



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2023 30 stp

Fakultetet for miljøvitenskap og naturforvaltning (MINA)

Vekst og overlevelse av nyplantet gran (*Picea abies*) på Vestlandet

Growth and survival of newly planted Norway
spruce (*Picea abies*) on the west coast of Norway.

Bjarne Kylland

Skogfag

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) under fakultet for miljø og naturforvaltning (MINA), og markerer slutten på mitt fem år lange studieløp på skogfag. Oppgaven er skrevet i samarbeid med Statsforvalteren i Vestland, og er basert på en feltstudie av granplanter på fire hogstflater i Vestland fylke. Statsforvalteren i Vestland var initiativtaker til oppgaven og har støttet gjennomføringen av feltarbeidet økonomisk,

Jeg ønsker å rette en svært stor takk til mine to veiledere; hovedveileder professor Line Nybakken ved NMBU, og tilleggsvileder seniorforsker Inger S. Fløistad ved NIBIO. Gjennom både feltarbeidet og skriveprosessen har dere gitt tydelig og rask veiledning, noe som har blitt verdsatt stort. En spesielt stor takk til Torgrim Østgård ved Statsforvalteren Vestland for tilrettelegging og gjennomføring av oppgaven. En videre takknemmelighet til Torgrim med familie for en stor gjestfrihet og interessante diskusjoner som resulterte i en økt innsikt i skogbruket på Vestlandet.

Tiden på Ås har vist seg å være svært lærerik, og retter en stor takk til alle medstudenter på skogfag for et godt sosialt og faglig miljø. Avslutningsvis ønsker jeg å rette en takk til mine arbeidsgivere Mesta, Nettskog og Skogbrand Forsikringsselskap for praktisk arbeid gjennom hele studieløpet, og interessante arbeidsoppgaver relevant til studiet.

*Skog i storm,
skog i stille –
skog, skog, skog,
alle år.*

(Vi eier skogene, Hans Børli)

Ås, 13. mai 2023

Bjarne Kylland

Sammendrag

Formålet med denne oppgaven var å undersøke vekst og overlevelse av nyplantet gran (*Picea abies*) på Vestlandet. Høyde- og diametervekst ble undersøkt for å finne planter som har den største veksten, og dermed et konkurransefortrinn mot konkurrerende vegetasjon.

Skadegraden ble vurdert for de ulike plantene, da gransutebillen (*Hylobius abietis*) er en av de største utfordringene for nyplantet gran.

Jeg undersøkte skadegraden, og den relative veksten for høyde/diameter på plantetyperne M95, M60, SA100 og M95 mish. på de ulike lokalitetene Berge, Bygstad, Hafslo og Senneset.

Dette ble gjort ved tre registreringer. Første registrering ble gjort ved utplanting uke 17, andre registrering i uke 27, og siste registrering i uke 36. Plantetypen M95 mish. er en M95 plante med 3 uker lengre mellomlagring fra planteskole til utplanting.

Resultatene fra en vekstsesong viste at alle lokalitetene hadde skader fra gransnutebillene, men en lokalitet skilte seg ut med mindre skader. Skadegraden var størst for plantetypen M95 på alle lokalitetene og var signifikant forskjellig fra de andre plantetyperne. Plantetypen M95 hadde også den minste rothalsdiameteren, som resulterte i den nevnte høye skadegraden. Den relative høyde- og diameterveksten var signifikant forskjellig mellom plantetyper og lokaliteter, med en signifikant interaksjon mellom plantetype og lokalitet. Plantetypen M95 mish. hadde den største høydeveksten for lokalitetene Berge og Senneset, og lik vekst som M95 ved Bygstad og Hafslo. Det var en større relativ høydevekst for plantetypen SA100 enn M60 ved tre lokaliteter, og mindre relativ diametervekst ved to lokaliteter. Luftbeskjæring av røttene for plantetypen SA100 kan forklare deler av den større høydeveksten. Siste ledd i studien undersøkte hvordan økt mellomlagring fra planteskole til utplanting påvirker vekst og skadegrad. Dette ble gjennomført ved å vente tre uker med utplanting av tidligere benyttet M95 plante. Resultatet fra dette var en positiv påvirkning på skadegrad og høydevekst.

Alle plantetyperne som ble undersøkt i studien brukes i dagens skogbruk, og en økt kunnskap om valg av plantetyper og plantetidspunkt ved ulike lokaliteter vil være viktig for å gjøre gode valg ved foryngelse av skog i fremtiden.

Abstract

The purpose of this thesis was to investigate the growth and survival of newly planted Norway spruce (*Picea abies*) on the West coast of Norway. Height and diameter growth were examined to identify plants with the greatest growth, thereby giving them a competitive advantage over competing vegetation. The degree of damage was assessed for the different plants, as the large pine weevil (*Hylobius abietis*) is one of the main challenges for newly planted spruce.

I investigated the degree of damage and the relative height/diameter growth for plant types: M95, M60, SA100, and M95 stressed, at the locations of Berge, Bygstad, Hafslo, and Senneset. This was done through three assessments. The first assessment was conducted at planting in week 17, the second assessment in week 27, and the final assessment in week 36. The M95 stressed plant type is an M95 plant with an additional 3 weeks of storage between the nursery and planting.

The results from one growing season showed that all locations had damage from pine weevils, but one location stood out with less damage. The degree of damage was highest for the M95 plant type at all locations and significantly different from the other plant types. The M95 plant type also had the smallest root collar diameter, resulting in the high degree of damage. The relative height and diameter growth differed significantly between plant types and locations, with a significant interaction between plant type and location. The M95 stressed plant type had the greatest height growth for the Berge and Senneset locations, and similar growth to M95 at Bygstad and Hafslo. There was greater relative height growth for the SA100 plant type compared to M60 at three locations and less relative diameter growth at two locations. Air pruning of the roots for the SA100 plant type may explain parts of the greater height growth. The final part of the study examined how increased storage time between the nursery and planting affects growth and degree of damage. This was done by delaying the planting of previously used M95 plants by three weeks. The result was a positive impact on the degree of damage and height growth.

All the plant types examined in the study are currently used in forestry, and increased knowledge about the choice of plant types and planting time at different locations will be important for making informed decisions in future forest regeneration.

Innhold

Forord	I
Sammendrag	III
Abstract	V
Innledning	1
Material og metode	5
Studieområde.....	5
Plantematerialet	6
Næringsanalyse.....	7
Forsøksdesign.....	8
Utplanting	9
Registeringer	9
Statistiske analyser.....	11
Resultater	12
Skadegrad.....	12
Relativ høydevekst.....	13
Relativ diametervekst	13
Diskusjon	15
Litteratur.....	19

Innledning

Planting av gran (*Picea abies*) er den vanligste foryngelsesmetoden som brukes i dagens skogbruk, og er ofte nødvendig i et bestandsskogbruk for å etablere en tilfredsstillende foryngelse etter skogbrukslova (Lovdata, 2023). Gran utgjør i dag rundt 45 % av det totale volumet i Norges skoger, og omtrent 8,5 % av dette volumet befinner seg på Vestlandet (Svensson et al., 2021). Det ble i 2021 plantet 39,6 millioner planter i Norge, til en kostnad på 230 millioner kroner (SSB, 2021). Den største delen av disse plantene var gran (Bjørken, 2021).

De vanligste utfordringene plantene møter ved utplanting er mangel på vann, næring og energi, som gir stress. Samtidig kan konkurrerende vegetasjon og gransnutebiller (*Hylobius abietis*) være en svært stor utfordring (Johansson et al., 2012). Undersøkelser gjort i hele Norge viser at konkurrerende vegetasjon står for 10,1 % av all påvist avgang, mens snutebillen (gransnutebillen) står for en avgang på 8 % (Bjørken, 2021). En stor andel av avgangen (57,4 %) er definert som normal avgang, men ettersom det er stor usikkerhet til denne avgangen er det stor sannsynlighet til at mye av dette er knyttet til konkurrerende vegetasjon og gransnutebiller (Bjørken, 2021). Plantene vil også møte på utfordringer knyttet til klimatiske forhold ettersom temperaturen varierer mer på en hogstflate enn i et etablert skogbestand. Ifølge Bjørken (2021) kan 6,1% av all avgang forklares ved tørke, frost eller snø. Et viktig element er at plantene skal etablere seg raskt for å tåle snutebillegnag bedre. Tilfredsstillende rotvekst er avgjørende for en rask etablering, og riktig mengde vann og høye/lave temperaturer er viktig for å unngå en redusert rotvekst (Heiskanen & Viiri, 2005; Luoranen & Viiri, 2016). For å kunne sørge for en tilstrekkelig rotvekst er også utplanting på riktig jorddybde avgjørende. Dette vil sørge for en høy overlevelsesrate og bedret vekst (Luoranen & Viiri, 2016). Riktig planttidspunkt kan være en viktig faktor for etablering av en god foryngelse. Undersøkelser gjort viser at plantesesongen for planter som er til mellomlagring, kan forlenges fra mai til midten av juni uten å øke dødeligheten eller redusere veksten (Luoranen et al., 2005). I følge Luoranen (2005) kan lang mellomlagring, som innebærer sein planting, redusere plantenes kvalitet (opplagsnæring) og evne til ny rotvekst. Samtidig poengterer de at plantene kan få bedre vekst ved planting når jordtemperatur er ideell for vekst. Tidsrommet for mellomlagring fra planteskolene til utplantede planter vil derfor være et viktig element.

For at plantene skal kunne holde en god kvalitet og få de egenskapene som ønskes er det viktig at planteskolene jevnlig kontrollerer kvaliteten på plantene underveis i produksjonen. Dette implementeres med gode rutiner og riktige behandlinger, som gjør det mulig å identifisere granplanter som ikke har nødvendig overlevelse- og etableringsevne (Mattsson, 1997). For å måle plantekvaliteten er morfologi brukt for å beskrive plantenes form og oppbygning (Fløistad, 2000). Ved et riktig forhold mellom kraftig stamme og et godt rotsystem, vil den ønskelige morfologi bli optimalisert. Den viktigste parameteren for god plantekvalitet er stor rothalsdiameter og kraftig stamme (Thorsen et al., 2001). Disse parameterne vil ifølge Grossnickle (2000) føre til et større rotsystem for planten. Den samme studien viser videre at størrelsen på skudd og røtter er korrelert med mengden næring og ressurser, da røttene og fotosyntesen styrer næringsopptaket. Næringsinnholdet i granplantenes barmasse vil dermed ha mye å si for etableringsevnen og veksten til granplanten (Ingestad, 1979; Linder, 1995). Fotosyntese- og transpirasjonsapparat blir uttrykt gjennom plantehøyden. På denne måten vil høye planter konkurrere bedre enn korte planter på arealer med stor vegetasjonskonkurranse. Høye planter vil kun ha et konkurransefortrinn hvis tilgangen på vann og næring er stort nok. Dette begrunnes ved at stor nålemasse og høye planter gir økt transpirasjon som kan resultere i tørkestress hvis tilførselen av vann ikke er tilstrekkelig gjennom røttene. Høyden på plantene må derfor samsvare med rotmassen. 2- årige planter vil vanligvis ha større rotmasse og rothalsdiameterer enn 1- årige planter, samtidig har 1- årige M95- planter raskere rotetablering enn 2- årige M95. Forsøk viser allikevel at mindre M95 1- årige planter har større avgang på grunn av snutebiller, enn 2- årige M95-planter på bakgrunn av en mindre rothalsdiameter (Hanssen & Fløistad, 2018). Plantetyperne som normalt har vært benyttet i Norge er av typene M95 og M60. I tillegg har plantetypen SA100 kommet de siste årene. De ulike plantetyperne varierer i størrelse og blir benyttet ved ulike utgangssituasjoner på hogstflaten.

Ved utplanting av gran anbefales det robuste planter, med stor rothalsdiameter i områder med mye konkurrerende vegetasjon (Grossnickle & El-Kassaby, 2016). For at plantene skal kunne konkurrere mot annen vegetasjon er det nødvendig å få plantet raskt etter sluttavvirking for å få full fordel av konkurransefortrinnet granplantene har mot annen vegetasjon. Derimot vil et mindre tidsrom fra sluttavvirking til planting øke sannsynligheten for angrep fra gransnutebiller. Markberedning er et tiltak som kan sørge for både mindre konkurrerende vegetasjon og redusert snutebilleskader (Sikström et al., 2020). Markberedning kan gjennomføres på forskjellige måter, men har utgangspunkt i at et område blottlegges for

humus og vegetasjon, slik at planten kan plantes i senter av dette området. Planten vil dermed få et forsprang mot annen vegetasjon, og markberedning kan virke positivt mot snutebiller da billene beveger seg raskt over slike åpne flekker i frykt for predatorer.

Gransnutebiller kan gjøre store skader, og ved tilfeller finnes det opp mot 80 % avgang på plantefelt de første årene etter hogst (Thorsen et al., 2001). Gransnutebiller var ikke først ansett som en skadegjører, men i overgangen på 1900- tallet til dagens bestandsskogbruk ble forholdene for snutebiller bedret ved den økte tilgangen på ynglesubstrat fra store sammenhengende flater (Von Sydow, 1997). Gransnutebiller har størst aktivitet på våren i mai - juni da svermingen foregår (Solbreck & Gyldberg, 1979). Den tiltrekkes av ulike flyktige stoffer fra hogstavfall og stubber. Hunnen legger eggene sine i stubber av ferske bartrær på hogstflater om sommeren (Von Sydow, 1997). Larvene forpupper seg i et kammer ved å gnage mellom barken og veden, og er utvokst etter ett til tre år. De fullt utviklede gransnutebillene gnager tynn bark på planter, grener og røtter på forskjellige arter, men foretrekker bartrær. Ved skader på granplanter vil formen på gnaget variere, fra mindre flekker til full ringbarking av planten (Hanssen & Fløistad, 2018). Når sårskader på plantene oppstår vil dette avgi duftstoffer (monoterpener) som andre snutebiller vil virke tiltrukket av. På denne måten vil planter som allerede er blitt skadet øke sannsynligheten for ytterligere gnag, og risikoen for avgang øker som følge av dette (Hanssen & Fløistad, 2018). Det meste av gnag påført av snutebiller finnes de første 3-4 årene etter avvirkning. For beskyttelse mot snutebillene ble det tidligere brukt plantevernmidler for å beskytte plantene (Moore et al., 2021). Ved et økt kunnskapsnivå om utfordringer ved bruk av plantevernmidler, er denne praksisen i stor endring, noen som øker behovet for ytterligere kontroll på plantekvaliteten.

I store deler av Norge, særlig i kystområdene på Vestlandet gjør snutebillene store gnagskader på granforyngelsen de første årene etter planting (Hanssen & Fløistad, 2018). En undersøkelse fra 2017 viser at snutebillene er til stede i hele Sør-Norge, og i kun 10 % av undersøkte felter ble det ikke funnet granplanter med snutebillegnag. Resultatene viste videre at i gjennomsnitt har 26 % av alle planter gnagskader, og 7 % av plantene kunne kategoriseres som drept av snutebiller. Denne andelen var betydelig høyere i Sogn og Fjordane, med henholdsvis 43 % gnagskader, og 19 % drept av snutebiller (Hanssen & Fløistad, 2018).

Hovedformålet med denne oppgaven var å undersøke hvordan ulike plantyper påvirkes av gnagskader fra gransnutebiller etter en vekstsesong på Vestlandet. Skadegraden var forventet å være svært høy ved alle lokaliteter ettersom dette er områder med tidligere påvist høy skadegrad (Hanssen & Fløistad, 2018). Spesielt var det interessant å se om noen av plantypene kunne utpeke seg med mindre skadegrad enn andre. Slike resultater ville bety en stor økonomisk besparelse for skogeiere med hensyn til redusert suppleringsplanting. I samme forsøksfelt ble det også undersøkt høyde- og diameterveksten ved de ulike plantetypene. Undersøkelse av høyde- og diameterveksten er interessant for å finne ut hvilke planter som vil være robuste, og klare seg bedre mot konkurrerende vegetasjon og gransnutebiller. Det var videre interessant å se om veksten ville være større for plantetypen SA100 enn M60, da SA100 vokser i åpne plantebrett med sammenlignbart rotvolum. I tillegg hadde jeg et forsøksledd med planter som ble plantet senere enn andre. Denne plantetypen var av M95, og blir videre definert som M95 mish. Ved å inkludere en plantype som ble plantet senere ønsket jeg å finne ut om etableringen blir dårligere med en økende mellomlagring. Resultatet av dette kan være viktig informasjon om hvordan plantene må håndteres i fremtiden for å oppnå en ønsket foryngelse.

Jeg satte opp følgende fire hypoteser basert på litteraturgjennomgangen innledningsvis:

- 1) M95 plantene blir foretrukket av gransnutebillene over M60 og SA100 på bakgrunn av rothalsdiameteren. M95 planten vil ha mest gnagskader fra gransnutebiller da rotdiameteren er mindre.
- 2) Skadegraden vil være stor for alle lokalitetene, da alle befinner seg i et utsatt område for gransnutebiller på Vestlandet.
- 3) Relativ høyde- og diametervekst vil være større for plantetypen SA100 enn M60, da SA100 vokser i åpne plantebrett med sammenlignbart rotvolum.
- 4) Plantetypen M95 mish., som har en lenger mellomlagring, får ikke redusert vekst og skadegrad sammenlignet med planting tidligere på våren.

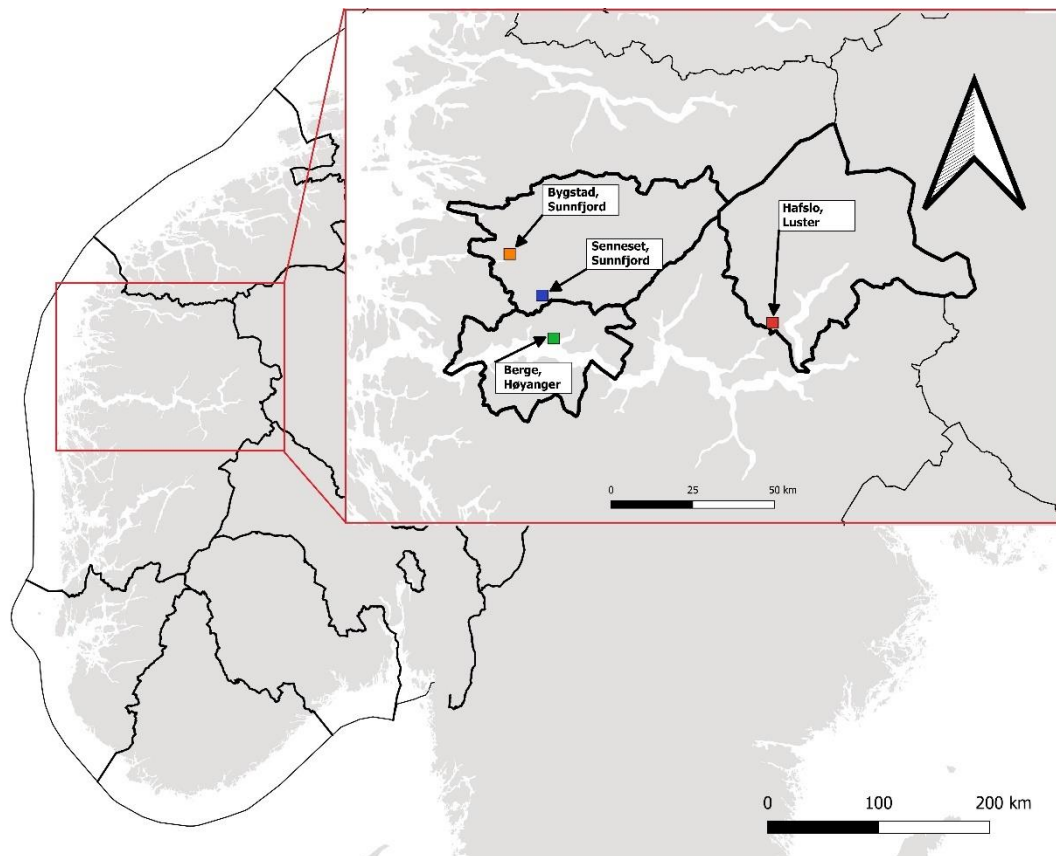
Material og metode

Studieområde

Undersøkelsene ble gjennomført på fire ulike lokaliteter i Sogn og Fjordane i Vestland fylke: Berge i Høyanger kommune, Senneset og Bygstad i Sunnfjord kommune, og Hafslo i Sogndal kommune (Tabell 1, Figur 1). Områdene for alle lokalitetene kan kategoriseres med krevende terrengforhold, ettersom helningen på overflaten og blokkinnholdet overstiger det som normalt befinner seg på hogstflater i resten av Norge. Alle lokalitetene hadde høy til særs høy bonitet. For at studieområdet skulle være mest mulig representativt for hele Vestland, ble lokalitetene valgt ut slik at eksposisjonen var i flere himmelretninger. På alle lokalitetene ble det gjennomført hogst i løpet av sommer/høst 2021 og vinter 2022, slik at utplantingen ble gjort mindre enn ett år etter endt hogst. To av hogstene var maskindrift med hogstmaskin og lassbærer, en var taubanedrift, og en var en kombinasjon av taubane/maskindrift.

Tabell 1. Lengde- og breddegrad, himmelretning, høyde over havet, tidspunkt for avvirkning og type avvirkning for de ulike lokalitetene.

Lokalitet	Lengde- og breddegrad	Himmelretning	Høyde over havet	Tidspunkt for avvirkning	Type avvirkning
Berge	61,17686°N 5,98383°Ø	Sørvest	180 - 270	September / oktober 2021	Taubane
Senneset	61,29297°N 5,84413°Ø	Sørvest	190 - 270	Januar / februar 2022	Maskindrift
Bygstad	61,38980°N 5,62787°Ø	Sør	160 - 250	Februar / mars 2022	Taubane / maskindrift
Hafslo	61,29203°N 7,15993°Ø	Nordvest	170 - 210	Februar / mars 2022	Maskindrift



Figur 1. Plasseringen til lokalitetene i studien. Stort bilde viser plassering i Norge, med fylkesgrenser. Mindre bilde (øverst til høyre) viser plassering i Vestland fylke, med kommunegrenser.

Plantematerialet

Plantematerialet som ble brukt i denne undersøkelsen var toårige granplanter med lik genetisk opprinnelse fra Sanderud proveniens. Plantene som ble brukt var av typene M95, M60 og SA100 (Tabell 2). Pottebrettene til M95 og M60 er tradisjonelle norske pottebrett, mens SA100 har et svensk pottebrett med åpne slisser i rotpluggen. Plantetypen M95 og M60 har pottebrett med lik størrelse, men et ulikt antall granplanter i hvert pottebrett, henholdsvis 95 og 60 planter. Plantetypen M95 har normalt en høyde på 20 - 25cm. M60 er kraftigere og større enn M95, og normalt 20 - 35 cm høy. Granplanten SA100 er tilsvarende M60 i størrelsen med litt større rotvolum, men har 100 planter i brettet. Brettet til SA100 har åpninger i alle sider slik at røttene vokser utover, og luftbeskjæres.

Alle plantene var toårige planter, dyrket hos Skogplanter Østnorge i pottebrett i veksthus, og senere flyttet ut til friland. Plantene var kjemisk behandlet med Imprid Skog for å forebygge gnag av gransnutebiler. For å etterstrebe homogene planter med hensyn til størrelse, ble det gjennomført en manuell frasortering av plantene som var spesielt store eller små.

Tabell 2. Alder, proveniens, rotvolum, tetthet, sådato, prikledato, høyde og diameter for de ulike plantetypene. Høyde og diameter er gjennomsnittsmålinger av alle registrerte planter ved utplantning i uke 17.

Plantetype	Alder	Proveniens	Rotvolum	Tetthet	Sådato	Prikledato	Høyde	Diameter
M95	2- årig	Sanderud	50 cc	760 per m2	18.08.2020	27. – 29.04.21	16.3 cm	20.8 mm
M60	2- årig	Sanderud	75 cc	480 per m2	25.05.2020	15.07.2020	27.9 cm	28.7 mm
SA100	2- årig	Sanderud	81 cc	675 per m2	10.06.2020	01. – 04.08.20	28.3 cm	28.5 mm

Næringsanalyse

For plantetypen M95 og M60 ble det utført en næringsanalyse (Tabell 3) som kartlegger innholdet av nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), svovel (S), kobber (Cu), mangan (Mn), bor (B), sink (Zn), og jern (Fe) sammenlignet med et optimum basert på Ingestad (1979) .

Tabell 3. Baranalyse av næringsinnholdet til plantetypene M95 og M60 sammenlignet mot optimum.

Grunnstoff	Optimum	M95	M60
Nitrogen (N)	2-2,9 (%)	2,34	2,27
Fosfor (P)	0,1–1,3 (%)	0,27	0,39
Kalium (K)	0,9-1,6 (%)	1,1	1,7
Magnesium (Mg)	0,09-0,16 (%)	0,11	0,12
Kalsium (Ca)	0,09-0,6 (%)	0,3	0,4
Svovel (S)	0,13-0,18 (%)	0,14	0,13
Kobber (Cu)	>2-3 (ppm)	6,7	5,2
Mangan (Mn)	>15-25 (ppm)	140	150
Bor (B)	20-25 (ppm)	26	26
Sink (Zn)	>20 (ppm)	56	43
Jern (Fe)	>50 (ppm)	140	130

Forsøksdesign

På hver av de fire lokalitetene la jeg ut 15 gjentak (Figur 2). Gjentakene ble lagt ut tilfeldig med forsøk på å spre dem over hele feltet. Kvisthauger og flekker med eksponert mineraljord ble unngått for å ikke skape variasjoner mellom gjentakene. Gjentakene ble bevisst ikke lagt nært inntil stående skog eller bestandskant, da dette normalt er områder med mindre skader fra snutebiller. I hvert av gjentakene ble det brukt fire plantetyper med fem planter av hver type (Figur 3). Dette ble til sammen 75 planter av hver type og totalt et planteantall på 300 planter per lokalitet. Avstanden mellom plantene var ca. 0,5 meter for å enklere kunne lokalisere plantene, men variasjoner i terrenget gjorde at dette ikke ble mulig i alle gjentakene. For å kunne lokalisere de ulike gjentakene var det nødvendig å sette opp merkepinner. Hver enkelt plante ble også merket med mindre merkepinner med en farge for hver plantetype (Figur 3).



Figur 2. Fordeling av gjentak 1-15 for lokaliteten Luster. (Kilden, 2022)



Figur 3. Gjentak med ulike plantetyper (ulik farge på pinnene) på lokaliteten Berge. Foto: Bjarne Kylland

Utplanting

Jeg plantet ut plantene M95, M60 og SA100 i uke 17 og 18. Tre uker senere ble den siste typen M95 plantet i uke 21. Dette ble gjennomført ved bruk av samme type M95 planter som tidligere, men med en plantedato på et senere tidspunkt for å undersøke effekten av planter som fikk lengre mellomlagring, og dermed ekstra stress før utplanting. I dette forsøket går disse plantetyperne som en egen type planter, under navnet mishandlede M95- planter, eller M95 mish.

Registeringer

Samtidig med utplantingen i uke 17 og 18, ble det gjennomført høyde- og diametermålinger på hver enkelt granplante. Høyden ble målt fra bakken til øverste skudd med en standard tommestokk. Diameteren ble registrert ved rothalsen til planten, 5 cm over bakkenivå, ved bruk av et digitalt skyvelære. Ved diametermåling ble det konsekvent målt mot himmelretningen til hogstflaten for å kunne gjøre presise målinger i et krevende terreng. Målenøyaktigheten som ble brukt for diameter var på 0,1 mm, mens ved høydemålinger ble

0,5 cm benyttet. Neste måling ble gjennomført i uke 27 der høyde og skadegrad ble registrert. Siste måling ble gjennomført i uke 36 med registreringer av høyde, diameter og skadegrad. For å få med resultatene fra en hel vekstsesong, ble skadegraden og høyde/diametervekst for uke 36 benyttet. Klassifisering av skadegrad (Figur 4) var basert på samme system som er brukt i tidligere snutebilleundersøkelser (Wallertz et al., 2016) og beskrives i tabell 4.

Tabell 4. Skala for skadegrad benyttet i registreringene.

Snutebillegnagets betydning
0 = Ingen skade
1 = Ubetydelig/tvilsom
2 = Noe skadd
3 = Hardt skadd
4 = Livstruende skade
5 = Død



Figur 4. Gransnutebille som gnager på granplante. Planten ble satt til skadegrad nr. 3 hardt skadet, ettersom illustrerte gnagskader var fordelt over hele stammen til granplanten. Foto: Bjarne Kylland

Statistiske analyser

Microsoft Excel ble brukt til å sammenstille data, tabeller og figurer. Ved sammenstillingen av data ble planter fjernet fra datasettet av ulike årsaker. For datasettet til skadegrad ble det fjernet planter som hadde andre årsaker enn snutebiller til avgang (tråkk- og tørkeskader). For datasettet til høyde- og diameter ble det i tillegg fjernet planter med beiteskader. For høyde- og diameter-tilvekst ble relativ tilvekst benyttet for et bedre bilde av hvordan veksten utvikler seg, istedenfor kun tilvekst. Den relative tilveksten ble beregnet ved følgende formel:

$$\text{Relativ tilvekst: } \frac{\text{sluttmåling} - \text{startmåling}}{\text{startmåling}} \times 100$$

Standardfeil ble inkludert for å angi feilmarginen på målingene, og ble beregnet fra standardavviket av gjennomsnittet ved følgende formel:

$$\text{Standardfeil: } \frac{\text{Standardavvik}}{\sqrt{\text{antall observasjoner}}}$$

Dataene ble videre analysert i en toveis variansanalyse i programmet SigmaPlot 14 (SysStat Inc.) med lokalitet og plantetype som uavhengige variabler og høydetilvekst, diameter-tilvekst og skadegrad som responsvariabler. Ved statistisk signifikante forskjeller mellom grupper ($P < 0.05$), ble det kjørt en «All Pairwise Multiple Comparison Procedure» etter Holm-Sidak metoden.

Resultater

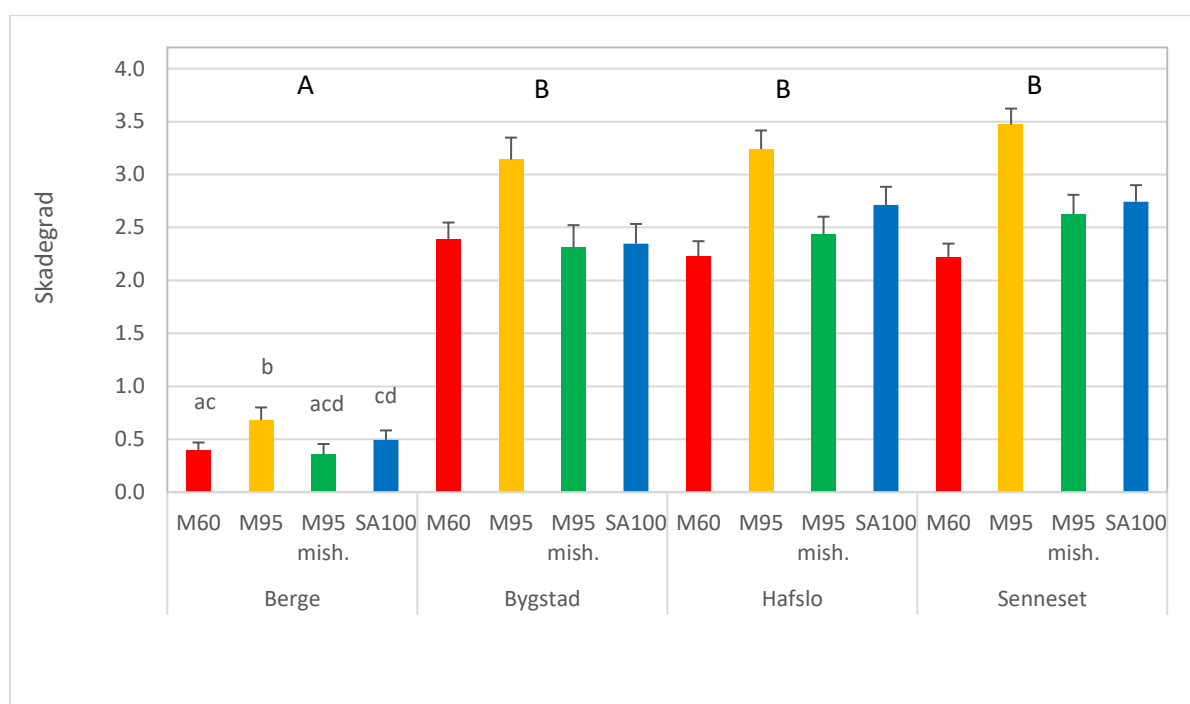
Skadegrad

Resultatene viser at samtlige plantetyper på alle lokaliteter hadde gnagskader (figur 5).

Lokaliteten Bygstad, Hafslo og Senneset hadde lik skadegrad, mens Berge skiller seg ut med en lavere skadegrad. Plantetypen M95 hadde den største skadegraden på alle lokalitetene og var signifikant forskjellig fra de andre plantetypene. Mellom de andre plantetypene var det ingen signifikante forskjeller i skadegrad (Figur 5, Tabell 5).

Tabell 5. Statistiske analyser for effekten av lokalitet og plantetype på skadegrad, høyde- og diametertilvekst. Statistisk signifikante effekter ($P \leq 0,05$) i fet skrift.

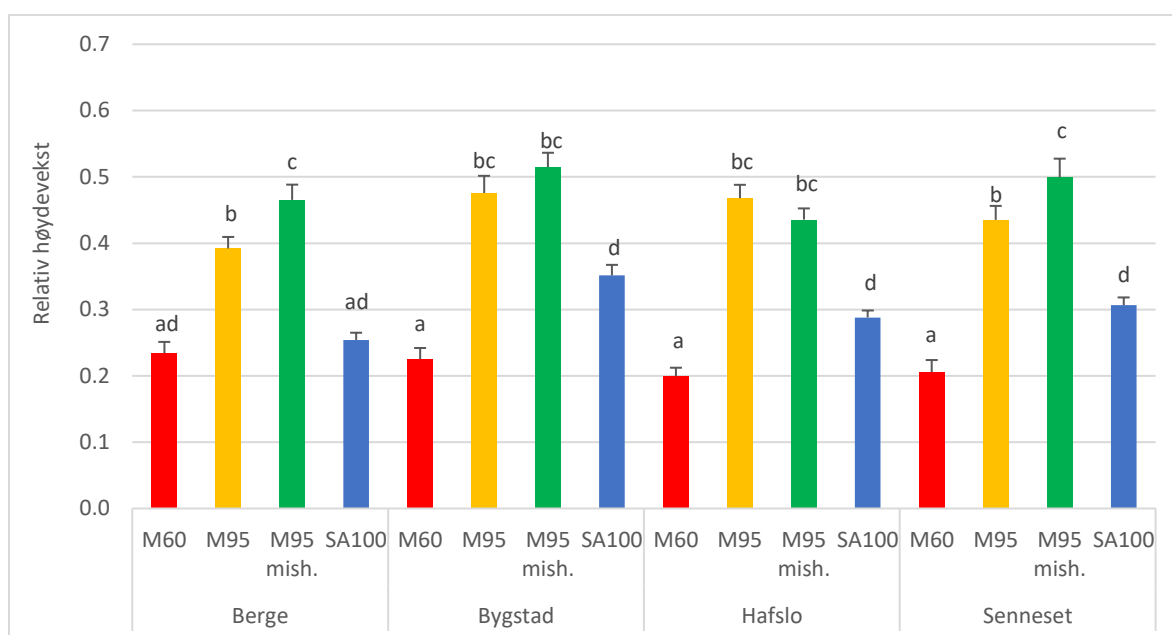
	Skadegrad		Relativ høydevekst		Relativ diametervekst	
	F	P	F	P	F	P
Lokalitet	193.502	<0.001	6.793	<0.001	10.088	<0.001
Plantetype	21.765	<0.001	187.239	<0.001	101.902	<0.001
Lokalitet x Plantetype	1.528	0.133	2.481	0.008	12.124	<0.001



Figur 5. Skadegrad med standardfeil for plantetypene M60, M95, M95 mish. og SA100 på lokalitetene Berge, Bygstad, Hafslo og Senneset. Skadegraden 0-5 beskriver skadeomfanget på plantene fra gransnutebiller i uke 36. Ulike små bokstaver skiller plantetyper som er signifikant ulike i henhold til Holm-Sidak metoden. Ulike store bokstaver skiller lokaliteter som er signifikant ulike. Alle plantetypene har like bokstaver på alle lokaliteter.

Relativ høydevekst

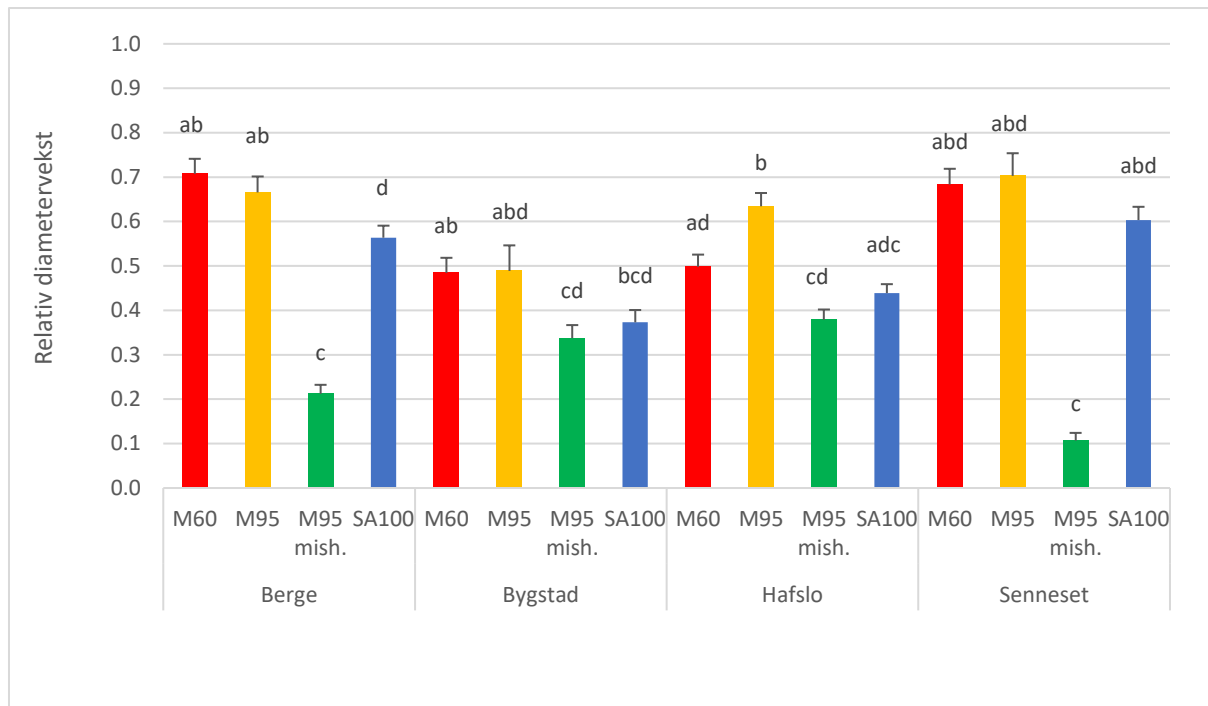
Den relative høydeveksten var signifikant forskjellig både mellom plantetyper og lokaliteter, og det var en signifikant interaksjon mellom plantetype og lokalitet (Tabell 5, Figur 6). Plantetypen M95 mish. hadde den største høydeveksten for lokalitetene Berge og Senneset, mens ved Bygstad og Hafslo var det lik høydevekst som M95 (Figur 6). M60 hadde den laveste høydeveksten ved lokalitetene Bygstad, Hafslo og Senneset, men lik vekst som SA100 ved Berge.



Figur 6. Relativ høydevekst med standardfeil for plantetyperne M60, M95, M95 mish. og SA100 på lokalitetene Berge, Bygstad, Hafslo og Senneset i uke 36. Den relative høydeveksten beskriver høydeveksten til plantene fra vår til høst. Ulike små bokstaver skiller plantetyper som er signifikant ulike i henhold til Holm-Sidak metoden.

Relativ diametervekst

Den relative diameterveksten var signifikant forskjellig både mellom plantetyper og lokaliteter, og det var en signifikant interaksjon mellom plantetype og lokalitet (Tabell 5, Figur 7). Plantetypen M95 hadde den største diameterveksten for lokaliteten Hafslo, mens ved Berge, Bygstad og Senneset var det lik diametervekst som M60. Plantetypen M95 og M60 hadde også lik diametervekst ved Bygstad og Senneset som SA100 (Figur 7). M95 mish. hadde den laveste diameterveksten ved lokalitetene Berge og Senneset, men lik vekst som SA100 ved Bygstad og Hafslo.



Figur 7. Relativ diametervekst med standardfeil for plantetypene M60, M95, M95 mish. og SA100 på lokalitetene Berge, Bygstad, Hafslo og Senneset i uke 36. Den relative diameterveksten beskriver diameterveksten til plantene fra vår til høst. Ulike små bokstaver skiller plantetyper som er signifikant ulike i henhold til Holm-Sidak metoden.

Diskusjon

Nyplantet gran (*Picea abies*) har store utfordringer ved etablering av en god foryngelse på Vestlandet, og særlig er gransnutebillen et problem for plantene de første årene (Hanssen & Fløistad, 2018). Denne studien er interessant da den undersøker skadegraden fra gransnutebiller over fire lokaliteter på Vestlandet, og samtidig ser på høyde- og diameterveksten til plantene. I dagens skogbruk ser vi en økende bruk av dyrking av skogplanter i åpne brett, og denne studien sammenligner veksten mot tradisjonelle plantetyper med lukket brett. I tillegg undersøkes det hvordan planten påvirkes av økt mellomlagring. Denne studien vil totalt sett være med på å øke kunnskapsnivået på Vestlandet om valg av plantetyper og plantetidspunkt ved ulike lokaliteter, og vil på denne måten kunne redusere kostnader for skogeier ved suppleringsplanting.

I samsvar med den første hypotesen min, fant jeg størst skadegrad for plantypen M95 ved alle lokalitetene (Figur 5). Ved tre lokaliteter hadde M95 en gjennomsnittlig skadegrad over 3.0 (Figur 5), som resulterer i snutebillegnagets betydning «hardt skadet» (Tabell 4). Plantetypen M95 hadde den laveste gjennomsnittlige rothalsdiameteren ved utplanting (Tabell 2). Den høye andelen skader på M95 kan dermed forklares ved en liten diameter på rothalsen. Planter med større rothalsdiameter, M60 og SA100, hadde mindre skader. Dette samsvarer med lignende studier (Hanssen & Fløistad, 2018; Thorsen et al., 2001).

Plantetypen M95 mish. får i samsvar med hypotesen min ikke redusert skadegrad sammenlignet med planting tidligere på våren. Dette fremgår av resultatene mine der M95 mish. hadde en større skadegrad enn M95, og en skadegrad som var lik M60 og SA100 (Figur 5). Aktiviteten hos snutebillene er størst på våren i mai – juni da svermingen foregår (Solbreck & Gyldberg, 1979). En forklaring på den lavere skadegraden på M95 mish. kan derfor være at ved utsatt planting har snutebillene et kortere tidsrom til å gjøre skade på plantene i svermingen. En utsatt planting på tre uker kan dermed gjøre at plantene ikke avgir duftstoffer (monoterpener) fra skader like tidlig som andre planter, og andre snutebiller blir dermed mindre tiltrukket av disse plantene uten gnagskader (Hanssen & Fløistad, 2018). Resultater fra Nordlander et al. (2017) viser også at utsatt planting fra mai til juni gir mindre skader fra gransnutebillene. Effekten av sen planting avtok for hvert år, men var signifikante i to år etter hogst. Nordlander et al. (2017) påpeker videre at planting for sent på våren øker risikoen for mangel på vann, næring og energi, som gir stress.

I motsetning til min andre hypotese, fant jeg høy skadegrad på bare tre av lokalitetene. For alle lokalitetene var det skader fra gransnutebillen, men Berge var signifikant forskjellig fra de andre lokalitetene med en lavere skadegrad (Figur 5). Berge hadde mange likhetstrekk med resten av lokalitetene med lik høyde over havet, himmelretning og relativt likt tidspunkt for avvirkning (Tabell 2). Av alle fire lokalitetene var Berge den sørligste med et svært bratt terreng med Sognefjorden under seg. Berge var den eneste av alle lokalitetene det ble benyttet en fullverdig taubanedrift. Ved avvirkning med taubanedriften ble hele trær vinsjet til riggplass i senter av feltet, for videre kvisting og aptering. Dette førte til svært lite kvist og hogstavfall ved gjentakene på Berge. Snutebillene tiltrekkes av flyktige stoffer fra hogstavfall og stubber (Solbreck & Gyldberg, 1979). Undersøkelser fra Rahman (2015) viste at flere kvisthauger fordelt på hogstflaten økte antall snutebiller, men reduserte skadegraden på plantene. Derimot økte skadegraden fra snutebillene når kvisthaugene ble liggende på hogstflata over sommeren (Hanssen et al., 2018). Dette er undersøkelser der kvist har blitt samlet (GROT), for å fjernes fra terrenget. Vi kan dermed trekke sammenhenger til min studie der antallet snutebiller kan ha vært høyt, men billene har heller funnet føde i den store samlingen av hogstavfall fra taubanedriften. En forklaring på den lave skadegraden fra snutebillen ved Berger kan derfor være den lave andelen av hogstavfall ved de ulike gjentakene.

For alle plantetypene ble enkelte planter under registreringene i uke 27 vurdert til en høyere skadegrad enn i uke 36. Dette kan forklares ved at treets eget forsvar gjør at kvae og tremasse kontinuerlig vokser ut fra skadestedet og dekker over skaden fra skadekant. Skadegraden kan derfor avvike og skape variasjoner i datasettet som ble benyttet i oppgaven.

Den relative tilveksten ble benyttet for høyde- og diametervekst, da den beskriver den reelle veksten bedre enn en sammenligning av tilvekst i cm/mm mellom planter med ulik høyde- og utgangsdiameter. Dette resulterer i at planter med større høyde/diameter (M60 og SA100) må vokse betydelig mer enn mindre planter (M95) for å oppnå samme relative høydevekst.

Mine resultater for høyde- og diametervekst støtter hypotesen om at plantetypen M95 mish. ikke får redusert vekst sammenlignet med planting tidligere på våren. M95 mish. hadde den største høydeveksten for Berge og Senneset (Figur 6). For diametervekst var resultatene annerledes, med signifikant lavest diametervekst ved to lokaliteter. En viktig faktor for etablering av en god foryngelse kan være riktig planttidspunkt. Som diskutert av Luoranen et al. (2005) kan lang mellomlagring, som innebærer sen planting, redusere plantenes kvalitet (opplagsnæring) og evne til ny rotvekst. Samtidig poengterer studien at plantene kan få bedre

vekst ved planting når jordtemperatur er ideell for vekst. Dette kan være en medvirkende årsak til god høydevekst i denne studien med hensyn til sen planting.

I samsvar med tredje hypotese hadde plantetypen SA100 en høyere relativ høydevekst enn M60 ved lokalitetene Bygstad, Hafslo og Senneset. Ved Berge var høydeveksten lik for begge plantetypene. SA100 er som tidligere nevnt tilsvarende M60 i størrelsen med litt større rotvolum. Plantebrettet til SA100 er annerledes ved at de har åpninger i alle sider slik at røttene vokser utover, men luftbeskjæres på grunn av åpningene i pottetrebbene. Dette kan forklare deler av den gode høydeveksten.

I motsetning til tredje hypotese hadde plantetypen SA100 en lavere relativ diametervekst enn M60 ved lokalitetene Berge og Bygstad, og lik diametervekst ved Hafslo og Senneset. Disse resultatene viser at den relative diameterveksten for SA100 sammenlignet med M60 ikke er like god som den relative høydeveksten. Plantetypen M95 hadde den største relative diameterveksten for lokaliteten Hafslo (Tabell 5), og lik diametervekst som M60 ved Berge, Bygstad og Senneset. Denne økte diameterveksten gjør at plantene blir bedre rustet mot angrep fra snutebillene (Thorsen et al., 2001). Plantetypen M60 og SA100 hadde mindre skader enn M95, og det vil videre være naturlig å forvente at skadegraden på M60 og SA100 vil reduseres med den økte diameterveksten sammenlignet med M95.

Næringsinnholdet i plantetypene M60 og M95 (Tabell 3) er relativt likt for begge plantetypene. Selv om næringsinnholdet er relativt likt, har M95 en liten større andel nitrogen i barmassen. Denne økte andelen nitrogen kan ha en sammenheng med økt vekst. Det er flere faktorer som spiller en viktig rolle ved vekst for planter, og den lille økningen i nitrogen kan ikke forklare forskjellene alene (Stattin et al., 2012). Næringsinnholdet kan dermed ikke kobles direkte til den økte relative veksten hos M95.

Resultatene fra denne studien på Vestlandet viser at plantetypen M95 blir foretrukket av gransnutebillen over M60 og SA100 plantene på bakgrunn av en mindre rothalsdiameter. Gransnutebillen gjorde store skader på tre av fire lokaliteter, men en lokalitet fikk mindre skader. En forklaring kan være mindre kvister og hogstavfall da taubanedrift var brukt som avvirkningsmetode. Høydeveksten til SA100 var større enn for M60 ved tre lokaliteter, og lik ved den siste. Dette kan tyde på gode resultater ved bruk av åpne plantebrett på planteskolen med luftbeskjæring. Samtidig må det understrekes at diameterveksten for SA100 var lavere enn M60 ved to lokaliteter. En lengre mellomlagring fra planteskole til utplanting viser ikke

reduisert høydevekst og skadegrad, men påvirker skadegrad og høydevekst positivt med en høyere vekst og overlevelse. Diameterveksten for M95 mish. var i midlertidig den laveste ved to lokaliteter.

Forsøket foregikk kun over den første vekstsesongen, som bare er den første av et helt skogsomløp. Spesielt vil plantene være utsatt i 2-3 omløp til før vekst og overlevelse av nyplantet gran kan vurderes opp mot lignende forsøk. Det burde derfor følges opp med videre registreringer og forskning over flere vekstsesonger for å kunne verifisere resultatene i denne studien.

Litteratur

- Bjørken, A. M. (2021). Kartlegging av foryngelse og miljøhensyn ved hogst og skogkulturtiltak. *Rapport nr.36*.
- Fløistad, I. W. S. (2000). *Seedling quality in Picea abies is affected by growing conditions and routines in forest nurseries = Plantekvalitet i Picea abies påvirkes av dyrkingsklima og rutiner i skogplanteskolene.*: Doktoravhandling. Ås: Department of Forest Sciences, Agricultural University of Norway.
- Grossnickle, S. C. (2000). *Ecophysiology of northern spruce species: the performance of planted seedlings*: Ottawa: National Research Council.
- Grossnickle, S. C. & El-Kassaby, Y. A. (2016). Bareroot versus container stocktypes: a performance comparison. *New Forests*, 47 (1): 1-51.
- Hanssen, K. H. & Fløistad, I. (2018). Snutebilleskader i Sør-Norge 2017. *NIBIO Rapport*.
- Hanssen, K. H., Fløistad, I. S., Granhus, A. & Sjøgaard, G. (2018). Harvesting of logging residues affects diameter growth and pine weevil attacks on Norway spruce seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33 (1): 40-49.
- Heiskanen, J. & Viiri, H. (2005). Effects of mounding on damage by the European pine weevil in planted Norway spruce seedlings. *Northern Journal of Applied Forestry*: 22 (3): 154-161.
- Ingestad, T. (1979). Mineral nutrient requirements of Pinus silvestris and Picea abies seedlings. *Physiologia plantarum*, 45 (4): 373-380.
- Johansson, K., Langvall, O. & Bergh, J. (2012). Optimization of environmental factors affecting initial growth of Norway spruce seedlings. *Silva Fennica*, 46 (1): 27-38.
- Kilden. (2022). *Kilden.nibio.no*. Tilgjengelig fra: Kilden.nibio.no (lest 25.04.2022).
- Linder, S. (1995). Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. *Ecological bulletins*: 178-190.
- Lovdata. (2023). *Lov om skogbruk (skogbrukslova)*: Lovdata.no.
- Luoranen, J., Rikala, R., Konttinen, K. & Smolander, H. (2005). Extending the planting period of dormant and growing Norway spruce container seedlings to early summer.
- Luoranen, J. & Viiri, H. (2016). Deep planting decreases risk of drought damage and increases growth of Norway spruce container seedlings. *New forests*, 47 (5): 701-714.
- Mattsson, A. (1997). Predicting field performance using seedling quality assessment: a review. *New Forests* 13 (1): 227-252.
- Moore, R., Willoughby, I. H., Moffat, A. J. & Forster, J. (2021). Acetamiprid, chlorantraniliprole, and in some situations the physical barriers MultiPro® or Kvaee® wax, can be alternatives to traditional synthetic pyrethroid insecticides for the protection of young conifers from damage by the large pine weevil Hylobius abietis L. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36 (4): 230-248.
- Nordlander, G., Hellqvist, C. & Hjelm, K. (2017). Replanting conifer seedlings after pine weevil emigration in spring decreases feeding damage and seedling mortality. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 32 (1): 60-67.
- Rahman, A., Viiri, H., Pelkonen, P. & Khanam, T. (2015). Have stump piles any effect on the pine weevil (Hylobius abietis L.) incidence and seedling damage? *Global Ecology and Conservation*, 3: 424-432.
- Sikström, U., Hjelm, K., Hanssen, K. H., Saksa, T. & Wallertz, K. (2020). Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia—a review.
- Solbreck, C. & Gyldeberg, B. (1979). Temporal flight pattern of the large pine weevil, Hylobius abietis L.(Coleoptera, Curculionidae), with special reference to the influence of weather. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 88 (1-5): 532-536.
- SSB. (2021). Skogavvirkning for salg. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/statbank/table/08705> (lest 01.03.2023).

- Stattin, E., Verhoef, N., Balk, P., van Wordragen, M. & Lindström, A. (2012). Development of a molecular test to determine the vitality status of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings during frozen storage. *New forests*, 43: 665-678.
- Svensson, A., Eriksen, R., Hysten, G. & Granhus, A. (2021). Skogen i Norge. *NIBIO Rapport*.
- Thorsen, Å. A., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (*Hylobius* spp.). *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16 (1): 54-66.
- Von Sydow, F. (1997). Abundance of pine weevils (*Hylobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12 (2): 157-167.
- Wallertz, K., Holt Hanssen, K., Hjelm, K. & Sundheim Fløistad, I. (2016). Effects of planting time on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to Norway spruce seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 31 (3): 262-270.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway