

# Kulde og tungmetaller

## - en farlig cocktail i Arktis



Foto: Martin Blicher

Blåmuslinger kan måske hjælpe forskere med at forudsige konsekvenserne af fremtidige forureninger med tungmetaller i Arktis. Det kan blive aktuelt pga. den øgede interesse for at udnytte Grønlands mineralressourcer.

Den grønlandske undergrund gemmer på værdifulde ressourcer, som er efterspurgt verden over. Her findes der olie og mineraler som bly, jern, zink og guld. Og med det varmere klima i Arktis åbnes dørene for nye skibsruiter til Grønland, som gør adgangen til ressourcerne lettere og dermed mere rentabel.

Grønland fik i 2009 rettighederne over landets ressource rigdom tilbage fra Danmark, herunder rettighederne til landets underjordiske mineralressourcer, og siden har Grønland givet licenser til at søge efter råstoffer i særligt udvalgte områder. Det kan skabe tiltrængt økonomisk vækst i Grønland, der mangler arbejdspladser til befolkningen. Men udvindingen af råstoffer kan få alvorlige konsekvenser for livet og naturen i Grønland.

### Fortidens synder

Råstofudvinding kan påvirke de arktiske dyrearter, der i forvejen er følsomme overfor forandringer, fordi de lever og yngler i et meget begrænset

område. Det viser Grønlands minehistorie. Allerede i 1850'erne åbnede landets første miner, og helt frem til i dag har store mængder mineaffald betydet en markant tungmetalforening af grønlandske fjorde som Arsuk og Affarlikassaa samt omkringliggende områder. Fx lukkede den forhenværende bly- og zinkmine "Den Sorte Engel" i Maarmorilik i Vestgrønland årligt 500.000 tons mineaffald direkte ud i det omkringliggende fjordsystem. De biologiske konsekvenser af fortidens omfattende forurening bliver stadig undersøgt den dag i dag af forskere ved Arktisk Forskningscenter. Men det står allerede nu klart, at forhøjede niveauer af zink og bly vil kunne spores i og måske endda påvirke fjordens dyr og planter de næste 40-50 år. Forhøjede niveauer af forskellige tungmetaller kan skade dyrs reproduktionsevne og overlevelse.

På grund af det følsomme arktiske miljø – og fordi mineindustrien nu igen kan være på vej til Grønland – er den grønlandske miljøkontrol og for-

### Forfatteren



Jakob Thyrring er biolog, ph.d.-studerende ved Arktisk Forskningscenter Aarhus Universitet thyrring@bios.au.dk





Snekruslav (*Cetraria nivalis*) kan bruges som indikatororganisme for luftforurening i Grønland.

Foto: Lis Bach

## Miljøindikator-organismer

Dyr, planter og andre organismer kan bruges til at overvåge miljøforholdene i et givet område. Det er en hurtigere og mere effektiv måde at måle en miljøtilstand på frem for at foretage omfattende målinger af et områdes fysiske og kemiske forhold. Miljøindikator-organismer skal repræsentere det miljø, der skal beskrives. Ændringer i miljøindikator-organismes tilstand sker i takt med det omkringliggende miljø ændres. Fx er en kendt indikator *E.coli*-bakterier, der bruges til at måle, om vores drikkevand er forurenet. *E.coli*-bakterier

er ikke i sig selv farlige, men bakteriernes tilstedeværelse i drikkevand indikerer, at vandet er forurenet med overfladevand eller fækalier. Desuden bruges miljøindikator-organismer som blåmuslinger og tangplanter til at indikere forurening af havet, mens lavarter (fx snekruslav) kan bruges til at overvåge luftforurening.

Billedet viser et udsnit af den grønlandske tidevandszone. Om vinteren bliver blåmuslinger og andre dyr udsat for ekstrem kulde, når de blottægges ved lavvande.

