



Høgskolen i **Hedmark**

Campus Evenstad
Skog og utmarksfag

Frida Lise Skovdahl

Naturlig foryngelse av gran (*Picea abies*) etter åpne hogster

Bachelor i skogbruk/ 2009-2012

Bacheloroppgave (6SU298)

2012

Utlånsklausul:

Nei

Ja. Antall år

FORORD

Denne bacheloroppgaven er et resultat av en delproblemstilling til et prosjekt ved Norsk institutt for skog og landskap. Oppgaven skal vurdere mulighetene for å lykkes med naturlig foryngelse av gran på bonitet G14. Prosjektet er finansiert av Skogbrukets Utviklingsfond, Statens landbruksforvaltning (SLF), Stange kommune og Fylkesmannen avd. landbruk (FMLA) i Hedmark, Oppland og Nord-Trøndelag. I tillegg har Romedal og Stange Allmenning og Skogtiltaksfondet bidratt økonomisk i etableringsfasen til forsøkene.

I søken etter en problemstilling til en bacheloroppgave var jeg i samtale med Petter Økseter ved Høgskolen i Hedmark avd. Evenstad. Han var på et tidligere tidspunkt blitt kontaktet av Aksel Granhus ved Skog og landskap som ønsket en student fra Evenstad til å utarbeide en bacheloroppgave med utgangspunkt i prosjektet nevnt ovenfor. Jeg syntes prosjektet virket spennende, og kom dermed i kontakt med prosjektlederne, Inger Sundheim Fløistad og Aksel Granhus ved Skog og landskap.

Jeg vil rette en stor takk til mine veiledere, Inger Sundheim Fløistad og Aksel Granhus som har fulgt opp arbeidet med oppgaven tett og vært til stor hjelp. Jeg vil også takke Petter Økseter, som har vært min veileder fra Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad.

Evenstad, mai 2012.

Frida Lise Skovdahl

INNHold

| | |
|--|----|
| Sammendrag | 4 |
| Summary | 5 |
| | |
| 1. Innledning | 6 |
| | |
| 2. Metode og materiale | 8 |
| 2.1. Forsøkslokalitetene og forsøksdesign | 8 |
| 2.2. Markberedning | 8 |
| 2.3. Såing | 9 |
| 2.4. Registreringer | 10 |
| 2.4.1. Spiring av gran | 10 |
| 2.4.2. Nedbør og temperatur | 10 |
| 2.4.3. Jorddybde kornfordeling | 12 |
| 2.5. Beregninger/ dataanalyser | 13 |
| | |
| 3. Resultater | 14 |
| 3.1. Effekt av alder på markberedningsflekkene | 14 |
| 3.2. Effekt av alder på hogstflata ved tidspunkt for markberedning | 15 |
| 3.3. Andel markberedningsflekker uten spireplanter | 16 |
| | |
| 4. Diskusjon | 18 |
| 4.1. Effekt av alder på markberedningsflekkene | 18 |
| 4.2. Effekt av alder på hogstflata ved tidspunkt for markberedning | 20 |
| 4.3. Begrensninger i datamaterialet | 21 |
| 4.4. Konklusjoner | 22 |
| Litteratur | 23 |

SAMMENDRAG

I denne oppgaven har jeg vurdert effekten av å koordinere markberedning mot et forventet frøår i gran (*Picea abies*), gjennom å se på spiring og første års planteetablering i markberedningsflekker med ulik alder. Forsøket undersøker også om resultatene blir påvirket av alder på hogstflata ved tidspunkt for markberedning. To forsøksfelt, der vegetasjonstypen var henholdsvis småbregneskog og blåbærskog, ble etablert på bonitet G14 i Stange Allmenning. Feltene ble avvirket ved snauflatehogst i 2007. Forsøksfeltene ble inndelt i tre gjentak, og innenfor hvert av gjentakene ble flekkmarkberedning utført høsten 2008, 2009 og 2010. For å simulere naturlig frøfall ble flekkene sådd med bestandsfrø av lokal proveniens i henholdsvis ferske, ett år gamle og to år gamle markberedningsflekker, og i flekker etablert på henholdsvis fersk, ett år gammel og to år gammel hogstflate. På feltet med småbregneskog var det liten forskjell i antall spireplanter mellom ferske og ett år gamle flekker, mens de to år gamle flekkene hadde signifikant færre planter. På feltet med blåbærskog var det generelt lav spireprosent alle årene. Det var ingen signifikant forskjell mellom ferske og to år gamle flekker, men i de ett år gamle flekkene etablerte det seg signifikant færre spireplanter. På begge hogstfeltene hadde markberedning på ett og to år gammel hogstflate ingen negativ effekt på spiring og planteetablering, sammenlignet med markberedning når hogstflata var fersk.

Resultatene bekreftet at markberedning bør utføres mot et forventet frøår, for å lette spiring og planteetablering før konkurrerende vegetasjon rekker å etablere seg i flekkene. Økende alder og gjengroing på hogstfeltet ved tidspunkt for markberedning hadde ingen negativ effekt på spireresultatene. I første rekke var det derimot årlige variasjoner i nedbør som i stor grad styrte spiring og planteetablering.

Nøkkelord: Frøfall, Gran (*Picea abies*), markberedning, vegetasjonskonkurranse

SUMMARY

*Natural regeneration of Norway spruce (*Picea abies*) after clearcut*

In this bachelor thesis I have evaluated the effect of coordinating scarification towards an expected seed-fall in Norway spruce (*Picea abies*), by looking at germination and first-year seedling establishment in scarification patches of different age. The study also addresses whether the result is affected by clear-cut age at the time of scarification. The experiment was established in two clear-cut stands on site index class G14 in Stange Common, southeast Norway. The vegetation type in the first stand was small fern woodland, whereas the second stand was classified as bilberry woodland. The stands were harvested in 2007. In 2008 they were divided into three replicates, and within each replicate scarification was conducted in autumn 2008, 2009 and 2010. To simulate seed-fall, the patches were sown with stand origin seeds of local provenance in fresh, one year old and two year old scarification patches, and in patches established on fresh, one year old and two year old clear-cuts. On the field with small fern woodland there was little difference in the number of germinating plants on fresh and one year old patches, but in the two-year-old patches there was a significant decrease. On the field with bilberry woodland the germination percentage was generally low every year. There was no significant difference between fresh and two-year-old patches, but in the one-year-old patches there were significantly fewer established seedlings. The year of scarification had no effect on germination and plant establishment.

The results confirmed that scarification should be carried out towards an expected seed-year, to facilitate germination and seedling establishment before competing vegetation establishes in the scarified patches. However, increasing age of the clear-cuts had no negative effect on the germination results. Annual variation in rainfall was most likely the main factor affecting germination and plant establishment in this study.

Key words: Seed-fall, Norway spruce (*Picea abies*), scarification, competing vegetation

1. INNLEDNING

For skogeier er valg av foryngelsesmetode på midlere granboniteter en vurdering mellom planting og naturlig foryngelse. Planting velges gjerne der naturlig foryngelse er ventet å gi et svakere resultat. På de mest frodige vegetasjonstypene er ofte planting å foretrekke, grunnet konkurranse fra annen markvegetasjon som hindrer spireplantenes etablering og vekst (Skoklefald, 1992). Planteaktiviteten har gått ned de senere årene, og tall fra statistisk sentralbyrå viser en nedgang i tilplantede arealer etter avvirkning, uten at det kan forklares med en reduksjon av hogstkvantumet (SSB, 2010).

For å øke mulighetene for tilfredsstillende etablering ved naturlig foryngelse er det nødvendig med god frøtilgang og et godt spireleie. I granskog kan frøtilgangen være en minimumsfaktor, da grana kjennetegnes av markerte frøår og vanligvis produserer få eller ingen frø i årene mellom disse. Gode frøår for grana kan inntreffe hvert 3. til 4. år i lavlandet, mens det i høyereliggende strøk kan inntreffe kun hvert 8. til 10. år (Braastad, Huse, & Pettersen, 1994). Men frøårene kan også inntreffe sjeldnere. Sarvas (1957) fant at grana kun hadde gode frøår med 12 til 13 års mellomrom i sørligere deler av Finland. Det er heller ikke uvanlig at det kan gå flere tiår mellom frøårene i fjellskog og lenger nord i landet (Solbraa, 1990). Furu har derimot en mer jevn frøproduksjon, og i lavlandet produseres det noe spiredyktige frø hvert år (Skoklefald, 1992).

Et godt spireleie kan etableres gjennom markberedning. Ved markberedning blottlegges mineraljorda slik at konkurransen fra annen vegetasjon blir redusert. Markberedning gir også mer stabil tilgang på fuktighet, samt økt jordtemperatur som reduserer sjansen for frost (Bjør 1965; Bjør, 1971). Markberedningen bør skje i forkant av et ventet frøår, da gjengroing vil øke med markberedningsflekkenes alder (Karlsson & Örlander, 2000; Hanssen, Granhus, Brække, & Haveraaen, 2003). Følgene av en slik praksis vil føre til at hogstflata blir liggende i noe tid før markberedning, og dess lenger flata blir liggende jo mer vegetasjon rekker å etablere seg på feltet (Nilsson & Örlander, 1999).

Romedal og Stange Allmenning (RASA) i Hedmark fylke la om sin foryngelsesstrategi fra planting til naturlig foryngelse på G14 bonitet i 2001 (Granhus & Fløistad, 2010). Senere foryngelseskontroller i allmenningenes egen regi viste at foryngelsesresultatene ikke holdt mål på store deler av arealene. I samarbeid med Norsk institutt for skog og landskap, heretter kalt Skog og landskap ble det derfor etablert et prosjekt for å vurdere mulighetene for å lykkes med naturlig foryngelse på bonitet G14. Som et ledd i prosjektet ble 99 bestand som var markberedt i perioden 2001-2006 taksert, og resultatene viste et vesentlig bedre foryngelsesresultat i de bestandene der markberedning var gjennomført rett før frøfallet i 2006 (Granhus & Fløistad, 2010).

En annen målsetting i prosjektet ved Skog og landskap var å se på problemstillingene mer eksperimentelt. Dersom skogeier skal tilpasse skogskjøtselen mot mer satsing på naturlig foryngelse og tilpasning av markberedning mot forventede frøår, er det et spørsmål hvordan resultatet av markberedningen påvirkes av alderen på hogstflata, og hvor raskt kvaliteten på spireforholdene i markberedningsflekkene reduseres. Mitt arbeid tar for seg noen av resultatene fra denne delen av prosjektet. Problemstillingen i forsøket er todelt; (1): Hvordan blir spireresultatet når skogeier lar hogstflata ligge ett eller to år før markberedning? (2): Hvordan blir spireresultatet i markberedningsflekker som henholdsvis er ferske, ett år gamle og to år gamle?

