

Erlend Grande

6EV299S Bacheloroppgave

Fremtidig skogplanteproduksjon i mikrobrett

Future seedling production in germination trays



Foto: Bjørn Tore Ness

Bachelor i skogbruk

2019

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på et 3.årig bachelorløp i skogbruk på Høgskolen i Innlandet ved avdeling Evenstad. Min oppgave er skrevet etter ønske fra Skogplanter Midt-Norge som har gjort store investeringer for å effektivisere skogplante produksjonen. Det har vært spennende å jobbe med et dagsaktuelt tema hvor noen av resultatene kan tas i betraktning ved planlegging av videre produksjon.

Jeg vil rette en takk til daglig leder ved Skogplanter Midt-Norge Per Olav Grande for å la meg skrive min bacheloroppgave i samarbeid med dem, og for å gi meg faglig veiledning underveis. Videre ønsker jeg å takke de resterende ansatte ved Skogplanter Midt-Norges planteskole ved Kvatninga for å la meg gjennomføre prosjektet på planteskolen, og for bistand underveis. Jeg ønsker også å takke Kristin Grande for skrivehjelp under datainnsamlingen. En stor takk rettes også til NordGen for økonomisk støtte til å gjennomføre datainnsamlingen.

En takk rettes også til forsker Inger Sundheim Fløistad ved NIBIO for god veiledning med metode for datainnsamling, og skriving underveis. Jeg vil også takke overingeniør Helge Meissner ved NIBIO for veiledning ved bruk av WhinRhizo rot-skanner. En takk rettes også til avdelingsingeniør Marit Helgheim ved NIBIO for hjelp med vasking av røtter slik at det var mulig å analysere så mange rotprøver som mulig.

Jeg ønsker også å takke min veileder høgskolelektor Magnar Ole Hesjadalen ved Høgskolen i Innlandet for god veiledning gjennom hele oppgaveprosessen. En takk rettes også til førsteamanuensis Karen Marie Mathisen ved Høgskolen i Innlandet for god hjelp med statistikken i oppgaven. Jeg ønsker også å takke min medstudent Petter Almås for gode tilbakemeldinger på rettskriving og struktur. En takk rettes også til mine resterende medstudenter ved Evenstad for mange relevante og irrelevante diskusjoner gjennom 3 år.

Evenstad 25. april. 2019



Erlend Grande

Sammendrag

Produksjon av skogplanter har i lang historie vært viktig i det norske skogbruket. Regjeringa ønsker i statsbudsjettet for 2019 å fortsatt gi tilskudd til tettere planting, samt å gi støtte til skogplanteforedling som et langsiktig klimatiltak. Dette vil trolig føre til en økning i solgte skogplanter i årene fremover. For å tilpasse seg den fremtidige etterspørselen etter skogplanter har Skogplanter Midt-Norges planteskole ved Kvatninga startet produksjon av granplanter (*Picea abies*) i mikrobrett. Dette er brett som rommer 480 planter. Granplantene vokste første vekstsesong i mikrobrett før de ble priklet over til tradisjonelle M60- og M95 brett. Jeg har med bakgrunn i dette undersøkt følgende problemstilling: *Hvordan påvirker behandlingsmetode og pottebrett granplanters høydevekst over tid, stammediameter og lengden av finrøtter etter omprikling?*

De ulike behandlingsmetodene som ble gjennomført var: Polykarbonat drivhus 1 måned, og 1,5 måned før friland, plasthus hele vekstsesongen med og uten kortdagsbehandling, og friland hele vekstsesongen for priklete og upriklete planter. Det ble målt høyde og stammediameter på 36 planter, og andel finrøtter på 8 planter per behandlingsmetode.

Mine resultater viste at de priklete plantene som vokste i M60 brett var i snitt 1 cm høyere enn de som vokste i M95 brett. Fordelt på de ulike behandlingsmetodene var plantene som vokste i plasthus uten KD-behandling høyest i M60 brett, mens de priklete plantene på friland var lavest. For de plantene som vokste i M95 brett var de upriklete plantene på friland høyest, mens de priklete plantene på friland var lavest. Stammediameteren var større for plantene som vokste i M60 brett enn de som vokste i M95 brett. Her var det lite forskjell mellom behandlingsmetodene, men de upriklete på friland hadde størst stammediameter blant plantene som vokste i M95 brett. For utvikling av finrøtter var det ingen forskjell mellom de priklete plantene i M60- og M95 brett. Fordelt på de ulike behandlingsmetodene var det for de priklete plantene i begge pottebrettene størst andel finrøtter blant plantene som vokste 1,5 måned i drivhus før friland. Minst finrøtter var det for de priklete plantene som sto hele sesongen på friland for begge pottebrettene. De upriklete plantene hadde størst andel finrøtter i M95 brett.

Mine resultater tyder på at de upriklete plantene er høyest, har størst stammediameter og størst andel finrøtter. For å utligne denne forskjellen bør de priklete plantene være større etter første vekstsesong. Andre vekstsesong kan de priklete plantene vokste i plasthus eller i polykarbonat drivhus for å utligne forskjellene til de upriklete plantene.

Abstract

Norway Spruce (*Picea abies*) seedlings were given five different treatments in M60 boards and six different treatments in M95 boards. All the seedlings grew the first season in germination trays before transplanted to M60- or M95 boards, except for one treatment method who grew two seasons in M95 boards. Two treatments grew in polycarbonate greenhouse with different time before the seedlings were moved outdoor. Two treatments had the entire season in plastic tunnel greenhouse. One of them were combined with short-day treatment. The last treatment was seedlings how had the entire season outdoor. The seedlings grown in open air were compare to seedlings who had both seasons in M95 boards. I measured height and stem diameter on 36 seedlings, and measured fine roots on 8 seedlings per treatment.

My results shows that the transplanted seedlings in M60 boards was in average 1 cm higher than the transplanted seedlings in M95 boards. The highest seedlings were the untransplanted ones who was grown in open air in M95 boards. The transplanted seedlings in M60 boards also had a larger stem diameter than the transplanted seedlings in M95 boards. I found the largest stem diameter among the untransplanted seedlings who was grown in open air in M95 boards. There was no difference in fine root production between the transplanted seedlings in M60- and M95 boards. Most fine roots were in the untransplanted seedlings in M95 boards who was grown in open air.

My results indicate that the untransplanted seedlings are the highest, have the largest stem diameter and most fine roots. To equalize this difference, the transplanted seedlings should be larger after the first growing season. Second growing season, the transplanted seedlings can grow in plastic tunnel greenhouse or in polycarbonate greenhouses to compensate for the differences between the transplanted and the untransplanted seedlings.

Innhold

1. Innledning.....	7
2. Materiale og metode.....	11
2.1 Studieområde.....	11
2.2 Forbehandling.....	11
2.3 Behandlingsmetode.....	12
2.4 Valg av planter.....	13
2.5 Måling av planter.....	14
2.5.1 Høyde og diameter.....	14
2.5.2 Rot-skanning.....	14
2.6 Dataanalyse.....	15
3. Resultater.....	17
3.1 Høyde.....	17
3.2 Diameter.....	20
3.3 Rot-utvikling.....	21
4. Diskusjon.....	23
4.1 Høyde.....	23
4.2 Diameter.....	24
4.3 Rot-utvikling.....	24
4.4 Sammenfatning av del-resultatene.....	26
4.5 Andre påvirkninger.....	26
5. Konklusjon.....	27
6. Referanser.....	28
7. Vedlegg.....	32

1. Innledning

Produksjon av skogplanter har en lang historie i det norske skogbruket. Allerede i 1868 ble den første offentlige skogplanteskolen opprettet på Jæren (Børset, 1986, s.128). De neste 40 årene økte antall solgte skogplanter fra 200 000 til 40 millioner planter. Med dette økte antall skogplanteskoler til 62 i 1950 (Børset, 1986, s. 128). Økningen av solgte skogplanter fortsatte fram til 1964 da det ble solgt ca. 110 millioner skogplanter (Skogfrøverket, 2019). Noe av grunnen til denne økningen var det politiske fellesprogrammet som blant annet sa at skogen skulle gjenreises etter krigen. Stortinget satte i 1951 ned en skogkommisjon hvor planen var å plante 60 000 dekar hvert år i 60 år (Roll-Hansen, 2016). I dag har produksjonen av skogplanter blitt mer effektiv, og det er i dag om lag 10 skogplanteskoler i Norge (Skogselskapet, 2017).

Foryngelse av ny skog etter hogst er både lovpålagt gjennom skogbrukslova (Skogbrukslova §6) og kanskje det viktigste tiltaket som gjøres gjennom skogens omløp. En rask etablering av ny skog er med på å gi gode økonomiske forutsetninger for fremtiden, og for å opprettholde fremtidig CO₂ binding i skogen (Tomter & Dalen, 2018). I Norge er planting den vanligste måten å forynge granskog (Børset, 1986, s. 54).

I 2018 ble det solgt 40,2 millioner skogplanter i Norge til nyplanting og suppleringsplanting, hovedsakelig gran (*Picea abies*). Disse plantene ble fordelt på 206 000 dekar. Salget av skogplanter har økt 5% siden 2017. Noe av grunnen til økningen kan vær statlige tilskudd som er gitt til tettere planting, planting på nye arealer og suppleringsplanting i plantefelt med lav tetthet (Landbruksdirektoratet 2018; Regjeringen 2017).

Skogplanting har lenge blitt sett på som et viktig klimatiltak ved binding av CO₂ gjennom akkumulering av biomasse. Som et lokalt eksempel ble det i 2010 opprettet 4 klimaskogfelter slik at gamle Nord-Trøndelag fylkeskommune kunne kjøpe og selge CO₂-kvoter (Rannem & Sagmo, 2010). Klima- og miljødepartementet og Landbruks- og matdepartementet startet i 2015 et pilotprosjekt hvor skogplanting på nye arealer som klimatiltak var ett av målene (Fylkesmannen i Trøndelag, 2018). Dette tiltaket var et ledd i stortingets klimaforlik fra 2012 (Energi- og miljøkomiteen, 2012). Regjeringen ønsker i statsbudsjettet for 2019 å fortsette med tilskudd til tettere planting som ble innført i 2016, samt å gi økonomisk støtte til skogplanteforedling som et langsiktig klimatiltak (Regjeringen 2018). Dette vil trolig føre til en økning i solgte skogplanter.

Med en økende etterspørsel etter skogplanter har det i mange år blitt stilt krav til norske skogplanteskoler om å ha tilstrekkelig med utplantingsklare planter av riktig proveniens. Gjennom forskrift om skogfrø og skogplanter stilles det krav til plantenes kvalitet, og at hensyn til skogens genetiske mangfold ivaretas (Forskrift om skogfrø og skogplanter, 1996). Selv med muligheter for import av planter fra våre naboland bør vi basere oss på at plantebehovet skal dekkes av en innenlands produksjon (Børset, 1986, s. 127). For å tilpasse seg fremtidige krav startet Skogplanter Midt-Norges planteskole ved Kvatninga i 2017 produksjon av granplanter i mikrobrett. Dette er brett som rommer 480 planter med et pottevolum på $3,92 \text{ cm}^3$ og en plantetetthet på 2963 planter/m^2 . Produksjon i mikrobrett bidrar til en bedre arealutnyttelse, og muligheten for å overvintre plantene under kontrollerte forhold på fryselager, før de prikles til tradisjonelle M60- og M95- brett ved hjelp av en priklerobot (Kløvstad, 2017).

I Norge produseres granplanter hovedsakelig i to typer pottebrett. Det ene er et pottebrett som rommer 60 planter (M60), mens det andre rommer 95 planter (M95) (Fløistad, 2014b). Planter som produseres i disse pottebrettene kan skilles på om de har hatt en eller to vekstsesonger på planteskolen før salg. I 2018 var 59% av solgte granplanter 2-årige M95 planter, mens 27% var 1-årig M95 planter. 13% av solgte skogplanter var 2-årige M60 planter, og resterende 1% var 1-årige M60 planter (Skogfrøverket, 2018b).

Etter utplanting har tidligere studier vist at plantens stammediameter er den enkeltfaktoren som gir best overlevelse (Grossnickle, 2012). Med økende stammediameter øker også toleransen for snutebillegnag (Thorsen, Mattison & Weslien, 2001). Plantehøyden vil også påvirke planters overlevelse etter utplanting. Dette er viktig for planter med konkurranse fra annen vegetasjon, da spesielt på næringsrik mark hvor konkurrerende vegetasjon raskt vokser frem (Fløistad, 2014a). Forskning fra Telemark viste at granplanter som hadde to vekstsesonger i M60 brett var høyere ved utplanting enn de i M95 brett (Kohmann, 1995). Rapporten viste også at 2-årige M60- og M95- planter hadde høyere overlevelse og høydevekst 4. år etter utplanting enn 1-årige M95 planter. 2-årige M60 planter hadde noe høyere overlevelse og høydevekst enn 2-årige M95. (Kohmann, 1995).

Plantehøyde sier noe om plantenes fotosyntese- og transpirasjonsapparat. Samsvar mellom plantehøyde, stammediameter og rotsystem er essensielt for at plantene skal ha best mulige livsbetingelser etter utplanting (Grossnickle, 2012). Høye planter med stor nålemasse vil gi økt transpirasjon. Derfor er det viktig at plantene får tilført tilstrekkelig med vann og næring for å unngå tørkestress (Fløistad, 2014b).

Røttenes oppgave er å feste planten til omgivelsene, og å gi den vann og næring (Fløistad, Eldhuset & Kvalbein, 2018; Munson & Bernier, 1993). Det er en positiv sammenheng mellom planters overlevelse etter utplanting og nitrogeninnhold i nålene (Vandendriessche, 1980). En rask rotetablering er derfor viktig etter utplanting. For opptak av vann og næring fra jorda er finrøtter hovedveien til planten (Ostonen et al., 2011). Med finrøtter regnes røtter som har en diameter under 2 mm (Pallardy, 2008). Majoriteten av finrøtter hos gran har en diameter mellom 0 og 0,5 mm (Fløistad & Eldhuset, 2017; Hansson, Helmisaari, Sah & Lange, 2013). Hvis planten ikke får tilstrekkelig vann vil den bli utsatt for tørkestress. Planter som er i tørkestress vil ikke være i stand til å utvikle nye røtter, og står derfor i fare for å dø (Grossnickle, 2005). For utvikling av røtter gir produksjon av planter med høyere temperatur og næringstilgang større utviklingspotensialet enn ved lavere temperaturer (Colombo, Glerum & Webb, 2003).

Tradisjonelt er utplanting om våren det vanligste. Det blir da plantet når frosten i bakken forsvinner og til slutten av juni. Etter hvert har høstplanting blitt mer vanlig (Kohmann & Johnsen, 2007). For utplanting på høsten er planters frostherdighet en viktig egenskap. For å utvikle nødvendig frostherdighet kan tidlig innvintring ved hjelp av kortdagsbehandling (KD-behandling) være et nyttig tiltak (Fløistad, 2014a). Plantenes reaksjon på kortere dager er det som setter i gang vekstavslutningen (Kohmann, 1996). Daglengden kortes ned ved at en lystett duk med mørk underside dras over plantene slik at plantene får en nattlengde fra 20:00 til 09:00 (Fløistad, 2002). KD-behandling gir plantene raskere knoppsskyting påfølgende vår, noe som kan medføre at plantene blir mer utsatt for frostskafer (Fløistad & Granhus, 2010). Fløistad & Eldhuset (2017) fant at KD-behandling ga en positiv effekt på veksten av finrøtter i de minste diameterklassene.

Ulike vekstbetingelser for plantene i drivhus, plasthus eller på friland er med på å påvirke planters vekst. Faktorer som varme, lys og næringstilgang er med på å påvirke planters kvalitet ved bruk av samme pottebrett (Fløistad et al., 2018; Kohmann, 1995). Med mye nedbør vil næringen i rotpluggene vaskes ut, og plantene vil få mindre næringstilgang (Fløistad et al., 2018). Planter som står under tak har bedre forutsetninger for kontrollerte vannings og gjødslingsprogram på planteskolene.

Planter som dyrkes på friland har lavere høydevekst enn planter som dyrkes ved høyere temperaturer, og større næringstilgang (Colombo et al., 2003). Forskrift om skogfrø og skogplanter stiller ingen konkrete om krav til plantestørrelse. Fløistad (2014b) har derfor anbefalt plantehøyde for planter som er dyrket i M60 brett på 15 – 35 cm, og 11 – 30 cm for

M95 planter. Dette er basert på finske studier og justert etter Norske forhold. M60 plantene er litt dyrere enn M95 plantene. Salgsargumentene for å kjøpe M60 planter er at det skal være en større og kraftigere plante med mer rotvolum (Skogplanter Midt-Norge, u.å.; Skogplanter Østnorge, u.å.).

Målsettingen med denne oppgaven er å undersøke hvordan planter som har hatt første vekstsesong i mikrobrett på skogplanter Midt-Norges planteskole ved Kvatninga, reagerer på ulike behandlingsmetoder andre vekstsesong. Studiet av behandlingsmetodene kan gi framtidig produksjon av skogplanter i mikrobrett, og salgsplanter en god forutsetning for å forynge ny skog. For å undersøke dette har jeg ønsket å belyse følgende problemstilling:

Problemstilling: Hvordan påvirker behandlingsmetode og pottebrett granplanters høydevekst over tid, stammediameter og lengden av finrøtter etter omprikling?

Basert på problemstillingen har jeg lagd følgende 4 hypoteser:

Hypotese 1:

Planter som vokser i M60 brett vil være høyere enn plantene som vokser i M95 brett etter andre vekstsesong.

Hypotese 2:

Høydeveksten på plantene vil påvirkes av behandlingsmetode og pottebrett.

Hypotese 3:

Plantenes stammediameter vil variere ut ifra behandlingsmetode og pottebrett.

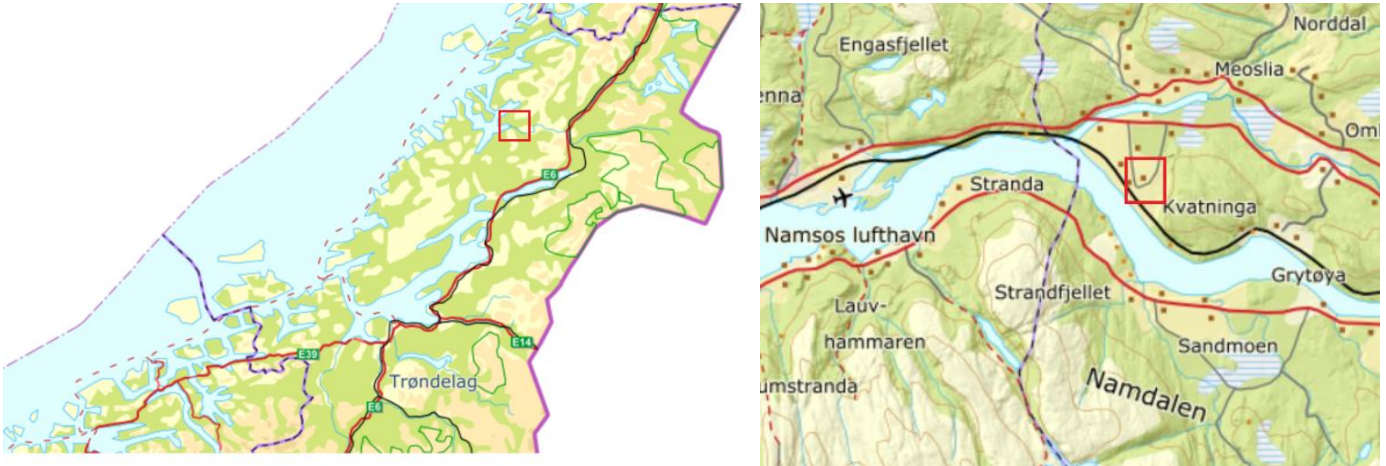
Hypotese 4:

Lengden av finrøtter vil variere ut ifra behandlingsmetode og pottebrett.

2. Materiale og metode

2.1 Studieområde

Dette forsøket ble utført på Skogplanter Midt-Norges planteskole ved Kvatninga. Denne planteskolen ligger vest i Overhalla kommune (Figur 1) i Trøndelag fylke. Dette området ligger nært kysten og vil derfor være preget av milde vintre og kalde somre med mye nedbør.



Figur 1. Kart over studieområdet. Bildet til venstre viser Trøndelag, med vestre del av Overhalla i innfelt firkant. Bildet til høyre viser forsøkslokaliteten på Kvatninga planteskole (Norgeskart.no, u.å).

2.2 Forbehandling

Plantene ble sådd i mikrobrett (Figur 2) og M95 brett i månedsskifte juni/juli 2017. Disse plantene ble så plassert i polykarbonat drivhus. Plantene som vokste i M95 brett ble plassert på friland i midten av september for overvintring. De plantene som vokste i mikrobrett sto i polykarbonat-huset frem til midten av november, før de ble plassert på kjølelager for overvintring. Alle plantene var av proveniensen gran Undesløs F06-046. Undesløs er et foredlet plantematerialet som har sitt bruksområde i lavereliggende strøk i Trøndelag (Skogfrøverket, 2018a). Strekningsveksten for denne proveniensen stopper ca. 15. august på Kvatninga planteskole (P. O. Grande, personlig kommunikasjon, 10. mai 2018).



Figur 2. Bilde av et mikrobrett

2.3 Behandlingsmetode

Før andre vekstsesong ble plantene priklet fra mikrobrett til pottebrett med 60 planter, et pottevolum på 75 cm³ og 500 planter/m² (M60), og pottebrett med 95 planter, et pottevolum på 50 cm³ og 791 planter/m² (M95). Dette ble gjort ved hjelp av en priklerobot. Etter ompriklingen ble det utført seks forskjellige behandlingsmetoder for planter i M95 brett, og fem forskjellige behandlinger for planter i M60 brett. Disse behandlingene var:

Drivhus 1 måned før friland (M60 og M95):

Dette er planter som sto deler av vekstsesongen i polykarbonat drivhus før de ble satt ut på friland. Disse plantene ble satt inn i drivhuset 14. mai 2018 og kjørt ut på friland 18. juni 2018. Dette tilsvarer 35 dagers vekst i drivhus, og resten av tiden på friland.

Drivhus 1,5 måned før friland (M60 og M95):

Dette er planter som sto deler av vekstsesongen i polykarbonat drivhus før de ble satt ut på friland. Disse plantene ble satt inn i drivhuset 14. mai 2018 og kjørt ut på friland 28. juni 2018. Dette tilsvarer 45 dagers vekst i drivhus, og resten av tiden på friland

Plasthus (M60 og M95):

Dette er planter som sto hele sesongen i plasthus. Disse ble satt ut 14. mai 2018.

Plasthus + kortdagsbehandling (M60 og M95):

Dette er planter som sto hele sesongen i plasthus. Disse ble satt ut 14. mai 2018, og kortdagsbehandlet fra 06. august til 17. august med en nattlengde fra 19:00 til 07:30. Dette tilsvarer 12,5 timer natt, og 11,5 timer dag.

Friland (M60 og M95):

Dette er planter som sto hele vekstsesongen på friland. De ble satt ut 14. mai 2018.

Upriklet på friland (M95):

Dette er planter som ble sådd direkte i M95 brett, og dyrket i dette første vekstsesong. Disse plantene har overvintret ute og ble dyrket videre sammen med de priklete plantene andre vekstsesong. Dette gjelder kun for planter i M95 brett fordi det ikke var noen planter tilgjengelig i M60 brett av riktig proveniens.

Det har blitt gjennomført standard gjødslingsprogram for alle behandlingsmetodene. Jeg gjorde automatiske temperaturmålinger på de ulike dyrkingsstedene 8 ganger om dagen gjennom sesongen med en Comark EVT2 datalogger temperaturmåler, og nedbørsmålinger ble gjort ved Overhalla værstasjon (Yr, 2019) (Tabell 1).

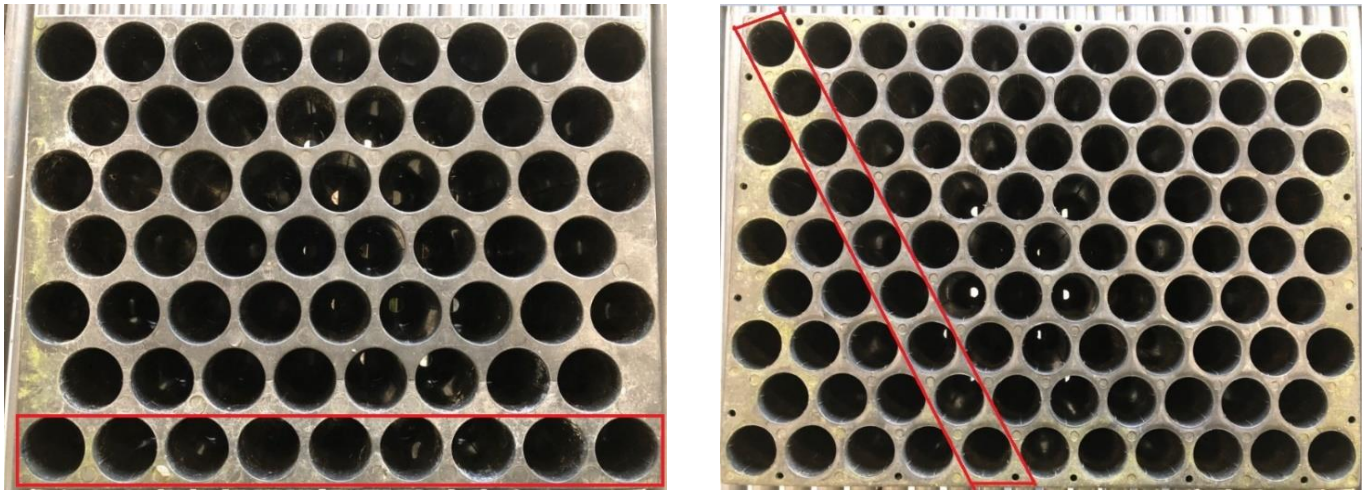
Tabell 1. Døgnmiddeltemperatur og nedbørmengde (normalnedbør i parentes) for hver måned på de ulike dyrkingsstedene.

Måned	Friland	Nedbør	Plasthus	Polykarbonat drivhus
Mai	19,4 °C	29,8 mm (59 mm)	18,3 °C	21,0 °C
Juni	13,9 °C	117,8 mm (74 mm)	14,2 °C	16,6 °C
Juli	20,7 °C	56,8 mm (96 mm)	19,7 °C	
August	13,8 °C	189,3mm (100 mm)	14,4 °C	
September	9,8 °C		10,1 °C	

2.4 Valg av planter

Når jeg skulle velge planter fikk jeg først tildelt fem forskjellige aluminiumsrammer. Hver ramme representerte da en behandlingsmetode. Behandlingsmetodene friland og upriklet hadde lik behandling andre vekstsesong og ble derfor plassert på samme ramme. Innenfor disse rammene valgte jeg fire M95 brett og fire M60 brett. Det var viktig at disse brettene ikke ble plassert mot en kant slik at veksten på plantene ble påvirket av kantsonen. Plantene som står her kan ved tørre perioder ikke få tilstrekkelig vann, og dermed stå i fare for å tørke ut (P. O. Grande, personlig kommunikasjon, 10. mai 2018).

Innenfor hvert brett målte jeg regelmessig ni planter. Det ble målt 36 planter per behandling for hver av de seks ulike behandlinger for M95 brett, og fem ulike behandlinger for M60 brett, til sammen 11 behandlinger i forsøket. Til sammen ble 216 planter målt i M95 brett, og 180 planter i M60 brett. For alle behandlingsmetodene og pottebrettene utgjorde det til sammen 396 planter i forsøket. Jeg laget et system som gjorde det mulig å måle de samme plantene gjennom hele sesongen (Figur 3). Hvert brett fikk et nummer og en pil slik at jeg visste hva som var plante nummer 1 og så videre. For de priklete plantene var det noen potter med to planter. Da fjernet jeg den laveste planten og satt den høyeste på plass. Dette var samme prosedyre som ansatte på planteskolen gjorde i samme situasjon. For noen av de upriklete plantene var det noen tomme pottehull. Da flyttet jeg konsekvent den planten som var en potte til høyre (Figur 3). Dette var for å fylle alle pottene slik at jeg hadde likt antall planter for hver behandling.



Figur 3. Til venstre er bilde av M60 brett, og bilde av M95 brett til høyre. Innrammet i rødt er de pottene jeg målte planter i.

2.5 Måling av planter

2.5.1 Høyde og diameter

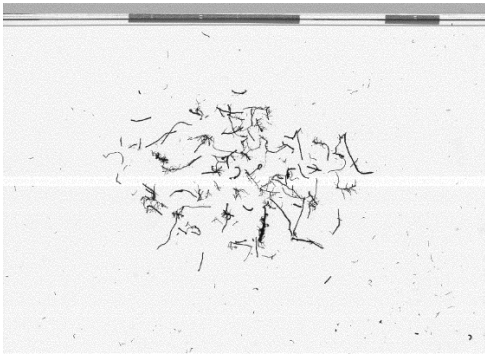
Høyden på hver plante ble målt fra rothalsen og opp til øverste nål med en tommestokk. Dette ble gjort fem ganger gjennom vekstsesongen, fra 14.mai til 24.september. For diametermåling brukte jeg et elektronisk skyvelære. Jeg la skyvelæret på kanten av brettet og målte stammediameteren på dette punktet. Grunnen til at jeg målte der var for ikke å skade plantene med for mye håndtering. Diametermåling ble gjort ved starten og slutten av vekstsesongen. Jeg lagde meg et eget feltskjema for innsamling av disse dataene (vedlegg 1).

2.5.2 Rot-skanning

Planter fra alle behandlingene ble valgt ut for rot-skanning. Etter endt vekstsesong gjorde jeg et utvalg på åtte planter per behandlingsmetode. Dette utgjorde totalt 88 planter. Da valgte jeg systematisk plante nummer 2 og 8 i hvert brett fra de plantene som det hadde vært målt høyde og diameter på. I noen tilfeller kom jeg over planter som ikke så ut til å være levedyktige etter utplantning, og derfor ikke representative for behandlingsmetodene. Da valgte jeg systematisk et plantenummer høyere. Plantene som skulle skannes ble merket med behandlingsmetode og pakket i plast før de ble sendt til NIBIO Ås.

På NIBIO Ås fikk hver plante en egen plante ID før den ble vasket fri for torv. Det ble brukt en sil under vaskingen for å fange opp avrevne røtter. Likevel kunne noen av de fineste røttene forsvinne under vaskeprosessen. Etter at røttene var vasket ble de klippet av i rothalsen, og plassert i et plastbeger med vann frem til skanningen. Deretter ble røttene klippet opp og lagt

på en plastplate med vann. Røttene måtte ligge vannrette slik at de ble skannet best mulig. Etter dette ble røttene skannet med skanneren Epson Expression 11000XL (Epson America Inc.) med samme fremgangsmåte som beskrevet i Fløistad og Eldhuset (2017). Basert på bilde fra skanneren ble lengde på røttene beregnet for ulike diameterklasser av analyseprogrammet WinRhizo V2013a (Régent Instruments Canada Inc.) (Figur 4). Lengde på røttene ble målt i 0,1 mm diameterklasser fra 0 – 1 mm, etterfulgt av 0,2 diameterklasser fra 1 – 2 mm, og en egen diameterklasse for over 2 mm. Klassifiseringen av diameterklasser ble gjort med bakgrunn i tidligere forsøk med småplanter av gran (Fløistad & Eldhuset, 2017).



Figur 4. Oppklippede røtter som er skannet før de ble analysert

2.6 Dataanalyse

Alle figurene ble lagd i Microsoft Excel 2016 og er basert på gjennomsnittstall med feilfelt som ble utregnet som 2 standardfeil.

Under vekstsesongen døde fire planter fra behandlingsmetoden friland i M95 brett. Disse tok jeg ut av alle analysene ettersom de ikke var representative. Det ble analysert høyde og diameter på 212 planter i M95 brett, og 180 planter i M60 brett. Totalt ble det analysert høyde og diameter på 392 planter.

Det første jeg undersøkte var om det var en høydeforskjell mellom plantene som hadde stått i M60 brett og i M95 brett. Jeg sammenlignet da kun de opprørte plantene siden den opprørte behandlingen kun omfattet M95. For å utføre denne analysen slo jeg sammen behandlingsmetodene for hvert pottebrett ved måling 24. september, og regnet ut en gjennomsnittshøyde av disse. For å finne p-verdier utførte jeg en to utvalgs t-test med antatt lik varians.

Det neste jeg gjorde var å undersøke hvordan plantehøyden varierte med behandlingsmetode og tid, og om det var et samspill mellom behandlingsmetode og tid. Dataene bak disse figurene

ble analysert i Rcmdr 2.4-1 (Fox & Bouchet-Valat, M 2017) pakken i R 3.4.2 (R Development Core Team 2017). Da utførte jeg en toveis ANOVA med plantehøyde som respons, og behandlingsmetode og dato som forklaringsvariabel.

Det neste jeg undersøkte var om stammediameteren varierte ut ifra behandlingsmetode og pottebrett, og om det var samspill mellom behandlingsmetode og pottebrett etter endt vekstsesong. Dataene bak denne figuren ble analysert ved at jeg utførte en toveis ANOVA i Rcmdr 2.4-1 med plantediameter som respons, og behandlingsmetode og pottebrett som forklaringsvariabel.

Det siste jeg undersøkte var om lengden av finrøtter varierte ut ifra behandlingsmetode og diameterklasse, og om det var et samspill mellom behandlingsmetode og diameterklasse. For å undersøke dette lagde jeg en tabell og to stolpediagram i Microsoft Excel.

Tabellen ble lagd med gjennomsnittlig lengde av finrøtter (diameter 0 – 0,5 mm) per plante for hver behandling og pottebrett. For hvert gjennomsnitt ble det også lagt til 2SE. For å sammenligne M60 planter med M95 planter regnet jeg ut et gjennomsnitt for alle de priklede plantene.

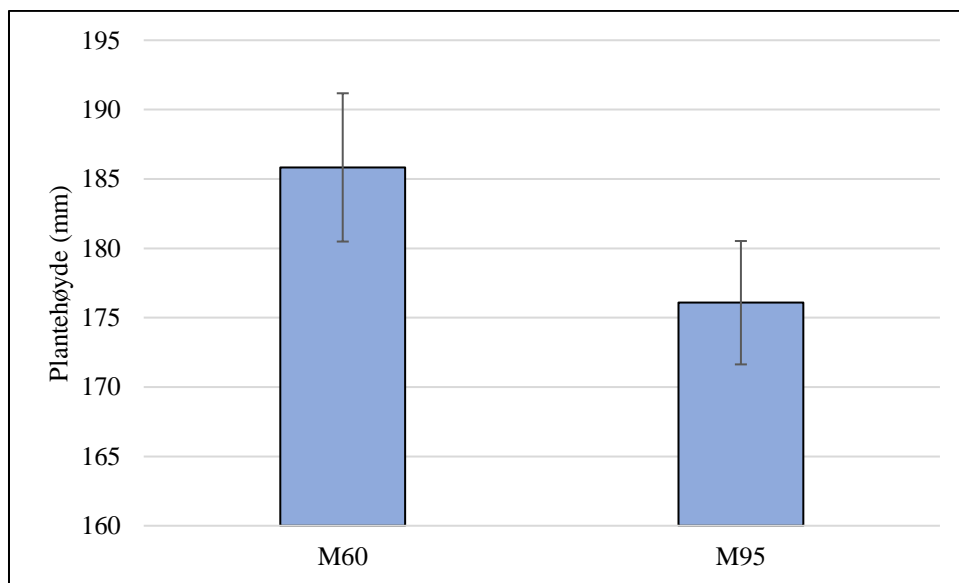
De to stolpediagrammene ble laget for å undersøke om lengden av finrøtter varierte med behandlingsmetode og diameterklasse innen hver plantetype (M60 og M95). Den ene figuren var for planter som hadde vokst i M60 brett, mens den andre figuren var for planter som hadde vokst i M95 brett.

Dataene bak tabellen og figurene ble analysert i Rcmdr 2.4-1 med en lineær modell med lengde av finrøtter som respons, og pottebrett, behandlingsmetode og diameterklasse som forklaringsvariabel. Ut ifra denne lineære modellen lagde jeg en ANOVA tabell for å finne p-verdiene.

3. Resultater

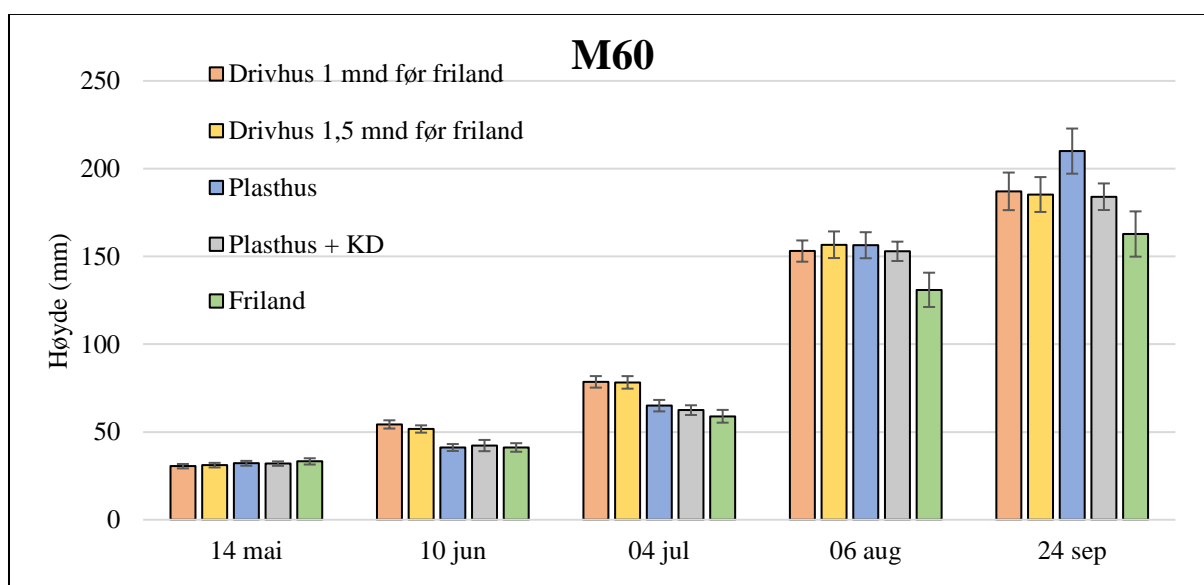
3.1 Høyde

Jeg fant at plantehøyden var signifikant høyere for planter som vokste i M60 brett sammenlignet med planter som vokste i M95 brett ($t_{354} = 2,799$, $p=0,005$, Figur 5). Gjennomsnittlig plantehøyde for plantene i M60 brett var 185,8 mm ($\pm 2SE$ 5,35), mens gjennomsnittlig plantehøyde for planter i M95 brett var 176,1 mm ($\pm 2SE$ 4,45) ved måling 24 september 2018.



Figur 5. Gjennomsnittlig plantehøyde for granplanter priklet i pottbrett av typen M60 ($n=180$) og M95 ($n=176$) ved måling 24 september 2018 $\pm 2SE$.

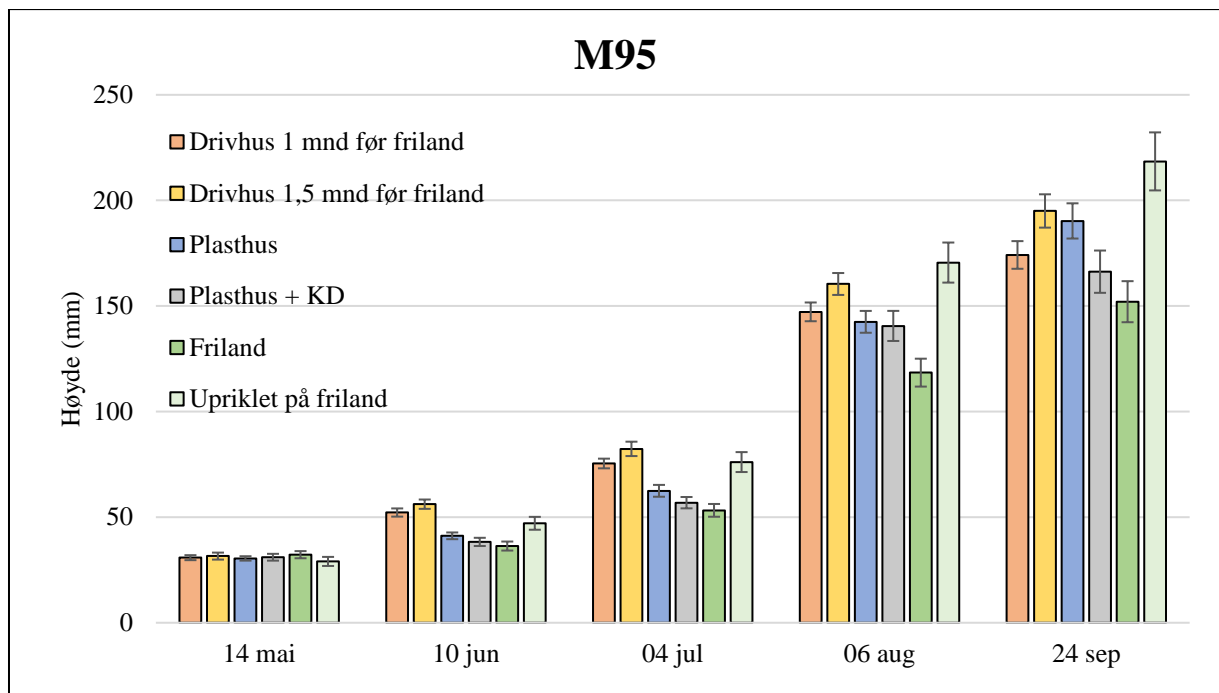
Høydeveksten for M60 planter varierte ulikt for de forskjellige behandlingsmetodene over tid ($F_{16,875} = 7,638$, $p < 0,001$, Figur 6). Alle behandlingene hadde samme utgangspunkt ved vekststart 14. mai, og ga en økt høyde over tid ($F_{4,875} = 2357,408$, $p < 0,001$, Figur 6). Mellom 14. mai og 04. juli var det plantene som vokste i drivhus som hadde størst høydevekst. Mellom 04. juli og 06. august var det plantene som vokste i plasthus som hadde størst høydevekst, mens plantene som vokste på friland hadde minst høydevekst. Mellom 06. august og 24. september var det plantene som vokste i plasthus uten KD-behandling som hadde mest høydevekst. Den 24. september var plantene som vokste i plasthus uten KD-behandling høyere enn resten, mens plantene som vokste på friland var lavest ($F_{4,875} = 23,135$, $p < 0,001$, Figur 6).



Figur 6. Gjennomsnittlig plantehøyde $\pm 2SE$ for granplanter priklet i pottebrett av typen M60 for behandlingsmetodene drivhus 1 mnd før friland ($n=36$), drivhus 1,5 mnd før friland ($n=36$), plasthus hele vekstsesongen ($n=36$), plasthus hele vekstsesongen + kortdagsbehandling ($n=36$) og friland hele vekstsesongen ($n=36$).

Høydeveksten for M95 planter varierte ulikt for de forskjellige behandlingsmetodene over tid ($F_{20,1030} = 14,535$, $p < 0,001$, Figur 7). Alle behandlingsmetodene hadde samme utgangspunkt ved vekststart 14. mai, og ga en økt høyde over tid ($F_{4,1030} = 3468,893$, $p < 0,001$ Figur 7). Mellom 14. mai og 04. juli var det plantene som vokste i drivhus og de upriklede som vokste på friland som hadde størst høydevekst. Fra 04. juli til 06. august var det de upriklede plantene som vokste på friland som hadde størst høydevekst, mens priklete planter som vokste på friland hadde minst høydevekst. De plantene som vokste i plasthus uten KD-behandling, og de upriklede som vokste på friland hadde størst høydevekst mellom 06. august og 24. september.

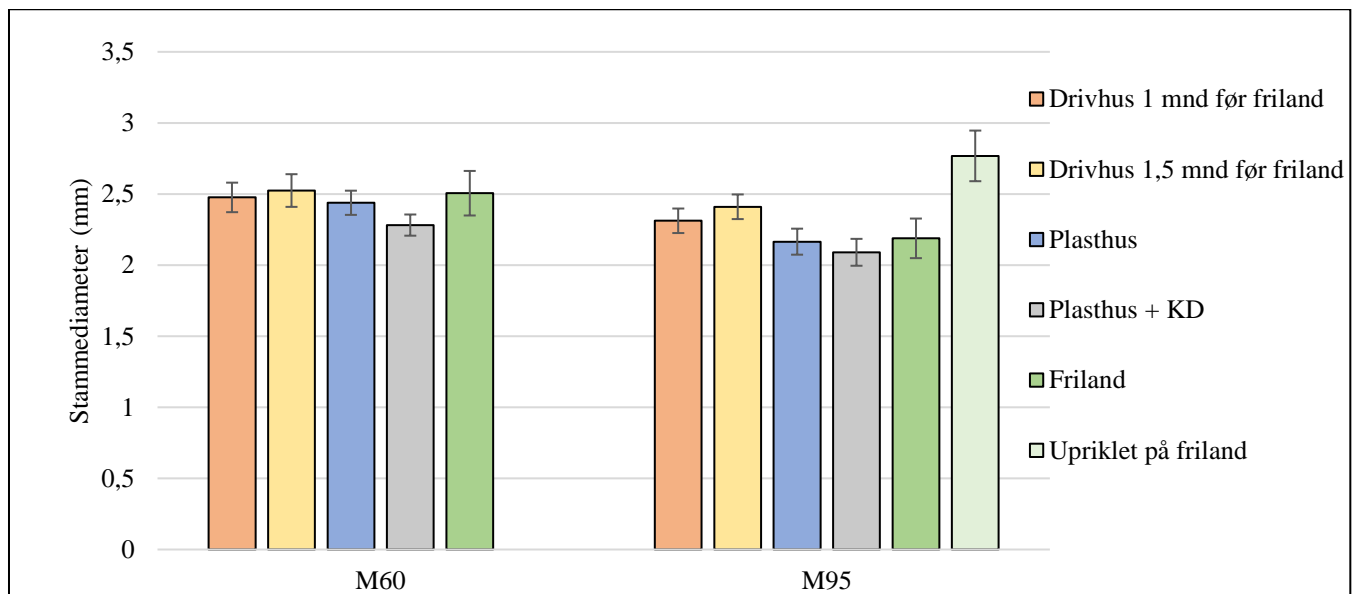
Den 24. september var de upriklede plantene som vokste på friland høyest. Nest høyest var plantene som vokste 1,5 mnd i drivhus før friland, og plantene som vokste i plasthus uten KD-behandling. Plantene som var priklet og vokste på friland var lavest av alle. ($F_{5,1030} = 78,672$, $p < 0,001$, Figur 7).



Figur 7. Gjennomsnittlig plantehøyde $\pm 2SE$ for granplanter priklet i pottebrett av typen M95 for behandlingsmetodene drivhus 1 mnd før friland ($n=36$), drivhus 1,5 mnd før friland ($n=36$), plasthus hele vekstsesongen ($n=36$), plasthus hele vekstsesongen + kortdagsbehandling ($n=36$), friland hele vekstsesongen ($n=32$) og for upriklede kontrollplanter på friland ($n=36$).

3.2 Diameter

Det var ikke et samspill mellom behandlingsmetode og pottebrett for stammediameter ($F_{4,346} = 1,183$, $p = 0,318$, Figur 8). For planter som vokste i M95 brett hadde de upriklede plantene som ble dyrket på friland signifikant størst stammediameter. Noe mindre var plantene som vokste i drivhus. Plantene med minst stammediameter var de som vokste i plasthus og de prikledede plantene som vokste på friland. For plantene som vokste i M60 brett er det mindre forskjell mellom behandlingene, men plantene som vokste i plasthus og som ble KD-behandlet hadde minst stammediameter. ($F_{5,381} = 19,916$, $p < 0,001$, Figur 8). Plantene som vokste i M60 brett hadde signifikant større stammediameter enn plantene som vokste i M95 brett ($F_{1,381} = 33,602$, $p < 0,001$, Figur 8).



Figur 8. Gjennomsnittlig stammediameter $\pm 2SE$ for granplanter priklet i pottebrett av typen M60 og M95 for behandlingsmetodene drivhus 1 mnd før friland (n M60=36, n M95=36), drivhus 1,5 mnd før friland (n M60=36, n M95=36), plasthus hele vekstsesongen (n M60=36, n M95=36), plasthus hele vekstsesongen + kortdagsbehandling (n M60=36, n M95=36), friland hele vekstsesongen (n M60= 36, n M95=32) og for upriklede kontrollplanter på friland (n M95=36) ved 24. september.

3.3 Rot-utvikling

For M60 plantene var det større lengde av finrøtter (0 – 0,5 mm) for de plantene som vokste 1,5 måned i drivhus før de ble flyttet på friland med 526,5 cm finrøtter ($\pm 2SE$ 117,1), enn de plantene som vokste hele sesongen på friland med 375,9 cm ($\pm 2SE$ 39,7). Dette gjelder også for de prikledede plantene som vokste i M95 brett. Der hadde plantene som vokste 1,5 måned i drivhus 647,4 cm finrøtter ($\pm 2SE$ 64,89), mens de prikledede plantene som vokste på friland hadde 311,9 cm finrøtter ($\pm 2SE$ 37,3). Størst lengde av finrøtter av alle hadde de uprikledede plantene som vokste på friland med 678 cm ($\pm 2SE$ 25) (Tabell 2).

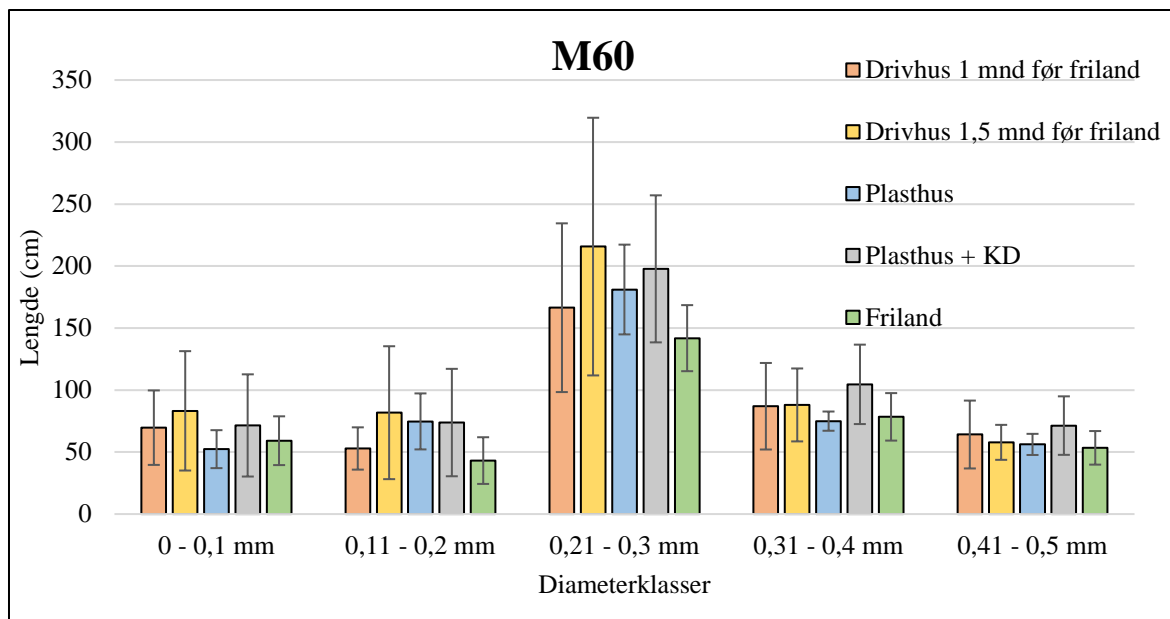
Jeg fant ingen forskjell i lengde av finrøtter per plante for de prikledede plantene i pottebrettene M60 og M95 ($F_{1,409} = 1,116$, $p = 0,291$). Gjennomsnittlig lengde av finrøtter for planter i M60 brett var 460 cm ($\pm 2SE$ 70,5), mens gjennomsnittlig lengde av finrøtter for planter i M95 brett var 485 cm ($\pm 2SE$ 59) etter andre vekstsesong (Tabell 2).

Tabell 2. Gjennomsnittlig lengde av finrøtter (fordelt på rot diameter 0-0,5 mm) per plante avhengig av pottebrett og behandlingsmetode med 2SE

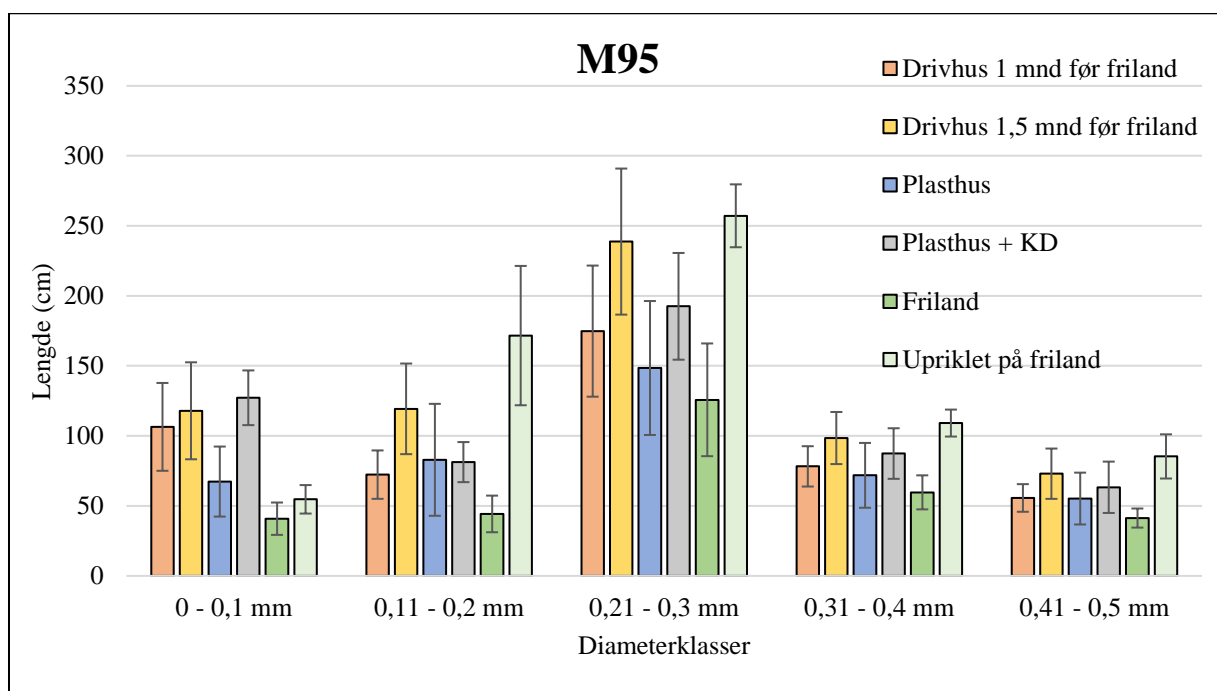
	M60	2SE	M95	2SE
Drivhus 1 mnd før friland	440,1 cm	82,4	487,4 cm	53,0
Drivhus 1,5 mnd før friland	526,5 cm	117,1	647,4 cm	64,8
Plasthus	439,3 cm	33,5	425,8 cm	69,5
Plasthus + KD	519,0 cm	95,4	551,7 cm	42,5
Friland	375,9 cm	39,7	311,8 cm	37,3
Gjennomsnitt for prikledede planter	460 cm	70,5	485 cm	59,0
Upriklet på friland			678,0 cm	25,0

Jeg fant ikke noe samspill mellom behandlingsmetode og diameterklasse for finrøtter for plantene som vokste i M60 brett (Figur 9). For plantene som vokste i M95 var det samspill mellom behandlingsmetode og diameterklasse for finrøtter ($F_{20,409} = 2,55$, $p < 0,001$, Figur 10). Dette var for de uprikledede plantene på friland. Disse plantene var blant de som hadde minst finrøtter i den minste diameterklasse (0 – 0,1 mm), mens de var blant dem med mest finrøtter for de resterende diameterklassene.

Lengden av finrøtter varierer ikke med behandlingsmetode alene for planter som hadde vokst i M60 brett (Figur 9), men det var en forskjell mellom behandlingsmetodene for planter som hadde vokst i M95 brett ($F_{5,409} = 14,88$, $p < 0,001$, Figur 10). De plantene som hadde blitt KD-behandlet hadde større andel finrøtter i den minste diameterklassen enn de plantene som ikke ble KD-behandlet på samme dyrkingssted.



Figur 9. Gjennomsnittlig lengde av finrøtter $\pm 2SE$ for granplanter priklet i pottebrett av typen M60 for behandlingsmetodene drivhus 1 mnd før friland ($n=8$), drivhus 1,5 mnd før friland ($n=8$), plasthus hele vekstsesongen ($n=8$), plasthus hele vekstsesongen + kortdagsbehandling ($n=8$) og friland hele vekstsesongen ($n=8$).



Figur 10. Gjennomsnittlig lengde av finrøtter $\pm 2SE$ for granplanter priklet i pottebrett av typen M95 for behandlingsmetodene drivhus 1 mnd før friland ($n=8$), drivhus 1,5 mnd før friland ($n=8$), plasthus hele vekstsesongen ($n=8$), plasthus hele vekstsesongen + kortdagsbehandling ($n=8$), friland hele vekstsesongen ($n=8$) og for upriklede kontrollplanter på friland ($n=8$).

4. Diskusjon

Med bakgrunn i min problemstilling: *Hvordan påvirker behandlingsmetode og pottebrett granplanters høydevekst over tid, stammediameter og lengde av finrøtter etter omprikling?* Har jeg funnet følgende resultater:

4.1 Høyde

Ut fra mine resultater fant jeg ut at de prikledde plantene som forventet var signifikant større i M60 brett enn i M95 brett. Jeg fant ut at M60 plantene i snitt var 1 cm høyere enn M95 plantene (Figur 5). Dette bekrefter da min første hypotese. Dette var noe mindre enn det som tidligere var funnet på 2-årige M60- og M95- planter ved utplanting (Kohmann, 1995). Kohmann`s (1995) forskning viste at plantene som ble dyrket 2 sesonger i M60 brett, var nesten 10 cm høyere enn de som ble dyrket i M95 brett. Dette tyder på at produksjonen av planter i mikrobrett gjorde at forskjellene mellom planter dyrket i de ulike pottebrettene ble mindre. Noe av forklaringen til dette kan være at det ikke var noen forskjell i høyde ved starten av andre vekstsesong. Kohmann (1995) fant også ut at plantene som var høyest ved utplanting hadde størst høydevekst og høyest overlevelse etter 4 år. Det å produsere høye planter fra planteskolen kan gi større høydevekst, og bedre overlevelse etter utplanting.

Jeg fant også ut at høydeveksten på granplantene ut fra de ulike behandlingsmetodene varierte mindre for planter dyrket i M60 brett enn de som var dyrket i M95 brett. Felles for begge var at plantene som sto i polykarbonat drivhus vokste mest i perioden de sto der (Figur 6 & 7). Dette var nok fordi døgnmiddeltemperaturen var høyere i polykarbonathuset enn i plasthus og på friland (Tabell 1). Disse forskjellene utjevnes i forhold til plantene som sto i plasthus etter at plantene som sto i drivhus flyttes ut på friland. Frem mot siste måling hadde plantene som sto i plasthus uten KD-behandling størst høydevekst av alle behandlingene. Det var noe høyere døgnmiddeltemperatur i plasthuset enn det var på friland, men dette var små forskjeller. Noe som kan ha påvirket veksten til plantene som sto på friland i august var nedbørsmengden (Tabell 1). Med stor nedbørsmengde vil næringsstoffene i plantene vaskes ut, og dette kan påvirke veksten (Fløistad et al., 2018).

Den 24. september var høyden på de prikledde plantene som ble dyrket på friland lavest for begge typene av pottebrett (Figur 6 & 7). Dette samsvarer med tidligere forskning på dyrking av planter ved ulike temperaturer (Colombo et al., 2003). Plantene som var KD-behandlet var som forventet kortere enn de som vokste på samme dyrkingssted uten KD-behandling. Ettersom målet med KD-behandlede planter er at de skal være tidlig innvintret vil de naturlig nok ha

lavere høydevekst enn de som ikke var KD-behandlet (Floistad, 2002; Floistad & Granhus, 2010; Fløistad, 2014a; Kohmann, 1996). De plantene som vokste begge vekstsesongene i M95 brett var i snitt ca. 6 cm høyere enn de prikledede plantene som vokste på samme sted. For å utligne denne forskjellen bør mikroplantene være større etter første vekstsesong. Etter ompriklingen kan de prikledede plantene vokse i plasthus eller polykarbonat drivhus. For behandlingsmetodene drivhus 1,5 mnd før friland, og plasthus uten KD-behandling var forskjellen til de uprikledede plantene langt mindre. Alle gjennomsnittene for alle behandlingsmetodene var innenfor omforente høydeanbefalinger (Fløistad 2014b). Minstekravet for M60 planter var 15 cm, mens for M95 planter var det 11 cm. Forskjellene i høyde etter de ulike behandlingene styrker min andre hypotese.

4.2 Diameter

Min studie viste at de uprikledede plantene hadde signifikant større stammediameter enn de prikledede plantene i M95 brett. Dette kan skyldes at de uprikledede plantene hadde første vekstsesong i M95 med en plantetetthet på 791 planter/m², kontra de prikledede plantene som vokste første vekstsesong i mikrobrett med en plantetetthet på 2963 planter/m². For plantene i M95 brett hadde plantene som vokste i drivhus deler av sesongen noe større stammediameter enn de som vokste i plasthus og på friland. Stammediameteren var signifikant større i M60 brett enn i M95 brett (Figur 8). Dette kan skyldes at plantene som vokste i M60 brett hadde 500 planter/m², kontra 791 planter/m² i et M95 brett. Planter som vokser med lavere plantetetthet kan gi mer lys og næring til hver plante. Dette kan igjen ha ført til at stammediameteren ble større blant plantene som vokste i M60 brett. Tidligere forskning har vist at økt stammediameter gir økt overlevelse, og toleranse for snutebillegnag (Fløistad, 2014; Grossnickle, 2012; Thorsen et al., 2001). For maksimal overlevelse etter utplanting vil det være ønskelig å produsere planten med høyest mulig stammediameter. Dette kan gjøres ved at plantene er større ved omprikling, og vokser deler av andre vekstsesong i drivhus eller plasthus istedenfor på friland. Forskjellene i diameter bekrefter da min tredje hypotese.

4.3 Rot-utvikling

Med bakgrunn i min problemstilling fant jeg ut at det ikke var noen forskjell i lengde av finrøtter mellom planter som vokste i M60 brett og i M95 brett (Tabell 2). Dette var et overaskende resultat ettersom ett av salgsargumentene for M60 planter er at de har større rotvolum (Skogplanter Midt-Norge, u.å.; Skogplanter Østnorge, u.å.). Grunne til dette kan være at alle plantene vokste første vekstsesong i pottes med et pottetvolum på 3,92 cm³. Dette gjorde at den andre vekstsesongen ble for kort til at plantene som prikles i M60 brett får utnyttet hele

pottevolumet som er 75 cm³. For bedre rot-utvikling blant plantene som vokste i M60 brett kan den andre vekstsesongen forlenges. Tidligere forskning har vist at høyere temperatur kan gi større rot-utvikling (Colombo et al., 2003). Bedre utnyttelse av pottevolumet kan derfor skje hvis M60 plantene vokser i klima med høyere temperatur større deler av vekstsesongen.

Mine resultater viste at blant de prikledde plantene var det de som hadde vokst 1,5 mnd i drivhus før de ble flyttet på friland hadde størst lengde av finrøtter. Dette gjaldt for begge pottebrettene. Priklede planter som hadde hele vekstsesongen på friland hadde minst finrøtter for begge pottebrettene (Tabell 2). Dette samsvarer med tidligere forskning som viser at potensiell rot-utvikling er større for planter som vokser med høyere temperatur og næringstilgang enn de som vokser på friland (Colombo et al., 2003). Mest finrøtter av alle behandlingsmetodene hadde de upriklede plantene på friland i M95 brett. Dette tyder på at granplantene som vokste første vekstsesong i mikrobrett gir mindre finrøtter enn de plantene som vokser begge vekstsesongene i M95 brett. Denne forskjellen kan utlignes ved at de prikledde plantene vokser i klima med høyere temperatur.

Jeg fant ut at for begge pottebrettene var det størst andel finrøtter i diameterklassen 0,21 – 0,3 (Figur 9 & 10). Dette samsvarer med tidligere forskning på småplanter (Fløistad & Eldhuset, 2017). Forskning som ble gjort på grantrær i alderen 50 – 60 år viste at den største andelen av finrøtter var i diameterklassen 0,41 – 0,5 mm (Hansson et al., 2013).

Fordelt på de ulike diameterklassene fant jeg ut at for plantene som hadde vokst i M60 brett var det stor variasjon i lengde av finrøtter innad i behandlingsmetodene (Figur 9). Den store variasjonen kan skyldes at det kun er 8 planter som representerer hver behandlingsmetode. Variasjonen gjorde at det ikke var noen forskjell mellom behandlingsmetodene i de forskjellige diameterklassene. Tidligere forskning på planter i M60 brett har vist at KD-behandlingen ga større andel finrøtter i diameterklassene 0,11 – 0,2 og 0,21 – 0,3 (Fløistad & Eldhuset, 2017). For plantene som vokste i M95 brett viste mine analyser at KD-behandling ga en større andel røtter i diameterklassen 0 – 0,1 mm enn plantene som ikke ble KD-behandlet på samme dyrkingssted. For de resterende diameterklassene var det ingen forskjell mellom planter som ble KD-behandlet og ikke KD-behandlet på samme sted. De upriklede plantene som vokste på friland hadde minst finrøtter i den minste diameterklassen, men de hadde mest røtter i de resterende diameterklassene (Figur 10). Dette er et resultat som er vanskelig å forklare entydig.

4.4 Sammenfatning av del-resultatene

Hvis alle mine resultater slås sammen kan man si noe om den potensielle overlevelsessevnen til plantene. For å si noe om den potensielle overlevelsessevne er samsvar mellom høyde, diameter og rotsystem viktig (Grossnickle, 2012). M60 plantene var høyere og hadde større stammediameter enn M95 plantene, men det var ingen forskjell i andelen finrøtter som skal ta opp vann og næring. Sammenlignet med tidligere studier har det vist seg at planter som ikke får tilstrekkelig vann og næring gjennom røttene står i fare for å dø etter utplanting (Grossnickle, 2005; Ostonen et al., 2011; Vandendriessche, 1980). De prikledede M95 plantene var lavere, hadde mindre stammediameter og mindre finrøtter enn de uprikledede plantene. For de prikledede plantene er det derfor viktig å starte med større mikroplanter hvis mulig, og utnyttet vekst i drivhus og plasthus for å få de beste salgsplantene for fremtiden.

4.5 Andre påvirkninger

Jeg har ikke tilgang til data som viser hvordan gjødslingen av plantene i vekstsesongen 2018 har vært. Forskning som er gjort på planter med ulike behandlingsmetoder har vist at planter som har vokst med større næringstilgang har høyere høydevekst enn planter som har vokst på friland uten gjødsling (Colombo et al., 2003). Det er lite sannsynlig at dette har påvirket mine resultater i stor grad ettersom alle behandlingsmetodene er gjødslet etter standard gjødslingsprogram.

Det kan også ha vært gjort feil under målingen av plantene. Ettersom diametermålingen ble gjort der plantene krysser kanten på brettet ble det målt på forskjellig høyde for hver plante. Dette er fordi noen planter sitter lengre ned i potta en andre. Hvis jeg hadde løftet opp plantene for å få målt alle i rothalsen kunne jeg skadet plantene med for mye håndtering, og det kunne ha påvirket videre vekst. Det elektroniske skyvelæret jeg brukte kunne vise feil diameter hvis det ble vått. Derfor var det viktig at plantene var tørre da de skulle måles. Før rot-skanningen kan noen av de fineste røttene ha forsvunnet under vaskeprosessen. Det er også en risiko for at noen av røttene ikke ble analysert av analyseprogrammet hvis de ikke lå vannrette og under vann. For å minimere dette klipte jeg opp røttene, og danderte de slik at de ikke skulle stikke opp av vannet.

Det at snøen lå så lenge som den gjorde våren 2018 utsatte vekststarten noe. År hvor snøen smelter tidligere gjør det mulig å sette plantene tidligere på friland, og de vil derfor kunne få en tidligere vekststart.

5. Konklusjon

Ut fra mine resultater konkluderer jeg oppgaven med at produksjon av mikroplaner første vekstsesong ikke gir samme høyde og stammediameter som produksjon av planter to sesonger i M95 brett. De priklete plantene hadde også mindre andel finrøtter enn de upriklete plantene. Produksjon av planter i mikrobrett før prikling ga mindre forskjeller i høyde, stammediameter og andel finrøtter mellom plantene som vokste i M60- og M95 brett andre vekstsesong.

For fremtidig produksjon kan en løsning være å starte både første og andre vekstsesong tidligere. Med tidligere vekststart første vekstsesong kan plantene være høyere og ha større stammediameter før andre vekstsesong. Dette kan gi de et bedre utgangspunkt for å utvikle seg videre.

For videre forskning kan det være interessant å se på hvordan de priklete plantene vokser med lengre vekstsesong. En lengre første vekstsesong vil gi mikroplantene et bedre utgangspunkt for vekst andre vekstsesong. Dette kan være med på å utligne forskjellene som er mellom de priklete og de upriklete plantene.

6. Referanser

- Børset, O. (1986). Skogskjøtselens teknikk 2. Oslo: Landbruksforlaget.
- Colombo, S. J., Glerum, C. & Webb, D. P. (2003). Daylength, temperature and fertilization effects on desiccation resistance, cold hardiness and root growth potential of *Picea mariana* seedlings. *Annals of Forest Science*, 60(4), 307-317.
<https://doi.org/10.1051/forest:2003022>
- Energi- og miljøkomiteen. (2012). Innstilling fra energi- og miljøkomiteen om norsk klimapolitikk. (Innst. 390 S (2011 – 2012)). Hentet fra <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/innstillinger/stortinget/2011-2012/inns-201112-390.pdf>
- Floistad, I. S. & Granhus, A. (2010). Bud break and spring frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod and temperature treatments.
<https://doi.org/10.1139/x10-050>
- Floistad, I. S. (2002). Effects of excessive nutrient supply and short day treatment on autumn frost hardiness and time of bud break in *Picea abies* seedlings.
<https://doi.org/10.1080/02827580260138053>
- Fløistad, I. S. & Eldhuset, T. D. (2017). Effect of photoperiod and fertilization on shoot and fine root growth in *Picea abies* seedlings. *Silva Fennica*, 51(1), 1-12.
- Fløistad, I. S. (2014a). Kvalitet på skogplanter - Del 1. *Fakta fra skog og landskap*, 11.
- Fløistad, I. S. (2014b). Kvalitet på skogplanter - Del 2. *Fakta fra skog og landskap*, 12.
- Fløistad, I. S., Eldhuset, T. D. & Kvalbein, A. (2018). Gjødsling i skogplanteskoler. *Faktaark om dyrkning av skogplanter*, 2.
- Forskrift om skogfrø og skogplanter. (1996). Forskrift om skogfrø og skogplanter (FOR-1994-12-20-1196). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1996-03-01-291?q=fr%C3%B8%20og%20planter>
- Fox, J. & Bouchet-Valat, M. (2017). Rcmdr-package. A platform-independent basic-statistics GUI (graphical user interface) for R, based on the tcltk package. Hentet fra <http://socserv.socsci.mcmaster.ca/jfox/Misc/Rcmdr/>

- Fylkesmannen i Trøndelag. (2018). *Rapport fra pilotfasen for planting av skog på nye arealer som klimatiltak i Nord Trøndelag*.
- Grossnickle, S. C. (2005). Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forests*, 30(2-3), 273-294. <https://doi.org/10.1007/s11056-004-8303-2>
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, 43(5-6), 711-738. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>
- Hansson, K., Helmisaari, H. S., Sah, S. P. & Lange, H. (2013). Fine root production and turnover of tree and understorey vegetation in Scots pine, silver birch and Norway spruce stands in SW Sweden. *Forest Ecology and Management*, 309, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.022>
- Kløvstad, A. (2017). Kvatninga ruster seg for framtida. *NORSK SKOGBRUK*, 12, s. 8-10.
- Kohmann, K. & Johnsen, O. (2007). Effects of early long-night treatment on diameter and height growth, second flush and frost tolerance in two-year-old *Picea abies* container seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22(5), 375-383. <https://doi.org/10.1080/02827580701520486>
- Kohmann, K. (1995). Høydeutvikling og overlevelse hos ulike plantetyper av gran. *Skogforsk*, 6. Ås: Norsk institutt for Skogforskning
- Kohmann, K. (1996). Nattlengdereaksjon til granplanter fra ulike provenienser og frøplantasjer. *Skogforsk*, 15. Ås: Norsk institutt for Skogforskning
- Landbruksdirektoratet. (2018). Skogkultur. Hentet fra <https://www.landbruksdirektoratet.no/no/statistikk/skogbruk/skogkultur>
- Munson, A. D. & Bernier, P. Y. (1993). COMPARING NATURAL AND PLANTED BLACK SPRUCE SEEDLINGS .2. NUTRIENT-UPTAKE AND EFFICIENCY OF USE. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 23(11), 2435-2442. <https://doi.org/10.1139/x93-301>
- Ness, B, T, (2018). Ei unik maskin [Fotografi]. Hentet fra <https://www.namdalsavisa.no/mini/2018/05/03/Det-gror-godt-p%C3%A5-planteskolen-p%C3%A5-Kvatninga-16623493.ece>

- Norgeskart.no. (u.å). Norgeskart [Kartsøk, Kvatninga, topografisk kart] Hentet fra <https://norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=4&lat=7197864.00&lon=396722.00&sok=kvatninga>
- Ostonen, I., Helmisaari, H. S., Borke, W., Tedersoo, L., Kukumagi, M., Bahram, M., ... Lohmus, K. (2011). Fine root foraging strategies in Norway spruce forests across a European climate gradient. *Global Change Biology*, 17(12), 3620-3632.
- Pallardy, G., S. (2008). *Physiology of woody plants*. Amsterdam: Elsevier.
- R Development Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, Hentet fra <http://www.R-project.org>
- Rannem, A. & Sagmo, T. (2010). *Sluttrapport prosjekt klimavoter i Nordtrønderske klimaskoger*. Hentet fra <https://docplayer.me/7693628-Prosjekt-klimavoter-i-nordtronderske-klimaskoger.html>
- Regjeringen (2017). Statsbudsjett 2018. Hentet fra <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2018/Dokumenter/Fagdepartementenes-proposisjoner/klima-Miljo/Prop-1-S-/Del-1-Innleiing-/4-Klima--og-miljoprofilen-i-statsbudsjettet/>
- Regjeringen (2018). Statsbudsjett 2019. Hentet fra <https://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2019/Dokumenter1/Fagdepartementenes-proposisjoner/Landbruks--og-matdepartementet-LMD/Prop-1-S-/Del-4-Sarlege-tema--/4-Ein-sektorovergripande-klima--og-miljopolitikk-/>
- Roll-Hansen, H. (2016). Planting av gran på Vestlandet. Hentet fra <https://www.norgeshistorie.no/velferdsstat-og-vestvending/artikler/1826-planting-av-gran-pa-vestlandet.html>
- Skogbrukslova. LOV-2005-05-27-31: Lov om skogbruk (skogbrukslova)

- Skogfrøverket. (2018a). Frøplantasje NR. 1124 Undesløs. Hentet fra http://www.skogfroverket.no/userfiles/files/Fr%C3%B8plantasjeveiledning/Fr%C3%B8kildebeskrivelser_april2018/1124_Undesl%C3%B8s.pdf
- Skogfrøverket. (2018b). Skogfrøverkets planteskolestatistikk 2018. Hentet fra [http://www.skogfroverket.no/userfiles/files/Bibliotek/Statistikk/Levert-2018\(1\).pdf](http://www.skogfroverket.no/userfiles/files/Bibliotek/Statistikk/Levert-2018(1).pdf)
- Skogfrøverket. (2019). Statistikk. Hentet fra http://www.skogfroverket.no/artikkel.cfm?Id_art=36&kanal=5
- Skogplanter Midt-Norge. (u.å.). Produkter. Hentet fra <https://spmn.no/produkter/>
- Skogplanter Østnorge. (u.å.). Produkter. Hentet fra <https://skogplanter.no/produkter/>
- Skogselskapet. (2017). Skogplanteskolene satser. Hentet fra <https://www.skogselskapet.no/2017/12/20/skogplanteskolene-satser/>
- Thorsen, 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. <https://doi.org/10.1080/028275801300004415>
- Tomter, S. M. & Dalen, L. S. (2018). SKOGPLANTING. Hentet fra <http://www.skogbruk.nibio.no/stende-volum-1-1>
- Vandendriessche, R. (1980). EFFECTS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS FERTILIZATION ON DOUGLAS-FIR NURSERY GROWTH AND SURVIVAL AFTER OUTPLANTING. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 10(1), 65-70. <https://doi.org/10.1139/x80-011>
- Yr. (2019). Været som var Overhalla (Trøndelag) mars 2018 – mars 2019. Hentet fra <https://www.yr.no/sted/Norge/Tr%C3%B8ndelag/Overhalla/Overhalla~231851/statistikk.html>

7. Vedlegg

Dato:			
Brett:			
Behandling*:		*F=Friland, D1=drivhus 1 måned, D2=drivhus 1,5 måned, P1=Plasthus, P2=Plasthus + KD, U=Upriklet	
Plantenummer	Høyde (mm)	Diameter (mm)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			

Vedlegg 1. Skjema brukt for innsamling av høyde og diameter data