

# Polarfronten



Tema: Kullets synder | 4-9

Tsunamiens visitkort | 12

Losseplads i en istid | 16

Livlige polarhave | 3

## Tema: Kulletets synder

Kviksølvets veje og vildveje | 6

Farvel til en færøsk specialitet? | 8

Trange kår for arkivalier | 10

Tsunamiens visitkort | 12

Fra haj til biobrændsel | 14

Losseplads i en istid | 16

Bedre komfort til turisterne | 18

Blåt polhav – eller blåøjet optimisme? | 20

Kommentar | 21

Antarktiske brydninger | 24



Polarfronten udgives af:

Forsknings- og Innovationsstyrelsen  
Bredgade 40  
1260 Kbh. K  
Tlf.: 35446200

E-mail: polarfronten@fi.dk  
www.fi.dk

Udkommer fire gange årligt

Oplag: 4000

Deadline for bidrag til næste  
nr. 15. maj 2009.

Abonnement kan tegnes  
vederlagsfrit gennem  
Forsknings- og Innovationsstyrelsen.

Redaktionen:  
Gitte Agerhus, ansv. redaktør  
Jane Benarroch, redaktør, DJ  
Poul-Erik Philbert, DJ  
Uffe Wilken, DJ  
Irene Seiten, DJ  
Henning Thing

Magasindesign:  
Spagat design|studio

Forsidefoto:  
Magnus Elander.  
Hvalros på Sandøen i Nordøstgrønland.

Produktion og tryk:  
Datagraf Auning AS

Artikler i Polarfronten giver ikke  
nødvendigvis udtryk for Forsknings-  
og Innovationsstyrelsens holdning.

ISSN: 0907-2322

Eftertryk er tilladt i uddrag  
med kildeangivelse





Foto: Magnus Elander

Forskningen har talt: der findes omkring 7500 arter i de antarktiske oceaner og 5000 i de arktiske oceaner.

## Livlige polarhave

Der er mere liv i troperne end ved polerne, fortæller lærebøgerne. De skal nu skrives om.

De polare oceaner er langt fra biologiske ørkener. Tværtimod viser de sig at sprudle af liv, konkluderer en ny rapport udarbejdet under projektet Census of Marine Life, der er søsat for at kortlægge alt liv i oceanerne.

Rapporten, som 500 forskere fra 25 lande har bidraget til i Det Internationale Polarår, dokumenterer en langt større artsdiversitet i både de arktiske og antarktiske have end hidtil antaget. I alt har forskerne fundet 7500 arter i havene omkring Antarktis og 5000 arter i de arktiske farvande, blandt andet havederkekoppearter så store som en hånd og små, rejeagtige krebsdyr. Hertil kommer et antal nyopdagede arter, hvoraf de fleste er såkaldte invertebrater, dvs. hvirvelløse dyr.

### Spredt med havstrømme

Til forskernes store overraskelse går mange af arterne igen ved begge poler. Af i alt 235 arter drejer det sig blandt andet om fem hvalarter, seks havfuglearter og næsten hundrede krebsarter, og forskerne spørger nu sig selv om, hvordan de har kunnet sprede sig over en afstand af 11.000 kilometer. En forklaring kan være, at de har spredt sig med de havstrømme, som løber mellem polerne. En anden at de blevet adskilt under sidste istid, da polerne og dyrenes habitater lå tættere på hinanden.

Det at finde bestemte arter - hvoraf der for nogles vedkommende ikke er nogen kendt forbindelse mellem dem - i begge ender af Jorden lægger i følge forskerne op til at undersøge deres udvikling i et evolutionshistorisk lys. Således vil de undersøge, hvor længe arterne har levet adskilt, og om de har udviklet sig forskelligt genetisk.

Læs mere om *Census of Marine Life*-kortlægninger på [www.coml.org](http://www.coml.org)

Jane Benarroch

## Grønland til Sydpolen?

Igen, kunne man fristes til at sige. For det ville i givet fald ikke være første gang, at Grønland befandt sig down under. Selv det, der synes klippefast, er ikke uforanderligt.

Og da slet ikke Jordens kontinenter.

Geologisk set har Grønland den sidste milliard år delt skæbne med det nordamerikanske kontinent. Sammen med Jordens øvrige landmasser var det samlet i ét gigakontinent indtil for omkring 750 millioner år siden, hvor planeten kom i opbrud. Grønland lå da lunt i svinget ved ækvator. Opbruddet spredte kontinenterne, og førte Antarktis mod Nordpolen og Grønland tæt på Sydpolen. Her sluttede landet sin foreløbige rejse for 650 millioner år siden.

Kort tid efter begyndte det nordamerikanske kontinent så sin lange færd mod nord til sin nuværende position. Grønlands sydspids Kap Farvel måtte tage afsked med Sydpolen, og for 390 millioner år siden vandrede kontinentet atter over ækvator. Rustrøde ørkensedimenter af sand i Nordøstgrønland bekræfter, at der her til tider har været meget varmt og tørt.

For små 200 millioner år siden lå Grønland på samme breddegrad, som Danmark ligger på nu. Rejsen fortsatte, og først for 50 millioner år siden fandt Grønland omtrent den position i Nordatlanten, hvor landet ligger i øjeblikket. Vandringer er dog næppe slut.

Et af de store spørgsmål er derfor naturligvis: Hvor bevæger Grønland sig hen i fremtiden? Videnskaben spår, at Grønland - der fortsat vil hænge sammen med Nordamerika og bevæge sig længere væk fra Danmark - om 250 millioner år atter vil være på vej sydpå. Landet vil dog være opslugt af Nordamerika og omdannet til en bjergkæde. Det vil givetvis være et populært udflugtsmål. Turisterne vil kunne se lige ned i Afrika, for det er sammenstødet mellem Nordamerika og Afrika, der forvandler Grønland til et nyt Himalaya.

Uffe Wilken

## Polarfronten får ny base

Som led i en organisatorisk ændring internt i Forsknings- og Innovationsstyrelsen (FI) er Dansk Polarcenter ophørt med at eksistere pr. 1. februar 2009. Centerets opgaver og medarbejdere er dels blevet integreret i andre afdelinger i Forsknings- og Innovationsstyrelsen, dels overgået til den nyoprettede Klima- og Polarenhed. Bladet Polarfronten vil som hidtil udkomme fire gange om året. Dog er redaktionen rykket ind under FI's direktionssekretariat under ledelse af Gitte Agerhus, der fremover vil være ansvarshavende redaktør. Polarfrontens redaktion kan stadig kontaktes på [polarfronten@fi.dk](mailto:polarfronten@fi.dk), hvortil henvendelser for tegning af vederlagsfrit abonnement også kan rettes.

# Kulletts



Foto: Istockphoto

# synder

Siden industrialiseringen har kviksølv og andre miljøgifte – de såkaldte POP'er: persistent organic pollutants - i stigende grad forurenet naturen med alvorlige konsekvenser til følge for både dyr og mennesker. Selvom hovedkilden til forureningen er afbrænding af fossile brændstoffer, sker der fortsat en stigning i brugen af kulraft verden over. Senest har en FN-rapport vist, at Kina nu alene tegner sig for op imod halvdelen af den menneskeudledte kviksølv i atmosfæren.

På grund af de særlige klimatiske og naturmæssige forhold er de polare områder særlig hårdt belastet af de organiske miljøgifte, der bæres hertil med vind, nedbør m.m. og optages i de arktiske og antarktiske fødekæder. I Arktis er det et stort problem, fordi befolkningerne her

har tradition for at spise hval, sæl og fisk, der rangerer højt i fødekæden og dermed indeholder store mængder af de giftige stoffer. Således ligger grønlandernes gennemsnitlige indtag af organiske miljøgifte væsentligt over WHO's grænseværdier.

Men hvordan fungerer samspillet mellem kilderne til kviksølvudledningen, koncentrationerne i atmosfæren og nedfaldet på Jordens forskellige overflader, herunder op-hobningen i fødekæden? Og er der en sammenhæng mellem udvikling af bestemte sygdomme og indtag af forurenede arktiske fødeemner som hval og sæl?

På de næste sider kan De møde to danske forskere, der er i færd med at kaste nyt lys over miljøgiftenes veje og vildveje.

# Kviksølvets veje og



Det meteorologitårn i Point Barrow i Alaska, hvor Henrik Skov og hans forskergruppe som de første i verden måler transporten af såkaldt oxideret gasfase- kviksølv.

Foto: Henrik Skov

## Kviksølvforurening er et stigende problem i Arktis. Forskere arbejder på at afdække både årsager og konsekvenser.

Da FN's miljøprogram (UNEP) i december sidste år offentliggjorde rapporten *The Global Atmospheric Assessment: Sources, Emissions, and Transport* blev der sat en ny rekord. Rapporten, der er en opfølger til *Global Mercury Assessment* fra 2002, afslørede nemlig, at Asien stod for i alt 1281 tons af de totale 1930

tons menneskeudledt kviksølv i 2005. Hertil kommer, at Kina alene tegnede sig for den største andel på verdensplan med op imod 50 procent af den samlede udledning i atmosfæren, efterfulgt af USA og Indien, der tilsammen blot nåede op på en tredjedel af Kinas andel.

Nu er kviksølv i atmosfæren ganske vist naturligt forekommende. Det frigøres fra en mængde kilder, blandt andet vulkanudbrud, skovbrande og geotermisk aktivitet. Alligevel er det problematisk, at der i takt med industrialiseringen er ledt en stadig stigende mængde kviksølv ud i atmosfæren. I dag anslås det, at omtrent 50 procent af den samlede mængde kviksølv er havnet her som følge af menneskelig aktivitet. Heraf er især kulafbrænding en tung på vægtskålen, idet 45 procent af kviksølvet stammer herfra. Også minedrift af forskellig art sætter sig spor i form af omtrent 24 procent af den samlede emission.

### Tohundrede tons forurening

Nogle af de områder, som kviksølvforureningen går hårdest ud over, er de polare – både i syd og nord. Forskerne skønner, at der i dag deponeres omkring 200 tons kviksølv nord for polarcirklen:

- Selvom kviksølvet kun udledes i meget begrænsede mængder i de polare områder, når det hertil gennem luften i stadigt stigende mængder. Det er problematisk, blandt andet fordi kviksølvet ophobes i fødekæden, især i toprovdyr. Dermed risikerer det at gøre skade på mennesker i Arktis, hvor det er udbredt at spise traditionel kost bestående af fisk, sæl og hval – dyr der befinder sig i toppen af fødekæden og dermed kan indeholde høje koncentrationer af kviksølv, fortæller seniorforsker ved Danmarks Miljøundersøgelser ved Århus Universitet, Henrik Skov, der gennem de seneste ti år har studeret kviksølvets globale transport i atmosfæren med særlig fokus på de atmosfærekemiske processer bag kviksølvforureningen i Arktis.

Kviksølv-koncentrationen i atmosfæren vurderes i dag til at være tre til fem gange højere end før industrialiseringen. Og nyere forskning viser, at koncentrationen i østgrønlandske isbjørne i dag er otte gange højere end omkring år 1300, om end tallet dog har været for nedadgående siden 1960'erne. Samtidig er der observeret et svagt stigende indhold af kviksølv i fjer fra visse fugle, blandt andet havørne og vandrefalke, gennem de seneste 120 år.

- Det er jo først inden for de seneste år, at vi har fået øj-

# vildveje

nene op for kviksvølvets skadelige konsekvenser for miljøet. På en konference i 1999 blev jeg for første gang præsenteret for måleresultater, der viste, at kviksvølv forsvinder fra luften under det arktiske forår. At det altså omdannes til andre og skadelige former, der afsættes til det arktiske miljø. På dette tidspunkt blev det også klart, at der fandtes høje niveauer af kviksvølv i arktiske pattedyr, blandt andet i isbjørne. Og så var det jo, at man begyndte at spekulere over, om der skulle være en sammenhæng, siger Henrik Skov videre.

## Op, ned og op igen

Mens det altså ikke er nogen nyhed, at kviksvølv spredes til de naturrige, arktiske breddegrader fra mere industritunge landområder under sydligere himmelstrøg, er det stadig lidt af en gåde, hvordan samspillet mellem kilderne til kviksvølvudledningen, koncentrationerne i atmosfæren og nedfald på Jordens forskellige overflader foregår. Det er også uklart hvilke veje, kviksvølvet tager på sin vej gennem atmosfæren, og hvor store skader det gør på den arktiske natur.

Sammen med et hold forskere er Henrik Skov derfor i fuld gang med at kaste lys over spørgsmålene.

- Eksempelvis måler vi hele tiden kviksvølvkoncentrationer på Station Nord, på 81. breddegrad. Her står solen op 26.-27. februar, og kort herefter falder koncentrationen drastisk. Så stiger den igen og falder igen drastisk. Det fortsætter helt frem til maj. På den nordlige halvkugle vil man forvente 1,5 nanogram per kubikmeter kviksvølv i luften, hvilket vi også ser i Arktis i resten af året. Vi arbejder stadigvæk på at forstå betydningen af de drastiske fald i koncentrationen i atmosfæren i det polare forår. Vi kan forklare faldet med, at det meste falder ned på sne og is, men hvor meget af det, der bliver der, og hvor meget af det, der udsendes igen, ved vi ikke, siger Henrik Skov og fortæller videre, at kviksvølv i atmosfæren findes i tre former: i dampform som elementært kviksvølv, i oxideret form og i en form, der knytter sig til partikler:

- Det, vi kan se ud fra målinger i Arktis, er, at når mængden af metallisk kviksvølv falder, stiger den oxiderede kviksvølv. Vi ved også, at den oxiderede kviksvølv afsættes på overflader. Vi kan dog ikke kæde det kviksvølv, der afsættes på overflader, sammen med det kviksvølv, der findes i dyrene. Det er de sammenhænge, vi lige nu især arbejder på at forstå. I øjeblikket har vi en ph.d.-studerende, Anette Møller, der blandt andet undersøger, hvor meget biotilgængeligt kviksvølv der er. Det vil sige kviksvølv, der kan optages i alger og bakte-



Foto: Norsk institutt for luftforskning.

**Henrik Skov (bagerst nummer to fra venstre) i felten med kolleger.**

rier. Eksempelvis er det interessant at vide, om alger kan spise kviksvølv, fordi det kan være en vej til at forklare, hvordan det kommer fra vandet og ind i pattedyrene, fortsætter han.

## Galathea-resultater i vente

Når ophobning af kviksvølv i naturen er et særligt problem i de polare egne, skyldes det de helt særlige klima- og naturforhold. Det er nemlig efter alt at dømme samspillet mellem havisen, solen og temperaturerne, der kan forklare, hvorfor der afsættes så relativt meget kviksvølv over vand- og kystområder i Grønland samt i resten af Arktis. Et samspil, der involverer stoffet brom, som især frigives når solen atter står op efter den lange, mørke polarvinter.

- Overordnet handler det om dannelse af stoffet brom, der reagerer med kviksvølv. Det sker især om foråret, når solens stråler får det arktiske isdække til at tynde ud og sprække. Mens havvandet under isen kan være ned til minus fire grader, kan luften på dette tidspunkt være ned til minus 40 grader. Når isen sprækker, fryser havvandet meget hurtigt igen på grund af den kolde lufttemperatur, og havsaltet bliver presset ud på overfladen af isen. Når så solen skinner på det, frigives der brom, fortæller Henrik Skov videre og minder om, at det endvidere er vigtigt at prioritere undersøgelser af den globale kviksvølvtransport i atmosfæren. Fordi man kun på den baggrund kan udarbejde modeller, der kan forudsige konsekvensen af reduceret eller øget kviksvølv mængde i fremtiden.

Det var netop, hvad forskerne fra DMU fik en enestående mulighed for i 2007, da de om bord på Vædderen målte atmosfærens kviksvølvindhold så godt som Jorden rundt under Galathea-3-ekspeditionen. I øjeblikket sidder forskerholdet og analyserer de indsamlede data. Og de ser meget lovende ud:

- Igennem de godt otte måneder indsamlede vi rigtig gode data fra alle Jordens klimazoner, i både by- og landområder, så nu har vi faktisk verdens største datasæt over kviksvølv i atmosfæren. Vi håber da også at få vores resultater, der er fortæller en hel del nyt om kviksvølv cirkulationen, i et fint tidsskrift inden for en overskuelig fremtid, slutter Henrik Skov.

**Jane Benarroch**

**Kontakt: Henrik Skov, Danmarks Miljøundersøgelser ved Århus Universitet, hsk@dmu.dk**

# Farvel til en færøsk specialitet?



**Mistanken om, at forurenende stoffer i marine, arktiske kostemner kan fremkalde sygdom, har længe været intakt blandt sundhedsforskere. Nu giver en ny ph.d.-afhandling atter næring til formodningen ved at dokumentere, at færinger, der gennem århundreder traditionelt har spist meget grindehval, har en øget risiko for at udvikle Parkinsons sygdom.**

Siden en undersøgelse i 1995 viste, at antallet af Parkinson-tilfælde var omkring dobbelt så højt på Færøerne som i eksempelvis Danmark og andre lande, som vi sammenligner os med, har forskerne tumlet med spørgsmålet.

- Det kunne selvfølgelig have en genetisk forklaring, ikke mindst fordi færingerne gennem århundreder har levet mere afsondret end de fleste befolkninger. Men da genetikken kun kan forklare en ret lille del af sygdomstilfældene, spekulerede vi over, hvori forskellen mellem færinger og andre så kunne ligge. Her var kosten et bud, og det satte vi os så for at undersøge nærmere, siger Maria Skaalum Petersen, forfatter til afhandlingen, der er udarbejdet i et samarbejde mellem Forskningsenheden for Miljømedicin, Syddansk Universitet, og Afdeling for Arbejdsmedicin og Folkesundhed, Det Færøske Sygehusvæsen.

## De skadelige POP'er

Det er stoffer som methylkviksølv og de såkaldte POP'er – persistente organiske forbindelser som PCB, DDE og DDT - som forskerne har et kritisk øje til. Kviksølv forekommer naturligt i naturen, men man mener, at mellem halvdelen og to tredjedele af den samlede mængde er resultat af forurening fra industrilande, herunder afbrænding

af kul og andre fossile brændstoffer. POP'erne derimod findes ikke naturligt i miljøet, de er menneskeskabte, og havner i oceanerne ad diverse veje. Miljøgifterne transporteres herfra helt op i den marine fødekædes højeste led, det vil sige i havpattedyr som eksempelvis hval og sæl. Det er et særligt problem i det cirkumpolare område, fordi disse dyr generelt står højt på den kulinariske hitliste her.

- Grindehvalen har jo igennem århundreder været en fast bestanddel af færingers kost. Men vi ser også en øget forekomst af Parkinsons sygdom blandt inuitter i Grønland, der spiser meget kød og spæk fra andre hvalarter, så det er ikke nødvendigvis indtag af selve grindehvalen, der er problemet, siger hun.

Maria Skaalum Petersen startede med at identificere alle nulevende patienter med Parkinsons sygdom, i alt 79 personer. Langt de fleste var over 50 år, og alle fik taget blod- og hårprøver.

- Vi målte værdierne af forskellige miljøgifte, blandt andet de såkaldte POP'er og kviksølv, i blodprøverne, og håret blev analyseret for kviksølv. Selv om giftstofferne let lader sig spore, viste prøverne ikke den store forskel mellem kontrolpersonerne og Parkinsonspatienterne, for sporene efter stofferne reduceres væsentligt gennem årene, fortæller Maria Skaalum Petersen.

## Neuroner går til grunde

Endvidere – og nok så væsentligt – blev alle de deltagende i undersøgelsen interviewet om kost- og rygevaner, bopæl, jobmæssig eksponering for miljøgifte og forskellige andre livsstilsfaktorer.

- Vi kunne se, at personer med Parkinsons sygdom generelt havde spist meget mere grind end de kontrolpersoner, som vi havde inddraget i undersøgelsen. Så selvom vi ikke kan dokumentere en kausal sammenhæng mellem de forurenende stoffer og sygdommen, så viser undersøgelsen, at et øget indtag af hvalkød og –spæk er klart statistisk relateret til en øget forekomst af Parkinsons sygdom, siger hun og fortsætter:

- Det skal dog med, at dyreforsøg har vist, at POP'er og kviksølv nedsætter dopamin-niveauet i hjernen. Det er jo netop kendetegnende for Parkinsons sygdom, at de naturlige neuroner, som producerer dopamin, nedbrydes. Hvorfor ved vi dog ikke, men meget tyder på, at visse miljøgifte medfører en slags stress i hjernen, som får neuronerne til at gå til grunde.

En undersøgelse, der delvis baseres på interviews, har dog den hage, at man bliver nødt til at forlade sig på deltagernes subjektive svar og – måske tvivlsomme – erindring. Således kan det være ganske svært at huske, hvad



Foto: Jan Egil Kristiansen

Igenom århundreder har færingerne jaget og spist grindehval. Snart kan traditionen imidlertid være en saga blot på grund af miljøgifte i det marine miljø.

og hvordan man spiste mange år tilbage i tiden. Det bekymrer dog kun Maria Skaalum Petersen moderat:

- Undersøgelser vil altid rumme nogle begrænsninger. Hvad angår folks evne til at huske deres indtag af grindekød, mener vi, at de afgivne svar er relativt troværdige. Det er jo sådan, at denne spise er ret speciel. Desuden har mulighederne for den været geografisk forskellig, da nogle områder i perioder har fået meget grind, mens der har været lang tid imellem i andre. Desuden har grindehval ikke tidligere været nævnt som en risikofaktor for Parkinsons sygdom, så det bør ikke have påvirket svarene og dermed undersøgelsens resultat.

### Ikke menneskeføde

Det er dog ikke nyt, at grind nævnes som en potentielt sundhedsskadelig spise. Allerede i slutningen af 1970'erne anbefalede det, at man kun spiste hvalkød og spæk højst en gang om ugen, og at man slet ikke spiste lever og nyrer. Anbefalingen var baseret på en undersøgelse fra 1977, der viste, at

kviksølvindholdet i selve hvalkødet var højt, og niveauet var omkring hundrede gange højere i lever og nyrer end i selve hvalkødet.

Igen i 1998 advarede de færøske sundhedsmyndigheder atter om risikoen, i denne ombæring blev gravide kvinder frarådet at spise kød og spæk fra grind. Og sidste år kom der så endnu engang nye anbefalinger fra embedslægen og overlæge på Afdelingen for Arbejdsmedicin og Folkesundhed, Pål Weihe. Denne gang havde den dog snarere karakter af advarsel. Under overskriften 'Det anbefales, at man oplyses om at anvende grindehval som menneskeføde' hed det blandt andet:

'Det er med vemod, at denne anbefaling bliver givet. Grindehvalen har tjent færingerne vel i mange hundrede år og har sikkert holdt liv i mange færinger gennem århundrederne. Men tiden og miljøet ændres, og derfor mener vi, at det er sundhedsfagligt nødvendigt med denne anbefaling. Vi på Færøerne er selv uden skyld i den skete forurening, som er påført udefra. At forskning på Færøerne så har medvirket til at skabe

fokus omkring denne forurening er bitert ironisk. Men resultaterne har allerede givet anledning til skærpede regler om forurening internationalt. Vi må derfor også selv tage konsekvensen'.

Lægernes advarsel imod grindekød og spæk skal ses ud fra et forsigtighedsprincip. Det betyder, at vi nu må lægge samtlige indikationer på, at marine forureningsstoffer i færinger påvirker deres helbred i negativ retning, til grund for kostanbefalingerne. Også resultaterne vedrørende Parkinsons sygdom har talt med i risikovurderingen, siger Maria Skaalum Petersen og slutter:

- Men det bliver svært at få folk til at holde op med at spise grind. Mange vil overhøre advarslerne, mens andre – måske især unge – vil blive mere tilbageholdende med at spise det. Vi ved jo heller ikke, hvornår i livet kimen til sygdommen lægges.

Jane Benarroch

Kontakt: Maria Skaalum Petersen,  
Syddansk Universitet,  
mskaalum@health.sdu.dk



# Trange kår for arkivalier

Fotos: Jørgen Taagholt.

## En ny rapport slår fast, at det vil kræve en stor indsats, hvis de grønlandske tekniske arkivalier skal finde deres rette plads på Landsarkivet i Nuuk.

Hans P. Steenfos og Jørgen Taagholt har efter et par års møj-sommelig registrering af kendte, mindre kendte og hidtil helt ukendte arkiver i Grønland udsendt en rapport, som kortlægger situationen for de tekniske arkivalier i Grønland. De fleste af materialerne burde rettelig ligge trygt, velordnede og let tilgængelige i Landsarkivets arkiver i Nuuk, men pladsmangel og sparsomme ressourcer har i tiden efter Grønlands overgang til hjemmestyre sat en stopper for en mere systematisk aflevering og registrering af arkivalier.

Det var misforholdet mellem arkivlovgivningens bestemmelser og virkelighedens verden, som for tre år siden fik de to meget aktive pensionister, Steenfos og Taagholt, til at tage affære.

- Det er en håbløs situation at have en lovgivning, der siger, at materialerne skal afleveres til Landsarkivet, når svaret herfra er, at man ikke har plads, og at der ikke er mandskab til at tage sig af opgaven, som Jørgen Taagholt udtrykker det.

Det er ikke novicer på grønlandsområdet, der udtaler sig, for både Steenfos og Taagholt kan se tilbage på et langt arbejdsliv, hvor de har været dybt involverede i Grønlands

tekniske udvikling: Steenfos som rådgivende ingeniør og Taagholt som forsker og leder af Ionosfærelaboratoriet og som videnskabelig forbindelsesofficer for Grønland.

De har da også mødt stor forståelse, når de har beskrevet den uoverskuelige situation for tekniske arkivalier fra bygge- og anlægsprojekter, vejanlæg, energiforsyning mm., men ingen har magtet at gøre noget ved problemet. Så derfor var der ifølge de to projektledere kun én ting at gøre: selv at tage udfordringen op. Og efter mange års engagement i Grønlands udvikling var de begge parate til at bruge endnu en bid af deres otium på at kortlægge et af de områder, hvor Hjemmestyrets organisering endnu halter.

## Hjælpende hænder

Det viste sig i 2006, at en række private fonde var parate til at åbne kasserne for en kortlægning af arkiverne. Velux-fonden donerede 250.000 kr., og Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland, Direktør Ib Henriksens Fond og Frimodts Fond gav henholdsvis 30.000, 50.000 og 25.000 kr.

Dermed var projektet i gang, selvom der ganske vist ikke blev penge til en planlagt støtte til Landsarkivets registreringsarbejde. De bevilgede penge strakte kun til at betale for assistance fra Polarbiblioteket i København og fra en konsulent i Grønland og til to researchrejser til Grønland.

## Teknologihistorie i støbeskeen

Som anden fase i Hans P. Steenfos' og Jørgen Taagholt's kortlægning af de tekniske arkiver i Grønland følger en bog om Grønlands teknologiske udviklings historie.

Redaktørernes mål er at give 'en grundig og nuanceret redegørelse for den teknologiske udvikling i Grønland fra urtid til nutid med hovedvægten på den nyere tids udvikling og dens dominerende betydning for det grønlandske samfund'.

Der bliver tale om en antologi redigeret af Taagholt og Steenfos og med bidrag af en lang række personer, der har været involveret i den tekniske udvikling i Grønland. Bogen ligger i både sigte og layout i forlængelse af 'Grønlandsforskning, historie og perspektiver' fra 2005 og betragtes som andet led i en trilogi, som forhåbentlig vil blive afsluttet med Grønlands samfundshistorie. Værket om teknologihistorien bliver på omkring 400 sider og forventes at udkomme ved årsskiftet 2009-10.

Den første tur i 2007 gik til Nuuk, hvor Steenfos og Taagholt med en hjælpende hånd fra det grønlandske teknologiske selskab, Inutek, fik organiseret møder med de relevante personer og senere aflagde besøg på de institutioner, hvor de interessante arkiver findes. Senere fik også Sisimiut, Ilulissat og Kangerlussuaq besøg.

Undervejs har Steenfos og Taagholt holdt foredrag på Katuaq og på Arctic Hotel i Ilulissat og er blevet interviewet i Grønlands Radio. Udbyttet af bestræbelserne har været omkring 150 henvendelser.

### Værdifuldt materiale ryger ud

Langt det meste af det tekniske arkivmateriale, som ikke er registreret, befinder sig i Grønland. Store mængder er stuvet af vejen i Landsarkivets fjernarkiver og i arkiver, der hører under Grønlands Hjemmestyre. Og så er der meget teknisk relevant materiale i de lokale kommunearkiver.

Kortlægningen har bekræftet mistanken om, at der gennem årene må være gået mange dokumenter, tegninger og rapporter tabt, ikke mindst i forbindelse med de hyppige, administrative omlægninger inden for Hjemmestyret.

- Det sidste, der bliver pakket, er de store flyttekasser med arkiverne. De kommer måske ikke med flyttelæsset i første omgang, og når nogen begynder at undre sig over, hvor de er blevet af, så har indflytterne for længst smidt det hele ud, lyder Jørgen Taagholt's beskrivelse.

Desuden vil den voldsomme pladsmangel, der plager en del institutioner, også i fremtiden ekspedere værdifuldt arkivmateriale direkte på lossepladsen, hvis der ikke bliver gjort noget ved arkiveringsproblemet.

I heldigste fald vil arkivalierne havne i støvede lagerlokaler med fare for at forsvinde i glemslens mørke. I dag bliver mange arkivalier stuvet af vejen i fjernarkiver, og de indeholder ofte en skøn blanding af materialer, der umiddelbart kunne afleveres til Landsarkivet, og mere uordnede og kassable materialer. Steenfos og Taagholt understreger



Der er i denne bygning, at Grønlands arkivalier skal opbevares i fremtiden. Men pladsen er allerede for trang.

dog, at flere af arkiverne er meget veldrevne, men at de ofte er afhængige af en enkelt eller ganske få – måske ulønnede – medarbejdere, som holder orden i arkivalierne. I den anden ende af spektret finder man arkiver, som mest af alt ligner rodede pulterrum, og hvor man kun med besvær kan kæmpe sig igennem de mange store flyttekasser på gulvet.

### Mere plads

Der har især været fokus på materialerne fra 1986 og frem, hvor Grønlands Tekniske Organisation blev nedlagt. Før den tid blev arkivmateriale regelmæssigt afleveret til Landsarkivet, og en meget stor del af dette er derfor i det store hele i orden. Det er dog langt fra lykkedes at komme helt ud i hjørnerne og få opsnuset alt arkivmateriale. Den opgave viste sig hurtigt at være fuldstændig uoverkommelig med de midler, Steenfos og Taagholt rådede over.

Omfanget af det kortlagte tekniske arkivmateriale vurderes til at fylde omkring 9000 hyldemeter eller et sammenlagt arkivareal på 900 m<sup>2</sup>. Et af rapportens forslag er derfor, at det nye 900 m<sup>2</sup> store Landsarkiv i Nuuk ved Universitetskomplekset får opført en tilbygning med plads til både de hjemløse teknologiske og ikke-teknologiske arkiver, så der skabes et samlet, moderne nationalt arkiv til afløsning af de mange spredte, utidssvarende og midlertidige fjernlagre.

Steenfos og Taagholt håber, at deres rapport kan være med til at sætte gang i de politiske og administrative initiativer, som er en forudsætning for, at Grønland får styr på arkiveringen.

- Kun herigennem kan det grønlandske samfund dokumentere sin historie, og det bør enhver stat med respekt for sig selv være i stand til, slutter Hans P. Steenfos.

Poul-Erik Philbert

**Kontakt: Hans P. Steenfos, steenfos@mail.dk  
og Jørgen Taagholt, jt@arktisk.dk**

**Rapporten kan fås ved henvendelse til forfatterne.**

# Tsunamiens visitkort

**For 8000 år siden fandt et kolossalt undersøisk jordskred sted i Nordatlanten. Geologerne har fundet tydelige spor efter den efterfølgende flodbølge langs mange af Nordatlantens kyster, og senest er den enestående hændelse registreret i Nordøstgrønland.**

Et kolossalt undersøisk jordskred, som dækkede et område på omkring det dobbelte af Danmarks samlede areal, udløste for godt og vel 8000 år siden den største flodbølge i Nordatlanten siden sidste istid. Mindre end en time senere rasede de almindelige småbølger på 10-20 centimeters højde som en 20 meter høj flodbølge ind gennem de lavvandede, smalle fjorde langs blandt andet Norges kyst. Mange små stenalderbeboelser må være blevet skyllet i havet med folk og fæ.

Vores viden om den undersøiske lavine, der har fået navnet Storegga-skredet, stammer fra de mange geologiske undersøgelser i Nordatlanten, som er sat i gang i forbindelse med olieeftersøgningen. Geologerne er desuden stødt på tydelige spor efter flodbølgen mange steder langs kysterne

i Norge og Skotland, på Shetlandsøerne og Færøerne. Det har givet et godt billede af den voldsomme naturbegivenhed og har gjort forskerne i stand til at fastslå, at skredet og flodbølgen må have fundet sted for mellem 8170 og 8030 år siden.

## Tre flodbølger i rap

Det seneste fund fra Storegga-skredet er blevet gjort i Nordøstgrønland, hvor geologerne Ole Bennike fra GEUS, De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland, og Bernd Wagner fra Køln Universitet i 2003 på bunden af en sø på Geographical Society Ø fandt aflejringer, som de er sikre på stammer fra flodbølgen.

- Det var lidt af et tilfælde, at vi stødte på aflejringer fra



Foto: Ole Bennike.

Aflejringer fra den store tsunami i Nordatlanten for 8000 år siden blev nærmest fundet ved et tilfælde, da et forskerhold i 2003 fik lejlighed til at hente borekerner op fra et par små søer på Geographical Society Ø.

Kortet over Nordatlanten viser, at Storegga-skredet dækkede et område på omkring det dobbelte af Danmarks samlede areal. De grå prikker viser, hvor geologerne har fundet aflejringer, der stammer fra den voldsomme tsunami, som skredet udløste.

Storegga-skredet, fortæller Ole Bennike. Vi havde været på togt med det tyske forskningsskib Polarstern til Store Koldewey syd for Danmarkshavn for at samle borekerner ind til et projekt om regionens klima- og miljøhistorie. Da det planlagte feltarbejde var afsluttet, og vi blev samlet op af Polarstern, fik vi ekstraordinært muligheden for at bore et par kerner på Geographical Society Ø (se kort).

Kort tid før isen lagde sig, borede forskerne en godt 10 meter lang kerne op af en lille sø, som under feltarbejdet blev døbt Loon Lake, fordi seks islommer opmærksomt fulgte arbejdet på afstand. Kernen bestod for størstedelens vedkommende af ler og meget finkornede sedimentter, men indeholdt også et tydeligt lag på omkring 70 centimeter med sand.

- Vi kan underopdele de 70 centimeter i tre lag, alle med et grovere materiale liggende nederst. Det viser os, at flodbølgen er rullet ind over kysten tre gange, og at den hver gang har bragt store mængder lokalt materiale ind og har afsat det tungeste først, efterfulgt af mere finkornet sand. Det er dette mønster, som har overbevist os om, at der er tale om et visitkort fra Storegga-flodbølgen og ikke om for eksempel et

stort lokalt jordskred, fortæller Ole Bennike.

Også kulstof-14-dateringer af muslingskaller peger på, at det med stor sandsynlighed må være flodbølgen i forbindelse med Storegga-skredet, som har afsat de 70 centimeter i kernen fra den nordøstgrønlandske søbund.

Begivenhedens kolossale omfang illustreres af, at en lille tiendedel af sedimenterne på søens bund må være afsat i løbet af en times tid, mens resten af aflejringerne langsomt er bygget op sandkorn for sandkorn, siden området blev isfrit for omkring 11.000 år siden.

Borekernen blev som nævnt hentet op fra bunden af en lille sø. Men på det tidspunkt, hvor flodbølgen rullede ind ude fra havet, var den nuværende sø en del af en havbugt, som lå delvist i læ bag nogle mindre øer. Landhævningen efter istiden har siden løftet den lavning i havbunden, hvor aflejringerne har lagt sig, op på land, så det i dag er en sø 18 meter over havet

### Som tsunamien i 2006

Det undersøiske skred er sket fra kontinentalskråningen og ud i dybhavet. Man må forestille sig, at der på skråningen er blevet opbygget store aflejringer, som er ført fra land og ud i havet. På et tidspunkt er ophobningen af sedimentter blevet så omfattende, at den er blevet ustabil, og et skred – måske i forbindelse med en kæmpestorm – er blevet udløst.

- Det har sikkert været en tsunami i en størrelsesorden som den seneste i 2006 i det Indiske Ocean. Men situationen har selvfølgelig været en hel anden. Der boede ingen mennesker i Grønland og Island, og der har kun været spredte bebyggelser i Norge og Skotland, så selvom mange bopladser må være skyllet ud i havet, er det relativt få mennesker, som har mistet livet, fortæller Ole Bennike.

Bennike mener, at et lignende skred godt kunne ske i dag. Samtidig mener han, at perioden efter Istidens ophør for 11.700 år siden kan have været særlig ustabil, fordi der i forbindelse med isens forsvinden er blevet ført en masse sedimentter ud i havet.

I august-september måned i år vender Ole Bennike og Bernd Wagner tilbage til Nordøstgrønland med Polarstern. Og selvom det ikke er det egentlige formål med deres feltarbejde, håber de to forskere, at der også denne gang bliver tid til at bore nogle sedimentkerner op fra Nordøstgrønlandske søer, så der kan skaffes yderligere dokumentation for flodbølgen efter Storegga-skredet.

Poul-Erik Philbert





Foto: Thorkild Amdi Christensen

# Fra haj til biobrændsel

**Center for Arktisk Teknologi på Danmarks Tekniske Universitet undersøger i øjeblikket om en blanding af fiskefars fra grønlandshajen, alger og spildevand kan bruges som biobrændsel.**

En 150 kilo tung Grønlandshaj *Somnioscus microcephalus* har fundet vej fra den lille nordgrønlandske bygd Illorsuit til DTU i Lyngby. Transporten er foregået i nedfrosset tilstand og med et containerskib. Bag transporten står ph.d.-studerende Marianne Willemoes Jørgensen og en projektgruppe, som skal undersøge, om den store haj kan gøre nytte som biobrændsel til fordel for den lokale energiforsyning i Grønlands yderdistrikter.

## Fra skadedyr til energikilde

Lokalbefolkningen langs den grønlandske kyst har i årevis kendt til den tunge grønlandshaj, der kan veje op til 700 kilo, som en ubrugelig fødekilde. Fisken indeholder enzymet trimethylaminoxid, der i fordøjelseskanalen hos mennesker reduceres til det giftige trimethylaminoxid (TMAO). Ikke engang slædehunde kan tåle kød fra hajarten, og da den samtidig lever af de samme hellefisk, som de grønlandske fiskere er blevet mere og mere afhængige af, har fisken ofte været til stor irritation. Mange betragter den endda som et decideret skadedyr, fordi den bider på fiskernes langliner og fanges som bifangst.

Marianne Willemoes Jørgensens undersøgelser på Center for Arktisk Teknologi på DTU tyder dog på, at hajen kan bruges til noget nyttigt.

- Den indeholder store mængder af fedtstof, og vi fik derfor den tanke, at der her var et potentiale for at udnytte denne energiressource, der sammen med andre organiske spildprodukter muligvis kan anvendes som energikilde til en CO<sub>2</sub>-neutral produktion af biogas til el og varme, siger Marianne Willemoes Jørgensen til Polarfronten.

Hun henviser til, at de foreløbige undersøgelser har givet gode resultater, når fiskefarsen blandes med andre organiske spildprodukter som for eksempel affald fra fiskeproduktionen og sort spildevand (latrin). Det giver også håb om, at projektet kan løse to problemstillinger på samme tid, nemlig at reducere transporten af energiforsyninger til lokalsamfundene og samtidig reducere udledningen af affald til miljøet.

## Ikke for fedt

- Vores foreløbige resultater bygger på undersøgelser foretaget i den tidligere Uummannaq Kommune, som også har støttet vores projekt. Resultaterne viser, at en mulig biogasproduktion af det organiske affald kan dække mellem 10 og 15 procent af det samlede energiforbrug i kommunen. Og det gode ved metoden er, at biogassen kan fremstilles lokalt, og at forbrændingen kan foregå i relativt simple anlæg, som med fordel vil kunne installeres i selv små samfund, siger Marianne Willemoes Jørgensen. Hun fortæller videre om foreløbige positive erfaringer fra andre lande, hvor tilsvarende metoder til udnyttelse af organisk affald har vist sig at være anvendelige til produktion af biogas:

- Næste skridt i vores undersøgelser bliver at teste biogaspotentialitet i praksis. En af udfordringerne bliver at opnå en affaldsblanding, der ikke er for fedt- og proteinholdig. Det vil nemlig medføre, at affaldsblandingen bliver mindre egnet til bioforgasning. Derfor ser vi på, om store alger, som for eksempel søsalat, der jo også findes i store mængder i Uummannaq, kan bruges i produktionen som en kilde til kulhydrat, slutter Marianne Willemoes Jørgensen, der forventer, at der ved udgangen af 2010 vil kunne gives et mere tydeligt og konkret svar på, hvordan man vil kunne udnytte lokal biogas i Uummannaq Kommune.

Tom Christensen

**Kontakt: Marianne Willemoes Jørgensen,  
Center for Arktisk Teknologi, DTU, majn@env.dtu.dk**



Børn i Thule, 1909

Foto: Th. N. Krabbe/Arktisk Institut

Fra Arktisk Instituts arkiv:

## Man byggede en missionsstation

I 1909 sendte Det Danske Missions-selskab og Den Grønlandske Kirkesag et skib til Kap York-distriktet for at etablere missionsstationen *Nordstjernen* ved polareskimoernes boplads Uummannaq ved North Star Bay. Med dette skib var blandt andre Knud Rasmussen, som kendte landet og befolkningen deroppe. Året efter vendte han sammen med Peter Freuchen tilbage, og de oprettede en handelsstation, som Knud Rasmussen kaldte for Thule-stationen. Thule – landet højt mod nord - blev efterhånden betegnelsen for hele det tidligere Kap York distrikt.

Også lægen Thomas Neergaard Krabbe (1861-1936) var med under opførelsen af missionsstationen. Han var

udsendt af det danske sundhedsvæsen for at undersøge polareskimoernes sundhed og behandle eventuelle sygdomme. Krabbe var bosat i Grønland i 11 år i årene 1889-1909 og fotograferede i den periode landet og dets befolkning. I 1929 udgav han bogen *Grønland, dets Natur, Beboere og Historie*, illustreret med 170 af hans fotografier. Han var en dygtig fotograf og hans store, velbevarede glasnegativer er i dag – 100 år efter - stadig af en utrolig god kvalitet.

På rejsen til Thule fotograferede han opførelsen af missionsstationen, landskabet og ikke mindst befolkningen. Krabbe beskrev i sin rejserapport polareskimoerne som 'lykkelige og muntre', og 'øjensynlig i besiddelse af stor Intelligens og til enhver Tid

imødekommende overfor os danske'. Børnene på billedet er unavngivne bortset fra drengen, der står som nummer tre fra venstre. Han hedder Kalé og er søn af fangeren Ihré og Aleqasina. Ifølge Krabbe var faderen Ihré en ualmindelig alvorlig mand, mens Kalé til gengæld var særdeles munter og fuld af spilopper. Det er let at forstille sig, selvom han og de andre børn ser noget betuttede ud på billedet.

En del af Th. N. Krabbes fotografier ligger på Arktisk Institut og kan ses i [www.arktiskebilleder.dk](http://www.arktiskebilleder.dk). Andre af hans billeder befinder sig på Det Kongelige Bibliotek og i Nationalmuseets etnografiske samling.

Kirsten Klüver

# Losseplads i en istid

**Kangerlussuaq danner rammen om undersøgelser, der skal føre til opførelsen af et depot til radioaktivt affald i Sverige.**

**Årsag: klipperne, permafrosten og isranden i området ligner de forhold, som Skandinavien forventes at få under den næste istid.**

Vi ved ikke, hvornår den kommer, men sikkert er det, at den kommer: den næste istid. Og går det som under den seneste istid, vil store dele af Nordeuropa blive dækket af et kilometerdybt lag is, som vil få undergrunden til at knirke og knage. Har man i forvejen planer om at deponere mange tons højradioaktivt affald i kilometerlange gange under jorden, er det essentielt at vide, hvordan en kommende gigantisk iskappe vil påvirke grundfjeldet og omgivelserne.

## Firmaet Svensk

Kärnbränslehantering AB (SKB) er ved at udarbejde en deponeringsplan til 110 milliarder svenske kroner, og SKB's samarbejdspartnere fra Finland (Posiva) og Canada (NWMO) er ved at gøre det samme. Men før man begynder at bore tunneler ned i den svenske, finske og canadiske undergrund, er der lige nogle tekniske ting, der skal opklares. I dette opklaringsarbejde er isranden ved Kangerlussuaq en vigtig brik.

## En plan for 100.000 år

Landskabet ikke langt fra lufthavnen i Kangerlussuaq i Vestgrønland minder i høj grad om de forhold, man kan forvente at finde langs en fremtidig isrand i Sverige og Finland. Derfor har et hold internationale eksperter valgt at bruge dette område som typeeksempel på, hvordan der vil se ud i det centrale Skandinavien ved afslutningen af en ny

istid. Om valget af Kangerlussuaq siger en af projektdeltagerne, seniorgeolog i GEUS Knud-Erik Klint:

- Området i Vestgrønland er superideelt, fordi det ligner de områder i Sverige og Finland, hvor den fremtidige affaldsdeponering skal ligge. Urfjeldet er båndet gnejs, samme slags bjergart som ved de kommende depoter. De sprækker og forkastninger, som vi ser i de grønlandske bjergarter ved Kangerlussuaq, er også sammenlignelige med de svenske. Desuden findes der i forvejen en masse tekniske data om for eksempel permafrost og klimaforhold. Og så er der hele det logistiske. Det er væsentlig billigere at køre en lastbil ind med grej frem for at hyre en helikopter.

Det overordnede mål med undersøgelserne er at finde ud af, hvordan en istid kan forventes at påvirke et stort depot med radioaktivt affald. Depotet skal have en levetid på 100.000 år. Til den tid vil strålingen fra affaldet være reduceret til det niveau, som findes i naturens egen uranmalm. Men forinden er der en lang række naturlige processer, som måske kan få indflydelse på affaldet, selvom det er gemt væk 500 meter under jorden. Knud-Erik Klint spår om fremtiden:

- Gennem en periode på 100.000 år vil der være klimaændringer, istider og jordskælv. I forbindelse med istidene kan der opstå en iskappe, der er



flere kilometer tyk. Vægten af en sådan iskappe er så stor, at den både vil skabe jordskælv og presse det centrale Skandinavien ned. Når istiden slutter, og isen smelter, vil i første omgang havet oversvømme landområdet. Men efterhånden som tiden går og vægten fra isen er væk, vil landet hæve sig, og havet trække sig tilbage. Det er sporene fra disse begivenheder, der kan give problemer i en fjern fremtid.

## Sprækker: vandets motorveje

Et af de store spørgsmål drejer sig om, hvad der vil ske, hvis affaldscyklindrene tæres og begynder at lække. Derfor er det altafgørende at finde ud af, hvor dybt ned permafrosten går, hvordan grundvandet bevæger sig, samt hvor mange og hvor store sprækker, grundfjeldet er fragmenteret i.

Permafrosten trænger ned i under-



Grundfjeldets indhold af sprækker er altafgørende for, hvordan grundvandet bevæger sig. Billedet viser et utal af tætliggende lodrette og vandrette sprækker i en klippe ved Kangerlussuaq.

En af grundene til at geologerne har valgt Kangerlussuaq er, at grundfjeldet her består af båndet gnejs. Det er den samme bjergart, de kommende svenske og finske depoter skal ligge i.



Fotos: Knud-Erik Klint, GEUS.

grunden i varierende omfang. Nogle steder drejer det sig kun om få meter, andre steder kan frosten lægge sig helt ned i 1500 meters dybde. Ligger permafrosten som et låg over grundvandet i et større område foran isranden, vil det betyde, at grundvandet strømmer væk og først dukker op til overfladen fjernt fra isen, hvor låget er væk. Dermed kan en eventuel læk bevæge sig bort fra kildeområdet. En væsentlig pointe er desuden, at grundfjeldet er gennemskåret af en stor mængde sprækker, som grundvandet strømmer i. Hvor hurtigt vandet strømmer, afhænger blandt andet af, hvor mange og hvor store sprækkerne er.

Undersøgelserne begyndte sidste år og fortsætter frem til 2012. I den kommende felt sæson skal der bores tre skrå borer foran isranden: En der skal gå ind under en sø, en tæt på is-

randen og en ved selve isranden. Det er korte borer, der skal nå ned til en dybde på et par hundrede meter. Erfaringerne fra disse borer skal bruges næste år til en boring til 500-700 meters dybde. Resultaterne vil vise, hvor langt ned i grundfjeldet, permafrosten befinder sig, og hvordan vandet strømmer i sprækkerne i undergrunden. Knud-Erik Klint siger:

- For at kunne følge vandets vej fra isranden og videre ud i omgivelserne, vil vi analysere vandets kemiske sammensætning, og det kan komme på tale at benytte uskadelige sporstoffer. Det er nemlig vigtigt at understrege, at vi hverken bruger miljøskadelige eller radioaktive stoffer i vores arbejde ved Kangerlussuaq.

Uffe Wilken

**Kontakt: Knud-Erik Klint, GEUS,  
kesk@geus.dk**

## Faktaboks

Svenske planer går ud på at opføre et depot, der kan håndtere det radioaktive affald fra kernekraftværkerne i Sverige. Ifølge svenske undersøgelser vil det være langt det sikreste at opbevare affaldet dybt nede i grundfjeldet. Derfor opererer firmaet SKB med at bygge anlæg cirka 500 meter under jorden.

Depoterne skal ligge i nærheden af kernekraftværkerne for at minimere transportvejen mellem kraftværk og depot. Det er planen, at det radioaktive affald deponeres i kobbercylindre i lodrette huller i minegangenes gulve. Mellem cylinderne og klippen fyldes der op med lermineralet bentonit, som opsuger vand og derefter virker som en form for blød cement. Man bruger kobber og bentonit, fordi begge materialer er fleksible og ikke vil gå i stykker i tilfælde af jordskælv. Der vil blive plads til 6000 cylindere, svarende til 60 års affald fra de svenske værker i Forsmark, Ringhals og Oskarshamn.

# Bedre komfort til turisterne

**Danske og tyske arkitekt- og ingeniørstuderende står bag både originale og konventionelle bud på nye turisthytter, der skal honorere det stigende antal turisters krav til komfort i Grønland.**

Den voksende turistindustri i Grønland betyder, at der bliver større og større behov for faciliteter. I området omkring Sisimiut er der en vandrerute mellem Kangerlussuaq og Sisimiut. Der er Arctic Circle-ruten, som blandt andet bruges til det årlige 160 kilometer langrendsløb. Og der er slæderuter.

Om sommeren er det vandreture, der tiltrækker turisterne, og om vinteren er det især hundeslædeture. Men hvor man tidligere mest så vandreturister, der kun forventede basale fornødenheder i overnatningsstederne, er der i dag flere 'luksusturister', som forventer helt andre faciliteter. Derfor skal der både tænkes i luksushytter eller hyttehoteller til velbetalende turister og mere basale hytter til vandrefolket, som er i Grønland for at opleve naturen helt ind på kroppen.

## For både lystfiskere og skiløbere

I Sisimiut mødtes sidste sommer to hold studerende fra henholdsvis Center for Arktisk Teknologi i Danmark og Institut for Arkitektur og Produktdesign ved Münchens Tekniske Universitet. Begge hold er i gang med projekter til udvikling af turisthytter i arktiske områder. Danskerne er ingeniørstuderende og tyskerne er arkitekt- og designstuderende, så de har hver deres indgangsvinkel til måden at løse opgaven på.

Både Sisimiut Kommune og turisterhvervet i byen er interesseret i få etableret nogle gode hytter, som kan tiltrække flere turister til området. Man har planer om at lægge hytter langs med Arctic Circle-ruten med en dagsmarch afstand mellem hver hytte. I samme område overvejes det også at placere et hotel. Man vil gerne tiltrække nogle af de turister, som kommer med krydstogtskibe til Kangerlussuaq, og få dem til at standse op i Sisimiut på vejen. Skiture til Grønland for folk som gerne vil prøve noget lidt mere ekstremt end Norden og Alperne er også et potentiale, som ikke er opdyrket endnu. Lystfiskeri langs kysten er en anden gren af turistindustrien, og her kunne der godt bruges 6-8 velfungerende hytter til overnatning som erstatning for de gamle fangsthytter, der i dag er eneste overnatningsmulighed.



Studerende fra Danmarks Tekniske Universitet har tegnet forslag til flytbare og vedligeholdelsesvenlige hytter, der kan kombineres i moduler.

Hytterne skal indeholde sovepladser, fællesrum, tørrerum, køkken og toiletfaciliteter. Der skal tænkes på indeklimaet og på tre væsentlige problemer, nemlig vand, energi og affald. Vedligeholdelsen skal være let, energiforsyningen enkel og gerne noget, man kender til i forvejen.

Nøgleordet for de tyske studerende er mikroarkitektur. De gør dermed en dyd ud af at benytte få, lette, flytbare og genanvendelige materialer. Filosofien er, at der sker så lille en påvirkning af det omgivende miljø som muligt, og at det gøres med elementer, som let kan fjernes igen.

Instituttet ved det tekniske universitet i München har tidligere lavet projekter i Antarktis i samarbejde med Alfred Wegener Institutet i Bremerhaven. Denne gruppe havde allerede færdiglavede projekter med hjemmefra. Deres hytter baseres på præfabrikerede letvægts-elementer, som skal transporteres til Grønland med skib.



Foto/design: Brian Hurup-Felby, Jonas Vendel Jensen og Thomas Mandrup.

## Tradition og fornyelse

De tre danske ingeniørstuderende derimod brugte sommeren til at undersøge forholdene i området og tale med de relevante samarbejdspartnere. Deres forslag går på at lave hytter, som kan kombineres i moduler, så man kan starte i det små og senere udvide hytternes kapacitet ved at tilføje et ekstra modul. De skal være nemme at flytte og vedligeholde. De kan være lavet af træ, som er det materiale, man har benyttet i årevis, eller eventuelt af glasfiber, som også er et velkendt materiale i Grønland.

De foreslår også, at man kombinerer alternative, bæredygtige energiformer med den traditionelle petroleumsbrænder. I det ekstreme klima er forsyningssikkerheden vigtig, og det vil derfor være alt for risikabelt udelukkende at basere hytternes energiforsyning på alternativer som solfangere, brændselsceller eller biogas.

Affaldshåndteringen skal også løses ved for eksempel at lave biogas af det komposterbare affald og tage resten af affaldet med, når man forlader hytterne. Vandforsyningen udgør det mindste problem, da der stort set altid vil kunne hentes frisk vand fra en nærliggende sø eller vandløb om sommeren og smeltes sne om vinteren. Det er der ingen grund til at lave avancerede teknologiske løsninger ud af.

De danske studerende har udarbejdet ti forslag til hytter spændende fra en mere traditionel træhytte til en futuristisk hytte i glasfiber og aluminium. Alle kan udvides i moduler, og energiformerne kan efter ønske kombineres i alle forslag.

Vibeke Sloth Jakobsen

**Kontakt: Arne Villumsen, Danmarks Tekniske Universitet, av@byg.dtu.dk og Nadine Zinser, Technische Universität München, Nadine.zinser@lrz.tu-muenchen.de**

# Blåt polhav – eller blåøjet optimisme?

Måske tegnes der et lidt for rosenrødt billede af muligheden for sejlads på et isfrit Arktisk Ocean i fremtiden? En forsker har set de forjættende forudsigelser efter i sømmene.

I september 2008 var der - for første gang siden satellitobservationerne af den arktiske havis begyndte for 30 år siden - mulighed for gennemsejling af både Nordvest og - Nordøstpassagen på en og samme tid. Det gav anledning til en del optimistiske overskrifter i medierne: nu var det bare et spørgsmål om tid, før isen ville være smeltet så meget, at verdenshandelen kunne omlægge søruterne gennem de arktiske farvande.

## Men holder det nu vand?

Seniorforsker ved Danmarks Institut for Internationale Studier (DIIS), Svend Aage Christensen, har kigget det glade budskab efter i sømmene, inspireret af den canadiske forsker Frédéric Lasserres nylige gennemgang af forholdene i området. Og han maner til besindighed.

For selv om der igennem nogle få uger i 2008 var åbent - ikke isfrit - vand hele vejen rundt om det polare isdække, tyder intet på, at Polhavet som sådan vil være isfrit inden for dette århundrede. De globale klimamodeler viser nemlig, at det kun vil være en kort periode midt på sommeren, hvor der vil kunne opleves et isfrit Polhav.

Samtidig må man huske, at drivis også fremover vil kunne forsinke skibsfarten i området, og at afsmeltning fra Grønlands Indlandsis til stadighed vil skabe isbjerger, der betyder lavere hastighed og omveje for skibene.

## Store præmier og lav vanddybde

'Den Nordlige Sørute' er den russiske betegnelse for et antal sejlruiter langs den russiske nordkyst fra Karastrædet i vest til Beringstrædet i øst. Heroverfor har vi 'Nordøstpassagen', der bredt betegnet er ruten mellem Nordatlanten og Stillehavet nord om Rusland. Og 'Nordvestpassagen', der går den modsatte vej nord om Canada.

Men man må spørge, om nordruterne egentlig er mere bekvemme end de sædvanlige sejlruiter? Og om det økonomisk kan svare sig for rederierne at bruge dem?

Det er en almindelig udbredt opfattelse, at de nordlige ruter mellem Europa og Asien er kortere og hurtigere end ruterne gennem Panama-kanalen og Suez-kanalen. Lasserres beregninger må imidlertid kølne de hedeste forventninger. For store variationer i isdækket vil også de kommende år betyde, at man ikke skal nære de store forhåbninger til især transittrafik og containerfart, hvor tidsfaktoren spiller en rolle, og hvor skibene er afhængige af havnefaciliteter undervejs i tilfælde af uheld.

Tager man derudover de høje forsikringspræmier og begrænsninger i rutevalget som følge af til tider ret små vanddybder i betragtning, vil der ikke



Foto: Magnus Elfenber

## Isen og den videnskabelige kultur

blive hverken megen tid eller penge at hente, som situationen i Polhavet tegner sig det næste århundrede.

Derimod er der bedre odds for den lokale skibstrafik, dvs. krydstogter og destinationstrafik, der betjener lokalsamfundene eller har at gøre med ressourceudvinning. Den lokale intra-arktiske transport, der varetager diverse behov for befolkningerne i Arktis, forventes da også fortsat at vokse i de kommende år.

Jane Benarroch

Læs mere på DIIS' hjemmeside på adressen: [www.diis.dk/sw73691.asp](http://www.diis.dk/sw73691.asp)

Med de sensationelle nye målinger af metanudslip fra tundraen ved forskningsstation Zackenberg (se Polarfronten nr. 4/2008) i Nordøstgrønland, som har været bragt i det estimerede internationale tidsskrift *Nature*, er endnu en lille, men vigtig brik i vores forståelse af kilderne til drivhusgasser lagt.

Disse nye tal siger ikke kun noget om teknisk snilde, genialitet og forskningssamarbejde på højt internationalt niveau. De siger i lige så høj grad noget om, hvor vigtigt det er at sætte fokus på den naturvidenskabelige forskningskultur og dermed dens dominerende kulturelle opfattelser. For nye erkendelser kommer ikke kun med bedre måleudstyr og flere bevillinger. En diskussion af den videnskabelige kultur rummer i sig selv potentialet for videnskabelig udvikling. Og for polarforskningen er opfattelsen af is central. Lad mig give to eksempler på, at den videnskabelige opfattelse af is har spændt ben for videnskabelig erkendelse.

En meget udbredt opfattelse af is er, at den lægger sig som en kold dyne hen over Arktis og sætter naturen i dvale. Måske derfor lukker Zackenberg om vinteren – naturen er jo alligevel på standby så at sige. Det overraskende ved forskningsresultaterne er således ikke, at der er målt metanudslip om vinteren, men at man har afholdt sig fra at foretage disse målinger tidligere. Naturligvis kan der være flere forklaringer på det ud over opfattelsen af is. En af dem kan være, at forskerne skal hjem til deres universiteter for at undervise og administrere. Forskningskulturen, og hvad der er

videnskabeligt muligt, hænger nemlig også tæt sammen med universitetskulturen og de rammer, som gives her.

Det andet eksempel stammer fra 1977, hvor den internationale hvalfangstkommission (IWC) ønskede at stoppe fangsten af grønlandshvaler i Nordalaska, fordi bestanden angiveligt var faldet fra 12-18.000 i 1950 til mellem 600 og 1.800 i 1977. Fangerne protesterede højlydt og kritiserede biologerne for kun at tælle de hvaler, der trak gennem renderne i isen. De mente, at hvalerne også trak under isen. Det forholdt biologerne sig selvfølgelig kritisk til, da hvaler jo skal op til overfladen for at ånde. Biologerne opfattede isen som et låg. Den lokale viden og det lokale pres på videnskaben gjorde dog, at biologerne med tiden inkluderende tællinger under isen, hvor de overraskende nok fandt masser af hvaler og derfor – efter mange års forskning - måtte opskrive bestandsstørrelsen til 7.500 i 1991. Forbuddet mod hvalfangst blev også ophævet. Samarbejde med lokale kan således udfordre de videnskabelige grundantagelser og i nogle tilfælde fremme de videnskabelige genembrud.

IPY har givet rigtige gode muligheder for at øge forskernes viden om de arktiske forhold. Men vigtigst af alt så har IPY fremmet dialogen mellem forskere på kryds og tværs af fagligheder samt mellem forskere og de arktiske lokalsamfund. Disse dialoger skal vi værne om, da de rummer kimen til nye videnskabelige (selv)erkendelser.

**Kontakt: Frank Sejersen, lektor,  
Afdeling for Eskimologi og Arktiske Studier  
Københavns Universitet  
sejersen@hum.ku.dk**

# KORTNYT

## Hockeystaven knækket

Den såkaldte Mann-kurve - eller 'hockey stick'-kurven - der viser udviklingen af den nordlige halvkugles overfladetemperatur igennem de seneste 600 år, holder ikke som tidligere antaget, viser ny forskning fra Danmarks Klimacenter. Ifølge klimaforsker Bo Christiansen betyder det dog ikke, at vi kan aflyse den menneskeskabte drivhuseffekt. Blot er grundlaget blevet mere nuanceret.

Det vakte stor opsigt, da Michael Mann og flere andre i 1998 offentliggjorde kurven, der viser en stabil, næsten konstant temperatur de første fem århundreder, for efter 1900 at blive afbrudt af en brat stigning. Forskerne mener nu, at det flade stykke på hockeystaven er for fladt, og at de tidligere rekonstruktioner undervurderer styrken af de naturlige klima-variationer. Desuden indeholder metoderne et stort element af tilfældighed.

Foto: Magnus Elander



## Grønland på gulvet

Et kæmpemæssigt væg-til-væg tæppe med det geologiske kort over Grønland pryder den store, nye konferencosal på Hotel Arctic i Ilulissat. Tæppet fortæller en lang og spændende historie om Grønlands geologi, og det er den erfarne, nu pensionerede, geolog Niels Henriksen fra De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS), som har givet råd og vejledning til forenkling af geologien, så tæppet gengiver de geologiske forhold så nøjagtigt som muligt. Geologiske kort viser hvilke bjergarter, der findes i naturen. På det 12 x 17 meter store tæppe er kortet, der er tegnet af designer Michella Ahm, dog en forenklet udgave af GEUS' grønlandskort.

## Miljøgifte stadig et problem

En ny rapport fra Danmarks Miljøundersøgelser, Århus Universitet, bekræfter, at traditionel grønlandsk kost er forurenset med store mængder af miljøgifte. Der er fundet høje niveauer af cadmium, kviksølv og selen, svært nedbrydelige organiske forbindelser som PCB, DDT, kloraner, klorbenzener, dieldrin, toxafen og bromerede flammehæmmere i væv fra hvalrosser og sæler. Langt hovedparten af miljøgiftene stammer ikke fra grønlanderne selv, men bæres til Arktis fra fjerne egne og optages blandt andet i havet, hvor især de store havpattedyr lider under forureningen.

## Antarktis bliver varmere

Antarktis bliver ikke koldere, som det ofte forlyder. Tværtimod er temperaturen på kontinentet steget og steget gennem de seneste 50 år. Det fastslår et forskerhold i en nylig publiceret artikel i tidsskriftet Nature. For nok opvarmes Antarktis ikke i samme hast som eksempelvis Arktis, og selv om dele af kontinentet bliver koldere, stiger temperaturen som helhed over det sydlige polarområde. Til grund for den nye påstand ligger data fra permanente vejrstationer og satellitmålinger over hele Sydpolen i perioden 1957-2006.

## Krabbebestand på fremmarch

Det går fremad for krabbebestanden ved Sisimiut. Det fastslår Grønlands Naturinstitut og forklarer det blandt andet med faldende fangster gennem en årrække. Ifølge instituttet har de tidligere høje kvoter og deraf følgende høje fiskeritryk været årsag til den observerede nedgang i bestanden. Man anbefaler derfor, at de positive erfaringer fra Sisimiut kan overføres til andre forvaltningsområder. Derudover anbefales det at indføre en generel fiskerisæson fra ultimo marts til medio juli for samtlige forvaltningsområder. Det vil dels sikre rekrutteringen til bestanden og dels reducere udsnid og dødelighed og dermed sikre en mere hensigtsmæssig udnyttelse af krabberne.



## Atter nyt om børns trivsel

En ny undersøgelse af de 0-14-årige grønlandske børn og deres familier viser, at omkring en tredjedel af børnene har alvorlige vanskeligheder i deres liv. Undersøgelsen, der er lavet af SFI – Det Nationale Forskningscenter for Velfærd i samarbejde med Departementet for Familie og Sundhed, Nuuk, peger på, at børnene er plaget af drillerier, føler sig udenfor fællesskabet og hverken er glade for livet eller for skolen. Mange har også forskellige misbrugsproblemer tæt inde på livet. Omsorgssvigt er en af årsagerne til børnenes vanskeligheder. For eksempel har mødrene kendskab til eller mistanke om, at 5 procent af børnene har været udsat for seksuelle overgreb. Men antallet antages at være større, eftersom 35 procent af mødrene oplyser, at de selv var udsat for seksuelle overgreb, da de var børn. Det skal dog med, at undersøgelsen også tegner et billede af det gode familieliv i Grønland. Det vurderes, at det bedste børneliv leves i Vestgrønland, hvor der er den største andel ressourcestærke familier.

## Nyt fra Polarbiblioteket

**Julie Edel Hardenberg (red.):**

**Move on: en bog om mønsterbrydere.**

**Milik Publishing, 2008. 213 s.**

En række hudløst ærlige beretninger om svigt i barndommen, om at kæmpe for sit selvværd og skabe en tilværelse med anderledes værdier end dem, man er opvokset med. Kunstneren Julie Edel Hardenberg har inviteret en række mennesker til at fortælle brudstykker af deres personlige historier. Fælles for dem er, at de har formået at bryde med de negative sociale mønstre, som har præget deres opvækst.



**Kurt L. Frederiksen: Knud Rasmussen: kongen af Thule.**

**Borgen, 2009. 348 s.**

Knud Rasmussens liv var eventyrligt. Han blev Danmarks store polarforsker, og hans bedrifter gjorde ham til folkehelt. Han stod i spidsen for adskillige polarekspeditioner og grundlagde handelsstationen i Thule i Nordgrønland. Hans indsamling af etnografiske genstande fra Grønland og Arktis, som i dag befinder sig i Nationalmuseet, og hans betydning for Grønlands tilknytning til Danmark, var uden sidestykke. Nu foreligger en gennemgribende revideret udgave af biografien om Knud Rasmussen, som udkom første gang i 1995.



**Henrik Wilhjelm: De nye grønlandere: Grønlands seminarier**

**i det 19. århundrede. Det grønlandske Selskab, 2008. 664 s. (Det grønlandske Selskabs skrifter; nr. 40).**

En skildring af de grønlandske kateketer, deres uddannelse, deres vanskelige placering mellem missionærer og lokalbefolkning, mellem forandring og tradition og mellem kristne dogmer og folketro. I denne bog beskrives kateketernes betydning for overtagelsen af brødrementighederne, for missionsvirksomhederne i yderområderne og for den politiske udvikling i Grønland.



**Tidsskriftet Grønland, Nr. 6, december 2008.**

**Det Grønlandske Selskab.**

Dette nummer af tidsskriftet indeholder blandt andet en artikel om den tyske vejrstation på Shannon øen i Nordøstgrønland, som blev anlagt under 2. Verdenskrig, skrevet af Henning Frederiksen. Eric Steen Hansen giver en beskrivelse af den første systematiske indsamling af laver langs Nordgrønlands kyster, og Jørgen Busch fortæller, hvordan man bliver en god hundeslædekusk.

# Antarktiske brydninger

**Et amerikansk ledet forskerhold har denne sæson slået sig ned omkring Byrd-gletsjeren i Antarktis. Deres undersøgelser kan føre til nye teorier om, hvordan kontinentets højeste og længste bjergkæde blev dannet.**

Den 3.500 kilometer lange bjergkæde, der markerer grænsen mellem Øst- og Vestantarktis, er måske slet ikke blevet presset i vejret af tidligere tiders geologiske forskydninger. Forskere har nemlig fundet indikationer på, at den er reminiscenserne af et forhistorisk plateau. Hvis teorien holder vand, vil det rykke markant ved den hidtidige forståelse af Antarktis' geologiske udvikling og kontinentets glaciologiske historie.

Det har hele tiden været antagelsen, at bjergene dukkede op under Eocene, der indledtes 59 millioner år tilbage og sluttede for omtrent 34 millioner år siden. Og at det er sket ved, at gletsjerne fra den østantarktiske indlandsis, der blev dannet langt senere, trængt begyndte at skære sig igennem landskabet som bulldozere og dermed pressede undergrunden i vejret. I dag baner flere gletsjere sig vej gennem bjergkæden og løber ud i blandt andet Ross-havet og det gigantiske Ross isshelf.

## Vinkler viser vejen

Imidlertid har studier af en af gletsjerne, Byrd-gletsjeren vist, at den sandsynligvis ikke opstod som en gletsjer-gennemskåret dal. I stedet peger data på, at den indledte sit liv som en flod, der er løbet i den modsatte retning - fra vest til øst. De nye teorier hviler blandt andet på studier af levn efter tre store bifloder, der i skarpe vinkler er udgået fra Byrd-gletsjeren i retning med det nuværende øst-vest-løb. Det vil degradere gletsjernes rolle i dannelsen af de dale, der skærer igennem bjergkæden.

Endvidere tyder foreløbige analyser af mineralet apatit fra regionen på, at bjergene opstod mange millioner år før Eocene. Ved at undersøge små spalter i mineralet apatit, der indeholder små mængder uran, kan man fastslå, hvor lang tid de har været om at udvikle sig. Sporingen i minera-



Foto: Ed Stump/The Antarctic Sun



Foto: Audrey Huerta/The Antarctic Sun

lets årer forudsætter dog, at temperaturen nær Jordens overflade har holdt sig relativt kold. Har temperaturen svinget, forsvinder sporet. Apatit kan således bruges til at afsløre ikke bare bjergenes alder, men tilmed den temperatur, de er opstået under.

Lige nu er et syvmandstort forskerhold, ledet af Audrey Huerta fra Central Washington University, i gang med at udtage flere apatit-prøver fra undergrunden omkring Byrd-gletsjeren for at teste plateau-teorien yderligere. Forskerne arbejder ud fra den antagelse, at hvis bjergkæden oprindeligt blev skabt ved at blive presset op, vil analyserne ikke afsløre den store forskel i udviklingsmønstre mellem øst og vest. Hvis analyserne derimod afslører stor variation mellem øst og vest, herunder markant ældre forekomster på den østantarktiske side, taler det for, at bjergkæden blev skabt ud af et plateau med et væld af flodløb.

Uanset resultaterne mener forskerne sig i stand til at slå fast, at gletsjerne har spillet en mindre rolle end hidtil antaget i dannelsen af de dale, som gennemskærer kontinentets længste bjergkæde.

Jane Benarroch

**Kilde: "Challenging Orthodoxy",  
The Antarctic Sun, 19. december 2008**