



Anders Lorentzen Kolstad, Anders Lyngstad og Dag-Inge Øien

Uttak av fremmede treslag i verneområder. Etablering av overvåking

NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2020-13



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-13

Anders Lorentzen Kolstad, Anders Lyngstad og Dag-Inge Øien

Uttak av fremmede treslag i verneområder
Etablering av overvåking

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Rapport botanisk serie og Rapport zoologisk serie. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/web/museum/publikasjoner>

Referanse

Kolstad, A.L., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2020. Uttak av fremmede treslag i verneområder. Etablering av overvåking. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-13: 1-42.

Trondheim, november 2020

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Hans K. Stenøien (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Tommy Prestø

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Senterruta i blokk 2 i bartreplantasjen på Seløya i Hadsel. Foto: A.L. Kolstad 18.08.2020.

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-253-1
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Kolstad, A.L., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2020. Uttak av fremmede treslag i verneområder. Etablering av overvåking. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-13: 1-42.

Det er et uttalt mål i Norge å hindre spredning og etablering av fremmede arter siden dette blir sett på som en av de største truslene mot det biologiske mangfoldet. Spesielt gjelder dette for verneområder hvor viktige naturverdier står i fare for å bli erstattet av ikke-hjemlig vegetasjon. Derfor brukes det i dag betydelige ressurser, ikke bare på å hindre spredning og etablering, men også på å fjerne allerede etablerte bestand av fremmede arter innenfor verneområder i Norge. Dette gjøres selv om det er manglende kunnskap om effekten av ulike tiltak, og i hvor stor grad man lykkes med restaureringsarbeidet.

Målet med dette prosjektet er å utvikle et opplegg for å overvåke effekten av å fjerne fremmede bartrær fra verneområder, og å gjennomføre innsamling av basisdata fra tre ulike lokaliteter. Disse lokalitetene er: Brensleffjellet naturreservat, et variert edelløvskogområde i Molde kommune, Møre og Romsdal; øya Borgan (dyrelivsfredning) med mye kystlynghei i Nærøysund kommune, Trøndelag; og øya Seløya (naturreservat) i Hadsel kommune, Nordland, som er vernet hovedsakelig for å beskytte hekkende sjøfugl.

Vi valgte hierarkisk arrangement av permanente overvåkningsarealer med flere blokker som metode, der hver blokk består av fem 1 m² ruter inne i en 250 m² sirkel. I de tre lokalitetene ble det etablert opp til fem blokker i plantasjene, og fem blokker i omkringliggende referanseområder. Analyser av effekten av innsamlingsinnsatsen viser at metodikken fanger opp en stor del av naturvariasjonen.

Feltprotokollen er lagt nær opptil metodikken i det nasjonale overvåkningsprogrammet «Arealrepresentativ naturovervåking» (ANO). Dette vil gjøre dataene i dette prosjektet sammenlignbare med dette mye større, landsdekkende datasettet, og det øker mulighetene for å få vitenskapelig utbytte av prosjektet. Innsamlet data inkluderer prosent dekning av karplanter og moser, kronedekke i ulike sjikt, en rekke jordparametere, samt utvalgte ANO-variabler for å beskrive økologisk tilstand. Tidsbruken i felt var tre til fire dager per lokalitet, og det er om lag slik vi hadde anslått på forhånd. Dette anser vi som gjennomførbart, også med tanke på oppfølging framover. De innsamlede dataene er anvendelige i statistiske analyser, slik som ordinasjonsanalyser, som vi også viser i denne rapporten. Til slutt gir vi råd om oppfølging, og diskuterer hva de innsamlede dataene kan brukes til.

Nøkkelord: Arealrepresentativ naturovervåking – Borgan og Frelsøy dyrelivsfredning – Brensleffjellet naturreservat – gran – restaurering – Seløya naturreservat – sitkagran – vegetasjonsanalyse

Anders Lorentzen Kolstad, Anders Lyngstad og Dag-Inge Øien, NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Kolstad, A.L., Lyngstad, A. & Øien, D.-I. 2020. Removing alien conifers in protected areas in Norway. Establishing a monitoring scheme. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-13: 1-42.

It is a clear goal in Norway to prevent the spread and establishment of alien species, as this is seen as one of the greatest threats to biodiversity. This is particularly the case in protected areas where important nature values are at risk to be replaced by non-native vegetation. Considerable resources are therefore used, not only to prevent spread and establishment, but also to remove already established stands of alien species within protected areas in Norway. This is done, even though there is a lack of knowledge on the effect of various measures, and to what degree the restoration work is successful.

The aim of this project is to develop a scheme for monitoring the effect of removal of alien conifers from protected areas, and to sample basal data from three different localities. These localities are: Brensløfjellet nature reserve, a varied deciduous forest area in Molde municipality, Møre og Romsdal county; the island Borgan (fauna preservation) with much coastal heathland in Nærøysund municipality, Trøndelag county; the island Seløya (nature reserve) in Hadsel municipality, Nordland county, established mainly to protect nesting sea birds.

We chose a design using a hierarchic arranging of permanent monitoring areas, with several blocks, where each block consists of five 1-m² plots within a 250-m² circle. In the three localities, up to five blocks were established in the plantations, and up to five blocks in the surrounding reference area. Analyses of the effect of the sampling effort show that the method includes a large part of the regional species pool.

The field protocol is similar to the method in the national monitoring program «Arealrepresentativ naturovervåking» (Area representative nature monitoring; ANO). This makes the data in this project comparable to a much larger, nationwide data set, and increase the possibilities to get results of scientific value from the project. Collected data include percentage cover of vascular plants and bryophytes, crown cover of various layers, a number of soil parameters, and selected ANO variables to describe ecological condition. The time spent in the field was three to four days per locality, which is what we expected beforehand. We consider this achievable, also considering future follow-up. The collected data are applicable in statistical analyses, such as ordination analyses, as is also shown in the report. At the end, we give advice on follow-up, and discuss the use of the collected data.

Key words: Area representative nature monitoring – Borgan and Frelsøy fauna preservation area – Brensløfjellet nature reserve – spruce – restoration – Seløya nature reserve – Sitka spruce – vegetation analysis

Anders Lorentzen Kolstad, Anders Lyngstad and Dag-Inge Øien, NTNU University Museum, Department of Natural History, NO-7491 Trondheim, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Forord	6
1 Innledning	7
2 Valg av overvåkingsmetodikk	8
2.1 Tidsserie med BACI-design	8
2.2 Kriterier for suksess og valg av referanseområder	8
2.3 Størrelse og form på fastruter	9
2.3.1 Konklusjon om størrelse og form på fastruter	9
2.4 ANO-metodikken	9
2.4.1 Plassering og antall fastruter med forskjeller fra ANO-metodikken	10
2.5 Begrensinger med metodikken	11
3 Lokalitetene og etablering av overvåking	12
3.1 Brensløfjellet naturreservat	12
3.1.1 Etablering av overvåking	13
3.2 Borgan og Frelsøy dyrelivsfredning	16
3.2.1 Etablering av overvåking	16
3.3 Seløya naturreservat	19
3.3.1 Etablering av overvåking	19
4 Metode	23
4.1 Innmåling, fotografering og nummerering	23
4.2 Variabler	23
4.3 Feltperioder	25
4.4 Artsbestemmelse og statistiske analyser	25
5 Resultat med diskusjon	26
5.1 Tidsbruk	26
5.3 Variasjon og mønstre i vegetasjon og jord	26
5.3.1 Naturtyper	26
5.3.2 Arter	26
5.3.3 Jordanalyser	27
5.3.4 Artsakkumuleringskurver	29
5.3.5 Ordinasjonsanalyser	30
6 Oppsummering, generell diskusjon og anbefalinger	34
6.1 Anbefalinger til oppfølging	34
7 Referanser	36
Vedlegg	37
Vedlegg A Artsliste	37

Forord

Foreliggende rapport gir en oversikt over resultater fra prosjektet «Kartlegging av vegetasjon – uttak av fremmede treslag i verneområder» som ble gjennomført av NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie på oppdrag fra Miljødirektoratet. Prosjektperioden har vært 1.2.-30.11.2020.

Forsker Anders Lyngstad har vært prosjektleder og kontaktperson hos NTNU Vitenskapsmuseet, og i tillegg har forsker Anders Lorentzen Kolstad, senioringeniør Dag-Inge Øien og avdelingsingeniør Anette Grimsrud Davidsen deltatt i prosjektet. Lyngstad har hatt hovedansvaret for prosjektadministrasjon, og har deltatt på feltarbeid, samt i metodeutvikling og rapportskrivning. Kolstad har deltatt på feltarbeid, i metodeutvikling og rapportskrivning, samt gjennomført dataanalysene i prosjektet. Øien har bidratt i prosjektadministrasjon, og deltatt på feltarbeid, metodeutvikling og rapportskrivning. Davidsen har bidratt i prosjektadministrasjon og gjort forarbeid.

Kontaktperson hos Miljødirektoratet har vært Kjell Tore Hansen, og vi vil takke for godt samarbeid i et interessant prosjekt.

Trondheim, november 2020

Anders Lyngstad

1 Innledning

Fremmede arter er betraktet av Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) som en av de største globale truslene mot biologisk mangfold (Díaz et al. 2020). Av denne grunn forpliktet Norge seg gjennom signeringen av AICHI målene i 2010 til å gjennomføre konkrete tiltak for å bremse spredningen av fremmede arter og stoppe tapet av biologisk mangfold innen 2020. Verken Norge eller noen annen nasjon lyktes med å nå disse målene (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2020). Konsekvensene av dette inkluderer tap av arter og naturtyper, nedsatte leveringsevne av viktige økosystemtjenester, endret grunnlag for lokal verdiskaping og nedsatt produksjon, samt andre direkte og indirekte økonomiske kostnader (Mack et al. 2000).

I Norge jobbes det videre med bekjempelse av fremmede arter i naturen. Med utgangspunkt i «Tverrsektoriell nasjonal strategi og tiltak mot fremmede skadelige arter» fra 2007 og Stortingsmelding 14 «Natur for Livet – Norsk handlingsplan for Naturmangfold» fra 2015 er det utarbeidet en tiltaksplan for «Bekjempelse av fremmede skadelige organismer» som skal gjelde fra 2020 fram mot 2025. Målsettingen i tiltaksplanen er at: «den negative påvirkningen fra fremmede skadelige organismer på økosystemenes tilstand og deres evne til å levere økosystemtjenester, etter fem år [skal] være lavere enn ved tidspunktet for vedtagelse av planen». Erfaring viser at innsatsen må trappes opp betraktelig fra dagens nivå om dette målet skal nås.

I Norge, som i andre land, har arbeidet med å forhindre spredningen av fremmede arter pågått parallelt med en bevisst innføring og fremelsking av en håndfull fremmede, men økonomisk gunstige, arter. Av denne gruppen har skogdannende bartrær fått stor oppmerksomhet, mye på grunn av deres synlighet i landskapet, men også på grunn av en påviselig negativ påvirkning på stedegen natur, spesielt gjennom fortrenging (Øyen & Nygaard 2020). Nasjonale politiske føringer rundt bruk av fremmede treslag har endret seg over tid. Tidligere var innstillingen positiv, mens vi i dag ser et mer nyansert bilde. Regjeringens politiske plattform fra 2019 (Granavolden-plattformen) sier at regjeringen vil «stanse planting av og bekjempe spredningen av fremmede arter med høy eller svært høy økologisk risiko, og fjerne slike arter fra norsk natur». Samtidig gis det fortsatt tillatelse til planting av fremmede bartrær der sosiale eller økonomiske hensyn sies å veie tyngst, en tilsynelatende selv-motsigelse som har fått stor medieoppmerksomhet. Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet kom i 2019 med en rapport der de frarådet et offisielt forbud mot utsetting av utenlandske treslag, da de ikke mener belastningen på økosystemene vil øke (Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet 2019).

I forvaltningen av verneområdene er det bred enighet om å hindre spredning av fremmede treslag, og det brukes betydelige midler på å fjerne etablerte bestander. Høyt på lista over fremmede treslag i norske verneområder finner vi sitkagran og lutzgran (*Picea sitchensis*, *P. × lutzii*). I fremmedartslista fra 2018 har Artsdatabanken vurdert disse to sammen da de er morfologisk veldig like, men enda viktige er at de hybridiserer, og mellomformer er derfor vanlige (Elven et al. 2018). Begge artene har dermed havnet i den strengeste kategorien (svært høy risiko) på grunn av stort invasjonspotensiale og høy økologisk effekt. Norsk gran (*Picea abies*) ses på som et fremmed treslag der den er plantet utenfor sitt naturlige utbredelsesområde, det vil si på Vestlandet og nord for Saltfjellet.

Selv om det investeres store ressurser i fjerning av fremmede treslag fra norske verneområder er det stor usikkerhet knyttet til virkningen av dette på sikt. Vil vi få tilbake de naturtypene som var til stede før tilplanting med fremmede bartrær? Kanskje vil de innførte artene etablere seg på nytt fra frøbank eller trær som står igjen i området? Det er også mulig at vi vil få andre naturtyper enn de «opprinnelige», for eksempel ved at bruken av områdene har endret seg, eller ved at et nytt klimaregime gir andre økologiske forutsetninger.

Målet med dette prosjektet er å utarbeide en metodikk som er egnet til å dokumentere effekten av å ta ut fremmede bartrær i verneområder, samt å legge det konkrete grunnlaget for slik overvåking i tre verneområder. Dette omfatter å vurdere ulike tilnærminger til overvåking, og å velge metodikk som gir data som kan anvendes i statistisk behandling. Det inkluderer også feltarbeid med etablering av prøvefelt og innsamling av data.

2 Valg av overvåkingsmetodikk

Valg av overvåkingsmetodikk forutsetter kunnskap om det økologiske systemet som skal overvåkes, samt et klart mål med overvåkingen og en forståelse for hvordan de innsamlede dataene kan brukes i statistiske analyser (Halvorsen 2011, Framstad 2013). Det vil være en avveining mellom hvor mye og hvilke data man samler inn, og tids- og ressursbruken i felt.

2.1 Tidsserie med BACI-design

I dette prosjektet ønsker vi å sammenligne områder med ulik historie (skogplantasjer og referanseområder), og som vil få ulik behandling (hogst eller ikke). Dette er en eksperimentell tilnærming, og målet er å skaffe best mulig statistisk grunnlag for å konkludere med effekten av tiltaket. Tiltaket er hogst og uttak av fremmede bartrær fra plantasjene. Utviklingen i vegetasjonen etter hogst vil skje gradvis over flere år, og siden det er ønskelig å si noe om hastigheten på utviklingen, samt å få mulighet til å projisere effekter fram i tid, tilsier dette bruk av gjentagende overvåking i en tidsserie. Dette gjør det samtidig mulig å studere ikke-lineære effekter av tiltaket.