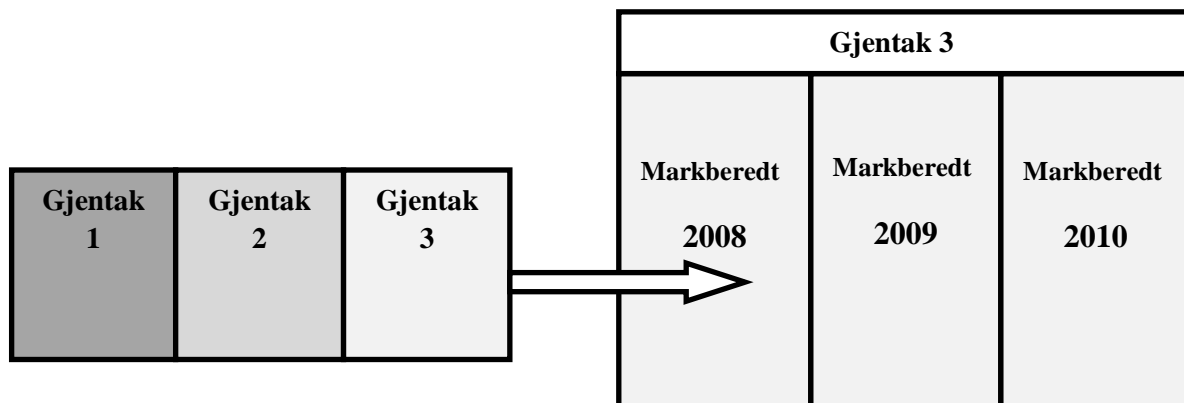
2. METODE OG MATERIALE

2.1. Forsøkslokalitetene og forsøksdesign

To forsøksfelt ble etablert i Stange allmenning, ett felt på vegetasjonstype blåbærskog og ett felt i småbregneskog. Feltet med blåbærskog var lokalisert ved Veensvangen (60,56365°N 11,29296°Ø), og feltet med småbregneskog var lokalisert ved Svenskekoia (60,59299°N 11,35127°Ø). Begge feltene lå i moderat helling og mellom 380-400 moh. Feltet ved Svenskekoia var nordvendt, og dermed mer fuktig enn feltet ved Veensvangen som var vestvendt. Bestandene var hogd i 2007 og forsøksfeltene ble merket opp i september 2008. Hvert av forsøksfeltene ble inndelt i tre gjentak (figur 1). Innenfor hvert av gjentakene ble markberedning gjennomført på ny parsell hvert av årene. Hver markberedningsfleck som skulle inngå i forsøket ble merket med fire hjørnepinner slik at hver flekk utgjorde 25*50 cm. På hvert felt og innenfor hvert gjentak ble 60 flekker merket opp etter markberedning i 2008, slik at 20 flekker kunne såes i hvert av årene 2009, 2010, 2011 (tabell 1). Etter markberedning i 2009 og 2010 ble på samme måten henholdsvis 40 og 20 flekker merket for såing.

2.2. Markberedning

Markberedningens utforming var såkalt flekk, og ble utført med en lassbærer med torads markberedningsaggregat av type Donaren 870H. Markberedningen ble foretatt hvert år i starten av oktober. Innenfor hvert av gjentakene ble det markberedt et avgrenset område i 2008, deretter et nytt område i 2009 og i 2010 (figur 1).



Figur 1. Hvert forsøksfelt var delt inn i tre gjentak, og markberedning ble gjennomført på en ny parsell i alle gjentakene hver høst 2008-2010.

2.3. Såing

For å simulere naturlig frøfall sådde vi markberedningsflekkene med bestandsfrø av gran (*Picea abies*) fra sankeområde Romedal (frøparti F07-039). For hvert gjentak og markberedningsår ble 20 flekker tilsådd, med 40 frø/flekk innenfor de oppmerkede rutene på 25*50 cm. Tidspunkt for registrering av spiring og overlevelse fremkommer av tabell 1. Første såing ble gjennomført i mai 2009 på fersk hogstflate og i ferske markberedningsflekker. Andre såing ble gjennomført i mai 2010 på ett år gammel flate både i ferske flekker markberedt høsten 2009, og på flekker som var markberedte i 2008. Tredje såing ble gjennomført i mai 2011 på to år gammel flate i både ferske flekker markberedt høsten 2010, og eldre flekker markberedt henholdsvis høsten 2009 og 2008.

Tabell 1: Viser tidspunkt for markberedning, såing og registrering av spiring og overlevelse i tilsådde markberedningsflekker som inngikk i denne oppgaven.

| Mark beredt | Såtidspunkt | 2009 | | | 2010 | | | 2011 | | |
|-------------|-------------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|
| | | mai | juli | okt | mai | juli | okt | mai | juli | Okt |
| 2008 | 2009 | | x | x | | | | | | |
| | 2010 | | | | | x | x | | | |
| | 2011 | | | | | | | | x | X |
| 2009 | 2010 | | | | | x | x | | | |
| 2010 | 2011 | | | | | | | | x | X |

2.4. Registreringer

Takseringene ble utført av Aksel Granhus og Inger Sundheim Fløistad, samt forskningsteknikere fra både Skog og landskap og Bioforsk. I tillegg deltok to studenter (inkludert meg selv) fra Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad under feltarbeidet i 2011.

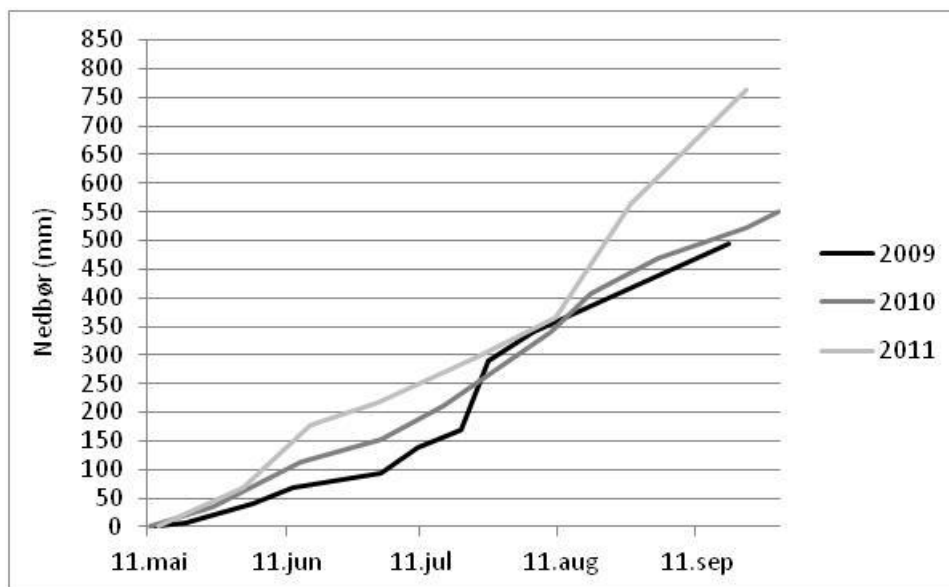
2.4.1. Spiring av gran

Spiring og overlevelse ble fulgt i alle markberedningsflekkene den første vekstsesongen etter hver såing. Hvert enkelt år ble det i begynnelsen av juli registrert antall spireplanter innenfor de oppmerkede 25*50 cm i hver nysådde flekk. I tillegg ble hver spireplante merket med en plastpinne, og innmålt med X og Y koordinat i et koordinatsystem. Dette gjorde det mulig å følge opp hvert enkelt individ. I månedsskiftet september/oktober samme år ble alle markberedningsflekkene gått gjennom på ny for å registrere overlevelse/planteavgang gjennom sommeren, og eventuelle planter som hadde spirt etter registreringen i begynnelsen av juli.

Etter markberedning i 2008 og 2009 ble det registrert spiring fra naturlig frøfall i 20 usådde markberedningsflekker som var ferske, og i 2010 ble det registrert spiring fra naturlig frøfall i 10 flekker. Disse registreringene ble foretatt for å korrigere/nedjustere planteantallet i de tilsådde flekkene for eventuell spiring fra naturlig frøfall.

2.4.2. Nedbør og temperatur

Nedbør (mm) ble målt hvert år på feltet Veensvangen (figur 2). I mai hvert år satte vi ned ei plastkanna med trakt som ble tømt 9 ganger i løpet av perioden mai- september. Plastkanna ble nedgravd slik at kun trakta var over bakkenivå, for å redusere evt. fordampning. Ved tømning målte vi vannmengden i ml og beregnet ut fra dette nedbøren i mm ut fra traktas diameter. Temperaturdata for hvert av årene (tabell 2) ble hentet fra værstasjonen Hamar (Disen) gjennom klima (MET, 2012).



Figur 2. Akkumulert nedbør hvert år for perioden mai-september.

Tabell 2: Månedsmiddeltemperatur (°C) for mai-oktober 2009-2011 (MET, 2012).

| | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------------|------|------|------|
| Mai | 11,2 | 9,6 | 10,4 |
| Juni | 14,5 | 14,5 | 15,6 |
| Juli | 16,4 | 17,4 | 17,1 |
| August | 15,1 | 15,3 | 15,2 |
| September | 11,6 | 9,5 | 11,7 |
| Oktober | 2,4 | 3,9 | 5,7 |

2.4.3. Jorddybde og kornfordeling

På hvert av feltene og gjentakene målte vi jorddybde, i alt 3 prøver per gjentak. Vi brukte en spiss stang (1 m lang) og målte total jorddybde, samt tykkelsen av ulike sjikt i den øvre organiske delen og bleikjordsjiktet (E) i mineraljord (tabell 3). Sjiktet med organisk materiale ble delt inn i 3 deler: L, F og H.

- L: Strølaget. Består av relativt friske planterester.
- F: Består av delvis omsatte planterester.
- H: Består av fullstendig omsatt organisk materiale.

I enkelte tilfeller var det usikkert om målestanga traff stein eller fjell. Jorddybden nedenfor er derfor oppgitt som minimum jorddybde (tabell 3).

Tabell 3. Gjennomsnittlig tykkelse (cm) av de ulike sjiktene og minimum jorddybde (cm). Hver verdi er gjennomsnittet av 9 prøver.

| | L | F | H | E | Minimum Jorddybde |
|-------------|----------|----------|----------|----------|--------------------------|
| Svenskekoia | 1,9 | 2,3 | 2,1 | 9,1 | 69,3 |
| Veensvangen | 2,6 | 2,9 | 1,8 | 10,0 | 69,4 |

Kornfordelingsprøver ble tatt på hvert felt og gjentak (tabell 4). På hvert av gjentakene ble det tatt 3 prøver fra de øverste 10 cm av mineraljorda, som deretter ble slått sammen til en felles prøve for hvert felt. De sammenslåtte prøvene ble analysert på jordlaboratoriet hos Skog og landskap etter standard metode (Krogstad, Jørgensen, Sogn, Børresen & Kolnes, 1991).

Tabell 4. Mineraljordas kornstørrelsesfordeling (%). Dominerende kornstørrelse var sand (0,6-0,2 mm) på begge feltene. Hver verdi er gjennomsnitt av 9 prøver.

| Felt | Kornstørrelse (mm) | | | | | | | |
|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|------------|
| | 2,0- 0,6 | 0,6- 0,2 | 0,2- 0,1 | 0,1- 0,06 | 0,06- 0,02 | 0,02- 0,006 | 0,006- 0,002 | < 0,002 |
| Svenskekoia | 12,7 | 27,6 | 16,1 | 7,5 | 14,1 | 9,5 | 4,5 | 8,1 |
| Veensvangen | 9,3 | 21,8 | 17,0 | 9,2 | 20,0 | 12,9 | 4,3 | 5,6 |

2. 5. Beregninger/dataanalyser:

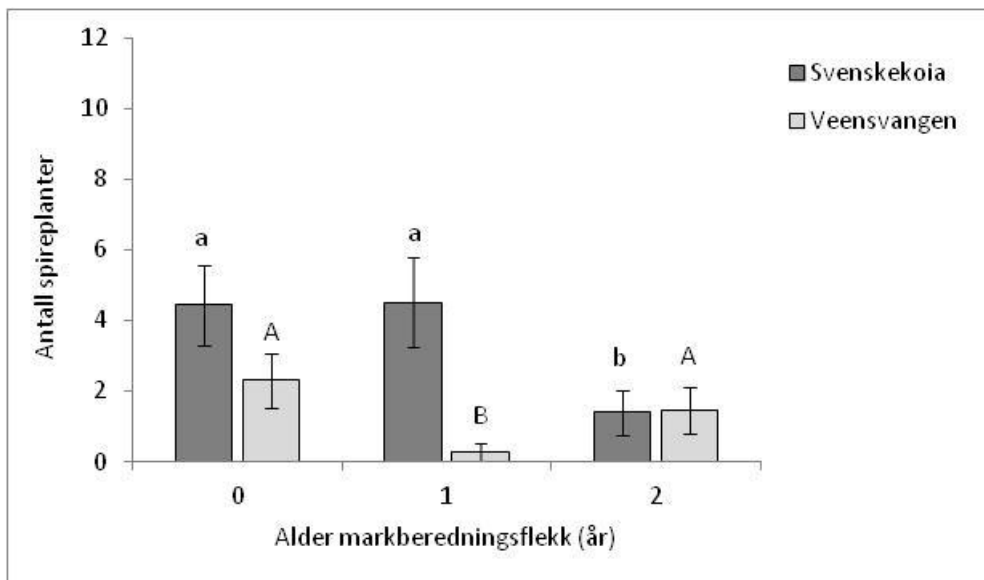
Datamaterialet består av registreringer fra i alt 600 markberedningsflekker, med 300 markberedningsflekker på hvert av feltene. I tillegg ble det registrert spiring fra naturlig frøfall i 300 kontrollflekker fordelt på de to feltene og gjentakene. Jeg beregnet gjennomsnittlig antall planter for hvert av gjentakene fra de tilsådde flekkene, og for hvert av gjentakene i usådde og ferske flekker. Deretter fant jeg forholdet mellom planter fra naturlig frøfall og sådde planter, og reduserte planteantallet fra de tilsådde flekkene tilsvarende dette forholdet. For å teste mine statistiske hypoteser benyttet jeg enveis ANOVA gjennom linear modell i Rcmdr (Fox, 2009) pakken i R (R Development Core Team, 2009). Figurene utarbeidet jeg i Excel.

3. RESULTATER

3.1. Effekt av alder på markberedningsflekkene

På feltet ved Svenskekoia varierte gjennomsnittlig antall spireplanter med alder på markberedningsflekkene ($F_{2,177}=11,54$, $p<0,001$, figur 3). I de ferske flekkene spirte det 4,4 planter, og i de ett år gamle flekkene spirte det 4,5 planter. Det var dermed ingen signifikant forskjell mellom antall spireplaner de to første årene. I de to år gamle flekkene spirte det til forskjell kun 1,4 planter.

På feltet ved Veensvangen varierte også spireplanteantallet med alder på markberedningsflekkene ($F_{2,177}=11,11$, $p<0,001$, figur 3). I de ferske flekkene spirte det gjennomsnittlig 2,3 planter. I de ett år gamle flekkene spirte det til forskjell kun 0,3 planter. De ettårige markberedningsflekkene hadde også signifikant færre planter enn de toårige markberedningsflekkene. I de to år gamle flekkene spirte det 1,5 planter.

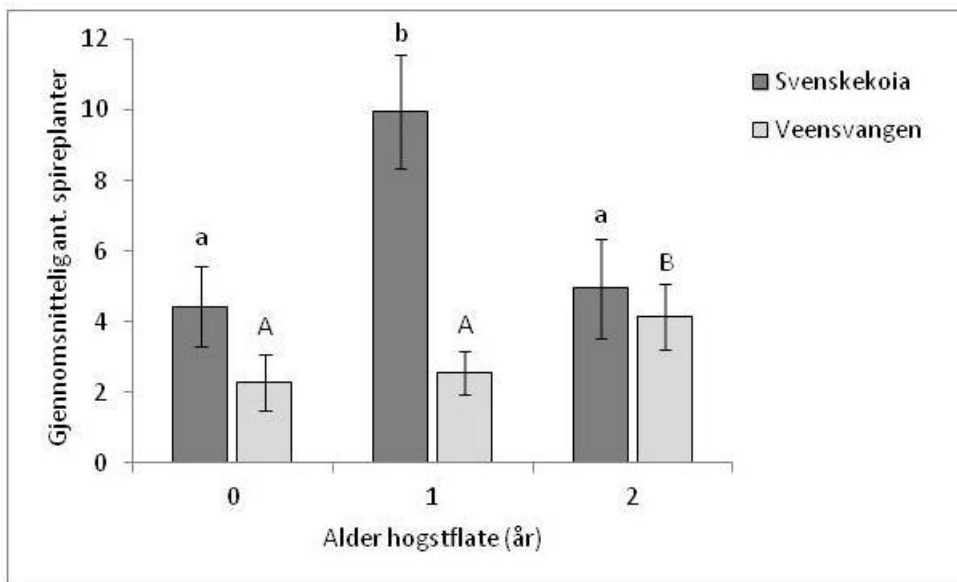


Figur 3. Gjennomsnittlig antall spireplanter ($\pm 2SE$) ved ulik alder på markberedningsflekkene ($n=60$). Alle flekkene ble markberedt i 2008 og såing ble gjennomført i mai årene 2009- 2011. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller. Små bokstaver gjelder feltet ved Svenskekoia, og store bokstaver gjelder feltet ved Veensvangen.

3.2. Effekt av alder på hogstflata ved tidspunkt for markberedning

På feltet ved Svenskekoaia varierte gjennomsnittlig antall spireplanter med alder på hogstflata ($F_{2,177}=19,08$, $p<0,001$, figur 4). I markberedningsflekker etablert på fersk hogstflate spirte det gjennomsnittlig 4,4 planter. Der markberedning skjedde ett år etter hogst spirte det til forskjell gjennomsnittlig 10 planter. I flekker markberedt på to år gammel hogstflate spirte det også signifikant færre planter enn på den ett år gamle hogstflata, gjennomsnittlig 4,9 planter.

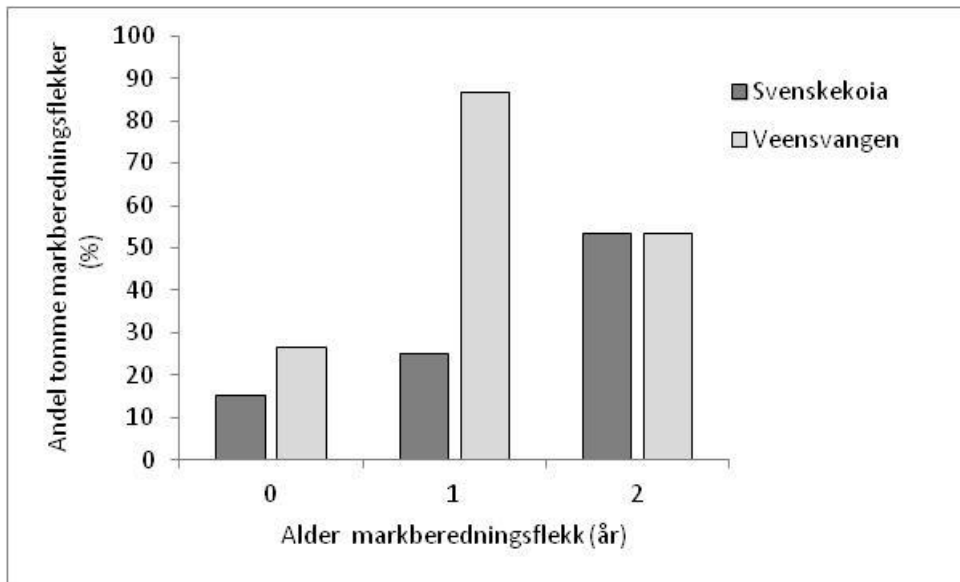
På feltet ved Veensvangen varierte gjennomsnittlig antall spireplanter med alder på hogstflata ($F_{2,177}=6,40$, $p<0,01$, figur 4). Det var ingen signifikant forskjell i antall spireplanter mellom fersk hogstflate og ettårig hogstflate. I markberedningsflekker etablert på fersk og ettårig hogstflate spirte det henholdsvis 2,3 og 2,6 planter. I flekker etablert på to år gammel hogstflate spirte det til forskjell gjennomsnittlig 4,1 planter.



Figur 4. Gjennomsnittlig antall spireplanter ($\pm 2SE$) ved ulik alder på hogstflata ($n=60$). Feltet ble avvirket i 2007 og markberedt i oktober i årene 2008-2010. Såing ble gjennomført i mai året etter markberedning. Ulike bokstaver indikerer signifikante forskjeller. Små bokstaver gjelder feltet ved Svenskekoaia, og store bokstaver gjelder feltet ved Veensvangen.

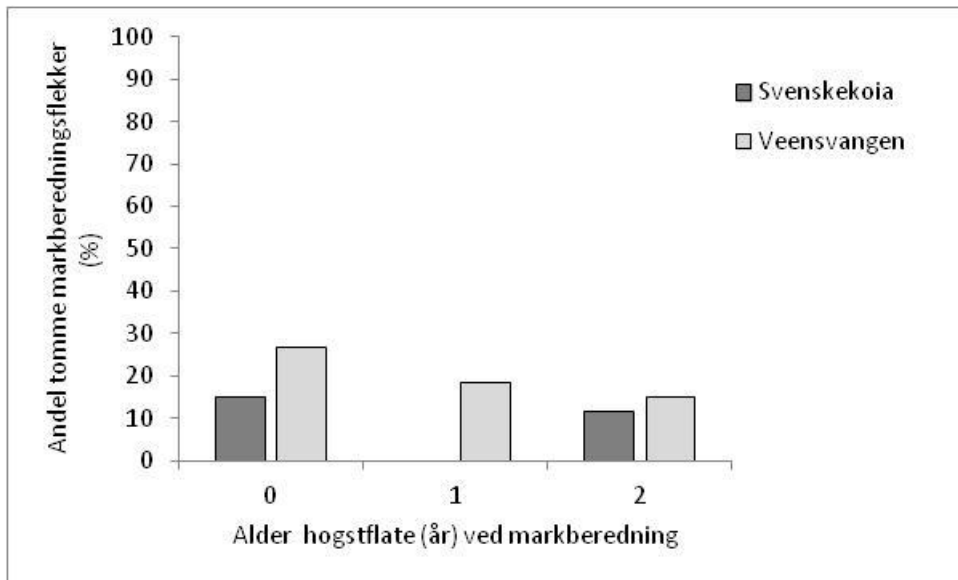
3.3. Andel markberedningsflekker uten spireplanter

Andelen markberedningsflekker hvor ingen frø hadde spirt, steg med økende alder på markberedningsflekkene på feltet ved Svenskekoia (figur 5). Prosent tomflekker var henholdsvis 15, 25 og 53 på feltet ved Svenskekoia. På feltet ved Veensvangen var andelen flekker uten spireplanter størst i de ett år gamle markberedningsflekkene. Prosent tomflekker var henholdsvis 27, 87 og 53 på feltet ved Veensvangen.



Figur 5. Gjennomsnittlig tomflekkprosent i markberedningsflekkene ved ulik alder (n=60). Alle flekkene ble markberedt i 2008 og såing ble gjennomført i mai årene 2009- 2011.

På feltet ved Svenskekoia var det ingen markberedningsflekker som var tomme for spireplanter i markberedningsflekker etablert på ettårig hogstflate (figur 6). Prosentandelen flekker som manglet spireplanter der markberedning ble gjennomført på fersk og to år gammel hogstflate var også veldig lav og jevn, henholdsvis 15 og 12 %. På feltet ved Veensvangen var andelen flekker uten spireplanter henholdsvis 27, 18 og 15 %, og det var dermed en tendens til at tomfleckprosenten sank med økende alder på hogstflata.



Figur 6. Gjennomsnittlig tomfleckprosent i ferske markberedningsflekker ved ulike alder på hogstflata (n=60). Feltet ble avvirket i 2007 og markberedt i oktober i årene 2008-2010. Såing ble gjennomført i mai året etter markberedning.

4. DISKUSJON

4.1. Effekt av alder på markberedningsflekkene

Vegetasjonstypen på feltet ved Svenskekoa var småbregneskog. Denne vegetasjonstypen kjennetegnes av fuktig og næringsrik mark med tilgang på sigevann (Fremstad, 1998). Feltet var fuktig med nordvendt helling. Det var liten endring i antall spirte planter de to første årene, men det tredje året var det en markert nedgang. Reduksjonen av planteantallet antas i første rekke og skyldes gjengroing i markberedningsflekkene. Etter hvert som markberedningsflekkene blir eldre, rekker mer konkurrerende vegetasjon å etablere seg (Karlsson & Örlander, 2000; Hanssen, Granhus, Brække & Haveraaen, 2003). Selv lavvokst vegetasjon som mose og lav kan være til hinder for spiring og planteetablering (Skoklefald, 1992). Ved Svenskekoa var det beitende sau på feltet alle årene, noe som antageligvis bidro til å holde en del konkurrerende vegetasjon nede. Effekten av gjengroing kan derfor ha blitt noe redusert grunnet beiting.

I tillegg til økt gjengroing kan det også se ut til at nedbør er en faktor som begrenset spiring og planteetablering. I 2011 var det mye nedbør sett i forhold til de to foregående årene. De store nedbørsmengdene dette året kan ha ført til at såfrø ble skylt ut av markberedningsflekkene. Det ble også observert at en del markberedningsflekker ble stående i vann, noe som igjen førte til at spireplanter druknet. Dårlige spirevilkår kommer også frem av tomfleckprosenten dette året, som gjennomsnittlig var 53 % i de to år gamle flekkene. I 2009 og 2010 var tomfleckprosenten 15 % i ferske markberedningsflekker og 25 % i ett år gamle flekker. Dette indikerer at spirevilkårene var bedre de to første årene. Jeg hadde forventet å finne at de ferske markberedningsflekkene ville ha et signifikant høyere spireplanteantall enn de ett år gamle markberedningsflekkene som en følge av gjengroing av konkurrerende vegetasjon. Manglende forskjell tyder på at gjengroingen ikke har skjedd så raskt og at det er flere faktorer som er med på å begrense spiring og planteetablering. I følge Skoklefald (1992) er vanntilgang en av de viktigste faktorene for spiring og planteetablering. Som det fremkommer av figur 2 var det lite nedbør forsommeren 2009. Uttørking av spiresjiktet kan derfor ha vært hovedårsaken for begrensning av spiring i de ferske markberedningsflekkene.

Temperatur er en annen viktig faktor som kan virke begrensende på spiring og planteetablering. Bjor (1965) fant at tørke kombinert med høye temperaturer var viktigste årsak for manglende spiring. Middelttemperaturen i juni 2009 og 2010 var tilnærmet lik, mens middelttemperaturen i mai var lavere i 2010 enn i 2009. Temperatur ser derfor ikke ut til å være viktig forklaringsvariabel på feltet ved Svenskekoia.

Predasjon av såfrø kan ha hatt en viss effekt på spireresultatene, men det ble ikke foretatt noen takseringer av dette. Fugl og smågnagere kan spise frø som ligger blottlagt på bar mineraljord (Nilsen, 1986; Karlsson, Sikström, Örlander, Hannerz, & Hånell, 2009). Men fugl vil ikke observere og spise frø som har et jordlag som beskyttelse. Smågnagere derimot anvender både synet og luktesansen på jakten etter frø (Karlsson, et al., 2009). Bjor (1971) fant at mus konsumerte ca 30 % av sådde frø i mineraljord i et forsøk på Elverum. I et forsøk i Ås og Gausdal fant Nilsen (1986) at mus og fugl konsumerte 13 % av frøene, mens insekter, snegler etc. tok 4 %. Fysiske årsaker som tørke, varme, frost og soppangrep stod for 70 % av frøtapene.

Vegetasjonstypen på feltet ved Veensvungen var blåbærskog. Blåbærskog er en mer artsfattig vegetasjonstype enn småbregneskog, og er gjerne mer veldrenert (Fremstad, 1998). Feltet hadde relativt tørr mark med vestvendt helling. Det var generelt lav spireprosent alle årene. Dette antas i første rekke å skyldes de naturgitte forholdene nevnt ovenfor som antagelig førte til dårligere spirevilkår enn på feltet ved Svenskekoia. Den nedbørsfattige forsommeren i 2009 har sannsynligvis begrenset spireresultatene i de ferske markberedningsflekkene (Skoklefald, 1992). I 2010 var spirevilkårene enda dårligere. Feltet var preget av gjengroing ett år etter markberedning (Inger Sundheim Fløistad, pers med., 2011). Av de konkurrerende artene var det smyle (*Deschampsia flexuosa*) som så ut til å være mest utbredt på feltet. Smyle er en såkalt pionerart som etableres raskt etter hogstinnngrep. Spesielt etter kraftige hogstinnngrep som snaufletehogst fører økt lystilgang, varme og nedbør til utbredelse av tykke ”grasmatter” som kan dominere store deler av et hogstfelt. Dette skaper konkurranse om vann og næring (Skoklefald, Dale, Bjaanes, Toverud, Søgner, et al., 1994). Det var ingen beitende sau tilstede de to første årene, og smyle rakk derfor å etablere seg i stor grad på feltet. Bjor og Graffer (1963) fant i sine beiteundersøkelser på skogsmark en signifikant økning av smyle på ikke-beitet mark i forhold til beitet mark. De særdeles dårlige spirevilkårene i 2010 på ett år

gamle markberedningsflekker illustreres også av tomfleckprosenten dette året, som var hele 87 %.

I de to år gamle markberedningsfleckene var spireresultatet bedre enn i 2010, men spireprosenten var allikevel lav. Selv om markberedningsfleckene på dette tidspunktet var preget av gjengroing, førte antageligvis store nedbørsmengder til gunstigere spirevilkår (Skoklefald, 1992). I 2011 var det dessuten beitende sau på feltet ved Veensvangen som kan ha hatt en viss effekt gjennom å holde de konkurrerende artene nede (Bjor & Graffer, 1963). Store nedbørsmengder i 2011 fikk til sammenligning negativ effekt på spireresultatet på feltet ved Svenskekoaia gjennom at flekker ble stående i vann. Men på det tørre feltet ved Veensvangen så det ut til at økte nedbørsmengder fikk positiv effekt på spireresultatene. Antall spireplanter kan allikevel synes som lite, men markberedningsfleckene var tross alt to år gamle.

4.2. Effekt av alder på hogstflata ved tidspunkt for markberedning

Dersom en tilpasser markberedning etter forventet frøår kan en ulempe være at økt gjengroing på feltet gir et dårligere markberedningsresultat. Det tekniske markberedningsresultatet kan bli forverret ved at feltvegetasjonen skygger for best mulig plassering av flekkene, og resultatet kan bli dårligere ved at feltvegetasjonen hindrer etablering og overlevelse hos spireplantene. I dette forsøket så det imidlertid ikke ut som at økende alder på flata har hatt negativ effekt på foryngelsesresultatet. Resultatene viste ingen reduksjon av antall spireplanter etter hvert som hogstflata ble eldre. Dette kan tyde på at det er de klimatiske faktorene som i større grad styrer spiring og planteetablering.

På feltet ved Svenskekoaia var det signifikant færre spireplanter i markberedningsflekker som var etablert på fersk hogstflate enn i markberedningsflekker som var etablert på ett år gammel hogstflate. Gjengroing på feltet så derfor ikke ut til å ha hatt noen effekt på foryngelsesresultatet. Den nedbørfattige forsommeren i 2009 er mest sannsynlig den viktigste faktoren for begrensning av spiring på den ferske hogstflata. På den ett år gamle hogstflata var spireresultatene veldig gode. Dette kommer også frem av tomfleckprosenten dette året, som

viste at ingen flekker var uten spireplanter i 2010 på flekker etablert ett år etter hogst. I flekker etablert på to år gammel hogstflate spirte det signifikant færre planter enn på den ett år gamle. Gjengroing på feltet kan derfor se ut til å ha hatt effekt på foryngelsesresultatet på den to år gamle hogstflata, men jeg vil anta at denne forskjellen først og fremst skyldes den nedbørsrike forsommeren i 2011 som førte til at noen markberedningsflekker ble stående i vann. Andelen markberedningsflekker uten spireplanter i flekker etablert på to år gammel hogstflate var 12 % dette året. For dette forsøket er det ikke mulig å skille effekten av gjengroing på flata fra klimaeffekter. Men jeg vil anta at nedbør er viktigste faktoren for begrensning av spiring og planteetablering (Skoklefald, 1992).

På feltet ved Veensvangen var det signifikant færre spireplanter i markberedningsflekker som var etablert på fersk og ett år gammel hogstflate enn i markberedningsflekker som var etablert på to år gammel hogstflate. Hogstflatas alder hadde dermed ingen negativ effekt på spireresultatene. Andelen markberedningsflekker uten spireplanter viste også en tendens til å synke med økende alder på hogstflata. Jeg vil anta at lave nedbørmengder forsommerne de to første årene førte til de reduserte foryngelsesresultatene (Skoklefald, 1992). I 2011 fikk derimot de økte nedbørmengdene positiv effekt på foryngelsesresultatet.

4.3. Begrensninger i datamaterialet

For dette forsøket ville det vært ideelt å samle inn data fra flere hogstflater for å dekke et større geografisk område. Om datamaterialet hadde vært større ville det blitt enklere å trekke ut klare konklusjoner og anbefalinger. Det er vanskelig å skille effekten av alderen på hogstfeltet med effekten av årlige klimavariasjoner. Et ideelt forsøksdesign ville hatt flere hogstfelt avvikret ulike år for å skille mellom disse effektene. I tillegg ville det vært hensiktsmessig å følge markberedning og tilsåing over flere år for å fange opp videre overlevelse og planteavgang hos plantene. Skoklefald (1989) fant et relativt godt tilskudd av planter i markberedningsflekker etter frøfall, men i de etterfølgende årene var det en sterk reduksjon av planteantallet.

4.4. Konklusjoner

Resultatene fra dette forsøket bekrefter at markberedning bør utføres i frømodningsåret for best mulig foryngelsesresultat (Granhus & Fløistad, 2010). At hogstfeltene måtte ligge urørt et par år for å koordinere markberedningen med frøår hadde ingen negativ effekt på foryngelsesresultatene. Det var derimot de årlige variasjoner i nedbør som så ut til å styre spiring og planteetablering i stor grad. Spireresultatene var bedre på vegetasjonstypen småbregneskog enn på blåbærskog. Blåbærskogen er en tørrere vegetasjonstype, og dermed mer utsatt for tørke av spiresjiktet ved lave nedbørsmengder.

LITTERATUR

Bjor, K., & Graffer, H. (1963). Beiteundersøkelser på skogsmark. *Forskning og forsøk i landbruket*, 14, 121-365.

Bjor, K. (1965). Temperaturgradientenes betydning for vannhusholdningen i spireskikt og rotsone. *Norsk Skogbruk* 12 (11), 375-381.

Bjor, K. (1971). Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det norske Skogforsøksvesen*, 28, 429-526.

Braastad, H., Huse, K.J., & Pettersen, J. (1994). *Foryngelse av barskog*. Biri: Skogbrukets kursinstitutt.

Fox, J. (2009). *The R-Commander. A basic-statistics graphical interface to R*. Lokalisert på <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

Granhus, A., & Fløistad, I. S. (2010). *Naturlig foryngelse etter markberedning på middels bonitet (G14)*. (Forskning fra Skog og landskap Rapport nr. 1, 2010). Ås: Norsk institutt for skog og landskap.

Hanssen, K. H., Granhus, A., Brække, F. H., & Haveraaen, O. (2003). Performance of Sown and Naturally Regenerated *Picea abies* Seedlings Under Different Scarification and Harvesting Regimes. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18, 351-361.

Karlsson, C., & Örlander, G. (2000). Soil Scarification Shortly before a Rich Seed Fall Improves Seedling Establishment in Seed Tree Stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15, 256-266

Karlsson, C., Sikström, U., Örlander, G., Hannerz, M., & Hånell, B. *Naturlig föryngring av tall och gran*. (Skogsskötselserien nr. 4, 2009). Lokalisert på <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/04-Naturlig%20foryngring%20av%20tall%20och%20gran.pdf>

Krogstad, T., Jørgensen, P., Sogn, T., Børresen, T. & Kolnes, A.G. 1991. *Manual for kornfordelingsanalyse etter pipettemetoden*. (Institutt for jordfag Rapport nr. 6, 1991). Ås: Norges landbrukshøgskole.

Meteorologisk institutt. (2012). *Historiske månedsverdier (middeltemperatur)*. Lokalisert på http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL

Nilsson, U., & Örlander, G. (1999). Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 65, 1015-1026.

R Development Core Team. (2009). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. ISBN 3-900051-07-0. Lokalisert på <http://www.R-project.org>

Sarvas, R. (1957). Studies on the Seed Setting of Norway spruce. *Meddelelser fra det Norske skogforsøksvesen*, 15, 529-556.

Skoklefald, S. (1989). *Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflate*. (Norsk institutt for skogforskning Rapport nr. 8, 1989). Ås: Norsk institutt for skogforskning.

Skoklefald, S., Dale, Ø., Bjaanes, H., Toverud, B., Søgner, S., Bjørndal, J., ... Groven, R. (1994). Naturlig foryngelse av barskog. *Norsk Skogbruk*, 40 (6), 31 s.

Skoklefald, S. (1992). *Naturlig foryngelse av gran og furu. En litteraturoversikt*. Ås: Norsk institutt for skogforskning.

Solbraa, K. (1990). *Hirkjølen forsøksområde*. (Norsk institutt for skogforskning Rapport nr. 7, 1990). Ås: Norsk institutt for skogforskning.

Statistisk Sentralbyrå. (2010). [Tabell]. *Skogplanting, etter fylke*. Lokalisert på <http://www.ssb.no/emner/10/04/20/skogkultur/tab-2011-06-07-01.html>