



Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag  
Institutt for skog- og utmarksfag  
Campus Evenstad

Sander Strømsborg Solli

# Høydevekst hos furu (*Pinus sylvestris*) – Forskjeller ved bruk av foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse

Scots pine (*Pinus sylvestris*) height growth - Differences in the use of  
processed plant material and natural rejuvenation

Bacheloroppgave i Skogfag

2018

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA  NEI

## Forord

Denne bacheloroppgaven markerer slutten på 3 års skolegang ved Høgskolen i Innlandet avdeling for anvendt økologi og landbruksfag. Det har vært en lang og lærerik prosess med et godt sosialt og faglig miljø.

Jeg valgte denne oppgaven etter at det kom opp et spørsmål på en fagsamling for skogbruket i Hedmark med lignende problemstilling. Jeg vil gjerne takke skogkultursjef i Glommen skog SA, Christian Svenkerud for å være behjelpelig fra starten. Videre vil jeg takke skogkulturleder i Glommen skog SA, Dag Svendsberget for å ha funnet bestand som jeg kunne bruke i oppgaven og for svar på spørsmål jeg hadde angående bestandene og de foredlede plantene. Jeg vil gjerne takke Karen Marie Mathiesen for hjelp med de statistiske analysene. Takk til Stig Ole Stener for diskusjon rundt problemstillingen, planlegging av datainnsamlingen og generell veiledning. Videre vil jeg takke bachelorgruppa, med blant annet Stian Nordbekk og Daniel Haugsbø. Til sist vil jeg gi en stor takk til May Britt Haugen for gode forslag, rettskrivning og generelt god hjelp til bacheloroppgaven.

Evenstad 25. April 2018

---

Sander Strømsborg Solli

## Sammendrag

Planteaktiviteten i Hedmark har økt betraktelig og ligger nå på samme nivå som på 1980-tallet. Dette gjelder både i areal og antall planter. Foredlet plantemateriale av furu har fått mer fokus de siste årene og er nå lettere tilgjengelig enn tidligere. Allikevel ser man at det plantes relativt lite furu i forhold til gran. Målsettingen med denne oppgaven er å se på høydetilveksten til foredlet plantemateriale av furu sammenlignet med naturlig forynget furu. En rask høydevekst er positivt for et kortere omløp og derfor tømmer til næringen, inntekter til skogeier og ringvirkninger til samfunnet.

Bestandene som er undersøkt i dette studiet ligger i Osdalen, Åmot kommune, i Hedmark fylke. Bestandene ble valgt ut på bakgrunn av deres geografiske plassering i nærheten av hverandre, relativt lik bonitet og høydelaag, samt årstall for foryngelsestiltaket.

Resultatene viser at plantene fra foredlet plantemateriale hadde større høydevekst enn plantene fra naturlig foryngelse. Resultatene fra dette studiet er noe vanskelig å overføre direkte til andre bestand. Studiet begrenser seg til et mindre geografisk område i Hedmark og man kan ikke generalisere resultatene uten videre. Resultatene gir likevel en god indikasjon på at foredlet plantemateriale har en bedre høydevekst enn planter fra naturlig forynging. Det stemmer overens med tilsvarende studier utført i blant annet Polen og Finland.

## Abstract

Plant activity in Hedmark has increased considerably and is now at the same level as in the 1980s. This applies to both area and number of plants. Processed pine plant material has gained more focus in recent years and is now more available. But there is still relatively little pine planted in relation to spruce. The aim of this task is to look at the height growth of planted pine compared with natural rejuvenated pine. Rapid height growth is positive for a shorter circulation and therefore logs to the industry, income for forest owners and ripple effect to society.

The area looked at in this study are located in Osdalen, Åmot municipality, in Hedmark county. The tree stands were chosen based on their geographical location close to each other, relatively similar site index and height above sea level, as well as years for the rejuvenation measures.

The results show that the plants from processed plant material had higher height growth than the plants from natural rejuvenation. The results of this study are somewhat difficult to transfer directly to other tree stands. The study is limited to a smaller geographical area in Hedmark and you can not generalize the results. However, the results provide a good indication that processed plant material has a better height growth than plants from natural rejuvenation. This corresponds to similar studies conducted in Poland and Finland.

## Innholdsfortegnelse

1 Innledning.....	7
2 Materiale og Metode.....	10
2.1 Studieområdet.....	10
2.2 Det foredlede plantematerialet .....	12
2.3 Datainnsamling.....	12
2.4 Analyse .....	14
3 Resultater .....	15
3.1 Gjennomsnittlig total trehøyde.....	15
3.2 Gjennomsnittlig høydevekst de 3 siste årene .....	15
3.3 Høydevekst og total trehøyde.....	16
3.4 Høydevekst fra gjennomsnittet.....	17
4 Diskusjon .....	18
4.1 Gjennomsnittlig total trehøyde.....	18
4.2 Gjennomsnittlig høydevekst de 3 siste årene .....	18
4.3 Høydevekst og total trehøyde.....	18
4.3 Høydevekst fra gjennomsnittet.....	18
4.4 Ulike faktorer som kan påvirke høydevekst .....	19
4.4.1 Proveniens:.....	19
4.4.2 Næringstilgang: .....	19
4.4.3 Markberedningsprisnippet:.....	21
5 Konklusjon .....	23
6 Referanseliste.....	24

## 1 Innledning

Det finnes over 130 arter i furuslekten. Furu har kvistene i kranser ut fra stammen og nålene sitter sammen i knipper hvor antall nåler kan variere ved de forskjellige artene (Sunding, 2014a). Det vokser furu vilt i både Europa og Asia. I Norge har vi en viltvoksende furuart. Den kaller vi for vanlig furu (*Pinus sylvestris*) og den kan igjen deles inn i flere underarter eller varianter. Vanlig furu, heretter kalt furu, har nålene sine i knipper på to, altså parvise nåler. Furutrærne kan bli opp mot 40 meter lange, men det vanlige er rundt 20 til 30 meter høye trær. Furu klarer seg med et lite jorddekke og trives på næringsfattig grunn (Sunding, 2014b). Furu kom til Norge for rundt 9 000 år siden. Den innvandret Norge fra både sør og øst. Furu kom derfor til Norge rundt 6 000 – 6 500 år før grana (*Picea abies*) (Tollefsrud & Dalen, 2012, s. 24). Frøproduksjonen hos furu er ganske stabil, spesielt jo lenger sør i Norge man kommer. Lavlandet i sørøst-Norge har noen spiredyktige frø av høy kvalitet hvert år. Blomstring av frøet er i stor grad bestemt av temperaturen. Høyere temperatur gir en raskere blomstring (Nygaard & Skoklefald, 2007).

Landskogstakseringen fra 2016 viser at vi har 942 millioner kubikkmeter med trevirke i Norge. Av disse utgjør gran mesteparten med 416 millioner kubikkmeter, furu har 288 millioner kubikkmeter og lauvtrær har 237 millioner kubikkmeter. Furu utgjør derfor rundt 30% av skogen vi har i Norge (Dalen, 2017). Avvirkningen av furu utgjorde i 2016 ca. 24% av det totale volumet som ble avvirket. Det vil si rundt 2,5 millioner kubikkmeter tømmer (SSB, 2017). Rundt to tredjedeler av furutømmeret som blir avvirket går til sagbruksindustrien. Resterende går til massevirkeindustrien eller brukt som brensel. Furu blir også brukt til laftetømmer, finér og stolpetømmer. Furu har en brennverdi nært opp mot den av bjørk og brukes derfor også til briketter og pellets (Flæte, Mjåland & Kilde, 2011).

Planteaktiviteten i Hedmark har økt betraktelig og ligger nå på samme nivå som på 1980-tallet. Dette gjelder både i areal og antall planter. Foredlet plantemateriale av furu har fått mer fokus de siste årene og er nå lettere tilgjengelig. I Hedmark har antall furuplanter økt fra rundt 200 000 i 2013 til 850 000 i 2017 (Kringlebotn et al., 2018, s. 6, 25). Allikevel ser man at det plantes relativt lite furu i forhold til gran. Vanligvis har det blitt plantet gran ved høy bonitet, mens furu forynges naturlig i de lavere bonitetene (Rindal, Myklestad & Pettersen, 2013).

