

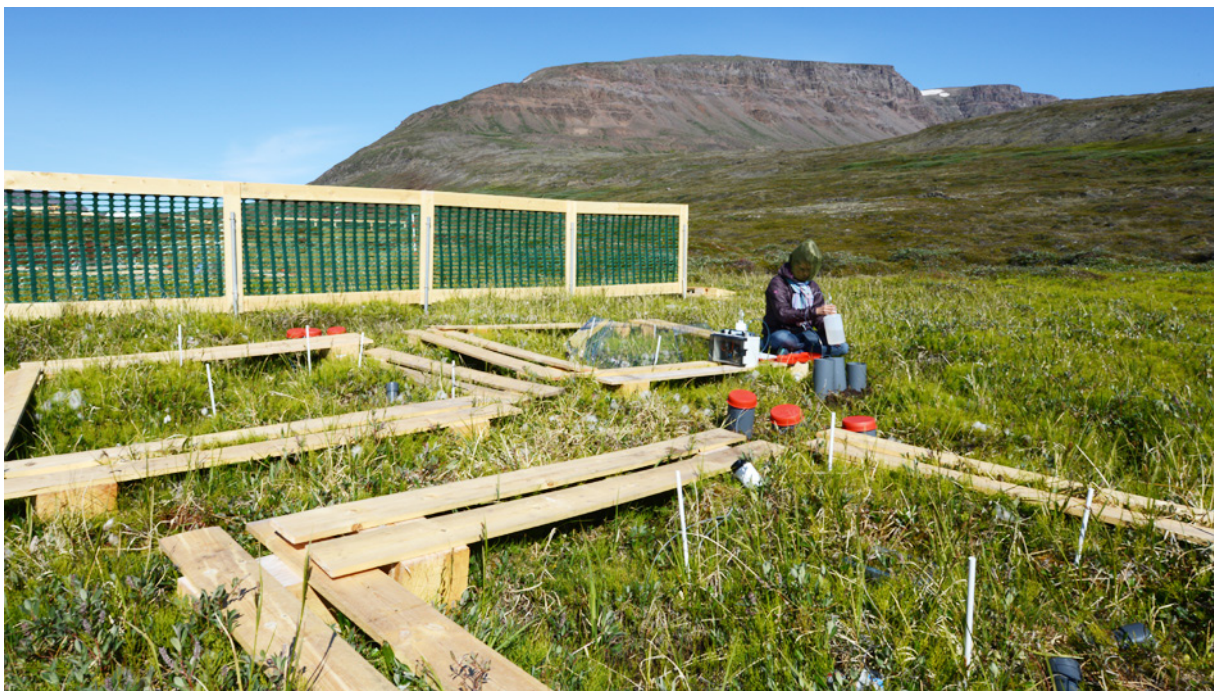
## Når Arktis tør – forsøg med klimaforandringer

Af Bo Elberling, professor og centerleder, Center for Permafrost (CENPERM),  
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.  
Januar 2015

Mindre is og mere vegetation vil i Grønland betyde en mørkere jordoverflade der ikke reflekterer Solens varme på samme måde som is og sne. Jorden i Arktis vil derfor optage mere solenergi. Dette fører naturligvis til at klimaet bliver varmere, og det er en af grundene til at den globale opvarmning de sidste årtier er mest markant i Arktis.

Meget tyder på at det især er om vinteren at klimaet vil blive varmere. Med et varmere klima om vinteren føres der mere fugt til de arktiske områder med større snefald som følge. Men der forventes også ændringer i havisdække, vind og stabiliteten i vintervejret, alt sammen noget som kan have den modsatte effekt. Det er således meget kompliceret at forudsige hvor og hvor hurtigt klimaet vil kunne ændre sig.

Udslippet af drivhusgasser er generelt meget omdiskuteret, og der måles på drivhusgasser fra alt fra biler og fabrikker til pruttende køer. En af de store ubekendte faktorer i drivhusgasregnskabet er imidlertid Arktis med den underliggende permafrost. Når klimaet bliver varmere, bliver jorden varmere og de øverste lag af permafrosten kan tø. Det betyder at områder med permafrost vil kunne bidrage til en øget frigivelse af de to vigtige drivhusgasser kuldioxid og metan, fordi tidligere frosne rester af planter kan blive nedbrudt. Derved kan man sige at en øget tøning af permafrosten måske vil kunne bidrage til et endnu varmere klima for hele kloden.



Snehegsforsøg på Disko i Vestgrønland. Her undersøges samspillet mellem jord, mikroorganismer, planter og atmosfære i felter hvor nogle er påvirket af kunstig opvarmning og delvis fjernelse af visse plantearter. (Foto: Bo Elberling).

