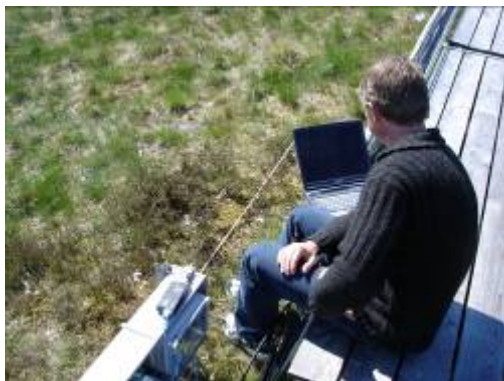


The VKR center of excellence

clima!te

Midtvejsrapport
November 2006

Dansk resumé



CLIMAITE blev igangsat 1. April 2004. Formålet var:

- at etablere et stærkt dansk tværfagligt center bestående af de bedste danske forskergrupper indenfor biologiske effekter af klimaforandringer i terrestriske økosystemer
- at skabe en unik eksperimental forsøgsfacilitet af højeste internationale standard
- at gennemføre 4 års forsøg med forhøjet CO₂, temperatur og ændret nedbør
- at studere effekterne af disse manipulationer.

CLIMAITE er nu næsten 3 år undervejs, og denne rapport opsummerer og vurderer forløbet og status af den første halve periode sammenlignet med målsætningen, og giver nogle perspektiver for den resterende periode og derefter.

Status vedr. etablering og organisation.

CLIMAITE centret er etableret som et samarbejde mellem Risø, KU, KVL og DMU. Centret involverer 15 permanente forskere (professorer, senior forskere og forskere) og 10 teknikere fra de deltagende institutioner. CLIMAITE har igangsat 6 PhD-projekter og har yderligere annonceret 2 PhD projekter og en Post Doc stilling.

Forskningen er organiseret i en række arbejdsområder, som hver er ledet af en seniorforsker/professor. Det tværfaglige samarbejde mellem forskningsområderne sikres bl.a. gennem jævnlige fællesmøder, hvor resultater og aktiviteter diskuteres, og gennem arbejds- og målekampagner på Brandbjerg.

Lederen af arbejdsområderne indgår i en styregruppe, som sammen med centrets leder, Claus Beier, Risø står for den løbende ledelse. Centrets aktiviteter bliver desuden vurderet af en international følgegruppe, som har været samlet 2 gange indtil nu.



Videnskabelige aktiviteter

WP1 – eksperimenterne

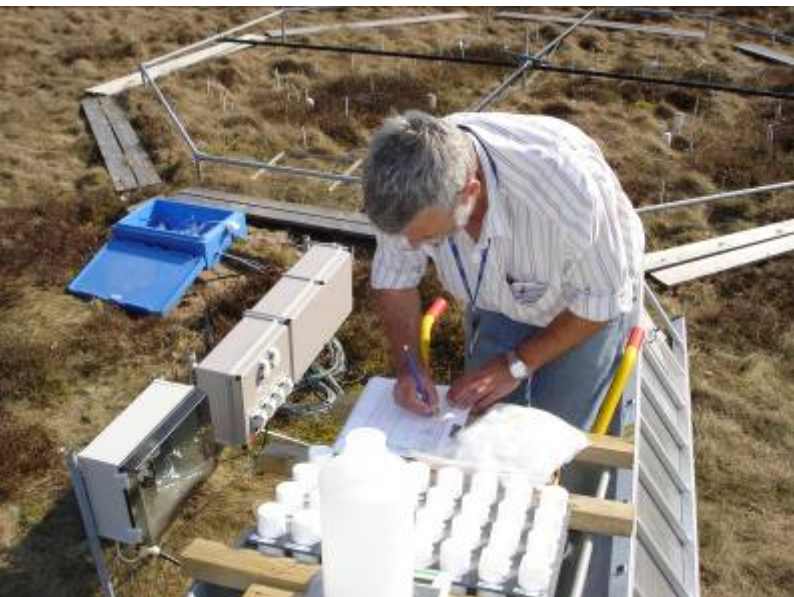
Der er designet og opbygget en avanceret felt station ved Jægerspris, hvor der kan laves realistiske manipulationer med de vigtigste klimafaktorer og CO₂.

Eksperimenterne blev igangsat i oktober 2005 og deres funktion kontrolleres løbende af udstyr til måling af temperatur, CO₂ og vandindhold i jorden. Resultaterne fra det første års behandlinger blev præsenteret på Ecological Society of America's (ESA) konference i Memphis i August og er indsendt som manuskript. Forsøget kører som planlagt, men behandlingerne blev udskudt ½ år i samråd med den internationale følgegruppe..



WP2 – species effekter

Intensive feltkampagner fra maj til november til måling af fotosyntese, plante stress, plante areal, plantekemi og jordfauna aktivitet. Aktiviteterne kører efter de oprindelige planer, dog med den tilføjelse, at 2 PhD studerende Kristine Maraldo og Karen Stevnbak Andersen begge er eller har været på barselsorlov. De forskningsmæssige aktiviteter er klaret af



andre I centret, og der forventes ingen ændringer på grund af dette.

WP3 – community responses

Målinger af alle væsentlige plante-, fauna- og mikrobeparametre før behandlingerne blev startet samt kalibrering af de centrale målemetoder. Dette har også involveret karakterisering af variationen i området. Disse målinger vil være essentielle for vurdering af responserne på behandlingerne. Målinger af ændret plante sammensætning og struktur efter 1. års behandling. Der er ingen væsentlige afvigelser fra de oprindelige planer.

WP4 – Effects on ecosystem functioning

Der er gennemført måling af udveksling af kulstof og drivhusgasser mellem økosystem og atmosfære både før og efter igangsætning af eksperimenterne. Forsøg til måling af CO₂-optag vha. stabil ¹³C er klargjort og omsætning og cirkulation af kulstof og kvælstofforbindelser i jorden, enzymaktiviteter og udvaskning af kvælstof til grundvandet har været målt. De oprindeligt planlagte målinger af kvælstofmonoxid (NO) skønnes ikke relevante på den valgte lokalitet, og der er i stedet igangsat nye aktiviteter til måling af omsætning af plante materiale og til måling af optag af organiske forbindelser i planter.

WP5 – Syntheses

Syntese aktiviteterne er planlagt til at være en integreret del af syntese arbejdet indenfor de 3 forskningsområder. Arbejdet har indtil nu primært været fokuseret på igangsættelse af samarbejde med Lunds tekniske universitet med det mål at få undersøgt mulighederne for et samarbejde vedr. brug af deres model FORSAFE. Der er nu opslået en Post doc stilling til dette arbejde, som igangsættes i begyndelsen af 2007. Professor Sven Jonasson er gået på pension, og professor Kim Pilegaard, Risø, er udpeget til leder af WP5 og lektor Anders Michelsen, KU, er indtrådt i styregruppen.



Videnskabelige resultater

De væsentligste videnskabelige resultater er:

- Felt eksperimentet er opbygget, og det virker. Dette er fremlagt på årsmøde i Ecological Society of America's annual congress in Memphis, US i August 2006, og et manuskript er indsendt.
- Området er ikke begrænset af kvælstof, mens begrænset vand formodentlig spiller en stor rolle for økosystemets funktion og udvaskningen er lille ($0.05 \text{ gN/m}^2/\text{år}$).
- Kulstof optaget er væsentligt større i *Deschampsia* sammenlignet med *Calluna*. Vandtabet via transpirationen er også større hos *Deschampsia*, som herved påvirker der hydrologiske kredsløb mere.
- Planternes maksimale fotosyntese nedreguleres under forhøjet CO_2 . Det burde føre til en højere effektivitet i vandforbruget, som dog ikke har kunnet konstateres ved dette niveau.
- Planternes aktuelle fotosyntese rater var 1.5-2 gange større i planter ved forhøjet CO_2 sammenlignet med planterne under normalt CO_2 niveau. Det hænger sammen med at planterne under det eksisterende CO_2 -niveau ikke er mættet med CO_2 , og derfor kan optage mere, når niveauet øges. Desuden var planternes vandudnyttelse bedre i felter med forhøjet CO_2 .
- Opvarmning påvirker fotosyntesen negativt.
- Planternes vandstress blev forøget af både opvarmning og tørke, mens stresset formindskedes af forhøjet CO_2 . Kombinationen af tørke og CO_2 reducerede vandstresset sammenlignet med tørke alene. Disse målinger demonstrer at forhøjet CO_2 forbedrer planternes evne til at håndtere tørke, hvilket også var indikeret den forbedrede vandudnyttelse for planter i forhøjet CO_2 .
- Forøget CO_2 ser ud til at forøge afgivelsen af CO_2 fra jorden til atmosfæren.



Øvrige resultater

Undervisning og PhD studier

CLIMAITE har igangsat 6 PhD studier, alle knyttet til forskerskoler på Københavns Universitet eller KVL. Disse har skabt et stærkt og gensidigt inspirerende PhD miljø. Yderligere 2 stipendier er opslået indenfor hhv. rod- og svampestudier. Disse igangsættes i begyndelsen af 2007, hvis tilstrækkelig økonomi tilvejebringes. Der er desuden gennemført en række studenterprojekter og forelæsninger på universitetskurser. Disse vil blive intensiveret i fremtiden, hvor resultaterne bliver mere i fokus.

Videnskabelige netværk og samarbejder

CLIMAITE har indgået en række nationale og internationale samarbejder:

Lund University – Modellering

Helsinki University – CO_2 måleteknik

KVL - statistik

TERACC – USA netværk vedr. eksperimenter og klimaforandringer

PrecipNet – Internationalt netværk af forsøg vedr. ændringer i nedbør

IBIMET (University of Firenze) - FACE-teknik

EPRECOT - International workshop med deltagelse af en række af verdens førende forskere indenfor nedbørsændringer og effekter blev arrangeret i maj i Helsingør i samarbejde med TERACC og PRECIPNET og med støtte fra EU.

NitroEurope – Et EU-støttet projekt med fokus på samspil mellem C og N og effekterne på navnlig udvekslingen af drivhusgasser. Brandbjerg indgår som kerneområde for eksperimenter under dette.

Publicity og publikationer

CLIMAITE har informeret om aktiviteterne gennem åbning af en hjemmeside (www.climaite.dk) og jævnlige kontakter til pressen og offentligheden hvor aktiviteter og resultater er blevet beskrevet. En række videnskabelige artikler er blevet produceret, indtil videre primært med udgangspunkt i ideer og koncepter relateret til CLIMAITE. I de kommende år vil publikation af resultaterne fra eksperimenterne spille en nøglerolle.

Plan for resterende 2 år

Aktiviteterne i de resterende 2 år vil i det store hele følge de oprindelige planer, med små justeringer.

WP1

Vedligeholdelse, opdatering og dokumentation af feltforsøgene



WP2

Plantefotosyntese med fokus på responsfunktioner.

Sæson dynamik og fordeling af jordfauna med relation til vandforhold

Fysiologisk kapacitet og tolerance for tørke.

Rod organismer, plantetilpasning og insektangreb.

WP3

Udbredelse, fænologi og modstanddygtighed af planter til klimatisk stress.

Litter kvantitet og kvalitet, resource fordeling og forsvarsstoffer.

Nedbrydning af plantemateriale.

WP4

Måling af CO₂ fluxe i længere og kortere perioder.

Stabil isotop mærkning.

Litternedbrydning, omsætning af organisk stof.

Potentielle rater af nitrifikation og denitrifikation.

WP5

Syntese af resultater på tværs af aktiviteter.

Modellering med involvering af nyansat model-postdoc.

Halvårsmøder med alle.

WP6

Publikation og information om resultater.

International conference.



Regnskab 2004-2006 og budget 2007-2009

	VKR-funding		External funding	
	2004-2006	2007-2009	2004-2006	2007-2009
	Kkr	Kkr	Kkr	Kkr
Investments and consumables				
Site	2622	852	500	0
Travel	259	437	0	0
Meetings & communication	224	225	150	0
Management	35	65	0	0
Investments	1174	0	0	0
Consumables	1405	1938	600	1000
Salary				
VIP	2563	1818	3150	1800
Tek	2460	1836	1356	904
PhD	2123	3673	1680	1680
PostDoc	296	996	135	270
Total	13160	11840	7571	5654

Omkostningsfordeling af udgifter dækket af VKR fonden og eksterne bidragydere (deltagende institutioner, DONG Energy, Air Liquide Denmark og EU)

Perspektiver og anbefalinger for fremtiden

Eksperimentet på Brandbjerg har nu kørt i et år, og vil fortsætte yderligere 2 år baseret på den eksisterende aftale. Vi er overbeviste om, at der vil fremkomme en række spændende og interessante resultater gennem den resterende projektperiode. Disse resultater vil som hovedregel være "kort-tids" effekter. Da klimaforandringer imidlertid vil virke over meget lang tid vil det være af stor videnskabelig og samfundsmæssig interesse, at kunne gennemføre forsøgene over længere tid for på den måde at kunne belyse også de lidt mere langsigtede effekter. Desuden er de ressourcer, der er anvendt til opbygningen af centret og feltlokaliteten betydelige, og af samme grund er antallet af den slags forsøg i verden yderst begrænsede. Det vil derfor være af meget stor værdi at kunne fastholde den etablerede facilitet og på den

måde have mulighed for at tiltrække støtte fra internationale forskningsnetværk, ikke mindst EU's 7. rammeprogram og bidrage til de forskellige international samarbejder og forskningsnetværk. Vi vil derfor anbefale, at VKR fonden overvejer en forlængelse af forsøget med yderligere 5 år, startende med en forlængelse på foreløbig 3 år frem til april 2012.



Årsagen til at bringe spørgsmålet op på dette tidspunkt kun halvvejs gennem den første 5 års periode er, at det vil give de nødvendige muligheder for at planlægge aktiviteterne over længere tid (f.eks. igangsætning af nye PhD projekter eller involvering i nye EU projekter, hvor det kræves, at vi har garanti for, at projektets eksperimenter forsat kører i en række år frem). Desuden kan vi derigennem undgå en u hensigtsmæssig situation, hvor aktiviteterne må drosles ned frem mod udløbet af de første 5 år, for måske derefter at speedes op igen.

Grundlæggende ide - adaptation

CLIMAITEs struktur og aktiviteter fungerer tilfredsstillende, og vil ikke blive grundlæggende ændret under en forlænget projektperiode. På det videnskabelige vil vi derimod skifte en smule fokus, som skal afspejle det mere langsigtede perspektiv. Vi vil fokusere på ADAPTATION (tilpasning), for at kunne besvare spørgsmålet:

“ Hvad er det der bestemmer hvilke organismer, der er konkurrencedygtige under Global Change?”.

Under de konstant ændrede klimatiske vilkår vil økosystemet tilpasse sig de nye betingelser gennem ændringer i arternes genetiske egenskaber, samfundets struktur eller kemiske forhold. F.eks. vil der ske ændringer i artssammensætningen af forskellige planter, dyr og mikroorganismer og evt. indvandring af nye arter. Hvilke egenskaber hos disse organismer bestemmer deres succes i forhold til de arter, som reduceres eller helt forsvinder?

I midtvejsrapporten er skitseret en række mulige nye aktiviteter, som kan supplere eller erstatte igangværende aktiviteter:



- Klimabehandlinger i kombination med andre faktorer, f.eks. ozon og UV-tråling
- Genetisk variation og tilpasning
- Genvækst og rekruttering af planter
- Plantekemisk sammensætning
- Ændringer i jordstruktur og vandoptag
- Isotopindmærkning til C og N studier
- Mychorrizasvampe – funktion og diversitet
- Litter og omsætning af dødt plantemateriale
- Modellering og ekstrapolering, f.eks. langtidsprognoser

Budget 2009-2011

Total budget	Sci+P		Bidrag fra VKR				Eget bidrag	
	hD	Tek	Løn	Invest	Drift	Sub-Total	mths	kDKK
	Mmths		kDKK	kDKK	kDKK	kDKK		
WP1 – Experimentelle behandlinger								
Drift (CO ₂ , Power etc.)					1000			1000
Personale	18	18	1400				18	650
<i>Total</i>	18	18	1400		1000	2400	18	1650
WP2 – Individ- og artsrespons								
WP2 – Studier	14	14	1100	200	300		6	300
<i>Total</i>	14	14	1100	200	300	1600	6	300
WP3 – Effekter på økosystem struktur								
WP 3 – Studier	14	14	1100	100	300		6	300
<i>Total</i>	14	14	1100	200	300	1600	6	300
WP4 – Effekter på økosystem funktion								
WP 4 – Studier	14	14	1100	200	500		18	800
<i>Total</i>	14	14	1100	200	500	1800	18	800
WP5 – Synthese								
Syntese	12		600				9	400
PostDoc	36		1200					
Workshops					250			
3 PhD studier	108		3600				54	1800
<i>Total</i>	156		5400	0	250	5650	63	2200
WP6 – SENDOUT								
Management & information	6	6	450		200		6	300
Rejser					400			
Reserve					1000			
<i>Total</i>	6	6	450	0	1600	2050	6	300
Extern finansiering – EU projekter etc.								
NitroEurope							10	400
FP7								1000
Forskningsråd								1000
Abisko, Mols mm.								500
Total	222	66	10550	500	3950	15000	127	8650

Total budget (mandmåneder (mmths) og kDKK) for en 3-årig videreførelse af CLIMAITE (2009-2011) fordelt på løn, investeringer og drift, samt forventet bidrag fra andre bidragsydere (deltagende institutioner, DONG Energy, Air Liquide Denmark, EU, Forskningsråd mm).