Etter hogst er skogeier lovpålagt å forynge arealet som er avvirket. Det kommer frem av skogbruksloven §6. Skogeier skal sørge for en tilfredsstillende forynging etter hogst, og samtidig se til at det er sammenheng mellom hogstform og metoden for forynging. Tiltaket for forynging skal være satt i gang innen 3 år etter at hogsten er utført. Fristen kan utvides til 5 år ved noen tilfeller. Hvis skogeier ikke følger kravene satt i skogbruksloven kan kommunen gjøre tiltakene for skogeiers

regning (Skogbrukslova, 2005). Benytter skogeier planting som tiltak til ny foryngelse vil skogeier mest sannsynlig møte kravet satt av skogbruksloven.

Kravet om foryngelse kan oppfylles ved flere ulike metoder. Det kan være ved såing, naturlig foryngelse ved bruk av frøtrestillingshogst eller planting. Såing kan ofte brukes ved de samme hogstmetodene som for planting. Naturlig foryngelse brukes mest ved frøtrestillingshogst, skjermstilling eller bledningshogst. Planting er særlig aktuelt ved flatehogst. Det er ofte ulike kombinasjoner av hogstformene og foryngelsesmetodene (Braastad, 2013). Når man skal velge mellom de ulike metodene vil økonomien til skogeier ofte være avgjørende. Der det egner seg kan skogeier velge den naturlige metoden, men ved ny skogreising eller treslagsskifte vil det være behov for planting (Brække, Frank, & Frivold, 2002, s. 15-16). Når furuskog skal forynges, og man velger å benytte annen metode en naturlig foryngelse, er det viktig at frømaterialiet er høstet i lokale eller regionale bestand innenfor samme breddegrad og høydelag. For å håndtere dette er Norge delt inn i forskjellige sankeområder og høydelag. Det kan også være aktuelt med materiale fra frøplantasjer eller bestand i Sverige og Finland. Vi ser en økning ved bruk av furuplanter i Norge som kommer ifra frøplantasjer i Sverige. Økningen er størst for Hedmark (Skrøppa, Edvardsen, Steffenrem, Kvaalen & Myking, 2015).

God plantekvalitet er en forutsetning for tilfredsstillende etablering. I tillegg til dyrkningsteknikk, vil plantens kvalitet bli påvirket av mellomlagring, transport og selve utførelsen av planting (Fløistad, 2014). I planteforedling er man alltid ute etter individene som gir best avl videre. Da vektlegges egenskaper som klimatilpassing, virkeskvalitet og økt vekst. Klimatilpassing er viktig for treets evne til å overleve og hvordan den takler utfordringene fra klimaendringer. Varmere klima, varierende vintre og frostperioder. Virkeskvalitet vil si egenskaper som stammeretthet, fiberhelning og kvistrikhet. Økt vekst vil gi planter som vokser fortere enn de av uforedledede materialer (Steffenrem & Kvaalen, 2012).

En rask høydevekst hos trær er positivt av flere grunner. Karbonbindingen i trær er en av dem. De siste 100 årene har karbonbindingen i levende biomasse tredoblet seg. Alle tiltak i skogen som fremmer en økt produksjon av biomasse øker karbonopptaket og da også karbonbindingen. Det gjelder blant annet tiltak som hogst til riktig tid, god skjøtsel gjennom omløpet og en god foryngelse (Bergseng, 2016). En tettere planting og en økning i nyplanting det siste året vil føre til at det bindes i gjennomsnitt 4 millioner tonn CO<sub>2</sub> per dekar. Det er i løpet av ett omløp på 80 år (Kringlebotn et al., 2018). Rask høydevekst er også positivt for et kortere omløp og derfor tømmer til næringen, inntekter til skogeier og ringvirkninger til samfunnet.

Målsettingen med denne oppgaven er å se på høydetilveksten til foredlet plantemateriale av furu sammenlignet med naturlig forynget furu. Det er mange faktorer som påvirker høydetilveksten for



furu. De faktorene som jeg ikke fikk med direkte i de statistiske analysene mine har jeg diskutert rundt i diskusjonskapittelet.

Problemstillingen jeg skal vektlegge i denne oppgaven er:

Har foredlet plantemateriale av furu bedre høydevekst enn planter fra naturlig foryngelse?

1. Er det forskjell i furuplanter høydevekst mellom foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse?
  - H0: Det er ingen forskjell i furuas høydevekst ved foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse.
  - H1: Det er forskjell i furuas høydevekst ved foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse.

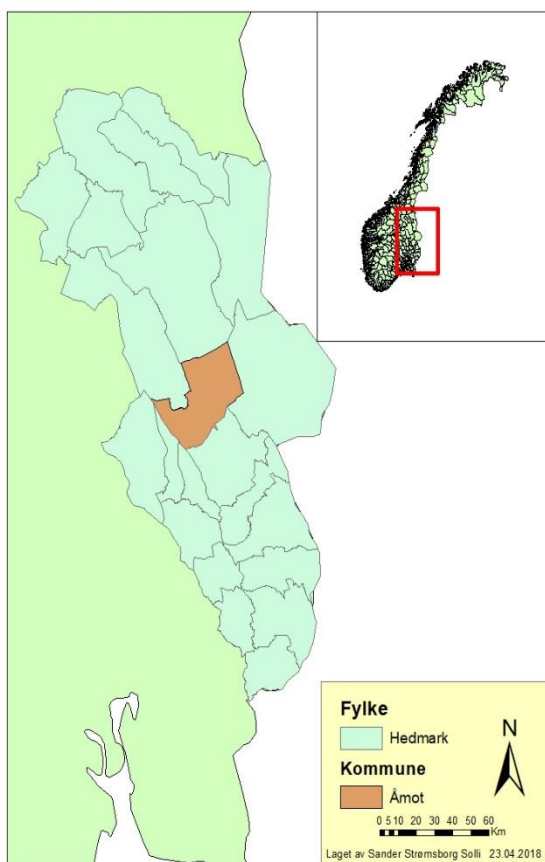
Hypotese 1: Planter av foredlet plantemateriale er høyere enn de naturlig foryngede plantene.

Hypotese 2: Planter av foredlet plantemateriale har en høyere høydevekst (vekst de siste 3 årene) enn naturlig foryngede planter.

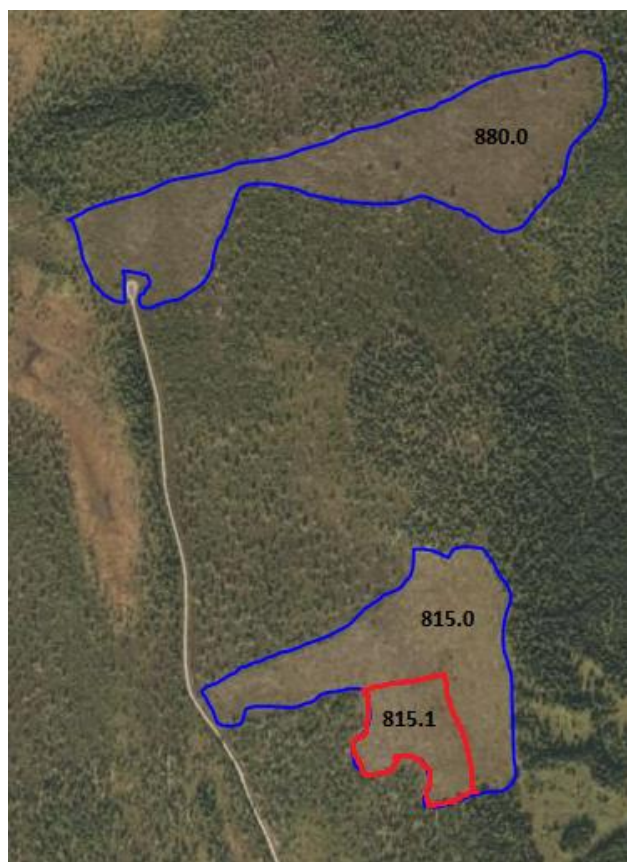
## 2 Materiale og Metode

### 2.1 Studieområdet

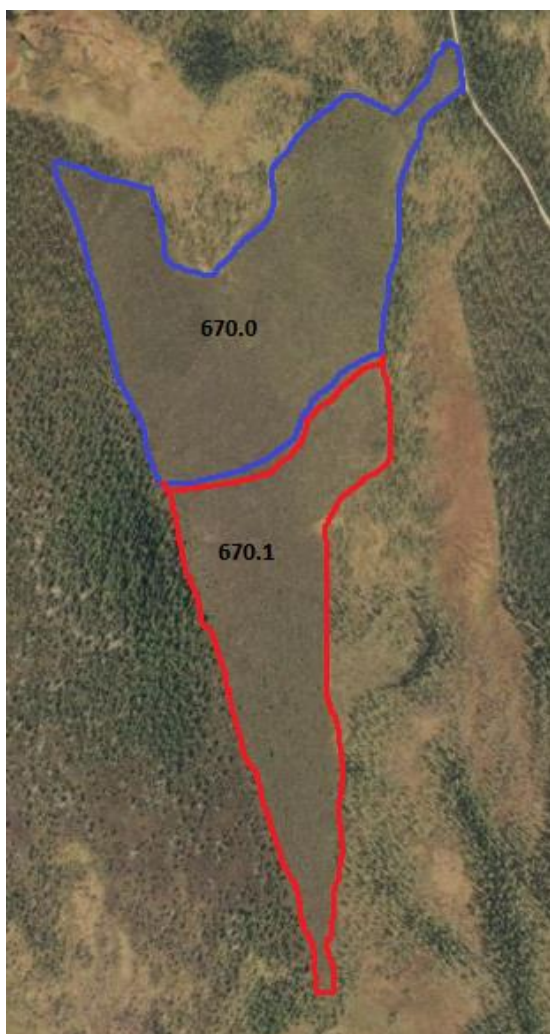
Bestandene som er undersøkt i dette studiet ligger i Osdalen, Åmot kommune, i Hedmark fylke. Til sammen 7 bestand ble undersøkt hvor 3 av dem er plantet med foredlet plantemateriale. I de 4 resterende bestandene er det benyttet naturlig foryngelse. Jeg undersøkte ett bestand som var sådd med norske bestandsfrø som lå i Slemmdalen, Åmot kommune. Dette bestandet var sådd i 2002 og derfor mye eldre enn de andre bestandene jeg undersøkte. Dette bestandet kunne derfor ikke brukes i mine analyser.



**Figur 1.** Oversiktsbildet over Åmot kommune, Hedmark. Laget i ArcMap 10.4.



**Figur 2.** Ortofoto over bestand 880.0, 815.0 og 815.1 (Norge i bilder, s.a.).



**Figur 3.** Ortofoto over bestand 670.0 og 670.1 (Norge i bilder, s.a.).



**Figur 4.** Ortofoto over bestand 64.0 og 43.0 (Norge i bilder, s.a.).

Bestandene ble valgt ut av Dag Svendsberget som er skogkulturleder i Glommen. Bestandene ble valgt ut på bakgrunn av deres geografiske plassering i nærheten av hverandre, relativt lik bonitet og høydelag, samt årstall for foryngelsestiltaket. I Figur 2-4 er bestand med rødt omriss naturlig forynget og bestand med blått omriss er plantet med foredlet plantemateriale.

**Tabell 1.** Oversikt over bestandene med relevant informasjon.

Bestand	Bonitet	Hogsklasse	Dekar	Foryngelsesmetode	Årstall markberedt/plantet	HOH(m)
670	F6	2A	170	Plantet	2012	580
670,1	F8	1A	128	Naturlig	2012	580
815	F11	2A	71	Plantet	2013	690
815,1	F11	1A	24	Naturlig	2013	690
880	F11	2B	110	Plantet	2013	690
43	F11	2A	18	Naturlig	2012	450
64	F11	2A	25	Naturlig	2012	460

Det ble plantet fra 140 til 160 planter per dekar og alle feltene er markberedt. Plantene er satt ut i omvendt torv med mineraljord på toppen. Toppen av mineraljorden vil være det optimale området for planting, men det var ikke alle steder hvor dette var mulig. Da er planten satt ut lengre ned, men aldri nede i markberednings fåra/avflekkingen. Der hvor det er benyttet naturlig forynging ble det stripe markberedt med tungt utstyr.

## 2.2 Det foredlede plantematerialet

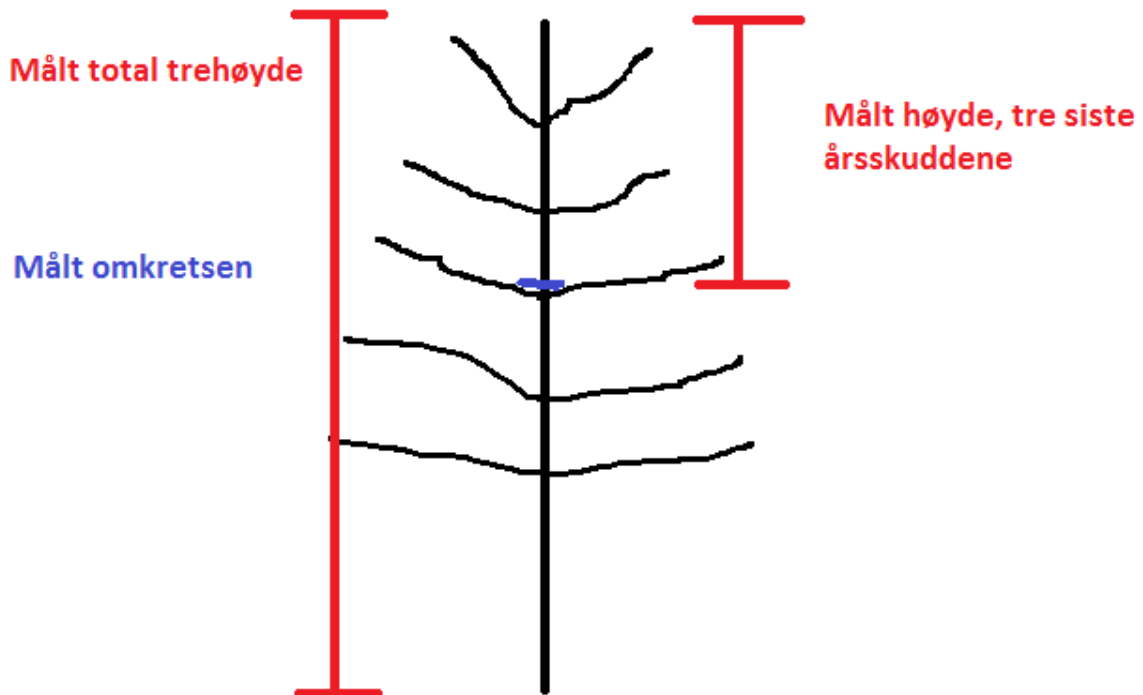
Plantene som er benyttet er kjøpt inn fra Västerhus i Sverige. Frøplantasjen ligger like utenfor Örnsköldsvik i Sverige. Den ble opprettet i 1991 og spesialiserer seg på plantemateriale av furu. Plantasjen er ca. 137 dekar stort (Dahlberg, 2013). Plantene er andregenerasjons plantasje. Det vil si at man har benyttet førstegenerasjons planter til å produsere frø til andregenerasjons planter. Det gir en ytterligere økning i tilveksten. Västerhus frøplantasje har begynt produksjonen av tredjegenerasjons planter, men de er ikke klare for planting. Det forventes enda høyere tilvekst (Wennström, Hjelm, Lindström & Stattin, 2016, s. 6-11, 47-49). Plantemateriale som er brukt i dette studiet heter Västerhus T10. T står for tall (furu) og nummeret er for den geografiske sonen plantasjen ligger i. Plantene er av typen kalt dekkrot på norsk eller täckrot på svensk. Dekkrotsplanten har en torvklump rundt røttene ved utplanting. Västerhus T10 skal ha en foredlingsgevinst på 22% (Svenska skogplantor, 2018). En studie viste, i 2008, at furuplantene hadde en overlevelseshastighet på 82% (3811 planter overlevde av 4640 totalt) (Torimaru, Wang, Frites, Andersson & Lundgren, 2008, s. 263).

## 2.3 Datainnsamling

Det ble brukt tilfeldig utvalg for å lokalisere prøveflatene i bestandene. Antall prøveflater varierte med bestandsstørrelse. Provedflatene ble målt til en sirkel med radius på 3,99 meter, som utgjør 50m<sup>2</sup> til sammen. For oppmåling av prøvedflaten ble det brukt en teleskopstang på 3,99 meter.

Innsamlingen av data ble utført fra onsdag til fredag, 28 til 30 juni, 2017.

Jeg har målt høydevekst fra det tredje siste årsskuddet og opp til toppen. Det vil si fra den tredje kvistkranen sett ifra toppen, noe som tilsvarer høydetilveksten de tre siste årene. Jeg har også målt den totale høyden på treet og omkretsen ved det tredje årsskuddet sett ifra toppen. Alle planter innenfor prøveflata som var 0,2 meter eller høyere ble målt. Midten av teets stamme måtte være innenfor prøveflaten for å bli tatt med. Målingene uttrykkes i centimeter(cm).



**Figur 5.** Forklaringsfigur for hvordan jeg utførte målingene mine ute i felt på hver plante. Laget i Microsoft Paint.

Mine registreringer ute i felt:

- Total høyde på treet (cm)
- Høyde fra det tredje siste årsskuddet og opp til toppen (cm)
- Omkrets ved det tredje siste årsskuddet fra toppen (cm)

For måling av høyde på treet brukte jeg et målebånd (5 meter). Jeg målte også omkretsen med målebåndet. Jeg har ikke benyttet omkrets i de statistiske analysene, da jeg i denne oppgaven kun fokuserer på høyde og høydevekst.

## 2.4 Analyse

Alle mine analyser er utført i Excel (2016).

I analysen min korrigerer jeg rådataen for de plantene som var uegnet. Det vil si de som hadde skadet topp eller planter som hadde en total høyde under 0,2cm. Når jeg var ute og målte la jeg merke til at det kunne være store høydeforskjeller, særlig i bestand hvor det var benyttet naturlig foryngelse. Noen av plantene hadde også tykkere og mørkere bark. Det kan tyde på ulik alder innad i bestandet.

Først fant jeg gjennomsnittet for total høyde og gjennomsnittet for høydeveksten på tvers av bestandene delt inn for foredlet plantemateriale og for naturlig foryngelse. Jeg kunne ikke se bestandene opp mot hverandre på grunn av ett for lite datagrunnlag per bestand. Datagrunnlaget baserte seg på totalt 334 målte planter, hvor 169 planter var av foredlet plantemateriale og 165 planter fra naturlig foryngelse.

Jeg utførte en to utvalgs t-test med antatt ulike varianser på gjennomsnittet for total høyde på henholdsvis de foredlede plantene og de naturlig foryngede plantene. Det ble gjort for å se høydeforskjellen mellom de foredlede plantene og de av naturlig foryngelse før jeg korrigerer for ulik alder.

Videre utførte jeg en to utvalgs t-test med antatt like varianser på gjennomsnittet av høydeveksten på henholdsvis de foredlede plantene og de naturlig foryngede plantene. Det ble gjort for å se forskjellen i høydeveksten mellom de foredlede plantene og de av naturlig foryngelse før jeg korrigerer for ulik alder.

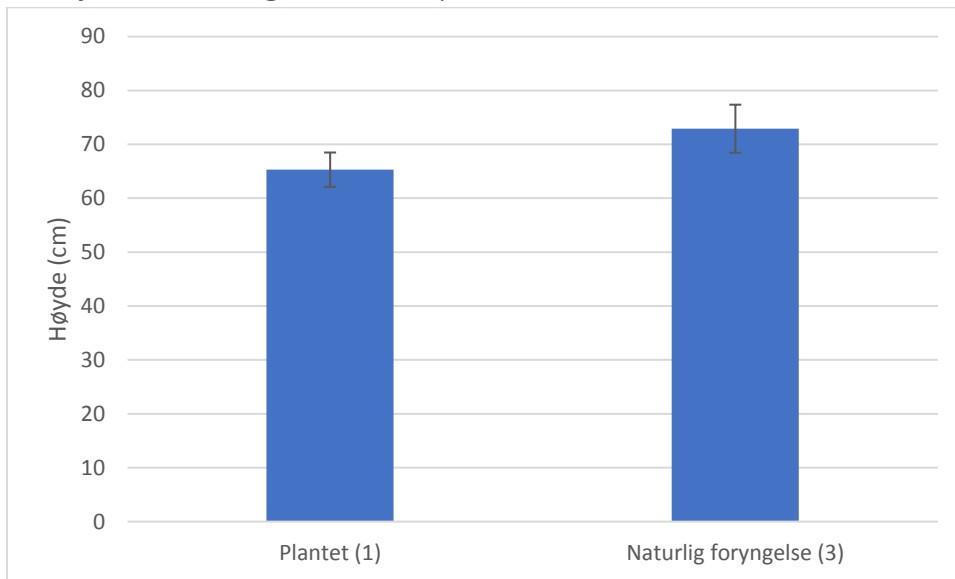
For å korrigere for ulik alder i bestandene brukte jeg en regresjonsanalyse for å finne sammenhengen for total høyde og høydeveksten. Videre kunne jeg bruke residualene, det vil si avvikene ifra linja, til å undersøke om det er en forskjell mellom foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse.

For å undersøke om det var en forskjell mellom foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse brukte jeg en to utvalgs t-test med antatt like varianser. Her benyttet jeg residualene som jeg fant i regresjonsanalysen. Jeg har da et resultat for forskjellen i høydevekst mellom foredlet plantemateriale og naturlig foryngelse som er korrigerer for ulik alder.



## 3 Resultater

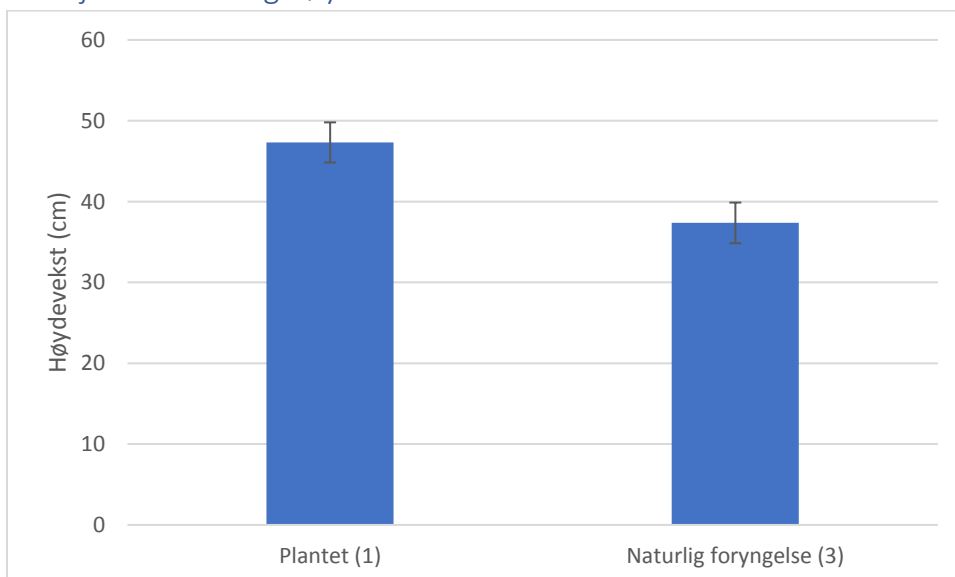
### 3.1 Gjennomsnittlig total trehøyde



**Figur 6.** Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) høyde på foredlet plantemateriale og furuplanter fra naturlig foryngelse.

Jeg fant at naturlig foryngelse hadde en høyere total trehøyde enn de foredledede plantene ( $t_{298} = 2,77$ ,  $p = 0,006$ ; Figur 6). Furuplanter fra foredlet plantemateriale hadde en gjennomsnittlig høyde på 65,3cm ( $\pm 2SE=3,18$ ) som var lavere enn for naturlig foryngelse som hadde en gjennomsnittlig høyde på 72,9cm ( $\pm 2SE=4,46$ ).

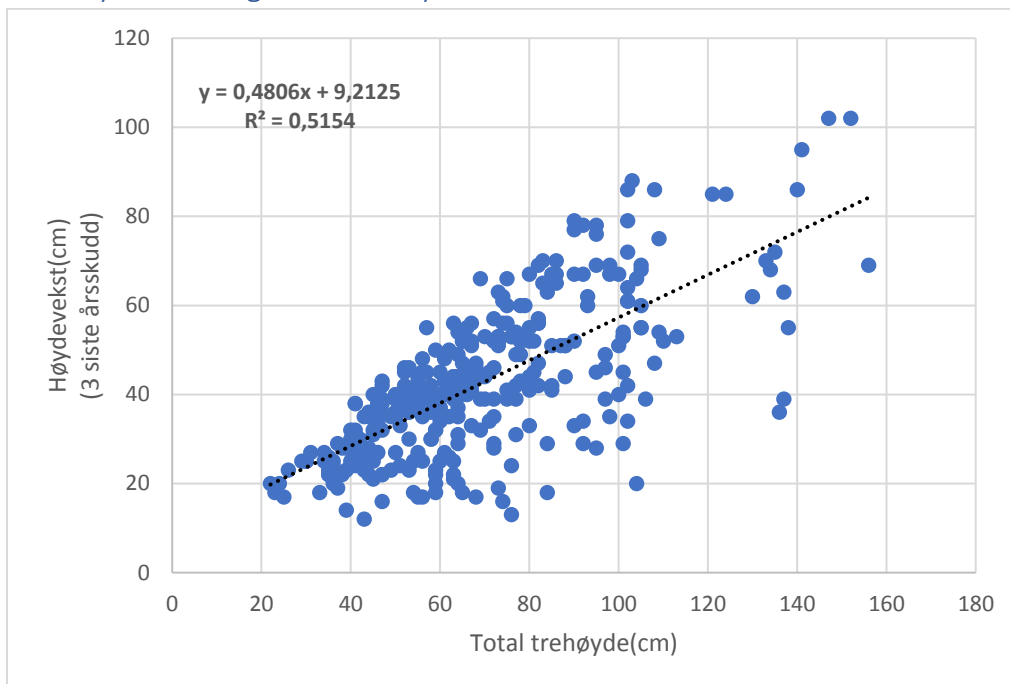
### 3.2 Gjennomsnittlig høydevekst de 3 siste årene



**Figur 7.** Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) høydevekst på foredlet plantemateriale og furuplanter fra naturlig foryngelse.

Jeg fant at naturlig foryngede planter hadde en lavere høydevekst enn foredlede planter ( $t_{332} = 5,63$ ,  $p < 0,001$ ; Figur 7). De foredlede plantene hadde en gjennomsnittlig høydevekst på 47,3cm ( $\pm 2SE = 2,48$ ) som var høyere enn gjennomsnittlig høydevekst for naturlig foryngelse som var 37,3cm ( $\pm 2SE = 2,51$ ).

### 3.3 Høydevekst og total trehøyde

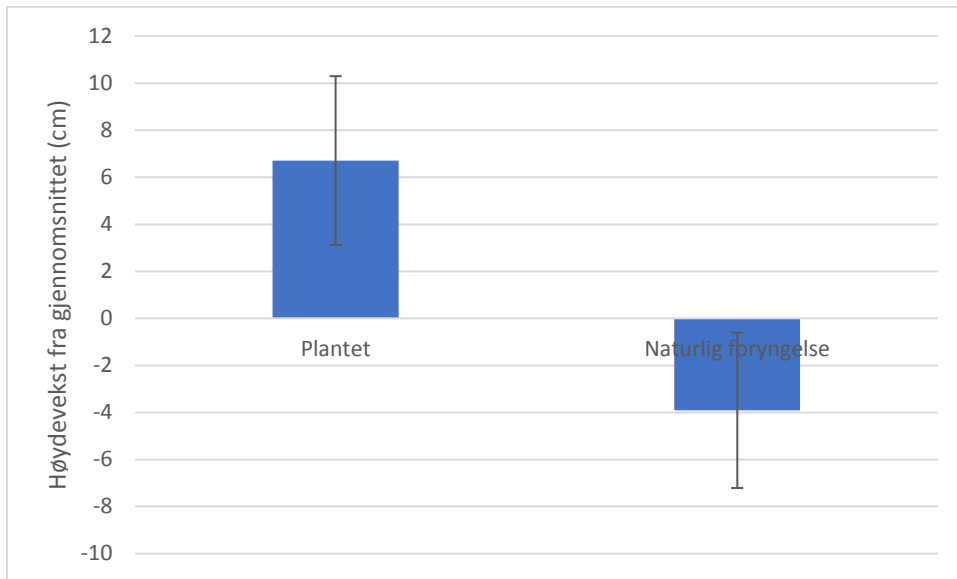


**Figur 8.** Sammenhengen mellom høydevekst (3 siste årsskudd)(cm) og treets totale høyde (cm).

Jeg fant at det var en signifikant sammenheng mellom treets høyde og treets høydevekst ( $F_{1,332} = 353,08$ ,  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,515$ ; Figur 8). Krysningpunktet for regresjonslinja var  $9,21\text{cm} \pm 1,87\text{cm}$  (SE) og stigningstallet var  $0,48\text{cm} \pm 0,025\text{cm}$  (SE).



### 3.4 Høydevekst fra gjennomsnittet



**Figur 9.** Gjennomsnittlig ( $\pm 2SE$ ) høydevekst residualer på plantede furuplanter og furuplanter ved naturlig foryngelse.

Jeg fant at plantede furuplanter hadde høyere residualer<sup>1</sup> enn naturlig foryngelse ( $t_4 = 3,17$ ,  $p=0,034$ ; Figur 9). Furuplanter som var plantet hadde i gjennomsnitt høyere høydevekst enn gjennomsnittet med 6,7cm ( $\pm 2SE=3,58$ ) og høydevekst for naturlig foryngelse hadde i gjennomsnitt 3,91cm ( $\pm 2SE=3,3$ ) lavere høydevekst enn gjennomsnittet.

<sup>1</sup> Residualene vil si avvikene ifra linja.

## 4 Diskusjon

### 4.1 Gjennomsnittlig total trehøyde

Jeg forventet å finne at planter av foredlet plantemateriale var høyere enn de naturlig foryngede plantene. Jeg fant en signifikant forskjell i den totale trehøyden for planter av foredlet plantemateriale og furuplanter som kom av naturlig foryngelse (Figur 6). Naturlig foryngede planter var i gjennomsnitt 7,6cm høyere enn de av foredlet plantemateriale. Min hypotese om en høyere total høyde for foredlet plantemateriale er derfor svekket. Grunnen kan være at de naturlig foryngede plantene hadde ulik alder innad i bestandet. Noen av plantene kan ha stått igjen fra forrige omløp. Feltene for naturlig foryngelse var stripemarkberedt og noen planter kan ha stått ved siden av markberednings stripen. I en sluttrapport utarbeidet av Skogkurs ble det funnet at 16% av 50 markberedte bestand hadde mangler hvor en av årsakene var gjenstående trær fra forrige omløp (Skogkurs, 2014). Det er mangler fra markberedningsstandarden for Oppland og Hedmark.

### 4.2 Gjennomsnittlig høydevekst de 3 siste årene

De foredledte plantene hadde en høyere gjennomsnittlig høydevekst de tre siste årene enn de som kom av naturlig foryngelse (Figur 7). Planter fra foredlet plantemateriale hadde i gjennomsnitt 10 cm høyere vekst på de tre siste årsskuddene. Det stemmer overens med hypotesen jeg hadde for høydeveksten. I denne analysen korrigerer jeg ikke for ulik total høyde i bestandene.

### 4.3 Høydevekst og total trehøyde

Jeg fant en signifikant sammenheng mellom treets høyde og treets høydevekst. Når treets høyde økte med 1cm økte treets høydevekst (3 siste årsskuddene) med 0,48cm. Det gjelder for både de foredledte plantene og de naturlig foryngede plantene.

### 4.3 Høydevekst fra gjennomsnittet

Plantene fra foredlet plantemateriale hadde større høydevekst enn naturlig foryngelse. Jeg har korrigert for alder (ulike totale høyder) og brukt residualene funnet i regresjonsanalysen (Figur 8). Residualene kan forklares med avstanden ifra linja i Figur 3. Det vil si avstanden ifra gjennomsnittet. Forklart på en annen måte så er gjennomsnittet av de foredledte plantene over regresjonslinja i Figur 3, mens de naturlig foryngede plantene er i gjennomsnittet under regresjonslinja i Figur 3. Plantede furuplanter var i gjennomsnitt 6,7cm høyere enn gjennomsnittet, mens planter fra naturlig foryngelse var i gjennomsnitt 3,91cm lavere enn gjennomsnittet. Jeg forkaster  $H_0$ .

Siden alle resultatene peker for økt vekst ved bruk av foredlet plantemateriale har jeg valgt å lage underkapitler for de ulike faktorene som kan påvirke høydeveksten, spesielt i ung alder.

## 4.4 Ulike faktorer som kan påvirke høydevekst

### 4.4.1 Proveniens:

Norge er et langt og utstrakt land. Vi har mange ulike høydeler og varierende klima rundt om i landet. Furu som vokser ett sted i Norge tilpasser seg dette stedets klima og vil derfor ha en annen genetisk variasjon enn en furu som vokser ett annet sted i Norge. Man snakker da om ulike klimarasen og provenienser. Proveniensen er en lokal tilpasning til temperatur, nedbør, årstidsvariasjoner med mer. Ved planting vil man være avhengig av å ha planter som er tilpasset det klimaet på stedet man planter. Det er tidligere prøvd blant annet furufrø fra tysk opprinnelse i Norge, noe som gikk dårlig for overlevelsen hos plantene. I 1930-årene ble Norge delt inn i ulike sankeområder og høydeler for å gjøre det lettere å se opprinnelsen til frøet eller planten (Brække et al., 2002; Hoen, 2018). De har tilsvarende ordning i Sverige. Proveniensen til planten styrer altså når veksten begynner og slutter. Veksten begynner ved ulike temperaturer ut ifra plantens proveniensen. Det er også forskjell på når tilveksten for rot, diameter og høyde foregår (Hallsby, 2013, s. 16). De foredlede plantene kommer fra Västerhus som ligger ved breddegrad 63° 33.89002 N, 18° 44.75344 Ø. Feltene jeg har undersøkt ligger i Åmot kommune ved breddegrad 61° 38.71176 N, 11° 70.92597 Ø. I følge Berlin et. Al. (2016) har furuplanter som flyttes fra sør mot nord høyere vekst. Flytter man furuplantene fra nord mot sør vil overlevelsen være høyere. Vekst og overlevelse reagerer omvendt fra hverandre ved forflytning. Nøkkelfaktoren som styrer både høydeveksten og overlevelsen er temperaturen. Hallsby (2013) forklarer det med en senere vekststart jo lenger nord furuplantene er. Generelt jo lenger nord furuplantene kommer ifra jo senere starter vekstsesongen og da også høydertilveksten til planten. Det foredlede plantematerialet jeg har undersøkt er blitt flyttet 2 breddegrader sørover. Det tilsier at de foredlede plantene skal ha en bedre overlevelse, men ikke en bedre høydevekst. I en modell utarbeidet av Berlin et al. (2016) er mellom 2° og 3° optimalt for overlevelsen ved forflytning av furu sørover. Modellen er beregnet på forflytning innad i Sverige. Det kan riktig nok ikke måles som en nord-sør gradient for like viktig er det lokale klimaet og høyde over havet for vekststarten. For hver hundrede høydemeter over havet faller temperaturen med nesten 1 grad celsius. I gjennomsnitt har klimaet en tendens til å bli kjøligere med stigende høyde (Hallsby, 2013). De foredlede plantene jeg undersøkte er satt ut fra 580 til 690 meter over havet. Høyden over havet tilsier i dette studiet en noe begrensende start på vekstsesongen.

### 4.4.2 Næringstilgang:

Som nevnt tidligere, i kapittel «2.2 Det foredlede plantematerialet», er T10 plantene dekkrotsplanter. De har, til forskjell fra barrotsplanter, en klump med jord rundt røttene. Barrotsplanter har røttene fritt uten jord. De to plantetyper utvikler forskjellig rotstruktur. Barroten har en tilvekst som først

og fremst er begrenset av tørkestress. Dekkrotplanters tilvekst blir først og fremst styrt av næringstilgangen. Ved gode næringsforhold vil en dekkrotplante trives veldig godt og etablere seg raskt. Det blir brukt mest dekkrotsplanter den dag i dag. Dyrkingen av dekkrotsplantene foregår først i drivhus og senere på uteområder i plantasjen. Dekkrotplanten kan plantes ut når den er fra 1 til 1,5-2 år gammel (Wennström et. Al., 2016, s. 39-49, 75). Plantene som er brukt i dette studiet var 1,5 år ved utplanting. Så ved likt markberedningstidspunkt, 2012-2013, vil de foredlede plantene allerede ha ett forsprang på de naturlig foryngede plantene. De naturlige plantene er maksimalt 5 år. Det forutsetter at det var frøår direkte etter markberedningen. Som nevnt tidligere var det noen planter som var eldre i de naturlig foryngede bestandene som antageligvis var igjen som understandere etter forrige omløp. De foredlede plantene er minimum 6,5 år. Ved utplanting i 2012-2013 er plantene allerede 1,5 år gamle og har i tillegg fordelene ved en rask og effektiv etablering. De foredlede plantene har også forspranget mot annen vegetasjon og eventuelle biller.

For å vokse trenger plantene sollys ifra sola, karbon (CO<sub>2</sub>) ifra lufta, vann (O<sub>2</sub>) og mineralnæring fra jorda. Av mineralnæring skiller man mellom makro- og mikronæringsstoffer. Mikronæringsstoffene trenger ikke trærne like mye av og det er stoffer som jern, klor, bor, mangan, kobber, sink og molybden. Makronæringsstoffene er næringsstoffene trærne trenger mest av og det er stoffer som nitrogen (N), kalsium (Ca), kalium (K), fosfor (P), magnesium (Mg) og svovel (S). Hvis trærne ikke får i seg nok av de nødvendige næringsstoffene kan det oppstå mangelsymptomer eller mangelsykdommer. De ulike næringsstoffene kan ikke erstattes av andre og en mangel vil gi ulike symptom/sykdom ut ifra hvilke næringsstoff som mangler. Ett av de viktigste næringsstoffene for vekst, under norske forhold, er nitrogen. Mangel på nitrogen kan hemme veksten kraftig. Mangelsykdommer kan bekjempes ved å tilføre de næringsstoffene som mangler (Hansen & Bergsaker, 2017, s. 6; Berner jr, 2017; Aarnes, 2012). Plantene som kommer ifra Väseterhus planteskole har allerede fått en jevn tilførsel av de ulike stoffene de trenger for å vokse. De har vokst under kontrollerte forhold de første 1,5 årene og får tilført spesialtilpasset gjødsel. Plantene fra naturlig forynging har ikke hatt de samme forholdene under sin oppvekst. De har tatt til takke med næringen i jorda rundt seg. Dekkrotsplanten har, som nevnt tidligere, en torvplugg rundt røttene som følger med når planten plantes ut. Rotklumpen hos dekkrotsplanter kan fungere som en kilde til næring og vann også etter utplanting. De vil derfor som regel få en god og rask etablering (Wennström et. Al., 2016, s. 75). Ved gjødslingstiltak i eldre skog, hvor man tilfører nitrogeninnholdig gjødsel, varer effekten fra 6 til 10 år. Det gjødsles vanligvis med ca. 15 kg nitrogen gjødsel per dekar (Hansen & Bergsaker, 2017). I en dekkrotsplante er det mye mindre nitrogen, men det kan likevel tenkes at effekten varer i noen år.

Skoklefeldt (1995) har vist at det er en sammenheng mellom plantenes høydevekst og antall frøtrær. Høydeveksten til plantene blir preget av konkurranse med frøtrærne om det tilgjengelige vannet og næringen. Høydeveksten for plantene blir da lavere. Det stod fra 6-10 frøtrær per dekar i de naturlig foryngede bestandene. Det vil være med å påvirke høydeveksten til de naturlig foryngede plantene negativt.

#### 4.4.3 Markberedningsprinsippet:

Man benytter markberedning for å få frem mineraljorden. I mineraljorden er det ekstra med næring for planten eller frøet. Det gir en markberedningseffekt hvor planten har en høyere vekst de første årene. Man blottlegger mineraljorden ved å legge til side vegetasjonsdekket og hummusen. Det er de to øverste lagene ved en podsol jordprofil. Blottleggingen av mineraljorden kan utføres ved å lage striper eller ved flekking. Metoden man benytter seg av kalles for markberedningsprinsipp (Bäcke et al., 1986). Det er flere ulike prinsipper, men de to som er benyttet i bestandene jeg har undersøkt er avflekking og hauglegging. Som nevnt tidligere i kapittel «2.1 Studieområdet» var de naturlig foryngede bestandene stripemarkberedt, det vil si avflekking. De bestandene som ble plantet med foredlet plantemateriale var markberedt ved hauglegging med omvendt torv. Ved avflekking fjerner man vegetasjonsdekket og legger det til siden. Planten eller frøet skal da legge seg der det er avflekking og mineraljorden kommer frem. Ved hauglegging tar man opp en del av både vegetasjonsdekket og mineraljorden. Denne jordklumpen legges med vegetasjonsdekket ned slik at mineraljorden kommer øverst (Stener & Økseter, 2002). Midt i mineraljorden vil ofte være det optimale stedet for planten/frøet.

Stener og Økseter (2002) fant at avflekking er den metoden som gir de høyeste plantene, men også færrest antall planter. De benyttet seg av manuell såing i sine studier. Det kan da tenkes at naturlig foryngelse vil gi samme resultat. Hauglegging, liten haug, ga flest planter og tilnærmet lik høydevekst som ved avflekking. I min studie vil ikke konkurransen mellom plantene ved hauglegging være i nærheten av like stor. De foredlete plantene får stå uten konkurranse fra nabotrær, noe de ikke gjorde i studiet til Stener og Økseter. Hauglegging med omvendt torv vil derfor være mer positivt for høydeveksten til de foredlete plantene. I tillegg kan de foredlete plantene utnytte effekten fra markberedning noe lenger. De foredlete plantene er satt ut like etter markberedning. Ved naturlig foryngelse må man markberede i forkant av et frøår, men her har man ingen garanti for når frøene setter seg og eventuelt hvor mange. Ved utplanting finner plantøren de beste plante plassene, mens ved naturlig foryngelse vil frøet lande der det lander. Frøet trenger riktignok en god nok plassering og grunnforhold for å spire.

Dominerende trær vokser mer i høyden og undertrykker høydeveksten hos de mindre trærne rundt seg (Bøhler, Brunner & Øyen, 2008). De foredlede plantene er satt ut i forband hvor de har en gitt avstand fra hverandre. Plantene har normalt rundt 2 meter med plass til neste plante. De naturlige foryngede plantene har ikke denne fordelingen. De er i hard konkurranse med hverandre og noen steder kan de vokse i større klynger. De tar derfor sollys, vann og næringsstoffer fra hverandre. Det kan hemme høydeveksten. Planter som vokser opp på et område med lavt planteantall er høyere enn planter som vokser opp på et område med et høyt planteantall (Näslund, 1983).

## 5 Konklusjon

Resultatene fra dette studiet er noe vanskelig å overføre direkte til andre bestand. Spesielt siden høydeveksten for de foredlede plantene er sterkt preget av proveniens. I tillegg begrenser studiet seg til et mindre geografisk område i Hedmark og man kan ikke generalisere resultatene uten videre. Resultatene gir likevel en god indikasjon på at foredlet plantemateriale har en bedre høydevekst enn planter fra naturlig forynging. I en rapport fra skog og landskap nevnes det at svenske plantasje frø burde egne seg godt i Hedmark. Det er tidligere ikke gjort noen forsøk på det i Norge (Skrøppa et al., 2015). I en nyere polsk forskning fant forskerne at høydeveksten til foredlede planter var høyere enn høydeveksten for naturlig foryngede planter og for planter fra direkte såing (Aleksandrowics-Trzcinska et al., 2017). Det stemmer også overens med en studie ifra Finland hvor det samme ble funnet (Hyytiäinen, Ilomäki, Mäkelä & Kinnunen, 2006).

Ser man isolert sett på høydeveksten til de foredlede plantene egner de seg godt. De vokser bedre enn ved naturlig foryngelse med de forutsetningene for de plantene jeg har målt. Det er viktig å se på helheten ved valg av plantemateriale. Man vil ha en plante som gir en kortere omløpstid, men med riktig kvalitet. Kostnaden for plantematerialet må veies opp mot de fremtidige inntektene, og sammenlignes med både kostnaden og kvaliteten ved naturlig forynging.

## 6 Referanseliste

- Aarnes, H. (2012). Mangelsykdommer – botanikk. *Store norske leksikon*. Hentet 15.02.2018 fra <https://snl.no/mangelsykdommer - botanikk>
- Aleksandrowics-Trzcinska, M., Drozdowski, S., Wolczyk, Z., Bielak, K. & Zybura, H. (2017). Effects of reforestation and site preparation methods on early growth and survival of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland. *Forests* 2017, 8, 421.
- Bergseng, E., Alfredsen, G., Dibdiakova, J., Gobakken, L. R., Gjerde, I., Granhus, A. & Sjøgaard, G. (2016). Skogen som ressurs. *Praktisk økonomi og finans 03/2016* (Volum 32), 253-263. Doi: [10.18261/issn.1504-2871-2016-03-04](https://doi.org/10.18261/issn.1504-2871-2016-03-04)
- Berlin, M. E., Persson, T., Jansson, G., Haapanen, M., Ruotsalainen, S., Barring, L. & Gull, B. A. (2016). *Scots pine transfer effect models for growth and survival in Sweden and Finland*. *Silva Fennica* vol. 50, no. 3. Hentet 17.04.2018 fra [https://silvafennica.fi/article/1562#h1\\_4](https://silvafennica.fi/article/1562#h1_4)
- Berner jr. E. (2017). Mineralnæring. *Store norske leksikon*. Hentet 15.02.2018 fra <https://snl.no/mineraln%C3%A6ring>
- Braastad, H. (2013). Hogstformer. *Skogkurs-Resymé nr. 5 – 2 utgave*. Skogkurs.
- Brække, F. H., Frank, J. & Frivold, L. H. (2002). *Skogskjøtsel for bærekraftig ressursbruk*. Rapport, Norges Landbrukshøgskole.
- Bøhler, F., Brunner, A. & Øyen, B-H. (2008). *Toppkapping i ungskogpleie av gran: Vekstreaksjoner på toppkappede trær*. Norsk institutt for Skog og landskap 4/08. Hentet 16.04.18 fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2484453/SOL-Forskning-2008-04.pdf?sequence=2>
- Bäcke, J., Larsson, M., Lundmark, J. E. & Örlander, G. (1986). *Ståndortandpassad markberedning: teoretisk analys av några markberedningsprinsipier*. Rapport nr 3. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Dahlberg, H. (2013). *Faderskapsanalys av tallfrø från Västerhus fröplantage*. Umeå universitetet. Hentet 09.02.2018 fra <http://umu.diva-portal.org/smash/get/diva2:692954/FULLTEXT01.pdf>
- Dalen, L. S. (2017). *Nye rekordtall for skogen i Norge*. Norsk institutt for bioøkonomi. Hentet 08.03.2018 fra <https://www.nibio.no/nyheter/nye-rekordtall-for-skogen-i-norge>



- Dietrichson, J. & Tutturen, R. (1983). *Vanlig furu eller contortafuru i Østlandets høyereliggende skoger*. Norsk institutt for skogforskning. Rapport 10/83 1-19.
- Esri. (2016). *ArcMap*. Environmental Systems Research Institute Inc.
- Microsoft Corporation. (2016). *Excel*. Microsoft Office 365 ProPlus.
- Flæte, P. O., Mjåland, O. & Kilde. (2011). Fokus på tre, Furu. Trefokus AS og Treteknisk. Hentet 06.04.2018 fra <http://www.trefokus.no/resources/filer/fokus-pa-tre/34-Furu.pdf>
- Fløistad, I. S. (2014). *Kvalitet på skogplanter – del 1*. Skog og landskap.
- Hallsby, G. (2013). *Plantering av barrträd*. Skogskötselserien nr 3. Skogstyrelsen. Hentet 09.04.2018 fra <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-3-plantering-av-barrtrad.pdf>
- Hansen, K. H. & Bergsaker, E. (2017). *Gjødsling av skog*. NIBIO Bok; 3(11) 2017. Hentet 15.02.2018 fra <http://hdl.handle.net/11250/2478830>
- Hoen, H. F. (2018). Proveniens. *Store Norske Leksikon*. Hentet 03.04.2018 fra <https://snl.no/proveniens>
- Hofstad, K. (2017). Tetthet. *Store Norske Leksikon*. Hentet 04.04.2018 fra <https://snl.no/tetthet>
- Holtmeier, F-K. & Broll, G. (2011). Response of Scots Pine (*Pinus sylvestris*) to warming climate at its altitudinal limit in northernmost subarctic Finland. *Actic*, Vol. 64 (3) 269-280. Hentet 08.02.2018 fra <http://web.b.ebscohost.com.ezproxy2.inn.no/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=023040f7-be9c-4d6c-99eb-4ccb4bce5c0%40sessionmgr120>
- Hyytiäinen, K., Ilomäki, S., Mäkelä, A. & Kinnunen, K. (2006). *Economic analysis of stand establishment for Scots pine*. Canadian Journal of Forest Research, 2006, 36(5): 1179-1189.
- Kringlebotn, T. (red.), Haget, D., Holaker, T., Kjær, R., Haug, F., Sandstrøen, M. & Nyberget, A.L.O. (2018). *Hedmarksskogbruket i tall. Skogfondsregnskapet 2017 og skogstatistikk 2017*. (Rapport 1/2018) Hentet 18.04.2018 fra <https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHE/06%20Landbruk%20og%20omat/Skogbruk/Hedmarksskogbruket%20i%20tall/Hedmarksskogbruket%20i%20tall%202017%20-%20Final.pdf>
- Norge i bilder. (s.a). Ortofoto. Hentet 24.04.2018 fra <https://www.norgeibilder.no/>

- Nygaard, P. H. & Skoklefeld, S. (2007). *Naturlig foryngelse av furu*. Norsk institutt for skog og landskap, Ås. Hentet 05.04.2018 fra [http://www.skogoglandskap.no/filearchive/naturlig\\_furu\\_forskning-3-07.pdf](http://www.skogoglandskap.no/filearchive/naturlig_furu_forskning-3-07.pdf)
- Näslund, B. Å. (1983). *Tallsådders utveckling fram till första gallring*. Rapport nr. 8. Institutionen för skogskötsel.
- Rindal, T. K., Myklestad, G. & Pettersen, J. (2013). *Planting. Skogkurs-Resymé nr. 4 – 2 utgave*. Skogkurs.
- Skogbrukslova. (2005). *Lov om skogbruk*. Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2005-05-27-31>
- Skogkurs. (2014). *Prosjekt markberedning*. Sluttrapport. Hentet 18.04.2018 fra [http://www.skogtiltaksfondet.no/userfiles/files/Prosjektrapporter/2014/Standard%20for%20markberedning%20i%20Hedmark%20og%20Oppland\\_2012-09.pdf](http://www.skogtiltaksfondet.no/userfiles/files/Prosjektrapporter/2014/Standard%20for%20markberedning%20i%20Hedmark%20og%20Oppland_2012-09.pdf)
- Skoklefeld, S. (1995). *Naturlig gjenvækst i frøtrestillinger av furu*. Rapport 3. Skogforsk.
- Skrøppa, T., Edvardsen, Ø. M., Steffenrem, A., Kvaalen, H. & Myking, T. (2015). *Norsk perspektiv på nordisk samarbeid i skogfrøforsyningen*. (Skog og landskap Rapport 07/2015). Hentet 05.04.2018 fra [http://www.skogfroverket.no/userfiles/files/Bibliotek/rapport\\_07-2015.pdf](http://www.skogfroverket.no/userfiles/files/Bibliotek/rapport_07-2015.pdf)
- Skrøppa, T. & Haug, G. (1987). *Forsøk med furu av frøplantasjefrø, kontroller av vanlige handelsprovenienser og provenienser av contortafuru*. Hedmarks Skogselskaps Årsmelding 1986: 1-17.
- SSB. (2017). *Skogavvirkning for salg: Årlig, endelige tall*. Hentet 25.04.2018 fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/skogav/aar-endelige>
- Steffenrem, A. & Kvaalen, H. (2012). *Skogplanteforedling i Norge – Nå og i fremtiden!* Skogfrøverket. Hentet 04.04.2018 fra <http://skogplanteforedling.no/ebook.aspx?pid=8&ebookid=40>
- Stener, S. O. & Økseter, P. (2002). *Markberedning. Sammenligning av tilslag og høydevekst på furuforyngelse ved bruk av fem markberedningsprinsipper i Stor-Elvdal, Hedmark*. Rapport nr. 11. Høgskolen i Hedmark. Hentet 18.04.2018 fra [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/133950/rapp11\\_2002.pdf?sequence=1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/133950/rapp11_2002.pdf?sequence=1)
- Strand, S., Sines, H. & Dietrichson, J. (1997). *Tømmerkvalitet – naturlig foryngelse eller planting av furu (Pinus sylvestris)*. Skogforsk 5/97

- Sunding, P. (2014a). Furu. *Store Norske Leksikon*. Hentet 06.02.2018 fra <https://snl.no/furu>
- Sunding, P. (2014b). Vanlig furu. *Store Norske Leksikon*. Hentet 06.02.2018 fra [https://snl.no/vanlig\\_furu](https://snl.no/vanlig_furu)
- Svenska skogplantor. (2018). *Förädling*. Hentet 04.04.2018 fra <https://www.skogsplantor.se/Fro/Foradling/>
- Tollefsrud, M., M. & Dalen, L., S. (2012). Gran og furu vokste i Norge under siste istid? *Biolog nr. 2*, 24-27. Norsk Institutt for Skog og Landskap. Hentet 06.02.2018 fra [http://www.skogoglandskap.no/filearchive/gran\\_og\\_furu\\_vokste\\_i\\_norge\\_under\\_siste\\_istid.pdf](http://www.skogoglandskap.no/filearchive/gran_og_furu_vokste_i_norge_under_siste_istid.pdf)
- Torimaru, T., Wang, X-R., Frites, A., Andersson B. & Lundgren, D. (2008). Evaluation of pollen contamination in an advanced scots pine seed orchard. *Silviae Genetica* 5H, 5-6 (2009).
- Wennström, U., Hjelm, K., Lindström, A. & Stattin, E. (2016). *Produktion av frö och plantor*. Skogskötselserien nr 2. Skogstyrelsen. Hentet 06.04.2018 fra <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-2-produktion-av-fro-och-plant.pdf>