningsboringer og anlæg af en mine. Proceduren indledes med fremsendelsen af en kort beskrivelse af den aktivitet, man vil ansøge om. Dette såkaldte *scope* beskriver kortfattet, hvor, hvornår og hvordan aktiviteten finder sted, og hvilke miljøpåvirkninger der kan forventes. Myndighederne vurderer på den baggrund, om der er risiko for væsentlige miljøpåvirkninger. Er der ikke det, kan en ansøgning umiddelbart behandles, men ellers skal der vedlægges en VVM-redegørelse eller eventuelt den

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

reducerede form herfor, nemlig den såkaldte VFT (se ovenfor, side 82). *Scope* sendes i offentlig høring, og de høringssvar, der indkommer, skal selskabet forholde sig til og indarbejde i en såkaldt *Terms of Reference* (ToR), hvori det videre arbejde med VVM-redegørelsen beskrives.

En VVM skal:

- beskrive de forventede aktiviteter
- vise, at selskabet har en forståelse af det miljø, det skal arbejde i
- beskrive de forventede påvirkninger af miljø og natur
- beskrive, hvad selskabet vil gøre for at måle, forebygge og begrænse miljøpåvirkninger
- begrunde valget af metoder og teknikker.

Selskabet skal dermed både gøre rede for miljø og natur og for, hvilke mål man forventer at leve op til på miljøområdet, og hvordan man vil gøre det. Dvs. at selskabet selv angiver de standarder, grænseværdier og forventede påvirkninger, det skal overholde. Kan de godkendes, er det selskabets ansvar også at overholde, hvad det har lovet. Denne måde at regulere på kaldes på engelsk *performance based*.

Med alle bilag og beskrivelser bliver en VVM-redegørelse derfor til et omfangsrigt dokument, som ofte fylder mere end tusind sider.

Kan myndighederne godkende VVM'ens grænseværdier og forholdsregler, gøres disse til krav, der skal overholdes, ligesom de krav, der stilles i forbindelse med tilladelsen til selve aktiviteten. Kan de ikke godkendes, må selskabet finde nye måder at gennemføre sine aktiviteter på.

De følgende sider beskriver, hvordan en VVM udarbejdes og behandles.

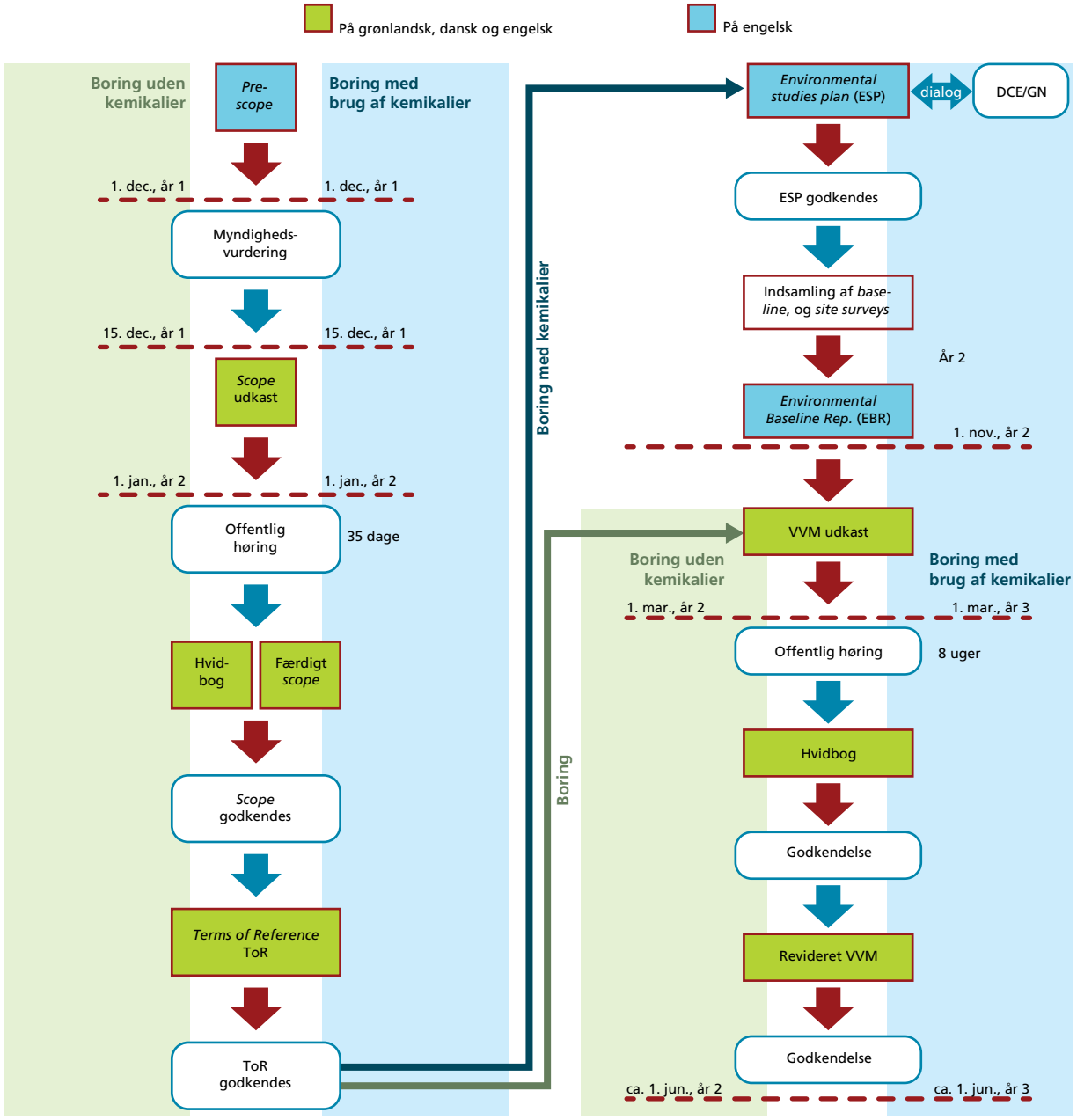
Udarbejdelse af en VVM

En VVM-redegørelse er et særdeles omfattende dokument, som skal beskrive alle tænkelige udledninger og alle processer og aktiviteter, som kan give anledning til miljøpåvirkninger. Figur 6.2 viser de forskellige trin i udarbejdelsen af en VVM omkring en efterforskningsboring og giver et indtryk af en omfattende *review*- og godkendelsesprocedure.

VVM-redegørelsen er i forbindelse med store aktiviteter, som anlæg af en mine eller en efterforskningsboring, meget mere end skrivebordsarbejde, og en væsentlig del er et program for de miljøstudier, der skal udføres, og hvis resultater skal indgå i rapporten.

Det er for eksempel væsentligt at kortlægge de naturlige værdier (baggrundsniveauerne) af potentielt forurenende stoffer i et område, hvor en mine planlægges anlagt. Ellers er det umuligt at måle omfanget af en eventuel forurening bagefter, og man risikerer i øvrigt uforvarende at beskylde et selskab for en forurening, der i for-

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 6.2. Diagram, der viser, hvordan en VVM-redegørelse om en efterforskningsboring behandles i det grønlandske system. Røde firkanter med skarpe hjørner og røde pile viser selskabernes aktivitet, mens de blå firkanter med runde hjørner og blå pile viser myndighederne og rådgivernes aktiviteter. *Scope* er den første summariske beskrivelse af, hvad boreoperationen skal omfatte, og hvad der kan være af miljøproblemer. *Terms of Reference* er en slags indholdsfortegnelse til VVM-rapporten, og en beskrivelse af de andre dele af VVM-processen, herunder de miljøundersøgelser (*Environmental Studies Plan*), der skal udføres både før boringen (*baseline studies, site surveys*), og af den miljøovervågning, der skal gennemføres under og efter boringen. En hvidbog er et dokument, som samler de kommentarer, der kommer gennem den offentlige høring, og som beskriver, hvordan selskabet forholder sig til kommentarerne og endelig, hvad de eventuelt giver anledning til af ændringer.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

vejen er i miljøet: Ved den store zinkforekomst ved Citronen Fjord i det allernordligste Grønland vasker forårsflommen store mængder zink ud i det marine miljø. Det er altså en naturlig forurening, som et mineselskab nødig skulle beskyldes for (faktaboks 14).

Er der tale om en efterforskningsboring til havs, skal havbundens dyresamfund kortlægges på en sådan måde, at de kan kortlægges igen efter endt aktivitet, da selskabet skal dokumentere, hvordan havbunden er blevet påvirket af aktiviteterne.

Disse programmer for miljøstudier skal godkendes særskilt for at sikre, at de lever op til internationale standarder, og at de er dækkende.

I forbindelse med en mine-VVM skal der udføres udvaskningsforsøg med gråbjerg og *tailings* for at få viden om risikoen for at forurene med tungmetaller, og der skal foreligge planer for sikker deponering af disse affaldsprodukter. Der skal også foretages modellering af forventet spredning af støv ud i omgivelserne.

En VVM-redegørelse om en seismisk undersøgelse til havs skal indeholde en modellering af lydens udbredelse for at give et indtryk af, hvor langt væk havpattedyr kan blive påvirket af den seismiske støj (figur 3.8, side 36).

I forbindelse med olieefterforskningsboringer til havs kan selskaberne trække på den viden, som er præsenteret i de strategiske miljøvurderinger (se side 83), og de har adgang til de data, der er tilgængelige i et miljødatacenter, som opretholdes af DCE og GN. Her indgår de data, som er præsenteret i de strategiske miljøvurderinger, og de data, som selskaberne selv samler ind.

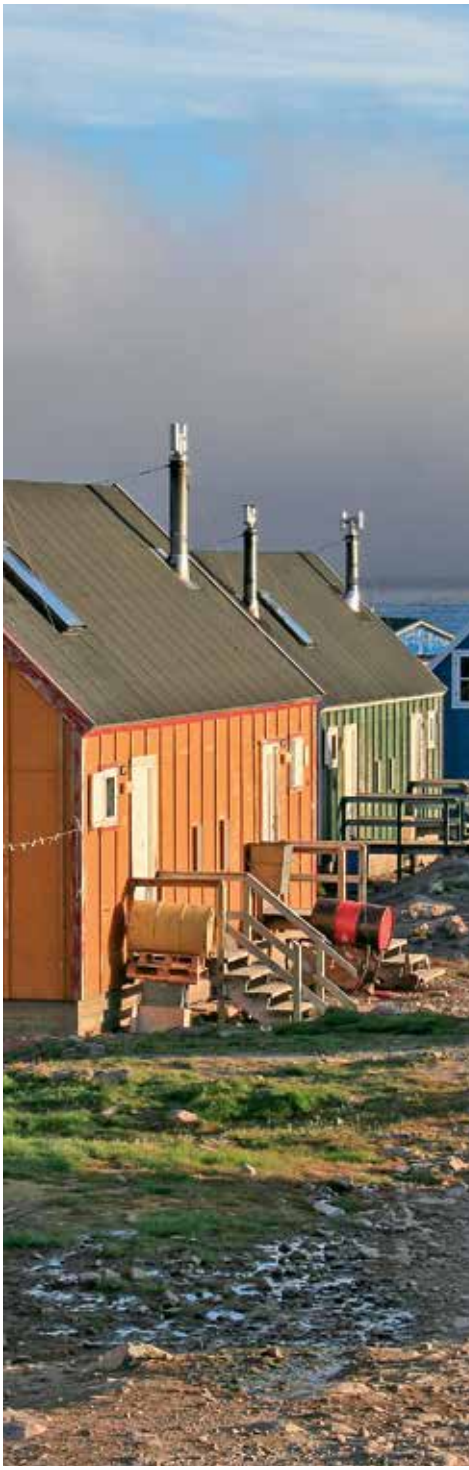
I VVM-redegørelser indgår der konkrete planer for

- affaldshåndtering
- miljøovervågning
- beredskab i tilfælde af oliespild
- afvikling og genetablering/genopretning.

Ved olieefterforskningsboringer skal alle kemikalier, der planlægges anvendt, deklareres efter OSPAR-systemet (se faktaboks 7), og valget af boremuddersystem* skal begrundes, og det skal dokumenteres, at det er det mest miljørigtige.

Når redegørelsen ligger klar fra selskabets side, skal den granskes af miljømyndigheden, og offentligheden får mulighed for at kommentere og komme med indsigelser (figur 6.2), og til slut skal den behandles af Naalakkersuisut*.

Sideløbende med VVM-rapporten skal de selskaber, der ønsker at anlægge en mine eller foretage en efterforskningsboring efter olie, foretage en vurdering af den samfundsmæssige bæredygtighed (VSB) af deres projekt. Denne skal sikre, at det planlagte arbejde lever op til internationale standarder omkring samfundsøkonomi, sundhed, sikkerhed og kulturelle værdier.



INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Bedømmelse af en VVM

Der er otte ugers offentlig høring af en VVM-redegørelse, hvor alle borgere, kommuner og interesseorganisationer kan stille spørgsmål til og kommentere redegørelsen. Selskabet er forpligtet til at svare på kommentarerne, og der skal gøres rede for disse svar i en såkaldt hvidbog.

Følger en VVM-redegørelse om en planlagt seismisk undersøgelse i de grønlandske farvande den vejledning, myndighederne har udgivet, kan den godkendes i løbet af månederne, før undersøgelsen skal udføres. Men er der tale om et stort mineprojekt, er det en proces, der kan vare flere år. Der er altid detaljer i selskabernes dokumentation, der skal efterprøves. Er der uacceptable forhold, går den grønlandske Miljøstyrelse for Råstofområdet (MS) i dialog med selskabet og foreslår eller anviser ændringer, hvorefter selskabet må revidere VVM-redegørelsen. Det kan også ske, at selskabet ændrer i planlægningen, og så skal VVM-redegørelsen måske også ændres tilsvarende.

Da det ikke er sikkert, at de planlagte forebyggende tiltag virker efter hensigten ved et mineanlæg eller et oliefelt, skal der udarbejdes planer for miljø- og naturovervågning, sådan at uventede forureninger eller forstyrrelser af dyreliv kan opdages og efterfølgende forebygges og stoppes.

I forbindelse med behandlingen af VVM'en for jernminen ved Isua nord for Nuuk skulle følgende overvågningsstudier sættes i gang, når minen kom i drift, for at sikre, at de i VVM-redegørelsen fastsatte grænseværdier og mål for andre påvirkninger ikke overskrides:

- Rensdyrs fordeling og adfærd i det berørte område og i upåvirkede referenceområder
- Overvågning af forurening med jernkoncentrat og andre stoffer i det marine miljø nær udskibningshavnen. Der er her risiko for spild til havmiljøet fra lastningen af skibene, ligesom der udledes spildevand og vand fra den opslemmede jernmalm (pumpes fra minen til udskibningsstedet gennem en rørledning)
- Forekomsten af havpattedyr langs malmskibenes sejlrute i Godthåbfjord, hvor der er risiko for, at det forøgede støjniveau kan skræmme især hvaler væk.

Godkendelse af en VVM

Når alle spørgsmål er besvaret og beskrevet tilfredsstillende, skal den reviderede redegørelse vurderes af Miljøstyrelsen for Råstofområdet med henblik på en endelig behandling i Naalakkersuissut*, som giver den formelle godkendelse.

Figur 6.3. Scoresbysund/Ittoqqortoormiit er den ene af to byer på den grønlandske østkyst. Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

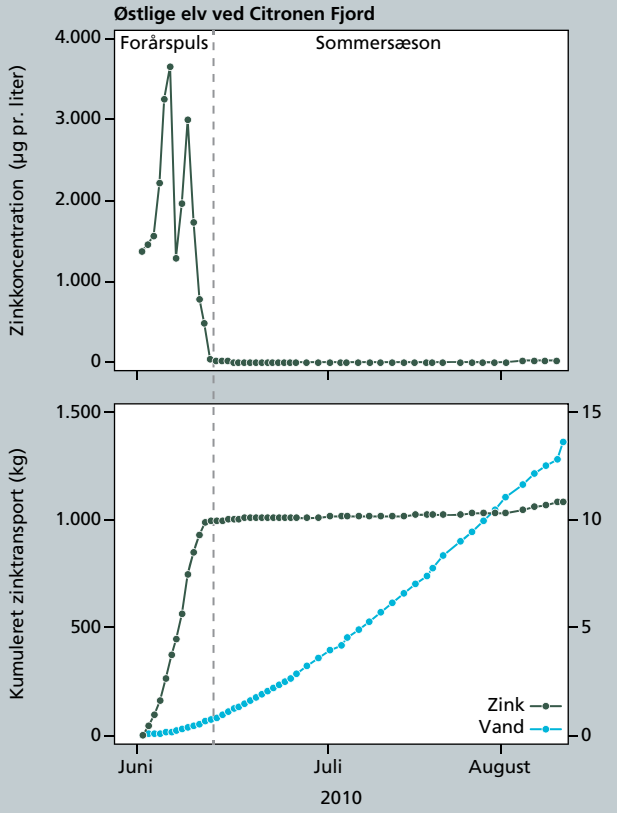
Faktaboks 14

'Naturlig forurening' – udvaskning af zink ved Citronen Fjord i Nordgrønland

Ved Citronen Fjord i det allernordligste Grønland ligger en af verdens største zinkforekomster. Flere mineselskaber har gennem årene vist interesse for området, men havisen i denne del af Grønland gør skibstransport meget vanskelig. Hvis den globale opvarmning og reduktionen af havisen fortsætter, åbnes imidlertid nye muligheder. Et mineselskab fik i efteråret 2016 tilladelse til at udnytte forekomsten og dermed til at etablere en mine.

Baggrundsundersøgelser foretaget i området i 1995, 1996 og 2010 afslørede nogle helt særlige kemiske forhold i vandmiljøet. I forbindelse med snesmeltningen i starten af juni måned måltes meget høje koncentrationer af især zink i vandet i en elv, der løber gennem området. Sæsonen med rindende vand i elvene går fra starten af juni til slutningen af august, men ca. 90 % af hele årets transport af zink finder sted inden for de første tre uger efter snesmeltningen, selv om vandtransporten kun udgør 12 % af årets samlede transport. Midt på sommeren falder koncentrationen af zink i elven med en faktor 1.000 i forhold til koncentrationen i starten af sæsonen (figur 1).

Dette helt specielle udvaskningsbillede skyldes, at en stor del af zinkforekomsten er blotlagt på jordoverfladen. Hen over vinteren forvitrer forekomsten, men forvitringsprodukterne – især zink og sulfat – kan ikke frigives til vandmiljøet pga. frost. Forvitringsprodukterne akkumuleres i jorden og skylles om foråret ud med det første rindende vand som en 'naturlig forureningspuls'.



Figur 1. Zinkkoncentration i elven ved Citronen Fjord i perioden juni-august 2010 og den kumulerede zink- og vandtransport for hele sommerperioden i 2010. Forårspulsens varighed er perioden til venstre for den stiplede linje.

Den særlige vandkemi giver nogle udfordringer i forhold til fastsættelse af miljøkrav til en eventuel minedrift. Miljøkrav bygger typisk på både baggrundsundersøgelser og såkaldte vandkvalitetskriterier. Baggrundsundersøgelser har blandt andet til formål at tilvejebringe viden om den kemiske sammensætning i det naturlige vandmiljø, så ændringer som følge af forurening vil kunne registreres. Vandkvalitetskriterier er defineret ud fra en række studier af miljøeffekter og sætter grænseværdier for koncentrationer af blandt andet tungmetaller i vandet. De naturlige zinkkoncentrationer i elven ved Citronen Fjord ligger imidlertid på op til 4.000 µg per liter i forårsperioden, mens grænseværdien fastsat i vandkvalitetskriterierne ligger på 10 µg per liter. Det er man nødt til at tage hensyn til ved fastsættelse af miljøkrav.

Eksemplet viser, hvor vigtigt det er at foretage grundige baggrundsundersøgelser hen over hele sæsonen, når der fastsættes miljøkrav til mineprojekter.

Figur 2. Efterforskningslejren ved zinkforekomsten ved Citronen Fjord. I forgrunden ses stabler af kasser med borekerner fra talrige boringer, som er foretaget for at afgrænse og vurdere malmforekomsten. Terrænet er meget goldt og næsten uden vegetation.
Foto: Departementet for Råstoffer.

7 Forsknings-baseret rådgivning

DCE og GN er begge institutioner, som udfører forskning ved siden af den rådgivning, der gives til de grønlandske myndigheder. Forskningen bidrager til at forbedre rådgivningen og til at udfylde huller i den foreliggende viden. Præcis viden er en forudsætning for god rådgivning, ikke bare for myndighedernes skyld, men også for selskaberne, hvis aktiviteter skal reguleres.

Fuglefjeldet optælles. Foto: David Boertmann.

Der tages jordprøver til analyse for olierester. Foto: Lis Bach.

Der samles blåmuslinger til analyse for tungmetaller. Bemærk den 'Sorte Engel' i baggrunden.

Foto: Jens Søndergaard.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Miljørådgivningen i forbindelse med grønlandsk råstofefterforskning og udvinding begyndte i 1974 omkring bly- og zinkminen ved Maarmorilik ved Uummannaq (se side 68 ovenfor). Da den seneste 5-årsaftale mellem de grønlandske myndigheder og DCE/GN om miljørådgivning blev indgået i 2014, havde medarbejdere ved Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE) under skiftende institutioner fungeret som rådgivere for råstofmyndighederne i Grønland i 40 år. Fra 1974 til 1987 som Grønlands Fiskeriundersøgelser (under Grønlandsministeriet), derpå som Grønlands Miljøundersøgelser (under Energiministeriet), senere som Danmarks Miljøundersøgelser (DMU, under Miljøministeriet) og fra 2011 som DCE under Aarhus Universitet. I 2014 oprettede Grønlands Naturinstitut (GN, Pinngortitaleriffik) en særlig afdeling (afdelingen for Miljø og Råstoffer), som i tæt samarbejde med DCE nu er en del af rådgivningen. Det er planen, at GN på længere sigt skal overtage rådgivningen.

Modtageren af rådgivningen er i dag en styrelse i den grønlandske administration: Miljøstyrelsen for Råstofområdet, forkortet MS. Før Hjemmestyret i Grønland blev indført, varetoges råstofmyndigheden fra Danmark. Med indførelsen af Hjemmestyret i 1979 blev den et fælles dansk/grønlandsk anliggende, forvaltet af Fællesrådet for mineralske råstoffer i Grønland. Da Selvstyret i 2009 blev indført, var råstofområdet et af de første til at blive overført til ren grønlandsk administration. Samtidig vedtog Grønland en revideret råstoflov (Inatsisartutlov* om mineralske råstoffer i Grønland), hvori miljøforhold omtales i tre kapitler, og det angives, at råstofmyndighedens vurderinger og afgørelser vedrørende miljøforhold skal baseres på vurderinger og udkast til afgørelser fra en eller flere videnskabelige og uafhængige miljøinstitutioner. Hermed defineres formålet med DCE og GN's miljørådgivning på råstofområdet.

Rådgivningen

Rådgivningsarbejdet omfatter:

- Løbende rådgivning til Miljøstyrelsen for Råstofområdet
- Ad hoc-opgaver for Miljøstyrelsen for Råstofområdet
- Indsamling af miljødata (baggrundsundersøgelser)
- Tilsyn og overvågning
- Orientering af offentligheden
- Større udredninger, herunder:
  - Strategiske miljøvurderinger (SMV)
  - Redegørelser og notater
  - Bidrag til miljøvejledninger
  - Miljøbidrag til regeringens strategier
  - Miljøatlas
- Vedligeholdelse af et miljødatacenter.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Den løbende rådgivning er for eksempel sagsbehandlingen omkring ansøgninger og udstedelse af tilladelser til aktiviteter, herunder vurdering af VVM-rapporter (se figur 6.2 om behandlingen af en VVM-redegørelse). En tilladelse til at udvinde mineraler kan tage flere år at behandle og vurdere, mens en ansøgning om en forundersøgelse på land kan vurderes på et par timer. Ad hoc-opgaver omfatter for eksempel vurderinger af uforudsete hændelser i forbindelse med aktiviteter i Grønland, hvor for eksempel et selskab ved et uheld har udledt olie til omgivelserne. Det kan også være, at en minister skal informeres til at besvare spørgsmål i Inatsisartut/Landstinget.

Tilsyn og overvågning hænger nært sammen med den løbende rådgivning. Der er ofte behov for tilsynsbesøg ved mineaktiviteter, for eksempel for at koordinere og sikre overvågningen af udledninger fra de forskellige processer. Der foregår også løbende overvågning af miljøet, efter at miner er lukket, for at følge forureningstilstanden (se ovenfor om Maarmorilik).

Deltagelse i orienterings- og høringsmøder i grønlandske byer og bygder indgår også i arbejdet. På grund af de vanskelige rejseforhold foregår det undertiden sammen med både ministre, myndigheder og selskaber (figur 7.1).

Ved siden af disse aktiviteter har myndighederne i Grønland også behov for mere grundlæggende redegørelser og udredninger om miljøforhold. Her er de strategiske miljøvurderinger (se side 83) vigtige. Men der er også løbende behov for udredninger om mere specifikke emner. Efter de to år med olieefterforskningsboringer, i 2010 og

Figur 7.1. Hans Kristian Olsen fra Nunaoil (det grønlandske selvstyres olieselskab) orienterer om olieefterforskning i Kullorsuaq i april 2012 under en informationsrejse i Nord- og Vestgrønland.
Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

2011, ønskede man en vurdering af den grønlandske praksis omkring boremuddersystemer,* som resulterede i en anbefaling til revision (se side 100).

Da olieefterforskningen forstærkedes i 1990'erne, blev det klart, at risikoen for oliespild skulle håndteres, og påvirkningerne fra et eventuelt spild skulle forebygges. Hertil blev arbejdet med et miljøatlas over den grønlandske kysts følsomhed over for oliepåvirkning indledt. Dette arbejde foregår stadig, både med inddragelse af nye kystområder og med opdatering af de hidtil udarbejdede kort (se side 95 nedenfor).

Både mine- og olieselskaber skal indsamle miljøviden fra det område, de skal arbejde i. Her indgår for eksempel kemiske analyser af vand og sedimenter og biologiske analyser af bunddyrsamfund eller af vegetation for at fastlægge baggrundsværdier og -viden (før påvirkning) om det pågældende miljø. Både måleresultater og indsamlinger skal afleveres til de grønlandske myndigheder, og her varetager DCE og GN opbevaringen i form af et miljødatacenter med både databaser og lager til fysiske prøver. Sådanne prøver kan blive afgørende, hvis der opstår uenighed om for eksempel tolkningen af kilden til en senere forurening. DCE og GN's egne data indgår også, og selskaber, der opererer i Grønland, kan rekvirere data til for eksempel udarbejdelsen af VVM-rapporter.

Hvad skal der til?

Kvalificeret rådgivning kræver en række forudsætninger. Først og fremmest skal kendskabet til miljø og natur i Grønland være detaljeret. Det kan i en konkret sag betyde, at sådan viden skal fremskaffes for eksempel ved studier i felten (baggrundsundersøgelser) eller ved litteraturstudier. Det kræver både overblik over faglitteraturen og et netværk.

Miljøtilstanden i Grønland og metoderne til at måle den skal kendes. Viden om de forurenende stoffers effekter i miljøet er vigtig, ligesom viden om international regulering af råstofaktiviteter og erfaringer med forurening og uheld andre steder i Arktis og verden som sådan er vigtige. De særlige arktiske problemstillinger skal inddrages, herunder det, at arktiske dyr og miljøer meget vel kan reagere anderledes, end hvad man ser andre steder i verden, for eksempel fordi temperaturerne er meget lavere, og de kemiske processer tager længere tid. Spildt olie må således forventes at blive nedbrudt langsommere end i for eksempel danske farvande.

Metoder til at måle forurening og overvåge miljøtilstanden i de grønlandske omgivelser skal være på plads, og her bygger indsatsen både på erfaringer fra andre lande og på egne erfaringer.

Samlet set handler det om, at jo bedre og mere omfattende den foreliggende baggrundsviden er, desto mere præcist og kvalificeret kan der rådgives, og jo mindre brug for forsigtighedsprincippet bliver der. Dette kan i høj grad være til for-

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

del for de selskaber, som skal operere i Grønland, og hvis aktiviteter skal vurderes og reguleres. Der er for eksempel ingen grund til at regulere helikopterflyvning i et terræn, hvor der er gæs, der fælder, hvis baggrundsundersøgelser har vist, at flyvningerne foregår på et tidspunkt, hvor gæssene er færdige med at fælde og har forladt området.

I det følgende gives en række eksempler på opgaver, som udføres i forbindelse med rådgivningen af de grønlandske myndigheder.

En større udredning 1: Miljøatlas

En væsentlig aktivitet for DCE og GN har været udarbejdelsen af et atlas over de vestgrønlandske kysters og farvandes følsomhed over for oliespild. Arbejdet er udført i samarbejde med Danmarks Meteorologiske Institut (DMI), Grønlands Nationalmuseum og Arkiv samt det canadiske firma S.L. Ross, som er specialister i planlægning af indsatsen ved bekæmpelse af oliespild. Atlasset giver et samlet overblik over de naturressourcer, der er følsomme over for et oliespild.

Kortlægningen dækker nu hele det vestgrønlandske område fra Kap Farvel til Qaanaaq-området. Det beskriver ikke alene kysterne, men også de åbne havområder ud til grænsen for den grønlandske økonomiske zone (EEZ)*.

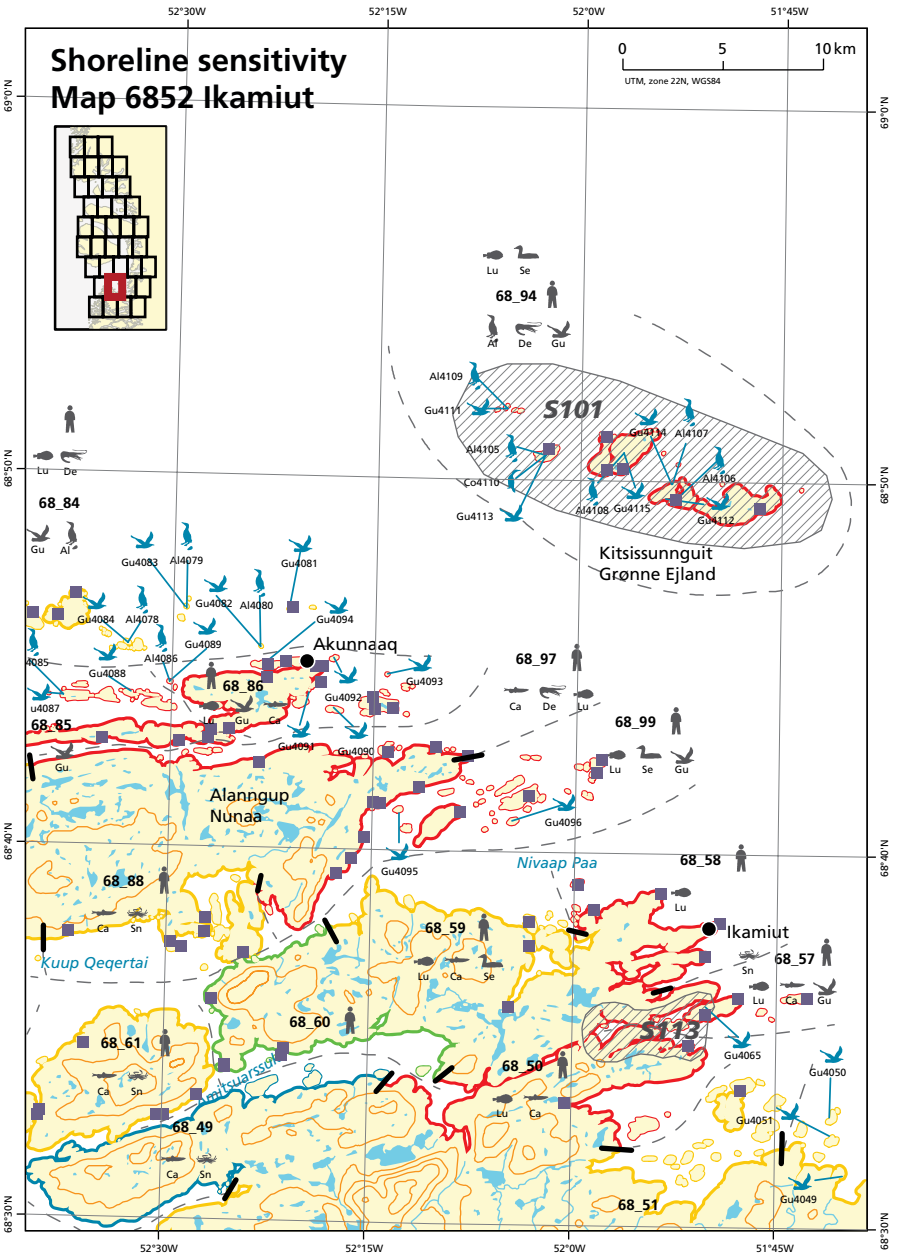
Atlasset er delt i fem separate kortsamlinger, som opdateres, når der foreligger ny viden om området. Og det er planen at fortsætte med de østgrønlandske kyster, nu da der også er efterforskningsaktiviteter på havet her.

Atlassets primære formål er at bidrage til både myndigheders og olieselskabers planlægning og prioritering af indsatsen ved et oliespild: Hvor kan der sættes ind og med hvilken indsats? Hvor kan der udlægges flydespærringer? Eller hvor kan et tankskib slæbes hen, hvis det lækker olie? Informationerne i atlasset skal også indgå i en eventuel NEBA-analyse (se side 62 og faktaboks 11). Ud over denne beredskabssammenhæng kan atlassets informationer bruges i mange andre sammenhænge, hvor de marine ressourcer indgår. Økosystembaseret forvaltning er her væsentlig at nævne (se side 110).

Følgende elementer indgår i beregningerne af kysternes følsomhed:

- Beskrivelser af kystens fysiske udformning, som har betydning for nedbrydning af opskyllet olie
- Forekomster af for eksempel fuglefjelde og gydeområder for fisk, som kan være særligt sårbare over for olie
- Områder, hvor fiskeri, fangst og turisme kan blive negativt påvirket og eventuelt medføre økonomiske tab for lokalbefolkningen
- Særligt udvalgte områder, for eksempel fredninger
- Fortidsminder (der ligger i kystzonen, hvor de kan påvirkes af olie eller af de aktiviteter, der sættes i værk for at fjerne olie).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 7.2. Eksempel på kortblad fra kystzoneatlas over områder følsomme for oliespild. Kortet viser et udsnit af Disko Bugt. Kysternes farve angiver følsomheden overfor oliespild: Rød – ekstrem, gul – høj, grøn – medium og blå – lav. De mange signaturer viser sårbare biologiske forekomster, som for eksempel ynglende fugle og fisk samt kulturhistoriske værdier. Den lille menneskefigur viser, at der foregår fangst, og den skraverede signatur viser et særligt område, der på dette kort er en fredet øgruppe med et rigt fugleliv.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Værdier for alle elementernes følsomhed integreres inden for en kyststrækning på ca. 5 km og vises som én af fire farvekodede værdier på kortene (figur 7.2): ekstrem, høj, middel og lav følsomhed.

Atlasset indeholder også en vurdering af det åbne havs følsomhed over for oliespild. Her indgår fauna og flora og udnyttelsen af havområderne i form af for eksempel fiskeri og fangst. I modsætning til kystkortene vises sårbarheden over for olie for hver årstid.

Endelig indeholder atlasset kort over *kystens fysiske struktur* med forslag til, hvor forskellige aktiviteter kan sættes ind i tilfælde af et oliespild: ankerpladser, helikopterlandingspladser, sikre naturhavne osv.

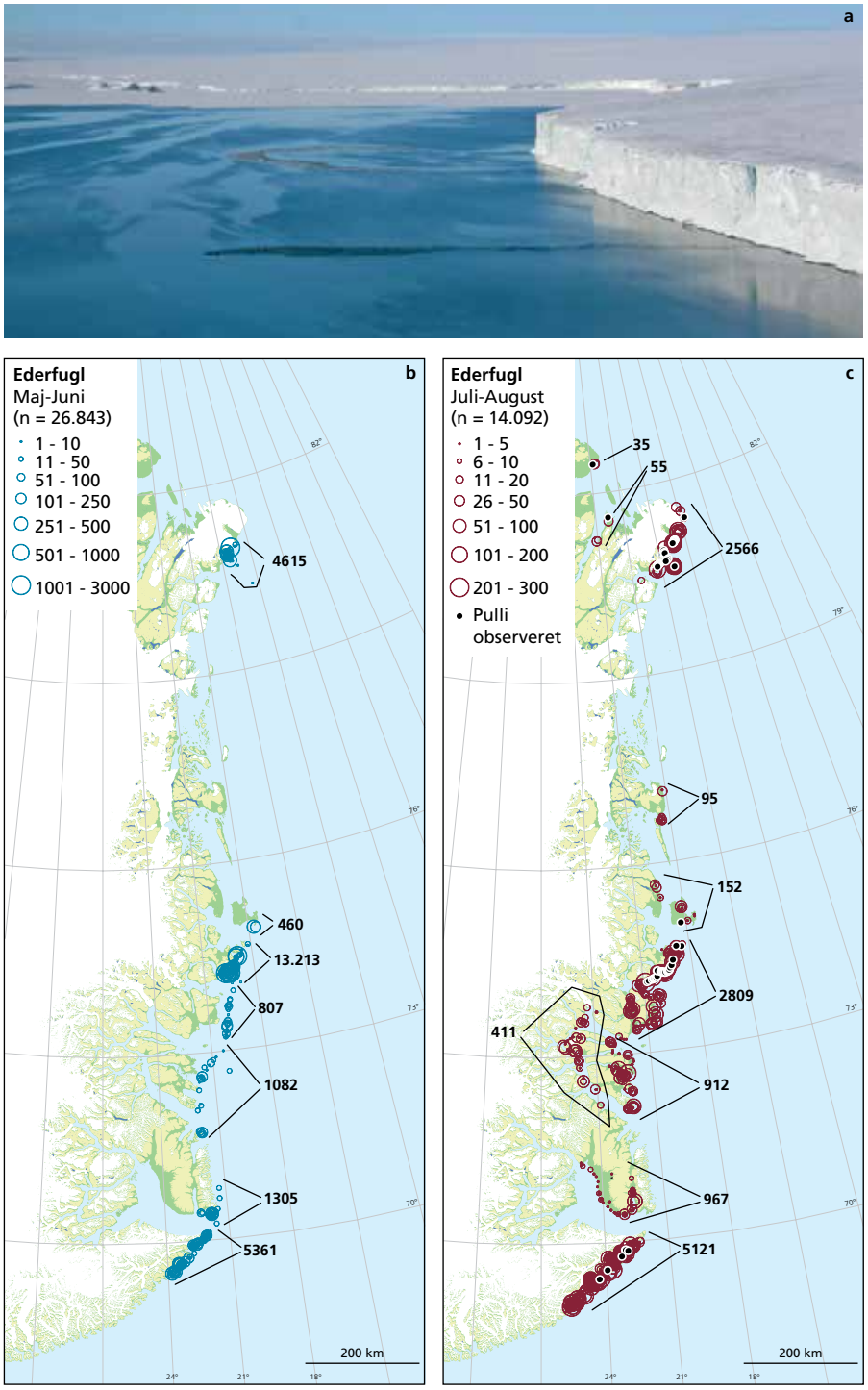
Indsamling af miljødata 1: Kortlægning af fugleforekomster langs kysterne i Nordøstgrønland

Da arbejdet med den første strategiske miljøvurdering af olieaktiviteter i Grønlandshavet (ud for Nordøstgrønland) blev indledt, blev en række studier sat i gang. Disse skulle fremskaffe manglende baggrundsviden, som kunne blive essentiel for fremtidig vurdering af påvirkninger fra olieaktiviteter i området. Et af disse studier omhandlede en kortlægning af forekomster af vandfugle, som hører til de mest sårbare organismer i tilfælde af oliespild på havet.

Vandfuglene blev talt fra fly i 2008 og 2009, dels om foråret i månedsskiftet maj/juni, hvor alle ferskvandsfuglene endnu ligger i isfrie områder langs kysterne, dels senere i juli, hvor ynglefuglene på fugleøer og -fjelde er på plads, og hvor fældende dykænder samles visse steder langs kysterne (figur 7.3a og b).

Figur 7.3. a) Observationsplatformen, en Partenavia P-68 Observer, benyttet til optællingerne i 2008 og 2009. Hele fronten er plexiglas, som giver et meget godt udsyn, ligesom der er bobbelvinduer på siderne. **b)** Udsigten fra co-pilotsædet ud over drivisen ud for Nordøstgrønlands kyst. Bemærk isbjørnen, der lige har fortæret en sæl. Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 7.4. a) En stor ederfugleflok raster på det lave vand foran en gletsjer nær Nordøstrundingen i maj 2008.
b og c) Et af resultaterne af optællingerne i maj-juni 2008 og juli-august 2008. Her vises fordelingen af ederfugle. De store antal om foråret ligger særligt i de isfrie områder – polynyerne*.
Foto: David Boertmann.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 7.5. En af de meget interessante observationer i 2008: En grønlandshval med unge. På det tidspunkt den første observation af unger i mange år i denne meget fåtallige bestand af grønlandshvaler.
Foto: Rasmus Due Nielsen.

Optællingerne viste for eksempel, at de isfrie havområder (polynyer*) var vigtige rasteområder for ederfugle i maj inden yngletiden (figur 7.4). Havpattedyr indgik også i optællingerne, og disse viste, at området huser mange af den uhyre fåtallige grønlandshval, og at de tilmed forekommer med unger i området (figur 7.5). Dette var helt ny information, for på daværende tidspunkt var der ikke observeret unger i den bestand af grønlandshvaler i mange år.

Resultaterne indgik i den strategiske miljøvurdering af olieaktiviteter i Grønlandshavet, og de vil være et væsentligt element, når der skal udarbejdes et atlas over de nordøstgrønlandske kysters følsomhed over for oliespild. Endelig skal de bruges, hvis olieselskaber skal udarbejde miljøvurderinger af deres aktiviteter og beredskabsplanlægning* for oliespild.

Indsamling af miljødata 2: Tidevandszonens nøglearter

På grund af tidevandets bevægelser er der et bælte langs kysten – tidevandszonen – som skiftevis er vanddækket og tørlagt, og hvor drivende olie kan aflejres. I tidevandszonen findes et karakteristisk samfund af fastsiddende organismer med blandt andet langfrugtet klørtang (*Fucus distichus)*, blæretang (*F. vesiculosus*), buletang (*Ascophyllum nodosum*), rurer (*Semibalanus balanoides*) og blåmuslinger (*Mytilus edulis* og *M. trossulus*). Tangen giver ly til en række andre organismer, blandt andet tanglopper (for eksempel *Gammarus oceanicus*) og snegle (*Littorina obtusata*, *L. saxitilis*) (figur 7.6).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Et oliespild, der strander i tidevandszonen, kan forårsage langvarige skader på miljøet, som det sås i Prince William Sound efter Exxon Valdez-ulykken i Alaska (tabel 4.1). Her viste det sig også, at nogle af oprensningsmetoderne (særligt spuling med varmt vand) påvirkede dyrelivet i tidevandszonen værre end olien. Det tog fire-fem år, før samfundene i tidevandszonen var genetablerede.

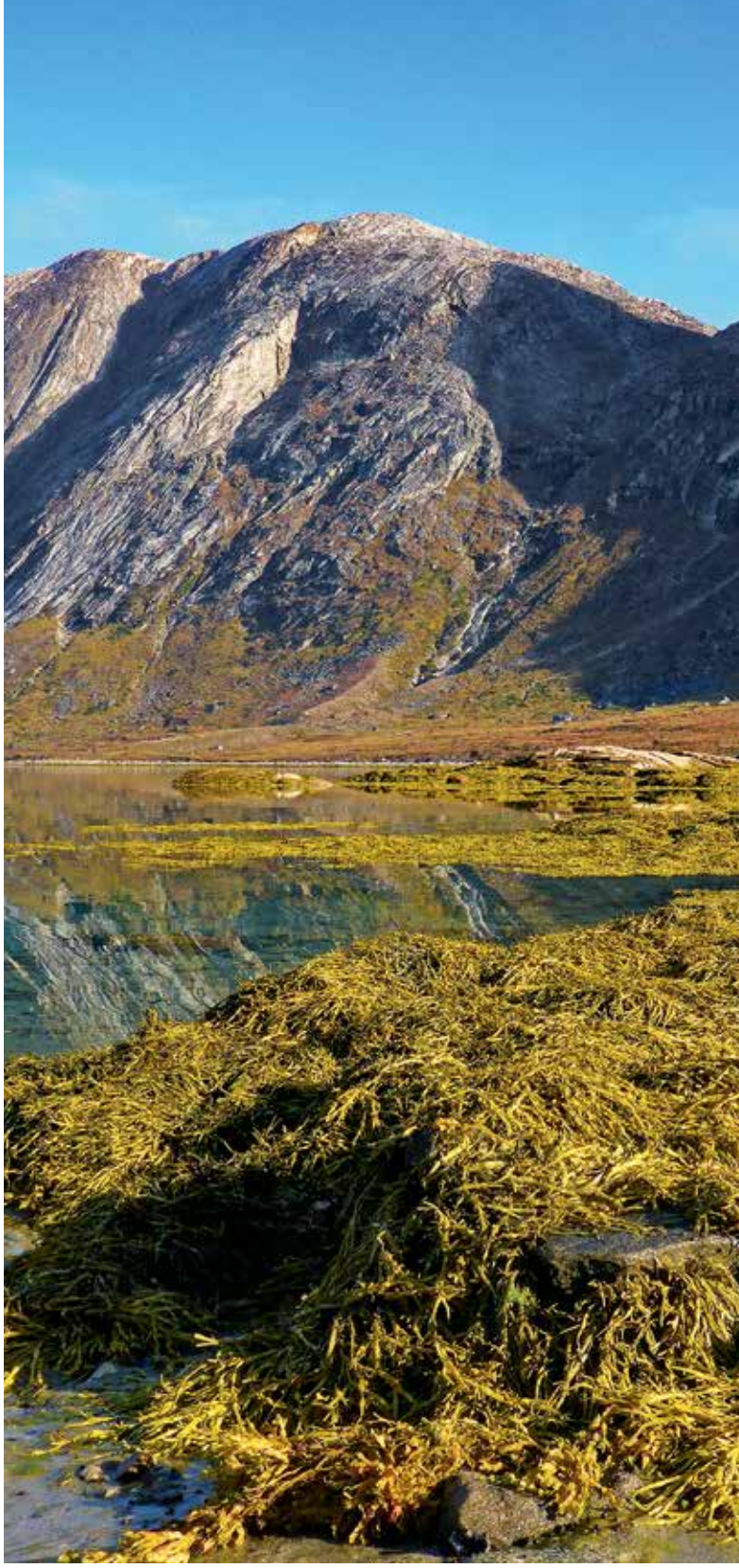
Skal man kunne vurdere effekten af et strandet oliespild i Grønland, skal man kunne adskille effekten af olien fra den naturlige variation. Derfor er det helt nødvendigt på forhånd at have præcis viden om tidevandszonesamfundets nøglearter, så man på forhånd ved, hvilke organismer det giver mening at holde øje med, hvis et overvågningsprogram skal påbegyndes som følge af et oliespild. Det er også vigtigt at kende til de naturlige svingninger i antal og udbredelse blandt tidevandszonens dyre- og plantesamfund.

Viden af denne type er ved at blive indsamlet gennem en række ensartede undersøgelser, der kortlægger tidevandszonens samfund langs den grønlandske vestkyst.

En større udredning 2: Miljøregulering af boremudder

Boremudder med et stort indhold af forskellige kemikalier benyttes i store mængder ved olieefterforskningsboringer (se side 48). Myndighederne i Grønland har hidtil kun tilladt brugen af vandbaseret boremudder, hvor grundvæsken er vand, og alle kemikalierne er vandopløselige. Kemikalierne skal deklareres, og kun de, som kan klassificeres som grønne og gule efter OSPAR-konventionens bestemmelser, kan normalt godkendes (se faktaboks 7). Da vandbaseret boremudder med sådanne kemikalier er forholdsvis miljøvenligt, har det været tilladt at udlede brugt boremudder til havbunden.

Vurderingen af borekemikalier under OSPAR er baseret på standardtests, hvor kemikaliets giftighed,



INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

nedbrydelighed og egenskaber mht. ophobning i organismer undersøges med standardorganismer i laboratoriet (se faktaboks 7). Miljøet og organismerne i arktiske havområder kan imidlertid ikke umiddelbart sammenlignes med hverken 'standardorganismer' eller 'standardmiljøer'.

Derfor er det væsentligt at afklare, om resultaterne fra OSPAR's standardtests er tilstrækkelige til en miljøvurdering af borekemikalier, som søges anvendt i havområder ved Grønland. I den forbindelse skal det vurderes, om der skal stilles særlige krav til olieselskaberne om at undersøge nedbrydning af kemikalier under arktiske forhold, og tillige om der skal anvendes arktiske organismer til undersøgelserne.

DCE og GN fik efter olieboresæsonerne 2010 og 2011 til opgave at vurdere den grønlandske praksis med hensyn til brug og behandling af boremudder. Denne vurdering resulterede i, at oliebaserede boremuddersystemer (OBM) godt kan anvendes på en miljømæssigt forsvarlig måde, forudsat at resterne efter endt boring ikke bliver hældt ud i havmiljøet, men bliver bragt til land og deponeret eller destrueret forsvarligt. En miljømæssig vurdering af brug af OBM skal inddrage omkostningerne ved at transportere brugt boremudder og de tilhørende borespåner til anlæg i land, anlæg, som ikke findes i Grønland.

Vurderingen resulterede også i, at man i Grønland tilsluttede sig den norske underopdeling i den gule kategori, sådan at kemikalier klassificeret som Y3, dvs. de, som nedbrydes til stoffer, der formentlig er miljøbelastende, forvaltes på linje med de røde (se faktaboks 7).

Forskning

DCE og GN udfører ikke grundforskning, som mere traditionelle institutter ved universiteterne gør det. Forskningen er i stedet defineret ud fra specifikke behov for viden, for eksempel i forbindelse med oliespild i arktiske farvande eller i forbindelse med forvaltning af dyrebestande i områder, hvor der udføres råstofaktiviteter. Forskningens formål er således at fremskaffe viden som baggrund for politiske beslutninger omkring eksempelvis oileefterforskning eller forvaltning af jagtbare dyrebestande. Denne type forskning betegnes sektorforskning.

Forskningen omfatter også udvikling af metoder til for eksempel at overvåge miljøtilstanden i Grønland. Mange af de gængse metoder er udviklet i tempererede områder, og der er generelt behov for metoder, som tager højde for de arktiske forhold. Se nærmere på side 110.

Figur 7.6. Tidevandszonen på en klippekyst i Kobbefjord i Vestgrønland. På sten og klipper gror tætte bevoksninger af klør- og buletang, mens de bløde flader er uden vegetation. På og mellem tangplanterne er der et rigt dyreliv, her for eksempel strandsnegle (indsat). Foto: Ole Geertz-Hansen.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Forskningen finansieres for en stor del af de grønlandske myndigheder med udgangspunkt i de midler, som selskaberne forpligtiger sig til at bruge til miljøundersøgelser. En anden del hentes ved ansøgninger til private fonde og danske myndigheder.

Forskning 1: Miljøeffekter af metoder til bekæmpelse af oliespild

I tilfælde af et oliespild på havet er det meget vigtigt at fjerne olien fra vandoverfladen så hurtigt som muligt. Oliespildet kan bekæmpes ved at opsamle olien mekanisk, ved at sprede (dispergere) den kemisk i vandsøjlen eller ved at afbrænde den. Metodernes effektivitet varierer meget med omstændighederne, og for at være effektiv skal afbrænding og spredning desuden sættes i gang, mens olien endnu er helt frisk (se faktaboks 10 om nedbrydning af olie). Oliespild på vandoverflader med is er særligt vanskelige at opsamle, da der ikke er udviklet effektive metoder til opgaven, men her har forsøg med afbrænding vist lovende resultater.

Fordelene ved at dispergere et oliespild er, at olien fjernes fra havoverfladen, hvor den kan true fugle og sårbare kystområder. Desuden fortyndes den hurtigere og bliver derved mindre giftig og får en større overflade, så den hurtigere kan opløses og nedbrydes af mikroorganismer. Ulemperne er, at olien fordeles i vandsøjlen og her vil kunne forgifte forekomster af fiskeyngel og plankton samt liv på havbunden, særligt i lavvandede områder.

Miljøet i arktiske havområder er blandt andet kendetegnet ved lave temperaturer og store sæsonmæssige variationer, og mange af organismerne har langsom udvikling og et højt indhold af fedtstoffer m.m. Der er i dag kun meget begrænset viden om effekterne af dispergeringskemikalier og oliekomponenter på højarktiske organismer. DCE og GN forsker derfor i mulige miljøeffekter af kemisk dispergering af olie i disse kolde miljøer. Undersøgelser udføres blandt andet med vandloppen *Calanus hyperboreus*, som er en økologisk nøgleart* i det marine arktiske miljø. *C. hyperboreus* har et fedtindhold, der er to-tre gange højere end i tilsvarende organismer i danske farvande, og har en lang livscyklus på mere end tre år, hvorfor den umiddelbart kan tænkes at være særligt sårbar over for olie i vandet.

Der forskes desuden i, hvordan såkaldte *herders* (stoffer, som bidrager til at drive olie sammen på en vandoverflade) alene kan påvirke miljøet som for eksempel fugle på havoverfladen, og i hvordan restprodukterne fra en afbrænding af et oliespild kan påvirke miljøet (figur 7.7).

Forskning 2: Naturlig registrering af tungmetalforurening over tid

Ulke har i en årrække været anvendt i forbindelse med miljømonitering i Grønland, da de er hyppigt forekommende, forbliver i området og akkumulerer blandt andet tungmetaller (figur 7.8). Indholdet af tungmetaller i lever og muskel har traditio-

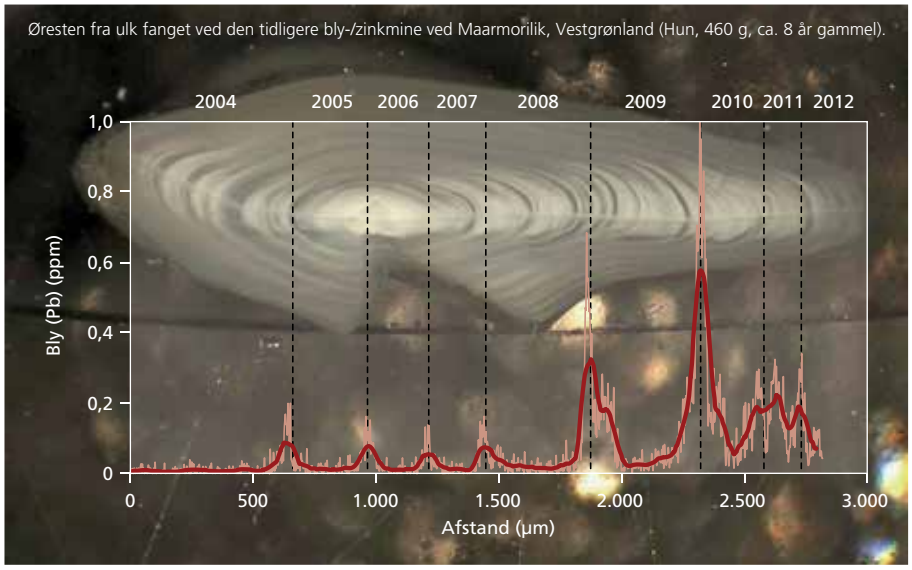
INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 7.7. Et kontrolleret oliespilds effekter på tang undersøges. Foto: Kim Gustavson.

Figur 7.8. Ulken benyttes som indikator, når forureningen fra en mine skal overvåges. Foto: Jens Søndergaard.

nelt været anvendt i miljøovervågningen som et mål for forurening, men sådanne analyser giver ikke viden om den tidsmæssige udvikling i eksponering, optag og akkumulering. Denne information kan imidlertid ligge gemt i fiskenes øresten*. Øresten er små kalkholdige strukturer i fisks indre øre. De vokser i takt med fiskens vækst og danner hvert år et nyt lag. I disse lag indbygges små mængder af tungmetaller fra omgivelserne. Lagene i ørestenene er kemisk stabile, efter de er dannet, og kan således potentielt indeholde et arkiv over fiskens eksponering for blandt andet tungmetaller gennem hele dens levetid. I de senere år har analyseteknikker ved brug af blandt andet laserteknologi muliggjort, at øresten kan analyseres for selv meget lave koncentrationer af tungmetaller i hvert af de enkelte lag. For at undersøge, om øresten fra ulke kunne bruges til miljøovervågning i Grønland, blev der i 2013 igangsat et forskningsprojekt, hvor blandt andet ulke fra området ved den gamle bly/zink-mine ved Maarmorilik i Vestgrønland blev undersøgt. Området er stadig forurenet med blandt andet bly (se side 68). Resultaterne viste, at bly samt andre metaller som magnesium, mangan, strontium og barium blev indbygget i ulkenes øresten, der ellers består af næsten 100 % kalciumkarbonat, og at der var betydelig variation i koncentrationerne. De højeste koncentrationer af bly blev som forventet fundet i øresten fra ulke fanget tæt på minen, og koncentrationerne faldt med afstanden til minen. De sæsonmæssige variationer af bly i ørestenene var imidlertid overraskende store, vinterlagene havde langt de højeste blykoncentrationer, mens koncentrationerne i sommerlagene var ned til ca. en faktor 10 lavere. Denne sæsonvariation kan tænkes at skyldes opblandingen af vandsøjlen i vinterperioden (se side 72). Resultaterne viste, at metoden har et potentiale til at blive en vigtig komponent i miljømoniteringen nær miner i Grønland. Men yderligere studier er nødvendige for at kunne isolere effekten af eksponering fra effekten af den årstidsbestemte fysiologi og adfærd (figur 7.9).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 7.9. Målinger af bly (Pb) i de forskellige lag i en øresten fra en ulk fanget nær minen ved Maarmorilik. Den var otte år gammel, da den blev fanget i 2012.

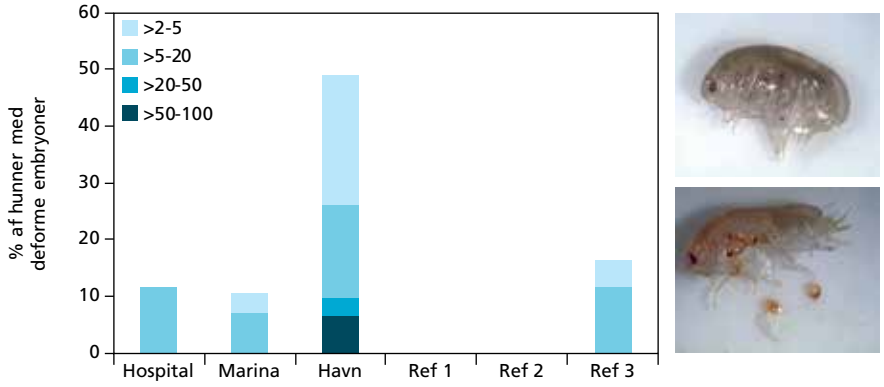
Forskning 3: Tanglopper som miljøindikatorer

Traditionelt påvises forureningsgraden ved eksempelvis en mines spildevandsudløb ved at analysere indholdet af udvalgte stoffer (for eksempel tungmetaller) i organismer som blåmuslinger, tang og fisk. Det er omstændeligt og tidskrævende, og analyserne tager ikke højde for, at der kan være andre forurenende stoffer, eller at flere stoffer kan medføre kombinationseffekter. Der er derfor behov for supplerende metoder, som kan bruges som en slags indikator for, hvornår man skal sætte ind med mere omfattende analyser. Mange af de forurenende stoffer ender i bundsedimentet, hvor dyrelivet eksponeres, dels gennem overfladen, dels gennem føden.

Et dyr, som er særligt udsat, er tangloppen *Orchomenella pinguis*. Den findes i Grønland i den øverste del af bundsedimentet tæt på kysten og lever her som skraldemand, idet den i høj grad lever af døde organismer. *O. pinguis* påvirkes på forskellige måder af forurening. Den ændrer for eksempel nedgravningsadfærd, når den udsættes for høje koncentrationer af tungmetallerne zink og bly og bliver derved et lettere bytte for rovdyr. Endvidere falder antallet af afkom, og der opstår misdannelser af æg og unger.

O. pinguis er let at indsamle og er derfor oplagt at bruge som indikator for forureningsgraden på et givet sted på kysten. Tanglopper blev indsamlet langs en forureningsgradient med udgangspunkt i Sisimiut havn i Vestgrønland, hvor bundsedimenterne i forskellig grad er forurenet af olie, tungmetaller m.m. Gravide hunner blev sorteret fra, og æg og unger blev taget ud af rugeposen og derefter undersøgt for misdannelser.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives



Figur 7.10. Forekomst af tanglopper med deforme embryoner på forskellige indsamlingsstationer ved Sisimiut. Særligt i havnen er der mange hunner med deforme embryoner. De forskellige farvetoner angiver, hvor stor en andel af embryonerne der er deforme i hver hun. Indsat en hun med embryoner og en åbnet hun, fra hvilken to embryoner er taget ud. Ref 1, 2 og 3 er uforurenede referencestationer.

Undersøgelserne viste en klar sammenhæng mellem graden af forurening og forekomsten af misdannelser i æg og unger i hunnernes rugeposer. Jo mere forurenet, desto flere misdannelser (figur 7.10). Konklusionen var derfor, at *O. pinguis* kan anvendes som biomarkør til at vurdere forureningen i kystsedimenter, for eksempel ved en udskibningsterminal for mineraler eller olie.

Forskning 4: Lav som naturlige støvmålere

Spredning af støv med tungmetaller er en vigtig kilde til forurening fra miner. I Grønland har lavarten sne-kruslav (*Flavocetraria nivalis*) i årtier været anvendt som indikator for støvnedfald i forbindelse med miljøovervågning (figur 7.11). Den forekommer hyppigt og har en evne til at akkumulere støvpartikler fra luften. Denne anvendelse af lav er især velegnet til grønlandske forhold, fordi det er mange gange lettere at indsamle lav end at opstille og indsamle støvmålere.

Typisk indsamles først lav ved en ikke-forurenet lokalitet, og koncentrationen af tungmetaller i vævet analyseres. Derefter transplanteres de indsamlede laver og placeres under net på jordoverfladen ved en række lokaliteter i nærheden af minen. Det efterfølgende år indsamles laverne, og koncentrationen af tungmetaller i vævet analyseres igen. En eventuel ændring i tungmetalkoncentration bruges som indikation for støvnedfaldet af tungmetaller i det forgangne år.

Metoden kan anvendes til at bestemme den rumlige variation og år-til-år-variationen af nedfaldet i området. Indtil 2011 kunne den dog kun anvendes kvalitativt, dvs. det kunne kun fastslås, om der havde været nedfald af tungmetalholdigt støv

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 7.11. Sne-kruslav er let at kende på det krusede, lyst gule løv. Foto: Jens Søndergaard.

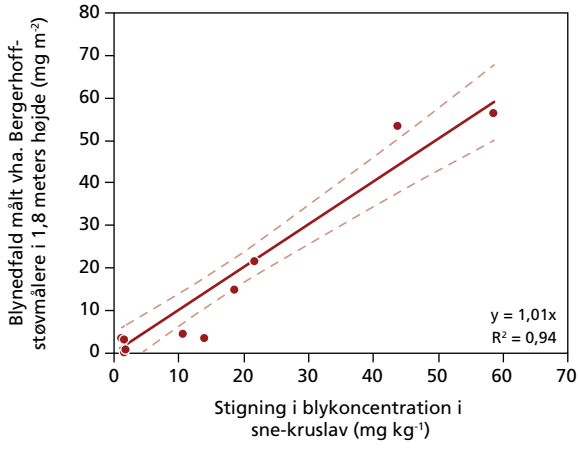
eller ej. Det er imidlertid vigtigt at kunne måle *mængden* af nedfald, og der blev i sommeren 2011 igangsat et forskningsprojekt ved den gamle bly- og zinkmine ved Maarmorilik (se side 68), som i 2011 stadig var en væsentlig kilde til støvspredning af tungmetaller.

Projektet målte ophobningen af bly, zink og cadmium i transplanteret lav og det samtidige nedfald af disse tungmetaller pr. arealenhed (figur 7.12) og fandt en god sammenhæng. Resultatet viste, at lav også kan anvendes til at kvantificere det totale nedfald (figur 7.13 og 7.14).

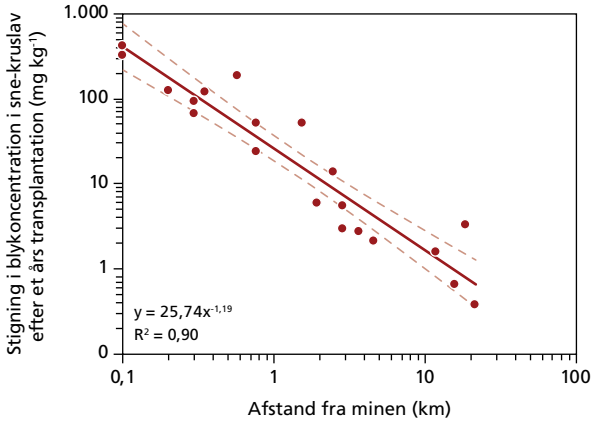
Det viste sig, at ca. 770 kg bly, 3.700 kg zink og 24 kg cadmium i perioden 2010-2011 blev spredt og deponeret som støv ved Maarmorilik i et område på ca. 223 km^2. Det svarer til en gennemsnitlig årlig deponeringsrate på ca. 3,5 kg bly, 17 kg zink og 0,11 kg cadmium per km^2 i området. Støvdeponeringen kunne i perioden måles mere end 20 km fra minen. Da minen var i drift, var støvspredningen væsentligt større, men målingerne fra dengang er for usikre til at sammenligne med.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 7.12. Seniorforsker Lis Bach i gang med at opsætte en målestation, hvor støvnedfald af bly, zink og cadmium undersøges både ved hjælp af Bergerhoff-støvmålere og med transplanteret sne-kruslav. Minen "Den Sorte Engel" anes højt oppe på bjergsiden i baggrunden af billedet.
Foto: Jens Søndergaard.



Figur 7.13. Stigning i blykoncentration i sne-kruslav sammenholdt med blynedfald (som støv) per arealenhed målt ved hjælp af Bergerhoff-støvmålere. Punkterne angiver enkeltmålinger, den fuldt optrukne linje angiver regressionslinjen, og de stiplede linjer angiver området for 95 %-usikkerhedsintervallet for regressionslinjen.



Figur 7.14. Stigning i blykoncentration i sne-kruslav efter et års transplantation ved forskellig afstande til minen. Punkterne angiver enkeltmålinger, den fuldt optrukne linje angiver regressionslinjen og de stiplede linjer angiver området for 95 %-usikkerhedsintervallet for regressionslinjen. Det ses, at stigningen er højest tæt på minen, dvs. at belastningen er højest her.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

8 Fremtidens udfordringer

For at der kan gives kvalificeret rådgivning fremover, skal baggrundsviden om natur og miljø holdes opdateret, og mulige effekter af nye typer aktiviteter skal undersøges. Desuden er der et behov for, at effekter af råstofaktiviteter ses i sammenhæng med påvirkninger fra andre aktiviteter og fra klimaændringer. Det er de samlede påvirkninger, der bestemmer, hvordan økosystemet udvikler sig. Derfor er der en fordel i at udvikle en økosystembaseret tilgang til miljøovervågning, regulering og forvaltning på tværs af sektorer.

Hugin og Munin er Odins to ravne, som bringer ham nyt fra verden. Her nyder de solen i Ilulissat. De kan tolkes som henholdsvis ud-/fremsyn og erindring. I dette kapitel er det Hugin, vi skal høre.
Foto: David Boertmann.

Kongeederfugle i hårdt vejr.
Foto: Lars Witting.

Liden stenurt danner tætte bevoksninger.
Foto: David Boertmann.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Vidensopbygning

DCE og GN indsamler til stadighed viden om Grønlands miljø og natur, da sådan baggrundsviden er nødvendig for at kunne yde kvalificeret rådgivning. Kendskabet til flora og fauna varierer fra region til region i Grønland, og for eksempel er udbredelse og forekomst af sårbare arter af dyr og planter i Sydøstgrønland og Nordgrønland dårligt kendt. Der er også behov for at foretage undersøgelser over effekten af forstyrrelser af dyr i den grønlandske natur. For eksempel vides der ikke nok om, hvordan narhvaler påvirkes af seismiske undersøgelser, til at give en præcis rådgivning om effekter af konkrete seismiske undersøgelser.

På miljøområdet er der behov for mere viden om kemikalier og oliekomponenters nedbrydning, spredning, biotilgængelighed* og økotoksikologi* under arktiske forhold. Disse problemstillinger er undersøgt under varmere forhold, og kolde omgivelser må forventes at forlænge for eksempel nedbrydningstider af kemikalier udledt til miljøet. De meget fedtrige organismer i Arktis må for eksempel antages at være mere følsomme over for fedtopløselige forurenende stoffer, og et aktuelt spørgsmål at få besvaret i forbindelse med rådgivningen omkring olie- og mineralaktiviteter i Grønland er, hvordan disse stoffer virker i de pågældende dyr.

Klimaforandringerne er i denne sammenhæng en væsentlig udfordring, som betyder, at dyre- og plantearters udbredelse og forekomst ændres. Nye arter indvandrer til Grønland og giver anledning til udvikling af nye aktiviteter som fiskeri efter makrel, mens andre aktiviteter reduceres eller forskydes mod nord, som rejefiskeriet. Den baggrundsviden, der i øjeblikket ligger til grund for reguleringen af råstofaktiviteter i Grønland, kan derfor hurtigt blive mangelfuld eller uaktuel. Den skal derfor opdateres jævnligt, og her kan en mere holistisk tilgang til udvikling af miljøovervågningsprogrammer være relevant.

Med ophævelsen af den såkaldte nultolerance for brydning af uranholdig malm i Grønland indledtes en omfattende opbygning af viden om miljøproblemer i forbindelse med brydning af radioaktive mineraler, og om hvordan disse problemer håndteres rundt om i verden.

Miljøovervågning

I forbindelse med olieefterforskningsboringer stilles der omfattende krav til selskaberne om at overvåge miljøtilstanden på havbunden omkring borestedet. De skal systematisk indsamle bundsediment og fauna og videofilme havbunden både før og efter boringen. Dette skal dels sikre, at der ikke sker væsentlige miljøpåvirkninger, dels dokumentere tilstanden, efter at boringen er afsluttet, sådan at selskabet kan stilles til ansvar i tilfælde af, at der påvises uventede påvirkninger, som måske kan relateres til selskabets manglende opmærksomhed på myndighedskrav i tilladelserne (se for eksempel sagen om kviksølv i

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

det udledte boremudder,* side 65). Ved minedrift skal selskaberne først foretage en kortlægning af det lokale miljøs baggrundsværdier for potentielt forurenende stoffer, for eksempel tungmetaller, og siden overvåge udledningernes indhold af forurenende stoffer.

Sådan overvågning af udledninger fra konkrete råstofaktiviteter i Grønland kan med fordel indgå i et mere overordnet overvågningsprogram på tre niveauer.

1/ Kontrol af koncentrationer og mængder af de forurenende stoffer ved kilden, dvs. i de forskellige udledninger til luft og vand. Dette gøres i dag af selskaberne selv og af deres miljøkonsulenter.

2/ Kontrol af koncentrationer af forurenende stoffer i nærmiljøets recipienter; det kan være måling af bly eller kviksølv i tang, muslinger eller ulke. Denne overvågning bør foretages af myndighederne og deres konsulenter.

3/ Overvågning af det økosystem, som potentielt kan påvirkes af råstofaktiviteterne. Dette skal gøres med henblik på dels at detektere effekter i et større område, dels med henblik på at undersøge, om der er uheldigt samspil med effekter af andre presfaktorer (*stressors*) som for eksempel fangst og fiskeri, anden industri, skibsfart og/eller klimaændringer.

Som eksempel på en komponent i et sådant overvågningsprogram kan nævnes det norske program til overvågning af havfuglebestandene langs kysterne af både Norge og Svalbard (SeaPop), indledt i 2005. Formålet var at skaffe viden til en bedre forvaltning af fuglebestandene og til at kunne vurdere effekterne af menneskelige aktiviteter som olieindustri og skibsfart. Aktiviteterne finansieres af både den norske stat og olieindustrien. Indledes der produktion af olie i Grønland, vil et tilsvarende program være meget relevant at indføre.

Det sidste niveau her vil naturligt kunne indgå i det, der betegnes som økosystembaseret tilgang til forvaltning på tværs af sektorer – på engelsk *Ecosystem Based Management* (EBM) eller *Ecosystem Approach* (EA).

Økosystembaseret tilgang til forvaltning

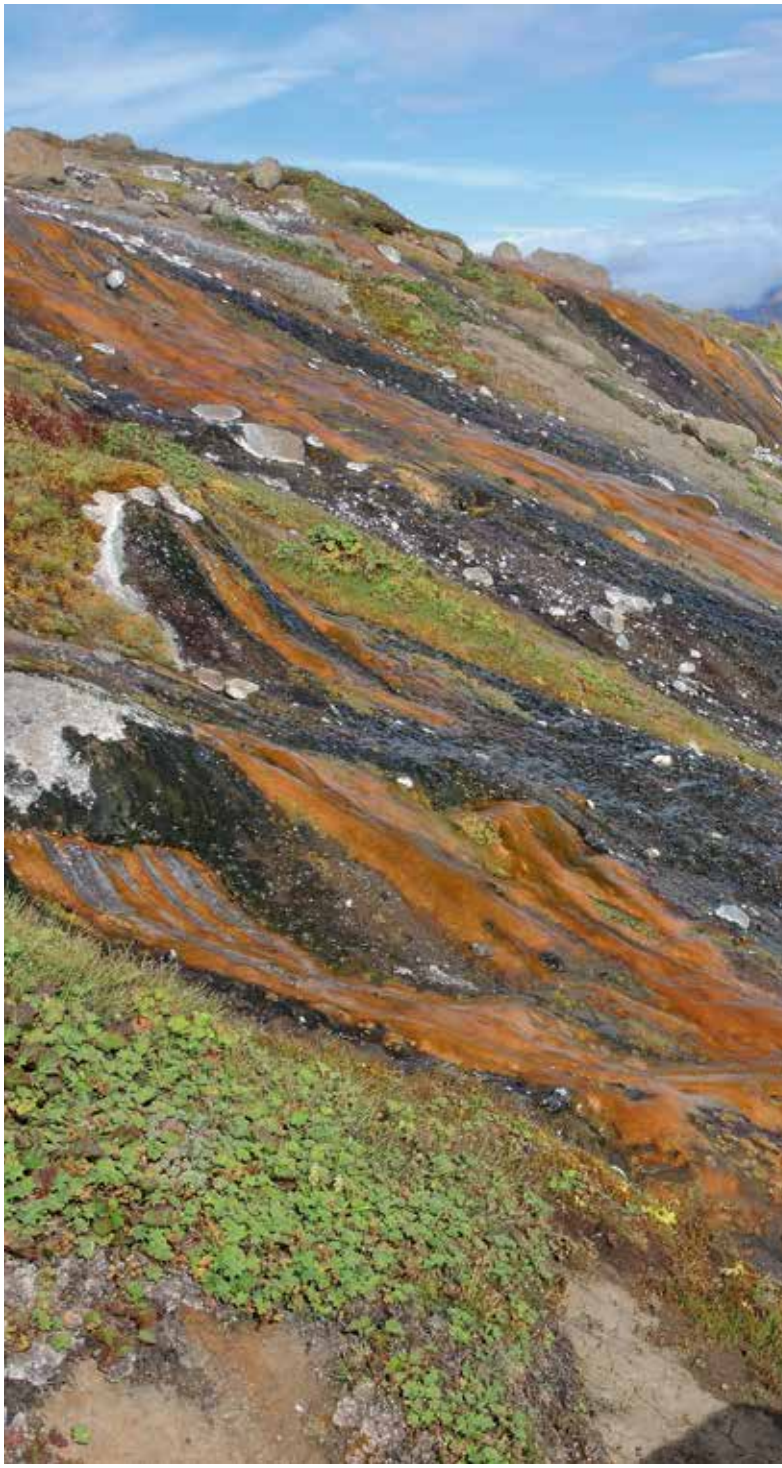
De grønlandske økosystemer er som sagt under ændring på grund af klimaforandringerne, afspejlet for eksempel i kraftig reduktion i havisens udbredelse især om vinteren. Det medfører, at sejlads bliver meget lettere, og skibstrafikken forventes da også øget i de grønlandske farvande pga. intensiveret fiskeri og transport af råstoffer fra nye områder og langs nye sejlruter. En sådan trafik øger risikoen for oliespild, og undervandsstøj fra skibene kan virke forstyrrende på dyrelivet i havet. Sådanne forstyrrelser

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

kan virke i samspil med forstyrrelser fra råstofefterforskning og -udvinding med det resultat, at for eksempel effekterne på havpattedyr bliver stærkere, end hvis de enkelte påvirkningers effekter blot lægges sammen (kumulerede* påvirkninger). Dertil virker andre menneskelige presfaktorer (*stressors*) som anden industri, fiskeri og fangst også sådan, at der opstår en cocktail af påvirkninger. For at vurdere og regulere sådanne påvirkninger bør en hel regions menneskelige aktiviteter (eller forventede aktiviteter) ses i en større miljømæssig og økologisk sammenhæng og vurderes samlet som grundlaget for en økosystembaseret tilgang til forvaltning (faktaboks 15). Hvis et oliespild for eksempel reducerer bestanden af ynglende lomvier i et område, vil jagt i samme område begrænse mulighederne for, at bestanden genopbygges, hvorfor en efterfølgende jagtfredning vil kunne fremme bestandens retablering. På den måde er der en fordel i, at sektorerne spiller sammen i forvaltningen.

En ny problemstilling i Grønland er introduktion af invasive arter*. Sådanne har hidtil ikke været noget problem i det marine miljø, men kombinationen af forøget skibsfart og højere vandtemperaturer øger risikoen for, at der introduceres nye arter, som potentielt kan være invasive. Fra Danmark kender man den såkaldte dræbergoble, *Mnemiopsis*. Organismerne transporteres ind sydfra med ballastvand eller fastsiddende på skibskrog, og forøgede vandtemperaturer øger deres muligheder for at etablere sig i Grønland. Det er forhold, som kan overvåges som en del af økosystembaseret tilgang til forvaltning, og som også skal indgå i fremtidige VVM-redegørelser af råstofaktiviteter.

Den vidensopbygning, som DCE og GN foretager i forbindelse med regulering af råstoffer, passer fint ind i en sådan økosystembaseret sammenhæng, og den kan bidrage til at løse kommende problemer på en miljømæssigt og samfundsmæssigt robust måde.



INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Figur 8.1. Den varme kilde i Knightton Bugt i Østgrønland udgør et lille, meget frodigt økosystem i et ellers goldt basaltlandskab. Foto: David Boertmann.

Beredskab

Et beredskab til at bekæmpe oliespild (og derved begrænse de påvirkninger, det kan forårsage) er nødvendigt, når og hvis der udvindes olie fra de grønlandske havområder. Men et beredskab er også yderst vigtigt for at bekæmpe oliespild fra den stigende skibsfart knyttet til andre aktiviteter. Det er en stor opgave at opbygge et oliespildsberedskab, og der skal for eksempel udvikles teknologi til at opsamle olie fra en havoverflade med is, da de eksisterende metoder ikke er gode nok. Der skal forskes i oliens skadevirkning i det arktiske miljø og i potentialet for nedbrydning og spredning af olien i de forskellige farvande, ligesom arbejdet med at kortlægge sårbare biologiske forekomster skal fortsætte, sådan at man ved, hvor og hvordan der skal sættes ind ved bekæmpelsen af et oliespild.

Grundlaget for opbygningen af et beredskab ligger der allerede. De grønlandske myndigheder har siden 1999 fået udarbejdet et atlas over oliespildsfølsomme områder, der nu dækker hele vestkysten af Grønland (miljøatlas, se side 95), og da olieboringerne i 2010 og 2011 var afsluttet, og selskabet havde besluttet ikke at fortsætte, overlod man alt det beredskabsudstyr, man havde liggende i Grønland, til myndighederne. Der blev derpå oprettet et firma Greenland Oil Spill Response, som fremover skal varetage beredskabet.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Faktaboks 15

Komponenterne i en økosystembaseret tilgang til forvaltning

Der er fire væsentlige komponenter i den økosystembaserede tilgang til forvaltning.

Den første er overvågning af natur, miljø og de aktiviteter, der giver anledning til påvirkningerne. Heri kan for eksempel den miljøovervågning, der bør foretages i forbindelse med råstofaktiviteter, indgå. Denne overvågning skal ikke blot belyse en enkelt råstofindustris miljø- og natureffekter, men de samlede (kumulative*) effekter på økosystemet af klimaændringer, langtransporteret forurening og menneskelige aktiviteter som industri, fiskeri og fangst.

Overvågningen skal sikre, at der kan igangsættes specifik forskning (som den anden komponent), der kan forklare årsagssammenhængen bag uventede observationer (er ændringer for eksempel forårsaget af forurening eller klimaændringer?) og om nødvendigt bidrage til at indføre skærpede krav for råstofaktiviteter (adaptiv forvaltning).

Den tredje komponent er, at alle aktører (på engelsk *stakeholders*) på tværs af erhverv, brugere og myndigheder skal inddrages i arbejde og beslutningsprocesser. Det er en væsentlig forudsætning for at skabe holdbare løsninger.

Endelig skal de forskellige sektorer kunne samarbejde. I Grønland vil det for eksempel omfatte olieindustrien, fisker- og fangerorganisationer.

En forvaltningsplan af denne type skal være dynamisk for at kunne følge med de forandringer, der hele tiden foregår, særligt som følge af de klimatiske ændringer. Den norske forvaltningsplan for det marine miljø i Barentshavet er et eksempel på en forvaltningsplan med en økosystembaseret tilgang. Den blev udgivet i 2006 og opdateret i 2011 og igen i 2016.

Internationalt samarbejde

Mange af de problemstillinger, der er omtalt i det foregående, er fælles for det arktiske område. Der foreligger derfor en oplagt mulighed for internationalt samarbejde omkring indsamling af den viden, der i fremtiden skal til for at regulere råstofaktiviteter og særligt olieefterforskning i Grønland. Man kan for eksempel let forestille sig et fælles canadisk/grønlandsk beredskab for oliebekæmpelse i Baffin Bugt og Davis Stræde. Men der vil også være fordele ved et øget fokus på samarbejde om fastsættelse af miljøstandarder, og her er OSPAR-konventionen og PAME*-arbejdsgruppen under Arktisk Råd* fora, hvor der kan tages internationale initiativer. Der kan også med fordel udvikles et øget internationalt samarbejde om forvaltning af dyrebestande, der vandrer mellem de forskellige arktiske nationer, og her er en anden af Arktisk Råds arbejdsgrupper relevant at benytte, nemlig CAFF*.

Figur 8.2. Øverst: Tilskuere til hundeslædevæddeløb i Kullorsuaq, april 2012. Foto: David Boertmann.

Nederst: Brættet er det udendørs-marked, hvor fangere og fiskere sælger deres produkter. Foto: Lars Maltha Rasmussen.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

9 Konklusioner

Her gøres kort rede for de konklusioner og de erfaringer, der er opnået ved rådgivning af de grønlandske myndigheder.

Lersletten/Naternaq er et lavlandsområde med talrige søer og vandløb og et vigtigt levested for den grønlandske blisgås. Foto: David Boertmann.

Isbjørn. Foto: David Boertmann.

Rundbladet gøgeurt.

Foto: David Boertmann.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Som nævnt i indledningen kan råstofaktiviteter ikke foregå uden miljøpåvirkninger. Men efter at forureningerne fra bly- og zinkminen ved Maarmorilik blev erkendt i 1974, har der ikke været væsentlige miljøproblemer omkring råstofaktiviteterne i Grønland. Det kan tilskrives, at der ikke er blevet etableret så mange miner, at olieefterforskningen har været forholdsvis begrænset, og at de miner, der har fungeret, ikke har været belastet med problemerne omkring dannelse af svovlsyre i mineaffaldet. Men man skal ikke underkende betydningen af den regulering, som myndighederne har gennemført for at begrænse miljøpåvirkningerne, og man må konstatere, at den miljøregulering, der er foretaget i Grønland siden 1974, har virket.

Erfaringerne med miljørådgivning til de grønlandske myndigheder viser, at:

- opdateret baggrundsviden om miljø og natur er en forudsætning for god rådgivning
- et højt fagligt niveau inden for biologi og miljøkemi ligeledes er nødvendigt for rådgivningen
- der skal stilles klare, præcise og høje miljøkrav til selskabernes aktiviteter, og at selskaberne skal have kendskab til disse krav allerede fra planlægningsfasen
- VVM-redegørelsen er det vigtigste redskab til at miljøregulere aktiviteter
- forskning bidrager til rådgivningens kvalitet og præcision.

Disse erfaringer er vigtige at holde fast i, selv om der lige nu ses en afmatning i råstofaktiviteterne i Grønland.

Men på trods af reguleringen kan man her og der se/måle eftervirkninger af aktiviteterne. Mange steder ses stadig kørespor i terrænet, der ligger borespåner på havbunden ved efterforskningsbrøndene, og der er huller i terrænet og deponier af gråbjerg og *tailings*. Men disse efterladenskaber er mere af æstetisk karakter end en egentlig miljøtrussel, hvor for eksempel de mange grønlandske lossepladser udgør væsentligt større problemer.

Men det er et politisk valg, hvor strenge miljøkrav der skal stilles, og forholdene kan ændre sig for eksempelvis at gøre det økonomisk mere attraktivt at operere i Grønland, i og med det naturligvis koster penge at leve op til de stillede miljøkrav.

Set i et globalt perspektiv så kan miljøreguleringen af olieefterforskningen sammenlignes med reguleringen i Norge, som i høj grad sætter standarden i dag, ligesom reguleringen af mineralaktiviteter stræber efter at ligge på niveau med de højeste internationale standarder, som de foreligger i Canada og Australien.

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Blæsehimmel, Nordre Strømfjord juli 2005. Foto David Boertmann.

Ordforklaringer og forkortelser

Alkylphenoler Organiske stoffer, der indeholder en phenolring og en alkylgruppe. De er kendt for at have hormonforstyrrende virkning.

Anorthosit Et lyst feldspatmineral, der kan bruges til fremstilling af aluminium og som fyldstof i maling, glasfiber og plastic.

Arktisk Råd Et internationalt forum af stater, der ligger i den arktiske zone: USA, Canada, Grønland/Danmark, Norge, Sverige, Finland, Island og Rusland. De oprindelige folk i området er repræsenteret. Se dette link: http://www.arctic-council.org/

BAT *Best Available Techniques* = bedste teknologi, der er til rådighed. Anvendelse af BAT betyder, at et selskab skal bruge den bedste teknologi, der er til rådighed, for at minimere og forebygge miljøpåvirkninger. Se også dette link: http://www.ospar.org/about/principles/bat-bep

BEP *Best Environmental Practices* = bedste miljømæssige praksis. Anvendelse af BEP betyder, at et selskab skal bruge markedets mest hensigtsmæssige kombination af miljøforanstaltninger og kontrolstrategier. Se også dette link: http://www.ospar.org/about/principles/bat-bep

Beredskab Udstyr og planer til at fjerne og bekæmpe oliespild.

Biotilgængelighed Beskriver et stofs mulighed for at blive optaget i levende organismer.

Blow-out Betegner den situation, der opstår, når kontrollen over en gas- eller oliebrønd mistes, og gas/olie strømmer ud.

BMP *Bureau of Minerals and Petroleum* (gammel betegnelse for Råstofstyrelsen i Grønland).

BOD Biologisk iltforbrug (*Biological Oxygen Demand*).

Boremudder Tilsætningsstof, som bruges ved boring af dybe huller i undergrunden, for eksempel oliebrønde. Bruges for at smøre boret, for at stabilisere borehullet, for at transportere udboret materiale op til overfladen og til at holde trykket i borehullet under kontrol. Kan være baseret på vand, olie eller syntetiske væsker og tilsættes mange forskellige kemikalier.

Borespåner Det materiale, der bores ud af et borehul. Har som regel karakter af sand.

CAFF Arbejdsgruppe under Arktisk Råd (*Conservation of Flora and Fauna*). Beskæftiger sig med flora og fauna, og hvordan man beskytter disse elementer. Se dette link: http://www.caff.is/

CBD *Convention on Biological Diversity* = Biodiversitetskonventionen, https://www.cbd.int/

COD Kemisk iltforbrug (*Chemical Oxygen Demand*).

DCE Nationalt Center for Miljø og Energi – DCE, Aarhus Universitet.

Dispergering og dispergeringsmidler Findeling af et uopløseligt stof i en væske, for eksempel olie i vand. Processen kan fremmes ved at tilsætte dispergeringsmidler. Disse bidrager til at nedbryde olien i små dråber (mindre end 70 µm), som kan opblandes i vandet (som fløde i mælk). Det medfører to gavnlige effekter: Dels fortyndes olien ofte hurtigt til ugiftige koncentrationer, dels øges den overflade, som olienedbrydende mikroorganismer kan angribe, og det vil fremme en hurtigere nedbrydning. Dispergeringsmidler består primært af et overfladeaktivt stof og et opløsningsmiddel, og der findes en vifte af typer, som er tilpasset forskellige olietyper og saltholdigheder. Det overfladeaktive stof reducerer overfladespændingen mellem vand og olie og medvirker til dråbedannelsen. Dispergeringen kræver omrøring/bevægelse i vandet for at være effektiv.

EBM Økosystembaseret forvaltning (*Ecosystem Based Management*).

EBR *Environmental Baseline Report*. Den rapport et selskab skriver om miljøforholdene forud for en aktivitet.

ESP *Environmental Studies Plan*. Den plan for miljøstudier et selskab fremlægger om baggrundsundersøgelser og andre miljøundersøgelser.

EEZ *Exclusive Economic Zone* (EEZ). Et havområde, hvor en stat ifølge en FN-konvention har specielle rettigheder vedrørende udnyttelse og brug af marine ressourcer, inklusive energiproduktion fra vand og vind. Området strækker sig fra kystens middel lavvandslinje og 200 sømil ret ud.

Efterforskningsboring Boring i undergrunden, der har til formål at undersøge, om der er olie eller gas.

EU Europæiske Union.

Flotation Proces til at udskille de værdifulde mineraler fra malm. Malmen finmales og slemmes op i en væske med forskellige kemikalier (ofte xanthater), som gør mineralet vandskyende. Det fanges derefter af en strøm af luftbobler, der pumpes op gennem væsken, og det kan derpå skummes af overfladen.

***Frontier*-område** Område, hvor der ikke er ledt efter olie før, og hvor undergrunden derfor ikke er kendt.

Geofysik Læren om jordens, vandets og luftens fysiske forhold.

GEUS De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.

GN Grønlands Naturinstitut.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Grundfjeld Den ældste del af undergrunden, som ligger under de sedimentære bjergarter. I Grønland ofte gnejs.

Gråbjerg Affald fra minedrift og det materiale, der skal fjernes for at komme frem til den bjergart, man er interesseret i at udnytte.

GTO Grønlands Tekniske Organisation, en organisation, der varetog alle hånde tekniske opgaver i Grønland. Overført til Hjemmestyret i 1986 og derefter splittet op i mange forskellige institutioner, herunder energiforsyning og Asiaq.

HOCNF OSPAR's system til at registrere og standardisere *offshore*-kemikalier. Se også dette link: http://www.ospar.org/work-areas/oic/chemicals

Hormonforstyrrende stoffer Hormonforstyrrende stoffer er kemiske forbindelser, som har samme virkning som/eller påvirker menneskers og dyrs naturlige hormoner. Påvirkning med sådanne stoffer giver anledning til forstyrrelser i hormonbalancen og giver for eksempel anledning til udvikling af hanlige kønsorganer hos hunsnegle.

HSE Sundhed, sikkerhed og miljø (*Health Safety and Environment*).

Husholdningsøkonomi På engelsk *subsistence economy*. Her baseres tilværelsen på egen fangst af fisk, fugle og pattedyr.

IMO Den internationale skibsfartsorganisation under FN (*International Maritime Organization*), se dette link: http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx

Inatsisartut Landstinget i Grønland.

Industrimineral Samlebetegnelse for mineraler, der ikke er metaller, ædelsten eller olie/gas m.fl. De forekommer ofte i store mængder, er billige og anvendes ved forskellige industrielle processer.

Injektionsbrønd Udboret brønd, som bruges til at pumpe vand, boremudder m.m. tilbage i undergrunden. Kan bruges til at fremme produktionen af olie ved at pumpe vand ned i oliereservoiret.

Invasiv art Dyr eller planter, som indføres af mennesker til områder, hvor de ikke hører til, og hvor de breder sig ukontrollabelt på bekostning af lokale arter.

Intrusion Vulkansk bjergart (magma), der er trængt ind i omkringliggende bjergarter.

ISB *In-situ burning*, afbrænding af olie på spildstedet.

Kerneboring Boring i undergrunden med det formål at få en kerne op – dvs. en sammenhængende prøve af det gennemborede materiale.

Kildestyrke Styrken af en lydkilde i vand. Måles i dB re 1 µPa @ 1 m (decibel i forhold til 1 mikropascal på 1 m's afstand). Pa er enheden for kraft/tryk per arealenhed.

Koldtvandskoraller Koraller, der lever på stor dybde i kolde farvande. Følsomme over for sedimentation af for eksempel borespåner. Først for nylig fundet i grønlandske farvande. Områder med sådanne koralrev medtages i OSPAR-konventionens liste over truede arter og levesteder.

Kontinentalsokkel Den del af et kontinent, som strækker sig ud under havet.

Kryolit Et mineral med den kemiske betegnelse Na_3AlF_6. Belv tidligere anvendt som katalysator ved fremstilling af aluminium, og forekomsten i Grønland havde stor strategisk betydning under Anden Verdenskrig.

Kumulerede påvirkninger Flere presfaktorers samlede påvirkning. Ofte kraftigere end blot summen af påvirkninger.

Lønsomhedsstudie En vurdering af, om et mineprojekt kan løbe økonomisk rundt. På engelsk *feasibility study*.

MARPOL *MARine POLlution* (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*). En af de vigtigste internationale havkonventioner, som skal begrænse og forebygge skibes forurening af havene, se dette link: http://www.imo.org/en/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx

MS Miljøstyrelsen for Råstofområdet, styrelse i Departementet for Natur og Miljø, Grønlands regering.

Naalakkersuisut Regeringen i Grønland.

NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration. Amerikansk statslig forskninginstitution, som arbejder med overvågning af klima, biologi og meget mere.

NORM Naturligt forekommende radioaktivt materiale (*Naturally Occurring Radioactive Material*).

NORSOK NORSOK-standarden er de tekniske standarder, som den norske olieindustri lever op til, og som er udviklet for at sikre tilstrækkelig sikkerhed, værditilvækst og økonomi. Den skal tjene som myndighedernes reference, hvad angår specifikationer for firmaer i olieindustrien.

***Offshore*-kemikalier** Samlebetegnelse for de kemikalier, der benyttes som tilsætning til boremudder ved boringer til havs.

Olivin Et mineral, som benyttes i jern- og aluminiumindustrien.

OSPAR Oslo/Paris-konventionen for beskyttelse af det marine miljø i Nordøstatlanten (faktaboks 7), se også dette link: http://www.ospar.org

PAH Polyaromatiske kulbrinter eller polycykliske aromatiske kulbrinter. Kulbrinter, der er opbygget af tre eller flere benzenringe. De findes i råolie og produkter herfra (petrogene), de dan-

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

nes ved ufuldstændig forbrænding af organisk materiale (pyrogene) og findes blandt andet i tobaksrøg, biludstødningsgas og tjære og findes også som naturligt forekommende i biologisk materiale (biogene). Flere er kræftfremkaldende, blandt andet benzopyren. Se også dette link: http://www.denstoredanske.dk/It,_teknik_og_naturvidenskab/Kemi/Cykliske_forbindelser/polyaromatiske_hydrocarboner)

PAME Arbejdsgruppe under Arktisk Råd (*Protection of the Arctic Marine Environment*). Beskæftiger sig med beskyttelse af det marine miljø i Arktis. Se dette link: http://www.pame.is/

PCB Polyklorede biphenyler. Stærkt forurenende og svært nedbrydelige stoffer, der fremstilles industrielt, og som bruges i for eksempel elektronikindustrien og i byggematerialer.

PDO *Pacific Decadal Oscillation*. En klimatisk svingning i det nordlige stillehavsområde med en periode på ca. 10 år.

Permafrost Det permanent frosne lag i jorden i arktiske områder.

PFOS Perfluorooctanesulfonate. En POP, som bruge til overfladebehandling og i brandslukningsudstyr.

PLONOR *PLONOR: Pose Little or No Risk to the Environment*. OSPAR's liste over *offshore*-kemikalier, som anses for at være til lille eller ingen risiko for havmiljøet. Se også dette link: http://www.ospar.org/work-areas/oic/chemicals

Polynye Et mere eller mindre isfrit havområde omgivet af is. Særligt vigtige om vinteren, hvor havpattedyr og fugle kan samles i store tal i sådanne områder.

POP *Persistent Organic Pollutants*. Unedbrydelige organiske forbindelser. Omfatter en lang række stærkt forurenende og giftige stoffer, som findes i bekæmpelsesmidler, opløsningsmidler og industrikemikalier. De bioakkumulerer i fødekæderne.

PROBAS PROBAS er en fælles database for Arbejdstilsynet og Miljøstyrelsen i Danmark. Databasen blev oprettet i 1980 i Produktregistret på Arbejdsmiljøinstituttet. PROBAS er et vigtigt værktøj for miljø- og arbejdsmiljømyndighederne. PROBAS giver hurtig adgang til aktuelle oplysninger om kemiske stoffer og produkter på det danske marked. Oplysningerne bruges til at vurdere risikoen ved kemiske stoffer og produkter såvel i det ydre miljø som i arbejdsmiljøet.

Prædationstryk Rovdyrs indvirkning på bestanden af deres byttedyr.

Prækambrium Den tidligste geologiske periode i jordens historie, fra 4,6 milliarder til 542 millioner år siden.

Ramsarområder Internationalt vigtige naturområder udpeget jvf. konventionen om beskyttelse af vådområder (Ramsarkonventionen).

REE Sjældne jordarters mineraler (*Rare Earth Elements*). En lang række grundstoffer, som bruges i elektronikindustrien. Som eksempler kan nævnes scandium (Sc), lanthan (La) og yttrium (Y).

ROV Førerløst fartøj. (*Remotely Operated Vessel*).

SECA *Sulphur Emission Control Areas*, udpeget af MARPOL, se link: http://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/GHG/Documents/sulphur%20limits%20FAQ.pdf

Sedimentære bjergarter Bjergarter, der er dannet ved aflejring (sedimentation) og sammenpresning/-kitning af nedbrudt materiale fra ældre perioder.

Seismisk undersøgelse Geofysisk undersøgelse af undergrunden ved hjælp af lydbølger, se faktaboks 3 side 21.

SMV Strategisk miljøvurdering, se side 83.

Spongier Dyriske svampe, som lever i fersk- og saltvand.

Stratigrafisk boring Boring i undergrunden med det formål at undersøge lagdelingen.

Sub-lethal Forgiftninger eller anden effekt, som ikke slår organismen ihjel, men giver anledning til nedsat funktion, for eksempel reduceret evne til at reproducere sig eller indtage føde. Hvis mange individer i en bestand påvirkes på denne måde, kan det betyde nedgang i bestanden.

Tailings Det mineaffald, der bliver tilbage, når en malm er blevet opkoncentreret.

Tungmetal Tungmetal er alle metaller, som er tungere end jern. Zink er et af de letteste tungmetaller, og guld er det tungeste. Termen bruges ofte specielt om zink, bly, cadmium, kviksølv, kobber og undertiden også om krom og nikkel.

Tungsand Sand med et højt indhold af tunge mineraler som for eksempel magnetit, ilmenit og zircon. I Grønland er tungsand med ilmenit mål for efterforskning med henblik på udvinding af titanium.

Udbudsrunde Tidsperiode, hvor myndigheder udbyder definerede områder til efterforskning for råstoffer.

VFT Vurdering af forebyggende tiltag, se side 82.

VME Sårbare marine økosystemer (*Vulnerable Marine Ecosystems*), se også dette link: http://www.ices.dk/marine-data/data-portals/Pages/vulnerable-marine-ecosystems.aspx

Vibroseis Metode til at foretage seismiske undersøgelser ved hjælp af en kraftig vibrator, der bringer jordoverfladen i svingninger.

VSB Vurdering af samfundsmæssig bæredygtighed (på engelsk SIA – *Social Impact Assessment*) https://www.govmin.gl/images/stories/minerals/sia_guideline/SIA_guideline.pdf

INDHOLD

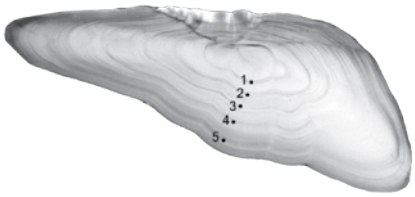
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

VVM Vurdering af virkninger på miljøet (på engelsk EIA – *Environmental Impact Assessment*), se side 83.

Økologisk nøgleart En art, som et helt økosystem er afhængigt af for at fungere.

Økotoksikologi Læren om giftstoffers spredning i og påvirkning af økosystemer, plante- og dyrebestande og arter.

Øresten Lille kalkstruktur i fisks indre øre, som vokser gennem fiskens liv. Ved at tælle lagene (= ringene) i en øresten kan man fastslå fiskens alder (på samme måde, som antallet af årringe i et gennemskåret træ afspejler træets alder). Torsken, der har haft ørestenen herunder, har været i sit femte leveår, da den blev fanget.



INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Referencer

Bach, L., Fischer, A. & Strand, J. 2010. 'Local anthropogenic contamination affects the fecundity and reproductive success of an Arctic amphipod'. *Marine Ecology Progress Series* 419: 121-128.

Balk, L., Hylland, K., Hansson, T., Berntssen, M.H.G., Beyer, J., Jonsson, G., Melbye, A., Grung, M., Torstensen, B.E., Børseth, J.F., Skarphedinsdottir, H. & Klungsøyr, J. 2011. 'Biomarkers in Natural Fish Populations Indicate Adverse Biological Effects of Offshore Oil Production'. *Plos One* 6(5): e19735. doi: 10.1371/journal.pone.0019735.

Christiansen, F.G. 2014. 'Greenland petroleum exploration: history, breakthroughs in understanding and future challenges'. Kap. 42 i Spencer, A.M., Embry, A.F., Gautier, D.L., Stoupakova, A.V. & Sørensen, K. (red.): *Arctic Petroleum Geology*. Geological Society, London, Memoirs 35: 647-661.

Fingas, M. 2015. *Handbook of Oil Spill Science and Technology*. John Wiley & Sons.

Forvaltningsplan for Barentshavet, http://www.npolar.no/no/arktis/barentshavet/forvaltningsplan/

Hansen, V., Søndergaard, J., Asmund, G., Aastrup, P., Gustavson, K., Garcia, G., Nymand, J. & Larsen, M.B. 2016. *Exploitation of radioactive minerals in Greenland. Management of environmental issues based on experience from uranium producing countries*. Scientific Report from DCE – Danish Centre for Environment and Energy, No. 200, http://dce2.au.dk/pub/SR200.pdf

Henriksen, N. 2000. *Grønlands geologiske udvikling – fra urtid til nutid*. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS.

Johansen, P. & Rydahl, K. 2007. *Miljøgifte i Grønland.* Miljøbiblioteket 11, Hovedland.

Larsen, M.B., Nymand, J., Hansen, V., Søndergaard, J. & Asmund, G. 2016. *Uran. Miljøpåvirkninger ved indvinding af uran i Grønland*. Grønlands Naturinstitut. http://www.natur.gl/fileadmin/user_upload/Nyheder/Uran_notat_Dk_-_V1.0.pdf

Secher, K. 2004. *Det hvide guld og det ægte guld*. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, GEUS.

Søndergaard, J., Halden, N., Bach, L. Gustavson, K., Sonne, C. & Mosbech, A. 2015. 'Otholith chemistry on common sculpins (*Myxocephalus scorpius*) in a mining polluted Greenlandic fiord (Black Angel Lead-Zinc mine, West Greenland)'. *Water, Air & Soil Pollution* 226: 336 (12 s).

INDHOLD
Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Forfatterliste

Redaktør:

David Boertmann, biolog og seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med grønlandske havfugle og havpattedyr og rådgiver de grønlandske myndigheder omkring olieefterforskning og miljø.

Bidrag fra:

- Peter Aastrup, biolog og sektionsleder ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Rådgiver de grønlandske myndigheder omkring miner og miljø. Arbejder med rensdyr og moskusokser, og desuden med klimaeffekter og vegetationskortlægning.
- Gert Asmund, ingeniør og seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med forurening fra miner og rådgiver de grønlandske myndigheder omkring mineralefterforskning, minedrift og miljø.
- Lis Bach, biolog og seniorrådgiver ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med marin økotoksikologi i Arktis og rådgiver de grønlandske myndigheder omkring mineralefterforskning samt -udnyttelse og miljø.
- Janne Fritt-Rasmussen, ingeniør og akademisk medarbejder ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med miljøeffekter af bekæmpelse af olie i arktiske miljøer, herunder ved afbrænding og dispergering.
- Kim Gustavson, biolog og seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med forurening og miljøeffekter af oliestoffer, metaller og miljøgifte i det arktiske miljø, samt rådgiver de grønlandske myndigheder i forbindelse med efterforskning og udvinding af mineraler og olie.
- Violeta Hansen, radioøkolog, nuklear kemiker og forsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med stråling i det arktiske miljø og rådgiver de grønlandske myndigheder omkring mineefterforskning og miljø.
- Poul Johansen, miljøbiolog og seniorforsker, tidligere ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med miljøforurening fra miner og var med fra starten af undersøgelserne ved Maarmorilik i 1974.
- Henrik Lund, biolog og forsker ved Grønlands Naturinstituts kommunikationssekretariat. Arbejder med at formidle instituttets rådgivning og forskning til politikere og den grønlandske offentlighed.
- Anders Mosbech, biolog, forsknings- og rådgivningschef og seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Rådgiver og forsker i potentielle påvirkninger af natur og miljø ved råstofudnyttelse i Grønland.
- Frank Rigét, biolog og seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde og Grønlands Naturinstitut. Arbejder bredt som miljøstatistiker og har især været beskæftiget med internationale vurderinger af forureningstilstanden i den arktiske fauna gennem det internationale Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP).
- Jens Søndergaard, miljøgeokemiker og seniorrådgiver ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med forskning og rådgivning primært knyttet til minedrift i Grønland samt med drift af afdelingens akkrediterede metallaboratorium.
- Jakob Tougaard, seniorforsker ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Arbejder med havpattedyrs biologi og rådgiver danske og grønlandske myndigheder om påvirkning fra menneskeskabt undervandsstøj.
- Susse Wegeberg, seniorrådgiver ved Aarhus Universitet, Institut for Bioscience, Roskilde. Forsker i alger, nedbrydning og oprensning af olie i arktiske miljøer og rådgiver de grønlandske myndigheder omkring olieefterforskning og miljø.

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Billedliste

Forside: Fangere på sæljagt nær Savissivik i Melville Bugt. Foto: David Boertmann

S. 4-5: Red Head i Melville Bugt. Foto: David Boertmann

S. 6-7: Kryolitminen ved Ivittuut. Foto: Ukendt fotograf

S. 7: Kryolit. Foto: David Boertmann

S. 7: Olie i stenblok. Foto: David Boertmann

S. 9: Geologisk kort over Grønland. Grafik: GEUS

S. 10: Oliereserver i Arktisk. Grafik: AAAS

S. 13: Mineraltilladelser. Grafik: Grønlands Statistik

S. 15: Uldhåret troldurt. Foto: David Boertmann

S. 16-17: Boreskib. Foto: David Boertmann

S. 17: Helikopter. Foto: Ole Geertz-Hansen

S. 17: Terrængående køretøj. Foto: David Boertmann

S. 18: Kryolitbruddet ved Ivittuut. Foto: Aage Nissen/ Arktisk Instituts fotosamling

S. 19: Feltlejr. Foto: Kim Gustavson

S. 21: Resultatet af en seismisk undersøgelse. Grafik: © Nunaoil

S. 22: Efterforskningsboring på Nuussuaq-halvøen. Foto: David Boertmann

S. 23: Kulminen ved Qullissat. Foto: David Boertmann

S. 24-25: Kørespor på Nuussuaq-halvøen. Foto: David Boertmann

S. 25: Støv. Foto: Lis Bach

S. 28: Kørespor hen over en våd strandeng. Foto: Christian Glahder

S. 29: Tungt udstyr slæbes efter bulldozer. Foto: Christian Glahder

S. 30: Kørespor i Jameson Land. Foto: Peter Aastrup

S. 31: Boring efter olie på Nuussuaq-halvøen. Foto: Råstofforvaltningen for Grønland

S. 31: Produktionsplatform på tundraen i Alaska. Foto: © Paul Andrew Lawrence/paulcolors.com

S. 32: Terrænskade. Foto: David Boertmann

S. 34: Arktisk guldblomme. Foto: David Boertmann

S. 35: Storskarver. Foto. David Boertmann

S. 35: Isbjørn. Foto: David Boertmann

S. 35: Arktisk hare. Foto: Bert Wiklund/bwfoto.dk

S. 35: Rider. Foto: David Boertmann

S. 35: Rensdyr. Foto: Colourbox

S. 35: Sorttop. Foto: David Boertmann

S. 35: Ung klapmyds. Foto: David Boertmann

S. 35: Moskusokser. Foto: Lars Holst Hansen

S. 35: Gryn-stenbræk. Foto: David Boertmann

S. 36: Støjspredning fra seismisk undersøgelse. Grafik: ConocoPhilips Skandinavia A/S

S. 38: Polarræv. Foto: David Boertmann

S. 39: Grønlandsk blisgås. Foto: Carsten Egevang/ carstenegevang.com

S. 40: *Tailings*-dam. Foto: David Boertmann

S. 40: Gråbjergsdepot. Foto: David Boertmann

S. 42: Nyhavn ved Mestersvig. Foto: V. Richter © Arktisk Institut

S. 43: Kajen ved Ivittuut. Foto: © Arktisk Institut

S. 47: ROV. Foto: David Boertmann

S. 49: Kvanefjeldet. Foto: © Arktisk Institut

S. 50-51: Olieefterforskningsboringen på Nuussuaq-halvøen. Foto: David Boertmann

S. 53: Flydende guld. Foto: Lis Bach

S. 53: Cyanidanlæg. Foto: Lis Bach

S. 54-55: Bly- og zinkminen ved Maamorilik. Foto: Jens Søndergaard

S. 56-57: Deepwater Horizon. Foto: U.S. Coast Guard/NYT/Ritzau Scanpix

S. 57: Tankskibet Braer. Foto: PA Photos/Ritzau Scanpix

S. 60: Forsøg med oliespild. Foto: Kim Gustavson

S. 61: Deepwater Horizon. Foto: U.S. Coast Guard/Science Photo Library/Ritzau Scanpix

S. 63: Oprydning efter Deepwater Horizon. Foto: Ritzau Scanpix

S. 65: Ajkai Timfoldgyar i Kolontar, Ungarn. Foto: Ritzau Scanpix

S. 66: Twin Otter-fly. Foto: Rikke G. Hansen

S. 67: Fangst af narhvaler fra kajak. Foto: Peter Hegelund

S. 67: Flok af narhvaler. Foto: Kent Olsen

S. 70: Blåmuslinger. Foto: Lis Bach

S. 72-73: Ukkusissat. Foto: Lis Bach

S. 74-75: Havnen i Ilulissat. Foto: David Boertmann

S. 75: Jollefisker. Foto: David Boertmann

S. 75: Turister. Foto: David Boertmann

S. 76-77: Grønlandshval. Foto: Torkel Gissel Nielsen

S. 78-79: Nuuk. Foto: David Boertmann

S. 79: Landstinget. Foto: Informationsafdelingen, Grønlands Selvstyre

S. 81: Sæljagt. Foto: David Boertmann

S. 82: Upernavik. Foto: David Boertmann

S. 86-87: Scoresbysund. Foto: David Boertmann

S. 89: Efterforskningslejren ved Citronen Fjord. Foto: Departementet for Råstoffer

S. 90-91: Fuglefjeldet optælles. Foto: David Boertmann

S. 91: Udtagning af jordprøver. Foto: Lis Bach

S. 91: Indsamling af blåmuslinger. Foto: Jens Søndergaard

S. 93: Orientering om olieefterforskning. Foto: David Boertmann

S. 97: Partenavia P-68 Observer. Foto: David Boertmann

S. 98: Ederfugleflok. Foto: David Boertmann

S. 99: Grønlandshval med unge. Foto: Rasmus Due Nielsen

100-101: Tidevandszone. Foto: Ole Geertz-Hansen

S. 103: Et oliespilds effekt på tang. Foto: Kim Gustavson

S. 103: Ulk. Foto: Jens Søndergaard

S. 106: Sne-kruslav. Foto: Jens Søndergaard

S. 107: Opsætning af målestation. Foto: Jens Søndergaard

S. 108-109: Ravne. Foto: David Boertmann

S. 109: Kongeederfugle. Foto: Lars Witting

S. 109: Liden stenurt. Foto: David Boertmann

S. 112-113: Knightton Bugt. Foto: David Boertmann

S. 115: Hundeslædevæddeløb. Foto: David Boertmann

S. 115: Brættet. Foto: Lars Maltha Rasmussen

S. 116-117: Lersletten. Foto: David Boertmann

S. 117: Isbjørn. Foto: David Boertmann

S. 117: Rundbladet gøgeurt. Foto: David Boertmann

S. 119: Blæsehimmel. Foto: David Boertmann

S. 126-127: Udsigt over den nordlige del af Disko Bugt i august 2015. Foto: David Boertmann

Bagside: Overvågning af polarlomvier på fuglefjeldet Innaq ved Rittenbenk. Foto: David Boertmann

Register

A

Aappaluttoq 8, 11, 14
Affarlikassaa 68-69
Ajka-minen 65
Alaska 31, 50-51, 59-60, 62, 100
Albedo 55
Alkylphenoler 52, 120
Aluminium 10, 54, 120-121
Anorthosit 9, 11, 14, 120
Arktis 10, 29-30, 46, 51, 54-55, 61, 64, 80-82, 94, 101-102, 110, 113-114, 120, 122
Arktisk dis (*Arctic haze*) 55
Arktisk guldblomme 34
Arktisk hare 34
Arktisk Råd 114, 120, 122
Arktiske farvande og havområder 46, 101-102, 113, 121
Arsen 45
Arsuk Fjord 42
Asien 81
Atammik 11, 14
Atlanterhavet 46, 121
Australien 59, 118

B

Baffin Bugt 8, 12
Baltic Carrier 59-60
Barentshavet 114
Barium 103
Baryt 50, 68
BAT-princippet 52, 58, 82, 120
BEP-princippet 58, 82, 120
Beredskab 58, 63-64, 86, 95, 99, 113-114, 120
Biological Oxygen Demand (BOD_5, biologisk iltforbrug) 45, 120
Biotilgængelighed 61, 110, 120
Blisgås 37-39, 117
Blow-out 58-59, 62, 120
Bly 9, 11, 14, 26, 42-43, 45, 49, 54, 68-72, 92, 103-104, 106-107, 111, 118, 122
Blæretang 42-43, 99
Blåmusling 42-43, 70, 72, 91, 99, 104
BMP 120
Boremudder 41, 48, 50-51, 65, 68, 86, 94, 100-101, 111, 120-121
Borespåner 41, 48, 50, 101, 118, 120-121
Braer 57, 59-60
Bravo-uheldet 59-60
Brundtlandkommissionen 82
Buletang 99, 101

C

Cadmium 45, 81, 106-107, 122
Canada 118, 120
Carbon in pulp-metoden 53
CBD 80, 120
Chemical Oxygen Demand (COD, kemisk iltforbrug) 45, 120
Citronen Fjord 8-9, 14, 86, 88-89
Conservation of Flora and Fauna (CAFF) 114, 120
Cyanid 45, 53-54, 65

D

Danmark 8, 12, 42, 46, 50-52, 59, 81, 92, 94, 102, 112, 120, 122
Danmarkshavn 75
Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) 63, 95
Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) 92
Davis Stræde 12, 17, 114
De Britiske Øer 39
De Kanariske Øer 59
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) 8-9, 120
Deepwater Horizon 57, 59-62, 76
Den Mexicanske Golf 57, 62, 64
Den Sorte Engel 54, 91, 107
Disko 11-13, 22, 50
Disko Bugt 8, 12, 96
Dispergering og dispergeringsmidler 52, 60-64, 102, 120
Doñana-nationalparken 65
Donau 65
Dræbergoble 112

E

EBR 85, 120
Ecosystem Approach (EA) 111
Ecosystem Based Management (EBM) 111, 120
Ederfugl 36, 71, 76, 98-99, 109
Efterforskningsboring 8, 12, 15, 17, 20, 22, 27, 29, 46, 48, 50-51, 54, 77, 83-86, 93, 100, 110, 120
Erosion 11, 28, 30, 32
ESP 85, 120
EU 45, 49, 120
EU *Directive on Emissions from Non-road Mobile Machinery* 45
EU *Directive on Industrial Emissions* 45
Exclusive Economic Zone (EEZ) 95, 120
Exxon Valdez 59-62, 64, 76, 100

F

Falster 60
Fangst og fiskeri 21, 33, 66-67, 69, 75-77, 81, 95-97, 111-112, 114, 121
Finland 40, 120
Fiskelarver 21
Fiskeyngel 59, 63, 102
Fjeldørred 30, 53, 76
Flora og fauna 30, 50, 58, 72, 97, 110, 120
Flotation 43, 54, 120
Fluor 44, 49
Fluorid 45
Fluorit 42
Forundersøgelse 13, 18, 27, 32, 93

INDHOLD

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Forurening 23, 25-26, 38-39, 42-45, 48-49, 52, 54-55, 61, 64-65, 68-73, 80-81, 84, 86-89, 93-94, 102-105, 114, 118, 121
Fosfor 45
Frankrig 59
Frontier-område 15, 120

G

Galena 42
Giftige stoffer 41, 45-46, 48-54, 60-61, 63, 65, 80-81, 100, 102, 120, 122-123
Global opvarmning og globale klimaændringer 26, 54-55, 88, 109-111, 114, 121
Godhavn 77
Godthåbsfjord 15, 87
Grafit 9-11
Greenex A/S 68
Greenland Oil Spill Response 113
Grundfjeld 8, 11, 21, 28, 121
Grus (herunder sten) 8-9, 27, 29, 31, 42, 59-60
Gryn-stenbræk 34
Grønlands Fiskeriundersøgelser 69, 92
Grønlands Geologiske Undersøgelse (GGU) 8
Grønlandshval 33, 77, 99
Grønlands Miljøundersøgelser 92
Grønlands Nationalmuseum og Arkiv 95
Grønlands Naturinstitut (GN) 51, 83, 85-86, 91-92, 94-95, 101-102, 110, 112, 120
Grønlands Tekniske Organisation (GTO) 69, 121
Gråbjerg 19, 27, 39-44, 49, 54, 70-72, 86, 118, 121
Gråmåge 81
Guadiamar-floden 65
Guld 9, 11, 14-15, 18, 25, 40, 44, 53-55, 68, 122
Gæs 36-39, 95, 117
Gåseområder 37, 39

H

Havfugle 34, 36, 62, 71, 76-77, 81, 98-99, 109, 112
Havkat 71, 76
Havodder 59
Havsvamp 31, 48, 122
Hellefisk 71
Herders 102
HFO (tung brændselsolie) 55
Hjemmestyret 92, 121
HOCNF 120
Hormonforstyrrende stoffer 46, 52, 81, 120-121
HSE 121
Husholdningsøkonomi 76, 121
Hvidhval 33, 36, 76
Hvidvinget måge 71

I

Illimmaassaq 49
Ilulissat 8-9, 75, 109
IMO 55, 121
Inatsisartut (Landstinget) 79-80, 92-93, 121
Inatsisartutlov 80, 92
Indlandsisen 8, 66
Industrimineral 9, 11, 121
Injection well 51, 121
In-situ-afbrænding (ISB) 61, 63-64, 121
Intrusion 8, 28, 42, 121
Invasiv art 112, 121
Isbjørn 34, 77, 81, 97, 117
Isukasia ('Isua') 8-9, 14, 18, 54, 77, 87
Ittoqqortoormiit (Scoresbysund) 8, 28, 87
Ivittuut 7-8, 10, 18, 39, 42-43, 68

J

Jagt 26-27, 33, 36, 77, 81, 101, 112
Jameson Land 8, 12-14, 28-30, 36-37
Jern 8-9, 14, 18, 42, 45, 54, 77, 87, 121-122
Jernmalm 8, 87
Jernspat 42

K

Kalciumkarbonat 103
Kalk 11, 103, 123
Kap Farvel 95
Karcinogen 46
Kattegat 58
Kemisk dispergering 61, 63, 102
Kerneboring 20, 121
Kevitsa-minen 40
Kildestyrke 21, 121
Klapmyds 34
Knightton Bugt 113
Kobbefjord 101
Kobber 9-11, 40, 45, 122
Kobolt 45
Koch, Lauge 8
Koldtvandskoral 31, 48, 121
Komi 58
Kong Oscar Fjord 28, 43
Kongeederfugl 109
Kontinentalsokkel 9-10, 121
Krom 45, 122
Kryolit 7, 10, 18, 42-43, 121
Kul 8, 10-11, 23, 53, 81
Kullorsuaq 66, 93, 114
Kumulerede påvirkninger 26, 65, 88, 112, 121
Kuwait 59
Kvanefjeld 9, 49
Kviksølv 11, 45, 50, 68, 80-81, 110-111, 122

L

Lady Franklin 14
Landstinget (Inatsisartut) 79-80, 92-93, 121
Langfrugtet klørtang 99
Lersletten 117
Liden stenurt 109
Lodde 71, 76
Lomvie 112
Lønsomhedsstudie 19, 121

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

M

Magnesium 103
Malm 8-9, 11, 14, 19, 39-44, 47-49, 53-54, 68, 70, 87, 89, 110, 120, 122
Malmbjerget 9, 14, 19
Mangan 103
Marmor 11
MARPOL-konventionen 38, 82, 121-122
Maarmorilik 8, 11, 14, 26, 39, 44, 54, 68-69, 71, 73, 92-93, 103-104, 106, 118
Melville Bugt 8, 65-67, 77
Mestersvig 8, 11, 42-43, 68
Mexico 57, 59, 62, 64
Miljøatlas 63, 92, 94-97, 99, 113
Miljøstyrelsen for Råstofområdet (MS) 87, 92, 121
Miljøvurdering (VVM) 48-49, 53-54, 77, 82-87, 93-94, 112, 118, 123
Mine 7-11, 13-15, 18-19, 23, 25, 27-30, 37, 39-45, 47-49, 52-55, 64-65, 68-73, 77, 80, 82-84, 86-89, 92-94, 103-107, 111, 118, 121-122
Mineaffald 122
Mineraler 7-11, 13-15, 18-20, 25, 27, 32, 39, 41, 47-50, 80, 82-83, 92-93, 105, 110, 118, 120-122
Miocæntiden 21
Molybdæn 9, 14, 19, 45
Moskusokse 34
Muslinger 42-43, 62, 70-72, 91, 99, 104, 111
Mutagen 46
Mørksej 21

N

Naajat 8, 11, 14
Naalakkersuisut 86, 121
Nalunaq 8-9, 11, 14-15, 25, 44, 53-55, 68
Nanortalik 8-9, 11, 18, 53
Narhval 33, 36, 65-67, 77, 110
Narsaq 8-9, 47, 49
Narsaq Bræ 49
Narsaq Elv 49
Naterneq 14
National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 59, 121
Nationalt Center for Miljø og Energi – DCE 51, 67, 83, 85-86, 91-92, 94-95, 101-102, 110, 112, 120
Natriumcyanid 53
Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) 52, 121
Net Environmental Benefit Analysis (NEBA) 62-63, 95
Nikkel 9, 25, 40, 45, 122
Niobium 9
Nitrogen 45
Nitrogendioxid 45
Nordamerika 10, 27, 31, 50-51, 52, 59-60, 62, 81, 100, 118, 120
Nordsøen 38, 46, 50, 52, 55
Norge 12, 33, 46, 50-52, 59, 68, 111, 118, 120
NORSOK 82, 121
North Slope 50
Nultolerancepolitik 47, 49, 110
Nunaoil 14, 21, 93
Nuuk 8-9, 11-12, 17-18, 21, 54, 77, 79, 87
Nuussuaq (Nuussuaq-halvøen) 7-8, 12-13, 20, 22, 25, 29, 31, 51
Nyhavn 42-43
Nøgleart 99-100, 102, 123

O

Offshore-kemikalier 46, 121-122
Olie (herunder gas) 7-10, 12-15, 20-22, 27, 29, 31, 36-38, 46, 48, 50-52, 54-55, 57-66, 76, 80, 82-83, 86-87, 91, 93-97, 99-105, 110-114, 118, 120-121
Olivin 9, 11, 68, 121
Oslo-Paris-konventionen (OSPAR) 38, 46, 50-52, 65, 82, 86, 100-101, 114, 121-122

P

Pacific Decadal Oscillation (PDO) 62, 122
PAH 52, 81, 121
Palladium 40
PCB 81, 122
Perlerfiup Kangerlua 72
Permafrost 28, 30, 32, 50, 60, 122
Persistente organiske forbindelser (POP'er) 81, 122
PFOS 81, 122
Plankton 21, 33, 61, 63, 102
Platin 9, 40
Plettet havkat 71
PLONOR-stoffer 46, 50, 122
Polarlomvie 76-77
Polonium 49
Polynye 98-99, 122
Prince William Sound 59, 100
PROBAS (fælles database for Arbejdstilsynet og Miljøstyrelsen i Danmark) 51, 122
Protection of the Arctic Marine Environment (PAME) 114, 122
Prædationstryk 38, 122
Prækambrium 8, 11, 122

Q

Qaamarujuk Fjord 68
Qaanaaq 8, 66, 95
Qeqertarsuatsiat 11
Qullissat 8, 11, 23

R

Radioaktiv 9, 45, 47-49, 52, 110, 121
Radium 48-49, 52
Radon 48-49
Ramsarområder 37, 122
Ravn 38, 109
Recipient 44-45, 69, 73, 111
REE (*Rare Earth Elements*) 9, 47, 122
Reje 21, 71, 76, 110
Rensdyr 27, 30, 32, 34, 76-77, 87

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Ride 34
Ringsæl 81
ROV 47-48, 122
Rumænien 65
Rundbladet gøgeurt 117
Rurer 99
Rusland 120
Ræv (herunder polarræv) 38
Råstofaktivitet 7, 17-23, 25-27, 30, 32, 36, 38, 55, 57, 75-77, 79-80, 83, 94, 101, 109-112, 114, 118
Råstofindustri 7-11, 13-15, 18-19, 22-23, 25, 27-31, 37, 39-45, 47-49, 52-55, 58, 64-65, 68-73, 75-77, 80, 82-84, 86-89, 92-94, 103-107, 111, 114, 118, 121-122
Råstofloven 80, 82, 92
Råstofstrategi (Grønland) 15

S

Saattut 72
Savissivik 66
Scoresbysund (Ittoqqortoormiit) 8, 87
Sedimentære bjergarter 8-11, 21, 121-122
Seismiske undersøgelser 12, 18, 20-22, 27-30, 32-33, 36-37, 65-67, 76-77, 83, 86-87, 110, 122
Sejlads 18-22, 26, 36, 38, 42-43, 53-54, 57-59, 66-67, 75-76, 87-88, 95, 105, 111-113, 121
Selvstyret 47, 79, 92-93
Seqi 8, 11, 68
Sisimiut 8-9, 11, 38, 104-105
Skaldyr 21, 71, 76, 110
Sne-kruslav 105-107
Sod (*Black Carbon*) 55, 61, 63
Sorttop 34
Spanien 46, 59, 65
Spildevand 26, 38, 41, 44-45, 87, 104
Spongier 31, 122
Storskarv 34
Strategisk miljøvurdering (SMV) 83, 92, 122
Stratigrafisk boring 20, 122
Strontium 103
Støv 25, 30, 44-45, 48, 54, 70, 86, 105-107
Sub-lethal 26, 81, 122
Sulfat 88
Sulphur Emission Control Areas (SECA) 55, 122
Svalbard 23, 111
Svartenhuk 12
Svovldioxide 45
Svovlsyre 39, 118
Sæl 21, 38, 59, 71, 76-77, 81, 97

T

Tailings 19, 27, 39-44, 48-49, 53, 57, 64-65, 68-73, 86, 118, 122
Tang 42-43, 71-72, 99, 101, 103-105, 111
Tangloppe 99, 104-105
Tantal 9
Taserneq (Citronen Fjord) 8-9, 14, 86, 88-89
Tejst 62
Terms of Reference (ToR) 48, 84-85
Thallium 45
Thermokarst 32
Thorium 47-49
Thuntank III 59
Tilladelse 11-15, 18-20, 22, 28, 42, 44-47, 53, 65-66, 80, 82, 84, 88, 93, 110
Tooq 14
Torsk 21, 71, 76, 123
Tundraområder 8, 31, 50
Tungmetaller 9, 11, 14, 18-19, 26, 30, 39, 41-45, 48-50, 54, 65, 68-72, 80-81, 86, 88-89, 91-92, 102-107, 110-111, 118, 122
Tungsand 9, 122
Twin Otter 66-67

U

Udbudsrunde 12, 20, 82-83, 122
Udledningsområde 44-45, 69, 73, 111
Ukkusissat 72-73
Uldhåret troldurt 15
Ulk 43, 71, 102-104, 111
Ultrafree 65
Ungarn 65
Upernavik 8-9, 66, 82
Uran 9, 45, 47-49, 110
USA 10, 27, 59, 62, 120
Uummannaq 8-9, 68, 72, 92
Uvak 71

V

Vandfugle 97
Vandloppe 63, 102
Vibroseis 33, 122
Villiaumit 49
VSB 86, 122
Vurdering af forebyggende tiltag (VFT) 82, 84, 122
Vulnerable Marine Ecosystems (VME) 31, 122
VVM 48-49, 53-54, 77, 82-87, 93-94, 112, 118, 123

W

Wales 57, 60
World Health Organization (WHO) 49

Y

Ynglefugle 38-39, 58, 77, 96-97, 99, 112

Z

Zink 9, 11, 14, 18, 43, 45, 54, 65, 68-72, 86, 88-89, 92, 103-104, 106-107, 118, 122
Zirconium 9

Æ

Ædelsten (herunder diamant og rubin) 8-9, 11, 14, 121

Ø

Økotoksikologi 63, 110, 123
Øresten 103-104, 123

Dette materiale er ophavsretsligt beskyttet og må ikke videregives

Miljø og råstoffer i Grønland
Miljøbiblioteket nr. 5

Redaktion: David Boertmann

© Forfatterne, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
og Aarhus Universitetsforlag 2018

Omslag: Jørgen Sparre
Tegning og layout: Tinna Christensen og Kathe Møgelvang,
Aarhus Universitet, Grafisk Værksted Silkeborg

Forside: Fangere på sæljagt nær Savissivik i Melville Bugt.
Foto: David Boertmann.
Bagside: Overvågning af polarlomvier på fuglefjeldet Innaq ved
Ritenbenk. Foto: David Boertmann.

Ebogsproduktion Narayana Press, Gylling

ISBN 978 87 7184 705 5
ISSN 2445-4893

Aarhus Universitetsforlag
Finlandsgade 29
8200 Aarhus N
www.unipress.dk

Miljøbiblioteket udgives af Aarhus Universitetsforlag i samarbejde med
DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet

Bogen er udgivet med støtte fra Aarhus Universitets Forskningsfond

FAGFÆLLE-
BEDØMT

/ I henhold til ministerielle krav betyder bedømmelsen, at der fra en fagfælle på ph.d.-niveau er foretaget en skriftlig vurdering, som godtgør denne bogs videnskabelige kvalitet.
/ In accordance with requirements of the Danish Ministry of Higher Education and Science, the certification means that a PhD level peer has made a written assessment justifying this book's scientific quality.

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Miljøbiblioteket er en populærfaglig serie om natur og miljø i Danmark og Grønland. Serien formidler vigtig viden om naturen og samfundet til den natur- og miljøinteresserede læser og ønsker at synliggøre naturens kvaliteter, samfundets interesse heri og hvorfor det overhovedet er vigtigt at forske i miljøforhold. Bøgerne i serien beskriver bredt appellerende fænomener i naturen og fortæller om forskernes arbejde med at undersøge og løse miljøproblemer.

Miljøbiblioteket udgives i et samarbejde mellem DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi og Aarhus Universitetsforlag.

Grønland er rigt på naturlige ressourcer. Land og hav er levested for unikke dyre- og plantearter, og i undergrunden findes mange råstoffer.

På sigt kan råstofferne give det grønlandske samfund væsentlige indtægter. Men efterforskning og udvinding af råstoffer påvirker natur og miljø og kan skade landets nuværende erhverv. Grønland er stærkt afhængig af dets levende ressourcer i form af fiskeri og fangst, ligesom turisme vokser som indtægtskilde, og det er derfor vigtigt for de grønlandske myndigheder at sikre en uforstyrret natur og et rent miljø.

Miljø og råstoffer i Grønland giver et indblik i de miljøproblemer, som råstofaktiviteter i Grønland kan give anledning til. Den viser samtidig, hvor vigtigt det er for myndigheder og rådgivere at have et indgående kendskab til Grønlands miljø og natur for at kunne miljøregulere optimalt. Og den viser, hvordan krav til selskaberne om at arbejde efter de højeste tekniske standarder og internationale konventioner sikrer, at påvirkningen af miljøet bliver så lille som muligt.

Aarhus Universitetsforlag