



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2019 30 stp

Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Vitalitet og skader på furu – effekt av plantetidspunkt og markberedning på 1-3 år gamle plantefelt i Nord-Østerdal.

Vitality and damage on Scots pine - effect of planting date and soil scarification on 1-3 year old plantings in Nord-Østerdal.

Atle Kalbækken

Skogfag

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på mine fem år som skogfagsstudent ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgava er skrevet ved Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA). Jeg ønsket å skrive en oppgave med lokal forankring i Nord-Østerdal. Etter å ha kontaktet Glommen Skog og diskutert mulige tema, falt valget på plantet furu. Planting av furu viser en økende trend og potensialet for økt produksjon er stort med foredlet plantemateriale. En rekke plantefelt ble undersøkt i Nord-Østerdal sommeren 2018 og danner grunnlaget for denne oppgaven.

Jeg vil rette en stor takk til mine to dyktige veiledere; hovedveileder og Professor Line Nybakken (NMBU) og tilleggsveileder og forsker Inger Sundheim Fløistad (NIBIO) for uvurderlig hjelp gjennom hele prosessen. Jeg vil også takke forsker Johan Asplund (NMBU) for god hjelp med statistikken. En takk rettes også til Glommen Skog for hjelp med utvelgelse og informasjon om plantefeltene som er benyttet i undersøkelsen.

Til slutt vil jeg takke medstudenter for opplevelsene og all moro gjennom hele studietiden. Uten så mye bra folk hadde ikke 5 år med studier vært mulig!

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet.

Ås, 10. mai 2019

Atle Kalbækken

Sammendrag

Foryngelsesfasen er kanskje det viktigste stadiet etter hogst og krever ofte ulike skjøtselstiltak for at etableringen av ny skog skal gå raskt og bli tilfredsstillende. Planting av furu i Norge har økt mye i omfang de siste årene. Fra 2014 – 2017 økte antall planter fra 200 000 til 900 000. Årsaken til økningen er tilgang på foredlede planter fra Sverige. Sammenlignet med våre naboland Sverige og Finland plantes det svært lite furu i Norge. Planting av furu i Norge har nesten vært fraværende de 20 siste årene og det er av interesse å se hvordan det har gått med de nye plantefeltene. I Nord-Østerdal var det registrert stor avgang i et høstplantet felt fra 2016 og det ville være interessant å undersøke furuplantingene i området. Det ble valgt ut 28 plantefelt i Nord-Østerdal og registreringer ble gjort i juli 2018. Feltene var plantet i perioden 2015 – 2017. Det ble skilt mellom vår- og høstplanting. Markberedning ble registrert. Planteplass for hver enkelt plante ble registrert. Høyden til plantene ble målt. Alle planter ble klassifisert etter fem vitalitetsklasser hvor null var helt frisk og fire var død. Det ble ikke funnet noen forskjell i vitalitet mellom vår- og høstplantede felt. Markberedningen var positiv for plantenes vitalitet og var således positivt for reduksjon av skader. Likevel var det en tendens til mer beiteskader når plantene stod i en markberedningsfleck enn i vegetasjonen. Beiting var også skaden som forekom oftest og nesten hver fjerde plante hadde beiteskader. Abiotiske skader, sopp, insekter, busking og kvalitetsfeil ble observert i mindre omfang. Høyden til plantene ble målt en gang og sier ingenting om veksten og må betraktes som et situasjonsbilde i likhet med de andre variablene.

Abstract

The regeneration phase is perhaps the most important stage after harvesting and it often requires different silvicultural treatments to ensure fast and satisfying establishment. Planting Scots pine seedlings in Norway has increased during the past years. From 2014 - 2017, the number of planted Scots pine seedlings increased from 200,000 to 900,000. The main reason for this increase is access to processed plants from Sweden. Compared to Sweden and Finland, planting Scots pine is not very common in Norway. Planting of Scots pine in Norway has almost been absent for the past 20 years and it would be of interest to investigate the field performance. In Nord-Østerdal there was a large mortality rate among autumn planted seedlings, planted in 2016. It would be interesting to investigate the Scots pine plantings in the region. 28 sites were selected in Nord-Østerdal and the registrations were made during July 2018. The sites were planted in the period 2015 - 2017. Spring and autumn planting were separated. Soil scarification was registered. Planting spot for each plant was noted. The height of the plants was measured. All plants were classified by five vitality classes where zero was completely healthy and four were dead. It seemed to be no difference in vitality between spring and autumn plantings. The soil scarification seemed to be positive for the plants' vitality and thus seemed positive for reduction of damage. The soil sacrificed plots seemed to increase browsing compared not soil scarificated spots. Browsing was also the most common damage and almost every fourth plant was browsed. Abiotic damages, fungi, insects, multiple leaders and quality defects occurred to a lesser extent. The height of the plants was only measured once and do not tell anything about the plant's growth. Therefor the plant height can only be considered as a situation state along with all the other measured variables.

Innhold

Forord.....	I
Sammendrag.....	III
Abstract.....	V
1. Innledning	3
2. Materiale og metode.....	7
2.1 Studieområde.....	7
2.2 Utvelgelse av felt	7
2.3 Feltbeskrivelse	9
2.4 Plantemateriale.....	9
2.5 Utvelgelse av prøveflatene	9
2.6 Feltregistreringer.....	11
2.6.1 Vitalitet.....	11
2.6.2 Høyde.....	12
2.6.3 Skadeårsaker	12
2.6.4 Plante plass.....	13
2.7 Statistikk	13
3. Resultater	14
3.1 Registreringer	14
3.2 Vitalitet og avgang.....	15
3.3 Skadeårsaker	17
3.4 Høyde.....	20
4. Diskusjon.....	22
5. Konklusjon	26
6. Litteratur.....	27
Vedlegg.....	31
Vedlegg 1	32

1. Innledning

Foryngelsesfasen er kanskje det viktigste stadiet etter hogst og krever ofte ulike skjøtselstiltak for at etableringen av ny skog skal gå raskt og bli tilfredsstillende. I følge skogbrukslova §6 (Lovdata, 2019) er skogeiere i Norge lovpålagt å sørge for at forholdene ligger til rette for ny foryngelse innen 3 år etter hogst. Økonomisk sett er furu det nest viktigste treslaget i Norge (Statistisk sentralbyrå, 2019; Tomter & Dalen, 2014).

For at ny skog i naturlige økosystem skal kunne etablere seg er det vanligvis en forstyrrelse som setter i gang prosessen (Smith et al., 1997). Denne forstyrrelsen kan være menneskeskapt eller naturlig og omfatte alt fra svære jordskred til en markberedningsflekk eller hogst. På verdensbasis er skogbrann den vanligste forstyrrelsen i skog (Smith et al., 1997). Skogbrann er også det naturlige forstyrrelsesregimet i foryngelsesfasen for furuskog (Rouvinen & Kuuluvainen, 2005). Økt lystilgang på bakkenivå som følge av en forstyrrelse vil være viktig for at furua, som er et lyskrevende treslag, skal kunne etablere seg. Vekstforholdene på mikrosteder er avgjørende for vellykket etablering av ny foryngelse. Faktorer som vann, lys, karbondioksid, næringstilgang og biotiske faktorer er svært viktig for småplantene i de første ukene etter spiring (Smith et al., 1997).

Når vi setter en plante i jorda, hopper vi over denne kritiske delen av foryngelsesprosessen. Kulturforyngelse gir muligheten til å benytte foredlet plantemateriale som kan gi en genetisk gevinst og være fordelaktig for vekst og overlevelse (Jansson et al., 2017). På dette stadiet er plantene så høye at faktorene på mikronivå ikke betyr så mye og deres krav til omgivelsene har endret seg. Etter planting er vann, lys og temperatur viktig for å begynne veksten og etablere rotsystemet (Smith et al., 1997).

For å sikre en vellykket kulturforyngelse stilles det krav til plantene. Flere morfologiske og fysiologiske egenskaper har vist seg å være svært viktig for at planten skal kunne etablere seg og vokse ute i felt (Grossnickle & MacDonald, 2018). Høyde, diameter, rotsystem og lavt forhold mellom skudd og røtter har vist seg å være positive for veksten etter planting (Grossnickle & MacDonald, 2018). Fysiologiske egenskaper som også virker positivt på plantenes vekst er tørkeresistens, frosttoleranse, næringsstatus og rotvekst-potensialet (Grossnickle & MacDonald, 2018). De nevnte egenskapene henger også sammen med plantenes evne til å overleve ute i felt.

Godt utviklede planter med gode egenskaper som takler stress vil være svært viktig for overlevelsen. Grunnlaget for dette legges under produksjonen hos planteskolene og planter med

godt utviklet rotsystem og skudd av tilstrekkelig størrelse vil kunne takle stress bra og sørge for at etableringen blir vellykket (Grossnickle, 2012).

I Norge har furu tradisjonelt blitt forynget naturlig med frøtrær, mens planting er mer vanlig i våre naboland (Skogstyrelsen, 2019). Av 384 millioner leverte planter i Sverige for 2018 var 46 % furu (Skogstyrelsen, 2019). Naturlig foryngelse av furu er et billig alternativ når ny skog skal etableres etter hogst. Hvor god foryngelsen blir avhenger av flere faktorer og en vellykket etablering vil kunne kreve noen grad av tilretteleggelse for suksess.

Furu vokser generelt på lave boniteter, noe som krever lave investeringskostnader for å holde foryngelsen lønnsom (Hyytiainen et al., 2006). Til tross for lave investeringskostnader ved naturlig foryngelse kan det ta lang tid før ny skog blir etablert. God romlig fordeling og rask foryngelse vil i de fleste tilfeller kreve markberedning som er avgjørende når humuslaget er tykt. Markberedningen har ved tidligere studier vist positive effekter for overlevelse og vekst (Heiskanen & Rikala, 2006; Long et al., 2004; Orlander et al., 1998). Markberedning anbefales også før planting (Nilsson et al., 2010). Hyytiainen et al. (2006) viste at planting av furu ga de høyeste trærne etter ungskogpleie, og største grunnflate oppnådd før første tynning. Dette er interessant å huske på når man velger foryngelsesmetode.

Planting er den vanligste foryngelsesmetoden i Fennoskandia. Såing og naturlig foryngelse er også vanlig, men ikke så mye brukt som planting (Nilsson et al., 2010). Vårplanting (mai-juni) er vanligst i Fennoskandia, men høstplanting (august-september) er også vanlig (Luoranen et al., 2018; Nilsson et al., 2010). Plantesesongen er svært hektisk og det stilles krav til effektivitet og kvalitet i arbeidet for å sikre god etablering. Det har siden 1970-tallet vært utviklet og brukt maskiner til maskinell planting, men manuelt arbeid er dominerende grunnet kostnader (Nilsson et al., 2010). I Norge er det kun ett maskinelt system i bruk og i Sverige og Finland er det henholdsvis 5 og ca. 30 i bruk (Haugsrud, 2018). Dårlig arbeid ved planting kan være et problem og føre til stor avgang (Luoranen et al., 2018).

En studie fra Finland har vist at ettårig furu kan plantes til midt i juni og fra begynnelsen av august til slutten av september uten å påvirke overlevelse og vekst (Luoranen & Rikala, 2013). Samme studie var noe kritisk til planting etter september grunnet større sjanse for vinterskader og påpekte usikkerhet ved planting i juli og oktober. Værforholdene ved plantetidspunktet og i tiden etter, har mye å si for overlevelsen og særlig ved høstplanting. Harde vintre med lite snødekke og lave temperaturer etter sein høstplanting (oktober-november) vil være svært kritisk med tanke på overlevelse (Luoranen, 2018; Luoranen et al., 2018).