Foto: Mikael Sej

valtningen af råstofudvinding i dag blevet skærpet. Nye miner og boreplatforme skal dokumentere, at der bliver arbejdet for at minimere risikoen for, at forurenende stoffer bliver udledt til naturen, og reglerne siger, at industrien skal udføre en grundig miljøvurdering forud for råstofudvinding. Men hvad sker der, hvis der alligevel går noget galt? Vi så et eksempel i 2010 med olieudslippet fra boreplatformen *Deepwater Horizon*, som lækkede olie i 87 dage direkte ud i den Mexicanske Golf. Også den økonomiske og biologiske katastrofe efter tankskibet *Exxon Valdez*, der i 1989 lækkede 42 millioner liter råolie ved Alaska, står som en påmindelse om, hvor alvorlige konsekvenserne kan være, hvis der sker udslip fra råstof-industrien ud i naturen.

En sikker råstofudvikling i Arktis kræver derfor dels et omfattende beredskab i tilfælde af udslip, dels mere viden om hvordan tungmetaller og olie påvirker det naturlige dyre- og planteliv i det følsomme arktiske økosystem. I forhold til det sidstnævnte kan vi forskere hente hjælp hos en af den grønlandske naturs mere uanseelige skabninger – nemlig hos blåmuslingen.

## Muslinger som forurenings-indikator

I min forskning bruger jeg blåmuslingen som en miljøindikator-organisme, fordi den ophober tungmetaller og andre kemikalier fra omgivelserne i sit væv. På den måde bliver det muligt at måle, hvor stor en del af miljøets totale tungmetal-



## Kulde påvirker cellemembranen

Små vekselvarme dyr har næsten samme temperatur som det omgivende miljø. For at undgå skader på cellemembranen, når temperaturen falder, kan dyr regulere membranens struktur. Dette fænomen kaldes "homeoviskøs adaptation" og fungerer ved, at kroppen regulerer de relative mængder af cellemembranens fedtsyrer.

Cellemembranen består af mættede og umættede fedtsyrer, hvor forskellen på de to er, at umættede fedtsyrer indeholder dobbeltbindinger i den kemiske struktur. En cellemembran, der består af mange mættede fedtsyrer, er mere stiv end membraner med mange umættede, da dobbeltbindingerne skaber en mere løs og relativt svagt pakket membran. En højere grad af "umættethed" i membranen øger værnet mod kulde ved at sænke den temperatur, hvorved membranen stivner. Derudover regulerer fedtstoffet kolesterol også, hvor flydende membranen er: Et højt indhold af kolesterol giver således en mere stiv membran. Ved at ændre på cellemembranens kolesterol- og fedtsyreindhold kan membranen forblive flydende ved forskellige temperaturer.

Udover tungmetaller kan ekstrem kulde, skurende is og store bølger stresser blåmuslinger i Arktis.

### Videre læsning

Anders Mosbech (2014) Til gavn for Grønland. Udvalget for samfundsgavnlig udnyttelse af Grønlands naturressourcer. Ilimatusarifik, Grønlands Universitet

Holmstrup, M. et al: (2010) Interactions between effects of environmental chemicals and natural stressors: A review. *Science of the Total Environment*, 408, 3746-3762

Nordisk Ministerråd (2010) Chemical cocktails - a serious matter of concern. [www.mst.dk](http://www.mst.dk)

Thyrring, J., Juhl, B.K., Holmstrup, M., Blicher, M.E. & Sejrs, M. (2015) Does acute lead (Pb) contamination influence membrane fatty acid composition and freeze tolerance in intertidal blue mussels in arctic Greenland? *Ecotoxicology*, 24 (9), 2036-2042

Bayley, M. & Holmstrup, M.: Tørke, kulde og jordbundsdyr. *Aktuel Naturvidenskab* 5/2001.

mængde, der bliver optaget i blåmuslingerne, og hvordan den mængde påvirker dyret. Blåmuslinger er også et godt valg som indikator-organisme, fordi de er udbredt i hele Grønland og Arktis, de er nemme at genkende, robuste overfor skiftende forhold i deres miljø, og så har de en relativt lang levetid.

Vi bruger også blåmuslinger i forsøg, der skal gøre os klogere på, hvordan giftige stoffer kan påvirke dyrene i Arktis. Den amerikanske miljøstyrelse fremsatte i 1984 en række risikovurderingsprocedurer til at vurdere og minimere risikoen af forskellige giftige stoffer i miljøet. Disse retningslinjer bruges stadig i dag til at vurdere effekterne af tungmetaller i naturen.

Der er dog et problem med de forsøg, der ligger til grund for retningslinjerne. Forsøgene er nemlig udført under optimale forhold for dyrene – fx fik dyrene masser af mad under forsøgene. Det gør det svært at overføre sådanne resultater fra laboratoriet til naturen, hvor forholdene sjældent er optimale, og hvor dyr stresses af deres miljø. Arktiske dyr stresses eksempelvis ofte af ekstrem kulde eller mangel på mad.

I nyere laboratorieforsøg forsøger vi at gøre op med manglerne ved de tidligere forsøg og derfor foretage forsøgene på dyr, som udsættes for ikke-optimale forhold. I min egen forskning har jeg fx

undersøgt, hvordan tungmetaller påvirker en blåmusling, der allerede er stresset af meget lave temperaturer.

### Cocktail-effekten kan slå hårdt i Arktis

Når tungmetaller optages i organismer, er der risiko for, at de forskellige tungmetallers giftige påvirkning ganges med hinanden, så effekten af hver enkelt metals påvirkning mangedobles. Man taler om en "cocktail-effekt". Effekten af tungmetallforureningen kan derudover mangedobles, hvis dyret i forvejen er stresset af kulde, hvilket ofte gælder dyr i Arktis, hvor kulde er et grundvilkår. Ved vores forsøgslokaliteter i Grønland måler vi ofte lufttemperaturer under 25 graders frost i vinterperioden, og i tidevandszonen, hvor der sker store temperaturændringer. Her udsættes blotlagte blåmuslinger for et enormt kuldechok, der kan føre til kroniske skader eller død.

Kulden påvirker cellemembranerne hos blåmuslinger og andre vekselvarme dyr. For at kunne overleve skal et dyrs cellemembraner altid være en smule flydende. Ved for voldsom kulde stivner membranerne, livsprocesserne går i stå, og dyret dør. Det samme sker, hvis dyret bliver påvirket og stresset af tungmetallforurening. Det sker via en proces kaldet lipid-peroxidering, som mindsker mængden af umættede fedtsyrer i cellens membran. Når det sker, bliver membranen mere stiv og dermed ekstra følsom overfor kuldestress. Eksempler på dette er allerede påvist i regnorme, springhaler og andre landlevende dyr, hvor effekten af både nikkel, kobber og kviksølv blev mangedoblet i kombination med kulde. Altså var den kombinerede effekt af både lave temperaturer og tungmetaller langt større for dyret, end hvis dyret kun var blevet udsat for en af de to faktorer.

Der findes desværre meget få tilsvarende studier af disse cocktail-effekter på havets dyr og planter, og det er derfor, at jeg og andre forskere fra Arktisk forskningscenter ved Aarhus Universitet arbejder på at forstå den arktiske natur, og hvordan denne påvirkes af forurening.

### Klædt på til fremtidens råstofeventyr

Det synes uundgåeligt, at fremtiden vil byde på øget råstofudvinding i Arktis. Et råstofeventyr i Grønland eller andre steder i Arktis vil selvfølgelig være af stor interesse for de involverede lande. Men det vil kunne få alvorlige konsekvenser for den enestående arktiske natur, hvis ikke vi er ordentlig forberedt på, hvilke effekter forurening kan få på det arktiske liv, og hvordan vi håndterer en eventuel forurening. Det er problematisk, hvis miljøvurderinger udelukkende baseres på viden om enkeltstoffers virkning uden hensyntagen til, at effekterne af de enkelte påvirkninger kan mangedobles i naturen. ■