Det er i dette tilfelle ønskelig og viktig med data fra før hogsten gjennomføres, såkalte nulldata eller basisdata. Med denne informasjonen kan vi beskrive forskjellen mellom blokker slik den er i dag, og dermed med større sikkerhet vurdere den isolerte effekten av tiltaket senere. Skogplantasjene vil naturligvis endre seg mye etter hogst, men heller ikke referanseområdene vil forbli statiske; de vil endre seg i takt med naturlige svingninger i miljøforholdene og med naturlige eller menneskeskapte forstyrrelser. Det er derfor behov for gjentatt overvåking også i disse områdene. Innsamling av data slik det er skissert over er en variant av et BACI-design (before-after-control-impact) med gjentak (tidsserie).

2.2 Kriterier for suksess og valg av referanseområder

Den optimale overvåkingsmetodikken bør gjenspeile målet med tiltaket, som her er å restaurere naturen i skogplantasjer. Vi kan si at restaureringen har lyktes hvis områdene som hogges over tid blir like referanseområdene. Hva 'like' betyr i denne sammenheng kan defineres ut fra statistisk sannsynlighet etter å ha gjennomført kvantitative analyser, men det forutsetter at man på forhånd velger den eller de responsvariablene man vil fokusere på, og samler inn de relevante dataene. Vi anser at relevante kriterier for suksess kan finnes i vegetasjon (artssammensetning, indikatorarter, strømengde, m.m.), skogstruktur (kronedekke, rekruttering til busk- og tresjikt), og i jordsmonn (pH, næringsinnhold), jf. Saure et al. (2013). Vi har derfor valgt å samle inn data på alle disse områdene.

Valg av relevante referanseområder er avgjørende, og kan samtidig være vanskelig. Det innebærer å foreta en subjektiv tolkning av hvordan plantasjeområdene hadde sett ut om det ikke hadde vært plantet fremmede treslag. Her må vi ta hensyn til både naturgitte økologiske forhold som berggrunn, løsmasser og klima, og menneskelig påvirkning gjennom hevd og skjøtsel. Siden det også til en viss grad er usikkert hvilken bruk et område vil få framover i tid, vil det være ønskelig eller nødvendig å gardere seg gjennom å ha referanseområder som dekker et bredt spekter av tilstander. Dette kan vi beskrive som å sørge for at referanseområdene dekker et økologisk rom som er stort nok til å fange opp alle sannsynlige slutt-tilstander for plantasjene. Plasseringen av blokker (se avsnitt 2.4.1) i referanseområdene bør derfor skje subjektivt for å finne representative områder.

Mangelen på både tilfeldighet og stratifisering i utvalget av referanseområder reduserer nødvendigvis den statistiske påvisningskraften, men gradientanalyser gir nye muligheter for kvantitative analyser også i slike tilfeller. Med dette menes at man kan kvantifisere avstanden mellom behandlingene i et dimensjonsreduert ordinasjonsrom, og se hvordan denne avstanden endrer seg over tid. Til en slik analyse anbefaler vi 'principal response curves' (van den Brink et al. 2009). Når det gjelder andre responsvariabler som kan brukes som kriterier for suksess så kommer vi tilbake til dette i avsnitt 2.4.

2.3 Størrelse og form på fastruter

For å følge endringer i vegetasjon over tid er det fornuftig å legge ut fastruter på en måte som gir så lite «romlig støy» som mulig. Hvis det er store forskjeller mellom rutene blir det vanskeligere å påvise endringer over tid (trender). Fastruter er permanent merket slik at de skal kunne finnes igjen senere, og de merkes ofte med metallbiter i bakken slik at man kan gjenfinne de med en metall-detektor. I tillegg noteres GPS-koordinatene. Den optimale størrelsen på rutene er avhengig av målet med overvåkingen. Skal man overvåke trær så trenger man et større areal for å dekke en representativ andel av den romlige variasjonen, enn om man f.eks. skal overvåke moser eller mindre karplanter i undervegetasjonen.

Begrepet *vegetasjonsruter* er såpass innøvd i økologiske fagkretser at det ofte brukes generelt om overvåkingsarealer uavhengig av form, men vegetasjonsruter med ulike former har også ulike praktiske og analytiske kvaliteter. For mindre ruter hvor man analyserer undervegetasjon (bunn-, felt-, og kanskje også busksjikt) er det vanlig med kvadratisk form da dette er raskt å måle opp i felt. Kvadratiske ruter har derimot større omkrets-til-areal-forhold enn for eksempel en sirkel, noe som gjør at det vil forekomme proporsjonalt flere tvilstilfeller om en art eller et individ befinner seg på innsiden eller utsiden av ruten. Plasseringen av en kvadratisk rute er også avhengig av rotering i forhold til himmelretningene, noe en sirkel ikke er. Sirkler har også den fordel at de lettere kan analyseres kun ved å posisjonere seg i midten, fordi det da vil være like langt til alle kantene, og derfor lettere å bestemme arealets grenser. Av disse grunnene er sirkulære flater ofte brukt for større overvåkingsarealer, for eksempel der man studerer tresjiktet.

I Norge er det flere overvåkingsmetodikker for vegetasjon som er i bruk. For lengre tidsserier er Landsskogstakseringen sentral i så måte, og her følger man utviklingen av skog i Norge. Fokuset på trær og skogstrukturer gjør at man har endt opp med permanente sirkulære prøveflater på 250 m² (dvs. med radius 8,92 m). Dette relativt store arealet gjør imidlertid at sirklene er dårlig egnet for detaljerte analyser av moser og karplanter i undervegetasjonen. Siden Norge har manglet en arealrepresentativ overvåking og statistikk for vegetasjon generelt, slik landsskogtakseringen er for skog, har det blitt etablert et nytt overvåkingssystem kalt «Arealrepresentativ naturovervåking» (ANO) som har som formål å skaffe data på utbredelse, mengder, og endringer i flora, vegetasjon og naturtyper i hele landet (Tingstad et al. 2019). ANO benytter seg av en kombinasjon av 250 m² sirkler for registreringer av bl.a. variabler relatert til tresjikt og struktur, og en mindre vegetasjonsrute (kvadratisk 1 m²) for registreringer av floraen for øvrig.

2.3.1 Konklusjon om størrelse og form på fastruter

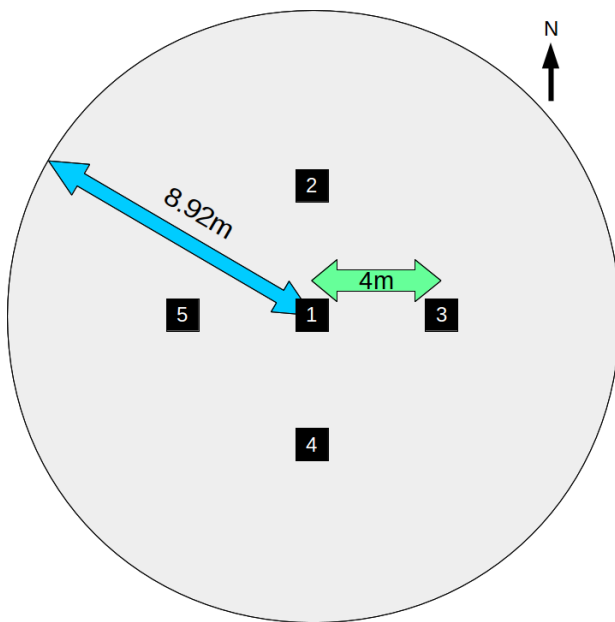
I dette prosjektet er det ønskelig å følge utviklingen både i tresjiktet og i undervegetasjonen. Derfor er det etablert et hierarkisk system med en kombinasjon av fem 1 m² ruter for analyser av undervegetasjonen, og én 250 m² sirkel for analyser av tresjikt og naturtyper (figur 1).

2.4 ANO-metodikken

Feltarbeidet med ANO startet sommeren 2020 og innen 2024 vil det første omløpet være ferdig med i alt 1000 prøveflater. Gjennom sitt store omfang og tilsynelatende oppslutning vil ANO i fremtiden representere et viktig kunnskaps- og sammenligningsgrunnlag for vegetasjon i Norge. Vi har derfor valgt å legge oss tett opp til metodikken som brukes i ANO, både når det gjelder form og størrelse på fastruter (se avsnitt 2.3), plassering av fastruter (se under), og når det gjelder hvilke variabler som skal registreres i felt (se avsnitt 4.2). Dette vil gjøre det lettere å sammenligne våre data med et større og arealrepresentativt datasett, og kan gi resultatene fra prosjektet en større betydning og relevans enn hva det ville hatt isolert sett. ANO har også valgt sin protokoll ut fra grundig utprøving, og vi ser det som lite formålstjenlig å «finne opp hjulet på nytt». Det er også samlet inn data av ANO-variabler som er utviklet med tanke på overvåking og utredning av økologisk tilstand (Tingstad et al. 2019). Dette er relevant også for dette prosjektet, siden økologisk tilstand avledet fra utvalgte indikatorvariabler eller -arter, kan fungere som kriterier for suksess når man senere skal vurdere effekten av tiltaket.

2.4.1 Plassering og antall fastruter med forskjeller fra ANO-metodikken

Det er aspekter ved plasseringen av fastruter etter ANO-metodikken som ikke egner seg like godt for en eksperimentell tilnærming på liten romlig skala. Vi har derfor introdusert noen aspekter til overvåkingsmetodikken i dette prosjektet som skiller seg fra ANO-protokollen. Vårt design er et blokkdesign der en blokk består av en 250 m² sirkel og fem systematisk plasserte 1 m² ruter (figur 1). Dette hierarkiske designet, der rutene har større romlig avhengighet innad i hver blokk enn mellom blokker, muliggjør en kvantifisering av den romlige variasjonen innad i hver blokk. Dette har tre analytiske fordeler i forhold til et design der alle rutene er plassert helt tilfeldig. For det første blir det med et slikt design mulig å analysere betadiversitet innad i hver blokk. Man vil anta at betadiversiteten er liten inne i skogplantasjene, og et kriterium for suksess etter hogst kan være at betadiversiteten i plantasjene har nærmet seg nivået i referanseområdene. For det andre vil variasjonen innad i blokkene kunne forklares gjennom et «random intercept» i en «mixed effects» regresjonsanalyse slik at sannsynligheten for å oppdage forskjeller mellom behandlingene (gitt at det er noen) blir større. Det vil si at den statistiske påvisningskraften øker. For det tredje; det ville ikke være mulig eller nødvendig å etablere like mange sirkler som ruter, men ved å ha 1 m² ruter knyttet til (og overlappende med) hver sirkel kan man fortsatt studere interaksjoner mellom endringene i tresjiktet og endringene i undervegetasjonen. Dette er spesielt viktig i dette tilfellet, hvor vi forventer nettopp at endringer i dekning og sammensetning av tresjiktet vil påvirke undervegetasjonen. I tillegg til disse tre analytiske fordelene gir det en betraktelig tidsbesparing i felt å slippe å lete opp alle rutene ved hjelp av GPS og metalldetektor. For referanseområdene har vi plassert blokkene subjektivt i det vi anser som representativt for området. I plantasjene ble plasseringen av blokken valgt tilfeldig.



Figur 1. Grafisk fremstilling av en blokk bestående av en 250 m² sirkel med fem systematisk plasserte vegetasjonsruter (svarte firkanter) på 1×1 m. Nummereringen av vegetasjonsruter er etter et fast mønster, og størrelsen på objektene i figuren er proporsjonalt riktig.

Fem prøveflater kan ses som et minimum for å kunne regne ut variasjon rundt et gjennomsnitt. Vi har derfor valgt å etablere fem blokker for hver behandling. Videre er fem gjentak sett på som minimum for å kunne regne ut et «random intercept» i statistiske modeller, og derfor har vi valgt å etablere fem ruter innad i hver blokk, i tillegg til sirkelen. Dette gir 50 ruter per lokalitet, noe som vi på forhånd vurderte som logistisk og praktisk overkommelig å analysere. Selv om det alltid er ønskelig med mer data så må dette ønsket avveies mot tidsbruk i et kostnad- og nytteperspektiv.

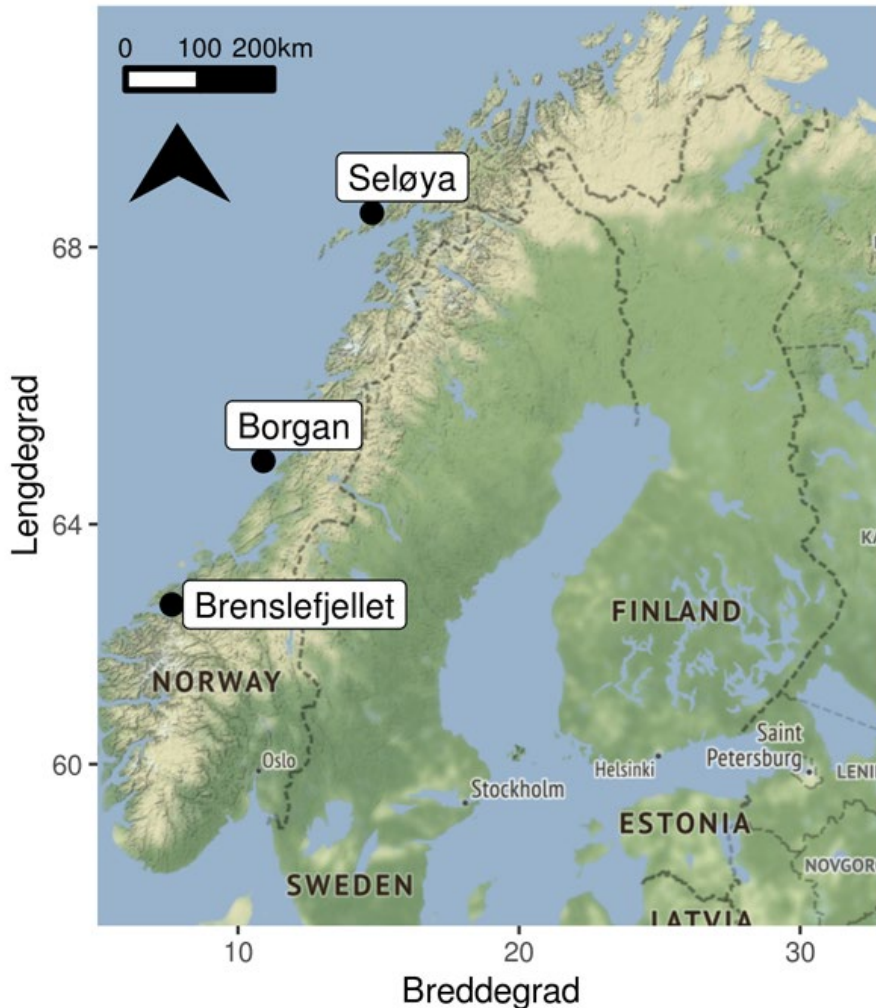
2.5 Begrensinger med metodikken

Metodikken som skisseres over er utviklet for å svare på forhåndsbestemte spørsmål om suksess av restaurering av skogplantasjer. Underveis har det blitt gjort valg som gjør dataene mindre egnet for andre typer analyser enn de som er påtenkt, og disse begrensingene bør nevnes. For eksempel er metodikken dårlig egnet til å følge sjeldne arter eller spesielle/sjeldne naturtyper fordi disse bare vil forekomme sporadisk. Oppfølging av spredning og nye oppslag av frøplanter av fremmede bartrær i landskapet vil heller ikke kunne gjøres med denne metodikken. Det vil kreve en helt annen tilnærming, for eksempel arealrepresentativ overvåking, eller målrettet jakt og telling av granplanter utenfor forsøksfeltene.

Den kanskje viktigste begrensningen for anvendeligheten av resultatene fra dette prosjektet kommer fra den store naturvariasjonen mellom lokalitetene. Dette reduserer mulighetene til å generalisere om effekten av fjerning av fremmede treslag, og er et tema vi også tar opp i diskusjonen.

3 Lokaltetene og etablering av overvåking

Tre verneområder ble valgt ut av Miljødirektoratet for overvåking av virkningen av å fjerne fremmede treslag. Disse er Brenslefjellet (Molde, Møre og Romsdal), Borgan (Nærøysund, Trøndelag), og Seløya (Hadsel, Nordland) (figur 2).



Figur 2. Kart som viser lokaliseringen av de tre overvåkingslokalitetene.

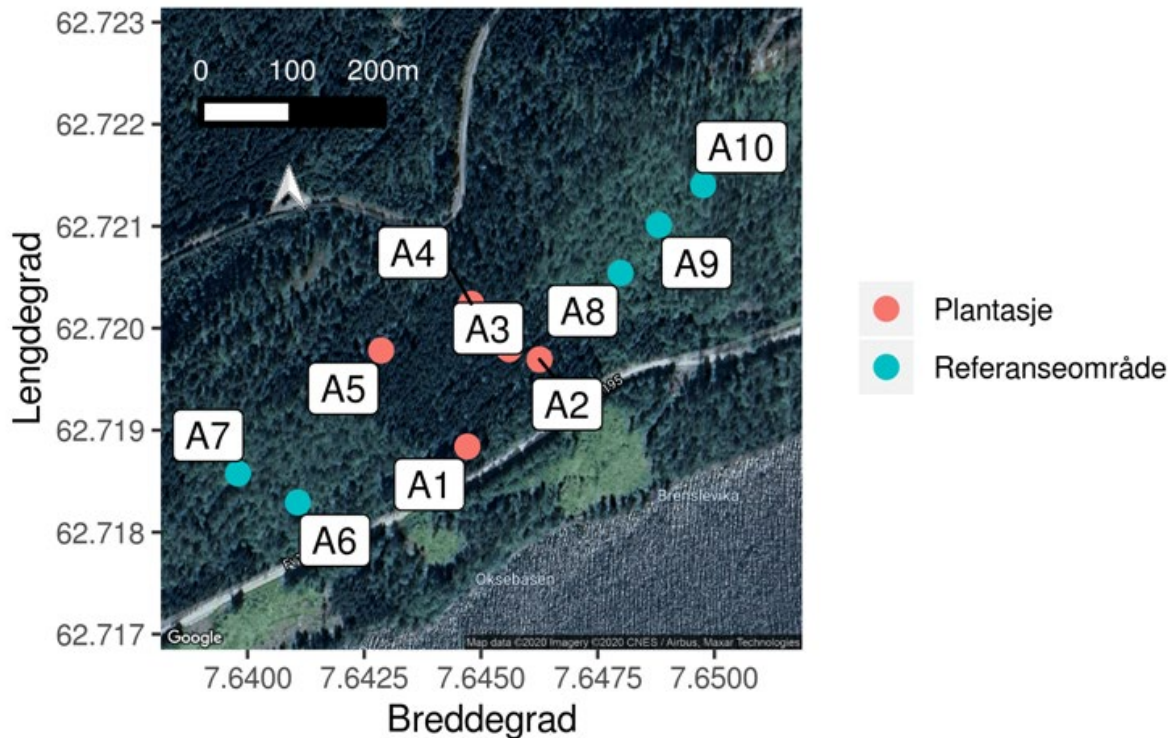
3.1 Brenslefjellet naturreservat

Brenslefjellet naturreservat (ID i Naturbase: VV00003096) ligger på nordsiden av Langfjorden i Molde kommune, i ei bratt S-SØ-ventt li. Området ligger i sørboreal vegetasjonssone (SB) (går øverst over i mellomboreal sone) og i klart oseanisk vegetasjonsseksjon (O2) (Moen 1998). Området ble vernet i 2014 med formål å ta vare på varmekjær edelløvskog. Berggrunnskartet viser at det er kalkfattig granitt som dominerer, men floraen inneholder likevel flere kalkkrevende arter, som lundgrønnaks (*Brachypodium sylvaticum*), kjempesvingel (*Schedonorus giganteus*), trollbær (*Actaea spicata*), trollurt (*Circaea alpina*), svarterteknapp (*Lathyrus niger*), vårerteknapp (*Lathyrus vernus*), myske (*Galium odoratum*), breiflangre (*Epipactis helleborine*), sanikel (*Sanicula europaea*) og fuglereir (*Neottia nidus-avis*). Mosene viser det samme, med flere kalkkrevende arter, f.eks. kalkraggmose (*Anomodon viticulosus*) og kammose (*Ctenidium molluscum*). Dette peker mot at berggrunnen er rikere enn antatt, eller mot at det forekommer baserike løsmasser i området. Det også er mulig at disse artene krever noe mindre kalk her enn ellers da klimaet og nærings-

forholdene er såpass gunstige. Tre- og busksjiktet inneholder blant annet en god del storvokst osp (*Populus tremula*), gråor (*Alnus incana*), alm (*Ulmus glabra*), og hassel (*Corylus avellana*), i tillegg til tilplantet norsk gran (*Picea abies*). Grana er i rask spredning i reservatet. På eksponerte områder med skrinne mark dominerer furu (*Pinus sylvestris*).

3.1.1 Etablering av overvåking

Det ble opprettet 10 blokker i Brensleffjellet: fem i plantasjonen, tre i edelløvskog i øst og to i edelløvskog i vest (figur 3-7). Bakkevegetasjonen i plantasjonen var sterkt endret, men der hvor det var mulig ble naturtypen bestemt til fastmarkskogsmark, og da til typen lågurtskog (tabell 2).

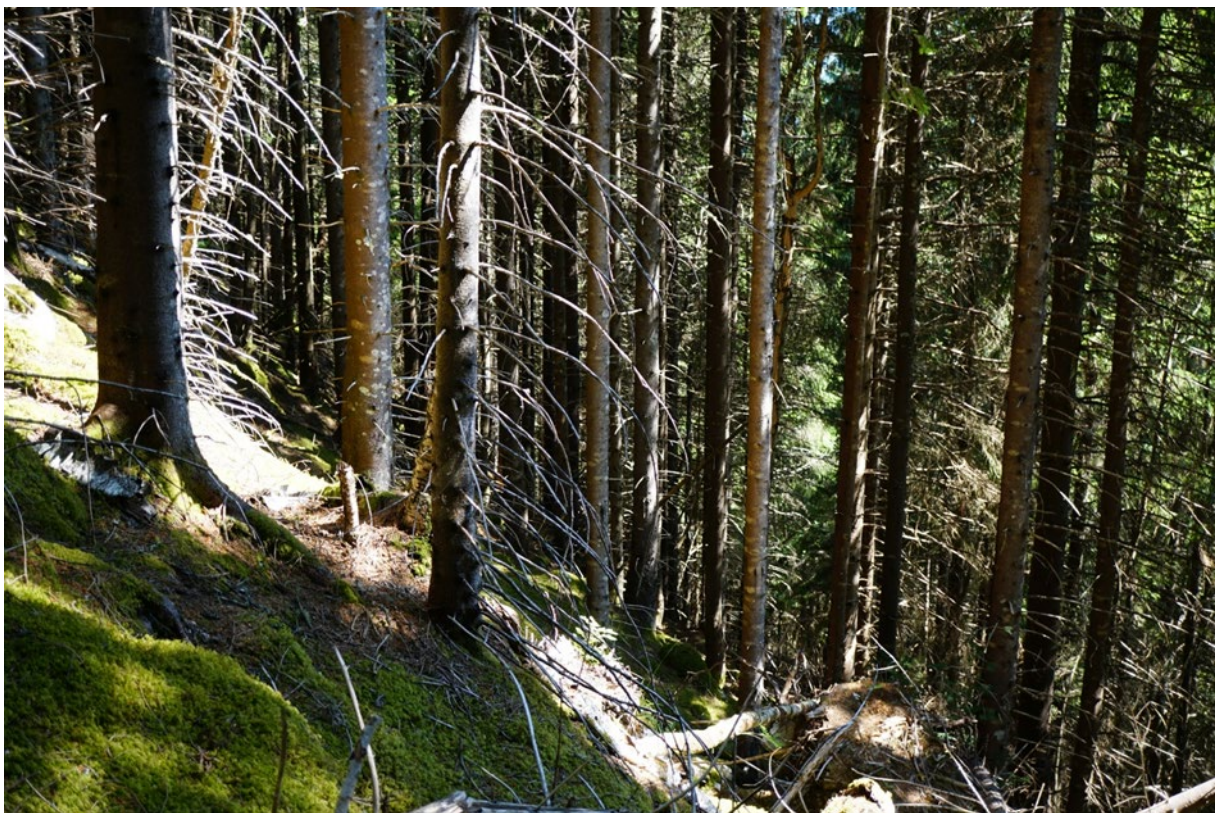


Figur 3. Flyfoto over Brensleffjellet naturreservat (Molde, Møre og Romsdal) med plassering av de ti etablerte overvåkingsområdene (blokk A1-A10). Merk at vannet i Langfjorden ned til høyre fremstår gråskravert på bildet. Fylkesvei 195 danner sørgrensen til reservatet. Veien i overkant er en privat bomvei som ligger utenfor reservatet. Det tilplantede området fremstår med en mørkere grønnfarge under de røde prikkene.

Referanseområdene ble beskrevet som gjennomgående noe rikere enn plantasjonen, med bl.a. tre områder med kalklågurtskog og en med høgstauteskog. Dette trenger ikke bety at referanseområdene ikke er representative for de underliggende miljøforholdene i plantasjonen, da det ofte er mindre tallrike arter som er avgjørende i bestemmelsen av de rikere typene, og vegetasjonsdekket i plantasjonene var sparsomt. Utfordringene rundt feltarbeid i Brensleffjellet knytter seg til dårlig GPS-dekning og bratt terreng. En bør unngå feltarbeid i dette området dersom det er bløtt, eller om det ventes mye nedbør eller sterk vind, da dette vil gi stor skred- og sklifare.



Figur 4. Stor gråor vokser i de bratte skrentene i Brensløfjellet naturreservat. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 5. Foto tatt fra utsiden og inn i granplantefeltet som ligger inne i Brensløfjellet naturreservat. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 6. Typisk vegetasjonsrute fra granplantasje i Brenslefjellet naturreservat. Ruta domineres av barstrø og etasjemose, med få eller ingen karplanter. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 7. Typisk vegetasjonsrute fra referanseområdet i Brenslefjellet naturreservat. Området kjennetegnes av tynt vegetasjonsdekke, mye strø, og store, ofte løse, steinblokker. Ruta i bildet inneholder bl.a. de krevende artene breiflangre og sanikel, sammen med større mengder myske og blåtopp (*Molinia caerulea*). Foto: Anders L. Kolstad.

3.2 Borgan og Frelsøy dyrelivsfredning

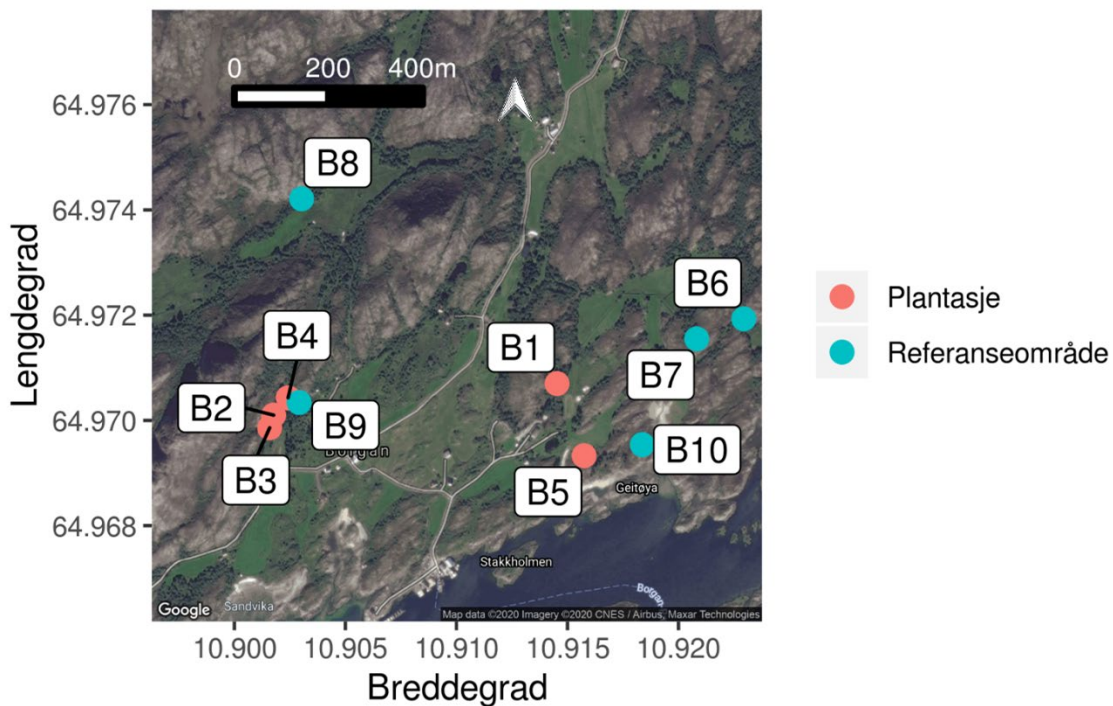
Øya Borgan i Nærøysund kommune (sørboreal sone, svakt oseanisk seksjon), ligger i verneområdet «Borgan og Frelsøy» som ble opprettet i 1973. Den vestre delen, inkludert øya Kalvøya, er fredet som naturreservat, mens området i øst med øya Borgan inngår i et område med dyrelivsfredning (ID i Naturbase: VV00000530). Formålet med begge områdene er å ta vare på fuglelivet, samt oter, nise og sel. Både Kalvøya og Borgan har større arealer med kystlynghei, men berggrunnen, og derfor også floraen, er betraktelig rikere på Kalvøya som består av marmor og glimmerskifer, enn på Borgan hvor berggrunnen består av granodiorittisk gneis. På Borgan foregår utbredt helårsbeite med sau på innmark og utmark. Tradisjonen med lyngbrenning ser derimot ikke ut til å være holdt i hevd. Borgan har fast bosetting og ferjeforbindelse med fastlandet. Øya ble naturtypekartlagt etter DN-håndbok 13 i 2018 (Grenne 2019).



Figur 8. Sitka-/lutzgran er plantet i mindre bestand rundt om på øya. Foto: Anders L. Kolstad.

3.2.1 Etablering av overvåking

På øya finnes flere mindre teiger med tilplantet sitka- eller lutzgran, disse ble etablert over flere år rundt 1970 (figur 8). Det er flere steder påtakelig spredning fra plantasjene, f.eks. i Lyngstua, men der det beiter utgangersau holdes oppslaget tilsynelatende i sjakk. Bakkevegetasjonen i plantasjene er sterkt endret i sentrum av bestandene, men på grunn av liten størrelse og smal form på teigene er det store kanteffekter i form av lysinnstråling og tynnere strødekke. Det var vanskelig å finne gode areal for etablering av blokker i plantasjer, og det resulterte bl.a. i at tre av blokkene ble plassert forholdsvis nær hverandre i Buskardet (B2-B4, figur 9). Det finnes også mindre områder på øya som er tilplantet med buskfuru, men disse er ikke undersøkt i dette prosjektet.



Figur 9. Flyfoto over Borgan (Nærøysund, Trøndelag) med plassering av de ti etablerte overvåkingsområdene (blokk B1-B10).

Av de fem referanseområdene ble to lagt til skog og tre til kystlynghei (baklihei) (figur 10-12). Dette ble gjort fordi det er noe uvisst hvilken naturtype plantasjene har vært tidligere, hva de kommer til å utvikle seg mot, og hva som er ønsket utvikling. Svaret på de to siste punktene er i stor grad avhengig av om hogstflatene blir beitet i etterkant eller ikke.



Figur 10. Naturen på Borgan er et lappeteppe av fattig kystlynghei og koller, med lauvskog i beskyttede skråninger. Midt i bilde til høyre ses en strandeng. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 11. Typisk vegetasjonsrute fra sitkagranplantasje på Borgan. Ruta domineres av barstrø som kan være svært dypt. Plantasjer med sitka-/lutzgran er mye mindre framkommelige enn plantasjer med gran på grunn av stive og varige kvister, samt bemerkelsesverdig spisse nåler hos sitka-/lutzgran. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 12. Typisk vegetasjonsrute fra bakliheireferanse (en fuktigere type av kystlynghei) på Borgan. Ruta domineres av krekling og slåttestarr. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 13. Typisk vegetasjonsrute fra skogreferanse på Borgan. Ruta har høyt dekke av moser (hovedsakelig etasjemose og storkransmose) og strø. Rekrutteringen av osp er veldig høy akkurat her. Foto: Anders L. Kolstad.

3.3 Seløya naturreservat

Seløya naturreservat, opprettet i 2002, omfatter de to øyene Seløya (også kalt Storseløya) og Litlseløya i Hadsel kommune, Nordland (mellomboreal sone, klart oseanisk seksjon). Over halvparten av verneområdet er marint, og verneformålet er å ta vare på sjøfugl. Vegetasjonen inneholder større områder av fattigere typer med åpen grunnlendt mark som glir over i semi-naturlig eng (figur 14). Det er usikkert i hvor stor grad de åpne områdene på øya er betinget og opprettholdt av tidligere avskoging med påfølgende husdyrbeite og slått, eller om dette i stor grad skyldes et grunt jordsmonn og eksponering for vær og vind. Alternative tolkinger vil da gi en kategorisering av arealene som enten boreal hei og semi-naturlig eng eller som åpen grunnlendt mark. På Storseløya finnes både bjørkeskog og nedbørmyr. Fattige strandberg finnes på begge øyene, men Litlseløya har de største områdene med strandeng. Vi observerte beitende sau, og det skal inntil nylig ha gått storfe her også (Alvereng & Hanssen 2018). Utmarksslått og torvtekt har vært vanlig, men er nå opphørt.

3.3.1 Etablering av overvåking

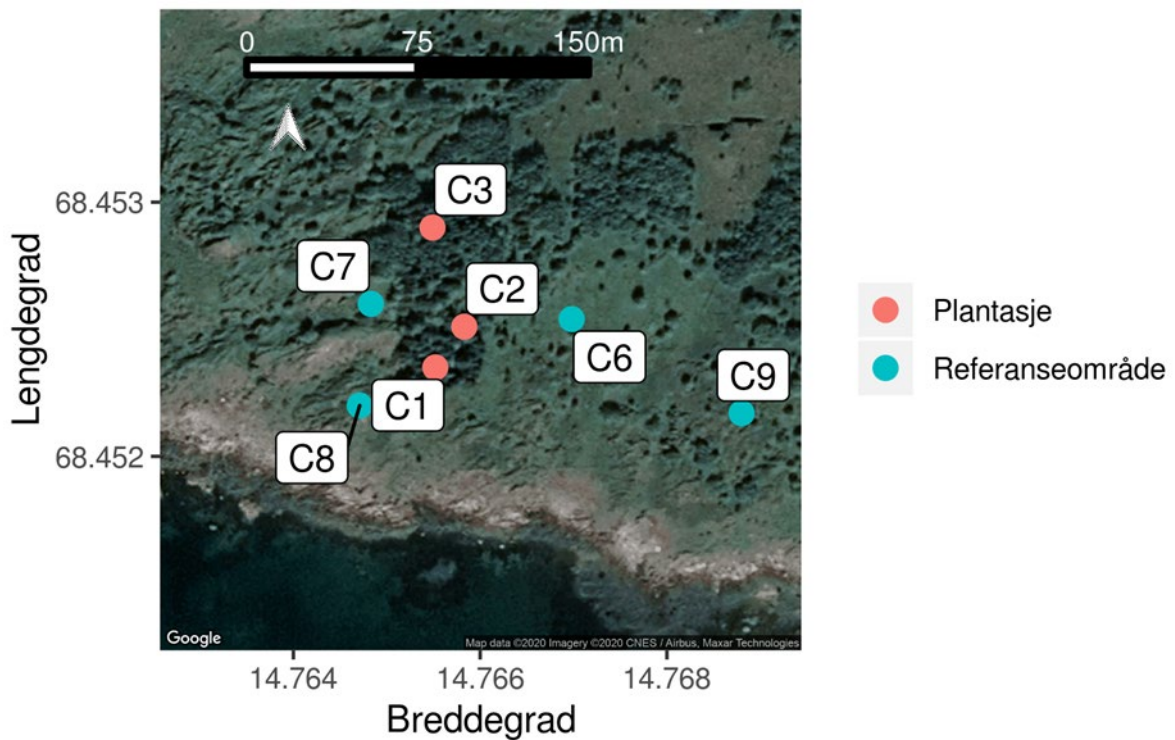
Tilplantede granarealer finnes kun i mindre omfang SSV på Seløya, og her vokser både norsk gran og sitka-/lutzgran (figur 15). Det er noe spredning ut fra bestanden. Det ble på Seløya kun etablert 7 av de 10 planlagte vegetasjonsblokkene, hvorav 3 var i plantasjer (figur 16-17). Dette var fordi området med tilplantet gran var såpass lite at det ikke var plass til flere sirkler, samt at referanseområdet var svært homogent (figur 18). Det er i tillegg utfordrende å komme seg til Seløya, og man er avhengig av båttransport. Dette begrenser innsatsen per dag, og gjør feltarbeid på lokaliteten kostbart. Se også avsnitt 5.1.



Figur 14. Landskapet på Seløya er hovedsakelig åpent, og store deler er beite- eller slåttepåvirket. Strandtungen som forbinder Seløya med Litseløya er synlig midt i bildet. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 15. Granplantasjen (sitka-/lutzgran og norsk gran) på Seløya sees til venstre i bildet. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 16. Flyfoto over Seløya (Hadsel, Nordland) med plassering av de sju etablerte overvåkingsblokkene (C1-C3 og C6-C9). Granplantasjen på øya dekker et forholdsvis lite areal, og det var ikke plass til alle de planlagte blokkene.



Figur 17. Typisk vegetasjonsrute fra granplantasje på Seløya. I kontrast til de to andre lokalitetene hadde de tilplantede områdene på Seløya nok bakkevegetasjon til at vi kunne klassifisere arealene til skogtyper (i motsetning til 'plantasje'). Her ses en 'svak lågurt'-type. Foto: Anders L. Kolstad.



Figur 18. Typisk vegetasjonsrute fra et referanseområde på Seløya. Ruta domineres av blokkebær, tyttebær og engkransmose. Foto: Anders L. Kolstad.

4 Metode

4.1 Innmåling, fotografering og nummerering

Innmålingen av hver blokk skjer til midtpunktet av sirkelen, som også er midtpunktet i senterruta. Derfra finner man de resterende fire rutene ved å måle seg 4 m ut i hver himmelretning, fra sentrum i senterruten til sentrum i en annen rute (figur 1). Blokkene nummereres fra 1 til 10 innad i hver lokalitet og settes sammen med lokalitetsID (én bokstav) for å gi en unik blokkID (tabell 1). Blokknummer 1-5 i hver lokalitet ligger i plantasjer, og blokk 6-10 ligger i referanseområder. Rutene nummereres på samme måte med et løpenummer innad i hver lokalitet, fra 1 til 50, der de første 25 rutene tilhører blokk 1-5, og de påfølgende tilhører blokk 6-10.

Koordinatene til midtpunktet i sirkelen registreres som resultatet av kontinuerlig måling (midling) i minimum fem minutter med håndholdt GPS. I tillegg måles avstand og vinkel fra to (mer eller mindre) permanente kjennemerker i terrenget og til midtpunktet. Stein eller bergvegger egner seg godt som kjennemerker. Bilde tas av kjennemerkene og av hver enkelt rute for lettere å kunne finne igjen punktene ved neste omløp. Bildene er merket på en systematisk måte der også himmelretningen på bildet er med i filnavnet (for eksempel A2-4-N-2020.jpeg er lokalitet A, blokk 2, rute 4, himmelretning nord, år 2020).

Som nevnt over plasseres blokker/sirkler subjektivt i referanseområdene, og tilfeldig i plantasjene. Tilfeldig utvalg kan gjøres ved å la en person gå en forhåndsbestemt tid inn i plantasjene til en annen person sier at tiden er ute. Den nøyaktige plasseringen av sirklene i plantasjen er avhengig av at man kan få ned en merkepinne i sentrum. Sirklene bør legges slik at kanteffektene minimeres. Dette er ikke alltid mulig, men der størrelsen på plantasjene tillater det har en buffer på 20 m til kanten av plantasjen vært brukt. Sirkler kan forkastes om det er fare for sikkerheten til feltarbeidere, for eksempel grunnet rasfare. Forkastningsgrunner for ruter er store steinblokker, trær, bergvegg, samt stier eller andre menneskelige strukturer. I slike tilfeller flyttes ruten utover fra midtpunktet i sirkelen i 1 m-intervaller helt til man finner en plassering som oppfyller kravene.

4.2 Variabler

Registrering av vegetasjonsvariabler gjøres som en visuell estimering av prosentvis dekning, slik det er forklart i ANO-instruksen. Dette inkluderer mengden av enkeltarter i rutene og i sirkelen, i tillegg til komposittvariabler, eksempelvis mengde vedplanter i feltsjikt, og dekke vedplanter i busksjikt. Ruteanalysene skal i starten gjøres i samarbeid mellom to eller flere trente botanikere for å sikre en felles forståelse av protokollen. Etterhvert kan man jobbe mer individuelt. I tillegg til strødedekke ble strødybde målt med en tommestokk til nærmeste hele cm. Dette ble gjort i alle fire hjørnene på rutene. Estimering av kronedekke i sirkelen er en variabel hvor det kan introduseres mye usikkerhet grunnet ulik oppfatning mellom feltarbeidere, og her har vi valgt å bruke GLAMA, en applikasjon for androidtelefoner som kalkulerer kronedekke ut fra vertikale bilder tatt med vanlig mobilkamera (Tichý 2015). Et eller flere vertikale bilder ble tatt fra hver vegetasjonsrute i 80 cm høyde (dvs. i overgangen fra feltsjikt til busksjikt), og et gjennomsnitt av disse ble brukt som et estimat for kronedekke i sirkelen. Vinkelen til kameraet på en smarttelefon er forholdsvis liten, slik at flere bilder er nødvendig for å dekke et representativt utvalg. Selv om busksjiktet kan bli fanget opp i dette estimatet, er det i norske skogøkosystemer i praksis såpass lite dekke i busksjiktet at variabelen i stor grad vil gjenspeile kronedekket (dvs. dekke i tresjiktet). Merk at kronedekke målt på denne måten representerer en vertikalprojisering av trekronene ned på bakken, og at dette skiller seg fra ANO-protokollen som benytter seg av estimert areal av kroneperiferien i tresjiktet.

I hver sirkel ble den dominerende naturtypen bestemt etter NiN versjon 2.2.0 og kartleggingsenheter i målestokk 1:5000 (Bratli et al. 2019). Jordprøver ble samlet fra minimum fem stikk i hver sirkel, som ble slått sammen til en homogenisert prøve. Av dette ble én andel holdt kjølig og deretter fryst innen få dager, mens en annen andel ble tørket. Prøvene ble sendt inn til Eurofins Agro Testing Norway AS og analysert for jordparametrene volumvekt (kg/l), jordart, leirklasse, mold (%),

moldklasse, pH, fosfor (P-AL mg/100ml), P-klasse, kalium (K-AL mg/100ml), K-klasse, magnesium (Mg-AL mg/100ml), kalsium (Ca-AL mg/100ml), natrium (Na-AL mg/100ml), glødetap (% tørrstoff), tørrstoff (% (w/w)), totalt nitrogen (TN % tørrstoff), totalt karbon (TOC % tørrstoff) og karbon/nitrogen-forhold (C/N).

Tabell 1. Oversikt over variabler som ble registrert i felt.

Variabel	Beskrivelse
Generelt	
Dato	År, måned og dag
Klokkeslett start og slutt	For å kunne beregne tidsbruk, og som en sikring for å finne igjen riktige bilder i etterkant
Lokalitet	Stedsnavn
Behandling	Plantasje eller referanse
BlokkID	Hver lokalitet merkes med en bokstav (A-C) som etterfølges av en løpeserie av blokknummer per lokalitet.
Rutenummer	1-5 (se figur 1 for plassering)
unikRuteID	Kan genereres automatisk fra de to foregående da det er blokkID og rutenummer, skilt med understrek (f.eks., B5_4 er lokalitet B, blokk 5 og rute 4). Gjelder ikke for sirkler.
Lenge- og breddegrad	Målt til midten av sirkelen med håndholdt GPS etter å ha tatt gjennomsnitt fra mange målinger for å redusere unøyaktigheten. Unøyaktigheten ble også registrert.
Kjennemerker	Avstand og vinkel til to faste kjennemerker i terrenget, eksempelvis en stor stein. Brukes for triangulering til senterpunktet i sirkelen.
Sirkler	
%vedplanter_<80cm	Samlet vertikalprojisert areal av alle arter med sekundærvekst, dvs. trær, busker og dvergbusker.
%vedplanter_80-200cm	Som over
%død_røsslyng	Vertikalprojisert areal død eller skadet røsslyng
NiN_5k	Kartleggingsenhet etter NiN versjon 2.2.0 i 1:5000
Naturtype_etter_MilDir	Kode på utvalgt naturtype (hvis relevant)
Treart A	Vertikalprojisert areal (merk: ikke areal av kroneperiferi) til hver enkelt treart i sirkelen. Bokstaven 'A' bemerker at dette gjelder for tresjiktet >2 m. Hele arealet til et individ regnes med om ett punkt på treet er over 2 m.
Treart B	Som over, bare for busksjikt (80-200 cm).
Treart C	Som over, bare for feltsjikt (<80 cm).
Ruter	
%_strø	Strødekke. Definisjon av strø er løse og døde biter fra foregående års plante-produksjon som er gjenkjennelig som plantefragmenter, men såpass små at de ligger helt nede på jorden, samt at man kan holde flere biter i hånden samtidig.
strødybde_cm	Strødybde. Måles med tommestokk i alle fire hjørner og alle fire verdier noteres. Til nærmeste hele cm.
bar_jord_og_stein_%	Bar fjell eller bar jord
stubber_algevekst_%	Algedekke eller dekke av større stokker og stubber, inkludert stammer til levende trær.
moser_%	Mosedekke
torvmoser_%	Torvmosedekke (<= mosses_%)
lav_%	Lavdekke
karplanter_%	Dekke karplanter
kronedekke_%	<i>Modified canopy cover index</i> fra GLAMA app. Ved stor usikkerhet kan man ta inntil 4 bilder.
Karplanter og moser	Vertikalprojisert dekke av individuelle karplanter og moser, til nærmeste %.

4.3 Feltperioder

Til feltarbeidet i lokalitetene Brensleffjellet, Seløya, og Borgan ble det brukt henholdsvis fem, fire og fem feltdager, inkludert transport tur/retur Trondheim. Innenfor disse rammene fikk vi gjort det planlagte arbeidet, med unntak av Seløya hvor kun 7 av 10 vegetasjonsblokker ble etablert. Årsaken til dette var imidlertid mangel på egnet areal, og ikke mangel på tid. Arbeidet på Seløya gikk faktisk raskere enn planlagt.

Feltarbeidet i Brensleffjellet ble utført mellom 25. og 28. juni 2020, med avreise fra Trondheim 24. juni. Deltagere var A.L. Kolstad, A. Lyngstad, og D.-I. Øien. Været var klart og varmt, uten nedbør eller vind. Feltarbeidet på Seløya ble gjort av Kolstad og Øien mellom 18. og 20. august 2020. Reiseruten inkluderte fly til Evenes den 17. august med videre leiebil til overnattingssted i Fiskebøl. For å komme til selve Seløya leide vi båt med fører lokalt. Vi hadde bygevær med delvis sterk vind og noe sjø. Feltarbeidet på Borgan ble gjort av Kolstad og Lyngstad mellom 25. og 28. august, med avreise fra Trondheim 24. august. Overnatting var på den gamle skolen på øya. Været var vekslende med noen byger, tidvis sterk vind, men stort sett fint.

4.4 Artsbestemmelse og statistiske analyser

Alle karplanter ble bestemt til art i felt. Moser ble foreløpig bestemt i felt, men et større antall arter ble samlet inn, og senere bestemt eller validert av en erfaren bryolog (Kristian Hassel, NTNU Vitenskapsmuseet).

Så langt i prosjektet er det fokusert på analyser som kan beskrive og begrunne metodene som er valgt, samt å demonstrere hvilke analyser som kan brukes senere når man skal vurdere tiltakets virkning. Det er f.eks. ikke gjort analyser av vegetasjonsdataene for å se på forskjeller mellom behandlingene, og det har heller ikke vært et formål (eller interessant) å undersøke om en granplantasje er ulik annen natur. All databehandling og alle analyser er gjort i R versjon 3.6.1 (R Core Team 2019) gjennom R Studio.

Artsakkumuleringskurver ble produsert ved hjelp av bootstrapping (= tilfeldig utvalg med tilbakelegging) i R-pakken *vegan* (Oksanen et al. 2019). Metoden gir et forventet antall arter (karplanter og moser) som en funksjon av antall blokker eller antall ruter som er undersøkt. Dette er gjort for å få en pekepinn på om antallet ruteanalyser er tilstrekkelig for å fange opp en stor del av artsmangfoldet. Ordinasjon av jord- og vegetasjonsdata ble gjennomført for å illustrere hvordan gradientanalyser kan brukes til å analysere effekten av tiltaket. For dataene på sirkelnivå (dekning enkeltarter i tresjiktet, dekning av vedplanter i felt-, busk- og tresjikt, pH og C/N i jordsmonnet og antall treslag) gjorde vi en CCA med behandlingen (plantasje versus referanseområde) som 'constraining variable'. Når man plottet de to første aksene av en slik ordinasjon vil x-aksen representere behandlingseffekten. For dataene på rutenivå (dekning karplanter og moser) gjorde vi en NMDS-ordinasjon med to akser. Resultatene av denne ordinasjonen ble plottet sammen med omsluttende polygoner rundt hver behandling (*convex hull*). Alle ordinasjoner ble gjennomført i *vegan*.

5 Resultat med diskusjon

5.1 Tidsbruk

Vi brukte i gjennomsnitt omtrent 15 minutter per rute i plantasjene, og 20 minutter per rute i referanseområdene, inkludert innmåling og fotografering. Registrering av naturtype og ANO-variabler i sirklene tok 10-15 minutter, og innmåling av sirkelen med to kjennemerker tok også om lag 10 minutter. Innsamling til jordprøver tok ca. 20 min. Med litt trening og minimum to personer i felt var den totale tidsbruken for hver blokk om lag 2 timer i plantasjene og 3 timer i referanseområdene.

Hvert område hadde sine egne utfordringer hva gjelder tidsbruk. Brenslefjellet ligger i ei svært bratt li som er vanskelig fremkommelig, og hvor feltarbeid frarådes i regnvær grunnet skred- og sklifare. Vi hadde godt vær under feltarbeidet i 2020, og vi anser det som avgjørende for at vi klarte å gjennomføre arbeidet som planlagt. Det store artsmangfoldet var også utfordrende, og vi la ned mye tid og ressurser i artsbestemmelser. Spesielt gjelder dette mosene, men også sterile gras bød på utfordringer.

Borgan har mer kompliserte grunneierforhold enn de to andre lokalitetene, og vi brukte mye tid på å finne ut av dette, og å kontakte de aktuelle grunneierne. Blokkene ble etablert på eiendommer hos grunneiere som stilte seg positive til dette, men dette la noen begrensninger på utvalget. Vi brukte også mye tid på å finne ut hvordan det beites på øya, og hvem som har sau på beite. Her er også avstandene større enn i de to andre lokalitetene, og mer tid gikk med til rekognosering, noe som ikke vil ta like mye tid ved neste runde med feltregistreringer.

I alle tre områder var det tidkrevende å skaffe seg oversikt over lokalitetene, og dermed finne fram til gode referanseområder. Dette arbeidet vil ikke være nødvendig å gjenta ved neste feltrunde, men til gjengjeld vil vi da få utfordringer med å finne igjen de permanente vegetasjonsrutene. Her vil det være nyttig å benytte posisjoneringsutstyr (GPS-antenne) av typen Trimble Catalyst eller tilsvarende. Særlig er vi spent på hvor mye forstyrrelse hogsten gir.

5.3 Variasjon og mønstre i vegetasjon og jord

5.3.1 Naturtyper

Tolv ulike NiN kartleggingsenheter ble registrert i sirklene. Disse tilhører hovedtypene åpen grunnlendt mark (T2), fastmarkskogsmark (T4), semi-naturlig eng (T32), kystlynghei (T34) og plantasjeskog (T38) (tabell 2). Hvis vi har funnet nok arter i bunn- eller feltsjiktet til å føre et areal til en enhet i T4, så har vi angitt det som fastmarkskogsmark. Det er derfor ikke alle områdene som er tilplantet med bartrær (det vi kaller plantasjer i teksten for øvrig) som vi har klassifisert som T38. Merk også at T32 i seint gjenvekststadium kan ha mye trær, og slike områder vil i dagligtale gjerne kalles skog.

5.3.2 Arter

Total 218 taksoner (arter og underarter) ble registrert i vegetasjonsrutene i de tre lokalitetene. En oversikt over de registrerte artene er gitt i tabell 3. Her går det fram at artsrikdommen er mye høyere i referanseområdene enn i plantasjene, slik som forventet. Plantasjene kjennetegnes med spredte forekomster av skyggetålende arter, som rogn, kvitveis, sauetelg, etasjemose, sigdmoser og matteflette. Hva som kjennetegner de ulike lokalitetene og behandlingene kan leses fra den komplette artslisten i vedlegg A og fra figur 23.

Tabell 2. Naturtyper (NiN v.2.2.0, kartleggingsenheter i målestokk 1:5000) fordelt på de ulike lokalitetene og behandling. Tallene er sum av antall blokker i den gitte naturtypen.

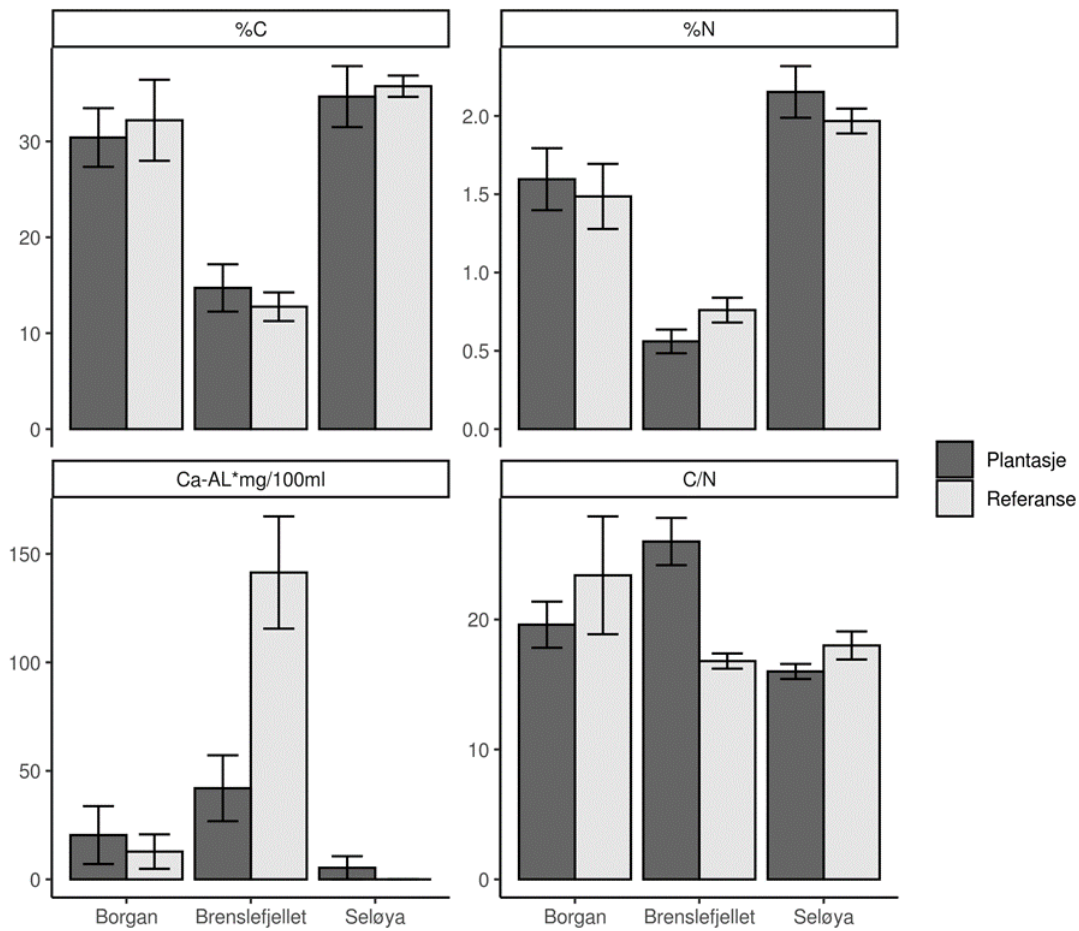
NiN_5k	Brensefjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
T2-C1				2		
T4-C1			1			
T4-C2			2		1	1
T4-C3	2	1				
T4-C4		3				
T4-C18		1				
T32-C2				1		
T32-C3				1		
T32-C5						1
T34-C1					1	2
T34-C4						1
T38	3				3	

Tabell 3. Oversikt over antall arter fordelt på lokaliteter. Krysslister over karplanter og innsamlinger til herbariet ble gjort i et større område, i utgangspunktet hele øyer, eller de delene av Brensefjellet naturreservat hvor vi beveget oss. Datasettet det refereres til i tabellen er observasjoner gjort i fastrutene.

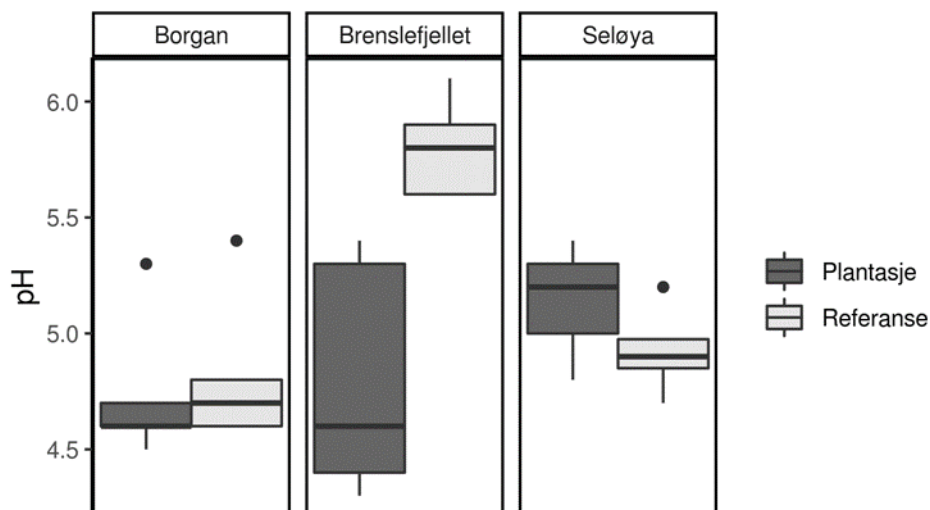
Lokalitet	Totalt antall karplanter fra krysslister	Antall belegg levert til NTNU Vitenskapsmuseet	Antall karplanter i datasettet	Antall moser i datasettet
Brensefjellet, referanseområde	110	25	70	35
Brensefjellet plantasje	18		10	23
Borgan, referanseområde	141	18	41	44
Borgan plantasje	Ikke vurdert		26	39
Seløya, referanseområde	89	8	40	15
Seløya plantasje	Ikke vurdert		20	13
Littseløya	66	9		
Totalt		60 belegg	128 taksoner	90 taksoner

5.3.3 Jordanalyser

Jordanalysene viser stor variasjon mellom lokalitetene. Brensefjellet skiller seg fra de andre ved svært høyt innhold av kalsium (figur 19) og høy pH (figur 20). Dette stemmer dårlig med berggrunnskartet som tilsier et fattigere jordsmonn med lite kalk, men stemmer derimot bra med forekomsten av kalkkrevende arter og rikere vegetasjonstyper. Det er også i Brensefjellet at forskjellen mellom behandlingene er størst; plantasjen har betraktelig høyere C/N forhold, samt lavere kalsium og pH-nivåer enn referanseområdet. Dette tyder på redusert jordfertilitet i plantasjen. På bakgrunn av dette setter vi fram en hypotese om at Brensefjellet vil være vanskeligere å restaurere tilbake til referansetilstanden enn de andre to lokalitetene. Vi begrunner det med at det i Brensefjellet er større forskjeller mellom behandlingene før høsten starter.



Figur 19. Gjennomsnittsverdier (+/- standardavviket til gjennomsnittet) av fire utvalgte jordparametere målt i plantasjer og referanseområder (to behandlinger) i de tre lokalitetene. Utvalgsstørrelsen er 5, bortsett fra på Seløya hvor det er 3 prøver fra plantasjer og 4 prøver fra referanseområder.

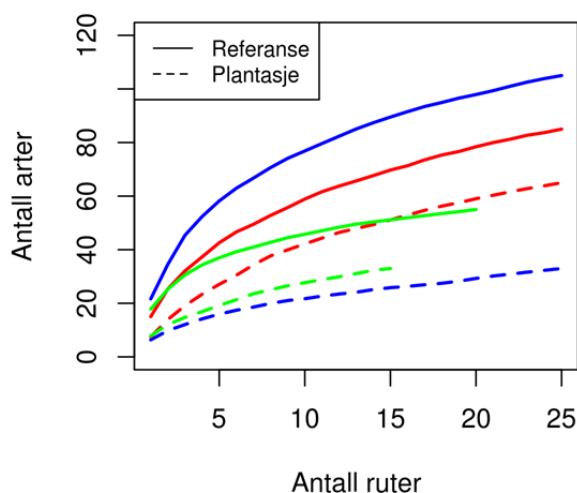
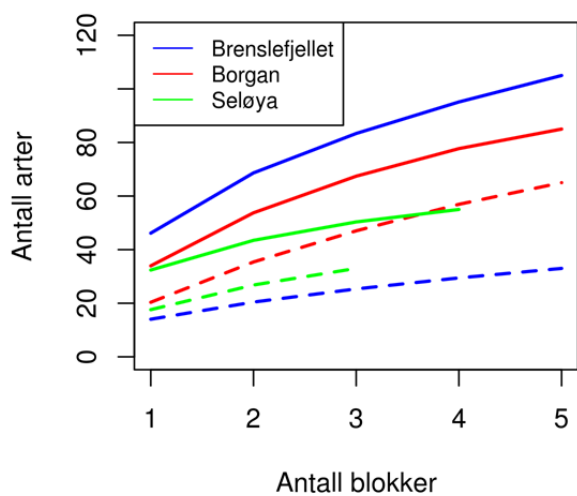


Figur 20. pH i jord målt i plantasjer og referanseområder (to behandlinger) i de tre lokalitetene. Utvalgsstørrelsen er 5, bortsett fra på Seløya hvor det er 3 prøver fra plantasjer og 4 prøver fra referanseområder. Boksene omfatter 50 % av dataene, linjene går til 1,5 interkvartilavstand, og den horisontale linjen inne i boksene er medianen.

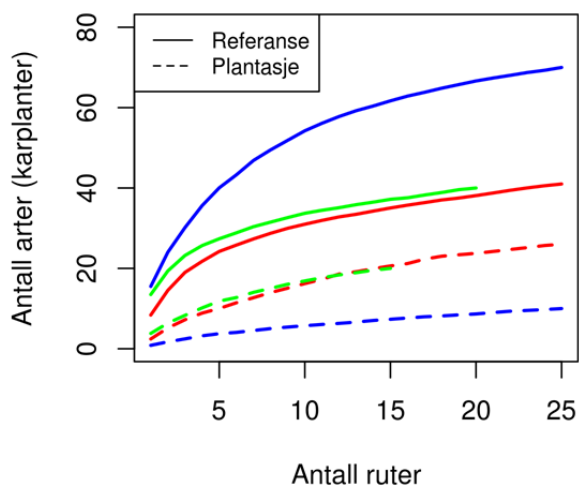
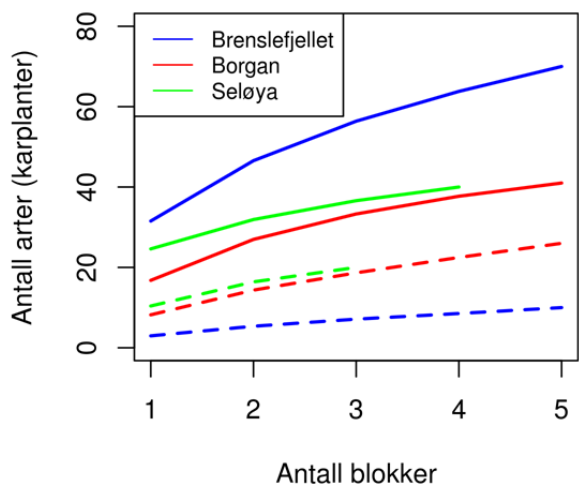
5.3.4 Artsakkumuleringskurver

Figur 21 viser forventet antall arter (karplanter og moser) som en funksjon av antall blokker eller antall ruter. Antall arter fortsetter å øke dersom man øker innsamlingsgraden, men stigningen er avtagende og med betydelige forskjeller mellom lokalitetene. For karplanter (figur 22) er avflatingen kanskje noe raskere, noe som kan tyde på høyere betadiversitet hos mosene enn hos karplantene. Sterkest avflating i kurven kan ses for Seløya. Dette reflekterer den homogene floraen på denne lokaliteten, og bekrefter at valget med å kun inkludere fire blokker i referanseområdet var berettiget. Vår konklusjon fra denne analysen er at antall ruter og blokker som er valgt virker fornuftig, og at vi har klart å fange opp de fleste artene i landskapet uten å legge ned unødvendig mye ressurser i datainnsamlingen. Færre blokker eller ruter enn hva som er brukt her anbefales ikke.

Figur 21 viser også stor variasjon i antall arter mellom lokalitetene med Seløya < Borgan < Brensløfjellet. Plantasjene har også langt færre arter enn referanseområdene.



Figur 21. Artsakkumuleringskurver som viser hvordan et økende antall vegetasjonsblokker (øverst; en blokk består av fem vegetasjonsruter) og vegetasjonsruter (nederst) fører til at flere arter blir funnet og notert. En avflatende kurve tolkes som at det ikke vil komme til særlig mange flere arter i datasettet hvis vi øker antall vegetasjonsblokker eller -ruter. Linjene viser gjennomsnittlig antall arter ved 100 tilfeldig utvalg med tilbakelegging.

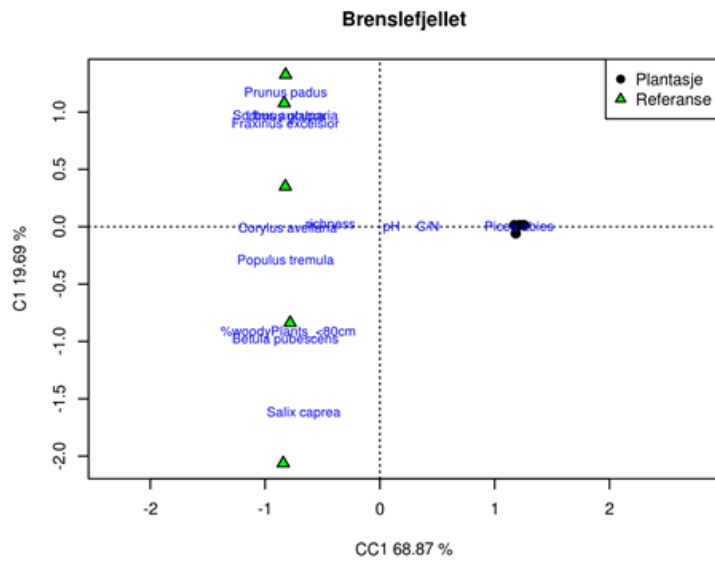


Figur 22. Artsakkumuleringskurver, produsert på samme måte som i figur 21, men kun for karplanter (moser er ekskludert).

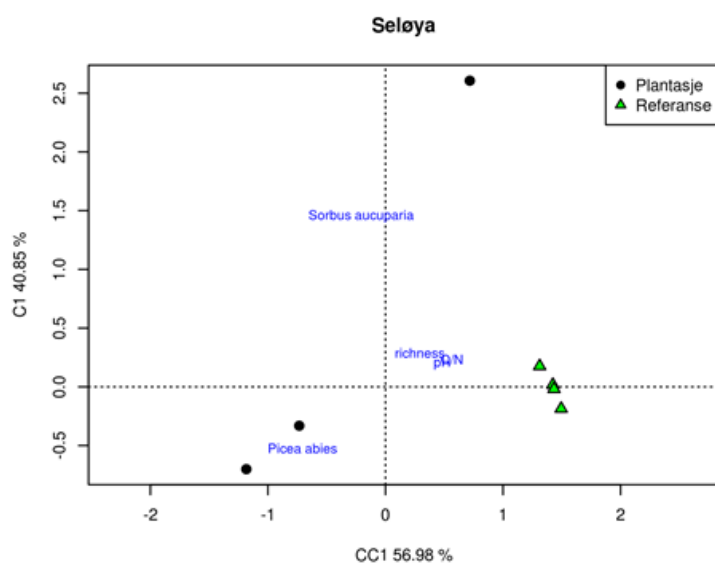
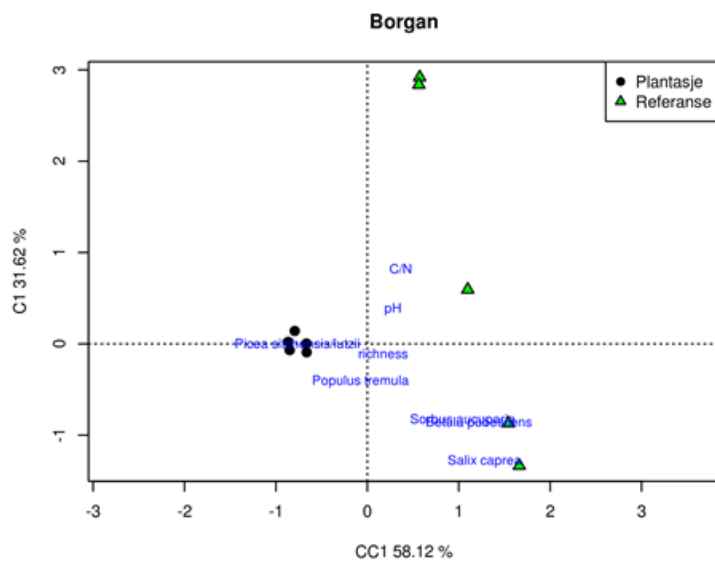
5.3.5 Ordinasjonsanalyser

En ordinasjonsanalyse av dataene fra sirkene viser som forventet et tydelig skille mellom plantasjene og referanseområdene (figur 23a). Behandling forklarte fra 57 % til 69 % av den totale variasjonen i dataene. Plantasjene var i hovedsak assosiert med høy dekning av gran i tresjiktet, og med svært liten variasjon i de andre variablene. Unntaket var Seløya hvor en av sirkene i plantasjene hadde en stor andel rogn i tresjiktet.

Referanseområdene hadde gjennomgående større variasjon mellom sirkene i forhold til plantasjene. Med gjentatte målinger av de samme variablene over tid forventer vi å se at sirkene i plantasjene nærmer seg referanseområdene i denne figuren, og at det blir større forskjell mellom dem. Dette vil være et mål på om restaureringen har lyktes. Alternativt kan hogstflatene utvikle seg mot en helt annen naturtype enn referanseområdene, og dette vil da også kunne leses fra den samme figuren.

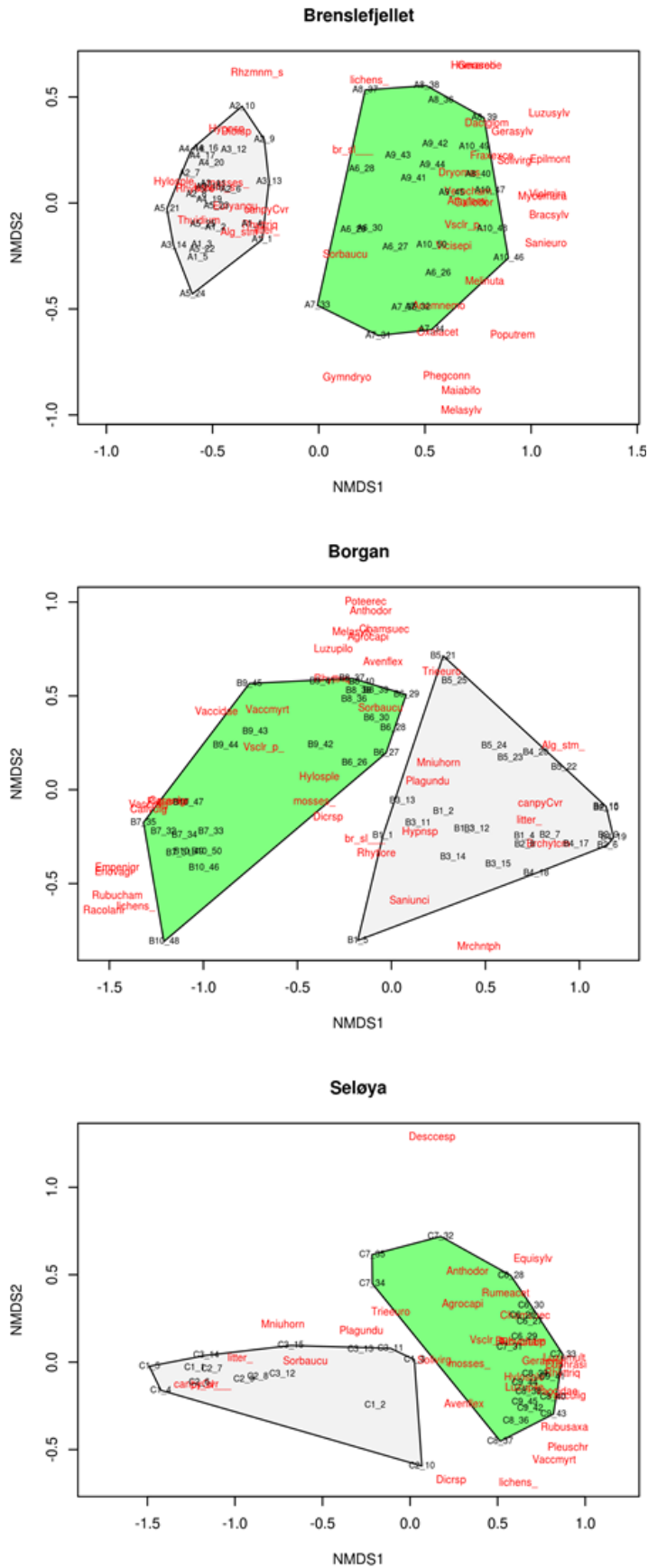


a



Figur 23. Resultatet av ordinasjonsanalyser av jord- og vegetasjonsdata fra tre områder (rader) og to ulike romlige nivå (og 1×1 m ruter). **a.** CCA-biplot av 250 m² sirkler, der den første aksen er definert av behandlingen (plantasje eller referanse).

b



b. NMDS-biplot av 1x1 m ruter, der polygonene omslutter alle rutene fra hver behandling (referanseområder i grønt polygon, plantasjeområder i grått polygon). Stress er 0,15 (Brenslefjellet), 0,12 (Borgan) og 0,08 (Seløya). Artsnavn gjengis i forkortet versjon sammensatt av de første fire bokstavene fra slektsnavnet, direkte etterfulgt av de fire første bokstavene fra artsepitetet.

En ordinasjonsanalyse av vegetasjonsrutene viser enda tydeligere hvor langt fra hverandre plantasjene og referanseområdene er når det gjelder artssammensetningen i undervegetasjonen (figur 23b). Dette var ikke uventet. Artene som assosieres med de ulike behandlingene kan leses ut fra figuren. For eksempel er artene lundgrønnaks (forkortet *Bracsylv* i figuren) og krattmjølke *Epilobium montanum* (*Epilmont*) sterkt assosiert med referanseområdene på Brensleffjellet, men ikke med plantasjene, mens høyt strødekke er assosiert med plantasjene i alle de tre lokalitetene. Polygonene i figuren omslutter punktene fra hver behandling. Hvis vegetasjonen i plantasje og referanseområde over tid blir mer lik etter hogst, så vil det vises som at polygonene overlapper mer og mer. Overlappende polygoner vil dermed være en måte å bedømme om restaureringen har vært en suksess. Samtidig vil man kunne lese fra figuren hvilke variabler som eventuelt ikke responderer slik man ønsker, ut fra målsettingen om at plantasjene og referanse-områdene skal bli så like som mulig. Med denne kunnskapen kan man deretter sette inn målrettede tiltak får å nå disse målene. Det kan tenkes at ulik utvikling skyldes faktorer som vi ikke lett kan kontrollere, og det vil også være nyttig kunnskap. Hvis det for eksempel vil kreve svært dyre tiltak å oppnå ønsket økologisk tilstand kan det være fornuftig å diskutere om målsettingen skal endres.

6 Oppsummering, generell diskusjon og anbefalinger

Dette prosjektet har hatt som målsetting å etablere et opplegg for å overvåke effekten av å fjerne fremmede bartrær fra verneområder, og å gjennomføre innsamling av basisdata fra tre ulike lokaliteter. Det er ikke gitt bestemte forvaltningsmål knyttet til fjerningen av trærne utover formålet for vernet i de enkelte verneområdene, og et ønske om at de tidligere plantasjene skal oppnå tilsvarende naturkvaliteter som de ville hatt om plantasjene ikke hadde blitt etablert.

Metodikken vi valgte, med utvikling av det eksperimentelle designet og feltprotokoll, viste seg å være gjennomførbart i felt uten større modifikasjoner, og har gitt data som er nyttige. Tidsbruken i felt var tilnærmet lik slik vi hadde anslått på forhånd, og er innenfor rimelighetens grenser. Analyser av effekten av innsamlingsinnsatsen (figur 21, 22) viser at metodikken har fanget opp en stor del av variasjonen i naturen. Gjennom enkle ordinasjonsanalyser (figur 23) har vi demonstrert hvordan multivariate datasett med artssammensetning, jordparametere og skogstruktur kan analyseres for å vurdere graden av suksess av restaureringstiltaket. Samtidig har vi ved å legge oss tett opp til ANO-metodikken skaffet til veie data som er sammenlignbare med dette voksende og landsdekkende datasettet. ANO-variablene er også egnet til å beregne verdier for økologisk tilstand, og det er ytterligere en metode for å vurdere om restaureringen gir de resultatene vi ønsker.

Ved å inkludere variabler for skogstruktur (som kronedekke), samt moser og jordparametere i tillegg til karplanter, har vi lagt opp til en omfattende karakterisering av økosystemene. Dette gir større frihet når det gjelder å vurdere utviklingen over tid. Mosene utgjør en vesentlig del av artsmangfoldet, og i noen ruter i plantasjene er dette de eneste plantene bortsett fra sitka-/lutzgran. Vi vurderer det derfor som viktig å inkludere mosene, og mistenker at vi vil se store endringer i mosedekket som en følge av restaureringen. Det viser også undersøkelser etter fjerning av gran i lauvskogslir på Sunnmøre (Saure et al. 2013), der man så store endringer i artssammensetningen både i feltsjiktet og botnsjiktet etter få år.

Som nevnt i innledningen er det noen aspekter ved måten dette prosjekter har blitt utført på som legger begrensninger på hvordan dataene kan brukes senere. Her tenker vi først og fremst på den store naturvariasjonen mellom de tre lokalitetene. Med så ulike utgangspunkt er det ikke riktig å behandle de tre områdene som uavhengige replikasjoner i ett og samme eksperiment med mål om å generalisere angående effekten av uttak av fremmede bartrær. Dersom dette er målsettingen bør man heller velge ut et større antall lokaliteter med tilnærmet like miljøforhold. På den måten vil man få gjentak av en slik type at man kan skille effekter av lokalitet fra effekter av behandling. Dette prosjektet bør heller omtales som et overvåkingsprogram for effekten av fjerning av fremmede treslag fra tre ulike lokaliteter, eller som et detaljstudium fra tre lokaliteter (tre *case studies*).

En annen potensiell kilde til variasjon mellom lokalitetene er mangel på kontroll over hvordan hogsten utføres. Dette kan for eksempel gjøres med motorsag eller med hogstmaskin, og det vil være avgjørende for videre utvikling av vegetasjonen etter hogst om hogstavfallet blir fjernet eller om det blir liggende. Om hogsten utføres forskjellig mellom de tre områdene kan man heller ikke påstå at de har hatt samme 'behandling' statistisk sett.

6.1 Anbefalinger til oppfølging

Det er i skrivende stund ikke kjent hvordan hogsten skal gjennomføres i de tre områdene, og det er usikkert i hvor stor grad det vil være mulig å overse denne prosessen. Vi vil likevel gjerne gi noen generelle anbefalinger.

Man bør etterstrebe lik hogstmetode i de tre områdene. Selv om områdene er ulike i utgangspunktet er det ikke ønskelig å gjøre forskjellene større ved for eksempel å bruke hogstmaskin i ett område og motorsag i et annet. Dette vil gjøre tolkingen av resultatene vanskeligere. Hogstavfall som ligger igjen vil forsinke restaureringsprosessen siden det vil ligge som et tykt dekke med strø og konkurrere med vegetasjonen om lys og plass. Så langt det er mulig bør man derfor ta med seg hogstavfallet (greiner, topper) ut av reservatet. Stubber bør ikke brytes opp, da det vil gi for store

jordforstyrrelser, men stubbefresing kan være et godt alternativ der det er plantet sitka-/lutzgran, siden disse lett kan få nye skudd fra stubben på hogde trær. Stubbeskudd fra sitka-/lutzgran kan også holdes nede med rydding og eventuelt bruk av beitedyr.

Neste feltrunde for innsamling av data bør skje innen kort tid etter hogst, og vi anbefaler å gjøre dette innen to år etter at hogsten er gjennomført. Dette er viktig siden merkingen trolig blir noe forstyrret under hogsten, og vil øke muligheten for å klare å finne igjen og merke opp fastrutene på nytt. Deretter kan man vente lengre før neste feltrunde siden suksesjonshastigheten i skog er relativt lav. Vi anslår at intervaller på 5 - 10 år mellom feltrunder vil være formålstjenlig.

7 Referanser

- Alvereng, P. & Hanssen, U. 2018. Basiskartlegging i Nordland 2017. Kartlegging av naturtyper i utvalgte Verneområder etter NiN2.1-metodikk. Miljøfaglig Utredning Rapport 2018-4: 1-35.
- Bratli, H., Halvorsen, R., Bryn, A., Arnesen, G., Bendiksen, E., Jordal, J.B., Svalheim, E.J., Vandvik, V., Velle, L.G., Øien, D.-I & Aarrestad, P.A. 2019. Beskrivelse av kartleggingsenheter i målestokk 1:5000 etter NiN (2.2.0). Utgave 1. – Kartleggingsveileder nr 4, Artsdatabanken, Trondheim. 312 s.
- Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E., Ngo, H., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. & Butchart, S. 2020. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. – IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Elven R., Hegre, H., Solstad, H., Pedersen, O., Pedersen, P.A., Åsen, P.A. & Vandvik V. 2018. *Picea sitchensis*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. – Artsdatabanken. Hentet (2020, 2. november) fra <https://www.artsdatabanken.no/fab2018/N/537>.
- Framstad, E. 2013. Overvåking av handlingsplanarter og -naturtyper. Kriterier for valg av overvåkingsopplegg. – NINA Rapport 971.
- Grenne, S.N. 2019. Naturtypekartlegging på Borgan i Vikna kommune, Trøndelag fylke. – NIBIO Rapport 120: 1-48.
- Halvorsen, R. 2011. Faglig grunnlag for naturtypeovervåking i Norge – begreper, prinsipper og verktøy. – UiO Naturhistorisk Museum Rapport 10: 1-117.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, W.M., Evans, H., Clout, M. & Bazzaz, F.A. 2000. Biotic Invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. – *Ecological Applications* 10: 689–710.
- Miljødirektoratet og Landbruksdirektoratet 2019. Utredning av forbud mot utsetting av utenlandske treslag til skogbruksformål. – Rapport M-1378: 1-62.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss. 199 s.
- Oksanen, J., Blanchet, F., Friendly, G., Kindt, M., Legendre, R., McGlenn, P., Minchin, D., O'Hara, P.R., Simpson, R.B., Solymos, G.L., Stevens, P., Henry, M., Szoecs, H., Wagner, E. & Wagner, H. 2019. *vegan*: Community ecology package. – R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- R Core Team 2019. R: A language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Saure, H.I., Vetaas, O.R., Odland, A. & Vandvik, V. 2013. Restoration potential of native forests after removal of *Picea abies* plantations. – *Forest Ecology and Management* 305: 77-87.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2020. Global Biodiversity Outlook 5. Montreal.
- Tichý, L. 2015. Field test of canopy cover estimation by hemispherical photographs taken with a smartphone. – *Journal of Vegetation Science* 27: 427–35.
- Tingstad, L., Evju, M., Sickel, H. & Töpper, J. 2019. Utvikling av nasjonal arealrepresentativ naturovervåking (ANO). Forslag til gjennomføring, protokoller og kostnadsvurderinger med utgangspunkt i erfaringer fra uttesting i Trøndelag. – NINA Rapport 1642: 1-54.
- van den Brink, P.J., den Besten, P.J., bij de Vaate, A. & ter Braak, C.J.F. 2009. Principal response curves technique for the analysis of multivariate biomonitoring time series. – *Environmental Monitoring and Assessment* 152: 271-281.
- Øyen, B.-H. & Nygaard, P.H. 2020. Impact of sitka spruce on biodiversity in NW Europe with a special focus on Norway – Evidence, perceptions and regulations. – *Scandinavian Journal of Forest Research* 35: 117–33.

Vedlegg

Vedlegg A Artsliste

Liste over plantearter som ble observert i de tre undersøkelsesområdene, fordelt på granplantasjer og referanseområder. * kun observert på Little Seløya innenfor Seløya NR.

Art	Brensløfjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
Karplanter						
<i>Acer pseudoplatanus</i>						X
<i>Achillea millefolium</i>				X		X
<i>Achillea ptarmica</i>						X
<i>Aconitum x stoerkianum</i>						X
<i>Actaea spicata</i>		X				X
<i>Aegopodium podagraria</i>						X
<i>Agrostis capillaris</i>		X	X	X	X	X
<i>Agrostis stolonifera</i>				X*		
<i>Alchemilla alpina</i>				X		
<i>Alchemilla sp.</i>				X*		X
<i>Allium oleraceum</i>						X
<i>Alnus incana</i>		X				
<i>Anemone nemorosa</i>	X	X				
<i>Angelica sylvestris</i>		X		X		X
<i>Antennaria dioica</i>						X
<i>Anthoxanthum odoratum</i>		X		X	X	X
<i>Anthriscus sylvestris</i>				X		X
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>						X
<i>Arctous alpinus</i>				X		X
<i>Argentina anserina</i>				X		X
<i>Armeria maritima</i>				X		
<i>Arrhenatherum elatius ssp. elatius</i>				X*		
<i>Asplenium cf. adulterinum</i>		X				
<i>Asplenium cf. trichomanes</i>		X				
<i>Athyrium filix-femina</i>	X	X		X	X	
<i>Atriplex prostrata</i>				X*		
<i>Avenella flexuosa</i>		X	X	X	X	X
<i>Betula nana</i>					X	
<i>Betula pendula</i>						
<i>Betula pubescens</i>		X		X	X	X
<i>Bistorta vivipara</i>				X		
<i>Blechnum spicant</i>		X				
<i>Botrychium lunaria</i>				X		
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		X				
<i>Bromopsis benekenii</i>		X				
<i>Calamagrostis neglecta</i>				X		
<i>Calamagrostis phragmitoides</i>	X			X		
<i>Calluna vulgaris</i>		X		X		X
<i>Caltha palustris</i>				X		X
<i>Campanula latifolia</i>		X				
<i>Campanula rotundifolia</i>				X		X
<i>Capsella bursa-pastoris</i>						X
<i>Cardamine pratensis ssp. paludosa</i>		X				
<i>Carex bigelowii</i>						X
<i>Carex canescens</i>				X		
<i>Carex demissa</i>						X
<i>Carex digitata</i>		X				
<i>Carex dioica</i>						X
<i>Carex echinata</i>				X		X
<i>Carex maritima</i>				X		
<i>Carex nigra var. juncella</i>		X		X		X
<i>Carex nigra var. nigra</i>						X

Art	Brensløfjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
<i>Carex pallescens</i>		x				
<i>Carex panicea</i>						x
<i>Carex pilulifera</i>	x					
<i>Carex remota</i>		x				
<i>Carum carvi</i>				x		
<i>Cerastium fontanum</i>		x		x	x	x
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>			x	x	x	x
<i>Chamerion angustifolium</i>		x		x		x
<i>Cicerbita alpina</i>				x		
<i>Circaea x intermedia</i>		x				
<i>Cirsium arvense</i>						x
<i>Cirsium heterophyllum</i>		x				x
<i>Cirsium vulgare</i>						x
<i>Clinopodium vulgare</i>		x				
<i>Cochlearia officinalis</i>				x*		
<i>Comarum palustre</i>				x		x?
<i>Convallaria majalis</i>		x				
<i>Corylus avellana</i>	x	x				
<i>Cystopteris fragilis</i>		x		x*		x
<i>Dactylis glomerata</i>		x				x
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>		x				
<i>Dactylorhiza maculata</i>				x		x
<i>Deschampsia cespitosa</i>		x	x	x		x
<i>Digitalis purpurea</i>		x				
<i>Draba incana</i>						x
<i>Dryopteris cf. dilatata</i>				x*		
<i>Dryopteris expansa</i>		x	x	x		
<i>Dryopteris filix-mas</i>	x	x		x*		
<i>Elymus caninus</i>		x				
<i>Elytrigia repens</i>						x
<i>Empetrum nigrum coll.</i>						x
<i>Empetrum nigrum ssp. hermaphroditum</i>				x		
<i>Empetrum nigrum ssp. nigrum</i>				x		
<i>Epilobium montanum</i>		x				x
<i>Epilobium palustre</i>				x		
<i>Epipactis helleborine</i>		x				
<i>Equisetum arvense</i>						x
<i>Equisetum palustre</i>		x				
<i>Equisetum sylvaticum</i>			x	x		
<i>Erica tetralix</i>						x
<i>Eriophorum angustifolium</i>				x		x
<i>Eriophorum vaginatum</i>				x		x
<i>Euphrasia stricta coll.</i>				x		x
<i>Festuca ovina</i>				x*		x
<i>Festuca rubra</i>				x	x	
<i>Festuca vivipara</i>				x		x
<i>Filipendula ulmaria</i>		x		x		x
<i>Fragaria vesca</i>		x				
<i>Fraxinus excelsior</i>		x				
<i>Galeopsis bifida</i>				x		
<i>Galium elongatum</i>		x				x
<i>Galium mollugo ssp. erectum</i>						x
<i>Galium odoratum</i>		x				
<i>Galium palustre</i>				x		
<i>Geranium robertianum</i>		x				
<i>Geranium sylvaticum</i>		x	x	x		
<i>Geum rivale</i>		x		x		x
<i>Geum urbanum</i>		x	x			
<i>Glaux maritima</i>						x
<i>Glyceria fluitans</i>		x				
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	x	x	x	x	x	
<i>Hieracium sp.</i>				x*		x

Art	Brensløfjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
<i>Hippuris</i> sp.						x
<i>Hypericum hirsutum</i>		x				
<i>Hypericum maculatum</i>		x				x
<i>Hypericum perforatum</i>		x				
<i>Juncus articulatus</i>						x
<i>Juncus balticus</i>				x		
<i>Juncus bufonius</i>				x*		
<i>Juncus effusus</i>		x				x
<i>Juncus filiformis</i>				x		x
<i>Juniperus communis</i>		x		x		x
<i>Lapsana communis</i>		x				
<i>Lathyrus linifolius</i>						x
<i>Lathyrus niger</i>		x				
<i>Lathyrus pratensis</i>		x		x		x
<i>Lathyrus vernus</i>		x				
<i>Lemna minor</i>						x
<i>Leontodon autumnalis</i>				x		x
<i>Leucanthemum vulgare</i>						x
<i>Leymus arenarius</i>				x		
<i>Linnaea borealis</i>	x	x				x
<i>Linum catharticum</i>						x
<i>Listera ovata</i>		x				x
<i>Lonicera xylosteum</i>						x
<i>Lotus corniculatus</i>				x		
<i>Luzula multiflora</i> ssp. <i>multiflora</i>				x		x
<i>Luzula pilosa</i>	x	x	x	x		x
<i>Luzula spicata</i>				x		
<i>Luzula sylvatica</i>		x				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>						x
<i>Lycopodium annotinum</i>						
<i>Maianthemum bifolium</i>		x				
<i>Melampyrum pratense</i>		x		x	x	
<i>Melampyrum sylvaticum</i>		x		x	x	x
<i>Melica nutans</i>		x				
<i>Menyanthes trifoliata</i>						x
<i>Milium effusum</i>		x				
<i>Molinia caerulea</i>		x			x	x
<i>Mycelis muralis</i>		x				
<i>Myosotis arvensis</i>						x
<i>Myrica gale</i>						x
<i>Nardus stricta</i>				x		x
<i>Narthecium ossifragum</i>						x
<i>Neottia nidus-avis</i>		x				
<i>Noccaea caerulea</i>						x
<i>Oxalis acetosella</i>	x	x		x*		
<i>Paris quadrifolia</i>		x				x
<i>Parnassia palustris</i>						x
<i>Phalaris arundinacea</i>						x
<i>Phegopteris connectilis</i>	x	x				
<i>Phleum pratense</i>						x
<i>Pimpinella saxifraga</i>						x
<i>Picea abies</i>			x			
<i>Picea sitchensis/lutzii</i>			x	x	x	
<i>Pinus mugo</i> ssp. <i>mugo</i>						x
<i>Pinus sylvestris</i>		x				
<i>Plantago lanceolata</i>						x
<i>Plantago media</i>						x
<i>Platanthera montana</i>		x				
<i>Poa nemoralis</i>		x				
<i>Poa pratensis</i> coll.			x	x		x
Poaceae		x				
<i>Polygonatum verticillatum</i>		x				x
<i>Polypodium vulgare</i>	x	x		x		x

Art	Brensløfjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
<i>Populus tremula</i>		x				x
<i>Potentilla crantzii</i>						x
<i>Potentilla erecta</i>		x		x	x	x
<i>Prunella vulgaris</i>						x
<i>Prunus cerasus</i>						x
<i>Prunus padus</i>		x				
<i>Pteridium aquilinum</i>		x				
<i>Pyrola media</i>		x				
<i>Ranunculus acris</i> coll.		x		x		x
<i>Ranunculus flammula</i>						x
<i>Ranunculus platanifolius</i>		x				
<i>Rhinanthus minor</i>						x
<i>Rhodiola rosea</i>				x		
<i>Ribes nigrum</i>						x
<i>Ribes rubrum</i>					x	
<i>Ribes spicatum</i>						x
<i>Ribes uva-crispa</i>					x	
<i>Rosa</i> sp.						x
<i>Rubus chamaemorus</i>			x	x		x
<i>Rubus idaeus</i>		x				x
<i>Rubus saxatilis</i>		x		x		x
<i>Rumex acetosa</i>		x	x	x	x	x
<i>Rumex longifolius</i>				x		
<i>Sagina nodosa</i>				x		x
<i>Sagina procumbens</i>				x		
<i>Salix aurita</i>						x
<i>Salix caprea</i>	x	x				x
<i>Salix</i> sp.						x
<i>Sanicula europaea</i>		x				
<i>Schedonorus giganteus</i>		x				
<i>Scrophularia nodosa</i>		x				
<i>Silene dioica</i>		x		x	x	
<i>Silene vulgaris</i>				x*		x
<i>Solidago virgaurea</i>		x	x	x	x	x
<i>Sorbus aucuparia</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Stachys sylvatica</i>		x				
<i>Stellaria graminea</i>				x		
<i>Stellaria media</i>				x	x	
<i>Stellaria nemorum</i>		x		x		
<i>Stellaria</i> sp.						x
<i>Succisa pratensis</i>		x				x
<i>Taraxacum</i> sp.						x
<i>Trichophorum cespitosum</i> ssp. <i>cespitosum</i>						x
<i>Trientalis europaea</i>		x	x	x	x	x
<i>Trifolium pratense</i>						x
<i>Trifolium repens</i>						x
<i>Tussilago farfara</i>						x
<i>Ulmus glabra</i>		x				
<i>Urtica dioica</i>		x		x		x
<i>Vaccinium myrtillus</i>		x	x	x	x	x
<i>Vaccinium uliginosum</i>				x	x	x
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>			x	x	x	x
<i>Valeriana sambucifolia</i>		x		x		x
<i>Veronica chamaedrys</i>		x			x	
<i>Veronica officinalis</i>	x	x	x	x		x
<i>Viburnum opulus</i>		x				
<i>Vicia cracca</i>				x		x
<i>Vicia sepium</i>		x				
<i>Vicia sylvatica</i>		x				
<i>Viola canina</i>						x
<i>Viola mirabilis</i>		x				
<i>Viola palustris</i>				x		x

Art	Brensløfjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
<i>Viola riviniana</i>		x				
Moser						
<i>Amblystegium serpens</i>					x	
<i>Anomodon attenuatus</i>		x				
<i>Anomodon longifolius</i>		x				
<i>Anomodon vituculosus</i>		x				
<i>Antitrichia curtipendula</i>				x	x	x
<i>Atricum undulatum</i>		x				
<i>Aulacomnium palustre</i>					x	
<i>Barbilophozia</i> sp.					x	
<i>Barbilophozia barbata</i>					x	x
<i>Barbilophozia hatcheri</i>						x
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>			x			x
<i>Bazzania</i> sp.						x
<i>Brachythecium salebrosum</i>						x
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	x	x			x	x
<i>Brachythecium rutabulum</i>		x				x
<i>Brachytecium</i> sp.		x			x	x
<i>Bryum capillare</i>		x				
<i>Bryum</i> sp.		x				x
<i>Calypogeia muelleriana</i>					x	x
<i>Cephaloziella</i> sp.					x	
<i>Ctenidium molluscum</i>		x				
<i>Syntrichia</i> sp.		x				
<i>Dicranella heteromalla</i>						x
<i>Dicranum bonjeanii</i>				x		
<i>Dicranum fuscescens</i>	x				x	x
<i>Dicranum majus</i>	x		x			x
<i>Dicranum montanum</i>						x
<i>Dicranum scoparium</i>	x	x	x		x	x
<i>Dicranum scottianum</i>						x
<i>Dicranum</i> sp.	x	x			x	x
<i>Eurhynchium striatum</i>	x	x				x
<i>Frullania tamarisci</i>					x	x
<i>Grimmia hartmannii</i>		x				
<i>Heterocladium heteropterum</i>	x					
<i>Homalia trichomanoides</i>		x				
<i>Homalothecium sericeum</i>		x				
<i>Hylocomiastrum umbratum</i>					x	
<i>Hylocomium splendens</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Hypnum cupressiforme</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Hypnum jutlandicum</i>	x				x	x
<i>Isothecium alopecuroides</i>	x	x	x		x	
<i>Isothecium myosuroides</i>						x
<i>Lejeunea cavifolia</i>	x	x				
<i>Lophocolea bidentata</i>			x		x	
<i>Lophocolea heterophylla</i>					x	
<i>Metzgeria furcata</i>	x				x	
<i>Metzgeria pubescens</i>		x				
<i>Mnium hornum</i>			x	x	x	x
<i>Mnium lycopodioides</i>					x	
<i>Obtusifolium obtusum</i>			x			
<i>Oxyrrhynchium hians</i>	x					
<i>Plagiochila asplenioides</i>			x			
<i>Plagiochila porelloides</i>	x	x			x	x
<i>Plagiomnium ellipticum</i>	x					
<i>Plagiomnium affine</i>					x	
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	x	x				x
<i>Plagiomnium undulatum</i>		x			x	
<i>Plagiothecium curvifolium</i>					x	
<i>Plagiothecium undulatum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Pleurozium schreberi</i>			x	x	x	x

Art	Brensefjellet		Seløya		Borgan	
	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse	Plantasje	Referanse
<i>Polytrichum/Polytrichastrum</i> sp.				x		
<i>Polytrichum commune</i>				x		x
<i>Polytrichum juniperinum</i>				x		x
<i>Pterigynandrum filiforme</i>		x				
<i>Ptilidium ciliare</i>						x
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	x					
<i>Racomitrium elongatum</i>						x
<i>Racomitrium fasciculare</i>						x
<i>Racomitrium heterostichum</i>						x
<i>Racomitrium lanuginosum</i>				x	x	x
<i>Radula complanata</i>		x			x	x
<i>Rhodobryum roseum</i>						
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	x	x		x	x	x
<i>Rhytidiadelphus squarrosus/</i> <i>subpinnatus</i>			x	x	x	x
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	x	x		x	x	x
<i>Sanionia uncinata</i>				x	x	x
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>					x	x
<i>Sphagnum</i> cf. <i>quinquefarium</i>						x
<i>Thuidium delicatulum</i>	x	x				
<i>Tortella tortuosa</i>		x				
<i>Trichostomum tenuirostre</i>	x					
<i>Ulota phyllantha</i>					x	
Total	38	144	34	115	64	176

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-253-1
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum