

Klimaendringer i din bakgård

Rapport fra forsknings- prosjektet SeedClim



UNIVERSITETET I BERGEN

Vigdis Vandvik
Department of Biology
Postboks 7803
5020 Bergen
Vigdis.Vandvik@bio.uib.no

© 2015 SeedClim Magasin
Alle rettigheter reservert

Utgave: #1

Sjefsredaktør

Aud Halbritter og Pascale Michel

Skribenter

Tessa Bargmann, Astrid Berge, Sigrid Bruvoll, Haijun Cui, John Guittar, Aud Halbritter, Mari Jokerud, Kari Klanderud, Eric Meineri, Pascale Michel, Siri Lie Olsen, Christine Pötsch, Marta Ramírez Boixaderas, Judith Sarneel, Olav Skarpaas, Lise Tingstad, Joachim Töpper og Vigdis Vandvik

Art Director

Aud Halbritter

Fotografer

Tessa Bargmann, Haijun Cui, Ellen Dheere, John Guittar, Aud Halbritter, Mari Jokerud, Kari Klanderud, Eric Meineri, Pascale Michel, Siri Lie Olsen, Christine Pötsch, Marta Ramírez Boixaderas, Judith Sarneel, Benjamin Schwarz, Joachim Töpper og Vigdis Vandvik



Takk

Forskningsprosjektet SeedClim har hovedsaklig vært finansiert av Norges Forskningsråd under forskningsprogrammet Klimaendringer og konsekvenser for Norge (NORKLIMA), et stort program som ble lansert i 2004 og avsluttet i 2014. NORKLIMA gir kunnskap om global og regional klimautvikling og effekter av denne på natur og samfunn. Programmet fokuserte på Norge og tilstøtende områder, inkludert Arktis. Kunnskapen programmet har frembragt vil øke forståelsen for konsekvensene av klimaendringer på det fysiske miljøet, og hvordan disse endringene vil påvirke natur og samfunn på ulike tidsskalaer.

SeedClim har fokusert på hvordan klima og klimaendringer påvirker planter og vegetasjon – fra frø og frøspiring til plantenes vekst, konkurranse med hverandre, og det biologiske mangfoldet. Dette prosjektet hadde ikke vært mulig uten tilgang til egnede områder for våre eksperimenter. Vi takker alle grunneiere og bønder hjertelig for at vi fikk sette opp eksperimentene i engene deres, og for at de så vennlig og gjestfritt har latt oss og alle våre studenter komme og gå gjennom alle disse årene:

- Kjell og Ingebjørg Kristiansen (Ålrust)
- Anne Margrethe Traa (Arhelleren)
- Oddbjørn Fauske og Marit Fauske (Fauske)
- Sturle Ryum, Johan Mårsch, Sjur Ryum, Britt Kari Allmenningen og Anders Indrelid (Gudmedalen)
- Sigurd Vikesland med flere (Høgsete)
- Olav Grønsberg, Ingvald Bjerke, John Inge Loven med flere (Låvisdalen)
- Kåre Vassenden (Øvstedalen)
- Alle grunneierne på Tenold (Rambæra)
- Olav Arnar Bø (Skjellingahaugen)
- Dagfinn Kvamme og Per Breistøl (Ulvhaugen)
- Nils Jarle Gjeraldstveit (Veskre)
- Sigurd Vikesland (Vikesland)



Fjellfiol til folket!

Dessuten vil vi takke alle hytte- og campingplassene! Takk for at dere tok i mot oss på Garnes, Haugo, Rjukandefoss, Rongen, Rønland, Taulen, Tistel og Winjum, både seint og tidlig. Sommernettene hadde ikke vært like behagelige uten dere!



Winjum Camping i Aurland har vært en fast overnattingsplass siden 2008.

Vi som jobber i din bakgård

Vi som jobber i din bakgård

Prosjektet ledes av professor Vigdis Vandvik ved Institutt for biologi og forskergruppen Ecological and Environmental Change Research Group (EECRG), Universitetet i Bergen.



Vigdis Vandvik - Professor ved Universitetet i Bergen

Jeg er prosjektleder for SeedClim og har hatt ansvaret for prosjektet helt fra planleggingsfasen til siste slutt. Idéen om å bruke gradientene i de norske landskapene, fra øst til vest og lavland til fjell, til å sette opp et 'nettverk' av stasjoner for å studere effekten av klima, og klimaendringer, fikk jeg mens jeg jobbet i Michigan i USA. Der er det helt flatt, så kontrasten til de varierte vestlandske landskapene var relativt slående. Jeg er interessert i hvordan klimaendringene vil påvirke plantesamfunn og arts mangfold i blomsterengene våre. Vil disse effektene variere fra fjell til lavland, og fra øst til vest? Hva er det som styrer endringene vi ser i naturen? Er det variasjon i frøspredning og spiring og dermed i om og hvordan nykommere etablerer seg i vegetasjonen, eller endringer i vekst og konkurranse mellom de voksne plantene? SeedClim har svart på mange spørsmål, men også pekt på nye mysterier. Jeg håper å kunne forske i norske blomsterenger i mange år framover!

Prosjektet har en rekke samarbeidspartnere i Norge og utlandet :

Olav Skarpaas - Seniorforsker ved Norsk institutt for naturforskning i Oslo

Jeg er økolog og er opptatt av hvordan miljøbetingelser påvirker levende organismer, spesielt når de flytter på seg. Viktige motivasjonsfaktorer i mitt arbeid er nærkontakt med natur og oppbygging av kunnskap for å møte miljøutfordringer som arealbruks- og klimaendringer. I SeedClim veileder og samarbeider jeg med doktorkandidater og masterstudenter i studier av utvalgte plantearter på de ulike lokalitetene i klimanettverket. Mange flotte steder! Mine favoritter er Fauske i Valdres og Ålrust i Hemsedal – kanskje fordi de minner om min barndoms grønne dal.



Kari Klanderud - Førsteamanuensis ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitetet i Ås

Jeg har vært med fra starten i 2008. Da brukte vi en hel sommer der vi travet opp og ned fjellsider og inn og ut daler for å finne perfekte lokaliteter til dette prosjektet. Det ble mange turer og lange dager, og en uforglemmelig sommer i unik natur. Jeg er aller mest interessert i plantesamfunnene, og hvordan de ulike artene reagerer på klimaendringer i forhold til hverandre. Stort sett hver eneste sommer har jeg dermed ligget med nesen i vegetasjonsrutene for å registrere og følge med på hvordan hver eneste lille plante klarer seg. Jeg elsker de norske fjellene og trives veldig godt med å gjøre feltarbeid på alle de vakre SeedClim lokalitetene.



Vi som jobber i din bakgård

Øyvind Nordli - Meteorologisk institutt i Oslo

Øyvind Nordli er meteorolog ved Meteorologisk institutt. Han har vært med å sette opp alle klimastasjoner på SeedClim-lokalitetene. Om våren kan man observere ham på ski, på vei for å laste ned vinterens klimadata.



Lise Øverås - Professor ved Universitetet i Bergen

Lise er professor i mikrobiologi ved Universitetet i Bergen. Hun er opptatt av mangfoldet under bakken, som i følge henne er mye større og mer spennende enn det vi ser oppe i dagen.

Richard Telford - Førsteamanuensis ved Universitetet i Bergen

Richard Telford er professor i paleoøkologi, altså i fortidens økologi, og han er opptatt av å studere klimaendringene på lang tidsskala, helt siden siste istid. I Seedclim er han mest opptatt av statistiske analyser av resultatene og er ansett som prosjektets „tallknuser“.



Deborah Goldberg - Professor ved University of Michigan i USA

Deborah Goldberg er professor ved Universitetet i Michigan. Hun er interessert i plantesamfunnets dynamikk og har veiledet en PhD-student (John Guittar) og en masterstudent (Serge Fariñas) som har jobbet i SeedClim.

Mikael Ohlson - Professor ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitetet i Ås

Mikael Ohlson er professor i økologi ved Norges miljø- og biovitenskapelige Universitetet på Ås. Han er interessert i trær og har undersøkt hvordan klimaet påvirker frøspiring og etablering av trær langs klimagradiene våre.



Vi som jobber i din bakgård

Gjennom årene har mange unge forskere samlet data til sine master- og doktorgrader i SeedClim. Her er noen av disse:



Eric Meineri - PhD-student ved Universitetet i Bergen (2008 - 2012)

Jeg viet fire år av min doktorgradsutdanning til SeedClim prosjektet, og fremdeles er jeg involvert i forsøkene som ble startet da. Jeg er Fransk, men har tilbrakt de siste 10 år i Skandinavia. I SeedClim, undersøkte jeg effekten av klimaendringer på reproduksjon av alpine planter for å forstå hvordan effekten av klimaendringer kan påvirke den geografiske fordelingen av plantene. I fire somre har jeg gått fra den ene SeedClim-lokalitet til den neste og nytt hvert minutt. Når jeg ikke driver med forskning liker jeg fotturer, skiturer og seiling.

Joachim Töpfer - PhD-student ved Universitetet i Bergen (2008 - nå)

Opprinnelig fra Østerrike fulgte jeg i 2007 min daværende kjæreste, nå kone, til Bergen der jeg ble involvert i SeedClim-prosjektet, først som feltassistent og siden som doktorgradsstudent. Hovedansvaret mitt i prosjektet er populasjonsbiologien til 2 veronika- og 2 fiolarter, men jeg har også jobbet mye med frøsåing/-etablering, frøbank og etablering av klimastasjonene. I fritiden er jeg opptatt av kampsport, klatring og mest av alt mine to barn.



Astrid Berge - Master-student ved Universitetet i Bergen (2009)

Jeg undersøker hvor viktig frøspredning er for biologisk mangfold. Det gjør jeg ved å sammenligne vegetasjonen under små 'telt' som stenger ute frøregnet med vegetasjonen utenfor, der frø kan komme inn. En gang fant vi katten på Vikesland sovende i ett av teltene mine.

Tessa Bargmann - Master-student ved Universitetet i Bergen (2009)

Jeg kom til Bergen for å gjøre feltarbeid til Masteroppgaven min, og fikk bli med på SeedClim-prosjektet. Her fikk jeg se noen av de fineste stedene jeg har noensinne vært på, og bestemte meg for å flytte til Norge for godt. Nå holder jeg på med doktorarbeidet mitt på Universitetet i Bergen, som handler om effekten av skjøtselsbrann på europeisk og australsk lynghei. Selv om jeg ikke jobber på SeedClim-prosjektet nå, så vil jeg alltid ha det som et veldig fint minne, med både opplevelser og folk som jeg aldri vil glemme!



Serge Fariñas - MSc-student ved University of Michigan i USA (2010-2012)

Serge jobbet med produktivitet, og karbon og nitrogen-innhold i planter og jord langs klimagradiene våre. Han fant ut at produktiviteten er høyest i varme strøk, men ved intermediær nedbør. Dessuten gressene spiller en viktig rolle i næringsdynamikken i økosystemene våre, og også her har klima har en innvirkning. En frihelg traff Serge dessuten en søt jente på torget i Bergen, og de bor nå i England.

Christine Pötsch - Master-student ved Universitetet i Bergen (2010)

Jeg er født og oppvokst i Østerrike og kom først til Norge som utvekslingsstudent. Siden jeg likte meg så godt her, kom jeg tilbake for å begynne en mastergrad ved UiB og gjorde oppgaven min med SeedClim hvor jeg så på to arter av starr og hvordan de bruker ressursene forskjellig i forskjellig klima. Jeg fant fort ut hvor mye jeg elsker å jobbe i felt og var så heldig å kunne jobbe for SeedClim selv etter avsluttet mastergrad i noen feltsesonger. I fritiden er jeg interessert i fotografi, og jeg elsker å lese, gjøre yoga og håndarbeid (striking og syng).



Vi som jobber i din bakgård

Siri Lie Olsen - PhD-student ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitetet i Ås (2011-2014)

Jeg er født og oppvokst på Østlandet, men SeedClim har virkelig gitt meg smaken på vestlandske fjell og fjorder. For et landskap! Jeg studerer hvordan klima i form av temperatur og nedbør påvirker samspillet mellom arter, med særlig fokus på konkurranseforholdet mellom gress og urter. Jeg har gjort SeedClim-feltarbeid hver sommer siden 2011, og jeg blir aldri lei av utsikten fra yndlingslokalitetene mine: Vikesland og Høgsete. Ellers har jeg en stor fascinasjon for sjeldne planter og bruker mye av fritiden min på «artsjakt».



John Guittar - PhD-student ved University of Michigan i USA (2010 – nå)

Jeg er en amerikansk student som er interessert i etablering og struktur av økologiske samfunn. Jeg startet min PhD med å studere plantesamfunn, men da jeg lærte mer om økologiske prosesser og mønstre, begynte jeg å legge merke til de mikrobielle samfunnene - de viktige bakterier og sopp som lever i jord og bryter ned plantemateriale. Norge er et utrolig sted å jobbe - både biologisk og kulturelt - og jeg ser frem til min neste feltsesong.



Lise Tingstad - Master-student ved Universitetet i Bergen (2011 - 2012)

I 2012 leverte jeg en masteroppgave ved daværende Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB) i Generell økologi, hvor Mikael Ohlson var hovedveileder, og Kari Klanderud, Vigdis Vandvik og Siri Olsen var bi-veiledere. Oppgaven innbefattet et frøsåingseksperiment med gran (*Picea abies*) og furu (*Pinus sylvestris*) på alle de tolv lokalitetene til SeedClim. Jeg nøt å være på feltarbeid på de flotte lokalitetene til SeedClim, og et av de beste minnene har jeg fra Rambæra – en dag hvor det startet med ruskevær, men klarnet så opp og vi kunne nyte utsikten over fjordene.

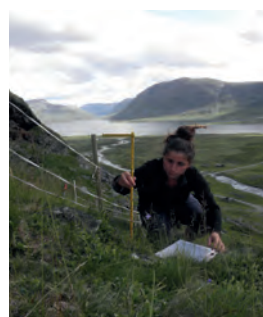
Pascale Michel - Postdoc ved Universitetet i Bergen (2012 - 2014)

Jeg er fransk, men nå bosatt i New Zealand. Også kjent som rødnebbternen (*Arctic tern*) trekker jeg mellom den nordlike og sørlige halvkule. Jeg jobbet i to og et halvt år som forsker ved UiB på SeedClim-prosjektet. Min hovedinteresse er på en liten gruppe av planter, de såkalte bryofyttene, som inkluderer moser og levermoser. Jeg ser på hvordan de er fordelt i landskapet i forhold til miljøet (for eksempel klima og andre planter), og hvordan de kan påvirke andre organismer (for eksempel urter). Når jeg ikke er i felt, liker jeg å slappe av i naturen, gå på tur, padle kajakk og leite etter ekte fugler.



Marta Ramírez Boixaderas - Master-student ved Universitetet i Bergen (2012)

Jeg kommer fra Catalonia og bor i Barcelona. Jeg gjorde min master i Bergen og studerte frøspredning hos planter relatert til klimaendringer. Fra mitt opphold i Norge husker jeg spesielt juli 2011 hvor jeg opplevde alle slags eventyr. For øyeblikket jobber jeg i et forskningssenter i nærheten av Barcelona. Om sommeren går vi til stranden etter jobb, og vi jobber ikke ute når det regner. Det synes jeg fortsatt er rart. Siden jeg kom tilbake, drar jeg til fjells nesten hver helg for å klatre, gå tur eller stå på ski. I fremtiden vil jeg gjerne bli en ekte fjelløkolog og på et tidspunkt komme tilbake til Norge.



Vi som jobber i din bakgård

Mari Jokerud - PhD-student ved Universitetet i Bergen (2013 - nå)

Jeg er vaktmesteren for SeedClim, det vil si at jeg har ansvaret for å klargjøre alle lokalitetene til sommerens feltarbeid; laste ned klimadata fra loggere som registrerer jord- og lufttemperatur, jordfuktighet, nedbør og solinnstråling (UV-innstråling) samt sjekke at de fungerer som de skal, sette oppstrømgjerder der det trengs og generelt vedlikehold. Om høsten klargjøres de for å tåle vinterens påkjenninger og noen ganger må jeg ut om vinteren for å sette opp loggere eller sensorer som har vært til reparasjon.



Aud Halbritter - Postdoc ved Universitetet i Bergen (2014 - nå)

Jeg er både norsk og sveitsisk, og det er kanskje grunnen til at jeg liker meg godt i fjellet. Jeg har nettopp begynt å jobbe som forsker på UiB. Interessen min er hvordan klima forandrer fenologien og pollinering, og jeg har vært i felt hver uke i sommer for å telle knopper, blomster og frukt. Min yndlingsplass har blitt Gudmedalen, fordi den er vakker og ensom, men jeg liker meg også veldig godt på alle de andre lokalitetene. Hvis jeg ikke er i felt, liker jeg å gå på turer, lese, gjøre yoga.

Judith Sarneel - Postdoc ved Umeå Universitetet i Sverige (2014)

Etter å ha studert restaurering av vegetasjon i dammer og elver, jobber jeg nå som postdoc ved Umeå Universitetet. Jeg studerer hvordan klimaet påvirker nedbrytning av plantemateriale. Til dette bruker jeg test kits. Test kits er teposer som du kan kjøpe i butikken. I fjor sommer kjørte jeg ned fra Umeå til Bergen og gravde ned te langs veien og på alle SeedClim-lokaliteter. Om høsten gravde jeg dem opp igjen og undersøkte nedbrytningen av teen.



Haijun Cui - PhD-student ved Chinese Academy of Science i Chengdu (2014)

Jeg er en kinesisk PhD-student, og jeg har deltatt i et internasjonalt samarbeidsprosjekt mellom Kina og Norge i to og et halvt år. Jeg er aller mest interessert i hvordan arter og plantesamfunn i fjelløkosystemet reagerer på klimaendringene. Jeg tror den omfattende studien om relasjoner mellom planter, jord og mikroorganismer er svært viktig. I fritiden liker jeg å lese bøker om historie som oppsummerer viktige historiske begivenheter. Fortiden kan fortelle oss hvordan vi skal gjøre det bedre i fremtiden. Jeg drømmer at jeg kan bli et ruvende tre ved stadig akkumulering i nær fremtid.

Sigrid S. Bruvoll (praksisstudent 2013), **Anna Flavinova** (praksisstudent 2013), **Benjamin Schwarz** (Erasmus Student 2014) og **Aksel H. Henriksen** (2014 - nå)

Benjamin er fra Tyskland, Anna fra Tsjekkia, og Sigrid og Aksel fra Norge. Alle studerer økologi, og de tre første har hatt semesteroppgaver hvor de har undersøkt klimaeffekter på vekst og biomasse over og under bakken i SeedClim-lokalitetene. De har veid og telt og målt, og bidratt med viktige data inn mot studiene våre. Aksel har begynt på en masteroppgave hvor han skal undersøke hvordan de forskjellige plantene reagerte på 'ekstremværet' i tørkesommeren 2014.

Vi som jobber i din bakgård

Hvert år får vi hjelp av studenter i felt. Vanligvis er det to IAESTE-studenter med. IAESTE er den internasjonale foreningen for utveksling av studenter og teknisk kompetanse. I tillegg har vi hatt flere norske feltassistenter.



Simon Le Mellec



Michael Dudley



Nina Mahler



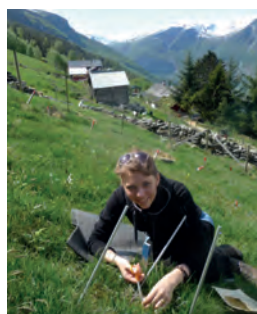
Alistair Coghill



Bernarda Bele



Izott Tween



Monika Hamacher



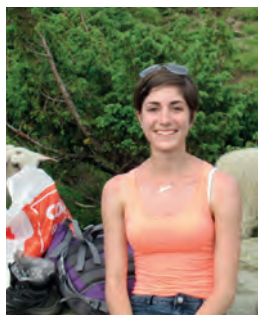
Annick Chételat



Ingeborg Helvik



Jeanette Hansen



Antonia Vasiliou



**Amund Vandvik
Skogrand**



Ove Måren



Fanny Duckert*

* Anmerkning fra redaksjonen: Det er en tegning av en ugle. Vi fant dessverre ikke noe bilde av Fanny.



Sibhoan McCall

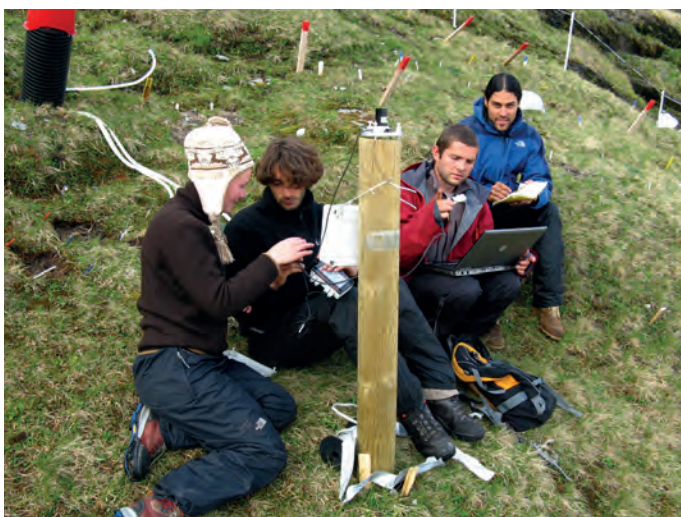


Ellen Dheere

Teori og hvordan vi jobber

Prosjektets mål

Rekruttering fra frø (frøspiring og frøplantenes overlevelse) er en nøkkelprosess i plantenes livshistorie med konsekvenser for artenes utbredelse, evolusjon og overlevelse. SeedClim-prosjektet kombinerer observasjoner og eksperimenter langs naturlige klimagradianter fra Vestlandet til Østlandet og fra fjord til fjell for å utforske hvordan klima og klimaendringer påvirker frøplanterekruttingen. Både frøenes økologiske rolle og deres klimarespons forstås best ved å sette dette livshistoriestadiet inn i en større sammenheng, og vi studerer derfor klimaresponsene på hele plantelivssyklusen og på flere nivåer; fra frøplantefysiologi via plantenes vekst og ressursallokering til populasjonsdynamikk til samfunnsdynamikk og diversitet.



Klimastasjonene våre gir viktige data om temperatur, nedbør, jordfuktighet og solinnstråling. Dette måles hver time hele året.

Det overordnede målet er å bidra til en bedre mekanistisk forståelse av hvordan pågående og fremtidige klimaendringer vil påvirke vegetasjonen på landskaps- og regional skala.

For å oppnå dette har vi utviklet nye metoder for å utforske hvordan effektene av både temperatur og nedbørendringer varierer langs regionale



Lunsjpause på Veskre.



Vi bruker plasttannpikere til å merke frøplantene. Nummeret og bokstaven gir en unik identifikasjon av en spesiell frøplante. For hver av over 11.000 frøplantene registrerte vi når de spirte, hvor fort de vokste, og om de døde, ble voksne og blomstret.

klimagradianter, og hvordan disse effektene skalerer over organisatorisk nivåer, fra fysiologi via individer og populasjoner til samfunn.

Delmålene i prosjektet er å undersøke:

1. Påvirker klima frøplanterekrutting på en systematisk måte?
2. Hvor viktig er lokale tilpasninger vs. plastiske responser til forskjellige klima?
3. På hvilket organisatorisk nivå, fra frøspiringsfysiologi via individer til populasjoner og samfunn, påvirker klimaendringer plantene?
4. Hvordan skalerer effektene mellom disse nivåene?
5. Hvordan vil disse sammenhengene påvirke klimasårbarheten til lokale plantesamfunn, og spesielt lavlandsplanters spredning og etablering i fjellet?

Fremmede arter

Det er mye snakk om fremmede arter i naturen. Fremmede arter er dyr eller planter som er spredd til Norge, som regel ved hjelp av mennesker. Noen av dem utgjør en trussel mot naturmangfoldet i Norge og havner på «Svartelista», som for eksempel sitkagrana og kongekrabben.

I SeedClim jobber vi ikke med fremmede arter, men er interessert i hva som skjer når arter som finnes naturlig i Norge sprer seg til nye områder fra lavlandet til fjellet eller fra øst til vest, for eksempel. Vi kan tenke på dem som naboarter på flyttefot.

Klimatisk nettverk

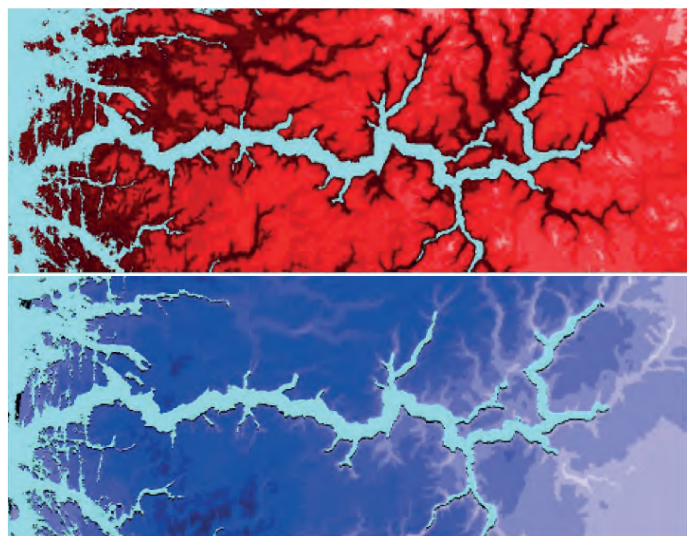
Stuedstedene i klimanettverket vårt er nøye utvalgt for å svare på viktige forskningsspørsmål. Sommeren 2008 besøkte vi over 200 potensielle lokaliteter fra fjord til fjell mellom Sognefjorden og Hardangerfjorden i vest til Ottadalen og Valdres i øst. Blant disse valgte vi 12.



Passer lokaliteten inn i klimanettverket vårt, mon tro? Olav Skarpaas kjører modeller mens Kari Klanderud venter spent.

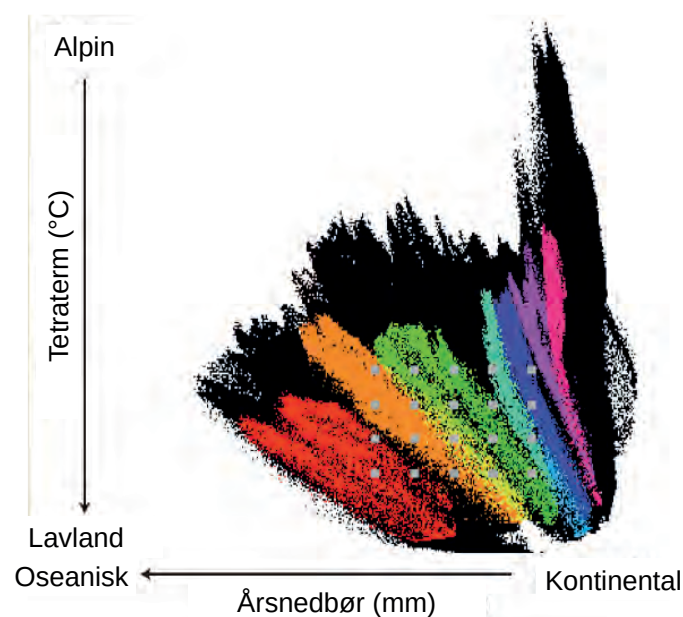
Utvelgelsen foregikk som følger. Det første og viktigste kriteriet var klima. Klimaspådommene for Norge er, grovt sett, varmere og våtere, men ikke like mye varmere og våtere overalt. For å kunne studere effekter av endringer i temperatur og nedbør hver for seg og sammen, ville vi ha et sett med lokaliteter hvor hver lokalitet har andre med liknende temperatur men ulik nedbør, og omvendt.

For å finne disse lokalitetene, tok vi utgangspunkt i temperatur- og nedbørkart fra Meteorologisk institutt (tilrettelagt av Ole Einar Tveito). Kartutsnittene med gjennomsnittlig sommertemperatur (rødt) og total årsnedbør (blått) rundt Sognefjorden viser tydelig at både temperatur og nedbør varierer med terrenget. Den fargerike illustrasjonen (til høyre) viser hvordan



Gjennomsnittlig sommertemperatur (rødt) og total årsnedbør (blått) rundt Sognefjorden.

temperatur og nedbør samvarierer i sidedalene til Sognefjorden. Her er hver prikk en 100x100m celle fra ulike dalfører, og hvert dalføre har sin farge (det svarte er områder utenom dalførene). Dersom vi beveger oss høyere i et dalføre, beveger vi oss oppover langs fargestripen mot lavere temperaturer, men samtidig mot høyere nedbør. Det er ikke mulig å få til alle ønskelige kombinasjoner av temperatur og nedbør i ett dalføre. Klimanettverket måtte derfor spenne over et stort geografisk område med flere dalfører.



Temperatur og nedbør i sidedalene til Sognefjorden.

Et annet viktig kriterium var stor tetthet av småvokste plantearter, slik at vi kunne studere mange arter på små, flyttbare jordlapper (se illustrasjon av transplantering). Dette finner vi stort sett bare i områder med åpen vegetasjon (urterike enger) og rik geologi, som er relativt sjeldent. De utvalgte lokalitetene har alle høy artsrikdom. Ellers forsøkte vi å finne lokaliteter som var mest mulig like



Vegetasjonen på lokalitetene våre er artsrik. Og plantene er veldig småvokste. Det betyr at vi kan få svært mange individer, og arter, inn på et lite areal.

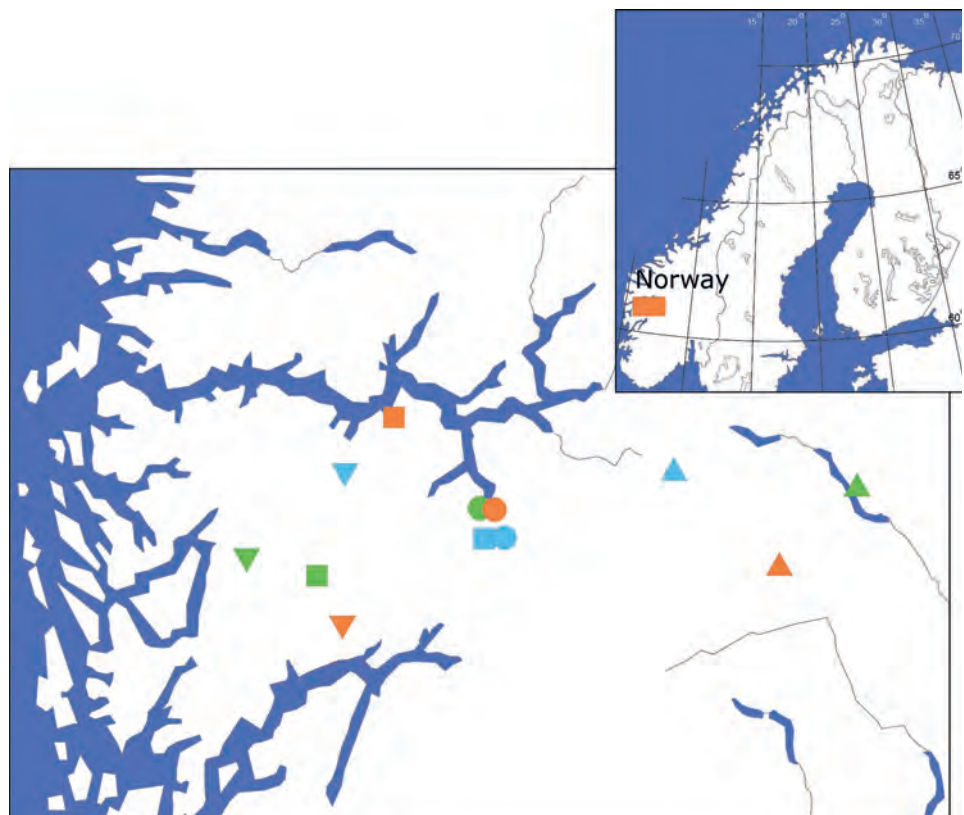
når det gjelder andre viktige faktorer som helning og eksposisjon.

Kort oppsummert utnyttet vi de bratte klimagradiene på Vestlandet og valgte ut 12 lokaliteter i et «klimanettverk» hvor fire nivåer av årsnedbør (ca. 600, 1200, 2000 og 2700 millimeter per år) er kombinert med tre nivåer av sommertemperatur (gjennomsnittlig ca. 6, 9 og 11°C i årets fire varmeste måneder), mens alle andre faktorer ble holdt så konstant som mulig. Klimastasjoner overvåker nå temperatur, nedbør og jordfuktighet på hver lokalitet.

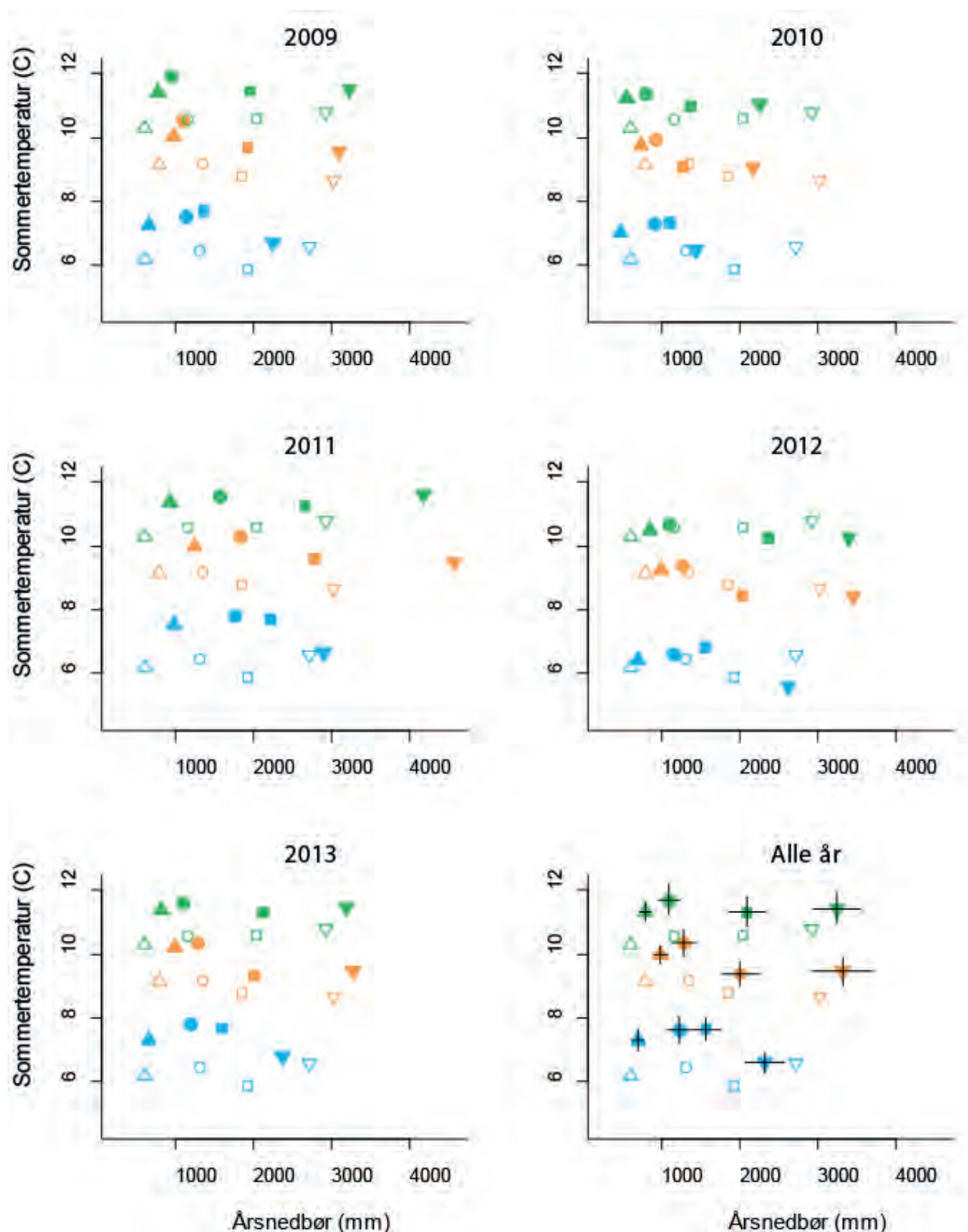
Dette oppsettet gir oss muligheter til å studere naturvariasjon langs gradientene, men også å eksperimentere med å flytte små økosystemer langs temperaturgradienten, nedbørgradienten eller begge deler. For eksempel har vi transplantert intakte vegetasjonsmatter (25 x 25 cm) og frø av fire fokusarter (fjellplantene fjellfiol og fjellveronika og lavlandsartene myrfiol og legeveronika) mot varmere, våtere og varmere og våtere forhold. Dette gjør oss i stand til å undersøke hvordan frøspiring og frøplanterekruttering spesielt, og populasjons og samfunnsdynamikk generelt, vil påvirkes av klimaendringene.

	Lokalitet	Høyde (m)	Årsnedbør (mm)	Gjennomsnittlig sommertemperatur (°C)
▲	Ulvhaugen	1208	596	6.17
●	Låvisdalen	1097	1321	6.45
■	Gudmedalen	1213	1925	5.87
▼	Skjellingahaugen	1088	2725	6.58
▲	Ålrust	815	789	9.14
●	Høgsete	700	1356	9.17
■	Rambæra	769	1848	8.77
▼	Veskre	797	3029	8.67
▲	Fauske	589	600	10.30
●	Vikesland	474	1161	10.55
■	Arhelleren	431	2044	10.60
▼	Øvstedal	346	2923	10.78

Tabellen (ovenfor) viser høyden, årsnedbør og gjennomsnittlig sommertemperatur fra de 12 utvalgte SeedClim-lokalitetene. Fargene viser det tre forskjellige temperaturnivåene: ca. 6°C (blå), 9°C (oransje) og 11°C (grønn), mens symbolene viser nedbørsmengden: ca. 600mm (trekant), 1200mm (sirkel), 2000mm (kvadrat) og 2700mm (omvent trekant). Kartet (til høyre) viser de 12 SeedClim-lokalitetene langs Sognefjorden.



Klima i SeedClim



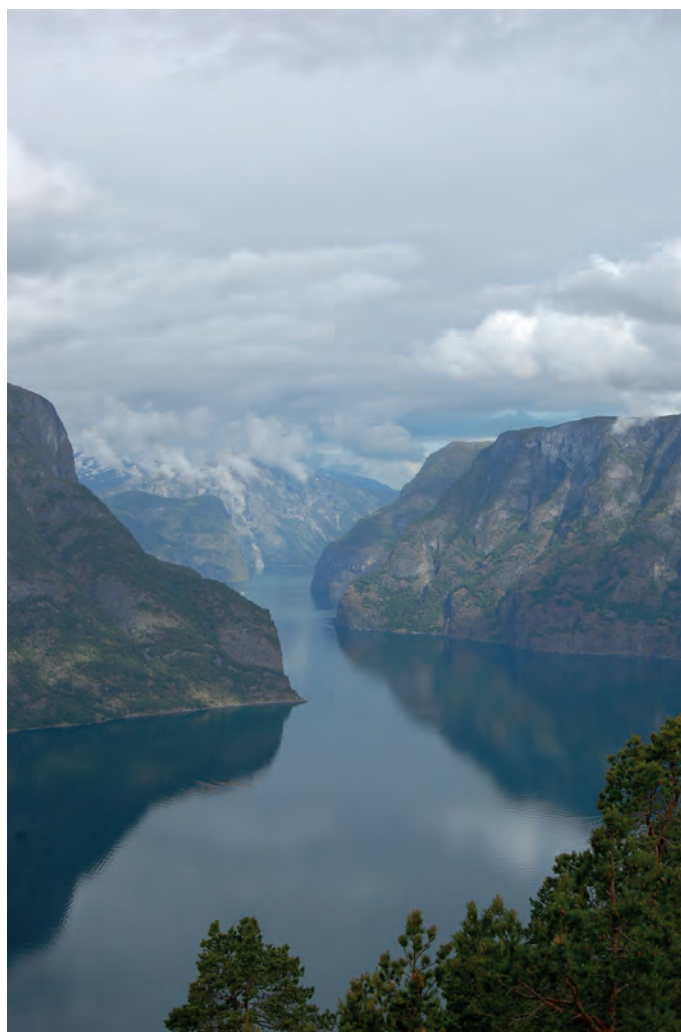
Somrene vi har tilbragt i SeedClim har budt på ganske så forskjellig vær. Denne figuren viser sommertemperatur (4 varmeste måneder) og årsnedbør for alle lokaliteter og alle år. De åpne symbolene viser klima i normalperiode 1960-1990 (data fra met.no), de fylte symbolene viser de målte variablene fra klimastasjonene vi har satt opp. I 2011 regnet det over 4 meter i Øvstedal og på Veskre! I 2010, derimot, falt det knapt halvparten så mye. Selv om det er mye variasjon, er det også system i galskapen – det er varmere i lavlandet enn på fjellet, og det regner mer, og er større variasjon i nedbør, vestpå. Vi ser også at de målte temperaturene alltid er høyere enn normalen, og at den målte nedbøren nesten alltid er høyere enn normalen. Klimaendringene er nok allerede kommet.

Nytt klima, nye arter?

Klimaet, altså temperatur og nedbørforhold gjennom året, er en viktig faktor som bestemmer hvor planter og dyr kan leve og vokse. Vi kan alle observere hvordan klimaet påvirker artenes utbredelse: Det finnes ikke trær på fjellet, og det finnes ikke lemen i lavlandet. Når klimaet endrer seg vil artene kunne flytte seg. Tregrensene flytter seg oppover i fjellet, for eksempel. Men klima forklarer ikke alt: både berggrunn, beitedyr og forskjellige typer samspill mellom artene, som for eksempel konkurranse om lys og næring, påvirker artenes vekst og utbredelse.

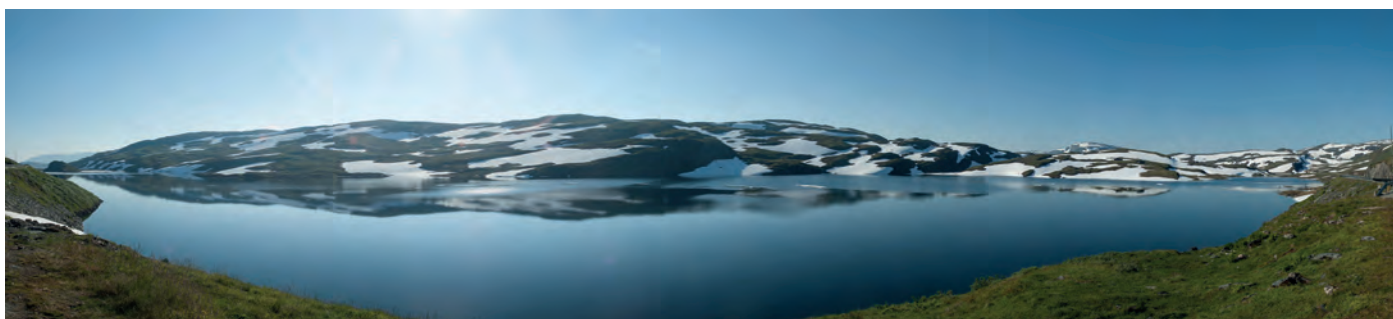
For å kunne skille ut en spesiell påvirkningsfaktor og forstå denne, er eksperimenter nyttige. Ved hjelp av eksperimenter kan vi isolere en faktor og studere denne i detalj, mens vi holder alle andre faktorer konstant. I SeedClim har vi gjort flere typer eksperimenter:

- Selve hoved-eksperimentet vårt er jo ‘transplantasjonene’, der vi tok hele vegetasjonsmatter og flyttet til varmere og/eller våtere klima. Når vi gjør dette eksperimentet utsetter vi plantene for et nytt klima ‘på dagen’ – vi slipper å sitte og vente på at klimaendringene skal finne sted. Klimaendringene skjer temmelig raskt også i virkeligheten, bare se på forskjellen mellom ‘normaltemperatur’ basert på perioden fra 1960-1990 og det klimaet vi har målt (figuren nederst til høyre på forrige side)!
- Når klimaet endrer seg, endrer også konkurranseforholdet mellom artene seg. For å studere dette manipulerte Siri nettopp disse konkurranseforholdene, ved å fjerne en gruppe arter (gress og gresslignende arter).
- Effekter på voksne planter er en sak, men frøspiring er viktig for at plantene skal kunne overleve på lang sikt. For å studere dette sådde Eric og Lise frø, og talte frøspirene som kom opp. Lenger bak i rapporten kan du lese om hva dette kan lære oss om plantenes evne til å overleve og spre seg i et nytt klima.
- Frø sprer seg fra planten, noen kort og noen lengre. Bare tenk på et løvetannfrø som flyr gjennom lufta! Og når de lander kan de enten spire



med en gang, de kan bli spist av insekter eller smågnagere, eller de kan ligge i jorda og vente på gunstige forhold. For å studere dette brukte Marta frøfeller (vel, det er vel egentlig bare helt vanlige plastdørmatter, men de gjør jobben!) og vi samlet også jord som vi tok med hjem til Bergen der vi spirte opp alle frøene i et drivhus.

Til sammen gir alle disse eksperimentene oss et verdifullt innblikk i hvordan plantene vil forholde seg til de klimaendringene vi vet vil komme i årene som kommer. Det vi fant ut er vist og forklart flere steder bakover i rapporten.



Økologiske eksperimenter

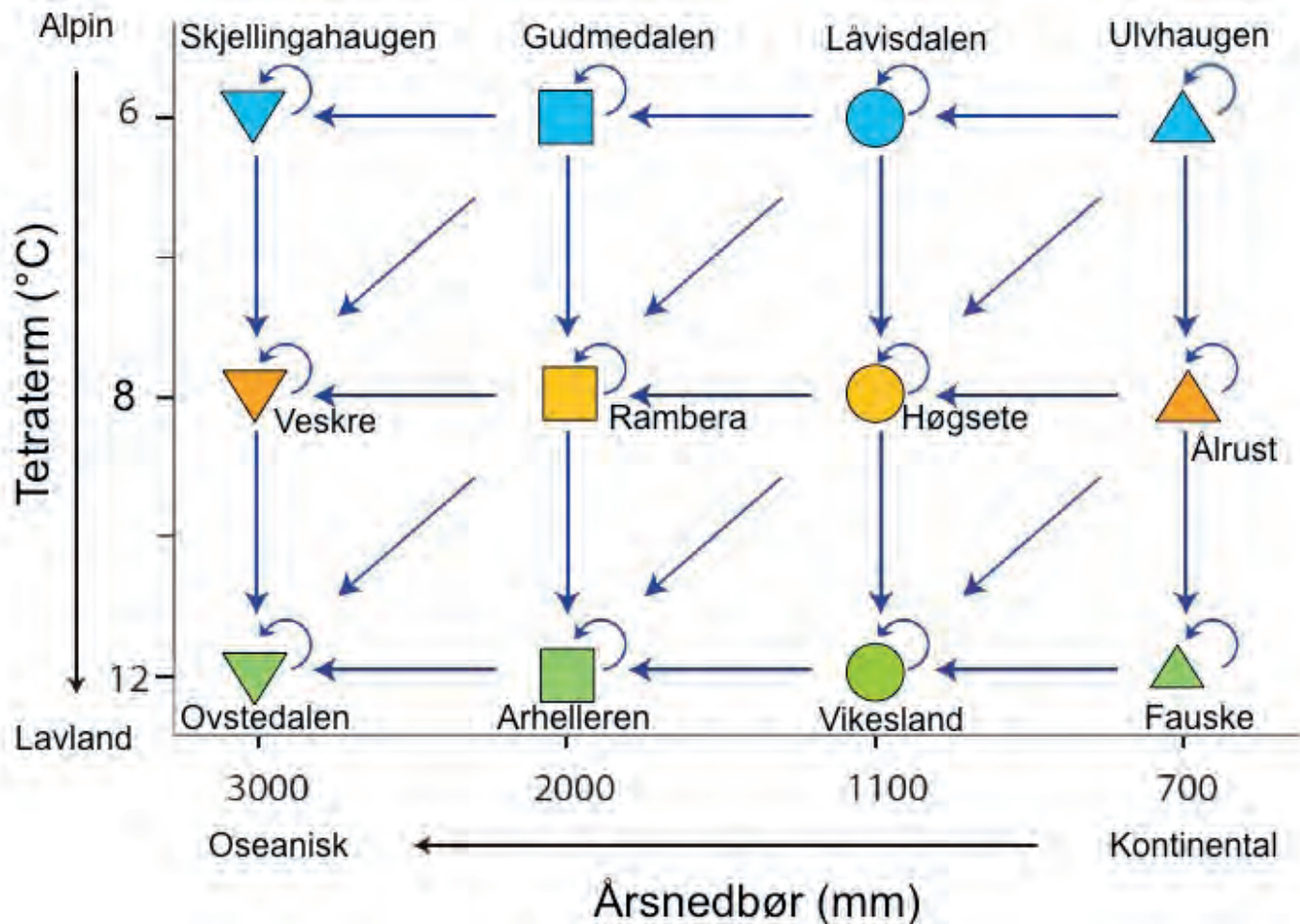
I SeedClim er vi spesielt interessert å undersøke hvordan planter reagerer på klimaforandringene. Dette er vanskelig å observere direkte, fordi klimaet, tross alt, forandrer seg ganske sakte. Derfor bruker vi eksperimenter. Vi flytter, eller transplanterer, små vegetasjonsmatter på 25 x 25 cm fra ett klima (en gård) til et nytt for å undersøke hvordan plantene der vil greie seg under et fremtidig klima. Fordi klimamodellene sier at fremtiden vil bringe varmer og våtere vær i Norge, flytter vi våre vegetasjonsmatter mot varmere steder (fra Ålrust i Hemsedal til Fauske i Vestre Slidre og fra Skjellingahaugen på Vikafjellet til Veskre i Bordalen, for eksempel) mot våtere steder (fra Vikesland i Flåm til Arhelleren i Voss og fra Rambæra i Vik i Sogn til Veskre i Bordalen) og mot varmere og våtere steder (fra Ulvhaugen på Hemsedalsfjellet til Høgsete i Flåm, og fra Rambæra til Øvstedalen). Slike eksperimenter kalles rom-for-tid- eksperimenter fordi vi utnytter romlige klimagrader til å forstå hvordan ting vil endre seg over tid.

Vi gjør også andre eksperimenter i SeedClim. Vi sår frø for å undersøke hvordan plantene spirer og gror under forskjellige forhold, og vi fjerner noen eller alle artene fra små områder for å undersøke effekter av konkurranse mellom artene langs klimagrader i SeedClim.



En vegetasjonsmatte som har blitt gravd ut (øverst) og plassert i en pappeske (ovenfor). Nå er den klar til å bli transplantert til en annen lokalitet. Over hundre vegetasjonsmatter ble transplantert ved hjelp av studenter. „Master-boks-bærer“ var Eric med 8 bokser om gangen (til venstre).





Skjemaet viser transplantasjonsoppsettet. Vegetasjonsmattene har blitt transplantert hjemme (pil som går tilbake), til varmere (pil som viser nedover), til våtere (pil som viser til venstre) og til varmere & våtere (diagonal pil). Fargene viser tre forskjellige temperaturnivåer: ca. 6°C (blå), 9°C (oransje) og 11°C (grønn), mens symbolene viser nedbørmengden: 600mm (trekant), 1200mm (sirkel), 2000mm (kvadrat) og 2700mm (omventet trekant).



Feltarbeid på Ulvhaugen. Arbeidfordelingen er grei: professorene transplanterer ruter mens doktorgradsstudentene ser på. Fra venstre: Vigdis Vandvik, Olav Skarpaas, Kari Klanderud, Eric Meineri og Joachim Töpper.



Her ligger de nytransplanterte vegetasjonsmattene. I tillegg samlet vi jordprøver og analyserte dem på lab'en.

SeedClim i tall

For å gjøre forskning trenger vi data. Og data består av tall. Tusenvis av tall. Gjennom årene i SeedClim har vi talt og målt planter, klima, alle slags ting. Det blir ganske store tall til slutt! Her er noen av dem:

- I 2009 ble 265 vegetasjonsmatter transplantert til sammen over 6100 km (luftlinje). Seks studenter og professorer hjalp til å bære vegetasjonsmattene opp og ned bakkene. Det tok fire uker å fullføre jobben, og vi var temmelig fornøyd med oss selv da vi var ferdige....
- SeedClim er internasjonalt! Folk fra 14 land har vært med på prosjektet.
- Det vokser 206 forskjellige plantearter i vegetasjonsmattene våre, 131 urter, 49 gress, 5 bregner, småplanter av 21 busker og trær, og 58 moser.
- Hvert år drar vi ut for å se hvilke arter som overlever eller har dødd, samt nye arter som har kommet inn i mattene våre. Slikt blir det en del artsidentifisering av – til sammen har vi registrert 194.784 forekomster av høyere planter og 9.784 forekomster av moser i rutene våre.
- Vi har også fulgt individer av to fioler og to veronikaarter. Vi har registret overlevelse, vekst og fertilitet på 2.962 legeveronikaer, 1.269 fjellveronikaer, 1.357 myrfioler og 1864 fjellfioler.
- Legeveronikaen vokser i skudd langs bakken, litt hvert år, og til sammen har vi målt 204.6 m veronika-skudd.
- Vi har også talt og målt blader fra alle disse indi-

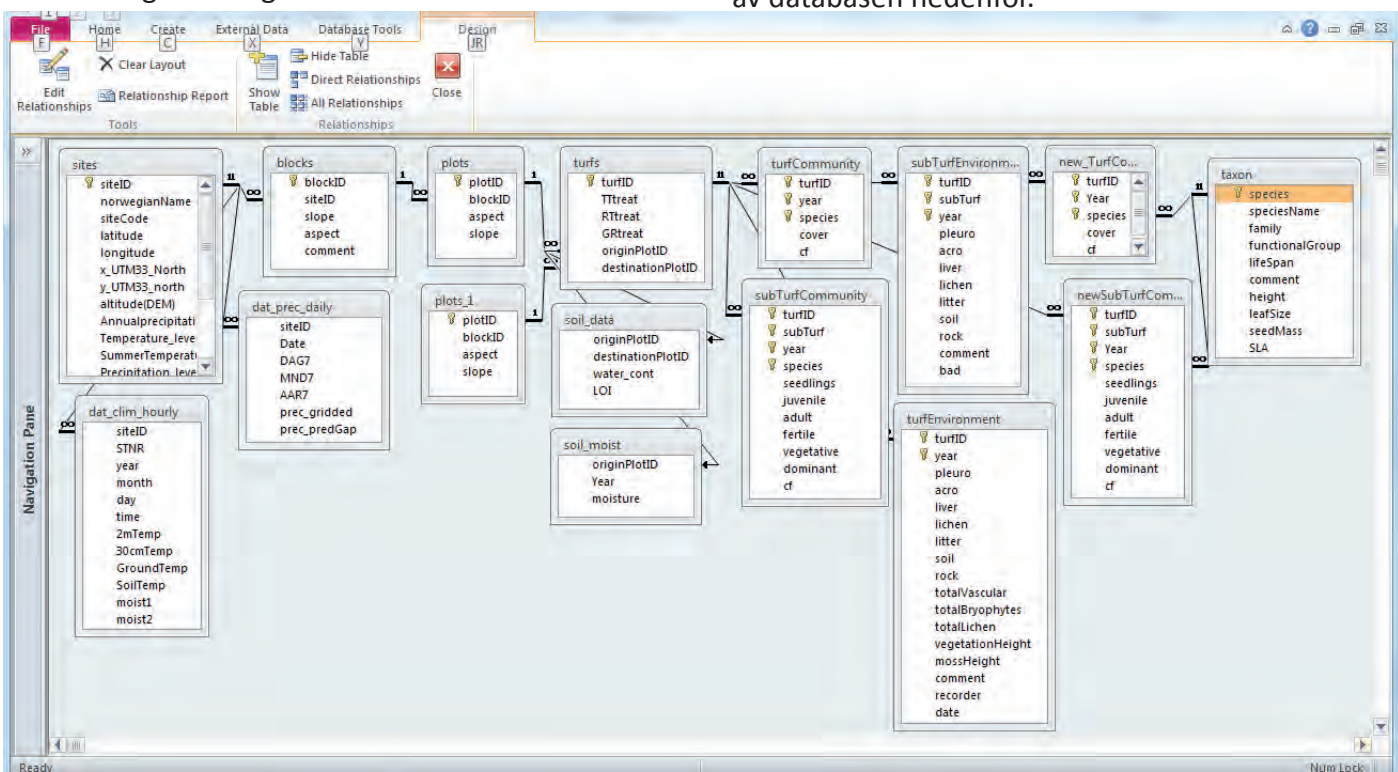


Vi trenger mange merkepinner for å merke opp alle eksperimentene våre (øverst). Tessa Bargmenn er på jobben! Det samme gjelder for plantene. Tusenvis av tannpikere markere plantene på SeedClim (ovenfor).

videne, til sammen 72.093 blader.

- Totalt har vi registrert 64981 frøplanter og 22523 frø i felt og lab.

For å kunne analysere data trenger vi å organisere alle tallene i en database. Richard har ansvar for databasen, som er temmelig komplisert. Se bilde av databasen nedenfor.



Noen minner fra din bakgård

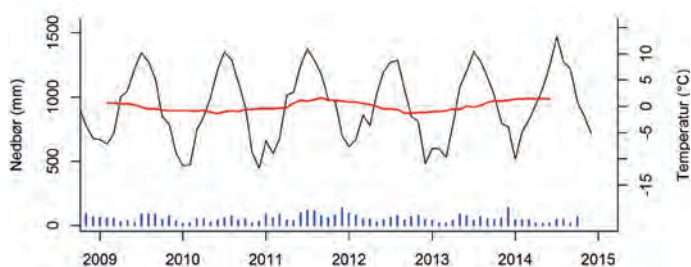
Ulvhaugen

Grunneier: Dagfinn Kvamme og Per Breistøl



Når vestaværet setter inn, kan det bli relativt surt oppe på ryggen der vi har lagt eksperimentene våre. Her er det på med alle lagene med ull, og rasjonering med varm drikke sånn at den skal holde hele dagen. Heldigvis er det veldig artsrik vegetasjon her, og vi synes det varmer litt i sjelen, om ikke annet, når neglesprekken setter inn midt i juli.

Sauer, kyr og geiter er en utfordring på nesten alle lokalitetene. Plantene tåler det fint, men det er verre



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Noen arter
engsoleie, fjellfiol,
fjellmarikåpe, fjelltimotei,
fjellsmelle, fjellveronika,
flekkmure, kattedot,
marikåpe-art, ryllik,
snøsøte, trefingerurt,
engkvein, fjellfrøstjerne,
fjellstarr, smyle,
sølvbunke, musøre,
dvergjamne



med merkepinnene våre. Vi setter opp gjerder om våren, men av og til er gjerdene ødelagt (ovenfor) når vi kommer tilbake om sommeren, og plantene er blitt spist og alle merkene er borte.

Vi måler også jordfuktighet to ganger om året rundt hvert vegetasjonmatte for å undersøke hvordan fuktigheten varierer innad på et sted (til høyre).



Ålrust

Grunneier: Kjell og Ingebjørg Kristiansen



Hestene på Ålrust er vennlige og nysgjerrige, og le-kne. Dette kan skape problemer dersom mindre dyrevante feltassistenter blir redde og legger på sprang fra 'forfølgerne'. Mennesker kan jo som kjent ikke løpe fra en (leken) hest!

På Ålrust vokser bakkesøte og marinøkkel (til høyre), sjeldne arter som i lavlandet er knyttet til enger i tradisjonell hevd. Den kjente norske botanikeren Johannes Lid besøkte området på 1960-tallet.

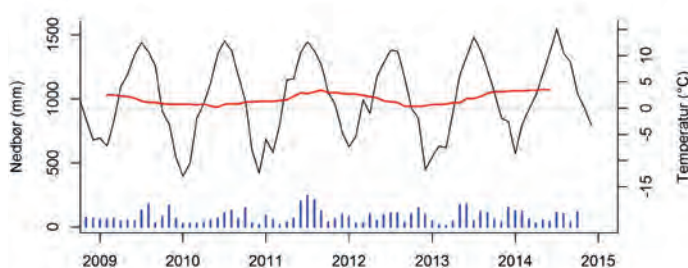


Noen arter
blåkoll, dunkjempe
engsmelle, engsyre
fjellfiol, fjellmarikåpe
flekkmure, følblom
hvitkløver, hårsveve
kattefot, legeveronika

marikåpe-art
rødknapp
skogfiol
tiriltunge
fjellrapp
smyle
sølvbunke



Hesten følger nøye med, mens noen jobber og andre sover (til venstre) på Ålrust.



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Fauske

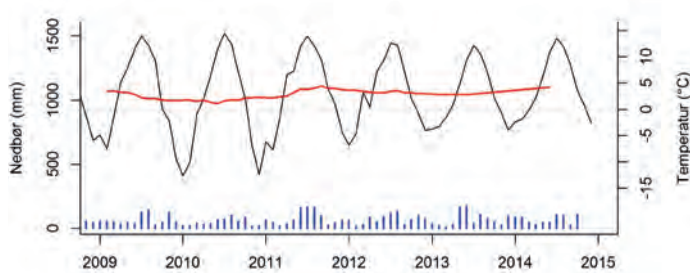
Grunneier: Oddbjørn Fauske og Marit Fauske



Da vi satte opp strømgjerdet på Fauske første gang ble en av studentene ufrivillig prøvekanin – hun lå intetanende og sådde frø i en liten rute på bakken da en annen student bestemte seg for å teste strømgjerdet. Frøsåersken hoppet himmelhøyt – hun lå med rumpa inntil strømgjerdet.

To arter som står på Norsk rødliste over truede arter vokser her: dragehode og smalfrøstjerne (høyre). Dragehode og 'piratkyr' (nedenfor) er funnet flere steder i området.

En gang om våren og om høsten må alle klimadata lastes ned på PC (nedenfor).



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

Låvisdalen

Grunneier: Olav Grønsberg, Ingvald Bjerke,
John Inge Loven med flere



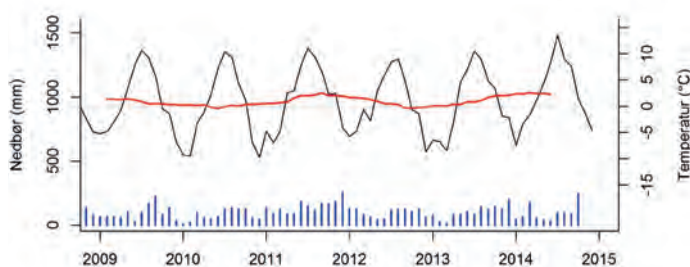
I Låvisdalen bor det små kyr, sauer og dverger (under). Det finnes ingen vitenskapelig forklaring hvordan de kom seg til Låvisdalen, men det finnes spekulasjoner om at det har noe med oppmuntring av forskerne å gjøre, fordi det er ofte veldig kaldt og vått i Låvisdalen. I hvert fall ble de først sett etter den spesielle våte feltsesongen i 2011 og førte til mye latter. Sauene i Låvisdalen er bemerkelsesverdig stedfaste. Den samme sauene og lammene hennes holder til i lia rundt rutene våre hvert eneste år. Ett år gjorde vi den tabben å sette opp strømgjerdet vårt tvers over stien hennes. Hun trosset gjerdet og fulgte vanene sine,



til ubehag for både henne og oss. Nå har vi lært hvor gjerdet skal stå der i garden!

Hver lokalitet har en klimastasjon (nedenfor). Klimastasjonene samler data om temperatur og nedbør hver time året rundt. Det to hvite „fuglehusene“ måler temperatur 2m og 30cm over bakken.

Den kjente norske botanikeren Johannes Lid besøkte Låvisdalen på 1960-tallet.



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Høgsete

Grunneier: Sigurd Vikesland med flere



Det er 30 minutters gange i bratt terreng opp til Høgsete. Denne turen er en utfordring for oss alle, særlig når vi må bære mye utstyr. Men det lønner seg! Etter å ha fått tilbake pusten, er det bare å nyte utsikten. Aurlandsfjorden lyser turkis, og man kan se de store turistbåtene på vei inn til Flåm.

Vegetasjonen på Høgsete er artsrik. Blant mye annet vokser det ryllik, fjellmarikåpe, rødknapp og følblom her.

Vår amerikanske kollega Deborah Goldberg skulle besøke Høgsete sommeren 2011. Hun ba oss gå i forveien opp den bratte bakken. Etter to timer ringer hun, lett forvirret. Hun var kommet fram til et bratt stup og kunne se ned på en vakker bygd med elv, fle-



Noen arter

fjellmarikåpe

fjellsmelle

følblom

harerug

hvitkløver

hårsveve

legeveronika

løvetann

marikåpe-art

myrfiol

ryllik

rødkløver

rødknapp

setermjelt

sumpmaure

tepperot

tiriltunge

engkvein

gulaks

rødsvingel

sauesvingel

slirestarr

smyle

stivstarr

sølvbunke

blåbær

musøre

re butikker og hoteller, småbåtkai, og en riktig flott steinkirke. Som alle lokalkjente vil forstå var dette Aurland, og hun hadde kommet adskillige kilometer ut av kurs. Hun kom seg opp til oss til slutt. Imponerende terrengmanøver av en dame fra paddeflate Michigan!

Jobbing går ikke uten energi, og i matpausen spiser vi ofte yoghurt (nedenfor).



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

Vikesland

Grunneier: Sigurd Vikesland



På Vikesland er det mye liv. En flokk gjestfrie geiter, en klengete katt, en harmløs hund, noen gale gress, og den blide bonden Sigurd. Og en jevn strøm av turister, selvsagt. Ikke alle er fødte fjellvandrere... Vi har flere ganger blitt spurt om haik opp til toppen av fjellet. Vi sier alltid nei. For det første så går det ikke vei dit, for det andre skal ikke vi helt opp, og for det tredje er jo strabasene på turen opp helt nødvendige for å kunne nyte at toppen er nådd! God tur, sier vi!



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

Noen arter

dunkjempe
engsmelle
engsoleie
engsyre
fjellmarikåpe
følblom
gullris
gulmaure
hvitkløver
hårseve
krypsleie
kystmaure
legeveronika
marikåpe art
ryllik
rødkløver
rødknapp

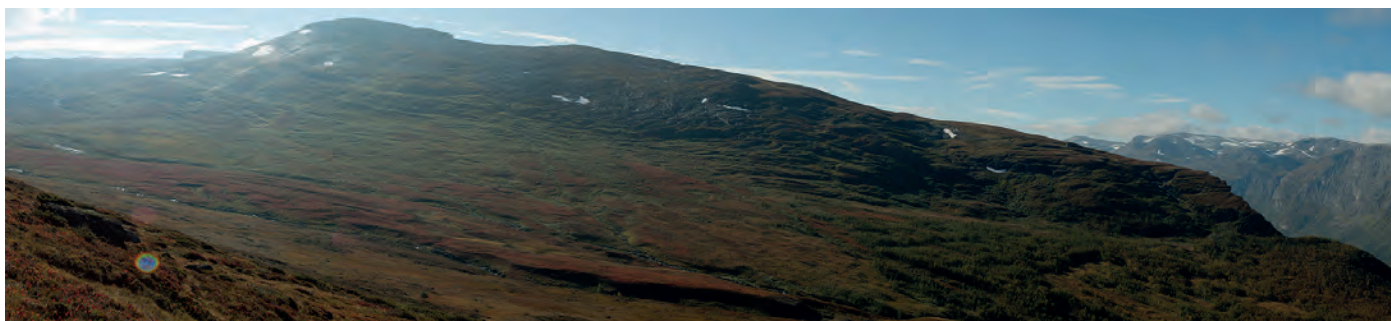
skogfiol
tepperot
tiriltunge
engkvein
engrapp
gulaks
hundegras
sauesvingel
sølvbunke
bringebær

En gang kjørte vi ned fra Vikesland og alle vinket så hyggelig til oss langs veien. Vi vinket høflig tilbake - og kom helt ned til hovedveien før vi oppdaget at bakkdøra på bilen sto åpen og regntøyet til Vigdis hadde falt ut. Opp igjen...



Gudmedalen

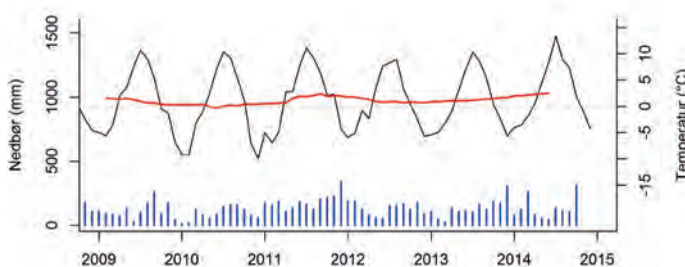
Grunneier: Sturle Ryum, Johan Mårsch, Sjur Ryum,
Britt Kari Allmenningen og Anders Indreli



Bakken opp til Gudmedalen er lang og bratt, og vi må ofte kaste både gensere og langunderbukser når vi vel er oppe. Ett år glemte Kari noen klær på en stor stein her. Året etterpå lå de pent samlet på samme sted som hun hadde lagt dem fra seg. Hun tok dem med hjem, vasket dem, og bruker dem enda.

Veien som fører til Gudmedalen er smal, bratt og kan være veldig glatt når det er vått. Av og til får vi hjelp fra bøndene som hjelper oss forbi de bratteste stedene. Vi ønsker oss firehjulstrekkere, vi også!

Når vi avslutter arbeidet seint om kvelden på Gudmedalen, møter vi gjerne geitene som er på vei



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Noen arter

averggråurt
engsoleie
fjellfiol
fjellfrøstjerne
fjellmarikåpe
fjellsmelle
gullris
harerug
jåblom
kattefot
myrfiol
setermjelt
skogstorkenebb
tepperot
trefingerurt
fjellstarr
hårstarr
slirestarr
sølvbunke
røsslyng
tyttebær

opp mot stølen. Opp hit kommer de hver kveld, og så vandrer de nedover igjen om natten til melking neste morgen.

De kjente norske botanikerne Axel Blytt og Johannes Lid samlet planter her på 1800-tallet og begynnelsen av 1900-tallet.



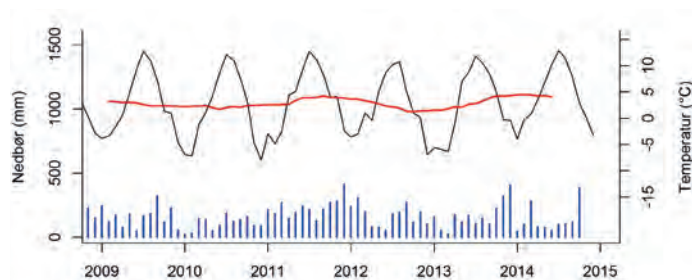
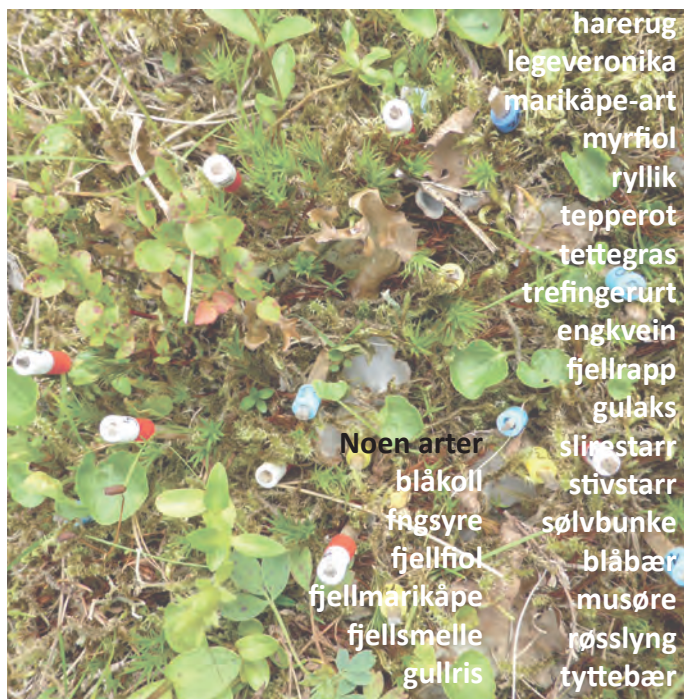
Rambæra

Grunneier: alle grunneierne på Tenold



Ingenting slår utsynet over Sognefjorden i solnedgang, sett fra Rambæra. Men når skodda henger tjukk, kan man lett gå seg vill her oppe. Vi har flere ganger fått telefoner fra småfortvilte studenter og assistenter på villstrå.

Rambæra er den eneste lokaliteten hvor vi mistet en vegetasjonsmatte på grunn av steinsprang! En stor stein raste ut her – og begravde ett av plottene våre for all framtid. IAESTE-student Alistair fra Skottland laget en passende minneplate over det tapte (og kanskje tapre?) plottet (til høyre).



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Arhelleren

Grunneier: Anne Margrethe Traa



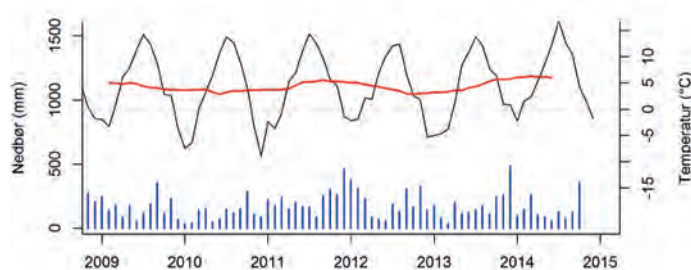
Noen arter

engsyre
fjellfrøstjerne
fjellmarikåpe
følblom
gullris
hvitveis
legeveronika
myrfiol
myrtistel
ryllik
rødknapp
skogfiol
skogstorkenebb
smalkjempe
tepperot
bråtestarr
engfrytle
engkvein
gulaks
hårfrytle
sauesvingel
sølvbunke



Første året vi var her ble vi forundret over å se en stor stein utstyrt med klatretau, opplagt for lettere bestigning. Men hvorfor? Da behovet for telefonering meldte seg skjønte vi tegninga: det eneste stedet i nærheten hvor det er telefondekning er oppå denne steinen. I alle etterfølgende år har vi vært ivrige brukere av telefonsteinen på Arhelleren, godt hjulpet av tauet!

På Arhelleren ligger vi i konstant krig med innvånerne i en stor en murtue om kontrollen over 'blokk nummer 5'. Så langt holder vi stand, men å analysere 'maurplottene' er ingen populær jobb. Etter å ha jobbet en dag med hansker for ikke å bli spist av maur, kom vi tilbake neste dag og fant bare brunt gress fordi maurene hadde tisset på alt. Siden den gangen jobber vi helst i regn eller før og etter solnedgang, for da er maurene ikke så raske og ivrige i tjenesten... Arhelleren er den eneste lokaliteten hvor vi finner den vakre orkidéen brudespore (til høyre). Den kjente norske botanikeren Johannes Lid besøkte dette området på 1920-tallet.



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.



Det kan være veldig kaldt å jobbe på SeedClim lokalitetene fordi vi ofte ligger timevis på bakken og teller planter, blomster og frø.

Skjellingahaugen

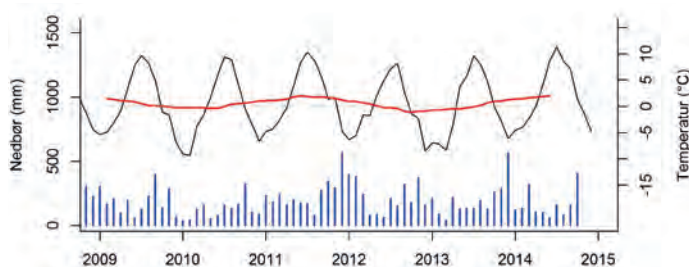
Grunneier: Olav Arnar Bø



Skjellingahaugen er den lokaliteten hvor vi blir mest beglodd av folk. Lokaliteten ligger ved en av hovedinnsfartsårene til Stølsheimen, og her er det mye trafikk. Mange av dem som ser oss ligge der med nesene i bakken, stopper for å slå av en prat. Her har vi holdt spontanforelesning for skoleklasser fra Voss, plutselig blitt intervjuet av Sogn Avis og NRK, og fortalt om forskningen vår til turister fra inn- og utland.

Det er også den kaldeste og våteste lokaliteten. Her ligger det mye snø om våren, og hvert år når vi kommer tilbake ligger alle merkepinnene på kryss og tvers (til høyre).

Sauene på Skjellingahaugen er veldig nysgjerrige. De følger nøye med hva vi gjør og spiser på nesten alt som ligger utenfor gjerdet.



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

Noen arter

bergveronika, blåkoll
øverggråurt, finnskjegg
fjellfrøstjerne, fjellkattefot
fjellmarikåpe, fjellrapp
fjellsmelle, fjelltimotei
fjelltistel, flekkmure
fjellblom, gulsildre
harerug, ljàblom
marikåpe-art, marinøkkel
myrfiol, snøsøte, skogstor-
kenebb, fjellstarr, hårstarr,
sølvbunke, tettgras, musøre



Veskre

Grunneier: Nils Jarle Gjeraldstveit



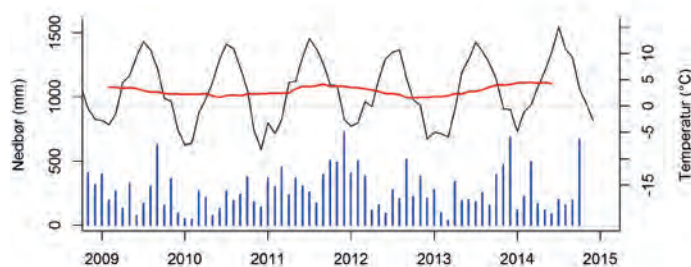
Veskre huser de mest høylytte og fryktløse storfe vi har truffet på! Nettinggjerder, piggråd, planker, eller strøm. Intet holder dem ute fra innhegningen og eksperimentene våre. Og de er forbausende treffsikre med kurukene: de ligger selvsagt midt i eksperimentene. Det har hendt vi har skrappt vekk uhumskheten for å komme til plantene våre. Dessuten er kumøkk mye større en de små kulene sauene lager (nedenfor).

Den kjente norske botanikeren Johannes Lid samlet planter på Veskre på 1920-tallet.



Noen arter
blåkoll
engsyre
fjellfiol
fjellmarikåpe
fjellsmelle
flekkmure
følblom
gullris
hårsveve
jåblom
kattefot
legeveronika
marikåpe-art

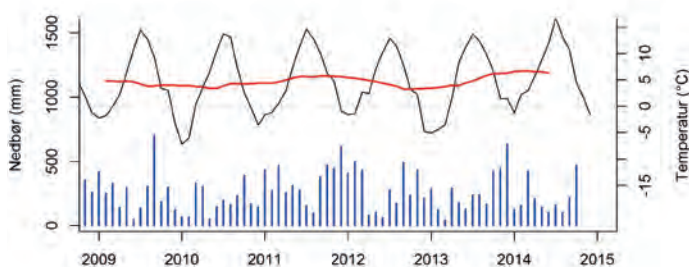
myrfiol
myrtistel
skogstorkenebb
tepperot
tettegras
trefingerurt
engfrytle
engkvein
finnskjegg
hårstarr
smyle
sølvbunke
blåbær
røsslyng



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glideing middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

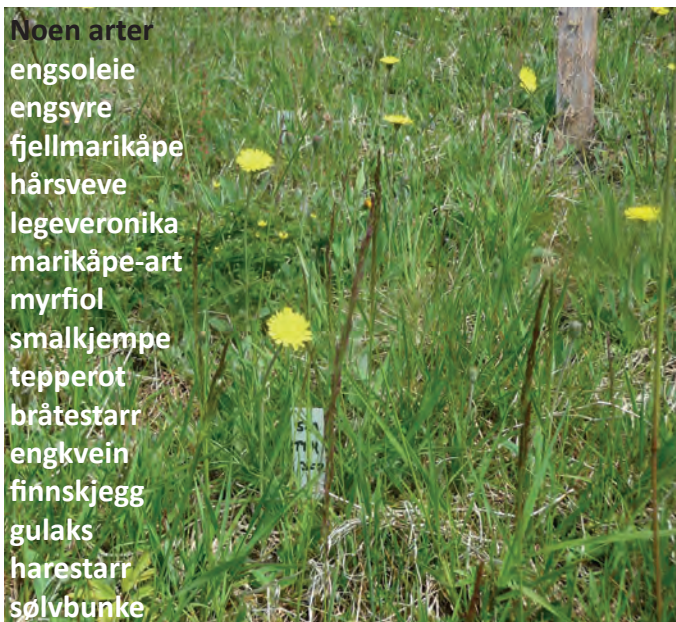
Øvstedal

Grunneier: Kåre Vassenden



Månedlig totalnedbør (blå) og middeltemperatur (svart) med glidende middeltemperatur over et år (rød) mellom 2009 og 2014.

Noen arter
engsoleie
engsyre
fjellmarikåpe
hårsveve
legeveronika
marikåpe-art
myrfiol
smalkjempe
tepperot
bråtestarr
engkvein
finnskjegg
gulaks
harestarr
sølvbunke



Øvstedalen ligger gjemt mellom bratte fjell og åpenbarer seg grønn og frodig når vi kommer kjørende over fjellet fra Bolstad. Det er alltid morsomt å ta med nye folk til denne 'hemmelige dalen'. Selv om dette i følge både klimadata og værstasjoner er den mest regnfulle lokaliteten vår (med nesten 3000mm nedbør per år), har vi mange gode feltminner fra finværsdager oppe i bakkene her.

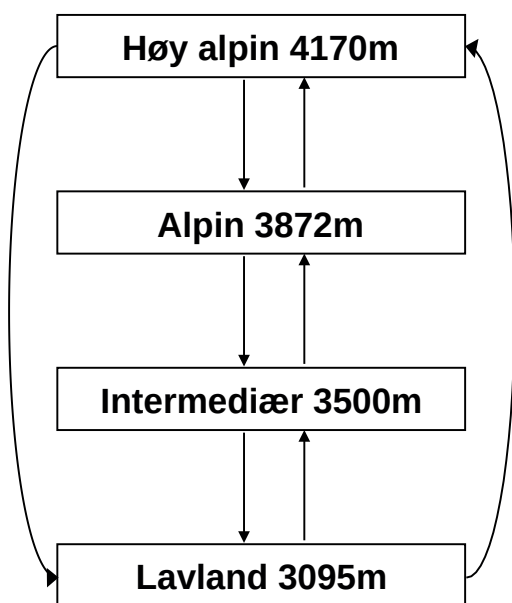
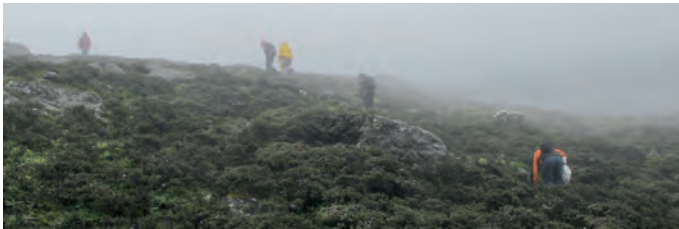


Den kinesiske engen

Søsterprosjekt i Kina

Vi har etablert et søsterprosjekt i Kina, finansiert av Chinese Academy of Sciences og Senter for Internasjonalisering i Utdanningene. Her gjennomfører vi transplanteksperimenter langs en høydegradient i Gonggafjellene i det østlige Himalaya.

Målet med dette prosjekter er å undersøke hvordan klimatisk oppvarming påvirker fjellplanter i Himalaya, og vi er spent på om vi finner de samme effektene her som i Norge. Vi er spesielt interessert i *Viola rockiana*, en fiol som ligner mye på vår fjellfiol. For å simulere klimaendringer har de både transplantert vegetasjonsmatter langs en høydegradient (se diagram) og de har installert små drivhus, eller „open top chambers“ som varmer opp luften over vegetasjonen.



Ny forskning fra din bakgård

Temperatur og nedbør påvirker vegetasjonen

Forskere: Kari Klanderud, Deborah Goldberg og Vigdis Vandvik

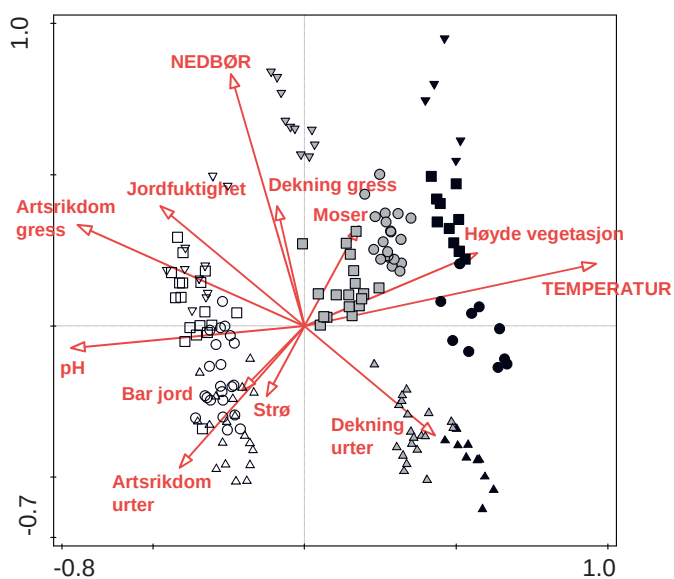
Sammensetningen av plantearter påvirkes av mange miljøfaktorer på de tolv SeedClim-lokalitetene. På figuren til høyre har temperatur og nedbør lengst piler, det betyr at disse faktorene er de aller viktigste for hvordan plantesamfunnene ser ut. Lavlandslokalitetene (svarte symboler) ligger mot høye temperaturer, de alpine (hvite) ligger i motsatt ende, altså mot lavere temperaturer, og de intermediære (grå) ligger midt imellom. Langs nedbørspilen ligger de vestligste lokalitetene (omvent trekant) i retning høy nedbør, de østligste (trekant) i den tørre enden av nedbørspilen, og de som ikke er fullt så våte (kvadrat) eller tørre (sirkel) midt imellom. Videre ser vi at høyden på vegetasjonen betyr mest på de varmeste lokalitetene, altså i lavlandet, mens jordfuktighet betyr mest der det er mest nedbør, altså i vest. Her trives også gressene aller best, mens urtene trives bedre på de tørre lokalitetene i øst. Vi



Øvstedal er en lavlandslokalitet i vest (øverst). Her er det høy vegetasjon med mye gress og moser. Ingeborg, Kari og Siri registrerer vegetasjonsendring på den mer kortvokste fjellokaliteten Gudmedalen (ovenfor).



Fauske er en lavlandslokalitet i øst. Her er det høy vegetasjon og klima med lite nedbør.



ser også at artsmangfoldet av urter er aller størst i fjellet, der det er større flekker av bar jord og ikke så høy vegetasjon.

Dette bildet viser dagens situasjon, men kan også brukes til å spå hvordan vegetasjonen vil endre seg i et varmere og våtere klima. Dersom det blir varmere vil vegetasjonen sannsynligvis bli enda høyere, og spørsmålet er da om det vil bli et problem for urtene, som ser ut til å trives best med lavere vegetasjon og åpne partier. Dersom det blir våtere vil sannsynligvis gressene stortrives, mens urtene, igjen, ser ut til å trives best uten for mye gress.



En orkidé som vokser på Gudmedalen.

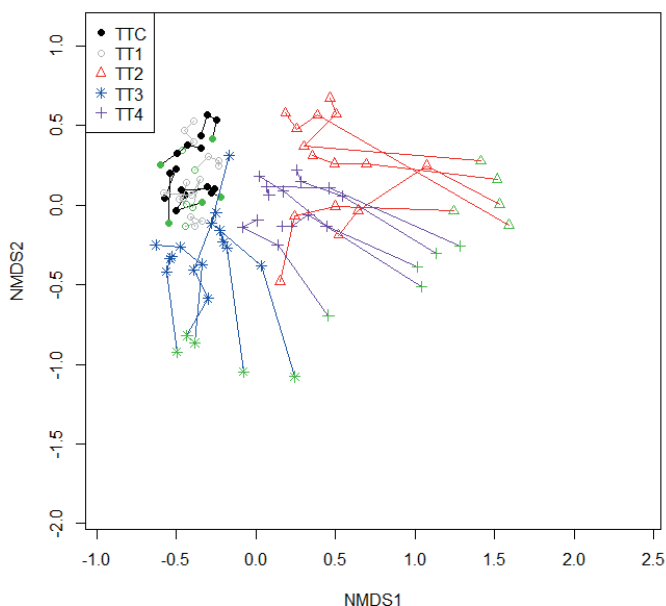
Nytt klima, nye arter!

Forskere: Kari Klanderud, Deborah Goldberg, Richard, Telford, Olav Skarpaas og Vigdis Vandvik

Plantesammensetningen endrer seg også i de transplanterte vegetasjonsmattene etter som årene går. I all vegetasjon er det en viss dynamikk. Noen av de opprinnelige plantene dør ut, mens enkelte nye kommer til. Spørsmålet er om denne variasjonen bare er tilfeldig, eller om det skjer systematiske endringer over tid.

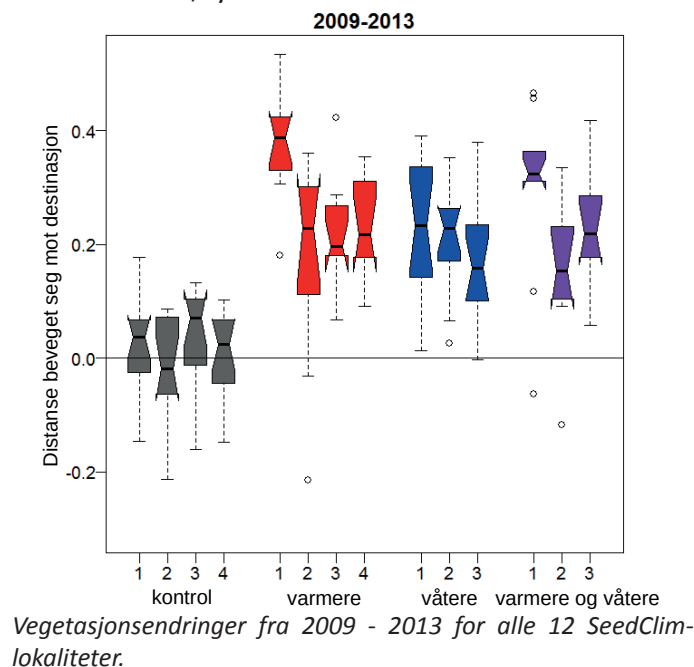
I figuren nedenfor viser vi endringer i vegetasjons-sammensetning for alle vegetasjonsmatter på Høgsete, inkludert både de som alltid hadde stått der og de som ble flyttet dit som en del av eksperimentet vårt. De svarte og grå rundingene markerer vegetasjonen i de fem blokkene som hører hjemme på Høgsete. De svarte og grå linjene binder sammen analyser av den samme vegetasjonsmatten i forskjellige år, med grønne rundinger som markerer det første året i hver tidsserie. Når en av disse mattene flytter seg rundt i diagrammet betyr det at plantesammensetningen endrer seg. Vi ser at disse mattene endrer seg litt over tid, men ikke mye, og det går ikke i noen bestemt retning. Dette er altså tilfeldige endringer, som skyldes at noen arter tilfeldigvis forsvinner fra en vegetasjonsmatte, mens noen andre kommer inn.

Vegetasjonsmattene som er flyttet inn fra andre



Endring av vegetasjonssammensetning fra alle matter som hadde stått (TTC og TT1) der og som ble flyttet dit (TT2, TT3, TT4).

klimaforhold (røde, lilla og blå symboler og linjer) forandrer seg derimot dramatisk. Noen matter ble flyttet inn fra Låvisdalen (røde symboler og piler). I Låvisdalen er nedbøren ganske lik Høgsete, men det er mye kaldere. Disse mattene er altså utsatt for en oppvarming. Vi ser en kraftig vegetasjonsendring. Noe lignende ser vi for mattene som ble flyttet inn fra Ålrust (blå symboler og piler). På Ålrust er temperaturen lik den vi finner på Høgsete, men det er ganske mye tørrere klima, og disse mattene har dermed blitt utsatt for en økning i nedbør. Midt i mellom disse finner vi mattene fra Ulvhagen, som har blitt utsatt for både varmere og våtere klima. Det er interessant å se at temperatur- og nedbør-økning går i forskjellig retning, fordi utgangspunktet er så forskjellig. Men i alle tilfellene endrer vegetasjonen seg over tid og blir mer og mer lik den vegetasjonen vi finner i det 'nye' klimaet.



Den neste figuren (nedenfor) viser disse endringene på tvers av alle engene i SeedClim. Vi ser at både temperatur- og nedbørendring gir vegetasjonsforandringer. Og disse forandringene er omtrent like store. Dette er viktig kunnskap, fordi vi vanligvis fokuserer på global oppvarming når vi undersøker klimaendringer. Våre resultater viser at også nedbørendringer er viktige - de er faktisk like viktige som temperaturendringer. Men konsekvensene er ikke like dramatiske overalt. I de tørre strøkene, på Fauske, Ålrust og Ulvhagen, gir temperaturøkning en mye mer dramatisk vegetasjonsendring enn det vi finner lenger vest. Vi vet ikke hvorfor det er slik, men det kan skyldes at vegetasjonen her er mer tørkeutsatt, og derfor tåler oppvarming dårligere. Nedbørøkning har derimot like store konsekvenser uansett hvor i landskapet vårt du bor.

Mer blomster i et varmere klima

Forskere: Eric Meineri, Olav Skarpaas, Joachim Töpper, Tessa Bargmann og Vigdis Vandvik

Hovedspørsmål:

- Hva vil være virkningen av klimaendringene (f.eks. økende temperatur og nedbør) på blomstring?
- Påvirker klima blomstring direkte, via plantestørrelse eller begge deler?

Blomstring er forutsetning for produksjon av frø. Fordi produksjon av frø vil være av stor betydning for planters respons på klimaendringer, er også forståelse av klimaeffekter på blomstring nødvendig. For å blomstre må planter ha akkumulert nok ressurser (dvs. ha vokst seg store nok), i tillegg til at klimaforholdene må være gunstige. Imidlertid er klimatiske forhold også kjent for å påvirke ressursakkumulering (for eksempel plantestørrelse). Dermed kan klimaendringene påvirke blomstring direkte, men også indirekte gjennom å påvirke

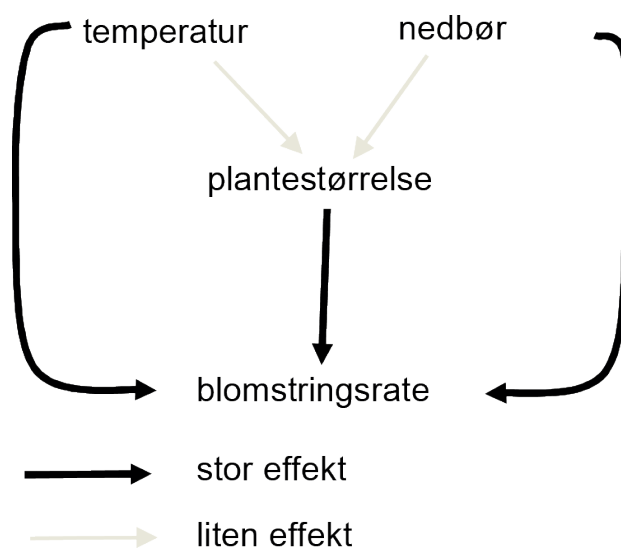


Myrfiol (*Viola palustris*).

plantestørrelse.

I denne studien undersøkte vi den relative betydningen av direkte og indirekte effekter av klimaendringer på blomstring. Vi fokuserte på SeedClims fire modellarter: fjellfiol (*Viola biflora*), myrfiol (*Viola palustris*), legeveronika (*Veronica officinalis*) og fjellveronika (*Veronica alpina*).

Studien antydte generelle positive effekter av klimaendringer. Både økende temperatur og nedbør førte til økt blomstring hos tre av fire arter. Selv om blomstringen hos de fleste artene var avhengige av plantestørrelse, vil effekten av klimaendringene hovedsakelig være direkte fordi plantestørrelse hos våre arter ikke var påvirket av klima.



Både økende temperatur og nedbør har hovedsakelig direkte effekter på blomstring.



Joachim registrerer vegetasjonen i en matte (ovenfor). Plasttannpirker med tall merker alle individer (høyre).



Færre frøplanter i fremtiden?

Forskere: Eric Meineri, Joachim Töpper og Vigdis Vandvik

Hovedspørsmål :

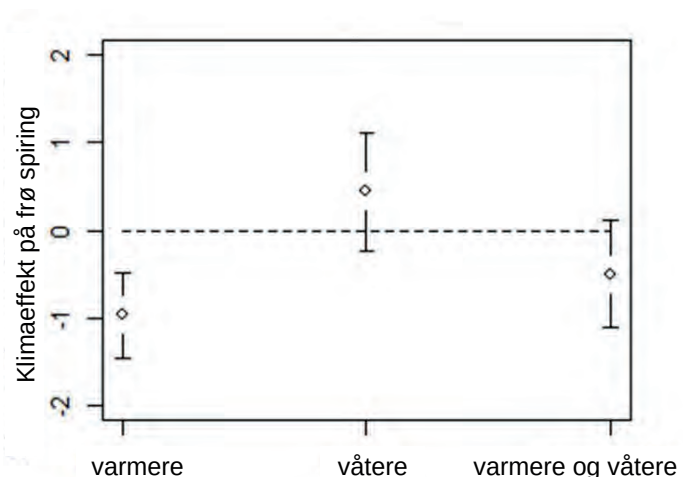
- Hva vil være virkningen av klimaendringene (f.eks. økende temperatur og nedbør) på frøspiring?
- Vil klima påvirke frøene før eller etter at de er atskilt fra morplantene?

For planter er frøspiring nødvendig for overlevelse av lokale populasjoner, men også for spredning til og etablering i nye områder. Dersom klimaendringer påvirker frøspiring, kan det på sikt få store konsekvenser for det biologiske mangfoldet. Derfor er det av stor betydning å forstå hvordan klima påvirker reproduksjon ved hjelp av frø.

I denne studien brukte vi transplantering av frø til å undersøke mulige effekter av klimaendringer på frøspiring. Vi undersøkte også om klima påvirker frøene og deres spiring før eller etter at frøene skilles fra morplantene. I dette eksperiment simulerte vi endringer i temperatur og nedbør ved å transplantere frø fra fjell til lavland og fra øst til vest. Studien fokuserte på SeedClims fire modellarter: fjellfiol (*Viola biflora*), myrfiol (*Viola palustris*), legeveronika (*Veronica officinalis*) og fjellveronika (*Veronica alpina*).



Frøene til eksperimente blir sådd (ovenfor). Tessa sår frø mens Astrid registrerer naturlig frøplanterekruttering (til høyre). En av de fire modellartene: Fjellfiol (*Viola biflora*) som vokser i fjella og liker mye fuktighet.



Figuren viser effekten fra klima på frø spiring nå det blir varmere, våtere eller varmere og våtere.

Generelt minket frøspiringen med økende temperatur og økte med økende nedbør, mens den kombinerte effekten av å øke både temperatur og nedbør påvirket spiringen negativt. De klimatiske forholdene frøene opplevde etter at de skiltes fra morplantene, var bestemmende for spiringen hos tre av de fire undersøkte artene. De klimatiske forholdene frøene opplevde mens de fortsatt var festet til morplantene, var bare viktig for spiring av legeveronika (*Veronica officinalis*). Disse resultatene tyder på at reproduksjon ved hjelp av frø vil reduseres etter hvert som klimaet blir varmere og våtere. Dessuten er de klimatiske forholdene frøene opplever etter adskillelse fra morplanten av størst betydning for vellykket frøspiring.



Fjellplantene rammes av varme, lavlandsarter av regn

Forskere: Joachim Töpper, Eric Meineri, Siri Lie Olsen, Olav Skarpaas, og Vigdis Vandvik

Vi fulgte alle individene av to utvalgte artspaar (fjellveronika/legeveronika og fjellfiol/myrfiol) i fire år fra rett før transplanteringen til 3 år etter. Hvert år registrerte vi hvilke som fortsatt var der (overlevelse), hvor stor de var (vekst av de overlevende), hvor mange blomster/frøkapsler de laget (fertilitet) og hvor mange nye som har etablert seg (frøplanter og kloner). For å kunne finne de individuelle plantene igjen, måtte de merkes; legeveronika med nummererte små ringer (som vi laget av sånne perler som barn lager figurer med) og de tre andre artene med nummererte tannpikere som vi satt i jorden rett til venstre for planten. Skuddene til legeveronika er flerårige og kan dermed ringes, mens de andre tre artene overvintrer underjordisk gjennom rotsystemet mens skuddene dør hver høst. Til sammen er det rundt 10 000 individer som har blitt registrert i løpet av eksperimentet.

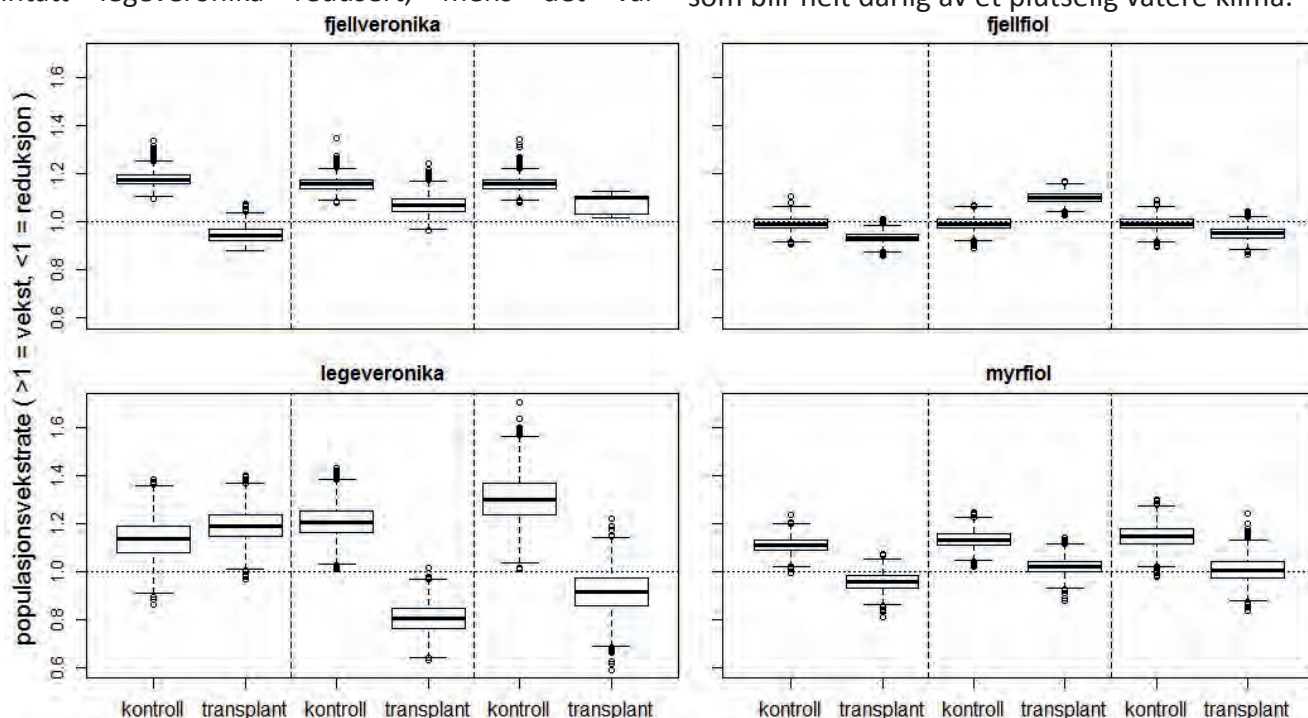
Men hva skjedde nå altså med plantene som ble transplantert til et nytt klima? Jo, det viste seg å ha ganske så drastiske konsekvenser for dem: i transplantene til det varmere ble alle artspopulasjoner unntatt legeveronika redusert, mens det var



Merkede planter i en rute i Rambæra og ramme som ble brukt til registrering av planter på Skjellingahaugen.

legeveronika som ble rammet sterkest i det våtere. De andre artene hadde kun små reduksjoner i vekst i det våtere, fjellfiol til og med økt vekst. Transplantene til kombinert varmere+våtere gjenspeilet de negative enkeltteffektene, dog litt svakere. Men hvilke av de ulike populasjonsprosessene var det som ble rammet? Dataanalysen ga et enkelt og entydig svar: overlevelse.

Vekst, klonalitet og spesielt reproduksjon endret seg lite, men overlevelse var tingen! I Siris konkurranseeksperiment (neste side) var det også overlevelse som lå bak endringene mellom behandlingene hennes, noe som tyder på at det kanskje er økt konkurranse fra f. eks. hurtigvoksende gressarter som har minket overlevelsen til artene våre også i klimatransplantene. Mest av alt så tegner resultatene våre et litt dystert bilde av fjellartenes artenes fremtid, for det er spesielt de som vil oppleve en sterk økning i konkurranse. Men i noen tilfeller er det nok ganske enkelt artenes særegne preferanser for visse klimatiske forhold som spiller inn. For eksempel for den tørkekjære legeveronikaen som blir helt dårlig av et plutselig våtere klima.



Populasjonsvekstrate for de fire utvalgte planteartene (fjellveronika, legeveronika, fjellfiol og myrfiol) som ble transplantert til varmer (til venstre), våtere (i midten) og varmere+våtere (til høyre) lokaliteter.

Tøff konkurranse i varme strøk

Forskere: Siri Lie Olsen, Joachim Töpper, John Guittar, Olav Skarpaas, Kari Klanderud og Vigdis Vandvik

Konkurranse mellom planter er spådd å øke i framtiden. Dette skyldes at høyere temperaturer som følge av global oppvarming gir økt plantevekst, særlig av gress og gresslignende arter (såkalte graminider). Økt gressproduksjon er bra, men økt konkurranse fra graminider kan også utgjøre en trussel mot det høye biomangfoldet i tradisjonelt hevdede enger ved at lavtvoksende urter utkonkurreres. For å undersøke hvordan konkurranse fra graminider endres med økende temperatur og nedbør, fjernet vi alle graminidene i små ruter på alle SeedClim-lokalitetene og studerte hva som skjedde med de andre plantene. Tanken var at økt vekst av andre arter etter graminide-fjerningen tyder på konkurranse, mens redusert vekst tyder på at graminidene sørger for ly og beskyttelse for andre planter. Vår hypotese var at effekten av konkurranse øker med økende temperatur og nedbør.



Disse bilder viser ruter før (ovenfor) og etter (nedenfor) at alle graminoider har blitt fjernet for å undersøke hvordan konkurranse fra graminider endres med økende temperatur og nedbør.

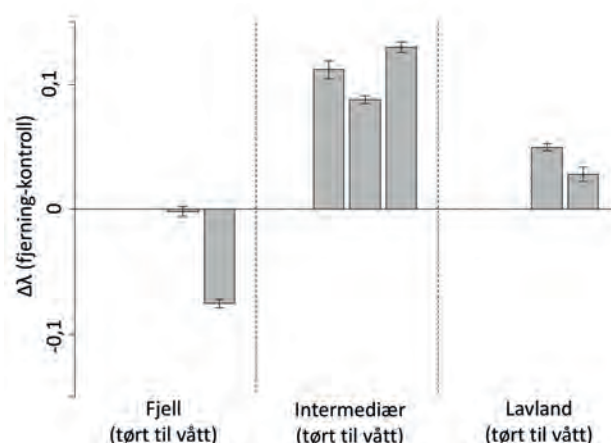


En rute hvor alle graminider (gress o. l.) har blitt fjernet. Arbeidet blir gjort med saks og kan ta veldig lenge.

Resultater basert på detaljerte studier av fire arter av urter viser at:

- Graminidene sørger for ly for andre arter på fjell-lokalitetene, hvor det er kaldt
- På intermediær- og lavlandslokalitetene er det konkurranse som dominerer, og konkurransen er mest intens i lavlandet der temperaturen er høyest. Her undertrykker graminidene andre arter.
- Nedbør har mindre betydning

Videre viser konkurranse-eksperimentet at tilstedeværelse av graminider reduserer antall arter av urter i engene. Det samme gjelder vekst av nye planter fra frø. Disse mønstrene er tydeligst i lavlandet der temperaturen er høy. Samlet tyder resultatene fra dette eksperimentet på at økt konkurranse fra graminider i et varmere klima kan få negative konsekvenser for biomangfoldet i vestnorske enger. Beiting, som reduserer mengden gress, kan derfor bli stadig viktigere for å beholde lavtvoksende urter i kulturlandskapet.



Figuren viser hvordan fjerning av graminider påvirker myrfiol, en av fire studiearter, under ulike klimaforhold. Stolper under null-linja indikerer at myrfiolene trives dårligere når graminidene fjernes (dvs. at de sørger for ly for fiolene), mens stolper over null-linja viser at myrfiolene trives bedre når graminidene fjernes (en indikasjon på konkurranse).

Moser i din bakgård

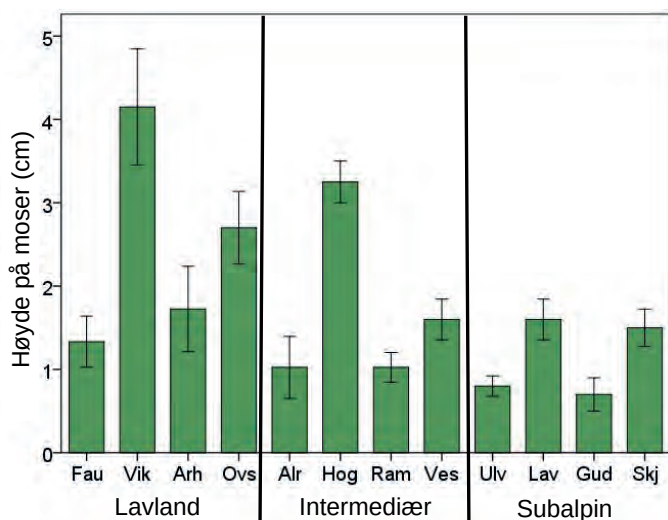
Forskere: Pascale Michel og Vigdis Vandvik

Spørsmål:

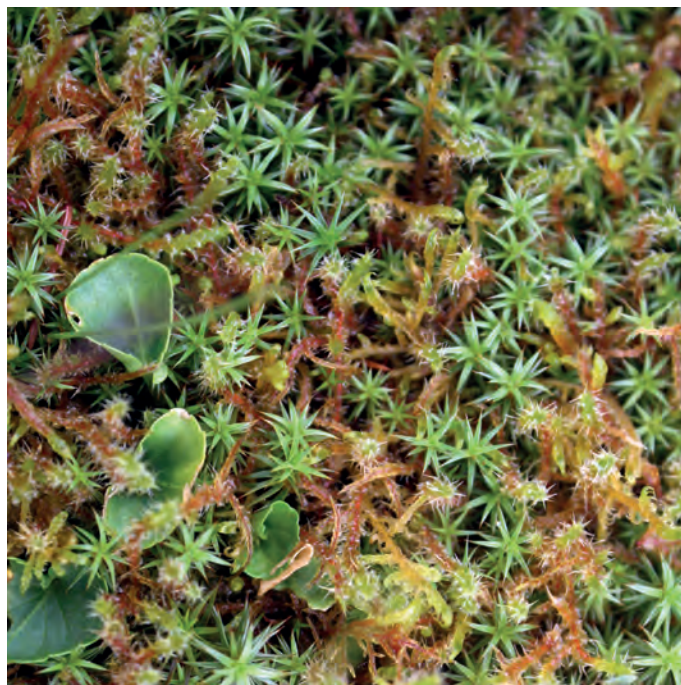
- Hvilke arter av moser er funnet i norske grasmarker?
- Hvordan fordeler de seg langs temperatur- og nedbørsgradienter?
- Hvordan vil de bli påvirket av predikerte endringer i klimaet?

Moser utgjør den nest største gruppen av planter (ca. 16 000 arter på verdensbasis) og finnes i alle økosystemer. Det er mer enn 1000 arter av moser i Norge, inkludert ca. 278 moser, 791 levermoser og 2 nålkapselmoser. Fra 2012 til 2014 kartla vi mosearter på alle SeedClim-lokalitetene og i de transplanterte mattene. Vi registrert totalt 58 arter.

Engkransmose (*Rhytidiadelphus squarrosa*) var den vanligste arten og dominerte (opp til 100 % dekning) på alle lavlands- og intermediære lokaliteter. Denne arten er vanlig i gressplener der den trives godt med jevnlig klipping. Generelt var moselaget i lavlandet tykkere og hadde færre arter (i gjennomsnitt 2-3). Et større mangfold av putedannende arter ble observert høyere opp, uavhengig av nedbør. Dette kan forklares med mosenes forkjærlighet for kjøligere klima og redusert konkurranse om plass og lys fra høyerestående planter. Varmere og våtere miljøer favoriserte større arter, for det meste mattedannende moser, som er skygge- og surhetstolerante og produserer mindre



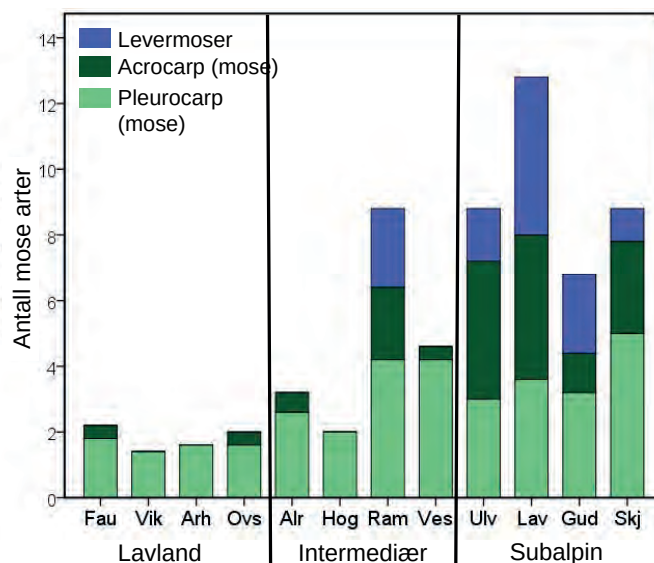
Figuren viser høyden på moselaget (cm) på alle 12 SeedClim-lokaliteter, fra lavland via intermediære til fjell.



Engkransmose (*Rhytidiadelphus squarrosa*) og fjellbinnemose (*Polytrichastrum alpinum*) på Rambæra.

sporer.

Våre resultater tyder på at et fremtidig varmere klima i regionen kan føre til endringer i mosesamfunnet og redusere artsmangfoldet direkte via fysiologiske begrensninger (f.eks levermoser) og indirekte via økt konkurranse fra høyere planter.



Antall moser på lavland-, intermediære og fjell-lokaliteter. Fargene viser forskjellige hovedgrupper av moser.



Fenologi og pollinering

Forskere: Aud Halbritter og Vigdis Vandvik

Fenologi er studiet av når ting skjer i naturen, altså spiring, blomstring, frøsetting og så videre. Endringer i fenologi er blant de raskeste og derfor hittil oftest observerte effektene av klimaendringene. Men effektene av klimaendringene på fenologien til fjellplanter kan være både positive og negative: Høyere sommertemperaturer vil for eksempel akselerere plantenes vekst og blomstring, mens mer nedbør om vinteren vil resultere i en forkortet vekstsesong (på grunn av seinere snøsmelting) og kan derfor forsinke blomstringen. Endring av blomstringstidspunkt kan i tillegg ha konsekvenser for plante-insekt-interaksjoner og dermed for reproduksjonen, spesielt hvis insektene ikke forandrer aktivitetsperioden på samme måte som plantene. For å forstå interaksjoner mellom planter og insekter, og endringer i disse, er det nødvendig å studere 'hvem som interagerer med hvem', med andre ord måle og kvantifisere de trofiske interaksjonene i økosystemet. I mange regioner forventes både økning i gjennomsnittlig temperatur og endring i årsnedbør, og studier av effekt av og forandringer i enkelte klimavariabler kan derfor være misvisende. Hittil har svært få studier undersøkt samtidige effekter av (endringer i) temperatur og nedbør på trofiske interaksjoner.

Målet med til dette prosjektet er å undersøke forandringer i fenologien og konsekvenser for plante-insekt-interaksjoner i fjellet. SeedClim er et ideelt studiesystem for å undersøke hvordan både temperatur og nedbør forandrer fenologien og

Hva er fenologi?

Fenologi er vitenskapen om klimaets innflytelse på de periodiske forandringene hos planter og dyr. I botanikk prøver fenologien å forklare forholdet mellom klimaet på et sted og tidspunktet for starten av hovedfasene i plantenes, særlig trærnes, utvikling i vegetasjonsperioden. Som hovedfaser regnes løvspring, blomstring, fruktmodning og løvfelling.



En humle pollinerer en tistel. Tistler hører til korgplantefamilien. En korg inneholder mange blomster og gir mye mat til insekter. pollinering.

Vi har registrert fenologi (knopper, blomstring og frø) hver uke gjennom sommeren 2014 på 3 alpine og 3 intermediære lokaliteter. Fenologien skal bli registrert i minst et år til. Dessuten har vi transplantert individer av to arter til en varmere, en våtere og en varmere og våtere lokalitet. Neste år skal disse plantene bli pollinert på forskjellige måter: normal pollinering av insekter og ekstra pollinering for hånd. Med dette eksperimentet skal vi undersøke om klima og pollineringsmåte påvirker frøsettingen til plantene. I fremtiden vil vi også undersøke insektenes pollineringsaktivitet for å sammenligne disse med fenologien. Dermed kan vi undersøke uoverensstemmelser mellom blomstring og insektaktivitet.

Disse bildene viser en rute noen få dager etter snøsmelting (venstre), 4 uker etter snøsmelting med blomster (midten) og i september før den nye snøen kommer (høyre).



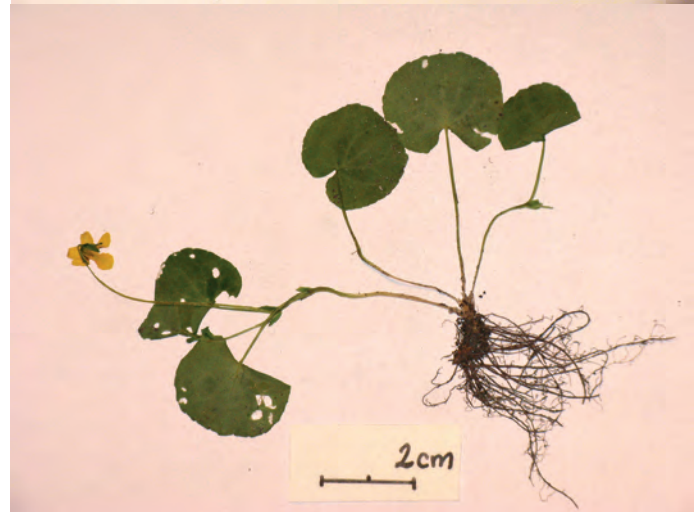
Plantene prioriterer forskjellig

Forskere: Tessa Bargmann, Christine Pötsch, Eric Meineri, Olav Skarpaas og Vigdis Vandvik

I masterarbeidet mitt så jeg på to par planter, hvorav den ene var en fjellart og den andre var en lavlandart. Disse var fjellfiol og myrfiol, og fjellveronika og legeveronika. Det jeg skulle finne ut var om det er noen forskjell på fjell- og lavlandsartene og hvordan disse artene investerer i vekst når det blir varmere og fuktigere.

Dette er viktig å vite fordi arter responderer forskjellig og kan variere i sin toleranse for forandring i det lokale klimaet. Mine funn skulle brukes av andre på prosjektet også, fordi jeg så på delen av plantene som var under jorden i tillegg til blomstene, bladene og stenglene. Arbeidet mitt innebar mye graving og tålmodighet, fordi røttene er ganske enkle å rive av, og noen av plantene kan henge sammen. Jeg hadde for eksempel én legeveronika som så ut som 16 forskjellige før jeg hadde gravd den ut!

Hovedfunnene mine var at fjellartene som vokste i et varmere klima allokerte mer til stengler enn til røtter, mens lavlandsartene allokerte mer til blader enn stengler når det ble våtere, og mindre når det ble varmere.



Bildene viser legeveronika og fjellfiol etter at de ble gravd ut, tørket og presset (ovenfor). Til venstre og nedenfor: Begge artene i sitt naturlige habitat.



Teselskap i din bakgård!

Forsker: Judith Sarneel

Jeg undersøker effekter av klima på nedbrytning av plantemateriale, altså på forråtning. Vi har utviklet en enkel og billig metode for å måle nedbrytingshastigheten: vi bruker rett og slett teposer! Vi graver ned teposer med grønn te og rooibos-te om våren, og måler hvor mye som har råtnet bort etter tre måneder. Grønn te råtner forttere enn roiboos, og denne forskjellen bruker jeg til å beregne nedbrytingshastigheten til mikroorganismene i jorda på de forskjellige lokalitetene i SeedClim. Denne metoden gir en god sammenligning med andre studier hvor som helst i verden, og den krever ikke stor innsats eller kompliserte instrumenter.

I 2014 gravde jeg ned teposer på alle tolv SeedClim-lokalitetene. Etter 3 måneder i jorden gravde jeg opp alle teposene, tørket og veide dem. Derfra beregnet jeg hvor mye plantemateriale som har blitt „nedbrutt“ eller råtnet.

Jeg var litt redd for at mus eller lemen ville spise teposene mine, men det gjorde de bare i Låvisdalen. Der var det 14 teposer jeg ikke fant igjen. Kanskje kuene og sauene hadde en fint teselskap?

Jeg målte temperaturen i jorda med små termistatuser. 3 av disse målere ble gravd opp av dyr slik at de ble liggende oppå jorda. De målte maksimaltemperaturer på 56°C i Fauske og 49°C i Låvisdalen! Det var en utrolig varm sommer.

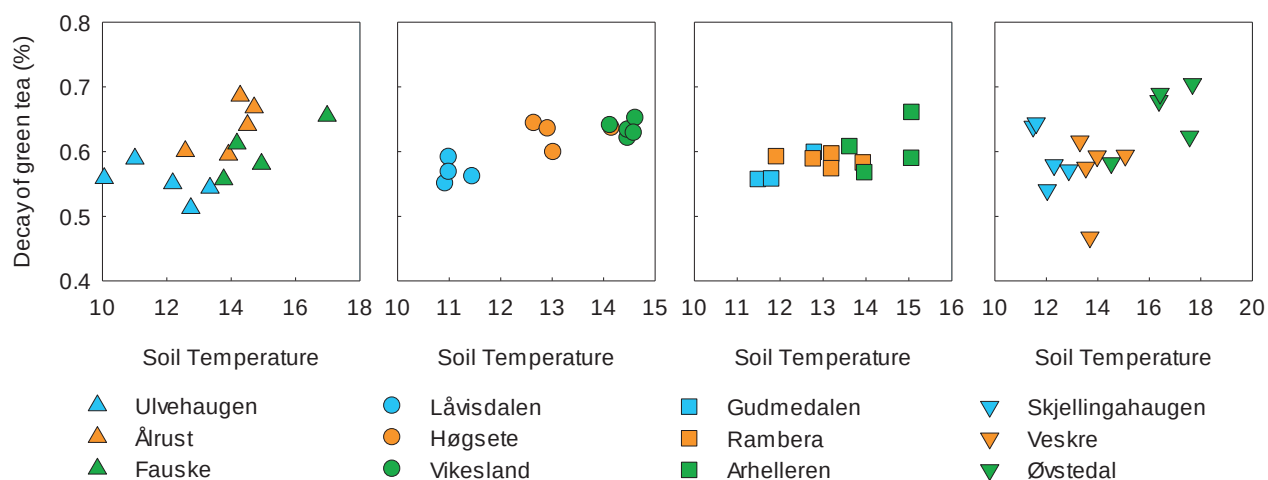
Hovedfunnene mine var at når det var varmere,



var det mer nedbrytning, med unntak av de våteste områdene, hvor forholdet ikke var signifikant. I de områdene hvor nedbrytingen går sakte, blir det mye karbon i jorda. I kalde og våte strøk lagres altså mer av det karbonet plantene binder. Det er bra for klimaet! Jeg vil gjerne takke Erik Herberg og Ida Westman, som hjalp meg ut i felt, og Stiftelsen Margit Althins Stipendiefond, som ga meg finansiell støtte.



Teposer når de ble gravd ned (ovenfor) og når de ble gravd ut etter tre måneder (nedenfor).



Figuren viser nedbrytning av grønn te i prosent langs nedbørgradienten fra venstre til høyre (600, 1200, 2000 og 2700mm). Fargene viser de tre temperaturenivåer: ca. 6°C (blå), 9°C (oransje) og 11°C (grønn).

Fjellplantene reiser lengst!

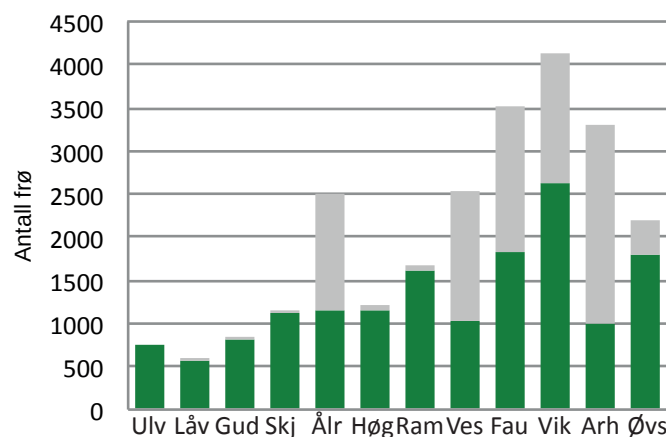
Forskere: Marta Ramirez Boixaderas, Hilary Birks og Vigdis Vandvik

Jeg undersøkte hvordan frø sprer seg («frøregn») i de forskjellige engene i SeedClim og hvordan dette blir påvirket av klima. Frøregnet ble undersøkt ved hjelp av helt vanlige grønne plastdørmatter som lå på bakken gjennom hele 2009 og 2010. Dere så dem kanskje?

Jeg fant totalt 15800 frø fra 122 arter i dørmattene (eller frøfellene, som jeg kaller dem). Temperaturen synes å være den viktigste faktoren for frøproduksjonen, med færre frø i kaldere klima. Jeg fant også ut 98 % av alle



Modne frø fra myrfiolen (*Viola palustris*).

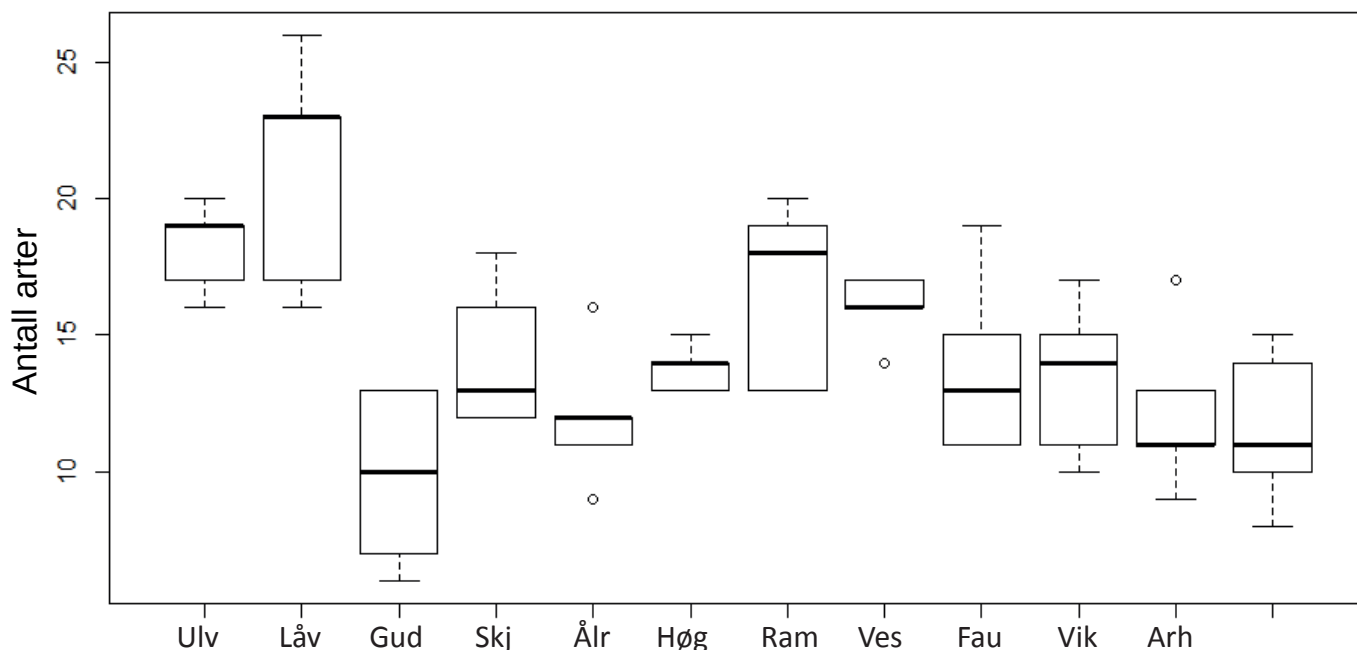


Totalt antall bjørkefrø (grå) og alle andre karplantearter (grønn).

frøene kom fra planter som vokser rett rundt fellene. Men de resterende 2% er mye mer interessante: de kommer fra langdistansespredning. Og disse varierer også med klima: det er mer langdistansespredning i fjellet enn i lavlandet. Ikke så rart, kanskje? Her er det åpne landskap og mer vind!



På hjemmeveien etter feltarbeid.



Antall arter funnet i frøfellene på alle 12 SeedClim-lokaliteter.

Interaksjoner mellom små trær og vegetasjon

Forsker: Lise Tingstad, Vigdis Vandvik, Kari Klanderud, Siri Lie Olsen og Mikael Ohlson

Vi sådde frø av gran og furu i små ruter på alle lokalitetene fra øst til vest. Vi sådde frøene både i intakt vegetasjon og i små ruter hvor vi hadde fjernet vegetasjonen. Dette gjorde vi for å kunne studere effekten av interaksjoner mellom de små tre-spirene og den øvrige vegetasjonen. Vi antok blant annet at det ville være en viss konkurranse om lys og næring. Vi forventet for øvrig at de alpine lokalitetene ikke ville være optimale for frøspirer av gran og furu, først og fremst på grunn av de lave temperaturene, men også fordi lokalitetene ligger over tregrensen og den lave alpine vegetasjonen gir dårlig eller ingen beskyttelse mot vær og vind.

Med bakgrunn i dette var vi noe overrasket over resultatene som viste at vi hadde flest spirede frø og flest etablerte frøplanter av gran og furu på de alpine og intermediære lokalitetene. Vi kunne dermed ikke vise at etableringen av trær på disse lokalitetene var begrenset av temperatur. Derimot var antallet frøplanter høyere i vest enn øst, noe som tyder på en positiv effekt av nedbør. Videre hadde de åpne rutene signifikant flere frøspirer sammenlignet med rutene med intakt vegetasjon, så vi antar at konkurranse er en viktig faktor. Det var ingen betydelig forskjell mellom gran og furu.

Vi viser med dette eksperimentelle studiet at etableringen av nye tre-spirer i dette området ikke ser ut til å være begrenset av temperatur, men at konkurranse med annen vegetasjon kan overstyre temperatur-effekten.



Hvordan plantene fordeler ressursene sine



Forskere: Christine Pötsch, Joachim Töpper, Olav Skarpaas og Vigdis Vandvik

Klimaet vil endre seg og alle organismer kommer til å påvirkes, fordi temperatur og nedbør er begrensende faktorer for deres liv. For å forstå hvordan planter vil reagere på klimaendringer, er det viktig å forstå hvordan de reagerer på dagens klima.

Mønstre av vekst, allokering (som betyr fordeling av plantens ressurser til, for eksempel, blader, blomster, røtter eller stengler) og spiring i sammenheng med temperatur og nedbør ble undersøkt hos to arter langs en klimagradiant i vestlige Norge. Målet var å finne likheter og forskjeller i vekstmønstre og allokeringsstrategier mellom en alpin spesialist, hårstarr (*Carex capillaris*, ovenfor til venstre) og en lavlandsgeneralist, bleikstarr (*Carex pallescens*, ovenfår til høyre). Jeg grov opp planter av disse artene i åtte forskjellige enger i SeedClim, og disse ble senere målt og veid. Frøene ble telt, veid og, for bleikstarr, brukt videre i et spiringseksperiment.

De to artene reagerte veldig forskjellig på klimatiske variabler i forhold til vekst. Mens bleikstarr viste en sterk positiv respons på høyere temperatur i flere veksttrekk, viste hårstarr ingen signifikant reaksjon på temperaturen. Økt nedbør hadde negativ effekt på begge arter; hårstarr fikk kortere blad, mens bleikstarr fikk lavere frøproduksjon. Nedbør hadde en samlet negativ effekt på spiredyktigheten til bleikstarrfrø, mens temperatur hadde en positiv effekt på spiringsprosenten og gjør at frøene spirer raskere. Store frø spirte som regel bedre enn små, men ikke i de våtere strøkene, der også store frø spirte relativt dårlig.

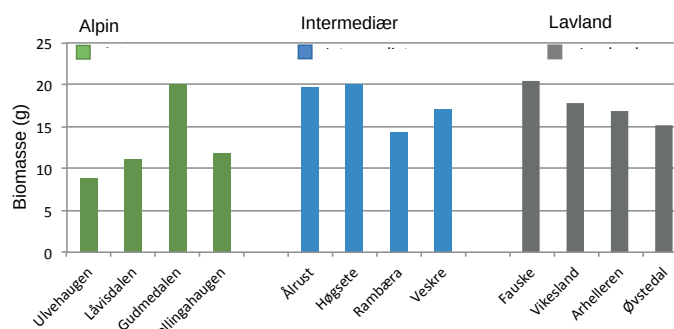
Mine resultater tyder på at hårstarr kan få problemer under et varmere våtere klima, fordi større og raskt-voksende planter vil utkonkurrere mindre arter. For bleikstarr kan en samlet negativ reaksjon i reproduksjon føre til en generell nedgang i populasjonene i våtere områder, særlig hvis klimaet blir enda våtere.

Gressene kommer!

Forskere: Sigrid S. Bruvoll og Vigdis Vandvik

Jeg undersøkte mengdeforholdet mellom urter og gress (graminider) i engene våre. Dette gjorde jeg ved å høste vegetasjonen, sortere den, og sammenligne vekten eller biomassen av de to gruppene. Vi sammenlignet også med andre funksjonelle grupper som moser og lav. Arbeidet mitt hjelper oss til å forstå mer av effekten av klima på plantelivet og planteproduksjonen.

Jeg spør: Hvordan vil endringer i temperatur og nedbør påvirke forholdet mellom disse funksjonelle grupper i engene? Mer spesifikt, hvordan vil endringene påvirke samspillet mellom gress og urter? Fra midten av juli til midten av august 2013 ble vegetasjonen i en rekke små ruter på de 12 lokalitetene kuttet ned til jorda med hagesaks. Plantematerialet ble samlet inn og seinere nøye sortert. Urtene ble

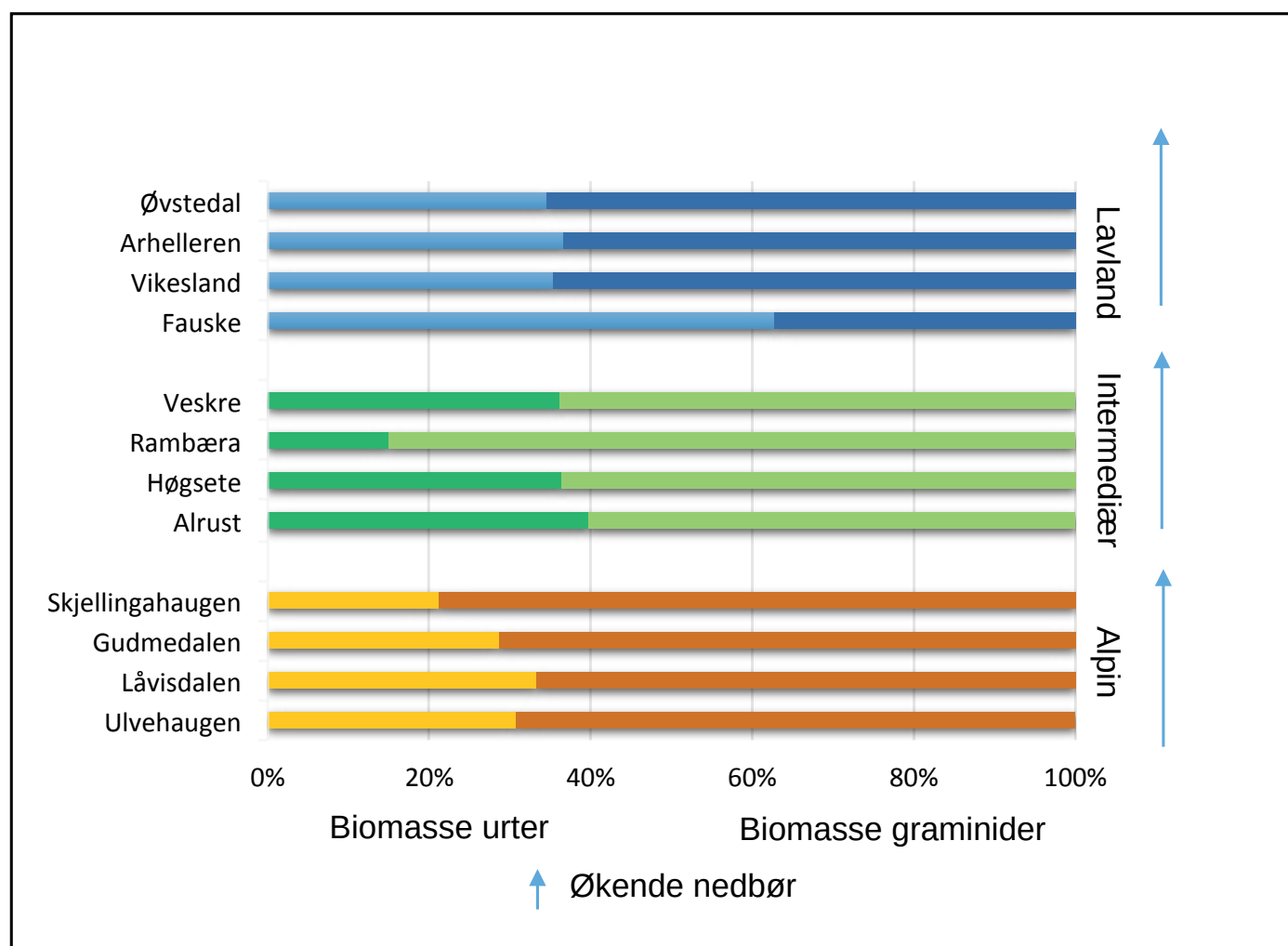


Total biomasse fra urter og graminider på alle 12 SeedClim-lokaliteter.

delt inn i arter, graminidene inn gress, starr og siv, mens moser og dødt plantemateriale (strø) ikke ble sortert videre. Materialet ble tørket og veiet.

Jeg samlet totalt 0,9632 kilo plantemateriale (urter og graminider), og av dette var 64,5% graminider og 35,5% urter. Graminider dominerte i alle områder unntatt Fauske (som også har den høyeste totale biomassen av urter og graminider). Andelen graminider blir større med økende nedbør, mens andelen urter vokser betraktelig med økende temperatur.

Resultatene viser at en økning i temperatur og nedbør vil føre til en større total biomasse av både urter og graminider, og en større andel gress i engene våre.



Andel biomasse av urter (venstre) og graminider (høyre) på alle 12 SeedClim-lokaliteter.

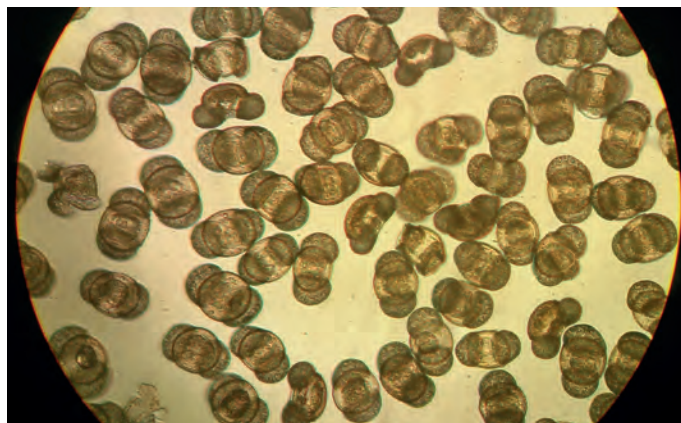
Hva tusen år gamle pollen kan fortelle...

Forskere: Mari Jokerud og Vigdis Vandvik

Grunnen til at jeg er involvert i SeedClim er at doktorgradsprosjektet mitt Parasol er interessert i solinnstråling (UV-innstråling). Vi vet at mennesker kan få hudkreft når de utsetter seg for sterkt sollys (UV-lys), og det samme kan skje hos planter. For høyt UV-lys kan skade plantene så mye at de dør, mens moderate mengder kan forårsake mutasjoner, det vil si at planten får endret DNAet sitt, og da kan en ny art oppstå. Vi vet i dag at det har vært perioder i jordens historie hvor mange nye arter har oppstått og perioder der mange arter har dødd ut, men i dag er det ingen som kan forklare nøyaktig hvorfor dette har skjedd. Det er dette vi ønsker å besvare med å



Furu spirene som ble sådd året før (ovenfor til venstre). Vinterfeltarbeid: Mari må sette opp en UV-B logger som har vært til reparasjon (nedenfor).



utvikle en ny metode for å finne ut (rekonstruere) hvordan solinnstrålingen har vært tidligere. Vi tror furu produserer kumarinsyre som solkrem for å beskytte DNAet sitt mot skadelige UV-stråler, og denne kumarinsyren finner man i pollenskallet og i barnåler: jo sterkere UV-lys, jo mer kumarinsyre. Det fine med furupollen er at det produseres masse av det og at det sedimenteres i myrer og vann. Så når forskere borer og tar ut sedimentkjerner for å finne ut hvilke arter som vokste på et spesielt sted tilbake i tid, finner man masse furupollen. Da kan man måle mengden kumarinsyre i disse pollenkornene og finne ut hvor mye UV-lys det var f.eks. for 10 000 år siden. Jeg har reist Europa rundt for å samle inn furupollen og -nåler for å beviser at det er en sammenheng mellom høy UV-innstråling og mengden kumarinsyre som produseres, men for å være sikker på nøyaktigheten til metoden, må man også sjekke at man får samme resultat på en mindre geografisk skala. For å finne ut dette har jeg sådd frø av furu på alle lokalitetene til SeedClim, spirene samles inn året etterpå og så analyseres mengden av kumarinsyre i barnålene på spirene ved Institutt for kjemi.



Hvor kommer alle „plantebarn“ fra?

Forskere: Astrid Berge, Kari Klanderud, Pascale Michel og Vigdis Vandvik

Frørekruttering er ein kritisk prosess i plantar si livshistorie. Ei betre forståing av denne sårbare prosessen er viktig når ein freistar å predikere artsutbreiingsmønster, samt klimainduserte endringar i utbreiingsmønster.

Klimaprediksjonar for Vest-Noreg viser at nedbør og tempertur vil auke i dei komande år. I det norske fjordlandskapet aukar nedbøren frå kontinentale fjordområder til den oseaniske kysten, og temperaturen aukar frå fjell til lågland. Rekruttering har vorte studert i 12 lokalitetar, som til saman utgjer eit ”klima-rutenett”, der effektar av nedbør og temperatur på frørekruttering kan studerast både saman og kvar for seg.

Tilgjengelege vegetasjonsfrie områder er ein av dei viktigaste føresetnadane opprettholding av arts-



Rekruttering av frø blir undersøkt både på vegetasjonsfrie områder (ovenfor) og i små hus som hindrer frøregn (nedenfor).



Astrid Berge med et overdekket område som forhindrer frøregn fra omliggende planter.

mangfaldet i plantesamfunn. Forstyrning kan fremje rekruttering, anten ved å fremje spiring frå frøbanken i den intakte vegetasjonen eller frå langdistansespreidde frø. I dette studiet vart 96 slike vegetasjonsfrie område laga, og 5077 kimplantar vart registrert og id-merka.

Antal kimplantar som spirte i ”klimarutenettet” var påverka av både nedbør og temperatur, i tillegg var lokale faktorar som solinnstråling og helling viktig. Frøplantane sin respons til temperatur var avhengig av nedbørsregime i området. Effekten av temperatur i lukka vegetasjon endra seg langs nedbørsgradienten. I våte områder var det ein negativ effekt, mens i tørre områder var det ein positiv effekt. I forstyrta behandlingar aukar antal spirer med temperatur langs heile temperaturgradienten, utan den negative effekten av nedbør som vart funnen i lukka vegetasjon.

Funn frå to alternative metodar nytta for å estimere spreiingskjelder, viser at frøbank er hovudkjelda til frørekruttering, med ein tendens mot eit større bidrag i tørre klima. Same metode vart nytta til å estimere omfanget av langdistansespreiing. Majoriteten av frøplantane var spreidd frå kjelder i nærleiken, mens 2,8% av kimplantane var potensielt langdistansespreidd.



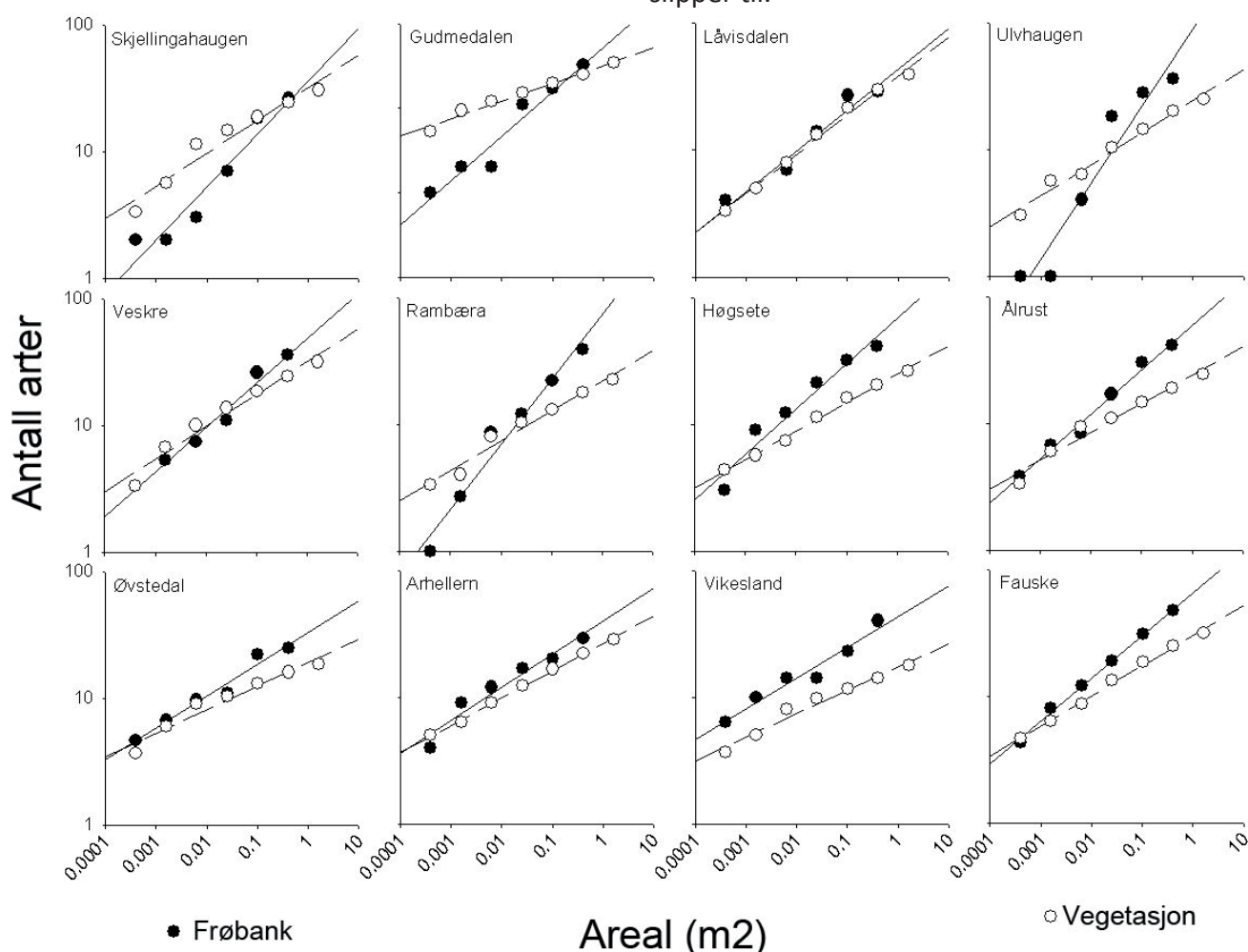
Du har frø i banken

Forskere: Eric Meineri, Joachim Töpper, Astrid Berge, Kari Klanderud og Vigdis Vandvik

Planter er lette å få øye på. De står jo bare der? Eller? Det vi til en hver tid ser er faktisk bare bare en liten andel av alle de plantene som finnes på stedet. Mange arter kan eksistere skjult, under bakken, i mange tiår, opptil hundrevis av år, i form av 'dormante', eller 'hvilende' frø i jorda: Dette kaller vi 'frøbanken'. Vi var nysgjerrig på frøbankene i engene våre – hvor mange frø er det egentlig der nede i jorda, fra hvor mange arter, og hvordan varierer dette mellom forskjellige klima? For å undersøke dette gravde vi opp et område på 64 x 64 cm på hver lokalitet. Vi begynte i det små, med 2 x 2 cm, gikk deretter opp til 4 x 4 cm, og så jobbet vi oss oppover. Samtidig registrerte vi hva som vokste oppå bakken. Jorda tok vi med oss hjem til Bergen, hvor vi spirte opp alle frøene i



drivhuset. Dermed kunne vi sammenligne artsmangfoldet over og under bakken. Vi fant mange frø! I alt 39.475 frøplanter fra 133 forskjellige plantearter spirte i drivhuset. Det vil si at det er i overkant av 8.000 frø per kvadratmeter der ute i engene! Det som var mest slående var hvor stort mangfold vi fant under bakken – for et gitt areal er det jevnt over minst like mange plantearter i frøbanken som det er i vegetasjonen som vokser oppå bakken. Og det er ikke alltid de samme artene – noen arter spesialisere seg på å 'gjemme seg' nede i jorda og venter på de 'riktige' forholdene, som for eksempel når et dyr trækker og lager en åpning i vegetasjonsdekket så lys og luft slipper til.



Antall arter i vegetasjonen og i frøbanken i de forskjellige engene våre. Det er alltid flere arter under bakken, i hvert fall på litt større arealer (64 x 64 cm²).

Veien videre i din bakgård

Hvor blir forskningen av?

Vi elsker jobben vår, og synes det er spennende og utfordrende å utforske naturens små og store mysterier, enten det dreier seg om veldig små ting, som konkurranse mellom planteartene i engen din, eller om det større bildet, som klimaendringenes påvirkning på det biologiske mangfoldet. Men når Norges forskningsråd og Universitetet i Bergen og flere til bruker mange millioner kroner på forskningen vår, så er det jo ikke primært for at vi skal ha det gøy. Så hvor blir egentlig forskningen av? Hvordan bidrar den forskningen vi har gjort i din bakgård til samfunnsutviklingen?

For å forstå dette er det viktig å ta inn over seg at forskning er en stor kollektiv innsats. Og den er global. SeedClim er ett av mange prosjekter i KLIMAFORSK, som er et av mange prosjekter i Norges Forskningsråd, som er ett av mange forskningsråd i verden. Og den kunnskapen verden har om, for eksempel, effekten av klimaendringene, er summen av den kunnskapen alle forskerne i hele verden frembringer. Da må vi ha arenaer for å snakke sammen, diskutere, være uenige, og lære av hverandre. Kunnskapsdeling og -utvikling forskere imellom foregår ved at vi skriver artikler som publiseres i vitenskapelige tidsskrifter, ved at vi møtes og presenterer resultater for hverandre på vitenskapelige konferanser, og ved at vi drar på forskningsopphold og jobber sammen.

Men forskningen skal også formidles til samfunnet. Det kan skje gjennom å skrive rapporter, bidrag til offentlige dokumenter og debatter, utdanning, og foredrag.

I løpet av de siste 6 år har vi i SeedClim:

- skrevet 12 vitenskapelige forskningsartikler og presentert resultater på 22 fagkonferanser i 10 land
- avlagt 3 doktorgrader, 6 mastergrader, og 5 bacheloroppgaver
- holdt foredrag og diskutert våre funn på 10 brukerrettede sektorseminarer og 10 forskningsseminarer
- undervist på en rekke kurs på blant annet Universitetet i Bergen, Høgskolen i Sogn og Fjordane, Norges Miljø- og biovitenskapelige universitet på Ås, og University of Michigan
- organisert 16 arbeidsmøter i Norge, USA, Kina og New Zealand
- og bidratt til 7 presseoppslag og populærvitenskapelige publikasjoner (et utvalg av disse finnes på slutten av rapporten)

Mer informasjon om SeedClim og påfølgende prosjekter finner du her:

SeedClim: www.uib.no/en/rg/EECRG/55395/seedclim

Transplant: www.uib.no/en/rg/EECRG/78461/transplant

FunCaB: www.uib.no/en/rg/EECRG/85396/funcab



Veien videre i din bakgård

Man skulle jo kanskje tro at etter seks år og alle disse eksperimentene, studentoppgavene, artiklene og foredragene begynner vi å bli ferdigforskert? Den gang ei! I forskningen er det gjerne sånn at hvert svar vi får er kimen til minst et nytt spørsmål.

- Vi har jo for eksempel funnet ut at gressartene liker varmere og våtere klima godt, og at de kanskje vil kunne konkurrere ut urter og fjellplanter fra mange av engene, spesielt i lavlandet, i fremtiden. Men hva med mosene, mon tro? Hvor viktige er de, og hvordan påvirker de de andre «naboene» i enga? Alle som har forsøkt seg på å holde en gressplen på Vestlandet vet at mosene kan ha betydelig konkurransekraft!
- Videre har vi jo funnet ut at både gress, urter og moser utgjør en stor andel av biomassen i engene våre, og at moser er spesielt viktige i fuktige fjellstrøk. Men hvor viktige er disse forskjellige plantegruppene for økosystemets karbondynamikk? Hvem tar opp mest karbon, og hvem bidrar mest til at dette karbonet lagres i jordsmonnet i stedet for å råtne og frigis til lufta? Dette er interessante spørsmål, fordi økosystemenes evne til karbonlagring under dagens og fremtidens klima må regnes med i det nasjonale og globale klimaregnskapet.
- Vi har også funnet ut at noen av plantene våre, som for eksempel legeveronika, synes å være tilpasset de lokale forholdene i hver enkelt eng. Hva vil slike lokale tilpasninger bety når klimaet endrer seg? Vil de lokale plantene på Høgsete og Rambæra klare å 'følge med i timen' eller vil de slite under nye klimaforhold?
- Hva skjer med insektene, og dermed pollineringen og frøproduksjonen, under nye klimaforhold?

Vi kunne jo ikke la alle disse viktige spørsmålene stå ubesvarte! I september 2014 sendte vi inn en søknad om støtte til det nye programmet KLIMAFORSK i Norges forskningsråd. Vi var ikke de eneste som ønsket å studere økosystemenes responser på klima og miljøendringer, men vi ble faktisk valgt ut som ett av de 17 prosjektene som fikk støtte blant i alt blant 188 søkere. De spennende sammenligningene mellom de 12 SeedClim-engene ble framholdt som en styrke for vår søknad! Vi ble tildelt nesten 9 millioner kroner over fire år, og disse pengene skal brukes til å ansette to nye stipendiater, gjøre nye eksperimenter, og foreta detaljerte målinger av karbonopptak og biologisk mangfold. Vi gleder oss til fortsettelsen!

Les mer om utviklingen av det nye prosjektet her: www.uib.no/en/rg/EECRG/85396/funcab



Din bakgård i nyhetene

Presenterer Simas

LÆRDAL: Simas har no fått utarbeidd ein presentasjonsfilm som syner nokre av oppgåvene til Simas. Filmen er produsert av Gasta design og kommunikasjon. Daniel Volle har teke seg av foto, regi, redigering og musikken.

Førde ikkje rekneskap

FJORDANE TINGRETT: Som styreleiar for ei verksemd i Florø førde ikkje sunnfjordingen rekneskap. Omsetnaden for selskapet låg på over ein million kroner og til saman 27 personar var tilsett i firmaet. I Fjordane tingrett måtte han forklare seg om lovbrotet og retten konkluderer med ei passende straff på 30 dagar fengsel på vilkår.

Ny regiondirektør i Mattilsynet

LEIKANGER: Arne Falbach (49) er på plass som ny regiondirektør for Mattilsynets regionkontor i Hordaland og Sogn og Fjordane. Falbach har bakgrunn frå fleire selskap som er relatert til Mattilsynet sitt forvaltningsområde. Den nye regiondirektøren har leiarerfaring frå Sjøforsvaret, fiskeindustrien, daglegvarebransjen, helsekost og elektronikkbransjen. Han har også drive eige konsultentselskap. Falbach har utdanning frå Sjøkrigsskolen og er siviløkonom frå The University of Western Ontario i Canada. Mattilsynet sin region Hordaland Sogn og Fjordane har til saman seks distriktskontor med godt over hundre tilsette.



Brukar Sogn som klimalaboratorium

■ ■ Leitar etter klimaendringar

■ ■ Studerer 100 planter

VIKAFJELLET: Sogn har glimrande lokalitetar for studiar av klimatiske endringar.

– Me brukar det vestnorske fjordlandskapet som klimalaboratorium, seier professor Vigdis Vandvik.

Forskarar varslar eit framtidig klima varmare og våtare. Ingen kan seia eksakt korleis scenariet blir, men to grader er ei truverdig norm som ekspertisen samlar seg om.

Ikkje tid å venta

– Me har ikkje tid til å venta på effektane av klimaendringane og har funne ei rekkje ideelle lokalitetar her i Sogn som skal hjelpe oss til å danna bilete av korleis framtida kan bli.

– Prosjektet vårt konsentrerer seg om fullt og heilt om planter, seier Vandvik.

Topp utgangspunkt

Nedbørvariasjonane frå ytre fjordstrøk og innover mot Indre Sogn spenner frå 3.000 millimeter og ned i 600–700. Denne skalaen gir forskarane optimale utgangspunkt.

Topografien oppover, frå lågland til høgfjell, i gir nett den middeltemperaturen forskarane ønskjer med i prosjektet.

– Med bruk av desse to variablane blir effekten av klimaendringane større, seier Vigdis Vandvik.

Frå Flåm til Vikafjellet

Skjellingahaugen på Vikafjellet

er ein av 12 lokalitetar. Aurlandsdalen og Flåm er også representert.

25 x 25 centimeter med planter blir flytta frå ein stad med spesifikk nedbør og temperatur til ny lokalitet med andre verdiar. Forskarane kan altså triksa og miksa verdiar etter ønskje.

– Me ser korleis platene utviklar seg når temperatur og nedbør endrar seg, til dømes frå Gudmedalen i Flåm, kor nedbøren er 2.100 millimeter, til Skjellingahaugen på Vikafjellet med 2.700 millimeter i året, seier Vandvik.

Temperaturen aukar ca ei grad for kvar 100 meter

Pirkete arbeid

Vigdis Vandvik karakteriserer prosjektet som eit småskalaeksperiment.

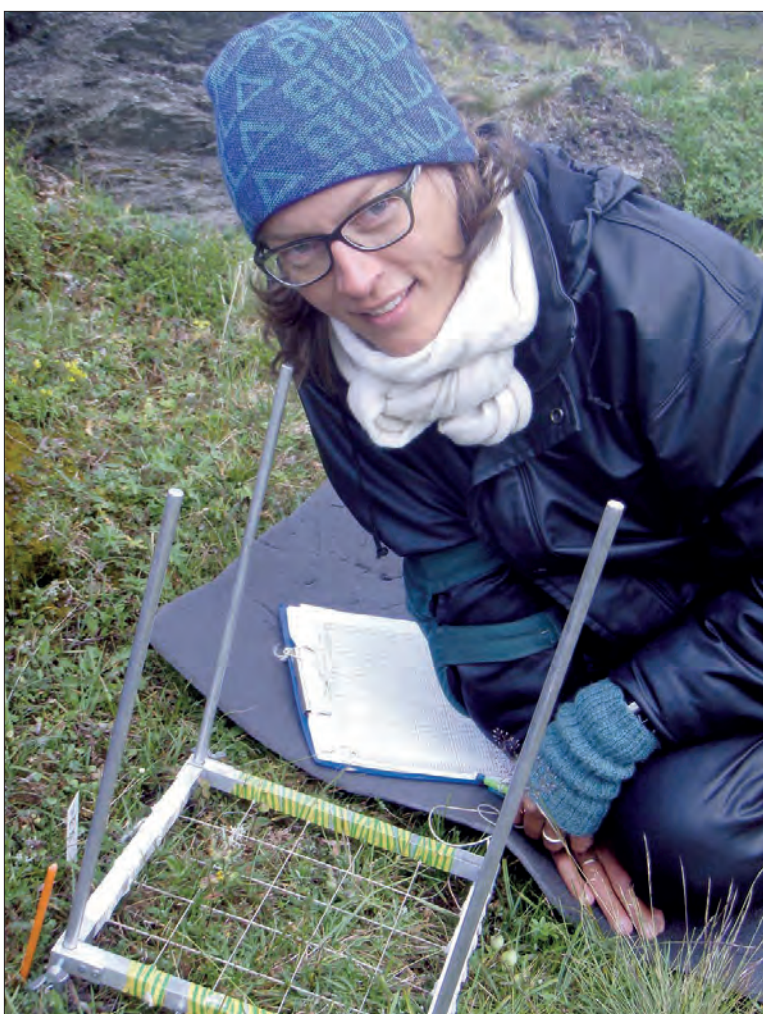
– Ruta kan innehalda mellom 30 og 40 artar, pinsett og lupe blir difor ein del av arbeidsverktøyet. Det interessante er å sjå korleis plantene reagerer på klimaendringar, seier Vandvik.

100 ulike plantetyper er med i prosjektet som forhåpentlegvis gir svar på kva som skjer med det biologiske mangfaldet med dei varsla klimaendringane.

– Folk flest er opptekne av temperaturauken. Prosjektet vårt er unikt på den måten at me måler kor stor effekt nedbøren har på ein del ting, seier Vigdis Vandvik.

Gunnar Kleven

gunnar.kleven@sognavis.no



SMÅSKALA: Vigdis Vandvik, professor i biologi, syner ei 25x25 centimeter stor rute som kan innehalda opptil 40 planter.

Mange aktørar

VIKAFJELLET: Minst dusinet med fagfolk deltek i

forskningsprosjektet. Også Høgskulen.

– Me har med ein Austerrisk stipendiat som studerer ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, seier Vigdis Vandvik.

Doktorgradsstudentar, Universitetet i Bergen, Norsk institutt for naturforskning,

Meteorologisk institutt, University of Michigan i USA og eit universitet i Praha involverer seg i forskinga.

Norsk forskingsråd finansierer prosjektet som har eit budsjett på 10–12 millionar kroner over fem år.

– Etter planen er me ferdige neste år. Men det er slik med forskinga at eit svar utløyser fire-fem nye spørsmål. Difor håpar me å kunne halda fram, seier professor Vigdis Vandvik.



TIDKREVJANDE: Her ligg tre damer og finstuderer vegetasjonen, på Skjellingahaugen. Innanfor det elektriske gjerdet er det også ein værstasjon som måler nedbør, temperatur, jordfrukt og UV-stråling.



Fioler på flyttefot

Ved å flytte planter fra høyland til lavland, fra øst til vest, kan man simulere klimaendringer. Biologene i SeedClim-prosjektet prøver å finne ut hva som skjer med planter når været blir varmere og våtere. **TEKST** GUDRUN URD SYLTE **FOTO** JOACHIM SPINDELBÖCK

FORSKERE I FRØ: Joachim Spindelböck registrerer frøplanter. I fjor sådde forskergruppen frø av fiolar, veronikaer og starr i hjemmeklimaet og andre steder der det er varmere, våtere eller begge deler. I bakgrunnen preparerer Tessa Bargmann et plott der det skal såes frø av furu, gran og bjørk.

VERONIKA, VERONIKA: Tessa Bargmann graver opp veronika- og fiolindivider og måler og veier blader, stengler og rotsystemet og teller frøkapsler. Hun undersøker om planter fra forskjellig klima investerer i forskjellig grad i over-/underjordisk vekst og seksuell/vegetativ regenerasjon.

– Vi bruker eksperimenter og modeller til å undersøke hvordan plantene responderer på endringer i klima, sier Vigdis Vandvik, professor i biologi ved UiB og leder for prosjektet SeedClim.

Biologene graver opp tuer med blant annet fioler, veronikaer og starr og flytter dem til steder der det er varmere, våtere eller begge deler. Klimamodellene sier at det blir våtere og varmere i Norge. Derfor har forskerne utstyrt seg med feltlokaliteter som følger nedbør- og temperaturgradienter. De flytter plantene fra lokaliteter på Hemsedalsfjellet som har 700 mm nedbør og gradvis vestover til Vikafjellet som har en nedbør på 2700 mm i året. I hvert område flytter de også plantene fra høyfjellet, fra områder 1200 meter over havet der som-

mertemperaturen er på knappe 7,5 grader og videre nedover til under skoggrensen, til områder på rundt 500 meter over havet der sommertemperaturen er 11,5 grader.

Frøeksperiment

Det er en stor gruppe biologer involvert i prosjektet. De undersøker, måler og veier plantene for å se de fysiologiske responsene i plantene etter at de er utsatt for miljøforandringer. Deretter ser de på hvordan disse fysiologiske responsene kan spores i populasjoner og plantesamfunn. De er spesielt interessert i hvordan plantene formerer seg, hvordan de produserer frø, og i hvilken grad disse frøene klarer å spire og etablere nye individer.

– Alle som har hage vet at frøspirings-



FRA AURLAND TIL VOSS: Eric Meineri (fra venstre), Kari Kladderud, Astrid Berge og Vigdis Vanvik bærer transplantene ned fra fjellområdet til ventende biler. De skal flyttes fra Aurland-området til Vik og Voss.



NEDLASTING OG OPPLÆRING: Tessa Bargmann (fra venstre), Eric Meineri, Joachim Spindelböck og Serge Farinas laster ned data og skifter batteri på en UVB – strålingsmåler. Vanligvis trenger man bare en person til slike oppgaver, men her får Tessa og Serge opplæring.



FREIDIG BESØK: Biologene får besøk av smådyr som kryper rundt på registreringsarket.



MÅLING OG TELLING: Joachim Spindelböck teller og måler fioler og veronikarer i et plott, Eric Meineri, Tessa Bargmann og Olav Skarpaas, ekstern veileder Olav Skarpås fra NINA i Oslo i det nedre plottet.

PÅ VEG: Biologene kjører mye i en feltsesong – en rast på Vikafjellet gir vakre fjellmotiv.



FRØPAKKERI: Eric Meineri og Joachim Spindelböck sitter en sen kveld på hytta og lager frøpakker som skal såes i felt neste dag.

NUMMERERTE TANNPIRKERE: Astrid Berge og Vigdis Vanvik registrer frøplanter og markerer dem med nummererte tannpirkere til Astrids masterprosjekt. Hun registrer frøplanter og i tillegg vegetasjonen rundt plottene for å kunne si noe om rekrutterings-suksessen.

stadiet er kritisk for planter. I naturen er regenereringsstadiet viktig for at en plante skal kunne spre seg, for at populasjoner skal kunne overleve lokalt, og ikke minst for evolusjonen. Vi har valgt å fokusere på dette stadiet i forhold til klimaendringene, sier Vandvik.

Beitedyr kompenserer

Selv om alle resultatene fra prosjektet ikke er ferdige ennå, har en del mønster begynt å vise seg. I naturlig vegetasjon spirer det mer frø på fjellet enn i lavlandet, det er

motsatte av hva man kanskje kunne ventet seg. Forskerne regner med at det kan ha med konkurransen i lavlandet å gjøre, og eksperiment der man tar bort den konkurrerende vegetasjonen viser at frøene da spirer bedre i lavlandet.

– I en våtere og mer høyvokst fjellvegetasjon, slik vi vil få i fremtiden, vil det gå dårligere med frøplantene. Eksperimentene våre viser at dette kan kompenseres med forstyrrelser, noe som igjen betyr at for eksempel beitedyr delvis kan kompensere for effektene av et varmere, våtere klima. Det

synes vi er både spennende og morsomt, sier Vandvik

Prosjektet er blitt så interessant for forskerne at de nå ønsker å undersøke om man får lignende resultater fra helt andre steder i verden, med andre arter. Arbeidet med eit samarbeid i Kina er allerede i gang, prosjektgruppen har hatt en kinesisk delegasjon på besøk og søker nå om forskningsmidler til å gjennomføre et kinesisk samarbeid.

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

Fjelllets 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, gjennomsnittslengden 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 trefferdedelsroten 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 klimagradientene 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 planter vekst, ressursallokering og reproduksjon, og på plantesamfunnenes 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 klimamodellene – 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.

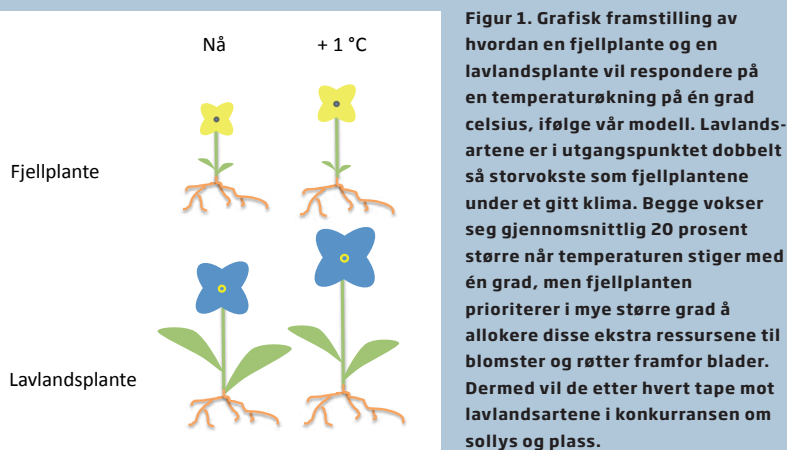
Det at fjellplantene viser seg å investere relativt sett mer i blomster enn lavlandsplantene gjør, er interessant. Som alle gartnere vet, er frøspiring og unge frøplanters overlevelse svært kritiske faser i plantenes livssyklus. Flere studier som dokumenterer svært høy frøplantedødelighet i kalde klima konkluderer også med at frøplanterekruttering 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 rekruttering 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.

Konkurranse styrer

Hvordan kan disse funnene hjelpe oss til å forstå fjellplantenes utbredelser, nå og i framtiden? 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/allokerer 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

Forlenget hvile hos tre vanlige norske plantearter: strategi eller kostnad?

Joachim Paul Spindelböck og Siri Lie Olsen

Spindelböck, J.P. & Olsen, S.L. 2013. Forlenget hvile hos tre vanlige norske plantearter: strategi eller kostnad? *Blyttia* 71: 235-240.

Prolonged dormancy in three common Norwegian plant species: strategy or cost?

The phenomenon of individual plants being absent for one or more growing seasons before sprouting again has often been reported for at least 40 years. This has been referred to under the term prolonged vegetative dormancy (from latin «dormire» for «to sleep»), but it has only recently become a topic of study. A range of potential drivers for dormancy have been proposed during recent years which can reflect both a bet-hedging strategy in unpredictable environments, but also direct costs of living under stress. Here, we show that high grazing pressure may lead to increased dormancy ratios as a bet-hedging response in three native Norwegian grassland herb species: *Veronica alpina*, *Viola palustris* and *Viola biflora*. We also propose that dormancy may be more common among herbaceous plants than previously thought.

Joachim Paul Spindelböck, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Avdeling for ingeniør- og naturfag, PB 133, NO-6851 Sogndal joachim.spindelboeck@hisf.no

Siri Lie Olsen, Universitetet for miljø- og biovitenskap, Institutt for naturforvaltning, PB 5003, NO-1432 Ås siri.lie.olsen@umb.no

Det er et velkjent faktum at mange dyr går i dvale om vinteren. Flerårige planter og trær «sover» seg også gjennom den kalde årstiden. Dette er en fornuftig strategi for å overleve når kulde og mangel på flytende vann truer. Mindre kjent er det at en del flerårige urter kan ligge i hvile hele året – gjerne flere år i strekk! Istedenfor å gjenoppta veksten og produsere blader og blomster når våren kommer, «sover» de seg gjennom en eller flere somre før de skyter nye skudd. I et slikt forlenget hvilestadium overlever plantene som underjordiske knoller eller rotstokker, men produserer ikke overjordiske plantedeler i løpet av vekstsesongen. Det vitenskapelige uttrykket for dette hvilestadiet er «dormans», som kommer fra det latinske ordet «dormire» som betyr «å sove». Til sammen er det, ifølge Shefferson (2009) og Reintal m.fl. (2010), registrert dormans hos nesten 70 arter av flerårige urter verden over, hvorav 21 tilhører vår hjemlige flora. Etter undersøkelser i Norge føyde Evju m. fl. (2010, 2011) to arter til denne listen i nyere tid, og mye tyder på at denne egenskapen er vanligere enn tidligere antatt, også hos oss.

Gjenoppstått fra de døde

I forbindelse med forskningsprosjektet SEEDCLIM i regi av Universitetet i Bergen, har vi i årene 2009–

2013 registrert vekst, reproduksjon og overlevelse hos tre vanlige plantearter i tradisjonelt hevdede beitemarker i Vest-Norge: fjellveronika *Veronica alpina*, myrfiol *Viola palustris* og fjellfiol *Viola biflora*. Vi studerte flere populasjoner i ulike høydelag: lavland (ca. 500 m o.h.), subalpine områder like under skoggrensa (ca. 800 m o.h.) og fjell (ca. 1100–1200 m o.h.). Året etter den første registreringen var en rekke av rosettene tilsynelatende forsvunnet, og vi antok at de var døde. Men etter ytterligere et år hadde flere av dem «stått opp fra de døde» igjen og produsert nye blader! Ved å markere hvor alle «døde» individer befant seg, viste det seg at både fjellveronika (figur 1A), fjellfiol (figur 1B) og myrfiol (figur 1C) har evnen til å gå inn i dormans, hvor en rosett «sover» seg gjennom en eller flere vekstsesonger før den på nytt våkner til liv og produserer blader. I etterkant viste det seg at dormans hos fjellfiol tidligere er påvist av Evju m.fl. (2010).

Andelen av plantepopulasjonene våre som gikk i hvile hvert år, varierte fra art til art, men også fra år til år og mellom populasjoner av samme art. Av alle fjellfiolrosettene vi registrerte i 2009, var 22 % forsvunnet året etter (2010). Av disse var 7 % dormante i ett år og dukket opp igjen i 2011, mens de resterende 15 % var dormante i to år og dukket



først opp igjen i 2012. Av rosettene som ble registrert i 2010 var hele 53 % (!) dormante i ett år (dvs. var borte i 2011 og dukket opp igjen i 2012), mens toårsdormansen for disse vet vi først noe om etter sommeren 2013. Fjellfiol kan også være dormant i tre år, men det skjer i veldig liten grad (ca. 1% ifølge Evju m.fl. 2010). Hos myrfiol og fjellveronika er andelen dormante planter og variasjonen mellom år en del mindre enn hos fjellfiol (tabell 1).

Hvorfor hvile?

Hvilken fordel kan planter ha av et slikt hvilestadium, når de i utgangspunktet er avhengige av å drive fotosyntese for å overleve? Det er kostbart for planter å leve utelukkende av oppsparte ressurser (Gremer m.fl. 2010), og dødeligheten er derfor høyere blant dormante individer (Shefferson m.fl. 2003). Hvilede knoller og rotstokker kan heller ikke produsere frø og bidrar dermed ikke til spredning. I et forsøk på å forstå hvorfor en stor andel av plantepopulasjonene vi studerer blir dormante, undersøkte vi sammenhengen mellom dormans og «kostbare» livsprosesser som blomstring og vekst. Kanskje trengte plantene et hvileår etter å ha brukt ressurser på å blomstre og sette frø? Men nei, om de hadde blomstret året før hadde ingenting å si for hvilke rosetter som ble dormante. Videre undersøkte vi sammenhengen mellom plantestørrelse og dormans. Kunne det være slik at store planter, som hadde investert mye ressurser i skudd og blader, oftere ble dormante enn andre? Eller behøvde små planter med færre ressurser til å produsere nye blader, oftere et hvileår, som hos Shefferson (2006) og Jäkäläniemi m.fl. (2011)? Men heller ikke her fantes det noe mønster.

Videre tenkte vi at dormans kanskje kunne være en kostnad ved å leve i et stressende miljø. Kunne for eksempel ugunstige værforhold føre til at flere rosetter ble dormante (Shefferson m.fl. (2001). Kanskje var dormansandelen hos våre arter større oppe i fjellet, der somrene normalt er både kortvarige og kalde? Men da vi delte inn plantepopulasjonene våre etter høydelag, oppdaget vi at de subalpine populasjonene hadde en større andel dormante rosetter enn lavlands- og fjellpopulasjonene (figur

Figur 1. Våre tre arter med dokumentert dormans: fjellveronika *Veronica alpina* (A), fjellfiol *Viola biflora* (B) og myrfiol *Viola palustris* (C). Foto: SLO.

*Our three species with documented dormancy: Alpine Speedwell *Veronica alpina* (A), Twoflower Violet *Viola biflora* (B) and Marsh Violet *Viola palustris* (C).*

Tabell 1. Andel dormante rosetter for 2009 og delvis 2010 i vår undersøkelse. «Antall» er det totale antallet individer som var overjordisk til stede i det aktuelle året. Dormansandelen i prosent angir den andelen av disse individene som var dormante ett eller to år etter. For 2010 kjenner vi ikke den totale dormansen enda, siden vi ikke vet andelen 2-års-dormans før sommeren 2013.

Proportion of dormant rosettes in 2009 and part of 2010 from our study. «Antall» is the total number of individuals that were visible above ground for each year. The dormancy percentage indicates the proportion of these individuals that were dormant for one or two subsequent years. For 2010 total dormancy still remains unknown since information about 2-year-dormancy is not available until summer 2013.

Art	År	Antall	Total dormans (%)	1 år (%)	2 år (%)
Fjellfiol <i>Viola biflora</i>	2009	257	22	7	15
	2010	192		53	
Myrfiol <i>Viola palustris</i>	2009	235	14	8	6
	2010	250		8	
Fjellveronika <i>Veronica alpina</i>	2009	98	14	10	4
	2010	86		2	

2). Dette var overraskende! Her måtte andre faktorer enn klimaet spille inn. I tillegg til den åpenbare variasjonen i klimatiske forhold, er det også forskjell i beitetrykk mellom de tre høydelagene i prosjektet vårt. Per i dag er beitetrykket trolig høyest på de subalpine lokalitetene, som ligger i distrikter med aktiv setring. På lavlandslokalitetene våre var det med sikkerhet høyest beitetrykk i tidligere tider, men i dag beites engene der forsøksrutene våre

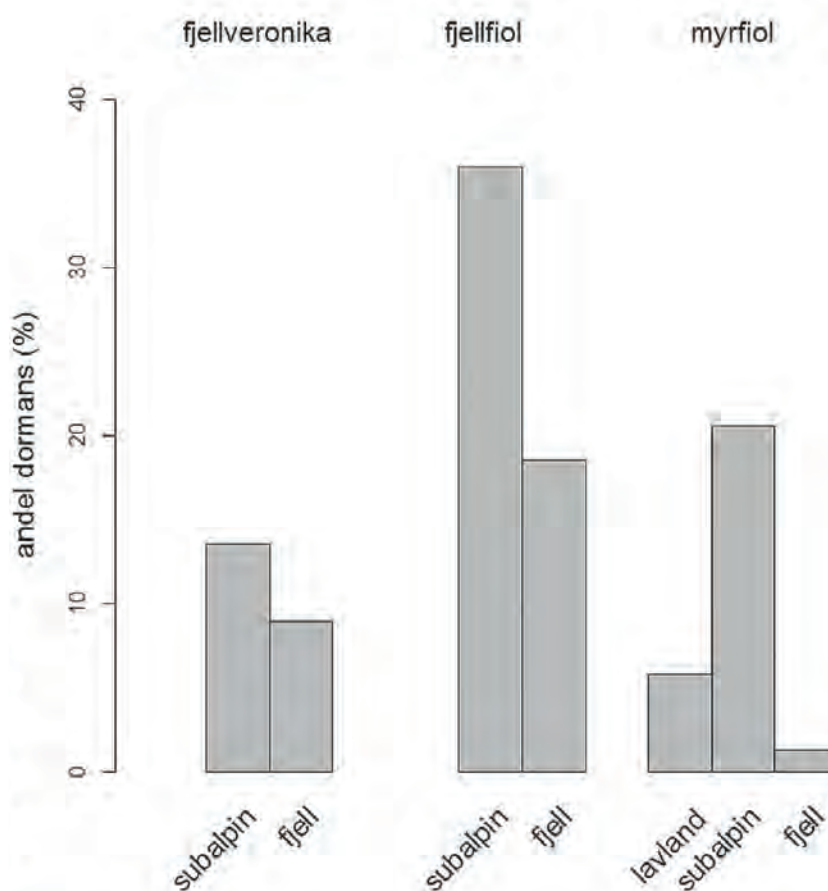
ligger i relativt liten grad. Beiting ser altså ut til å ha en innvirkning på andelen dormante rosetter på de subalpine lokalitetene. Men er den økte dormansen en kostnad som følge av at beitedyr fjerner biomasse fra plantene, eller dreier dette seg om en aktiv strategi for å unngå å bli beitet?

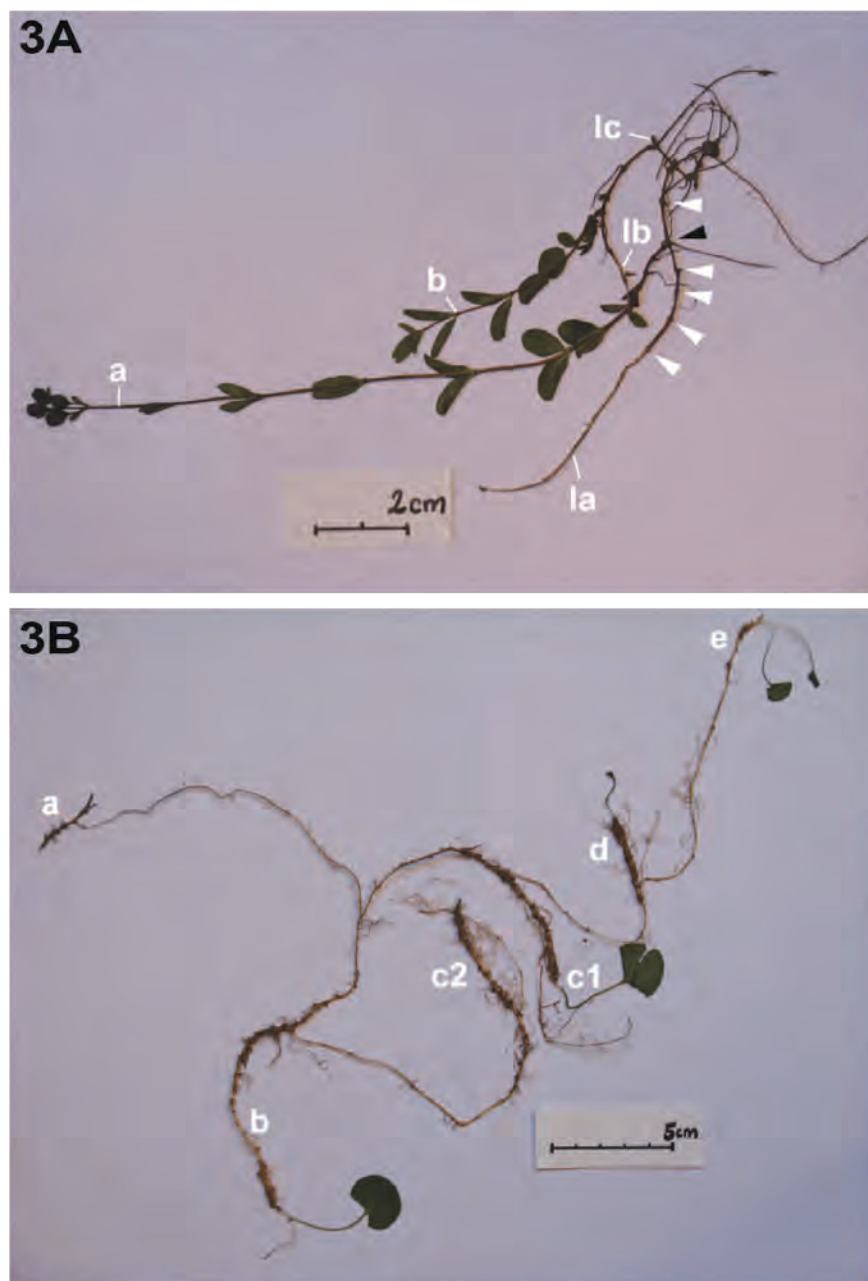
Ifølge Shefferson m.fl. (2005) kan stress i form av beiting føre til økt dormans, ettersom plantene trenger tid til å komme seg og produsere

2

Figur 2. Dormansandelen hos fjellveronika *Veronica alpina*, fjellfiol *Viola biflora* og myrfiol *Viola palustris* i tre ulike høydelag. Fjellveronika og fjellfiol finnes ikke på våre lavlandslokaliteter.

*Proportion of dormancy in Alpine Speedwell *Veronica alpina*, Twoflower Violet *Viola biflora* and Marsh Violet *Viola palustris* at three different altitudes. Alpine Speedwell and Twoflower Violet do not occur in our lowland sites.*





Figur 3. Oppgravd individ av fjellveronika *Veronica alpina* (A) og myrfiol *Viola palustris* (B). Fjellveronika har underjordiske løpere som danner røtter, skudd og nye løpere fra vekstpunkter (piler ved løper la). Det klonale hierarkiet: løper lc ga opphav til løper la og lb, som produserte hvert sitt skudd (a og b). Enkelte vekstpunkter hviler (hvite piler), mens andre produserer skudd (svart pil). Myrfiol har et underjordisk rot-system med vekstområder (a-e) som kan skyte blader og blomster og danne nye klonale sideskudd. Det klonale hierarkiet: a ga opphav til b, som igjen ga opphav til c1 og c2. c2 er dormant, mens c1 produserte d, som igjen ga opphav til e. Foto: Tessa Bargmann

Excavated individual of Alpine Speedwell Veronica alpina (A) and Marsh Violet Viola palustris (B). The Alpine Speedwell has below-ground runners which produce roots, above-ground shoots and new runners at growth points known as «nodes» (arrows pointing at runner la). The clonal hierarchy: runner lc gave rise to runners la and lb, which produced shoots a and b, respectively. Single nodes are inactive (white arrows) while other produce shoots (black arrow). The Marsh Violet has a rhizome with growth areas called «tubers» (a-e) that can produce leaves, flowers and new clonal shoots. The clonal hierarchy: a gave rise to b which in turn produced c1 and c2. c2 is dormant, while c1 gave rise to d, which in turn produced e.

nye knopper (Gregg 2011). Dessuten kan planter som mangler ressurser til å produsere blader etter å ha blitt beitet, bruke hvilen til å mobilisere lagrede karbohydrater for å kunne skyte nye skudd (Gremer m.fl. 2010). I vårt prosjekt har plantene imidlertid ikke opplevd beiting direkte i året før de ble dormante fordi forsøksområdet ble gjerdet inn ved forsøksstart. Dermed tyder resultatene våre mer på økt dormans som en generell strategi mot beiting enn på en stresskostnad som følge av at beitedyr fjerner biomasse! Å ha mulighet til å bli dormante har blitt beskrevet av flere som en måte for plantene å overleve i et uforutsigbart miljø (Shefferson 2009, Jäkäläniemi m.fl. 2011, Gremer m.fl.

2012). Beiting er i høyeste grad en uforutsigbar faktor i disse plantenes liv, og den beste måten å forholde seg til dette uforutsigbare stresset på, er å holde et utvalg av populasjonen unna beitedyr. Når en plante er dormant, har den ikke overjordiske plantedeler og kan dermed ikke beites. Selv om det skulle komme et katastrofalt år der alt overjordisk plantemateriale blir rasert av beitedyr, vil populasjonen alltid overleve gjennom de individene som er dormante. Dette gir plantene ikke bare en fordel i kampen mot beitedyr, men også i konkurransen mot andre plantearter som ikke har evnen til å ta seg en «høneblund».

En annen liten, men relevant, detalj i dette pus-

Tabell 2. Hjemlige norske arter med dokumentert dormans, samt maksimalt antall år de kan hvile før de på nytt skyter skudd. Hovedsakelig etter Shefferson (2009) og Reintal m.fl. (2010).

Native Norwegian species with documented dormancy and the maximum number of years they can be dormant. Mainly after Shefferson (2009) and Reintal et. al. (2010).

Latinsk navn	Norsk navn	Antall år	Litteratur
<i>Anacamptis morio</i>	Narmarihånd	1	Shefferson 2009
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Havsivaks	?	Shefferson 2009
<i>Cephalanthera longifolia</i>	Hvit skogfrue	3	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Cephalanthera rubra</i>	Rød skogfrue	4	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Coeloglossum viride</i>	Grønnekurle	1	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Cypripedium calceolus</i>	Marisko	5	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Dactylorhiza incarnata</i>	Engmarihånd	1	Reintal m.fl. 2010
<i>Dactylorhiza sambucina</i>	Søstermarihånd	2	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Epipactis atrorubens</i>	Rødflangre	3	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Epipactis helleborine</i>	Breiflangre	3 (18)	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Gentiana pneumonanthe</i>	Klokkesøte	3	Reintal m.fl. 2010
<i>Geranium sylvaticum</i>	Skogstorkenebb	2	Evju m.fl. 2011
<i>Herminium monorchis</i>	Honningblom	2	Shefferson 2009
<i>Listera ovata</i>	Stortveblad	2	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Lythrum salicaria</i>	Kattehale	?	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Microstylis monophyllos</i>	Knottblom	2	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Orchis mascula</i>	Vårmarihånd	3	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Platanthera bifolia</i>	Nattfiol	4	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Platanthera chlorantha</i>	Grov nattfiol	3	Shefferson 2009, Reintal m.fl. 2010
<i>Polygonatum multiflorum</i>	Storkonvall	1	Reintal m.fl. 2010
<i>Polygonatum odoratum</i>	Kantkonvall	1	Reintal m.fl. 2010
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Sjøsivaks	?	Shefferson 2009
<i>Viola biflora</i>	Fjellfiol	3	Evju m.fl. 2010, denne studien
<i>Viola palustris</i>	Myrfiol	?	denne studien
<i>Veronica alpina</i>	Fjellveronika	?	denne studien

lespillet er evnen til å lage klonale sideskudd. Både fjellfiol, fjellveronika og myrfiol er klonale, noe som innebærer at nye rosetter som dannes ved hjelp av sideskudd opprettholder underjordiske forbindelser over lengre tid (figur 3). Via disse forbindelsene er ferske fotosynteseprodukter tilgjengelige også for dormante rosetter, som dermed kan akkumulere ressurser for deretter å satse alt på vekst året etter. Mens individer av mange andre arter i større grad må takle til dels kraftig beiting for at populasjonen skal overleve hvert år, kan altså enkelte rosetter av myrfiol, fjellfiol og fjellveronika ta seg en blund fra tid til annen mens de blir tilført «intravenøs næring» av den våkne delen av populasjonen. Dermed kan dormans koblet med klonalitet gi en konkurransefordel overfor andre arter i et miljø der mange arter kjemper om plass og ressurser, men også der et høyt beitetrykk gjør at man som plante helst vil holde en lav profil.

Ingen beiting – ingen hvile?

Så enkelt er det dessverre ikke. Beiting er bare en av flere faktorer som kan gi opphav til dormans. I vår studie hadde alle populasjonene dormante individer hvert år, selv i lavlandet hvor beitetrykket er lavt. Dessuten varierte dormansandelen mye fra år til år (tabell 1), mens beitetrykket var relativt konstant. Altså må det finnes andre faktorer i tillegg til beiting som fører til dormans hos artene vi har undersøkt. Som nevnt over kan ressursbegrensninger tvinge planter til å bli dormante. Varierende fordeling av næringsstoffer i jorda kan begunstige noen individer, mens andre blir forfordelt. Været og andre varierende miljøforhold kan også spille inn. Shefferson (2009) antyder også at dormans kan være et evolusjonært steg mot tap av fotosyntese, ettersom dormans forekommer spesielt ofte i taksonomiske grupper med ikke-fotosyntetiske planter som enten får næring via mykorrhiza eller ved å parasittere på

andre planter! En rekke faktorer kan altså være med på å forklare forekomsten av dormans hos fjellfiol, myrfiol og fjellveronika. Men den økte dormansen vi ser på de subalpine lokalitetene våre, ser ut til å skyldes beiting.

Trolig utbredt

Uavhengig av hvorfor en del plantearter har utviklet dormans, ser det ut til at denne egenskapen forekommer hos flere vanlige norske arter, og vi tror at dette er relativt utbredt. Spesielt geofytter (planter som ikke har noen overjordiske plantedeler om vinteren) er gode kandidater, siden de ikke behøver å fjerne plantedeler for å bli dormante; de behøver bare å ikke skyte nye skudd om våren! Vi presenterer her en tabell over hjemlige norske arter med dokumentert dormans (tabell 2). Den er på ingen måte utfyllende, men viser kunnskapsstatus per i dag. Det kan se ut som om orkidéer er overrepresentert blant arter med dormans, men det er vanskelig å si om dette skyldes at dormans faktisk forekommer oftere hos orkidéer eller fordi denne familien er så grundig studert. Det er tid- og arbeidskrevende å dokumentere dormans hos planter, ettersom mange individer må merkes og følges over flere år. Vi fant, helt tilfeldig, dormans hos tre relativt vanlige norske arter, samtidig som dette er et fenomen som inntil nylig ikke har blitt undersøkt i større grad. Vi tror derfor at dormans hos planter er vanligere enn tidligere antatt og at denne formen for strategisk høneblund vil bli oppdaget hos stadig flere arter.

Takk

til Eric Meineri for en kjempeinnsats gjennom tre feltsesonger og til Tessa Bargmann for bildene som viser den kompliserte klonale strukturen hos fjellveronika og myrfiol. Takk også til grunneierne som lar

oss forske på beitene deres og til feltassistentene våre: Christine Pötsch, Nina Mahler, Fanny Duckert, Annick Chetelat og Izzie Tween.

Litteratur

- Evju, M., Halvorsen, R., Rydgren, K., Austrheim, G. og Mysterud, A. 2010. Interactions between local climate and grazing determine the population dynamics of the small herb *Viola biflora*. *Oecologia* 163: 921-933.
- Evju, M., Halvorsen, R., Rydgren, K., Austrheim, G. og Mysterud, A. 2011. Effects of sheep grazing and temporal variability on population dynamics of the clonal herb *Geranium sylvaticum* in an alpine habitat. *Plant Ecology* 212: 1299-1312.
- Gregg, K. B. 2011. Recovery from bud disappearance explains prolonged dormancy in *Cleistes bifaria* (Orchidaceae). *American Journal of Botany* 98: 326-330.
- Gremer, J. R., Crone, E. E. og Lesica, P. 2012. Are dormant plants hedging their bets? Demographic consequences of prolonged dormancy in variable environments. *The American Naturalist* 179: 315-327.
- Gremer, J. R., Sala, A. og Crone, E. E. 2010. Disappearing plants: why they hide and how they return. *Ecology* 91: 3407-3413.
- Jäkäläniemi, A., Crone, E. E., Närhi, P. og Tuomi, J. 2011. Orchids do not pay costs at emergence for prolonged dormancy. *Ecology* 92: 1538-1543.
- Reintal, M., Tali, K., Haldna, M. og Kull, T. 2010. Habitat preferences as related to the prolonged dormancy of perennial herbs and ferns. *Plant Ecology* 210: 111-123.
- Shefferson, R. P. 2006. Survival costs of adult dormancy and the confounding influence of size in lady's slipper orchids, genus *Cypripedium*. *Oikos* 115: 253-262.
- Shefferson, R. P. 2009. The evolutionary ecology of vegetative dormancy in mature herbaceous perennial plants. *Journal of Ecology* 97: 1000-1009.
- Shefferson, R. P., Kull, T. og Tali, K. 2005. Adult whole-plant dormancy induced by stress in long-lived orchids. *Ecology* 86: 3099-3104.
- Shefferson, R. P., Proper, J., Beissinger, S. R. og Simms, E. L. 2003. Life history trade-offs in a rare orchid: the costs of flowering, dormancy, and sprouting. *Ecology* 84: 1199-1206.
- Shefferson, R. P., Sandercock, B. K., Proper, J. og Beissinger, S. R. 2001. Estimating dormancy and survival of a rare herbaceous perennial using mark-recapture models. *Ecology* 82: 145-156.



UNIVERSITETET I BERGEN

