Overvågning af klimaeffekter i Kobbefjord, Vestgrønland

I Arktis slår klimaændringerne tydeligt igennem. Isdækket reduceres, og der er bygder i Grønland hvor vilkårene for fangst på havisen og dermed livsgrundlaget er ændret. Men hvad sker der med dyr og planter på land? Er resultatet øget frigivelse af CO_2 fra organisk materiale som gennem århundreder har ophobet sig i jorden – eller bliver der tværtimod bundet CO_2 i øget plantevækst? Det er spørgsmål som disse, vi forsøger at besvare ved hjælp af Nuuk Basic – et moniteringsprogram, der overvåger effekten i et lavarktisk økosystem. I denne artikel koncentrerer vi os om resultater fra den terrestriske del af delprogrammet BioBasis.

Peter Aastrup,
Katrine Raundrup &
Josephine Nymand

Nuuk Basic er en lavarktisk pendant til Zackenberg Basic, som har kørt siden 1994 i højarktisk Nordøstgrønland. Nuuk Basic omfatter programmerne ClimateBasis, som undersøger klima og hydrologi, GeoBasis, som undersøger fysiske processer i landskabet, MarineBasis, som omfatter biotiske og abiotiske processer i havet/fjorden, samt BioBasis omfattende biologiske processer på landjorden og i ferskvand. Undersøgelserne foregår i et nedbørsområde på 31 km^2 i bunden af Kobbefjord ca. 20 km fra Nuuk (Figur 1). Moniteringsområdet i Kobbefjord ligger relativt tæt på Nuuk. Logistisk set er området derfor lettilgængeligt, når man sammenligner med andre lokaliteter i Grønland, og der er gode muligheder for adgang til området på alle årstider. Det er derfor en attraktiv base for forskningsprojekter.

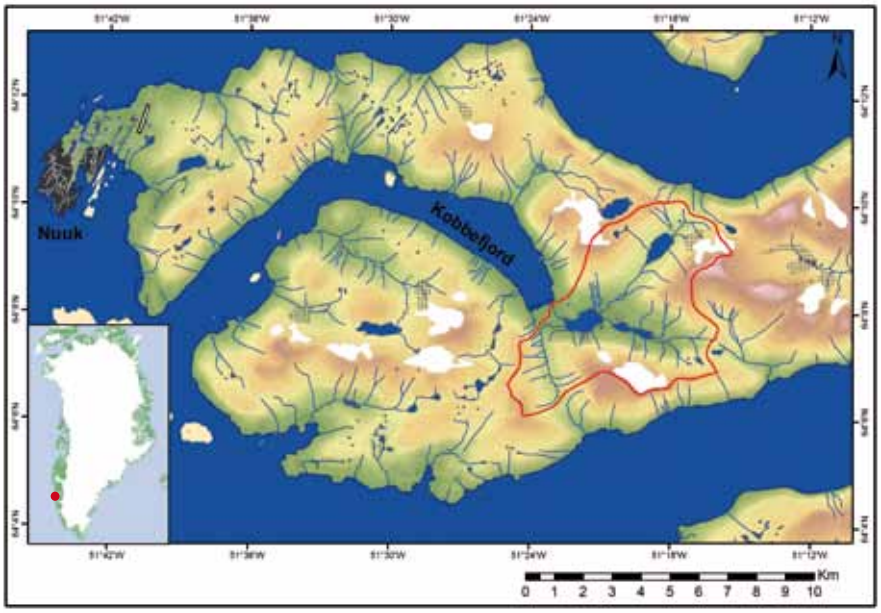
Filosofien bag programmerne er, at man indenfor et afgrænset områder måler på biologiske og fysiske parametre i alle dele af økosystemet. Det nærmeste man kan komme et laboratorium ude i naturen. Vi kan ikke kontrollere de fysiske forhold – men vi kan måle og registrere dem. Vi ved, hvornår sneen kommer og, hvor længe den ligger i området. Vi kender temperatur-, vind- og nedbørsforholdene, som har afgørende betydning for dyre- og plantelivets udbredelse og trivsel. Vi har derfor en unik mulighed for at analysere og koble de indsamlede data med de fysiske forhold fra netop det område vi overvåger.

Nuuk Basic og Zackenberg Basic indgår begge i Greenland Ecosystem Monitoring (GEM), som er finansieret af Miljøstyrelsen og Energistyrelsen via DANCEA midler. Vi har netop taget hul på et nyt 5-årigt program. Nuuk Biobasis gennemføres i tæt samarbejde mellem Grønlands Naturinstitut og Institut for Bioscience, Aarhus Universitet.

Klimaet er lav-arktisk med en årlig gennemsnitstemperatur på -1,4 °C og middelnedbør på 752 mm (1961-90). Området er omgivet af stejle fjelde på op til 1400 m højde. Området besøges ofte af lokale fra Nuuk, som tager på dagstur eller evt. overnatter i båd eller telt. Officielle gæster i Nuuk kommer ligeledes ofte til Kobbefjord på besøg. Derfor har området en vigtig funktion som "udstillingsvindue" for forskning og overvågning af klimaeffekter.

Delprogrammet BioBasis består bl.a. af de elementer, som er angivet i Boks 1. Information om øvrige elementer og dataindsamlingsmetoder kan findes i "Conceptual design and sampling procedures of the biological programme of NuukBasic" /1/.

Sæsonen 2011 var den fjerde indsamlingssæson. Vi har altså en relativt kort datatidsserie, men allerede nu kan vi se, at der er meget store variationer i de klimatiske forhold mellem årene. Perioden med snedække varierer meget mellem årene, hvilket tydeligt illustreres af gennemsnitstemperaturen i maj,



Figur 1. *Undersøgelsesområdet i Kobbefjord ved Nuuk i Vestgrønland.*

som har varieret mellem +3,1 °C i 2008 og -0,5 °C i 2009. Eller sagt med andre ord - vækstperiodens længde er naturligvis afhængig af, om sneen forsvinder i maj eller først er væk i løbet af juni.

Vi vil her præsentere et udpluk af de data, der anskueliggør, hvorledes variationerne viser sig i det terrestriske miljø.

NERO-linjen

Formålet med NERO-linjen er at overvåge plantesamfundenes udbredelse og artssammensætning. Linjen er ca. 3 km lang og krydser 83 zoner af typerne: Dværgbuskhede, sneleje, urteli, kær, krat, *Deschampsia-Juncus*-samfund, søer og damme samt strandeng. Linjen starter 166 m over havet på en nordøstvendt skråning og slutter på den anden side af dalen på en sydvest-vendt skråning 400 m over havet. Zone-grænserne er markeret med metal-rør, og på hver side af zonegrænsen markerer metalpinde centre for hvor der hvert 5. år udføres Raunkjær-analyser. Der er desuden etableret permanente plots for undersøgelse af laver, mosser og svampe. I 2012 skal NERO-linjen undersøges for første gang siden etableringen i 2007.

Fænologi og totaltælling af blomster

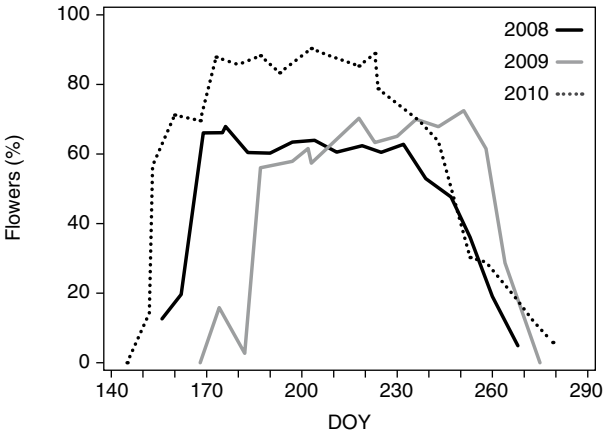
Begrebet "fænologi" henviser til studiet af tidspunkter for årligt tilbagevendende biologiske fænomener. I Kobbefjord har vi særligt fokus på tidspunktet for knopsætning, blomstring og modning af frø hos arterne blågrå pil, kryblyng og tue-limurt. Figur 3 illustrerer hvordan udviklingen af hunblomster hos blågrå pil er forløbet i årene 2008 til 2010. I 2011 blev stort set alle blomster ædt af larverne af sværmeren blågrå jordugle (*Eurois occulta*), og vi har derfor ingen data herfra. Vi har anvendt dagen for hvornår 50 % af det maksimale antal blomster blomstrede som et mål for blomstringstidspunktet. Vi kan se, at der er en forskel på 32 dage mellem tidligste og seneste blomstring indenfor den 3 års periode som tællingerne dækker. Der er ikke registreret en tilsvarende stor forskel i frøsætning. Der er derimod kun 7 dages forskel mellem tidligste og seneste frøsætning. Det ser altså ud til at blågrå pil når at indhente det sene forår – dog med færre end halvdelen af de blomster, der blev sat i året med det tidlige forår (2008). Der var altså stor fleksibilitet i pilens evne til at "modne" frø, men tilsyneladende på bekostning af mængden af frø.

Figur 2. *Hytten i Kobbefjord. Der er overnatningsmulighed for 4 personer, samt køkkenfaciliteter og et mindre laboratorium (foto Peter Aastrup).*

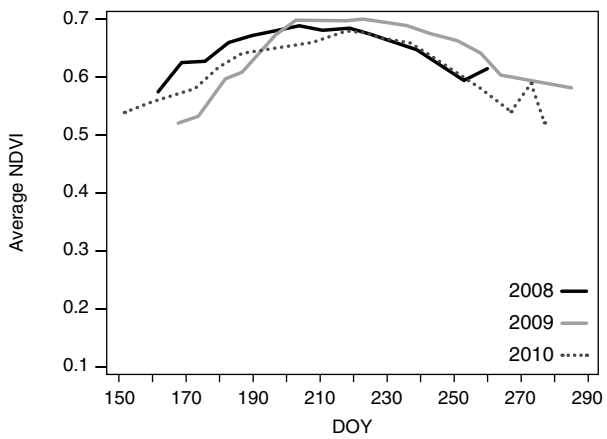
Grønhed i vegetationen (NDVI)

Målinger af vegetationens grønhed, NDVI (Normalized Differential Vegetation Index), bruger vi som mål for plantedækkets frodighed. Indekset giver os mulighed for at vurdere, hvor tidligt plantedækket grønnes om foråret samt hvornår planternes vækst går i stå og bladene begynder at blive brune og falde af i sensommeren. NDVI-indekset er et indeks baseret på forholdet i refleksion af lys i det synlige røde og i det usynlige nær-infrarøde område fra bladenes overflade.

Figur 4 viser NDVI-værdier for blågrå pil i perioden 2008-2010 som funktion af tiden. Tidspunktet for toppunktet varierer med tidspunktet for vækstsæsonens start. Til sammenligning kan det nævnes at NDVI-indekset stort set ikke varierer gennem sæsonen i de næsten vegetationsløse plots med kryblyng og tue-limurt. Disse felter med relativ lav dækningsgrad er imidlertid interessante i forhold til den formodede øgede vegetationsdækning i området som følge af klimaændringerne.



Figur 3. *Udviklingen af hunblomster hos blågrå pil.*



Figur 4. *NDVI indeks for blågrå pil.*

***Figur 5.** Måling af CO_2-flux i et forsøgsfelt hvor vi ved at skygge med hessian simulerer øget skydække (foto Peter Aastrup).*

CO_2-flux

Kuldioxid (CO_2) er en velkendt drivhusgas, og det er derfor interessant at vide, om Arktis fungerer som en kilde til øget CO_2 i atmosfæren eller om kuldioxiden bliver bundet i planter og jord. Det er velkendt, at der i de frosne jorde i Arktis er ophobet store mængder af organisk materiale. Højere temperaturer vil øge omsætningen og dermed forstærke nedbrydningsprocesserne, som vil bidrage yderligere til drivhuseffekten ved at frigive CO_2. Omvendt kan en forøget planteproduktion medføre at der fjernes CO_2 fra atmosfæren. Balancen mellem disse to processer er vigtig. Man bruger betegnelsen CO_2-flux om denne balance. Er fluxen negativ bindes CO_2 dvs. der fjernes CO_2 fra atmosfæren. En positiv CO_2-flux betyder, at der frigives CO_2 til atmosfæren. Resultaterne fra de første års målinger tyder på at der bindes mere CO_2 end der afgives i Kobbefjord. Dette er altså godt i forhold til drivhuseffekten.

I forbindelse med CO_2-flux målingerne har vi oprettet en serie eksperimenter der hhv. øger temperaturen eller øger skyggevirkninger på vegetationen (Figur 5). Data fra disse eksperimenter tyder imidlertid på, at der i et fremtidigt varmere klima med tættere skydække vil være en lavere binding af CO_2 i vegetationen. Det kan derfor betyde at CO_2-fluxen ændres fra at være negativ i dag til at blive positiv i fremtiden. Der vil altså frigives mere CO_2 til atmosfæren, som derved øger drivhuseffekten.

Leddyr

Hver uge i sæsonen indsamler vi leddyr i faldfælder og i vinduesfælder. Indsamlingerne sker i 4 forskellige vegetationstyper og vil på langt sigt give tidsserier, som både fortæller om leddyrfaunaens udvikling med tiden og gennem sæsonerne i de enkelte år. De indsamlede prøver sorteres i øjeblikket, og vi har derfor ikke et fuldstændigt overblik over indholdet i alle fælder i den fulde moniteringsperiode. Vi kan dog allerede nu se, at der er stor variation i antallet af leddyr både i løbet af den enkelte sæson og på tværs af år. Figur 6 tydeliggør dette og viser et eksempel med jagtedderkopper (Lycosidae) fanget i et område med pilekrat. Generelt for begge år er dog, at det totale antal af jagtedderkopper topper to gange i løbet af sæsonen.

Fugle

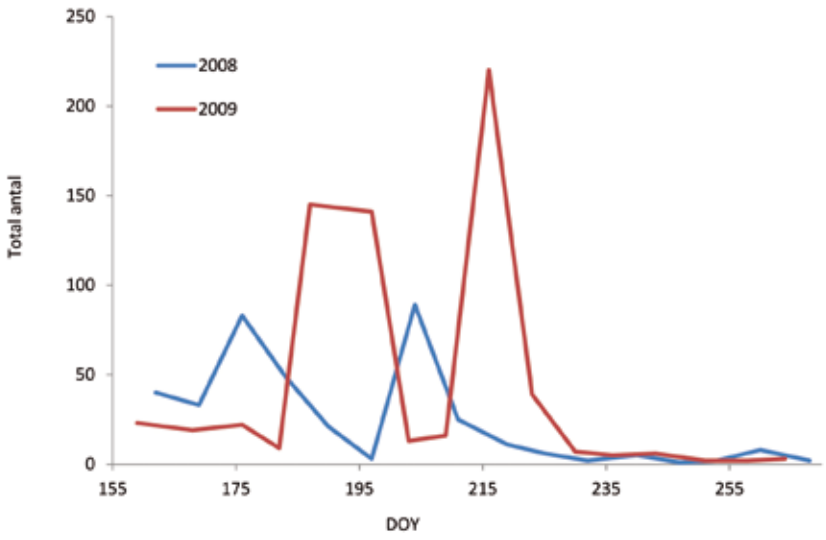
Småfuglefaunaen i Grønland er langt mindre varieret end i Europa. Vi ser normalt kun fire forskellige arter af småfugle i Kobbefjord, og vi forsøger at følge dem alle. Vi tæller individer af snespurv, laplandsværling, stenpikker og gråsisken, og vi registrerer yngleterritorier samt følger redefænologi i de reder vi lokaliserer (primært laplandsværling og snespurv). Redefænologi omfatter tidspunkt for æglægning, antallet af æg, tidspunktet for klækning af unger og tidspunktet, hvor reden forlades (figur 7).

Pattedyr

Undersøgelsesområdet er fattigt på landpattedyr men både polarhare, polarræv og rensdyr forekommer i området. Arterne ses dog kun tilfældigt, men alle observationer noteres.

Afslutning

Overvågningsarbejdet i Kobbefjord er kommet godt i vej siden vi begyndte i 2007. Vi foretager løbende evaluering af arbejdet og resultaterne, men vi har endnu ikke, som i Zackenberg, data fra tilpas lang en periode til at vi for alvor kan foretage tidsserieanalyser. Heldigvis er vi med den nye GEM-strategi sikret finansiering for de næste år og dermed vil vi få mulighed for at styrke grundlaget for sammenligninger mellem vores lavarktiske område, det højarktiske Zackenberg og andre dele af Grønland og Arktis.



***Figur 6.** Antal af jagtedderkopper i faldfælder i indsamlingsfeltet karakteriseret ved blågrå pil. DOY (Day Of Year) er dag på året. 155 svarer til start juni, 195 til midt juli og 235 til slutningen af august.*

Figur 7. *Laplandsværling rede med 7 unger (foto Katrine Raundrup).*

Boks 1. Elementerne i Nuuk BioBasis – det terrestriske miljø.	
Overvågningselement	**Art**
Vegetations transekt, NERO-linjen	Plantesamfund og arter
Plantefænologi	Blågrå pil (*Salix glauca*)
	Kryblyng (*Loiseleuria procumbens*)
	Tue-Limurt (*Silene acaulis*)
Grønhed i vegetationen (NDVI)	Langs NERO-linjen
	I fænologi-felter
CO_2 - Flux	Kontrol
	Øget temperatur i ITEX kamre
	Skygge i hessian-telte
Leddyr	I 4 plantesamfund karakteriseret af hhv. blågrå pil, kryblyng, tuelimurt og smalbladet kæruld
Fugle	Spurvefugle
Pattedyr	Ad hoc

Referencer

/1/ Aastrup P., Nymand J., Raundrup K., Lauridsen T.L., Krogh P.H., Schmidt N.M., Illeris L., Ro-Poulsen H., 2009: Conceptual design and sampling procedures of the biological programme of NuukBasic. NERI Technical Report No. 745. 70s. http://www.dmu.dk/Pub/FR745.pdf

Peter Aastrup (pja@dmu.dk) er biolog, sektionsleder og ph.d. ved Institut for Bioscience, Aarhus Universitet, i Roskilde.
Katrine Raundrup (kara@natur.gl) og Josephine Nymand (jony@natur.gl) arbejder begge som biolog ved Grønlands Naturinstitut, i Nuuk.

Gyllegrisen Øffe...

... er som sædvanlig hurtig på aftrækkeren – han vil under ingen omstædigheder have ulve her til lands. Han gyser ved tanken om at skulle komme i kløerne af sådan én. I øvrigt foreslår han en effektiv grænsebom, der sikrer mod at ulve kommer hertil fra Tyskland.