Stor og tilnærmet total avgang i flere felt var resultatet etter planting høsten 2016 i Nord-Østerdal. Snøfall tidlig i oktober kort tid etter planting (ca. 20. september) i kombinasjon med at en del av plantene lå opp til 3 uker på lager, kan ha vært årsakene til avgangen i disse feltene (pers med E. B. Semmingsen 06.04.2019).

I Norge har planting av furu nesten vært fraværende de siste 20 årene. Vi må tilbake til 1990-tallet for å finne samme planteaktivitet som i dag (Kringlebotn et al., 2018). Den virkelige økningen i furuplanting de siste årene kan sees fra 2014 til 2017. I denne perioden økte plantetallet i Hedmark fra i underkant av 200 000 i 2014 til nesten 900 000 i 2017 (Kringlebotn et al., 2018). Årsaken til denne økningen er hovedsakelig tilgangen på foredlet plantemateriale fra Sverige (pers med E. B. Semmingsen 06.04.2019).

Dårlig plantemateriale og deformasjoner på rotsystemet var vanlig på 1960-tallet. Spesielt barrotplanter hadde problemer med feil ved rothalsen (Nilsson et al., 2010), men for furu var dette også et problem for pluggplantene. I dag har nye plantebrett eliminert problemet med rotdeformasjon. Rotsnurr på plantene forårsaket rotsleng som ødelegger nedre del av rotstokken og skaper ustabilt rotsystem (Nilsson et al., 2010). Defekter på rotstokken er kritisk for tømmerverdien, fordi den har størst volum og dimensjon. Disse skadene som vi i dag ser i eldre furuplantinger kan ha ført med seg en del skepsis blant skogeiere til å plante furu.

Et annet viktig aspekt ved foryngelse av furu og investeringer knyttet til dette er faren for beiteskader. En stor elgpopulasjon på Østlandet har ført med seg omfattende beiteskader på furuskogen. Flere steder har skadene vært så omfattende at en tilfredsstillende furuforyngelse har vært svært vanskelig eller umulig å etablere (Fremming et al., 2014). Å investere i planting av furu under slike forhold har nok vært lite fristende for mange skogeiere i disse områdene. Den kritiske fasen i forhold til beiteskader for furu er spesielt relatert til ungskogstadiet. Om skadene blir svært omfattende kan det være nødvendig å starte foryngelsen helt på nytt. I mange tilfeller vil beiteskader føre til kritiske virkesfeil på rotstokken.

Hjortevilt er selektive når det kommer til treslag, også med hensyn på ulike genotyper og fenotyper innenfor samme art (Edenius et al., 2002). Dyrkede planter er foretrukket blant hjortevilt, noe som kan være kritisk for områder med kulturforyngelse. Snødekke over plantenes høyde de første årene i felt vil kunne hindre vinterbeiting, og sommerbeiting er mindre vanlig på bartrær (Bergstrom & Bergqvist, 1997; Bergstrom & Bergqvist, 1999).

Abiotiske skader som oppfrost, tørke og frost er vanlige skadeårsaker for småplanter og vil potensielt kunne føre til avgang (Luoranen et al., 2018). Insekter og soppskader er også vanlige

skadegjører for småplanter. Særlig snutebille har vist seg å være en stor skadegjører på nyetablerte planter og fører i mange tilfeller til stor avgang (Johansson et al., 2013; Luoranen & Rikala, 2013; Nordlander et al., 2011).

Transport og lagring av plantene er også viktige momenter for et godt resultat ved foryngelsen. Dårlig håndtering av plantene mellom planteskolene og skogen kan føre til stress hos plantene som gjør de mindre robuste når de blir satt i bakken. Lite stressede planter utvikler rotsystemet raskt som øker vannopptaket og de tilpasser seg omgivelsene raskere (Grossnickle, 2005). Med gode rutiner og håndtering som anbefalt, vil sannsynligvis alle planter klare reisen fra planteskolen til skogen (Johnsen & Kohmann, 2003).

Hovedformålet med denne undersøkelsen var å se om det var noen forskjeller i vitalitet mellom vår- og høstplantet furu i Nord-Østerdal. Jeg ønsket å identifisere skadeårsakene som førte til redusert vitalitet. Markberedning ble undersøkt som en viktig faktor for forekomsten av skader og omfanget av disse samt plantenes vitalitet. Jeg ønsket å teste følgende hypoteser:

- i) Markberedning er positivt for plantenes vitalitet og vekst samtidig som skadene er færre når plantene står på markberedt planteplass.
- ii) Vårplantingene har bedre vitalitet og mindre skader enn høstplanting.
- iii) Abiotiske skader er den hyppigste skadeårsaken, mens beiteskadene er relativt beskjedne så tidlig i omløpet.

2. Materiale og metode

2.1 Studieområde

Undersøkelsen ble gjennomført i Nord-Østerdal i Hedmark og Røros i Trøndelag. Området ligger i det boreale barskogbeltet. I Nord-Østerdal finner man barskogen jevnt opp mot 800 moh., men enkelte steder finnes den opp mot 1000 moh. (Rekdal & Angeloff, 2016). Furu er det dominerende treslaget, både i landskapsbildet og i kommersiell utnyttelse (Landbruksdirektoratet, 2019). Området bærer preg av et typisk innenlands klima. Store temperaturforskjeller mellom sommer og vinter er vanlig. Nedbøren kommer hovedsakelig i sommerhalvåret (Tabell 1) og på årsbasis og ligger den omkring 500 mm (Norsk klimaservicesenter, 2019).

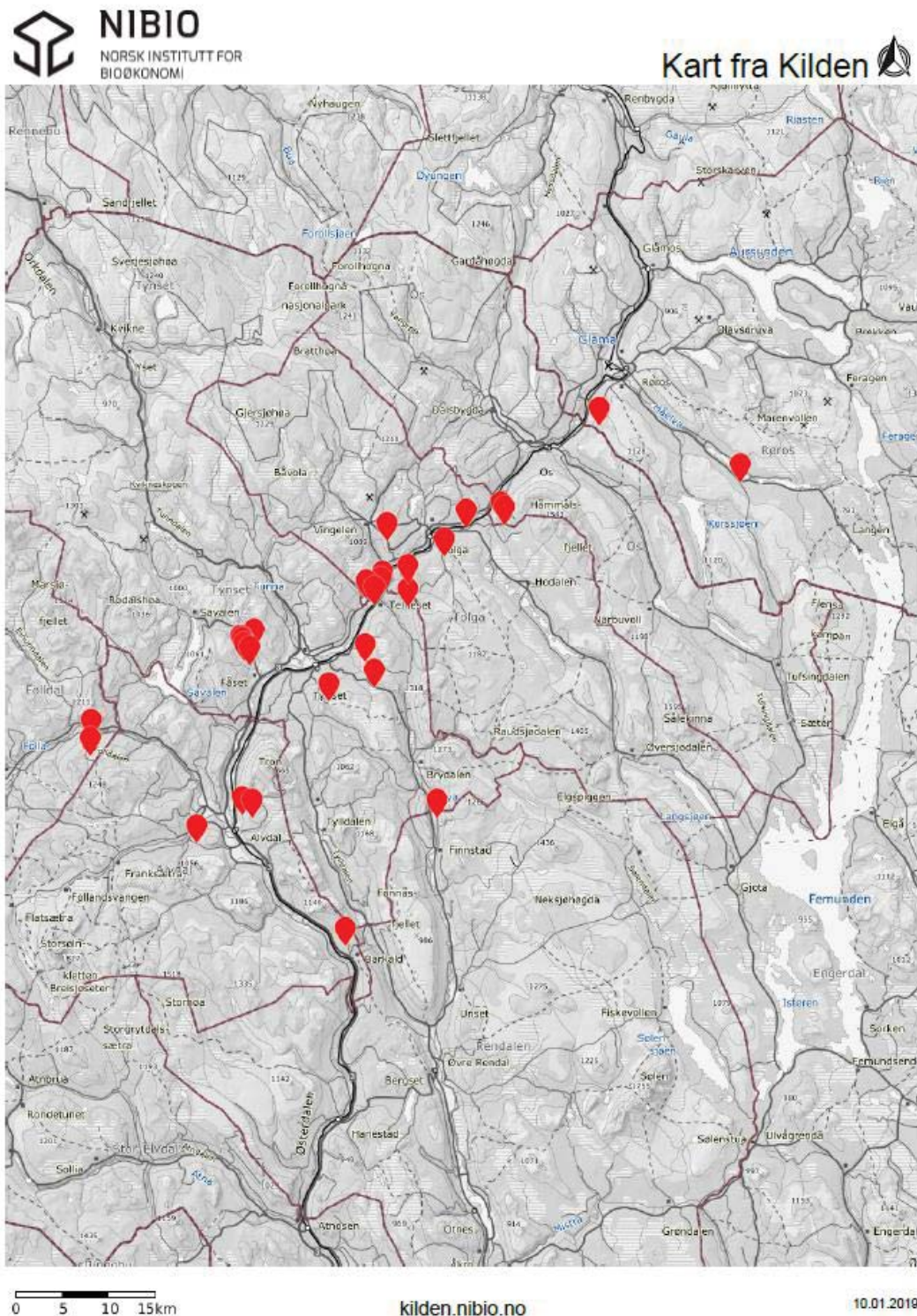
Tabell 1. Middeltemperatur, jordtemperatur og nedbørsmengde for juni og oktober i forsøksperioden fra Alvdal målestasjon. (NIBIO, 2019b)

Tidspunkt	Lufttemp. (°C)	Nedbør (mm)
Juni 2015	9,4	64,0
Juli 2015	12,1	94,8
August 2015	13,0	38,4
September 2015	8,2	61,4
Juni 2016	12,2	32,8
Juli 2016	12,9	96,6
August 2016	10,7	55,8
September 2016	10,0	57,6
Juni 2017	10,6	92,6
Juli 2017	11,9	108,8
August 2017	9,5	80,8
September 2017	6,3	51,2

2.2 Utvelgelse av felt

Feltene som skulle inngå i undersøkelsen ble valgt ut av meg i samarbeid med skogbruksleder for Glommen Skog i regionen. Plantefeltene ligger i kommunene Alvdal, Folldal, Os, Tolga, Tynset og Røros (Figur 1). Feltene ble valgt ut etter følgende kriterier: 1) plantefeltene skulle være 1-3 år gamle, 2) de skulle fordeles mest mulig likt mellom vår- og høstplanting, 3) på plantefeltene skulle det fortrinnsvis være satt ut minst 3000 planter (basert på fakturert antall), 4) plantefeltene skulle være plantet av Glommen Skog sitt arbeidslag, 5) plantefeltene skulle ikke være re-plantet som følge av tidligere avgang, 6) plantefeltene skulle være i Nord-Østerdal,

7) reine furuplantinger skulle prioriteres foran blanding av gran- og furuplantinger. Det ble valgt ut 28 felt i forhold til nevnte kriterier (Figur 1). Av disse var sju felt plantet med færre enn 3000 planter. Ingen av feltene hadde færre enn 2000 planter.



Figur 1. Kart over studieområdet. De 28 utplukkede plantefeltene er markert med rødt (NIBIO, 2019a)

Tabell 2. Antall utvalgte plantefelt fordelt på vår- og høstplanting i perioden 2015-2017.

ÅR	Vår	Høst
2015	7	4
2016	4	1
2017	9	2
Totalt	20	7

2.3 Feltbeskrivelse

Det ble gjort registreringer i 28 felt, men i ett av feltene ble det ikke funnet noen kulturplanter og feltet er derfor utelatt fra datagrunnlaget videre i oppgaven. De øvrige 27 plantefeltene var tilplantet i perioden 2015-2017. Størrelsene på feltene varierte mellom tre og 150 dekar. Både vår- og høstplanting er representert med to eller flere felt for alle tre årene med unntak av høst 2016 (Tabell 2). Det var plantet mellom 100-200 planter pr. dekar, utført av Glommen Skog sitt arbeidslag i regionen (Tabell 3). Noen av plantefeltene var også plantet med gran og furu i blanding. I alt ble 16 reine furuplantinger plukket ut, mens 11 av plantefeltene også var plantet med gran. Bærlyng var den dominerende vegetasjonstypen, mens boniteten lå mellom F8 og F14 med hovedtyngde på F11. Plantefeltene lå mellom 490-810 moh. (Tabell 3).

2.4 Plantemateriale

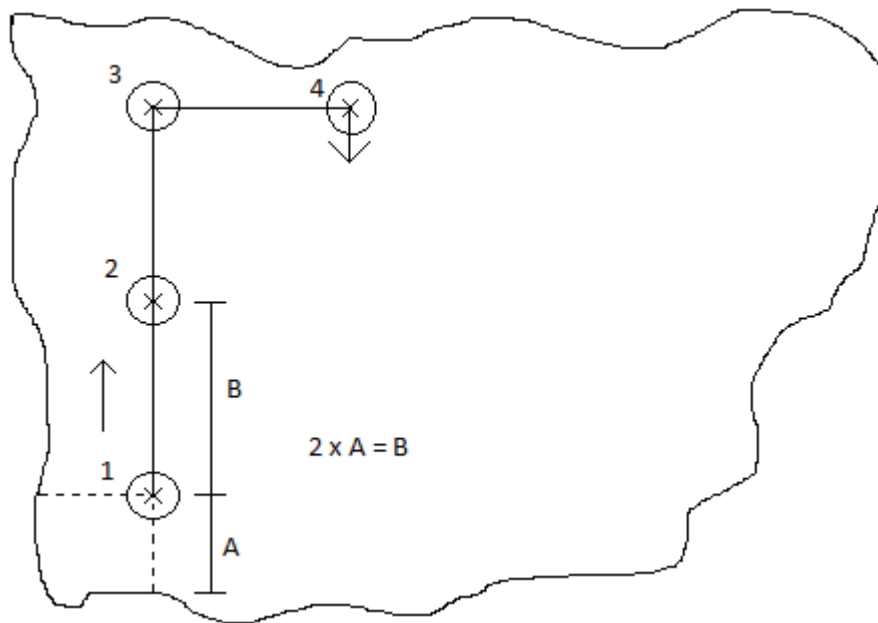
Furuplantene i undersøkelsen var ettårige planter fra frøplantasjen Västerhus i Sverige, produsert av Svenska Skogsplantor. Frøene var fra andre generasjons foredling og avhengig av proveniens skal andre generasjons foredling kunne gi mellom 8,5 % og 24 % økt tilvekst i forhold til stedegent naturlig materiale ved optimale forhold (Svenska Skogsplantor, 2019). For proveniens Västerhus var denne prosenten oppgitt til 22,5 %. Granplantene var ettårige M95-planter produsert i Norge. Det meste av granplantene kommer fra frøplantasjen Kaupanger og noe fra Opsahl.

2.5 Utvelgelse av prøveflatene

Det ble lagt ut 20 tilfeldige prøveflater i alle plantefeltene. Prøveflatene var sirkulære med et areal på 20 m² ($r=2,52$). Avstanden mellom prøveflatene ble regnet ut for hvert plantefelt. Avstanden ble regnet ut på følgende måte: kvadratroten av $(\text{Areal}/20 \text{ prøveflater}) = \text{avstand}$ mellom senter på hver prøveflate. Første flate ble lagt i et «hjørne» av plantefeltet. Den ble funnet ved å skritte opp vinkelrett inn i plantefeltet fra to sider (Figur 2). Prøveflatene lå etter parallelle linjer som ble gått opp med kompass, og avstander ble skrittet opp. Plantefeltenes arrondering og beskaffenhet avgjorde antall parallelle linjer og antall prøveflater pr. linje.

Tabell 3. Oversikt over de 27 utvalgte plantefeltene. Kolonne «F/B» viser om feltet var et reint furufelt (F) eller om det var blanding av gran og furu (B). Kolonne «MB» viser om feltet var markberedt eller ikke. Kolonne «Arb. ordre» viser arbeidsordenen med planlagt antall utsatte planter pr. dekar. Kolonne «m.o.h.» viser feltets høyde over havet.

Felt nr.	F/B	År	Utplanting Vår/høst	MB	Bonitet	Arb. ordre	Helling	m.o.h.	Vegetasjons- type	Kommune
1	B	2015	Høst	Ja	F11	170	15%	640	Bærlyng	Tynset
2	F	2015	Høst	Ja	F8	170	9%	675	Bærlyng	Tynset
3	B	2016	Vår	Ja	F11	-	12%	660	Bærlyng	Tynset
4	F	2017	Vår	Nei	F11	175	22%	575	Bærlyng	Tynset
5	B	2017	Vår	Ja	F11	140	9%	770	Bærlyng	Tynset
6	B	2017	Vår	Ja	F11	165	28%	560	Bærlyng	Tynset
7	B	2017	Vår	Nei	F8/F11	170	13%	680	Bærlyng	Tynset
8	B	2017	Vår	Nei	-	100	19%	730	Bærlyng	Alvdal
9	F	2017	Vår	Ja	F11	170	15%	610	Bærlyng	Tynset
10	F	2015	Høst	Ja	F8	160	9%	640	Bærlyng	Tynset
11	B	2017	Vår	Ja	F11	150	10%	730	Bærlyng	Alvdal
12	B	2017	Vår	Ja	F11	170	12%	560	Bærlyng	Alvdal
13	F	2016	Vår	Ja	F11	200	6%	670	Bærlyng	Alvdal
14	F	2015	Høst	Nei	-	100	13%	660	Bærlyng	Rørøros
15	F	2017	Vår	Ja	-	160	10%	730	Bærlyng	Rørøros
16	B	2015	Vår	Ja	F11	170	11%	720	Bærlyng	Os
17	F	2015	Vår	Ja	F11	170	12%	670	Bærlyng	Os
18	F	2015	Vår	Nei	F11	180	0%	490	Bærlyng	Tolga
19	B	2017	Høst	Ja	F8	-	8%	690	Bærlyng	Tolga
20	F	2017	Høst	Nei	F8	-	10%	510	Bærlyng	Tolga
21	F	2015	Vår	Nei	F11	170	0%	520	Bærlyng	Tolga
22	F	2015	Vår	Ja	F8	170	15%	700	Bærlyng	Tolga
23	B	2016	Høst	Ja	F11	180	9%	680	Bærlyng	Tolga
24	B	2015	Vår	Ja	F11	170	9%	620	Bærlyng	Tolga
25	F	2016	Vår	Ja	F14	195	21%	625	Bærlyng	Tolga
26	F	2015	Vår	Ja	F8	140	11%	700	Bærlyng	Tolga
27	F	2016	Vår	Ja	F11	200	33%	810	Bærlyng	Folldal



Figur 2. Utlegging av prøveflater i plantefeltene.

2.6 Feltregistreringer

Feltregistreringene ble utført i perioden 2/7 – 11/7 2018. Det ble gjort like registreringer i alle 27 feltene. Innenfor prøveflatene ble naturlig foryngelse og kulturplanter av gran og furu registrert med antall og høyde. For kulturplantene ble det i tillegg registrert vitalitet, antatt skadeårsak (hvis tilfelle) og planteplass. For selve plantefeltet ble det registrert: kommune, plass, koordinater (UTM 32), gårdsnummer, bruksnummer, teignummer, bestandsnummer, bestandsareal, bonitet, vegetasjonstype, vernskog, planteår, vår-/ høstplanting, plantedato, proveniens (bare furu), høyde over havet, helling, hellingsretning, antall planter fakturert, markberedning og arbeidsordre (planter/ daa).

2.6.1 Vitalitet

Vitalitet ble delt inn i fem klasser: «vital» (0), «noe nedsatt vitalitet» (1), «nedsatt vitalitet» (2), «døende» (3) og «død» (4). Plantene kunne ha kombinasjoner av flere skadeårsaker eller en enkelt skadeårsak. «Vital» planter var uten synlige skader, hadde grønne nåler og god utvikling. Planter kategorisert som «noe nedsatt vitalitet» var planter med små synlige skader, for eksempel misfargede nåler, lettere beiting, gnag, eller lettere mekaniske skader. Planter kategorisert med «nedsatt vitalitet» hadde skader som påvirker plantens vekst og utvikling, for eksempel betydelig misfargede nåler som følge av sopp og tørke og frost, beiteskader på toppskudd og nåler, eller større mekaniske skader og tydelig vekstreduksjon. Planter kategorisert som «døende» kunne ha store mekaniske skader som følge av beiting, sterkt

misfargede og døde nåler på store deler av planten, eller kraftig vekstreduksjon. Planter kategorisert som «døde» hadde ingen grønne plantedeler, og var vanskelige å oppdage fordi det eneste som stod igjen var som regel en brun «pisk».

2.6.2 Høyde

Høyde ble målt med tommestokk (cm) fra bakkenivå og opp til plantens høyeste friske plantedel. I tilfeller med dødt hovedskudd ble høyden til høyeste levende sideskuddet målt. Hver enkelt kulturplante ble målt, mens høyden på naturlig foryngelse ble målt som et gjennomsnitt av tre representative planter innenfor prøveflaten. Naturlig foryngelse over 150 cm ble ikke registrert.

2.6.3 Skadeårsaker

Jeg registrerte skadeårsak for alle kulturplanter med vitalitetsklasse 1-4. Alle planter med vitalitetsklasse 0 «vitale» var helt friske og følgelig ble det ikke registrert noen skadeårsak for disse. For den naturlige foryngelsen ble beiteskader registrert. Skadeårsakene på kulturplantene ble delt inn i kategorier: «gnagere/ beiting», «insekter», «sopp», «tørke», «frost/ snø», «drukning», «plantekvalitet/ arbeid», «annet» og «ukjent». Disse ni kategoriene var de opprinnelige som ble brukt under feltregistreringene. Etter registreringene viste det seg å være hensiktsmessig med en annen inndeling av kategoriene.

Skadeårsakene ble til slutt delt inn i seks følgende kategorier: «gnagere/ beiting», «sopp og insekter», «abiotiske», «kvalitetsfeil», «busking» og «ukjent». Kategorien «gnagere/ beiting» ble uendret i forhold til den opprinnelige kategorien fra registreringsskjemaet. Skadene i denne kategorien var trolig påført av hjortevilt eller gnagere. Videre ble de to opprinnelige kategoriene «sopp» og «insekter» slått sammen til en kategori, og blant disse skadene var det blant annet snøskytte og snutebillegnag. De opprinnelige kategoriene «tørke», «frost/snø» og «drukning» ble slått sammen til kategorien «abiotisk». I kategorien «annet» i registreringsskjema inngikk kjente årsaker som ikke passet i noen av de andre opprinnelige kategoriene. Det ble notert antatte skadeårsak for alle planter i denne kategorien og skadeårsakene bestod i hovedsak av «busking» og «kvalitetsfeil».

«Busking» ble skilt ut fra den opprinnelige kategorien «annet», som egen kategori. Planter med «busking» hadde tre eller flere hovedskudd og viste ingen tegn til andre mekaniske skader. Planter med to hovedskudd ble ikke klassifisert som «busking» men ble skilt ut fra den opprinnelige kategorien «annet» og slått sammen med opprinnelige kategorien «plantekvalitet/arbeid».

Et eksempel på dårlig arbeid var planter satt i omvendt torv over en kvisthaug eller planter uten tilknytning til mineraljord. Den siste kategorien var «ukjent» og dette var planter hvor jeg ikke kunne identifisere skadeårsakene med rimelig sikkerhet. Denne kategorien forble uendret fra den opprinnelige kategorien.

2.6.4 Planteplass

Planteplass for hver kulturplante ble registrert. Jeg delte inn i seks ulike planteplasser. De ulike kategoriene var som følger: «i vegetasjonen» (1), «v/ stubbe avstand 0-30 cm» (2), «v/ stein avstand 0-30 cm» (3), «markberedningsfleck – kant» (4), «markberedningsfleck – midt» (5) og «omvendt torv» (6). For «markberedningsfleck – kant» inngikk alle planter nærmere enn 15 cm fra markberedningens ytterkant mot urørt vegetasjon. Det ble også skilt på felt som var markberedt og ikke-markberedt. Planteplass ble også delt opp i markberedt planteplass (kategori 4-6) og ikke-markberedt planteplass (kategori 1-3).

2.7 Statistikk

Alle data ble lagt inn i Excel, sortert og klargjort for statistiske analyser. Figurene ble laget i Excel og de statiske analysene ble utført i R Studio versjon 1.1.463. Jeg utførte variansanalyser med flerveis-ANOVA (Type II Wald chisquare tests). Generalized Linear Mixed-Effects Models (glmer) ble benyttet for binære variabler og Linear Mixed-Effects Models (lmer) ble brukt for kontinuerlige variabler. Responsvariablene var feltregistreringene: vitalitet, skadeårsaker og høyde. Vitalitet og skadeårsaker var binære responsvariabler og høyde var den eneste kontinuerlige responsvariabelen i datasettet. For alle modellene var plantefeltene brukt som tilfeldig variabel. De fem kategoriene for vitalitet ble ikke delt opp og analysert separat. Skadeårsakene ble derimot delt opp og analysert som separate binære variabler. Forklaringsvariablene var plantetidspunkt (vår-høst), markberedt felt eller markberedt planteplass og planteår for vitalitet og høyde. Det var hovedsakelig furu som ble analysert med ett unntak hvor vitalitet ble undersøkt med treslag («Gran-furu») som responsvariabel. For skadeårsaken «beiting» ble «høyde over havet» og «vernskog» også benyttet som forklaringsvariabler.

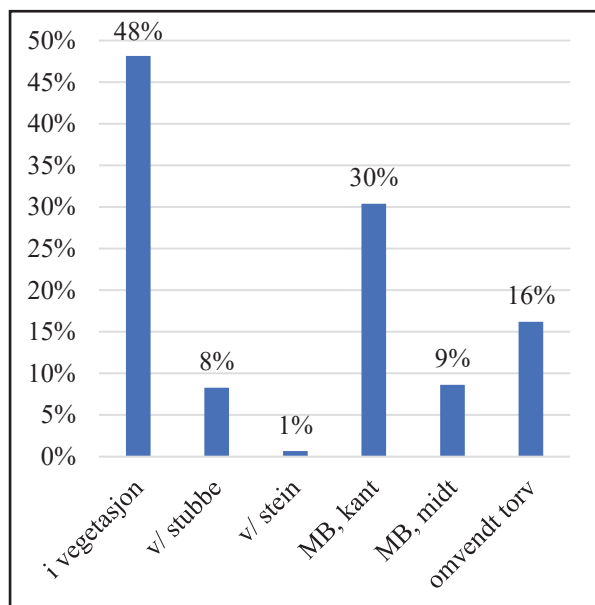
Forskjeller ble sett på som statistisk signifikant ved p-verdier lavere enn 0,05.

3. Resultater

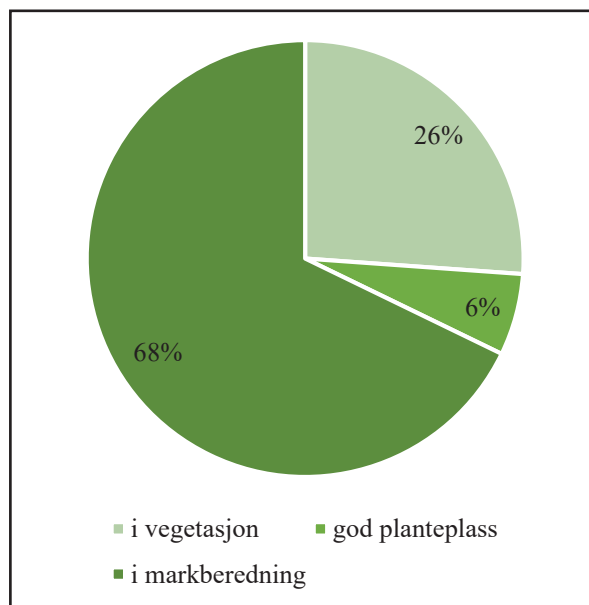
3.1 Registreringer

Det ble i alt registrert 1367 kulturplanter. Av disse var det 1217 furu og 150 gran. Maksimalt antall registrerte kulturplanter på et enkelt felt var 87 (20 prøveflater á 0,4 dekar). Minste antall registrerte kulturplanter pr. felt var 13. Det ble i alt registrert 950 vårplantet furu og 267 høstplantet furu. Naturlig foryngelse ble også registrert og høyden varierte mellom en og 130 cm. Her var det store variasjoner mellom feltene. I gjennomsnitt var det 26 naturlig foryngede furuplanter og to naturlig foryngede granplanter registrert pr. felt. Fem av feltene viste flere kulturplanter enn arbeidsinstruksen (Vedlegg 1). I de resterende 22 feltene var antall registrerte kulturplanter lavere enn arbeidsinstruksen. Sju felt hadde færre planter pr. daa (naturlig foryngelse inkludert) enn kravet om minimum plantetall for tilfredsstillende foryngelse.

Av alle kulturplantene ble 48 % funnet i vegetasjonen uten tilknytning til noen spesiell plante plass. Stubber og steiner var benyttet i liten grad (9 %) (Figur 3). I felt som var markberedt, stod mer enn to av tre planter i tilknytning til markberedt plante plass, mens nesten hver tredje plante stod i vegetasjonen eller på en god plante plass utenom markberedningen (Figur 4).



Figur 4. Prosentvis fordeling av alle planter (N = 1367) fordelt på plante plass. «MB» = markberedning. «v/ stubbe» og «v/ stein» er planter nærmere enn 30 cm fra stubber og steiner.



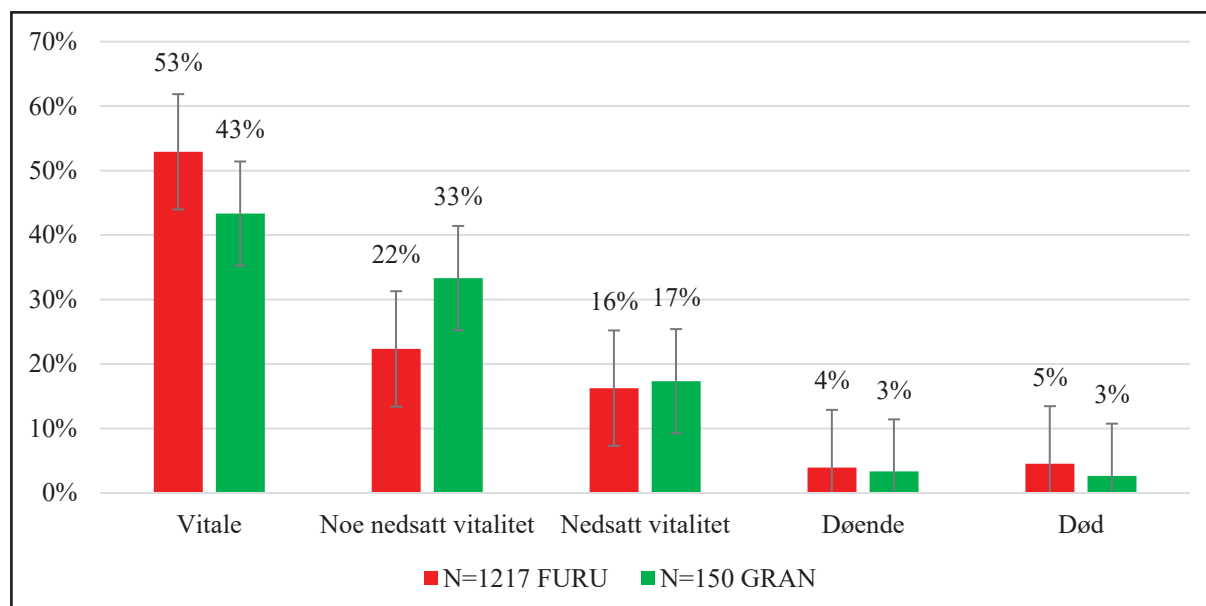
Figur 3. Prosentvis fordeling av plante plass for alle gran- og furuplanter i markberedte felt (N = 991). «god plante plass» er gode planteplasser utenom markberedningsflekker.

3.2 Vitalitet og avgang

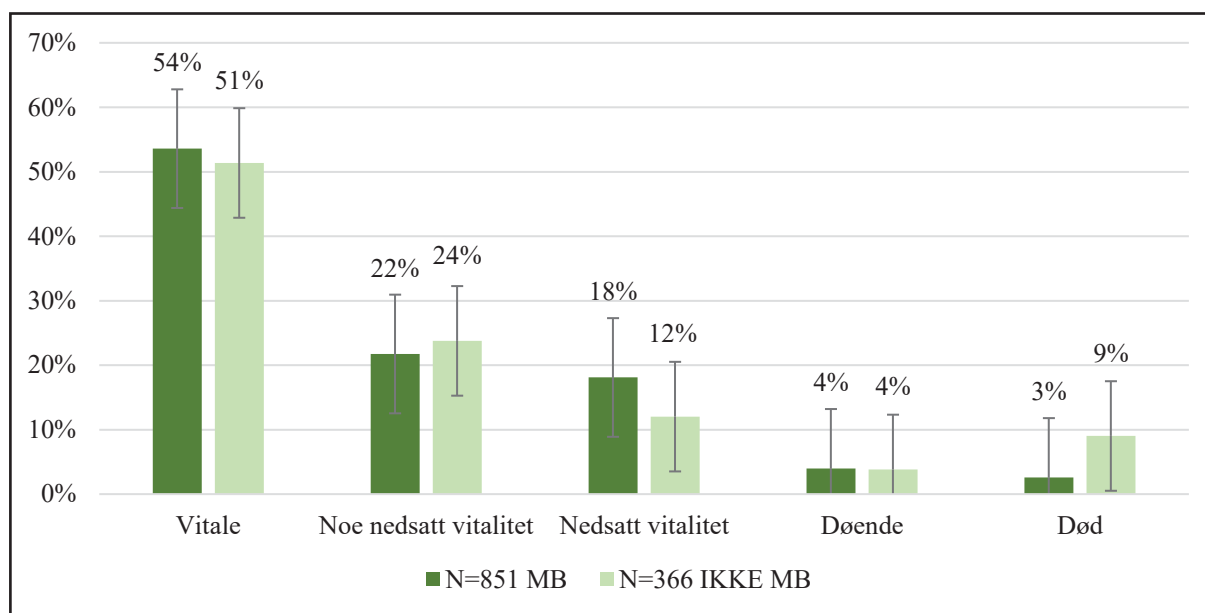
Av alle registrerte kulturplanter var i gjennomsnitt 49 % vitale, mens 43 % hadde noe nedsatt eller nedsatt vitalitet og 8 % var døende eller døde (Figur 5). Fem av feltene hadde flere planter pr. dekar enn angitt i arbeidsinstruksen og gjennomsnittlig avgang for disse var 9 % (Vedlegg 1). Det var ingen signifikante forskjeller i vitalitet mellom gran og furu ($p = 0,754$, Tabell 4).

I gjennomsnitt var 53 % av furuplantene vitale, mens 43 % av granplantene var vitale (Figur 5). I kategorien «noe nedsatt vitalitet» forekom i gjennomsnitt 22 % av furuplantene, og 33 % av granplantene. For kategorien «nedsatt vitalitet» var gjennomsnittlig andel planter omtrent lik. Gjennomsnittlig avgang (døende og død) for gran og furu var henholdsvis 6 % og 9 % (Figur 5).

Vitaliteten var signifikant bedre i markberedte enn i ikke-markberedte felt ($p < 0,001$, Tabell 4). For markberedte og ikke-markberedte felt var henholdsvis 54 % og 51 % av alle furuplantene vitale, og andelen med «noe nedsatt vitalitet» var henholdsvis 22 % og 24 % (Figur 6). I kategorien «nedsatt vitalitet» var i gjennomsnitt 18 % og 12 % av furuplantene for henholdsvis markberedt og ikke-markberedt felt. Gjennomsnittlig avgang (døende og død) for markberedt og ikke-markberedte felt var henholdsvis 7 % og 13 % (Figur 6).



Figur 5. Gjennomsnittlig vitalitetsklassifisering for alle registrerte kulturplanter av gran og furu. «Vitale» = friske planter. «Noe nedsatt» = noe svekkede planter. «Nedsatt vitalitet» = planter med tydelig svekkelse. «Døende» = Sterkt svekkede planter. «Død» = døde planter. Røde stolper avgir furuplanter, grønne stolper avgir granplanter.

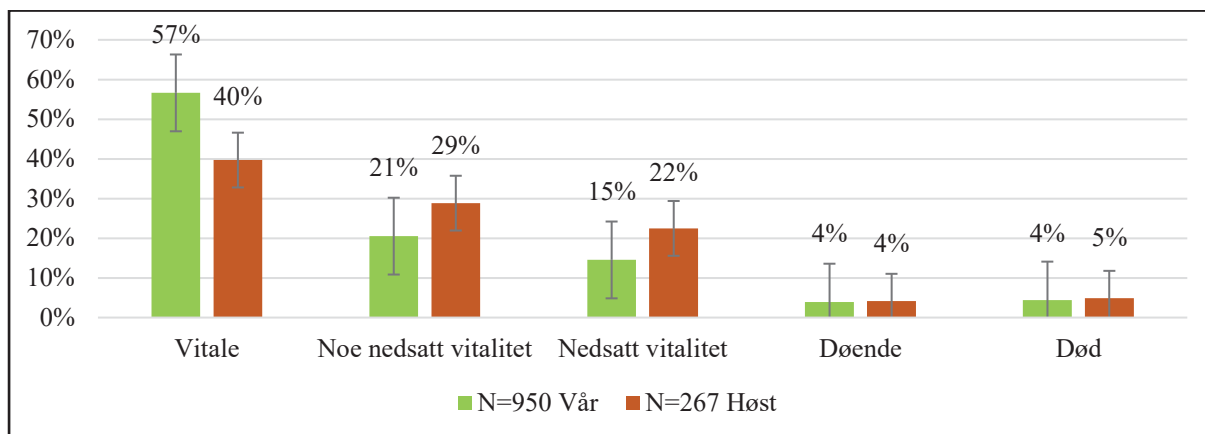


Figur 6. Gjennomsnittlig vitalitetsklassifisering for alle furuplanter. «Vitale» = friske planter. «Noe nedsatt» = noe svekkede planter. «Nedsatt vitalitet» = planter med tydelig svekkelse. «Døende» = Sterkt svekkede planter. «Død» = døde planter. Mørkegrønne stolper avgir markberedte felt og lysegrønne stolper avgir ikke-markberedte felt.

Det var ingen signifikant forskjell i vitalitet mellom vår- og høstplanting ($p = 0,786$, Tabell 4). Gjennomsnittlig andel «vitale» planter var henholdsvis 57 % og 40 % for vårplantinger og høstplantinger. Denne relative forskjellen i vitale planter var forskjøvet slik at det var flere høstplantede med «noe nedsatt» og «nedsatt» vitalitet (Figur 7). Videre var de gjennomsnittlige andelene «døende» og «døde» planter relativt sett ganske like. Gjennomsnittlig avgang (døende og død) for vår- og høstplanting var henholdsvis 8 % og 9 % (Figur 7).

Tabell 4. Resultater fra analysene av vitalitet som responsvariabel, vist i form av p-verdiene for hver forklaringsvariabel.

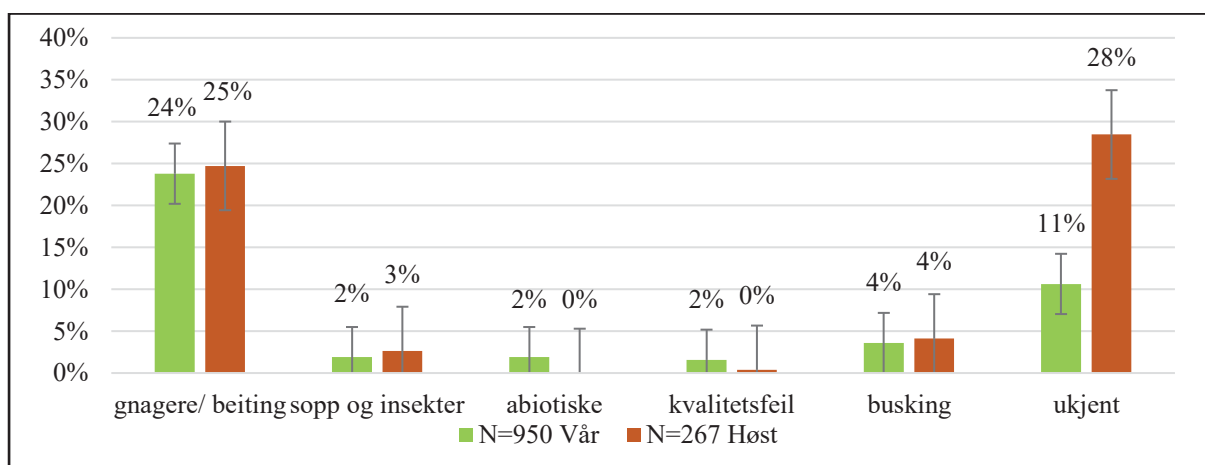
Responsvariabel	Forklaringsvariabel	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Vitalitet	Gran-furu	0.097	1	0.754
	Vår-høst	0.073	1	0.786
Vitalitet	Markberedning (felt)	13.560	1	< 0.001 ***
	Planteår	1.088	1	0.296



Figur 7. Gjennomsnittlig vitalitetsklassifisering for alle furuplanter. Relativ forskjell mellom vår- og høstplantet furu. «Vitale» = friske planter. «Noe nedsatt» = noe svekkede planter. «Nedsatt vitalitet» = planter med tydelig svekkelse. «Døende» = Sterkt svekkede planter. «Død» = døde planter. Grønne stolper avgir vårplantinger, brune stolper avgir høstplanting.

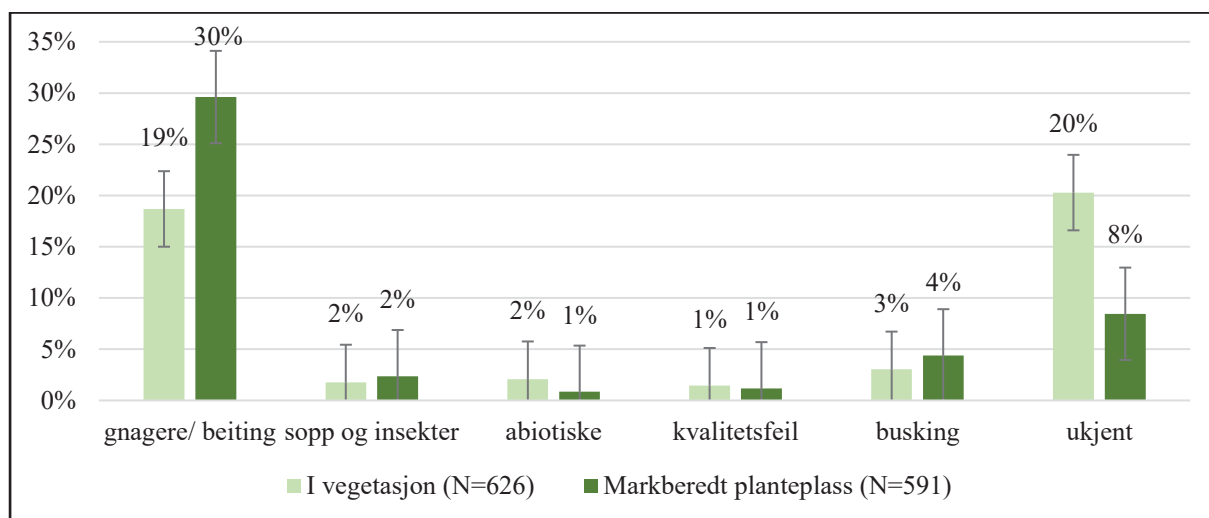
3.3 Skadeårsaker

Av alle furuplantene ble 47 % klassifisert med «noe nedsatt vitalitet» eller svakere klassifisering. Den hyppigste skadeårsaken var «gnagere/beiting» hvor 24 % av furuplantene inngikk. Videre ble 15 % av furuplantene klassifisert med skadeårsak «ukjent» og 4 % ble klassifisert med «busking». Skadeårsakene «sopp og insekter», «abiotiske» og «kvalitetsfeil» utgjorde henholdsvis 2 %, 1 % og 1 % av alle furuplantene. Fordelt på vår- og høstplanting var det ingen klare trender i forekomsten av de ulike skadeårsakene (Figur 8). Kategorien «ukjent» var i gjennomsnitt 28 % for høst og 11 % for vår (Figur 8). Det var ingen signifikant forskjell for «ukjent» mellom vår- og høstplanting ($p = 0,843$, Tabell 5). I kategorien «ukjent» inngikk det et felt med mange planter som sannsynligvis hadde tørket (høstplantet).



Figur 8. Andel furuplanter fordelt på skadeårsaker. 57 og 40 % vitale planter fra henholdsvis vår- og høstplanting vises ikke i figuren, men inngår i N=antall planter. Grønne stolper avgir vårplantinger, brune stolper avgir høstplanting.

Det var signifikant ($p = 0,034$, Tabell 5) flere furuplanter som var beita i tilknytning til markberedt planteplass (planteplass 4, 5 og 6) kontra planter i ikke-markberedt planteplass (planteplass 1, 2 og 3) med henholdsvis 30 og 19 % (Figur 9). Beiting var negativt korrelert med meter over havet ($p < 0,001$, Tabell 5) som betyr at beiting avtar med økende høyde over havet. Beiting var også negativt korrelert med vernskog og positivt korrelert med ordinær skog ($p = 0,023$, Tabell 5) som betyr at det var mindre beiting i vernskogområdene. For plantene på ikke-markberedte planteplasser ble 20 % klassifisert med «ukjent» skadeårsak i motsetning til markberedte planteplasser hvor 8 % ble klassifisert med «ukjent» skadeårsak. Det var ingen signifikant forskjell mellom planteplasser ($p = 0,072$, Tabell 5) for kategorien «ukjent».

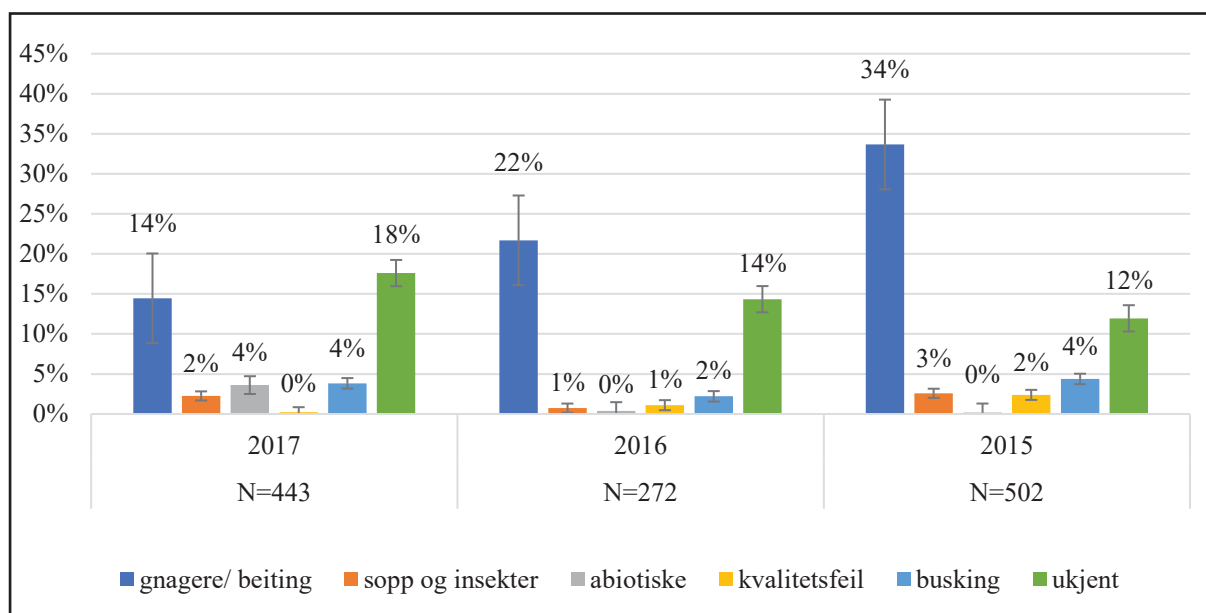


Figur 9. Andel furuplanter fordelt på skadeårsaker. 53 og 53 % vitale planter fra henholdsvis markberedt- og ikke-markberedt planteplass vises ikke i figuren, men inngår i $N =$ antall planter. Mørkegrønne stolper avgir markberedte felt og lysegrønne stolper avgir ikke-markberedte felt.

Det var ingen signifikant forskjell i busking mellom planter i eller utenfor markberedt planteplass ($p = 0,252$, Figur 9). Det var heller ingen forskjell i forekomsten av busking mellom plantear (p = 0,698, Figur 10). Omfanget av beiteskader viste en økende trend med alder etter planting ($p = 0,0151$, Figur 10). For «ukjent» var det ingen signifikant forskjell mellom plantear ($p = 0,846$). «Abiotiske» skader ble kun påvist på planter fra plantear 2017 og ingen fra 2015 og 2016. Det var en forskjell mellom plantear for «kvalitetsfeil» ($p = 0,009$), men svært få planter inngår i denne kategorien.

Tabell 5. Resultater fra analysene av de ulike skadeårsakene som responsvariabler, vist i form av p-verdiene for hver forklaringsvariabel.

Responsvariabel	Forklaringsvariabel	Chisq	Df	Pr(>Chisq)	
Beiting	Vår-høst	0.019	1	0.889	
	Markberedning (planteplass)	4.487	1	0.034	*
	Planteår	5.904	1	0.015	*
Beiting	Moh.	12.359	1	< 0.001	***
	Vernskog	5.120	1	0.023	*
Busking	Vår-høst	0.232	1	0.629	
	Markberedning (planteplass)	1.309	1	0.252	
	Planteår	0.150	1	0.698	
Ukjent	Vår-høst	2.978	1	0.084	
	Markberedning (planteplass)	3.236	1	0.072	
	Planteår	0.037	1	0.846	
Abiotiske	Vår-høst	0.429	1	0.512	
	Markberedning (planteplass)	1.425	1	0.232	
	Planteår	10.074	1	0.001	**
Sopp og insekter	Vår-høst	0.212	1	0.644	
	Markberedning (planteplass)	0.039	1	0.843	
	Planteår	0.064	1	0.800	
Kvalitetsfeil	Vår-høst	2.146	1	0.142	
	Markberedning (planteplass)	0.205	1	0.650	
	Planteår	6.798	1	0.009	**



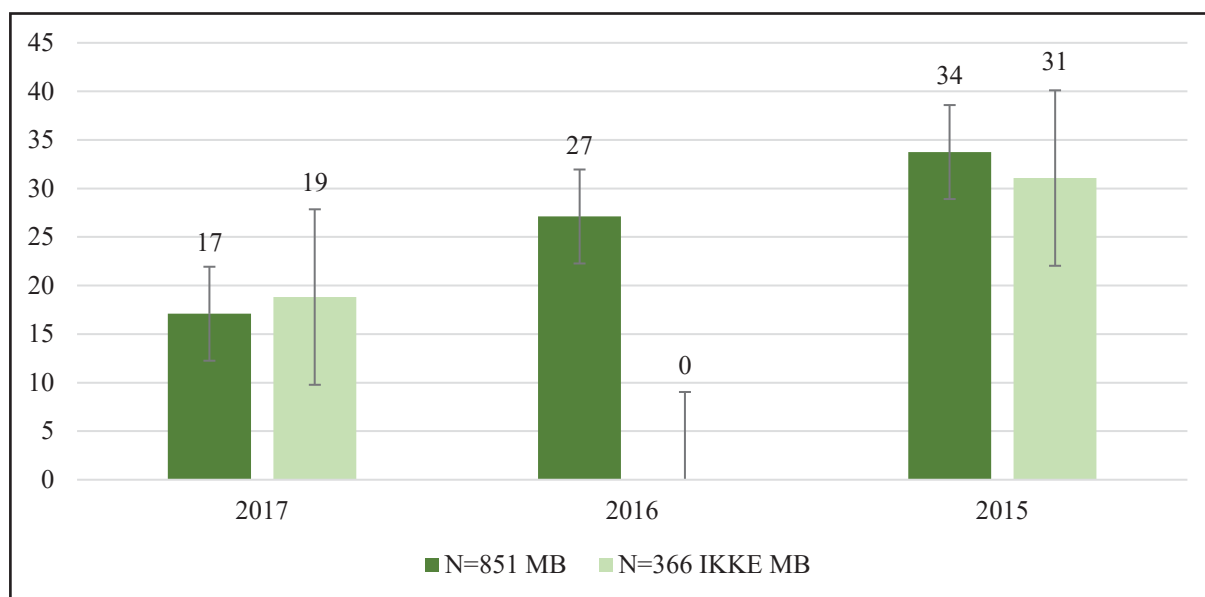
Figur 10. Viser andel skadde planter etter skadeårsak fordelt på planteår. 58, 60 og 45 % vitale planter fra henholdsvis 2017, 2016 og 2015 vises ikke i figuren, men inngår i N = antall planter.

3.4 Høyde

Gjennomsnittlig høyde for furuplanter plantet i 2015, 2016 og 2017 var henholdsvis 33 cm, 27 cm, og 18 cm. Den høyeste planten ble målt til 85 cm og var plantet våren 2015 i kant av markberedningsflekk. Gjennomsnittlig høyde for vår- høstplanting var henholdsvis 27 cm og 24 cm, men var ikke signifikant forskjellige ($p = 0,421$, Tabell 6). For markberedte og ikke-markberedte planteplass var det ingen signifikant forskjell i høyde ($p = 0,588$, Tabell 6, Figur 11). Det var signifikant forskjell i høyde mellom planteår ($p < 0,001$, Tabell 6).

Tabell 6. Resultater fra analysene av høyde som responsvariabel, vist i form av p-verdiene for hver forklaringsvariabel.

Responsvariabel	Forklaringsvariabel	Chisq	Df	Pr(>Chisq)
Høyde	Vår-høst	0.647	1	0.421
	Markberedning (planteplass)	0.292	1	0.588
	Planteår	25.357	1	< 0.001 ***



Figur 11. Gjennomsnittlig høyde for furuplanter fordelt på planteår og markberedte og ikke-markberedte felt. Mørkegrønne stolper avgir planter i markberedte felt. Lysegrønne stolper avgir planter i ikke-markberedte felt. Høyden er oppgitt i cm. Det fantes ingen ikke-markberedte felt plantet høsten 2016 i undersøkelsen.

4. Diskusjon

Markberedningen viste en positiv effekt på plantenes vitalitet i mitt studie. Det var flere helt friske planter i tilknytning til markberedte enn ikke-markberedte felt. Avgangen (døende og døde) var i gjennomsnitt lavere for markberedte felt med 7 % mot 13 % for ikke-markberedte felt (Figur 6).

Resultatene er i tråd med min hypotese om at markberedning påvirker plantenes vitalitet positivt og tidligere forskning (Johansson et al., 2013; Long et al., 2004). Markberedning i kombinasjon med planting har blitt mer vanlig og har flere fordeler når det kommer til overlevelse (Johansson et al., 2013; Nilsson et al., 2010), blant annet bedre beskyttelse mot snutebiller og konkurrerende vegetasjon (Nilsson et al., 2010).

Markberedningsmetode kan ha betydning for overlevelse. Luoranen og Rikala (2013) viste noe bedre overlevelse for planter i omvendt torv sammenlignet med stripemarkberedning. På mine felt var det i hovedsak benyttet flekkmarkberedning med gravemaskin. Kun et felt var stripemarkberedt. Markberedningen viste ingen effekt på plantehøyden i min undersøkelse. Dette samsvarer med Luoranen og Rikala (2013), men står i kontrast til andre studier som viser en positiv effekt av markberedning på plantehøyde (Johansson et al., 2013; Long et al., 2004).

Høydemålingene i min undersøkelse er kun gjennomført en gang per felt, og forteller lite om plantenes høydeutvikling utover mulig sammenheng mellom planteår og plantehøyde. Høyderegreringene må derfor betraktes som et situasjonsbilde. Det var signifikant forskjell i høyde for de ulike planteårene, men det er ikke tatt hensyn til plantetidspunktet innad i hvert år, noe som skaper stor variasjon i antall vekstdøgn. Et annet problem med høydedataene var mekaniske skader som f.eks. beiting som førte til lavere høyde. Høydemålingene ble gjort med tommestokk, og planter i markberedningsfleck var lettere å måle enn planter i vegetasjonen. Humusen gjorde det vanskelig å bestemme jordoverflaten og hvor rothalsen stakk opp fra pluggen. Potensielt like høye planter kunne være satt dypt en plass og grunnere en annen og således bli registrert med ulik høyde.

Jeg fant ingen forskjell i vitalitet mellom vår- og høstplantingene. Dette er i tråd med Luoranen (2018), men resultatene støtter ikke min hypotese om bedre vitalitet for vårplanting kontra høstplanting. I motsetning til min hypotese fant Luoranen et al. (2018) bedre vitalitet hos vårplantingene kontra høstplantingene. I mitt studie var antallet observasjoner noe skjevt fordelt på vår- og høstplanting med henholdsvis 20 og sju felt (Tabell 2). Værforholdene de aktuelle årene kan spille en viktig rolle for overlevelsen og avgangen. Gjennomsnittlig avgang (døende

og døde) var omtrent lik, med 8 % og 9 % for henholdsvis vår- og høstplanting. Luoranen og Rikala (2013) viste omtrent samme nivå på avgangen.

Det var ingen signifikant forskjell i vitalitet mellom treslagene (gran og furu) (Tabell 4). Noen tidligere undersøkelser har vist liknende resultat (Johansson et al., 2015; Luoranen, 2018), mens andre studier har funnet større avgang for furu sammenlignet med gran (Luoranen et al., 2018). Dette kan selvsagt skyldes flere lokale og også ukjente variabler. Lokalklima på de ulike feltene kan påvirke resultatene ulikt. Det må også påpekes at antallet observasjoner av gran var lavt (150), sammenlignet med antallet furuplanter (1217) (Figur 5). Forskjellen mellom gran og furu var ikke fokuset i denne studien, men er interessant å nevne fordi flere av feltene var tilplantet med begge deler.

Av alle furuplantene var i gjennomsnitt 47 % skadet (Figur 5). Et liknende skadeomfang er vist tidligere av Luoranen et al. (2018). Avgangen (døende og død) på 9 % i mitt studie kan betraktes som «normal». I flere felt var det et misforhold mellom observerte planter pr. daa og arbeidsinstruksen som kan ha ført til en underestimering av avgangen.

Nesten hver fjerde furuplante i mitt studie var beitet. I motsetning til min hypotese om lite beiteskader og noen tidligere studier (Johansson et al., 2015; Luoranen et al., 2018) var beiting den vanligste skadeårsaken. Dette var et noe uventet resultat, fordi plantene stort sett var under normal snødybde (Figur 11). Luoranen og Rikala (2013) viste også beiteskader på så mange som 14-40 % av plantene etter 5 år. I denne sammenheng er det interessant å nevne at det var en tendens til at beiteskader forekom oftere når plantene sto på markberedt planteplass sammenlignet med annen planteplass (Figur 9).

Min hypotese var at markberedning ville redusere beiteskader, basert på tidligere forskning fra Sør-Sverige Johansson et al. (2013). En annen svensk studie påpeker at snødekte småplanter vil være mindre utsatt for beiting av hjortevilt, men sammenhengen var noe uklar (Bergström & Bergqvist, 1999). Andre studier har vist et lavere omfang av beiteskader så tidlig i omløpet (Johansson et al., 2015; Luoranen & Rikala, 2013; Luoranen et al., 2018). Dette kan bl.a. skyldes vilttetthet, snødybder de aktuelle årene, tilgangen på annen plantebasert føde for viltet og ukjente faktorer. Om sommeren er matfatet langt større enn vinteren, og det er andre planter som foretrekkes (Wam & Hjeljord, 2010). Selv om plantene er skadet av beiting er det liten sannsynlighet for at disse dør. De vil sannsynligvis få en vekstreduksjon og deformasjoner som følge av beitingen.

Beiting i sammenheng med høyde over havet ble også undersøkt i mitt studie. Denne forklaringsvariabelen korrelerte negativt med beiting, hvilket betyr at beitingen avtar med høyde over havet. At beitingen avtar med høyde over havet kan skyldes geografien, topografien og elgens trekkruiter fra sommerbeite til vinterbeite. Det meste av elgen i Nord-Østerdal trekker ned fra de høyereliggende områdene i regionen til lavereliggende områder i Tynset og Tolga ved vinterens første snøfall (Helstad et al., 2005). Selv om elg sannsynligvis er den viktigste skadegjøreren i forhold til beiting i furuforyngelser kan andre arter også påføre beiteskader.

Flere av de beiteskadede plantene var trolig beitet av annet vilt. Hare og rådyr kan også beite furuplanter (Hjaltén et al., 2004; Luoranen & Rikala, 2013). Storfugl kan også være en skadegjører. Tiuren spiser nålene og det er vist at den velger nåler med høy konsentrasjon av N framfor trær med lavere konsentrasjon (Spidso & Korsmo, 1994), som kan tyde på at storfuglen velger kulturplantene framfor den naturlige furuforyngelsen. Den nevnte studien omhandler vinterbeite for storfuglen i større trær og en bør være forsiktig med å trekke paralleller til sommerbeite og småplanter.

Jeg undersøkte også sammenhengen mellom beiting og vernskog. Denne forklaringsvariabelen var signifikant og korrelerte negativt med beiting som betyr at det var mindre beiteskader i felt innenfor vernskogsgrensa (Tabell 5). Vernskogen i området er den høyereliggende skogen som i hovedsak grenser opp mot snaufjellet. Denne forklaringsvariabelen har selvsagt en sammenheng med høyde over havet, men andre faktorer kan spille inn her. For eksempel skjøtselsmetodene knyttet til vernskog. Lav bonitet i disse områdene fører til plantetall rundt 100-150 planter pr. dekar. Lavt plantetall sammen med småflater (1-2 dekar) og fjellskoghost kan gjøre området mindre attraktivt for beiting. Kulturforryngelsen blir spredt over et større areal enn på ei hogstflate med bedre bonitet og tettere planting. Treslagssammensetningen kan også være annerledes i fjellskogen enn den lavereliggende skogen. Likevel har en svensk studie vist at omfanget av beiting sannsynligvis har mere å gjøre med plantekarakteristikkene enn bestandskarakteristikkene (Bergström & Bergqvist, 1997).

De abiotiske skadene var svært få i min undersøkelse (1 %), og sammenfaller ikke med min hypotese om at de ville forekomme hyppigst. Luoranen et al. (2018) fant at frost og tørke var de viktigste og hyppigste årsakene til avgang.

Jeg har ikke sett spesifikt på hvilke skader som fører til avgang. Dette vil trolig endre skadebildet noe i forhold til det som kom fram av min undersøkelse. Skadeårsakene i min undersøkelse må sees på som et situasjonsbilde for plantene i alle vitalitetsklassene. De

abiotiske skadene vil sannsynligvis ha større betydning for avgangen. Det er heller ikke sikkert at beiteskadene vil bety noe mer enn en reduksjon av tilvekst og vitalitet tidlig i omløpet. Beiteskader i ungskogstadiet med reduksjon i virkeskvalitet midt på rotstokken vil ha langt større betydning for kvaliteten enn skader rundt stubbeavskjær. Av de andre skadene som ble registrert, vil busking sannsynligvis også føre til kvalitetsforringelse av virket.

Mellom vår- og høstplanting var det ingen forskjeller for alle skadeårsakene med unntak av kategorien «ukjent» (Figur 8). En årsak til denne relativt store forskjellen kan være et høstplantet felt hvor store deler av plantene sannsynligvis var rammet av tørke. Dette ble ikke påvist med sikkerhet og går derfor under kategorien «ukjent». Dette feltet var plantet høsten 2017, og var ikke markberedt. Den påfølgende våren og sommeren var svært tørr og plantene stod delvis flatt og i sørvendt helling.

Andelen i kategorien «ukjent» burde vært på et mye lavere nivå, men en annen studie har også vist at det kan være vanskelig å identifisere skadeårsakene i felt (Johansson et al., 2015). I kategorien «ukjent» inngår også en del planter med misfargede nåler og døde planter uten nåler som var vanskelig å identifisere skadeårsaker for ute i felt.

Sopp, insekter og abiotiske skadeårsaker kan være underestimert i denne studien. Sannsynligvis er en større andel av registreringene i «ukjent» relatert til sopp og abiotiske skader. Av de kjente soppskadene var snøskytte mest utbredt. Soppen førte ofte til avgang hos de infiserte plantene. Noen få planter var sannsynligvis angrepet av «knekksyke» (Furuas knekksopp), men dette ble ikke påvist med sikkerhet. Snutebilleskader ble også registrert flere områder, men i svært lite omfang. Dette har nok med studieområdets beliggenhet i forhold til klima og hvor godt snutebillen trives i disse omgivelsene. Likevel har det tidligere blitt påvist større snutebilleangrep i Nord-Østerdal (pers med E. B. Semmingsen 06.04.2019). Omfanget av snutebilleskader er funnet å være langt større i andre studier (Johansson et al., 2013; Luoranen & Rikala, 2013; Nilsson et al., 2010; Nordlander et al., 2011) Andre insektskader ble ikke funnet.

5. Konklusjon

Mine resultater tyder på at plantetidspunktet ikke har påvirket vitaliteten eller skadeårsakene i de undersøkte plantefeltene. Registreringene er utført kun én gang, så alle resultatene undersøkelsen må betraktes som et situasjonsbilde for de aktuelle feltene. Gjennomsnittlig avgang så ut til å være større for høstplantingene, men forskjellen i avgang separat ble ikke testet statistisk. Litteraturen er noe sprikende i akkurat spørsmålet mellom vår- og høstplanting, men planting til midt i juni og fra august og ut september viser gode resultater. Finsk litteratur advarer mot planting av furu etter september (Luoranen & Rikala, 2013). Riktig transport og lagring av plantene vil være viktige momenter for å unngå stressede planter og redusere avgang og bedre vitalitet (Johnsen & Kohmann, 2003).

Markberedningen viste seg å påvirke plantenes vitalitet positivt. Dette resultatet styrker dagens praksis med markberedning før planting, som også er underbygd av tidligere studier (Heiskanen & Rikala, 2006; Nilsson et al., 2010; Orlander et al., 1998). Likevel tyder mine resultater på at beiting forekommer oftere ved markberedning. Jeg kan ikke trekke noen konklusjon på bakgrunn av dette. Jeg har kun funnet litteratur som viser det motsatte, så her må mer forskning til for å styrke denne påstanden.

Liknende undersøkelser som min kunne vært utført i flere regioner av Hedmark og kunne gitt en mer total oversikt. At beiting var den mest utbredte skadeårsaken så tidlig i omløpet var noe overraskende. Likevel er det lite som tyder på at de beitede plantene vil dø. Virkeskvaliteten vil være interessant å følge med på i utviklingen av disse bestandene. Om det er slik at ca. hver fjerde plante er beitet i en eller annen grad 1-3 år etter planting, hvordan ser det da ut etter 10-20 år? Dette er viktige spørsmål en må stille seg i valg av foryngelsesform.

Når det gjelder vekst og høyde kan jeg med mitt datagrunnlag ikke trekke noen konklusjon. Vekst sammenlignet mellom kulturforryngelse og naturlig forryngelse vil være interessant å undersøke ute i felt. En økning i høydetilvekst over 20% for foredlet materiale sammenlignet med stedegent naturlig materiale vil i mange tilfeller bety en økning i bonitetsklasse.

Blanding av gran og furu ble ikke spesifikt undersøkt, men det ble ikke funnet noen forskjell i vitalitet mellom treslagene. Blandingsbestand er et interessant tema som bør undersøkes nærmere i forhold til overlevelse, vekst og produksjon i kulturforryngelser. Planting av furu kan vurderes av langt flere enn i dag. Hvilken foryngelsesstrategi en velger, bør vurderes i hvert enkelt tilfelle.

6. Litteratur

- Bergstrom, R. & Bergqvist, G. (1997). Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12 (3): 288-294. doi: Doi 10.1080/02827589709355412.
- Bergstrom, R. & Bergqvist, G. (1999). Large herbivore browsing on conifer seedlings related to seedling morphology. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14 (4): 361-367. doi: Doi 10.1080/02827589950152683.
- Edenius, L., Bergman, M., Ericsson, G. & Danell, K. (2002). The role of moose as a disturbance factor in managed boreal forests. *Silva Fennica*, 36 (1): 57-67. doi: 10.14214/sf.550.
- Fremming, O. R., Knudsen, M. F. & Storaas, T. (2014). *Elgbeiteskader på ungfuru: avstem fôrbehov og fôrproduksjon*. Ikkje berre ulv og bly : glimt frå forskninga på Evenstad: Oplandske bokforlag AS. Tilgjengelig fra: <https://brage.inn.no/inn-xmloi/handle/11250/278475> (lest 01.05.19).
- Grossnickle, S. C. (2005). Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 30 (2-3): 273-294. doi: 10.1007/s11056-004-8303-2.
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, 43 (5-6): 711-738. doi: 10.1007/s11056-012-9336-6.
- Grossnickle, S. C. & MacDonald, J. E. (2018). Why seedlings grow: influence of plant attributes. *New Forests*, 49 (1): 1-34. doi: 10.1007/s11056-017-9606-4.
- Haugsrud, L. H. (2018). *Maskinell og manuell planting av gran på hauglagte og inverterte markberedningsflekker: Effekter på utviklingen i høyde, diameter og mortalitet*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2564433> (lest 24.04.2019).
- Heiskanen, J. & Rikala, R. (2006). Root growth and nutrient uptake of Norway spruce container seedlings planted in mounded boreal forest soil. *Forest Ecology and Management*, 222 (1-3): 410-417. doi: 10.1016/j.foreco.2005.10.047.
- Helstad, E. O., Fremming, O. R., Storaas, T. & Solbraa, K. (2005). *Beiteskader og framtidig forvaltningsstrategi av elg i Nord-Østerdal - Røros elgregion, vestre arbeidsområde*, b. nr 5-2005. Elverum: Høgskolen i Hedmark.
- Hjalten, J., Danell, K. & Ericson, L. (2004). Hare and vole browsing preferences during winter. *Acta Theriologica*, 49 (1): 53-62. doi: Doi 10.1007/Bf03192508.

- Hyttiainen, K., Ilomaki, S., Makela, A. & Kinnunen, K. (2006). Economic analysis of stand establishment for Scots pine. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 36 (5): 1179-1189. doi: 10.1139/X06-023.
- Jansson, G., Hansen, J. K., Haapanen, M., Kvaalen, H. & Steffenrem, A. (2017). The genetic and economic gains from forest tree breeding programmes in Scandinavia and Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32 (4): 273-286. doi: 10.1080/02827581.2016.1242770.
- Johansson, K., Ring, E. & Hogbom, L. (2013). Effects of pre-harvest fertilization and subsequent soil scarification on the growth of planted *Pinus sylvestris* seedlings and ground vegetation after clear-felling. *Silva Fennica*, 47 (4). doi: ARTN 1016 10.14214/sf.1016.
- Johansson, K., Hajek, J., Sjolín, O. & Normark, E. (2015). Early performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* - a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30 (5): 388-400. doi: 10.1080/02827581.2014.987808.
- Johnsen, Ø. & Kohmann, K. (2003). *Flytting av planteproduksjon – konsekvenser for plantekvalitet*. Rapport fra Skogforsk 2003: Norsk institutt for skogforskning.
- Kringlebotn, T., Haget, D., Holaker, T., Kjær, R., Haug, F., Sandtrøen, M. & Nyberger, A. L. O. (2018). *Hedmarksskogbruket i tall. Skogfondregnskapet 2017 og skogstatistikk 2017*. Rapport fra Fylkesmannen i Hedmark 1/2018. Tilgjengelig fra: <https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-innlandet/000-annet/publikasjoner/fmhe-hedmarksskogbruket-i-tall/hedmarksskogbruket-i-tall-2017--final.pdf> (lest 01.05.2019).
- Landbruksdirektoratet. (2019). *Tømmeravvirkning og - priser*. Tilgjengelig fra: <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/skogbruk/tommeravvirkning#grunn> data (lest 19.03.2019).
- Long, J. N., Dean, T. J. & Roberts, S. D. (2004). Linkages between silviculture and ecology: examination of several important conceptual models. *Forest Ecology and Management*, 200 (1-3): 249-261. doi: 10.1016/j.foreco.2004.07.005.
- Lovdata. (2019). *Skogbrukslova. LOV-2005-05-27-31: Lov om skogbruk (skogbrukslova)*. Lovdata. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-05-27-31> (lest 01.05.2019).

- Luoranen, J. & Rikala, R. (2013). Field performance of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings planted in disc trenched or mounded sites over an extended planting season. *New Forests*, 44 (2): 147-162. doi: 10.1007/s11056-012-9307-y.
- Luoranen, J. (2018). Autumn versus spring planting: the initiation of root growth and subsequent field performance of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*, 52 (2). doi: ARTN 7813 10.14214/sf.7813.
- Luoranen, J., Saksa, T. & Lappi, J. (2018). Seedling, planting site and weather factors affecting the success of autumn plantings in Norway spruce and Scots pine seedlings. *Forest Ecology and Management*, 419: 79-90. doi: 10.1016/j.foreco.2018.03.040.
- NIBIO. (2019a). *Kilden - Skogportal*. Tilgjengelig fra: https://kilden.nibio.no/?X=6921741.47&Y=277447.94&zoom=4&lang=nb&topic=skogportal&bgLayer=gratone_cache&catalogNodes=625&layers=basis_utvalgte_stedsnavn,basis_kommunegrenser,basis_eiendomsgrenser&layers_opacity=0.75,0.75,0.75,1 (lest 10.01.2019).
- NIBIO. (2019b). *Lanbruksmeteorologisk tjeneste*: NIBIO - Landbruksmeteorologisk tjeneste. Tilgjengelig fra: http://lmt.nibio.no/agrometbase/getweatherdata_new.php (lest 19.03.2019).
- Nilsson, U., Luoranen, J., Kolstrom, T., Orlander, G. & Puttonen, P. (2010). Reforestation with planting in northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25 (4): 283-294. doi: 10.1080/02827581.2010.498384.
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K. & Nordenhem, H. (2011). Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forest Ecology and Management*, 262 (12): 2354-2363. doi: 10.1016/j.foreco.2011.08.033.
- Norsk klimaservicesenter. (2019). *Normalkart nedbør 1985-2014*. Tilgjengelig fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/Klimanormaler> (lest 11.01.2019).
- Orlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1998). Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* - 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13 (2): 160-168. doi: Doi 10.1080/02827589809382972.
- Rekdal, Y. & Angeloff, M. (2016). *Beiteressursar i Hedmark, ressursgrunnlag i utmark og areal av innmarksbeite i kommunar og fylke*. Rapport fra NIBIO 2/59/2016 Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2389549> (lest 01.05.2019).

- Rouvinen, S. & Kuuluvainen, T. (2005). Tree diameter distributions in natural and managed old *Pinus sylvestris*-dominated forests. *Forest Ecology and Management*, 208 (1-3): 45-61. doi: 10.1016/j.foreco.2004.11.021.
- Skogstyrelsen. (2019). *Produktion av skogsplantor 2018*: Skogstyrelsen. Tilgjengelig fra: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/statistiska-meddelanden/produktion-av-skogsplantor-jo0313/2018-statistiska-meddelanden-produktion-av-skogsplantor.pdf> (lest 01.05.2019).
- Smith, D. M., Larson, B. C., Kelty, M. J. & Ashton, P. M. S. (1997). *The practice of silviculture : applied forest ecology*. 9th ed. utg. New York: John Wiley & Sons.
- Spidso, T. K. & Korsmo, H. (1994). Selection of Feeding Trees by Capercaillie Tetrao-Urogallus in Winter. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9 (2): 180-184. doi: Doi 10.1080/02827589409382829.
- Statistisk sentralbyrå. (2019). *Skogavvirkning for salg, 22. januar 2019*. Årlig, foreløpige tall. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/skogav/aar-forelopige> (lest 01.05.2019).
- Svenska Skogsplantor. (2019). *Förädling*. Tilgjengelig fra: <https://www.skogsplantor.se/Fro/Foradling/> (lest 19.03.2019).
- Tomter, S. M. & Dalen, L. S. (2014). *Bærekraftig skogbruk i Norge*. Rapport fra Norsk institutt for skog og landskap 2014. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2440117> (lest 01.05.2019).
- Wam, H. K. & Hjeljord, O. (2010). Moose summer and winter diets along a large scale gradient of forage availability in southern Norway. *European Journal of Wildlife Research*, 56 (5): 745-755. doi: 10.1007/s10344-010-0370-4.

Vedlegg

Vedlegg 1

Tabell 7. Fem felt med flere planter enn arbeidsinstruksen. «V/H» viser om det er plantet vår eller høst. «MB» viser om det er markberedt eller ikke. «Furu/ Blanding» om det er rein furuplanting eller om det er blanding av både gran og furu. «reg. planter» viser antall registrerte planter i det aktuelle feltet. «Arb. Ordre» viser plantetallet oppgitt i arbeidsinstruksen for det aktuelle plantefeltet. «Pr. daa» viser utregnet antall planter pr. dekar. «Vit.» viser andelen vitale planter. «Ned.» viser andelen noe nedsatt og nedsatt vitalitet. «Avg.» viser andelen døende og døde planter.

Felt	Plantet	V/H	MB	Furu/ Blanding	reg. planter	Arb. ordre	Pr. daa	Vit.	Ned.	Avg.
3	2016	V	Ja	Blanding	70	170	175	87 %	9 %	4 %
8	2017	V	Nei	Blanding	59	100	148	51 %	39 %	10 %
15	2017	V	Ja	Furu	76	160	190	61 %	30 %	9 %
19	2017	H	Ja	Blanding	71	140	178	46 %	44 %	10 %
20	2017	H	Nei	Furu	87	140	218	34 %	54 %	11 %



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway