

suluk

2008 # 04

Tigoriannuaruk!
Tag suluk med hjem!
Your personal copy!

Allanngoriartorneq ilungersunartoq

Silap pissusaata allanngornera Tunup avannaarsuani pinngortitap allanngornerujussuanik malitseqassaaq. Ajournerpaamik pisoqarpat tamanna nunarsuarmi silap pissusaanut sunniuteqassaaq nunarsuarmi allannguutinut »uterartitsinerit« aqutigalugit

Allattut: Hans Meltofte, Morten Rasch aamma Martin Stendel

Nunarsuup kiatsikkiartornera nunani issittumiittuni sakkortunerpaamik malunniutissaaq. Silap pissusaata allanngoriartorneranut najoqutassiani nutaani Issittup ukiut tulliuuttut 100-t ingerlaneranni 8 gradit angullugit kianerulersinnaanera tikkuarneqarpoq. Tunup avannaarsuani Zackenbergi ukiuni qulini ilisimatusarnikkut paasisani takutinneqarpoq, tamanna issittumi pinngortitami pissuseqatigiinnermut annertuumik kingunipiloqassasoq, kingunipiluillu tamakku immaqaa aamma nunarsuarmi silap pissusaanut ilungersunartumik sunniuteqarumaartut. Tamatumunnga pissutaasut pingaarnerit marluupput.

Siullermik Tunup avannaarsuata sioraani imaq nillertoq sakkortuumik kiviortarpoq. Kiviorarneq taanna »imavissuit uummataattut nillertut« taaneqartartoq, nunarsuaq tamakkerlugu immap sarfaanik ingerlatitsisuuvoq taamalu aamma kujataaniit avannaanut

ingerlaartup kissartup ilarujussuanik. Golfip sarfaa Europap avannaata kip-pasissuanik silap pissusaata nerumittuuneranik qulakkeerineqataasoq eqqarsaatigineqaannarsinnaavoq. Kiviorarnerli Tunup avannaarsuata sioraani nillissutsimik immallu sikusarneranik isumalluuteqarlunnarpoq. Kiannerulerpat annikinnerusumillu sikuusalertat pumpi »sakkukillissaaq« taamalu immap sarfai aamma annikillissallutik. Qanoq sakkukitsigilernissaa apeqquataaginnarpoq.

Ilisimaneqanngitsup annertuup aappaa tassaavoq issoq annertoorsuaq Issittumi katersuussimasooq qanoq pisanersooq. Naatsorsorneqarsimavoq nunarsuarmi kulstoffip uumassuilinnut pituttorneqarsimasup 20 procentia issuni qaleriaani tamakkunaniittoq. Kiannerulerpat issoq asiujartulissaaq taamalu kulstoffi kultveiltitit metanitullu iluseqarluni silaannarsuarmut akuliutissalluni, tamannalu sulii kianerulernermik il.il. kinguneqassalluni.

Issittumi pinngortitami pissuseqatigiinnermi pisartut amerlanersaat assigalugit aputip aakkiartornera kulstoffip oqimaatigiissuseqarneranut aalajangiisuullunnarpoq, naasut naajoralerfiat kultveiltip metanillu qeriuannartup silaannarsuullu akornanni aasap ingerlanerani aniatinneqartut qanoq annertutiginerannut aalajangiisuullunnartarmata.

Taamaattumik aputip aakkiartulerfiat tassa naasoqassutsimut uumasooqassutsimullu sunniutit paasineqarnissaannut qitiullunnarpoq, aammali Issittumi silap pissusaata allanngornerata siunissami sunniutissaanut. Aamma taamaattumik aputip aakkiartornera siunnerfeqartumik ilisimatusarfigineqarsimavoq, tamatumani paasisat tulliuuttuni qanimut qimerloorneqassapput.

Silap pissuseqarfii arlallit
Issittoq issittoqarfiup issinnerusortaanut aamma issittoqarfiup issaasan-



■ *Issittup amarua qaqortoq ukiut 30-t matuma siorna Kalaallit Nunaata issinnerusortaani uumasooqqilerpoq piniarianit norskinit qallunaanillu nungunneqareersimalluni.*

■ *Den hvide polarulv genindvandrede i højarktisk Grønland for 30 år siden efter at være blevet udryddet af norske og danske fangstmænd.*

■ *The white Arctic wolf re-immigrated to high Arctic Greenland 30 years ago after being exterminated by Norwegian and Danish hunters.*

■ Aputip siusissukkut kingusissukkulluunniit aanneranut naasut qisuariartarnerat ilaatigut misileraanerit aputaajaanikkut imaluunniit aputilersuinikkut ingerlanneqartarput, taamaaliornikkut misissugassat piffissani assigiinngitsuni aputaariartortarmata.

■ Planternes reaktion på tidlig eller sen snesmeltning undersøges bl.a. ved eksperimenter, hvor man enten graver sneen væk eller skovler sne på, så studiefelterne smelter fri på forskellige tidspunkter.

■ The reaction of the plants to snow melting early or late is being studied in experiments where the snow is either shovelled away or shovelled over, so snow in the test squares melts away at different times.



LARS HOLST HANSEN

nerusortaanut agguarneqartarpoq. Issittoqarfiup issaasannerusortaa naggorissuugajuttarpoq orpigaqartarluni naasoqartarlunilu seeqqut tikillugit portutigilersartunik, issittoqarfiullu issinnerusortaanu taamaallaat naasoqartarluni singerneq tikillugu portutigilersartunik, tamaanilu qaammatit kiannerpaartaanni agguaqatigiissillugu 6 gradit sinnerlugit nalinginnaasumik kiatsigilertanngilaq. Tamatuma saniatigut issittoqarfiup issinnerusortaanu aputikinnerujussuusarpoq. Kalaallit Nunaata kujataani aput nakkartoq avannaarpiarsuani, »puilasuitsoqarfittut silaannalimmi« ukiumut 25 mm-inik nakkaasoqartartumi, nakkartumit 100-riaammik annerusarpoq.

Kitaa tamakkerluni issittoqarfiup issaasannerusortaanut ilaavoq, Kalaallit Nunaata avannaarsua Tunullu avannaarsua taamalu aamma Nuna Eqqissisimatitaaq Avannaarsuaniillunilu Tunup avannaarsuaniittoq issittoqarfiup issinnerusortaanut ilaallutik. Taamaattoqarneranut sinerissap avataani kilometerinik untritilinnik arlalinnik ippertussuseqartunik sikorsuaqarajutarnera pissutaavoq. Sikorsuaqarujussuuartillugu Tunup Avannaarsuani nuna-viup silaannaa panertoq atuuttarpoq, sikorsuaqarpallaartinnagulu sinerissap silaannaa ukiuunerani aputitalerujussuusartoq aasaanerani pujaqarajutaqisoq atuuttarluni. Taamaattumik Tunup sineriaani sikorsuaqassuseq

Tunup Avannaarsuani silap pissusaanut aalajangiisuulluinnartarpoq. 1800-kkut naajartulerenerani Kalaallit Nunaata kitaata sineriaani uuttortaasernerit Danmarks Meteorologiske Institutimik (DMI) aallarnerneqarmatali 1940-p missaa tikillugu kiatsikkiartorsimavoq. Tamatuma kingorna 1965-ip tungaanut piffissaq nillingaatsiartoq atuuppoq taamanerinnillu ullumikkumut sumiiffikuutaartumik kianneruleriartorsimalluni. Ukiuni kingullerni 40-ni kiatsikkiartornera Tunumi annertunerpaasimavoq, tamaani ukiunut qulikkeutaanut ataatsinut 1-2 °C-mik kiannerulersarsimalluni.

Silaannaap gassinik kiatsikkiartortitsisartunik akoqarnerulerinera nunarsuup sinneranut sanilliullugu sikuiutsoqarfini sakkortunerusumik sunniuteqassaaq »uterartitsinerit« assigiinngitsut pissutaallutik, soorlu apummit-sikumit uterartitsinerimik taaneqartartut pissutaallutik. Seqernup qinnguaasa ilarpasui apummit sermimillu avataarsuanut uterartinneqartarput, kiannerulerpalli aput sermerlu annertuneq aakkiartulissapput nunalu saqqummernerulissalluni imarlunniit siuariartulissalluni. Nuna imarlu apummit sermimillu taarnerummata qinngornerit ilaat annertuneq unerartineqalissaaq, tamannalu sulik kiannerulerinermik malitseqassalluni aputip sermillu aakkiartornerisa annertunerulerannik aamma malitseqartumik il.il.. Immap sikua aappat aamma najukkami silap

pissusaa sakkortuumik allanngusaaq, imaanerusalissalluni. Ukiut untritillit uku ingerlaneranni taamatorluinnaq Tunup Avannaarsuani pisoqarnissaa ilimagaarput.

Qaffariaat sakkortoq

Silap pissusaanut najoqqutassiaq suku-miilluinnartoq atorlugu naatsorsuiner-tigut takutinneqarpoq Kalaallit Nunaani 2080-ip tungaanut sumiiffinni apu-taarussimallutillu sikuerussimasuni kias-suseq sakkortoorujussuarmik qaffariasasooq. Ukiut tulluuttut 60-70-it ingerlaneranni Kitaata sineriaa atuarlugu 7-8 gradinik kiannerulernissaa, Tunup sine-riaa atuarlugu 12 gradit angullugit kiannerulernissaa Svalbardillu nalaani 18 gradersuit angullugit kiannerulernissaa ilimagaarput! Kiatsinnerunera annermik ukiuunerani upernaakkullu malunniut-tarpoq, allannguutillu ukiakkut pingaar-tumillu aasakkut annikinnerusarlutik.

Najoqqutassiani sumiiffik tamakker-lugu nakkaasoqarnerulernissaa naatsor-suutigineqarpoq. Kujataani qaffariaat 30 procentit missaanniissasooq Kalaallit Nunaata avannarpassinnerusortaanu nakkaasut 60 procentinik qaffariaate-qarnissaat naatsorsuutigineqarsinnaa-voq – sumiiffiillu ilaanni allaat pinga-soriaammik nakkaasoqarnerulersinnaal-luni. Kiannerulerinera peqatigisaanik tamanna Ilulissanit aamma Ittoqqor-tormiinit kujasinnerusuni sinerik siner-

lugu sumiiffinni tamani siallernerusalissaaq apinikinnerusalissalluni, pingaartumik silapilunnerata nalaanisut siallertigisalerluni.

Upernaakkut aputeqartarnera

Ilisimatusartut amerlanerpaartaat aputaareeraangat naasullu naajoraleruttoraangata Issittumut tikittarput. Taamaalineranili issittup pingortitaani pisartut pingaarnerpaat amerlanersaat qaangiutereersimasarput. Ukiut qulit sinnerlugit Zackenbergimi misissuisarnitsigut takutinneqarpoq issittup isinnerusortaani pingortitami pissuseqatigiinnermut aputip aakkiartulerfiata nalaa pingaaruteqarnerpaasartaq. Aputip aakkiartulerfiata nalaa ingerlarnalu ukiuunerani nakkaasimasunit, anordersuit apummik nussuisarnerannit upernaallu kiassusaanit aalajangiivigineqartarpoq. Pissutsit taakku pingasut tamarmik siunissami malunnaatilerujussuarmik allanngussapput, taakku

Atlantikut avannaani silap pissusaanit Tunullu avannaarsuata sineriaata avataani sikorsuaqassutsimit sunnersimaneqartarmata.

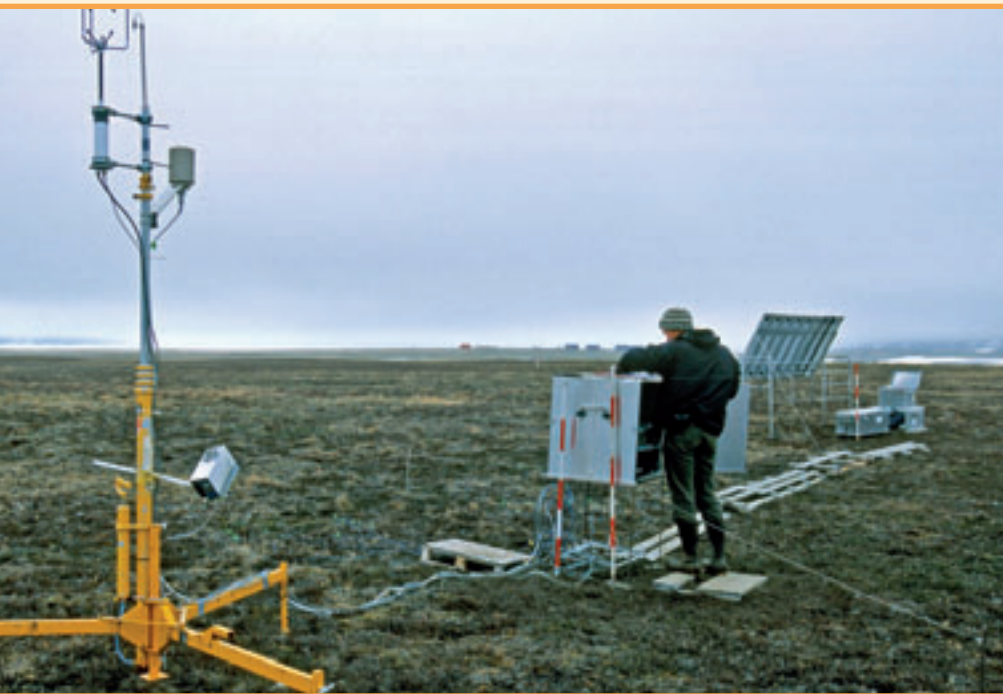
Aputip aakkiartornermini nungunerata nalaa kiassutsimik ilallugu naasut qaqugukkut naajartulernerannut taamalu qaqugukkut sikkeralernissaannut aalajangiisuulluinnartarpoq. Aput aatsaat juunip ingerlanerani seqernup qutsinnerpaaffiata nalaani nungulluni aattarmat naasut qanoq siusitsigisukkut naajartulernissaannut pingaaruteqarluinnartarpoq. Naasut naajartulernerat sikkeralernerallu siusinnerutillugu seqernup sakkortunerpaaffia iluaqutigineqarnerusarpoq. Naasullu sikkeralernissaat siusinnerutillugu naatsiassat siusinnerusukkut inerikkiartorsinnaasarpur. Ukiuni aputip kingusissukkut aaffigisimasaanni naasorpasuaqartarpoq naatsiassanik naammatsillugit ineritaqanngitsortunik.

Taamatutaaq aputip sermillu aannerisa nalaat upernaakkut sullineqassutsimut kiisalu tatsini taseqqanilu uumasoaqassutsimut aalajangiisuulluinnartarpoq, soorluttaaq ukiuni annertuumik aputeqarfiusimasuni timmissat naloraarusillit manniliulersarnerat sapaatip-akunnerinik marlunniit pingasunut kingusinaarsinnaasartaq. Ukiuni tamakkunani piaqqat kingusinnerusukkut tukertarput, taamaallillutillu tukernerminniit sapaatip-akunneri arfiniliinnaat quliinnaallu akornanni qaangiunneranni Atlantikut avannaatigut Europami Afrikamilu ukiivissaminut ingerlaalersinnatik angisuunngornissamut nukituuunngornissamullu piffissakinnerulersarlutik.

Aput umimmaallu

Aputip aannerata nalaa aamma umimmaat nunamik iluaqutiginittarnerannut pingaarutilerujussuuvooq, ukiuuneranili issangertarnera umimqaassutsimut aarlerinartorsioirtitsuulluinnartarpoq. Piffissami Tunup Avannaarsuani pissutsinik ilisimaarinniffigisimasatsinni umimmaat nunap ilarujussuani arlaleriarlutik nungutaangajalluinnartarsimapput nuna naasullu sermerneraneraniit pukammik qallerneqaraangat, taamaallillutimmi umimmaat neriniarsinnaajunnaartarput taamalu perleralersarlutik.

Ukiuunerani nittaalartarnerata annertussusaa taamalu aputip issususaa siunissami malunnaatilerujussuarmik annertuseriassaaq, tamatumali peqatigisaanik upernaakkut kiannerusalissaaq taamalu aakkiartortarneq annertunerulissalluni, taamaattumik pissutsit taakku marluk imminnut nalimmasaavigeqatigiikannersinnaasapput. Aputeqassutsip ukiumiit ukiumut allanngornerulernissaa ilimanaatilerujussuuvooq, taamalu ukiut siusissukkut aputaaruffiusartut ukiullu kingusissorujussuakkut aputaaruffiusartut assigiinngissutaat malunnaateqarnerulissalluni. Ukiuni aputeqarujussuarfiusuni nillertunillu upernaaqartuni naasorpasuit uumasorpasuiullu kinguaassiorsinnaarpiartassanngillat. Tamakku tamarmik kingunerisaannik Tunup Avannaarsuani pingortitaq annertuumik allannguuteqarfiusussanngorpoq, tamatumalu peqatigisaanik sunniutinut aallaavimmik, immap sarfaanut taamalu nunarsuup silaannaanut ilungersunarluinnartumik sunniuteqarsinnaasussanut, pigisaqarluni.



ERIK THOMSEN

■ *Qeriuannartup masarsoqarfiata silaannarsuullu akornanni kultveitimik metanimillu aniatitsineq Zackenbergimi pingaarutillimmik ilisimatusaatigineqarpoq, paasinarsivorlu aputip aannerata nalaa aasap ataatsip ingerlanerani tamakkiisumik aniatitanut pingaaruteqarluinnartarpoq.*

■ *Udvekslingen af kultveilte og metan mellem tundraen og atmosfæren er et vigtigt forskningsområde ved Zackenberg, og det viser sig, at tidspunktet for smeltningen har stor betydning for den enkelte sommers totale »budget«.*

■ *The exchange of carbon dioxide and methane between the tundra and the atmosphere is an important subject for research at Zackenberg, and it turns out that the time when the snow melts has great significance for the individual summer's total »budget«.*



LARS HOUJST-HANSEN

■ Terianniaq Tunup Avannaarsuani kiisortut nalinginnaanersaraat, teriannialli amerlassusaat narlumukaaqassuseq malillugu allanngorangaat-siartarpoq.

■ Polarræven er det hyppigste rovdyr i Nordøst-grønland, men antallet af ræve svinger stærkt med antallet af lemminger.

■ The Arctic fox is the most common predator in Northeast Greenland, but the number of foxes varies, corresponding to the number of lemmings.

Zackenberq

Ilisimatusarfik Zackenberg
Tunup Avannaarsuani Nunami
Allanngutsaaliukkami qiterpasissumik
inissisimaffeqarpoq, tamaanilu issit-
tumi ilisimatusarnerit annertuner-
paartaasa ataqatigiinnerpaartaasalu
ilaat ingerlanneqartarpoq Dansk
Polarcenter, Københavns Universitet,
Danmarks Miljøundersøgelser Århus
Universitetimiittoq Kalaallit Nunaannilu
ilisimatusarfiit, Asiaq aamma

Pinngortitaleriffik, siulersortigalugit.
Zackenberg, Namminersornerullutik
Oqartussanit pigineqartoq Dansk
Polarcenterimillu ingerlatarineqartoq
ilisimatusarfiuvoq nutaaliaasoq katil-
lugit qulinik mikisunik angisuunillu
illutalik namminersaminillu mittarfilik.
Ilisimatusarfik maajip naalerneraniit
septembarip aallaqqaataata missaanut
nalinginnaasumik ammasarpoq.
1995-imiilli ilisimatuunit qallunaanit
nunanillu allaneersunit untritilinnik arla-

linnik amerlassusilinnit Zackenbergip
eqqaani issittup issinnerusortaani
pinngortitami misissuiffigineqarsin-
naasut tamarmik uppersaasorsor-
neqarsimapput. Misissuinerit tamakku
ataatsimoortunngorlugit atuakkamut
'High-Arctic Ecosystem Dynamics in
a Changing Climate – Ten years of
Monitoring and Research at Zackenberg
Research Station, Northeast Greenland'-
imut, Academic Press-imit saqqummer-
sitamut katersorneqarsimalerput.



HENRIK PHILIPSEN

■ Zackenbergimi ilisimatusarfik ukiakkut aperlaami.

■ Forskningsstationen ved Zackenberg i efterårets første nysne.

■ The research station at Zackenberg, here seen in the first new snow of autumn.

Dramatiske forandringer

Klimaændringerne vil medføre store forandringer i Nordøstgrønlands natur. Det kan i værste fald påvirke det globale klima via forskellige »feedback«-mekanismer.

Af Hans Meltofte, Morten Rasch og Martin Stendel

Den globale opvarmning slår stærkest og hurtigst igennem i de arktiske egne. Nye klimamodeller peger på, at temperaturen i Arktis kan stige op til otte grader de næste 100 år. Resultaterne af 10 års forskning ved Zackenberg i Nordøstgrønland viser, at det vil få vidtrækkende konsekvenser for de arktiske økosystemer, ligesom konsekvenserne kan påvirke klimaet på resten af kloden. Det er der væsentligst to årsager til, men for begge gælder, at der er stor usikkerhed om, hvad der vil ske.

Først og fremmest foregår der en voldsom nedsynkning af koldt havvand udfor Nordøstgrønland. Denne nedsynkning, som kaldes »oceanernes kolde hjerte«, driver havstrømmene overalt på Jorden og dermed en stor del af varmetransporten fra syd til nord. Tænk bare på Golfstrømmen, som er med til at sikre det milde klima i Nordvesteuropa. Men nedsynkningen er stærkt afhængig af temperaturen udfor Nordøstgrønland samt af dannelsen af havis. Hvis temperaturen stiger, og der dannes mindre is, vil pumpen gå ned i

»omdrejninger« og havstrømmene dermed aftage. Spørgsmålet er blot, hvor meget den vil svækkes.

Den anden store ubekendte er, hvad der vil ske med de store mængder tørv, som er ophobet i Arktis. Man har beregnet, at 20 procent af verdens biologisk bundne kulstof ligger i disse tørvelag. Når temperaturen stiger, vil tørvten gå i forrådnelse, så kulstoffet frigives til atmosfæren i form af kulveilde og metan, som så yderligere vil forstærke drivhuseffekten, som vil give endnu mere opvarmning osv., osv. Ligesom med de fleste andre økologiske processer i Arktis, er snesmeltningen en helt afgørende faktor for kulstofbalancen, idet vækstsæsonens start i høj grad bestemmer, hvor meget kulveilde og metan, der udveksles mellem tundraen og atmosfæren i løbet af sommeren. Tidspunktet for snesmeltningen er altså en nøgelfaktor i forståelsen af fremtidens effekter af klimaændringerne i Arktis. Den har derfor været genstand for en målrettet forskning, som vi skal se nærmere på i det følgende.

Arktis har navn efter det græske ord for stjernebilledet Store Bjørn – Arktós – nær Nordstjernen. Her er gennemsnits-temperaturen for den varmeste måned under 10-12 graders varme. Arktis opdeles yderligere i en højarktisk og en lavarktisk zone. I den lavarktiske zone er der ofte frodigt med buske og andre planter i knæhøjde, mens der i den højarktiske zone kun er planter i ankelhøjde, og her når middeltemperaturen for den varmeste måned normalt ikke over seks graders varme. Yderligere falder der langt mindre sne i Højarktisk. På sydspidsen af Grønland falder der således 100 gange så meget sne som i det nordligste Grønland, hvor der er »ørkenklima« med ned til 25 mm nedbør pr. år.

Hele Vestgrønland er lavarktisk, mens Nord- og Nordøstgrønland og dermed hele Nationalparken i Nord- og Nordøstgrønland ligger i Højarktisk. Grunden til det er, at Storisen ofte ligger i et flere hundrede kilometer bredt bælte ud for kysten. I perioder med meget Storis er der tørt kontinentalt

klima i Nordøstgrønland, mens der i perioder med mindre Storis er kystklima med meget sne om vinteren og meget tåge om sommeren. Mængden af Storis, der driver ned langs Østgrønlands kyst, er således helt afgørende for klimaet i Nordøstgrønland.

Feedbacks

Klimaet i Arktis og specielt i Grønland er meget variabelt. Siden Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) begyndte målingerne langs den grønlandske vestkyst i slutningen af 1800-tallet, er der blevet registreret en positiv temperaturændring frem til ca. 1940, efterfulgt af en periode med forholdsvis lave temperaturer frem til 1965 og siden hen stadigvis opvarmning frem til i dag. I andre dele af Arktis har der været væsentlig mere opvarmning, så der de sidste 40 år har været temperaturstigninger i størrelsesordenen 1-2 °C pr. tiår i bl.a. Canada, Nordsibirien og Østgrønland.

Menneskeskabte temperaturændringer på grund af den øgede koncentration af drivhusgasser i atmosfæren vil have en større effekt i polarområderne end på resten af kloden på grund af forskellige »feedbacks« (tilbagekoblinger), såsom den såkaldte sne-is albedo

feedback. Sne og is kaster en stor del af Solens stråling tilbage til verdensrummet, men når det bliver varmere, smelter mere af sneen og isen, så jorden eller havvandet kommer frem. Da jord og havvand er betydelig mørkere end sne og is, absorberes en større del af strålingen, som derfor medfører yderligere opvarmning, som så igen smelter mere sne og is, osv., osv. Desuden ændrer lokalklimaet sig meget voldsomt, når havis bliver erstattet af åbent vand. Det er præcis det, vi forventer i Nordøstgrønland i løbet af dette århundrede.

Voldsom stigning

Beregninger med en meget detaljeret klimamodel viser således, at temperaturen i Grønland frem til 2080 vil stige meget voldsomt præcis der, hvor isen og sneen forsvinder. Vi forventer en temperaturøgning i løbet af de næste 60-70 år i størrelsesordenen 7-8 grader langs vestkysten, op til 12 grader langs østkysten og hele 18 grader i Svalbardregionen. Størstedelen af disse temperaturændringer sker om vinteren og om foråret, mens ændringerne er mindre om efteråret og specielt om sommeren.

Modellerne forventer mere nedbør i hele området. Mens der er en øgning på ca. 30 procent i Sydgrønland, kan der forventes 60 procent mere nedbør i de nordlige dele af Grønland – nogle steder endda en tredobling. Sammen med temperaturøgningen betyder det, at der vil falde mere regn og mindre sne overalt langs kysterne syd for hhv. Ilulissat/Jakobshavn og Ittoqqortoormiit/Scoresbysund, især med hyppigere uvejrsmængder.

Forårets snedække

De fleste forskere ankommer til Arktis, når sneen er væk, og planterne står i fuldt flor. Men på det tidspunkt er mange af de vigtigste processer i den arktiske natur for længst forbi. Vores undersøgelser gennem mere end 10 år ved Zackenberg viser, at tidspunktet for snesmeltningen er langt den væsentligste faktor for de højarktiske økosystemer. Tidspunktet og forløbet af snesmeltningen bestemmes af en kombination af vinterens nedbør, stormenes omfordeling af sneen og forårets temperaturer. Alle tre forhold vil ændre sig markant i fremtiden, idet de både er påvirkede af det nordatlantiske klimasystem og af udbredelsen af Storis udfor Nordøstgrønland.



■ Ukiut tamarluinnaasa Zackenbergip kuuatigut marraq, sioqqat ujaraqqallu annertulluinnartut kuugussaasarput. Agguaqatigiisillugu ukiumut 42.500 tonsit ukiumi ataatsimi 130.000 tonsinik annertunerpaaffeqartut. Matumani erngup kuutut annertussusaa uuttortarneqarpoq.

■ Det er voldsomme mængder ler, sand og grus, der årligt skyller ud gennem Zackenbergelven. I gennemsnit er det 42.500 ton pr. år med et maksimum på 130.000 ton på et enkelt år. Her måles vandføringen.

■ Each year, enormous quantities of clay, sand and gravel are washed out by the Zackenberg River. On average, it amounts to 42.500 tons annually, with a maximum of 130.000 tons in a single year. Here, the flow of water is being measured.

THOMAS B. G. BEIG



ERIK THOMSEN

■ *Narlumukaat amerlassusaasa allanngorarnerat teriannissat kiisortullu allat piaqqiorsinnaanerannut pingaarutilerujussuusarpoq. Tamanna aamma uppinnut, ukiuni narlumukaarpassuaqarfiuni aatsaat piaqqiortartunut, atuuppoq. Matumani angutivaaq arnavissamut ulluniittumut narlumukaamik tikiussivoq.*

■ *Svingningerne i antallet af lemminger har stor betydning for ynglemulighederne for ræve og andre rovdyr. Det gælder også sneuglerne, som kun yngler i år med mange lemminger. Her ankommer hannen med en lemming til hunnen på reden.*

■ *Fluctuations in numbers of lemmings have great significance for the breeding opportunities for foxes and other predators. This also applies to the snowy owls which only breed during years with many lemmings. Here, a male brings a lemming to a female on the nest.*

Tidspunktet for snedækkets bortsmeltning kombineret med temperaturerne er helt afgørende for, hvornår plantevæksten kommer i gang og dermed for, hvornår planterne blomstrer. Da sneen først smelter bort i løbet af juni, hvor Solen står højest på himlen, så har det stor betydning, hvor tidligt planterne kommer i gang. Jo tidligere de kan begynde væksten og blomstre, jo mere gavn har de af Solens maksimale kraft. Og jo tidligere, de kan blomstre, jo tidligere udvikles frøene. I år med sen smeltning er der mange planter, der ikke når at færdigudvikle frøene.

Tilsvarende er fremkomsten af flyvende insekter om foråret og livet i

søer og damme også helt afhængige af tidspunktet for sne- og ismeltingen, ligesom vadefuglenes æglægning kan være forsinket i op til 2-3 uger i år med særlig omfattende snedække. I sådanne år klækker ungerne tilsvarende senere, og de har dermed mindre tid til at vokse sig store og stærke, inden de i en alder af kun 6-10 uger skal ud på det lange træk til overvintringsområderne i Europa og Afrika.

Dyb og langvarig sne om vinteren gavner lemmingerne, som bygger deres vinterreder under sneen, så de er bedre beskyttede mod polarrævene. Længden af perioden med et egentligt snedække er således vigtigt for lemmingeres

trivsel. Det er en af forklaringerne på de meget voldsomme variationer i antallet af lemminger fra år til år, som kendes næsten overalt i Arktis.

Sneen og moskusokserne

Tidspunktet for snesmeltingen har også stor betydning for moskusoksernes udnyttelse af landskabet, men tøvejr om vinteren er en alvorlig trussel mod bestanden. I den tid, hvor vi har kendt til forholdene i Nordøstgrønland, er moskusokserne således næsten blevet udryddet flere gange i store dele af landet, når overisninger har »glaseret« landskabet og vegetationen, så moskusokserne ikke har kunnet komme til føden, og derfor er døde af sult.

Mængden af vinternedbør og dermed snedækkets tykkelse vil øges betydeligt i fremtiden, men samtidig vil forårstemperaturerne og dermed afsmeltningen stige, så de to faktorer i nogen grad kan udligne hinanden. Det er meget sandsynligt, at variationen fra år til år i blandt andet snedækket samtidig vil blive betydeligt større, således at der vil blive væsentligt større forskel mellem år med tidlig smeltning og år med ekstremt sen smeltning. Især er effekten af længerevarende tøvejrperioder om vinteren og om foråret en ubekendt faktor, da sneen måske kan smelte bort i perioder, allerede inden foråret indtræffer. Omvendt kan år med store snemængder og et koldt forår forårsage noget nær total mangel på forplantning hos mange planter og dyr. Alt dette betyder, at Nordøstgrønlands – og dermed Nationalparkens – natur går store forandringer i møde.

Forskningsstation Zackenberg

Nordøst- og Nordgrønland udgør sammen med en stor del af Indlandsisen verdens største nationalpark, som er så godt som mennesketom. Forskningsstation Zackenberg ligger centralt i Nordøstgrønland, og her foregår et af de mest omfattende og sammenhængende forskningsprogrammer i Arktis under ledelse af Dansk Polarcenter, Københavns Universitet, Danmarks Miljøundersøgelser og de grønlandske sektorforskningsinstitutio-

ner, Asiaq og Grønlands Naturinstitut. Zackenberg ligger ca. 450 km nord for den nærmeste egentlige by, Ittoqqortoormiit/Scoresbysund, og kun cirka 20 km nord for Siriuspatruljens base i Daneborg. Zackenberg, der ejes af Grønlands Hjemmestyre og drives af Dansk Polarcenter, er en moderne forskningsstation med i alt 10 små og store huse og med egen landingsbane. Stationen er normalt åben fra sidst i maj til omkring 1. september.

Siden 1995 har flere hundrede danske og udenlandske forskere dokumenteret hvert et observerbart hjørne af den højarktiske natur ved Zackenberg. Deres undersøgelser er nu føjet sammen til en helhed i bogen 'High-Arctic Ecosystem Dynamics in a Changing Climate – Ten years of Monitoring and Research at Zackenberg Research Station, Northeast Greenland', som er udgivet af Academic Press.

Dramatic transformation

Climate changes will result in a dramatic transformation of nature in Northeast Greenland. In a worst case scenario, this could affect the global climate through the so-called »global feed-back« mechanisms

By Hans Meltofte, Morten Rasch and Martin Stendel



CHARLOTTE SIGSGAARD

■ Zackenbergimi sulianut tamanut qitiusoq tassaa-voq silasiorfik isumaminik ingerlatitaq, ukioq kaajal-lallugu silap pissusaanut tunngasunik arlalissuarnik nalunaarsuisartooq.

■ Centeret for alt arbejdet i Zackenberg er en automatisk vejrstation, som året rundt registrerer en lang række klimatiske parametre.

■ The centre for all the work at Zackenberg is an automatic weather station that registers a long series of climatic parameters all year round.

The impact of global warming is felt most strongly in the Arctic regions. New climate models indicate that the temperature in the Arctic could increase by up to eight degrees over the next 100 years. The results of 10 years of research at Zackenberg in Northeast Greenland show that there will be far-reaching consequences for the Arctic eco-systems and that these consequences could have a dramatic effect on the climate in the rest of the world. There are two major factors involved.

First and foremost, enormous quantities of cold sea water sink in waters off Northeast Greenland. This sinking, which is called »the cold heart of the oceans«, drives ocean currents all over the globe and is therefore responsible for much of the transportation of warmth from south to north. Think of the Gulf Stream which ensures the mild climate in North West Europe. But the

sinking is highly dependent on the temperature off Northeast Greenland and on the formation of sea ice. If the temperature increases and less ice is formed, the pump's action will slow down and the currents will become weaker. The question is, how much weaker?

The other great unknown factor is what will happen with the enormous amount of peat that is accumulated in the Arctic. It has been calculated that 20 per cent of the world's biologically bound carbon is contained in these peat layers. When the temperature increases, the peat will start to decay releasing the bound carbon into the atmosphere in the form of carbon dioxide and methane. This will exacerbate the greenhouse effect, which will result in even more global warming and so on and so on. Just as with most other ecological processes in the Arctic, melting snow is a decisive factor for

the carbon balance, as the start of the growing season to a high degree determines how much carbon dioxide and methane is exchanged between the tundra and the atmosphere during the summer.

The time when the snow melts is a key factor in the understanding of not only the effects on plant and animal life, but also the effects of future climate changes in the Arctic. The melting snow has therefore been the subject of targeted research and we will subsequently take a closer look at the results.

Several climate zones

The Arctic is divided into a high Arctic and a low Arctic zone. The low Arctic zone is often fertile, with bushes and other knee-high plants, whilst the high Arctic zone only has ankle-high plants. Here, the mean temperature for the warmest month does not usually



rise above plus six degrees. In addition, much less snow falls in the high Arctic. The south tip of Greenland gets 100 times more snow than northern Greenland where there is a »desert climate« with as little as 25 mm of annual precipitation.

The whole of West Greenland is low Arctic whilst North and Northeast Greenland, including the entire National Park in North and Northeast Greenland, is high Arctic. The reason for this is that the sea ice often covers a several hundred kilometre wide belt off the coast. During periods with a lot of sea ice, the continental climate in Northeast Greenland is dry, whilst during periods with less sea ice there is a coastal climate with lots of snow in the winter and a lot of fog in the summer. The amount of sea ice that drifts down past the coast of East Greenland is therefore crucial for the climate of Northeast Greenland.

Feedbacks

From the end of the 1800's, when Denmark's Meteorological Institute (DMI) starting recording data along Greenland's west coast, the temperature increased until about 1940. This was followed by a period with comparatively low temperatures until 1965 and since then, there have been regional increases up to today. Warming over the last 40 years has been greatest in East Greenland, where the tempe-

perature has increased by one to two degrees Celsius each decade.

The increased concentration of greenhouse gasses in the atmosphere will have a greater impact on the Polar regions than the on the rest of the world because of various »feedbacks« such as the so-called snow-ice albedo feedback. Snow and ice reflect a great deal of the sun's energy back into space, but as it gets warmer, more of the snow and ice will melt, exposing ground and seawater. Since ground and seawater are much darker than snow and ice, they absorb a greater part of the sun's energy and this gives rise to further warming, which again melts more snow and ice and so on and so on. In addition, the local climate will change drastically when the sea ice melts and there is open water. This is precisely what we are expecting in Northeast Greenland during the next century.

Severe increase

Calculations using a very elaborate climate model show that the temperature in Greenland up to 2080 will increase drastically, precisely in those areas where the ice and snow disappear. We expect an increase in temperature over the next 60-70 years in the range of 7-8 degrees along the west coast, up to 12 degrees along the east coast and a whole 18 degrees in the Svalbard region! The increase in temperature will predominantly take place in the win-

ter and spring, whilst changes will be milder in autumn and especially in the summer.

The models predict more precipitation throughout the entire area. Whilst there will be an increase of about 30 per cent in South Greenland, 60 per cent more precipitation is expected in the northern part of Greenland – in some places even three times as much. Combined with higher temperatures, this means that there will be more rain and less snow everywhere along the coasts south of Ilulissat/Jacobshavn and Ittoqqortoormiit/Scoresbysund, respectively with more frequent, storm-like showers.

Spring snow cover

Most scientists come to the Arctic when the snow has gone and the plants are in full bloom. But by this time, many of the most important processes in nature in the Arctic have long since finished. Our studies show that the time when the snow melts is by far the most significant factor for the high Arctic ecosystems. The time and progress of the snow melt is determined by a combination of the winter's precipitation, the re-distribution of snow by storms and the spring temperature. All three conditions will change dramatically in the future, since they are affected both by the North Atlantic climate system and by the prevalence of sea ice off Northeast Greenland.



■ *Tatsini taseqqanilu uumasqassutsimut qaqugukkut aputip aannera sunniutilerujus-suusarpoq. Matumani qeriuaannartup masar-soqarfiani taseqqami qaleruallit assigiinngitsut akomanni sunniivigeqatigiinneq misissorne-qarpoq.*

■ *Livet i søer og damme påvirkes stærkt af, hvornår isen smelter. Her undersøges samspillet mellem de forskellige krebsdyr i en dam på tundraen.*

■ *The time when the ice melts has a strong effect on life in the lakes and ponds. Here, the interaction between the various crustaceans in a pond on the tundra is studied.*

The time when the snow cover melts away combined with the temperatures is crucial for the start of plant growth and for the time when the plants bloom. Since the snow doesn't melt until June, when the sun is highest in the sky, it has great bearing how early the plants start growing. The earlier they start growing and blooming, the more they benefit from the full energy of the sun. In years with a late snow melt, there are many plants that do not produce mature seeds.

Similarly, the emergence of flying insects in spring and life in lakes and ponds is completely dependent on the time when the snow and ice melts. The egg-laying of wading birds can be delayed for up to 2-3 weeks in years with particularly widespread snow cover. In such years, the young are hatched correspondingly later and therefore have less time to grow big and strong before, at the age of just 6 - 10 weeks, they must undertake the long migration across the North Atlantic to their winter quarters in Europe and Africa.

Snow and the musk-oxen

The time of the snow melt has also great significance for the musk-oxen's exploitation of the countryside, although periods with thaw in winter are a serious threat to the population. In the period during which we have knowledge of the conditions in

Northeast Greenland, the musk-oxen have almost been eradicated several times in large parts of the country when glaze ice has covered the countryside and the vegetation. This has prevented the musk-oxen from obtaining food and they have starved to death.

The amount of winter precipitation and thereby the thickness of the snow cover will increase significantly in the future, but this factor will, to a certain extent, be counteracted by the higher spring temperatures which will cause a faster snow melt. It is very likely that there will be greater fluctuations from year to year in the amount of snow cover and at the same time there will be a greater variation between years with an early snowmelt and years with an extremely late snowmelt. In years with large amounts of snow and a cold spring there could be an almost total lack of reproduction on the part of many plants and animals. All this means that Northeast Greenland's nature is facing big changes, but it also means that conditions could originate here, that could have dramatic consequences for the ocean currents and thereby the global climate.

Zackenberg

The research station at Zackenberg is centrally situated in the National Park in Northeast Greenland and it is here that one of the most comprehensive and cohesive research programmes in the Arctic is being carried out under the leadership of the Danish Polar Centre, Copenhagen University, the National Environmental Research Institute at Århus University and the Greenlandic sector research institutes Asiaq and the Greenland Nature Institute. Zackenberg, which is owned by the Greenland Home Rule Government and run by Danish Polar Centre, is a modern research station with a total of 10 big and small houses and its own runway. The station is normally open from the end of May until around September 1st.

Since 1995, several hundred Danish and foreign researchers and scientists have documented every observable corner of the high Arctic nature at Zackenberg. Their research has now been collected in its entirety in the book »High-Arctic Ecosystem Dynamics in a Changing Climate – Ten years of Monitoring and Research at Zackenberg Research Station, Northeast Greenland« which is published by Academic Press.