

# VEGETATIONS- DYNAMIK I ET FORANDERLIGT ARKTIS



# Vi lever i en verden i hastig forandring. Vegetationen ændres nogle gange i takt med forandringerne, andre gange ikke. Hvorfor? Hvilke processer styrer variation i vegetationsdynamik? Hvordan påvirker ændringerne mangfoldigheden og funktionen af vores økosystemer? Hvordan kan vi studere ændringerne ved at kombinere viden fra celler til satellitter?

SIGNE NORMAND

PROFESSOR VED SEKTION FOR ØKOINFORMATIK OG BIODIVERSITET SAMT CENTER FOR BIODIVERSITETS DYNAMIK I EN FORANDERLIG VERDEN, INSTITUT FOR BIOSCIENCE, AARHUS UNIVERSITET

Teltdugen blafrer, og udenfor kan jeg høre, det pusler. Klokken er 4 om morgenen, og det er min tur til at stå isbjørnevagt, nyde stilheden og det skiftende lys over bjergene i det fjerne. Vi er i det nordøstlige Grønland, og resten af min forskningsgruppe sover trygt i deres telte efter endnu en lang dag med feltarbejde på den højarktiske tundra. Vi har gravet hundrevis af buske op og skåret dem over, lige der hvor de engang startede deres spæde tilværelse i det barske arktiske klima. Måske var det i 1890'erne eller 1920'erne; præcist hvornår de enkelte individer etablerede sig, ved vi først med sikkerhed, når vi har analyseret prøverne i laboratoriet og talt deres årringe. Måler vi også bredden af ringene, får vi viden om, hvor meget de har groet fra år til år. Og ved at analysere fordelingen af de enkelte celler og deres vægtykkelser kan vi estimere variation i deres evne til at transportere vand og lagre kulstof. Buskene giver os en unik mulighed for at analysere, i hvilken grad klimaet har styret buskenes evne til at etablere sig og gro gennem tiden.

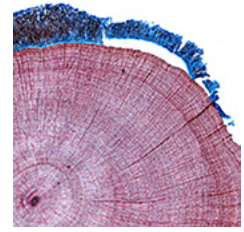
Det er højsommer men koldt i de tidlige morgentimer. Inden solens stråler får magt, letter dagens første drone med den termiske

sensor. Den kortlægger variationen i mikroklima på tværs af landskabet. Sammen med sensorer, der kortlægger variation i terræn og fordelingen af buske, hjælper den termiske kortlægning os med at forstå de processer, der styrer variationen i vegetationsdynamik på tværs af landskabet. Langt uden for synsvidde, højt oppe i rummet, svæver satellitter med sensorer, der er sammenlignelige med vores. Siden 2013 har mit forskningshold indsamlet tusindvis af buske på tværs af Grønland. Ved at koble information fra vores indsamlede buske med data fra droner og satellitter har vi mulighed for at forstå, i hvilken grad ændringerne observeret i hvert buskindivid får konsekvenser for arktiske økosystemer og det globale klima. Konsekvenserne afhænger nemlig af størrelsesordenen af ændringerne på tværs af landskabet, Grønland og Arktis. Simpelt sagt er Arktis et af jordens køleskabe. Sne og is reflekterer stråling og holder jorden kølig. Vegetation derimod absorberer stråling, og øget dækningsgrad af buske kan potentielt medføre øget opvarmning, øget smeltning af permafrost og frigivelse af CO<sub>2</sub>. Effekterne er komplekse, men vegetationsændringer i Arktis kan potentielt have betydning for det globale klima.

Udgangspunktet for undersøgelser af vegetationsdynamik i Nordøstgrønland. To ekspeditions telte i frodig tundra vegetation.

Arktisk er i de seneste årtier opvarmet mere end resten af verden. Med opvarmningen er der observeret øget dækningsgrad af buske, både direkte ved lokale observationer og indirekte via data fra satellitter. Der er generelt to processer, der bestemmer ændringer i buskes dækningsgrad: vækst og etablering af nye individer. Hvor vækst primært bidrager til at øge dækningsgraden på steder, der allerede har vegetation, bidrager etablering til kolonisering af steder uden vegetation. Vi har længe haft en meget begrænset forståelse af sammenhængen mellem buskes etablering og opvarmning. Vores undersøgelser har vist, at etablering af buske øges med de stigende sommertemperaturer. Ydermere viser vores foreløbige undersøgelser, at etableringen især er højt oppe i fjeldene. Det indikerer ekspansion af buske til nye områder. Ser vi på tværs af Grønland, observerer vi både positive, negative og ingen sammenhæng med opvarmning. Variationen skyldes sandsynligvis lokal variation i fugtighed, snedække, næringstilgængelighed og interaktioner med andre organismer (fx herbivorer). Vi kan endnu ikke give et komplet billede af kompleksiteten af buskes vækst og etablering på tværs i Grønland, men når vi har færdiganalyseret vores unikke datasæt, har vi forhåbentlig bidraget med en vigtig brik i puslespillet.

Selv om buske er vigtige økosystemdominanter i Arktis, så handler vegetationsdynamik i et foranderligt Arktis ikke kun om buske. For at forstå hvordan funktionen af økosystemerne ændres, skal vi også forstå, i hvilken grad plantearternes funktionelle træk ændres. På vores mange feltekspeditioner har vi derfor indsamlet information om variationen i plantearternes funktionelle træk, fx bladstørrelse- og vægt, højde og nitrogen indhold. Ved at sammenholde variation i funktionelle træk i ca. 400 plantearter med op til 30 års ændringer i 118 plantesamfund på tværs af Arktis har vi belyst, i hvilken grad vegetationen på tværs af den arktiske tundra har ændret funktion. Analysen viser, at højere plantearter har spredt sig i tidsperioden, mens graden af ændringer i andre funktionelle træk i høj grad afhænger af tilgængeligheden af vand. De observerede ændringer i vegetationshøjde kan have konsekvenser for mangfoldigheden af plantearter i fremtiden. Højere planter forventes at udkonkurrere de lavere. Vores analyser viser desuden, at der over de sidste 30 år hverken er sket et generelt fald eller en generel stigning i antallet af plantearter på den Arktiske tundra. Nogle steder er der kommet flere arter og andre steder færre, men der er ikke en generel tendens på tværs af Arktis. Dette mønster står i kontrast til observerede ændringer over 145 år på 302 europæiske bjergtinder.

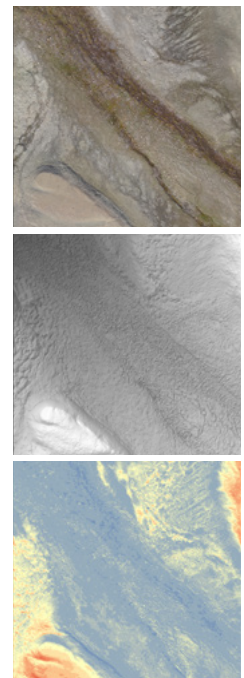


Bredden på årringene fortæller, hvor meget planterne har groet fra år til år.

Start på flyvning med fastvinget drone og måling af højde.



FOTO: URS TREIER



## Vi kan endnu ikke give et komplet billede af kompleksiteten af buskes vækst og etablering på tværs i Grønland, men når vi har færdiganalyseret vores unikke datasæt, har vi forhåbentlig bidraget med en vigtig brik i puslespillet.



FOTO: SIGRID NIELSEN



FOTO: LAERKE STEWART

Drevet af en fascination for at forstå fordelingen af plantearter besteg botanikere for mere end 100 år siden Europas bjergtinder. Ved at genbesøge bjergtinderne har et stort internationalt forskerhold og jeg vist, at antallet af plantearter er accelereret på bjergtinder fordelt fra middelhavsområdet til Arktis. Accelerationen kan tilskrives de accelererede klimaændringer. Det kan undre, at de igangværende hurtige klimaændringer i Arktis endnu ikke har ført til store ændringer i antallet af arter. Årsagen er sandsynligvis, at spredningsbegrænsning spiller en meget stor rolle i hastigheden, hvormed ændringer manifesteres over de store afstande i Arktis. Min forskning har tidligere dokumenteret spredningsbegrænsning på flere tusind år i forbindelse med opvarmning efter sidste istid, både i Grønland og Europa.

Arktis er i hastig forandring. Nogle vegetationskomponenter responderer i takt med klimaet, andre ikke. Vi har endnu ikke en fuld forståelse af de processer, der driver og begrænser vegetationsdynamik i et foranderligt Arktis. Min fortsatte fascination for at dissekere ændringerne på tværs af tid og rum ved brug af information fra celler til satellitter vil forhåbentlig fortsætte med at bidrage til en bedre forståelse af de komplekse ændringer og deres konsekvenser for arktiske økosystemer.

### Referencer:

Bjorkman AD *et al.* (2018) Plant functional trait change across a warming tundra biome. *Nature* 562: 57-62.

Bjorkman AD *et al.* (2019). Status and trends in Arctic vegetation: evidence from experimental warming and long-term monitoring. *AMBIO* 00:1-15.

Normand S *et al.* (2011) Postglacial migration supplements climate in determining plant species ranges in Europe. *Proceedings of the Royal Society B*, 278: 3644-3653.

Normand S *et al.* (2013) A greener Greenland? Climatic potential and long-term constraints on the future expansion of trees and shrubs. In Long-term changes in arctic tundra ecosystems special issue of *Philosophical Transactions of the Royal Society B*

Normand S *et al.* (2017) Legacies of historical human activities in arctic woody plant dynamics. *Annual Review of Environment and Resources*. 42: 541-567

Steinbauer MJ *et al.* (2018) Climate warming accelerates the increase in plant species richness on mountain summits. *Nature* 556:231-234.

Ved at sammenholde variation i funktionelle træk i ca. 400 plantearter med op til 30 års ændringer i 118 plantesamfund på tværs af Arktis har forskerne belyst, i hvilken grad vegetationen på tværs af den arktiske tundra har ændret funktion.