For at få forståelse for klimaændringernes samlede effekt på de arktiske økosystemer opsætter man i disse år en række forsøg både sommer og vinter. På Svalbard og på Disko i Grønland har man som forsøg blandt andet opsat snehegn der samler sne, for derved at undersøge hvad der sker hvis der kommer mere sne. Forsøgene skal køre i mange år, men allerede nu er der nogle indikationer på hvad der kan ske ved mere sne i Arktis.

Fra forsøg med snehegn siden 2006 på Svalbard, ved man nu mere om snetykkelsens betydning for jord-plantensamfundet. Man kan se at den øgede snemængde bag hegnene har en positiv effekt på flere af de dominerende plantearter. Det skyldes for det første at jorden under det ekstra snedække bliver isoleret mod den kolde vinter og derfor bliver varmere om vinteren. Jo tykkere snedække desto varmere er jorden om vinteren i forhold til områder uden for forsøgsområdet. For det andet trives jordens mikroorganismer bedre, og nedbrydningen af organisk stof sker hurtigere med øget næringsstofftilgængelighed som følge. Særligt uorganisk kvælstof (nitrat og ammonium) findes i betydeligt højere koncentrationer i forsøgsfelter med mere sne. Uorganisk kvælstof er hvad vegetationen har brug for, når sneen smelter, og den korte vækstsæson begynder. For det tredje betyder den mere sne bag hegnene at planterne beskyttes mod frostskafer i ellers snefattige år, og at der er en øget fugtighed i jorden i begyndelsen af vækstsæsonen som giver vegetationen en god start.

Der er imidlertid stor forskel på hvordan de positive og de negative effekter ved øget snedække påvirker de forskellige typer af planter. Resultatet bliver en ændret sammensætning af vegetationens arter. Derudover er der stor forskel på effekten af sneen afhængig af hvor høj snefanen bag snehegnene er. Men generelt kan man sige at det at opsætte snehegn er en måde at skabe en kunstig vinteropvarmning på.

Der er længe blevet udført forsøg med kunstig sommeropvarmning, i form af plexiglasrammer, der forhindrer vindens nedkøling af et område og fungerer derved som en slags mini-drivhus uden tag. Ud fra sommerforsøgene kan man, som ved vinterforsøgene, se både en direkte og en indirekte virkning af et varmere klima. De fleste planter får en positiv effekt af varmen, de vokser mere og vokser mere opad, men for fx mosserne har den øgende udtørring af jorden, og virkningen af at de andre planter vokser, en negativ effekt. Det vil sige at også i sommerforsøget ændres vegetationens sammensætning.

Vegetationen betyder meget for energibalancen og dermed drivhusgasregnskabet. Derfor laves der forsøg hvor man fjerner en del af vegetationen. Når planterne fjernes ændres den andel af sollyset som kastes tilbage ved refleksion fra jordoverfladen. Der er lavet forsøg i det nordøstlige Sibirien der viser, at vegetationen kan betyde at jorden kaster mindre sollys tilbage. Fjerner man så en del af vegetationen, viser forsøg at permafrosten kan begynde at tø, og smeltevandet betyder at der dannes et vådområde. Dette betyder igen helt andre typer af planter, og en ændret kulstofbalance i området.

Det forventes, at ændringen i kulstofbalancen viser sig ved at nedsat ilttilgang i de våde områder begrænser omsætningen af organisk stof. Det vil i fremtiden betyde en ophobning af kulstof fra uomsatte planterester. Disse omsættes til kuldioxid betydeligt langsommere end ved almindelig tilgang af ilt. Hvis man fjerner vegetationen og der dannes våde områder, viser målinger desuden at metanfrigivelsen stiger betragteligt. Metan er en drivhusgas der er mindst 22 gange værre end kuldioxid. Så er det godt eller skidt med våde områder? De få steder i Arktis hvor man har målt over mange år tyder alt på at der bindes mere kuldioxid end der frigives metan – også selvom metan omregnes i CO<sub>2</sub>-enheder.

Ovenstående viser at det er et meget kompliceret billede der tegner sig i kølvandet på forsøgene med klimaforandringer i Arktis. Der er mange faktorer der spiller sammen på hvordan jord-plante samfund vil reagere på de samme klimaændringer. Af korttidseffekter kan nævnes, som man længe har vidst, at de våde områder frigiver mere metan end de tørre områder. Men hvor effektivt de tørre områder optager metan er ikke klarlagt. Forsøg har vist at jo mere tørt og varmt et område er, desto større er metanoptaget. Der er også metanmålinger fra det våde snehegnsfelt. Her viser det sig at hvis planterne fjernes, reduceres metanfrigivelsen ganske betragteligt hvilket tyder på at vegetationen har stor indflydelse på selve transporten af metan fra jorden til atmosfæren.

Selvom det er et meget kompliceret billede, er disse langtidsforsøg helt centrale for at forstå samspillet mellem jord, mikroorganismer, planter og atmosfære i forhold til de klimaforandringer som alle er enige om Arktis står midt i.