

Slik velger fjellplantene

Plantene spiller en nøkkelrolle i karbonkretsløpet – i fotosyntesen binder de karbon fra atmosfæren og gjør det tilgjengelig for resten av økosystemet. Men hvordan prioriterer plantene å bruke denne livsviktige ressursen? Påvirkes prioriteringene av klima og klimaendringer? Og hvilke implikasjoner har plantenes valg for karbonlagring og biodiversitet?

VIGDIS VANDVIK

professor, Institutt for biologi,
Universitetet i Bergen
(Vigdis.Vandvik@bio.uib.no)

OLAV SKARPAAS

seniorforsker, Norsk institutt
for naturforskning

Når plantene har fanget karbon fra atmosfæren gjennom fotosyntesen, står de overfor livsviktige prioriteringer: Skal denne ressursen investeres i flere blader, slik at planten raskt kan fange mer karbon? Eller i en høyere stamme eller stengel, slik at de bladene planten har, kan løftes høyere opp og dermed vinne over naboene i konkurransen om det livsviktige sollyset? Eller kanskje i røtter, slik at tilgangen til vann og næringsstoffer øker? Eller rett og slett i blomster og frø for å sikre neste generasjon? Disse valgene kalles på fagspråket allokering (se faktaboks), og en forståelse av de grunnleggende reglene som styrer ressursallokeringen, er viktig for å forstå konkurranseforhold, biodiversitet, biomasseakkumulering og karbonsyklus i økosystemene, og dermed også plantenes rolle i klimasystemet.

Klimaet påvirker klart

Fjellens arter og naturtyper har vist seg å være spesielt sårbare for de pågående klimaendringene, og i NORKLIMA-prosjektet SEEDCLIM undersøker vi, blant annet, om forskjeller i ressursallokering mellom fjellplanter og lavlandsarter kan forklare hvorfor de førstnevnte taper i konkurransen når klimaet endrer seg.

Vi har undersøkt hvilke effekter temperatur og

nedbør har på plantestørrelse og ressursallokering i tre par av nært beslektede arter, hvor en av artene i hvert par har et alpint tyngdepunkt, mens den andre har hoveddelen av sin utbredelse i lavlandet. Våre resultater viser klare effekter av klima på plantenes vekst og ressursallokering, og flere av disse effektene er felles for alle artene i studien.

Det er en tendens til at plantene blir større i varmere klima, gjennomsnittsindividet blir 20 prosent større for hver grad økning i sommertemperatur. Men variasjonen er stor, så disse effektene er ikke statistisk signifikante innenfor alle arter. Når plantene blir større, blir også alle plantedelene større, men ikke i forholdet én til én, og heller ikke eksakt slik den allometriske teorien (se faktaboks) forutsetter. Med økende størrelse ser plantene ut til å investere relativt mer i blader og blomster, og mindre i stengler, enn forventet ut fra teorien. Dette skyldes antakelig at teorien er utviklet for planter helt generelt, den tar ikke hensyn til forskjellige vekstformer. Våre arter er tueformede eller krypende urter, og de trenger ikke kraftige stammer til å bære bladverket, slik allometrisk teori forutsetter. Teorien passer altså bedre for trær enn for urter og gress – og den passer dermed bedre for skog enn for, for eksempel, fjell, heier, gressmarker, stepper og annen lavvokst



Planters ressursallokering

Det finnes to sett av teorier om hvordan planter allokere, eller fordeler, ressurser mellom livsfunksjoner:

Den allometriske allokeringsteorien

fokuserer på biofysiske og strukturelle prosesser og begrensninger og viser hvordan planter grunnleggende sett må vokse på en slik måte at de opptar plass og fyller et volum på en mest mulig effektiv måte («ballongteorien»). Denne teorien gir klare

kvantitative prediksjoner for hvordan planter skal vokse: mens røtter og stammer vil øke i vekt like fort som den totale biomassen, vil blader og blomster vokse saktere, proporsjonalt med trefjerdedelsroten av totalvekten.

Den optimale allokeringsteorien

fokuserer på hvordan planter kan allokere ressurser på en slik måte at de øker tilgjengeligheten på det som til enhver tid er den

mest begrensende faktoren; for eksempel ved å investere i mer røtter når det er tørt, og i høyere stamme i tett vegetasjon, hvor det er sterk konkurranse om tilgang til lyset.

Begge teoriene er forenklinger av virkeligheten, men de er viktige for å forstå og modellere effekten av klima og klimaendringer på plantevekst, konkurranse, biodiversitet, biomasseakkumulering og den globale karbonsyklusen.



Framtidens planter

Prosjektet «The role of seeds in a changing climate – linking germination ecophysiology to population and community ecology (SEEDCLIM)» undersøker hvordan framtidens varmere og våtere klima vil påvirke økologiske mønstre og prosesser i fjellets plantesamfunn. Prosjektet bruker de sterke klimagradiene på Vestlandet – fra fjord til fjell og fra kyst til innland – som et «naturlig klimalaboratorium» for observasjoner og eksperimenter, hvor forskere undersøker og sammenligner effekten av økt temperatur og økt nedbør på planters vekst, ressursallokering og reproduksjon, og på plantesamfunnens artssammensetning, biodiversitet og næringsdynamikk.

Prosjektet har vært ledet av professor Vigdis Vandvik ved Institutt for biologi, Universitetet i Bergen og ble gjennomført i 2008 til 2013.

Finn mer informasjon på nettsidene UIB.no/rg/EECRG/projects/seedclim.



vegetasjon. Slike ikke-tresatte vegetasjonstyper dekker 63 prosent av Norge, og 69 prosent av verdens landareal. Modeller som bygger på generell allometrisk teori – de samme forutsetningene som for eksempel er bygget inn i mange av klimamodellelene – kan dermed systematisk feilberegne viktige sammenhenger i karbonkretsløpet.

Nedbør påvirker også plantenes vekst og ressursallokering, men effektene er generelt sett mye mindre enn effektene av temperaturendring. Ved høyere nedbør investerer plantene mindre i røtter, noe som kan sees i sammenheng med at vann blir en mindre begrensende faktor når nedbøren øker.

Fjell og lavland

Slik vi innledningsvis spekulerte, fant vi systematiske forskjeller mellom fjellplantene og lavlandsartene. Uavhengig av plantestørrelse investerer de alpine artene mer i røtter, blomster og stengler og mindre i blader, enn lavlandsartene gjør (se figur). Dette kan skyldes tilpasninger til de lokale klimaforholdene. I fjellet er det relativt kaldt, noe som fører til lavere respirasjon, saktere nedbrytning av organisk materiale og lavere omsetning av næringsstoffer i jorda. Dermed blir næringsstoffer relativt sett vanskeligere tilgjengelig, og fjellplantene trenger mer røtter for å kunne ta opp tilstrekkelig vann og næringsstoffer. Fotosyntesen er derimot ikke begrenset av temperatur, men av stråling, og ettersom strålingsintensiteten øker med høyde over havet, vil fjellplantene trenge relativt sett mindre bladareal for å kunne opprettholde samme fotosyntetiske rater som en plante i lavlandet. Samtidig er det en fordel å holde bladverk og

blomster nært bakken, hvor de kan nyte godt av et fordelaktig lokalklima og beskyttes mot nedkjøling og slitasje fra kalde fjellvinder.

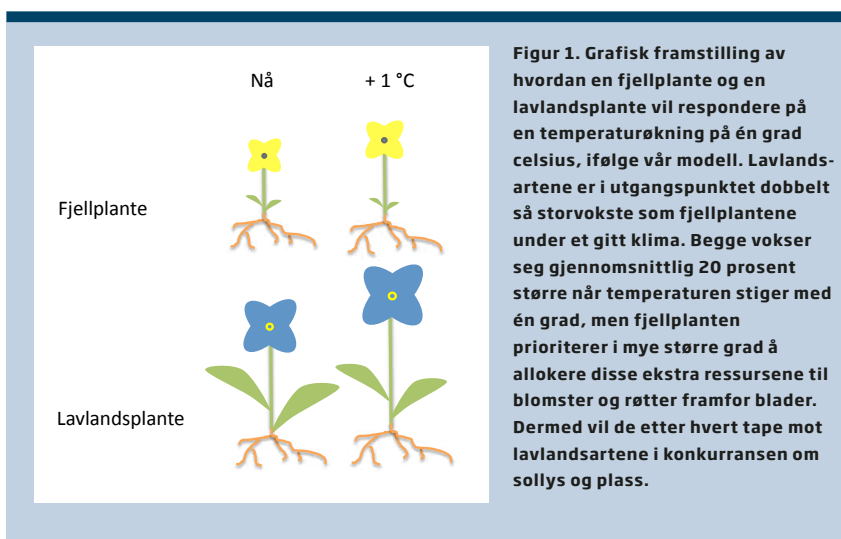
Det at fjellplantene viser seg å investere relativt sett mer i blomster enn lavlandsplantene gjør, er interessant. Som alle gartnere vet, er frøspiring og unge frøplanters overlevelse svært kritiske faser i plantenes livssyklus. Flere studier som dokumenterer svært høy frøplantedødelighet i kalde klima konkluderer også med at frøplanterekrutting er av begrenset betydning under slike ekstreme forhold. Samtidig viser genetiske studier at populasjoner av fjellarter ofte består av mange genetisk distinkte individer, og at rekrutting fra frø altså må være relativt sett vanlig over tid. Videre har mange fjellplanter også betydelige frøbanker i jorda, noe som betyr at spiredyktige frø er til stede, om forholdene skulle ligge til rette for det. Alt i alt tyder dette på at frøformering er viktig for populasjonsdynamikk og overlevelse, også i fjellet, selv om dødeligheten for det enkelte frø, og den enkelte frøplante, kan være høy.

Konkurransestyrrer

Hvordan kan disse funnene hjelpe oss til å forstå fjellplantenes utbredelser, nå og i fremtiden? Fjellplantenes nedre utbredelsesgrenser styres ikke av klimakrav, men av konkurranse fra lavlandsarter. Ved økende temperatur vil lavlandsplantene kunne etablere seg høyere enn i dag og dermed gi fjellplantene økt konkurranse. Både fjellplantene og lavlandsplantene vil vokse seg større i et varmere klima, men fordi lavlandsplantene i utgangspunktet er omtrent dobbelt så storvokste og investerer relativt sett mer av de tilgjengelige ressursene i blader, mens fjellplantene investerer mer i røtter og blomster, vil fjellplantene skygges ut. Samtidig vil fjellplantenes frøplanter ha problemer med å etablere seg i en tettere, mer høyvokst vegetasjon. Selv om både fjellplanter og lavlandsplanter hver for seg reagerer positivt på økte temperaturer, vil altså forskjeller i utgangspunkt, og i måten de prioriterer/alokkerer de nye / økte tilgjengelige ressursene på, føre til at fjellplantene taper konkurransen om areal og ressurser i et varmere klima.

Noen planter blir altså vakrere, mens andre blir større, i en varmere og våtere verden. Dette fører til endringer i konkurranseforhold, og de særegne tilpasninger i vekst og ressursallokering som utgjør fjellplantenes konkurransefortrinn i et kaldt klima, blir en akilleshæl i en varmere og våtere verden.

Men hva med karbonet som plantene binder – blir det værende i plantene og i jorda, eller frigjøres





Viola palustris



Carex capillaris



Viola biflora



Veronica alpina



Veronica officinalis



Carex pallescens

Myrfiol (*Viola palustris*) er vanlig over hele landet, mens fjellfiol (*Viola biflora*) har tyngdepunkt i fjellet, hvor den vokser opp til 1500 meter over havet. Begge har jordstengel, nyreformede blader, og blomstrer med én til to blomster som kommer tidlig i sesongen. Legeveronica (*Veronica officinalis*) er en krypende urt som vokser på tørre steder over hele landet, mens fjellveronica (*Veronica alpina*) vokser i enger og snøleier i fjellet og fjellskogen, opp til 1920 meter over havet. Begge har motsatte blader og rikelige blomster i en klase. Bleikstarr (*Carex pallescens*) vokser i skog og skogkanter i hele landet nord til Vest-Finnmark, mens hårstarr (*Carex capillaris*) vokser på fuktige steder og myr på kalkrik grunn i hele landet, opp til 1570 meter over havet. Begge vokser i tette tuer og har strå med egne hann- og hunnaks.

Foto: Vigdis Vandvik og Jan Berge

det igjen til atmosfæren? Dette er det ikke plantene, men nedbryterne som avgjør. Og her spiller nedbøren en nøkkelrolle: ved økt nedbør vil sopp overta for mikroorganismer som de viktigste nedbryterne. Nedbrytningsraten går ned, og karbonlagringen øker. Økt nedbør kan altså være godt nytt for klimaet, fordi det øker karbonlagringen i jorda.

Utlysning for forskning på klimasystemet

Tema for NORKLIMAs siste faglige utlysning er klimasystemet. Søknadsfrist blir 10. april. Informasjon kommer på NORKLIMA-nettsidene fra slutten av februar. Følg med på www.forskningsradet.no/NORKLIMA