

PRESTASJON HOS ET MASKINLAG I FØRSTEGANGSTYNNING, SAMT UNDERSØKELSE AV REGISTRERINGSMETODIKK.

PERFORMANCE OF A MECHANIZED SYSTEM IN FIRST THINNINGS, AND A
EVALUATION OF REGISTRATION METHODOLOGY.

EIRIK GUNNAR FLØNÆS

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2008



Forord

Masteroppgaven er gjennomført innen emnet skoglig driftsteknikk ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB). Oppgaven er utført i samarbeid med Allskog BA. Den omfatter 30 poeng, det tilsvarer et helt semester ved Institutt for Naturforvaltning. Meningen med masteroppgaven er å ta i bruk kunnskaper tilegnet under utdannelsen, for selvstendig å planlegge og utføre oppgaven. Tynning er et skjøtselstiltak som er spennende i seg selv, kombinert med driftsteknikk føler undertegnede at det blir enda mer spennende.

Veileder var Dr. Sjur Baardsen fra Institutt for Naturforvaltning. En særdeles stor takk rettes til Baardsen som har vært til stor hjelp og har stilt opp med gode råd og vink. Personell i Allskog BA har vært til stor hjelp med tilrettelegging av kart, takstmateriale og andre praktiske problem. En stor takk til entreprenøren som har gjennomført et meget bra arbeid. Takker også til min far og vit.ass. Vegard Lien for hjelp til gjennomlesing.

Ås, 14. mai –08

Eirik Gunnar Flønæs

Sammendrag

Flønæs, E. G. (2008). Prestasjon hos et maskinlag i førstegangstynning, samt undersøkelse av registreringsmetodikk. Masteroppgave ved Institutt for naturforvaltning, Universitetet for miljø- og biovitenskap. 68 sider.

Hovedmålsettingen for dette studiet var å undersøke produktiviteten til et maskinlag i førstegangstynning. Dessuten var det en delmålsetting å undersøke om grunnflatebasert registreringsmetodikk gir et godt estimat på det faktisk tynnede volumet, også kalt maskinvolum. Dette volumet anses som det mest "riktige" volumet og danner grunnlaget for beregning av driftspris i etterkant av gjennomført tynning.

Studiet ble gjennomført i perioden fra november 2007 til januar 2008 i Sør-Trøndelag (Midt-Norge). Ni objekter ble plukket ut, to objekt med furu (*Pinus sylvestris* (L.)) og syv objekter med gran (*Picea abies* (L.)). Gjennomsnittsboniteten for furuobjektene var F13 og G16 for granobjektene. Gjennomsnittsalderen for studieobjektene var 45 år. Grunnflatesummen var i gjennomsnitt 32,5 m²/haa og overhøyden 16,6 meter.

Studiet består av to deler, en del som fokuserer på registreringene som ble gjort på forhånd og en annen del som ser på produktiviteten til et maskinlag i førstegangstynning

Grunnflatebasert registreringsmetodikk i tynning er enkel, tidsbesparende og presenterer et volum. Resultatene viser at det stipulerte volumet (V_{st}) er et relativt godt estimat på maskinvolumet (V_{ma}). Det viser seg videre at det stipulerte volumet er relativt likt det beregnede volumet (V_{be}), som er basert på volumfunksjoner for det aktuelle området.

Produksjonsdata ble hentet fra en John Deere 1070 D hogstmaskin og en John Deere 1110 D lastetraktor i førstegangstynning av gran- og furufelt i Midt-Norge. Gjennomsnittlig trestørrelse, i form av maskinvolum dividert på antall tynnede stammer, terrenghellingen (inndelt i 3 klasser), og andelen lauvtre i uttaket var de viktigste faktorene som kunne forklare prestasjonen. Uttaksprosenten var også viktig. Maskinproduktiviteten til hogstmaskinen var i gjennomsnitt

8,0 m³/E₀-time og varierte fra 5,75 til 10,53 m³/E₀-time. Lastetraktorens produktivitet ble beregnet ut i fra det tynnede volumet per objekt fra hogstmaskinen og sine egne registrerte

tider. Lastetraktorens produktivitet var i gjennomsnitt $7,6 \text{ m}^3/\text{E}_0\text{-time}$ og varierte fra 6,5 til 9,5 $\text{m}^3/\text{E}_0\text{-time}$.

Driftsprisen for maskinsystemet varierte fra 182 til 210 kr/m^3 og var i gjennomsnitt 195 kr/m^3 .

Summary

Flønæs, E. G. (2008). Performance of a mechanized system in first thinnings and a evaluation of registration methodology. Master thesis, Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences. 68 pages.

The study was carried out in the period from November 2007 until January 2008 in Sør-Trøndelag county, Mid - Norway. Nine study sites were picked out, two sites with Scots pine (*Pinus sylvestris* (L.)) and seven sites with Norwegian spruce (*Picea abies* (L.)). The average age of the sites were 45 years, and the average site quality was G16 (Norwegian site quality index) for the Norwegian spruce stands and F13 for the Scots pine stands. The mean basal area was 32,5 m² per hectare and the mean overheight was 16,6 meter at the study sites *before* thinning.

The study is divided into two parts; the first part looks into the registrations made at the study sites before the thinnings were carried out, and the second part that investigates the productivity of a machinesystem in first-time thinnings.

The registrations, made in advance of the thinnings, contained a registration of basal area (G) (m² per hectare) and overheight (H_O). These variables are calculated in a volume function, that produces a stipulated volume. This volume was tested statistically against the machinevolume. The reason for this test was to see how good an estimate the stipulated volume is for the machinevolume. The machine volume is considered the most accurate volume in thinnings and forms the basis of the operational costs for the machine system. The test found the stipulated volume as an good estimate of the machine volume.

Machine productivity data were collected from a John Deere 1070 D harvester and a John Deere 1110 D forwarder. Average tree size, in terms of the machine volume divided by the number of processed stems, the slope of the terrain and the share of hardwood in the selection, were the variables with the greatest impact on the harvester productivity. The selection (in percentage) was also important. The harvester's productivity averaged about 8,0 m³ per productive machine hour (E₀-hour), and ranged from 5,75 to 10,53 m³ per E₀-hour. The forwarder's productivity was calculated from the thinned volume per object collected from

the harvester and its own machine hours. The forwarder's productivity averaged about 7,6 m³ per E₀-hour, and ranged from 6,5 to 9,5 m³ per E₀-hour.

The tree size, and the forwarding were the most significant factors affecting the systems operational costs, measured in Norwegian kroner (NOK). The operational costs for the harvester isolated, averaged about 121 NOK per m³ and varied from 112 to 132 NOK per m³. For the forwarder the operational costs averaged about 74 NOK per m³, and varied from 68 to 96 NOK per m³. For the whole machine system the operational costs averaged about 195 NOK per m³, and varied from 182 to 210 NOK per m³.

These results are by no means considered to apply generally. They may apply, however, for a particular set of conditions.

Innholdsfortegnelse

1.0 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn for studiet.....	1
1.2 Gjennomføring av studiet.....	2
1.3 Problemstilling	2
2.0 Prestasjon og prestasjonspåvirkende faktorer	4
3.0 Teori	6
3.1 Begrepet tynning	6
3.2 Økologi.....	7
3.3 Driftsteknikk.....	10
4.0 Materiale og metoder	16
4.1 Studieområde.....	16
4.2 Registreringer og metodikk.....	19
4.3 Maskinspesifikasjoner	24
4.4 Om uttaket	25
4.7 Prestasjoner og driftskostnader	30
5.0 Resultater.....	31
5.1 Feltregistreringene.....	31
5.2 Gjennomsnittlige deltid og prestasjoner for hogstmaskin.....	38
5.3 Test av enkeltvariabler som kan påvirke prestasjoner	42
5.5 Gjennomsnittlige deltid og prestasjoner for lastetraktor	43
5.3.2 Prestasjoner lastetraktor.	44
5.4 Driftskostnader	45
6.0 Diskusjon.....	48
6.1 Forhåndsregistrering.....	48
6.2 De forskjellige volumene	49
6.3 Tidsstudie	50
6.4 Driftspriskalkulator	51
6.5 Prestasjoner	52
6.6 Andre forhold	54
7.0 Konklusjon	55
8.0 Referanser.....	56
9.0 Vedlegg	60

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn for studiet

1.1.1 Tynning i Trøndelag

Skogbruket i Trøndelag har lenge ønsket mer ”kvalitetsskjøtsel”. Det innebærer at det bør satses på de skjøtselstiltakene som kan gi god tømmerkvalitet i framtida.

Maskinell tynning er i dag lite utbredt i Trøndelag. Det opererer ett tynningslag i Steinkjer-området, og et annet i regionen sør for Trondheimsfjorden. Disse tynner til sammen i overkant 20 000 m³ hvert år.

Noen av grunnene til at tynning ikke er utbredt i Sør-Trøndelag, kan ha sammenheng med lite skog i hogstklasse 3 tidligere. Fylkesskogmesterens årsmelding i 1975 viste at Landskogstakseringas tall for Sør-Trøndelag indikerte at fylket hadde få ungskogfelt. Etter et middel av observasjoner i tiden 1964 til 1973, hadde Sør-Trøndelag 17% hogstklasse 2 og 8% hogstklasse 3. ”Normalt skulle disse hogstklassene til sammen utgjøre nærmere 60% av hogstklassefordelingen”, ifølge fylkesskogsjefen (Fjær 1999). Dette kan indikere at det ikke var grunnlag for noe storskala tynningsvirksomhet i Sør-Trøndelag i denne perioden.

1.1.2 Dagens bilde

I begge Trøndelagsfylkene samlet står det 149 124 hektar skog i hogstklasse 3 og 212 987 hektar i hogstklasse 4 (Norsk Institutt for skog & landskap 1995-1999). Et tynningsprosjekt i 2004 viste at det bare i Nord-Trøndelag kan tynnes 35 000 dekar per år (Hedegart 2004). Videre har Allskog BA (som representerer skogeierne i Trøndelagsfylkene) en målsetting om å nå et årlig tynningskvantum på 120 – 150 000 m³ i 2010 (*pers. med. Ole Lauglo, Allskog BA*).

1.1.3 Skogforum Nidaros

Skogforum Nidaros er en sammenslutning av kommunene Selbu, Tydal, Stjørdal, Meråker, Malvik, Trondheim og Klæbu. Disse kommunene ligger i Nord- og Sør-Trøndelag. Gjennom dette forumet skal de syv kommunene jobbe mot økt aktivitet i skogbruket i denne regionen. Forumets målsetning er å få ”økt hogst og mer aktiv skjøtsel av framtidsskogen, og en mest mulig samla utnyttelse av avvirkningsfremmende tiltak. Man skal komme i kontakt med de

skogeierne som ikke har skogbruk og skogsdrift som en del av sin hverdag” (*pers. med. Arvid Eriksen, Skogforum Nidaros*).

Det ble derfor i 2006 satt i gang et prosjekt av Skogforum Nidaros som skulle kartlegge regionens tynningspotensial. Prosjektleder for dette prosjektet var undertegnede. Formålet med prosjektet var å danne en oversikt over hvilke skogeiere som hadde skog som var tynningsmoden, og det skulle stipuleres et tynningskvantum.

I 2008 ble dette prosjektet ferdigstilt og en oversikt over tynningspotensial ble presentert. I alt ble det i disse kommunene registrert et tynningskvantum på ca. 30 000 m³ som kan tynnes i løpet av de nærmeste 5 årene.

Dette gav en grobunn for å gjøre et studie om registreringsmetodikk i tynningsfelt og om hvordan et maskinlag i tynning presterer i trøndersk topografi.

1.2 Gjennomføring av studiet

Gjennomføringen av dette studiet startet i 2006/2007 med valg av tema/problemstilling og veileder. Under prosjektperioden i prosjektet ”Tynning og bratt terreng” (Skognæringa i Trøndelag 2008) registrerte jeg flere bestand med tynningspotensial i blant annet Selbu- og Tydal kommuner. Disse feltregistreringene dannet grunnlaget for den maskinelle tynningen og registreringsmetodikken som er undersøkt i studiet. Under feltbefaringene har jeg registrert grunnflatesum, overhøyde og terrenghelning i de bestand som var aktuelle. I løpet av høsten 2007 ble disse registreringene behandlet og i løpet av årsskiftet 2007/2008 ble tynningen gjennomført. Maskindata fra tynningene ble innhentet og behandlet våren 2008.

1.3 Problemstilling

Hvordan produktiviteten til en hogstmaskin av mellomklassen varierer ved ulike skoglige forhold i tynning er til nå lite undersøkt i Norge. Det er interessant å se hvilke faktorer som kan påvirke produktiviteten, og om man kan finne enkeltfaktorer som er avgjørende for produktiviteten. Hvis resultatene fra denne studien kan gi utslag ved vurdering av hvilke tynningsbestand som er mest egnet for tynning, kan man unngå å tynne bestand som ikke er egnet. Det er videre interessant å se hvor godt egnet registreringsmetodikken er for å bestemme et tynningskvantum på forhånd.

Dette studiet har følgende problemstilling:

- Hvordan påvirker ulike skoglige forhold et maskinelt driftssystems produktivitet i førstegangstynning?

Med følgende delproblemstilling:

- Hvor godt estimat på et tynningskvantum gir grunnflatebasert registreringsmetodikk?

2.0 Prestasjon og prestasjonspåvirkende faktorer

I dette kapitlet skal det presenteres hvilke mulige faktorer som påvirker produktiviteten i tynning.

Den nordiske avtalen om skoglig arbeidsnomenklatur (Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd 1978) vil bli brukt i denne studien. Prestasjon blir derfor satt til å være et oppnådd resultat i løpet av en produksjonsperiode. Prestasjonen vil bli målt i kubikkmeter (med bark) per virketime (E_0 -time).

I denne studien er det hentet data i fra maskinenes datamaskiner som viser tidsforbruk og produksjon.

I feltarbeidet er det registrert skoglige forhold slik som gjennomsnittlig grunnflatesum, overhøyde og helning. Denne registreringsmetodikken, også kalt grunnflatebasert registreringsmetodikk, gir et stipulert tynningskvantum. Det kan være interessant å se hvor godt dette kvantumet ”treffer” opp i mot et kvantum beregnet ut i fra volumfunksjoner for Trøndelag og hvor godt det treffer opp i mot det faktisk tynnede volumet, kalt maskinvolum.

Ut ifra produksjonsmålingene vil det være interessant å undersøke om hvilke enkeltfaktorer som kan påvirke prestasjonen. Tufts (1997) fant blant annet ut i en studie i Alabama (USA) at trestørrelsen, i form av diameter ved brysthøyde og volum, og antallet stokker som ble prosessert per tre var viktig for prestasjonen. Det er blant annet med utgangspunkt i dette satt opp en liste over registrerte enkeltfaktorer som kan forventes å påvirke prestasjonen.

- Grunnflatesum (G).
- Overhøyde (H_0).
- Helning (%).
- Antall ryddetrær.
- Trestørrelsen.
- Stammeuttak per dekar.
- Trefordelingen.
- Uttaksprosenten (%)

De nevnte enkeltfaktorene, og eventuelle tidligere studier av disse, vil bli behandlet videre i neste avsnitt.

3.0 Teori

Studiet har produktivitet hos et maskinlag i tynning som hovedtema og det er derfor viktig med teori som understøtter dette temaet. Det er likevel nødvendig å sette temaet i perspektiv og det vil derfor være nyttig med generell teori om tynning, og videre se på hva som skjer med et bestand som blir tynnet.

3.1 Begrepet tynning

Definisjonen på tynning er beskrevet av flere, blant annet av Børset (1985), som skriver at tynning er et hogstuttak i bestandets produksjonstid.

Tynning er de senere årtiene blitt mer interessant gjennom økt fokus på kvalitet, ny forskning og teknikker. Det er et skjøtseltiltak som berører mange av fagfeltene i skogbruket. Økologi, produksjonslære, driftsteknikk og økonomi er noen av hovedfeltene.

Resultater fra norsk forskning viser at lønnsomheten ved skogproduksjonen blir omtrent den samme om man tynner eller ikke tynner (Braastad & Tveite 2000), men bestandets egenskaper kan påvirkes gjennom tynning. Som Bjaanes (2007) skriver ”Ved tynning fjernes de små dimensjonene tidlig i bestandets liv, og det meste av produksjonen legges over på et færre antall trær som blir grovere og som skal utgjøre sluttavvirkningsbestandet. Ved en bevisst styring av produksjonen ved tynning, får skogeieren dimensjoner og kvaliteter som gir vesentlig høyere verdi ved sluttavvirkning enn om det ikke tynnes”

Tynning som begrep ble trolig først etablert i Tyskland gjennom et fokus på volumproduksjon av gran (*Picea abies* (L.)) og bok (*Fagus silvatica* (L.)). Tynning som et tiltak for å forbedre framtidstrærne var bredt adoptert og lovpålagt i enkelte tyske stater på 1600-tallet. De påfølgende to århundre snudde trenden seg, og andelen av tynning ble mindre, og til og med forbudt for å gi mer spillerom for viltet (Schotte 1912, Brandl 1992).

Grunnlaget for tynning i ensaldret skog var skoglig skjøtsel med flatehogst og påfølgende planting. Systematisk flatehogst ble først introdusert av Georg Ludvig Hartig (1764-1837) i 1795 og av Heinrich von Gotta (1763-1844) i 1817. Hovedmålet med denne skogskjøtselen

var å ha en bærekraftig avvirkning gjennom å ha bestand med lik aldersklassefordeling. De mest innflytelsesrike tyske skogbrukerne på første del av 1900-tallet holdt fast på lette tynninger og tynning fra undersiden (Schotte 1912). I de fleste tilfeller var det kun døde eller undertrykte trær som ble fjernet. Borggreve (1836-1914), reagerte på lavtynningsprinsippet (Wallmo 1997). Han mente høytynning av store trær, fra 50 års alder som undertrykte mellomsjiktet, var mest fordelaktig for å oppnå store dimensjoner og gi en lengre omløpsti med flere store trær.

Wilhelm Pfeil (1793-1859) pekte på den store betydningen av trærnes fordeling, og at kronene alltid måtte være i berøring med hverandre, ved såkalt lavtynning der man bare satset på de største trærne.

Tyskeren Heck gav skogbruket uttrykket ”fritynning” i 1896 hvor hovedstammene skulle ha fri utvikling og stå mest mulig jevnt fordelt, samtidig som underbestandet ble spart (Brække *et al.* 2002).

I Norge har synspunkter på tynning stort sett fulgt de europeiske strømningene, uten store utslag i noen retning. Professor Eide (1890-1966) ved det Norske skogforsøksvesen tok opp begrepet fritynning. Han understreket betydningen av en jevn fordeling mellom de beste trærne. Det var også viktig å fjerne underbestandet, for å slippe mest mulig sol og varme ned til skogbunnen (Brække *et al.* 2002).

I senere tid kom volumproduksjon i fokus og diskusjonen omhandlet i stor grad hvordan man kunne øke tilveksten. I dag er fokuset på virkeskvalitet stort.

3.2 Økologi

Dette kapitlet skal beskrive bestandets utvikling fram til tynningsstadiet og hvilke økologiske faktorer som påvirker et bestand. Berger (1999) gjorde et relativt omfattende litteraturstudie på tynning i granskog.

3.2.1 Konkurransen

Berger (op. cit.) refererer til flere arbeider som tar for seg hvilke faktorer som påvirker et bestand fram til tynningspunktet og etter tynning.

Konkurranse blant trær er mest tydelig når de vokser så nær at de påvirker hverandre. Dette kan være både positiv og negativ påvirkning. Konkurransen kan være plastisk, hierarkisk eller gi utslag i selvtynning.

- Plastisk konkurranse er endring i morfologi eller koallokering uten at treet reduserer sin totale tilvekst.
- Hierarkisk konkurranse vil si at trærne deler på tilvekstfaktorene.
- Selvtynning oppstår når ressursfordelingen blir så stor at noen av trærne dør.

Konkurransen viser seg i hovedsak å være ensidig, asymmetrisk eller tosidig. Ensidig konkurranse er når et større tre påvirker et mindre tre, men ikke motsatt og dette oppstår vanligvis i yngre skog. Tosidig konkurranse er når trærne fordeler ressursene i forhold til sin størrelse. Dette inntreffer når skogen blir litt eldre (Skovsgaard 1997a, Savill *et al.* 1997). Asymmetrisk konkurranse er en mellomting mellom ensidig og tosidig konkurranse. Konkurranse omhandler kamp om de viktigste vekstfaktorene som er lys, vann og næring. Disse faktorene vil bli behandlet videre enkeltvis.

3.2.2 Lys

Lys betegnes ofte som ensidig konkurranse og gjennom regulering av lyset i bestandet kan man påvirke kvaliteten av det trevirke som produseres (Børset 1985).

Østerrikeren Wiesner gjennomførte målinger i skogbestand og kom fram til de forskjellige treslags kompensasjonspunkt. Dette punktet angir den minste lysmengde som treet behøver for at stoffdannelse (assimilasjon) kan oppveie stoffnedbryting (ånding, respirasjon eller dissimilasjon) (Børset 1985). Wiesner fant blant annet ut at kompensasjonspunktet for furu er 9-11 % og 3-4% for gran (prosent av fullt lys).

3.2.3 Vann

Vann tilføres hovedsaklig gjennom nedbør. En god del av nedbøren holdes mer varig tilbake av kronetaket og fordunster etter hvert (Børset 1985). Dette kalles intersepsjon. Vann som fanges opp av trekronene, kan nå skogbunnen gjennom kronedrypp eller ved

stammeavrenning. Dette vannet kan igjen forsvinne gjennom evaporasjon til luften rundt, eller gjennom perkolasjon ned til grunnvannet (Kimmins 1996). Av de faktorene som kan påvirke opptaket av vann, nevnes blant annet transpirasjon i feltskiktet og evaporasjon fra skogbunn og trekronene.

3.2.4 Næring

Generelt avhenger behovet for mineralnæring av treslag og bestandsalder. Kalsium (Ca) er et av de næringsstoffene som er viktigst for veksten til de ulike treslagene. Næringsomdanningen er avhengig av bestandets bonitet og jo høyere bonitet, desto hurtigere næringsomdanning er det.

3.2.5 Økologiske effekter av tynning

Johanson (1997), Petterson (1992), Handler (1988), Handler & Jakobsen (1986), Braastad (1970, 1979) har i sine studier undersøkt resultatet av tette planteforband. Ved tette planteforband øker blant annet volumproduksjonen, diameterspredningen, kronhøyden og risikoen for snøskader i bestandet, mens årringbredden og tørrkvisten blir mindre. Tette bestand er ugunstig for mikroorganismenes virksomhet i skogbunnen og vil derfor kunne påvirke næringsomdanningen. Innstrålingen av lys reduseres ved økende tetthet i bestandet. Tetthet kan måles med hjelp av flere variabler. Variablene kronedekning, stammeantall og grunnflate er egnet til slike målinger. Den beste variabelen for å bestemme lysinnstrålingen til skogbunnen er derimot grunnflate (Johanson 1986).

Lys, vann og næring er som nevnt vekstfaktorer som påvirker et bestand. Disse faktorene vil også bli påvirket av ulike skjøtselstiltak. Lyset er den miljøfaktor som i størst grad kan påvirkes gjennom skogens skjøtsel, ved for eksempel tynning i yngre og eldre skog (Børset 1985).

Børset (op. cit.) skriver at nedbryting av plante- og dyreavfall i skog fører til humusdannelse. I Norge er klimaet kjølig og fuktig og det vil være rimelig at tynning har stor betydning for humusomsetningen. Børset referer til et tynningsforsøk i et granfelt i Nord-Trøndelag utført av det norske Skogforsøksvesen førte til økte mengder av nitrogen i skogbunnen. Generelt kan det sies at en sterk tynning virker kraftigere inn på humusomsetningen enn en svak. En tynningshogst vil høyne jordtemperaturen, og mer nedbør vil slippe ned til bakken. Snødekket

blir tykkere, teledannelsen blir mindre og skogbunnen blir tilført næring i form av masseavkastning etter gjennomført tynning.

3.3 Driftsteknikk

Dette kapitlet skal omhandle teori angående produktivitet hos maskinelt tynnings- og avvirkningsutstyr og hvilke faktorer som kan påvirke produktiviteten.

3.3.1 Dagens tynnings – og avvirkningsutstyr

Den moderne CTL-metoden (Cut-To-Length) utføres som oftest av et maskinsystem som består en hogstmaskin og en lastetraktor. I de nordiske landene er produktiviteten til slike maskiner velobservert (Brunberg 1991, Brunberg 1997, Brunberg et al. 1989, Hånell et al. 2000). En moderne hogstmaskin består av basmaskin, kran, hogstaggregat og et avansert måle- og styringssystem. Disse maskinene er forbundet med høye kapitalkostnader og stor kapasitet.

På grunn av den høye kapasiteten er tidsforskjellen på prosessering av et stort tre og et lite tre liten. Man kan derfor si at produktiviteten øker med økende trestørrelse, men denne sammenhengen er derimot ikke lineær. Tufts (1997) fant ut i en studie av en Ponsse HS-15 hogstmaskin (i tynning) at produktiviteten falt ved større trestørrelser. I tillegg til trestørrelse, er også andre variabler viktige for produktiviteten. Treantall per dekar, antall trær som skal fjernes, topografi, skogbunnens bæreevne, maskinens egenskaper og hogstmaskinførerens egenskaper er også viktig (Ovaskainen 2004).

3.3.2 Hva påvirker produksjonen?

Foruten bestandsfaktorene, har hogstmaskinførerens måte å operere hogstmaskinen på innvirkning på produksjonen. I en studie av (Ovaskinen op. cit.) ble seks hogstmaskinførere tidsstudert for å finne hvilke faktorer som påvirker produktiviteten. Ovaskainens studie indikerer blant annet at unødvendige bevegelser av treet i fellingsfasen bør unngås. Treet bør kappes og apteres nær stubbeavskjæret for å få optimal avstand til neste tre som skal fjernes. Under kvisting og aptering kan en produktiv hogstmaskinfører operere uten store forsinkelser uavhengig om treet er stort eller lite. Blant andre faktorer er minst mulig reversering (rygging) viktig for produktiviteten.

3.3.3 *Hvor sikkert er maskinvolumet?*

I samarbeid med Norsk Virkesmåling utviklet Norsk institutt for skog & landskap i 2005 nye norske barkfunksjoner for sagtømmer av gran og furu, til bruk i hogstmaskiner (Nybakk & Steffenrem 2005). Funksjonene er basert på 9000 granstokker og 5000 furustokker. For gran er geografisk beliggenhet av større betydning for estimering av barktykkelsen. Det er derfor utviklet ulike funksjoner for beliggenheter sør og nord for Dovre.

Maskinvolumet bør sjekkes jevnlig ved å kalibrere måle- og styringssystemet. I en større test utført av Skogforsk i Sverige i 2006 refererer Birkeland et al. (2008) at det ble funnet en apteringsgrad på 96-97 % hos maskinene i testen. Videre refereres (Arlinger & Möller 1007 og Möller 2007b) at ”raskere datamaskiner og bedre funksjoner gjør at apteringsgraden har økt med noen tideler siden 2001”. Målenøyaktigheten hos en sluttavvirkningsmaskin av samme produsent som ble brukt i dette studiet, viste at nesten 80 % av stokkene traff innen lengdemålingen ± 2 cm (Möller & Arlinger 2007). Gode kalibreringsrutiner og maskinoppfølging er de viktigste faktorene som kan bidra til å få til det mest sikre maskinvolumet.



Bilde. Plassering av hogstaggreatet under tynning.

Foto: Hilmo, Eirik Gunnar Flønæs

3.3.4 Maskinegenskaper

Fysiske egenskaper hos maskinen som tyngde, størrelse og utforming gjør seg mer gjeldende i tynning enn i sluttavvirkning. For å analysere en maskin trenger man blant annet informasjon om; 1) Type maskin (hogstmaskin, lastetraktor, skidder og lignende). 2) Maskinens vekt. 3) Lassets volumet/vekt. 4) Maskinens dimensjoner. 5) Kraftoverføring. 6) Motorkraft. 7) Antall hjul. 8) Hjulenes dimensjoner og 9) hjulenes lufttrykk (Suvinen et al. 2003). Disse faktorene samlet kan gi grunnlag for å bedømme hvordan maskinen vil oppføre seg, samt om den er egnet til arbeidet som skal utføres.

John Deere 1070D representerer hogstmaskiner i mellomklassen. Den er noe større enn den bestandsgående hogstmaskinen John Deere 770D/Timberjack 770. Produktiviteten per grunntid (E_{15} -tid) er noe mindre enn i en studie gjort i Finland av Kärhä et al. (2004) ble blant annet en Timberjack 770 brukt. Dette var en førstegangstynning i rene furubestand. I denne studien varierte produktiviteten fra 5,6-10,3 m^3/E_{15} . Trestørrelsene i denne studien varierte fra 50-100 dm^3 . I den finske studien ble en Timberjack 770 brukt.

På grunnlag av studien utført av Kärhä et al. (2004) kan det se ut som at mindre maskiner, tilsvarende Timberjack 770, kan oppnå samme produktivitet som de litt større skogsmaskinene i mellomklassen. I følge Kärhä kan ikke de egenskapene en mellomklassemaskin har, så som den høye kapasiteten, bli fullt ut utnyttet i tynning.

3.3.5 Terrengets påvirkning på en skogsmaskin

Terrengmobilitet avhenger av markas kapasitet til å motstå krefter den blir utsatt for, av et rullende hjul eller belte (Saarilahti 2003). Ved kjøring ned en slak helning vil motorens bremskraft være omtrent lik underlagets, og det vil mest sannsynlig ikke oppstå sluring. Dette gjelder bare så lenge underlagets evne til å absorbere de kreftene som blir tilført, er lik de kreftene som påvirker underlaget. Ved større helning kan disse kreftene bli større enn underlagets evne til å absorbere, og man vil oppleve sluring.

Friksjon til underlaget er viktig. Når et hjul forserer et hinder i form av en stein eller lignende, vil den potensielle energien som hjulet har bli frigjort. Dette kan føre til deformering av underlaget og mindre friksjon. Et boggihjulpar vil derimot kunne fordele denne potensielle energien, og vil derfor deformere underlaget mindre. (Tufts 1997) fant blant annet ut i en studie at transporthastigheten ble påvirket av terrenghelningen og vekten av lasten.

Baardsen (1984) skriver at terrenget kan påvirke både kjøringen, kranføringen og opparbeidingen. Ved kranføring antas det at terrenghelning, i kombinasjon med terrengujevnhet, fører til redusert stabilitet. Stor helning vil trolig redusere kranas tilgjengelige areal og føre til redusert produktivitet.



Bilde. Vinterstid sørger tele for mindre skader på skogbunnen. Foto: Hilmo, Eirik Gunnar Flønæs

3.3.6 Egenskaper hos hogstmaskinfører

Produktiviteten hos hogstmaskinførere i like bestand varierer signifikant, helt opp til 40 % (Ovaskinen 2004). Grunnene til dette kan trolig skyldes hogstmaskinførerens kappeteknikk, planlegging av arbeidet, erfaring, rekkefølgen av trær som skal felles, beslutningsprosessen på arbeidsobjektet, maskinens egenskaper og omgivelsenes påvirkning. Faktorer som forklarer tidsbruk for prosessering av et tre er blant annet treets volum, avstand fra hogstmaskin til

treet, antall stokker som blir prosessert, kranbommens rotasjon fra senterlinjen og lengden av det salgbare delen av treet (Tufts 1997).

Gellerstedt (2002) gjorde en undersøkelse som viste hva som påvirker en hogstmaskinførers prestasjoner. Få pauser, veldig intensiv håndtering av styrespaker (4000 bevegelser i timen i studien), begrenset sikt fra førerplass, mangel på informasjon om bestandet og trærne og ukomfortable arbeidssittemønstre. Den intensive håndtering av spakene skyldes liten grad av automatisering av kran og hogstagggregat.

3.3.7 Hva påvirker beslutningstagningen?

De ulike arbeidsoperasjonene en hogstmaskinfører gjør, avhenger av hvordan han eller hun beslutter å gjennomføre disse operasjonene. Denne beslutningstagningen avhenger igjen av hvordan førerens evne til å behandle informasjon er.

Hoveddelen av en hogstmaskinførers kognitive arbeid blir gjennomført gjennom bruk av automatiserte egenskaper. Biter av informasjon leder maskinføreren til hva som bør gjøres, og han/hun ser som regel bare en måte å håndtere en spesiell situasjon på (Gellerstedt 2002).

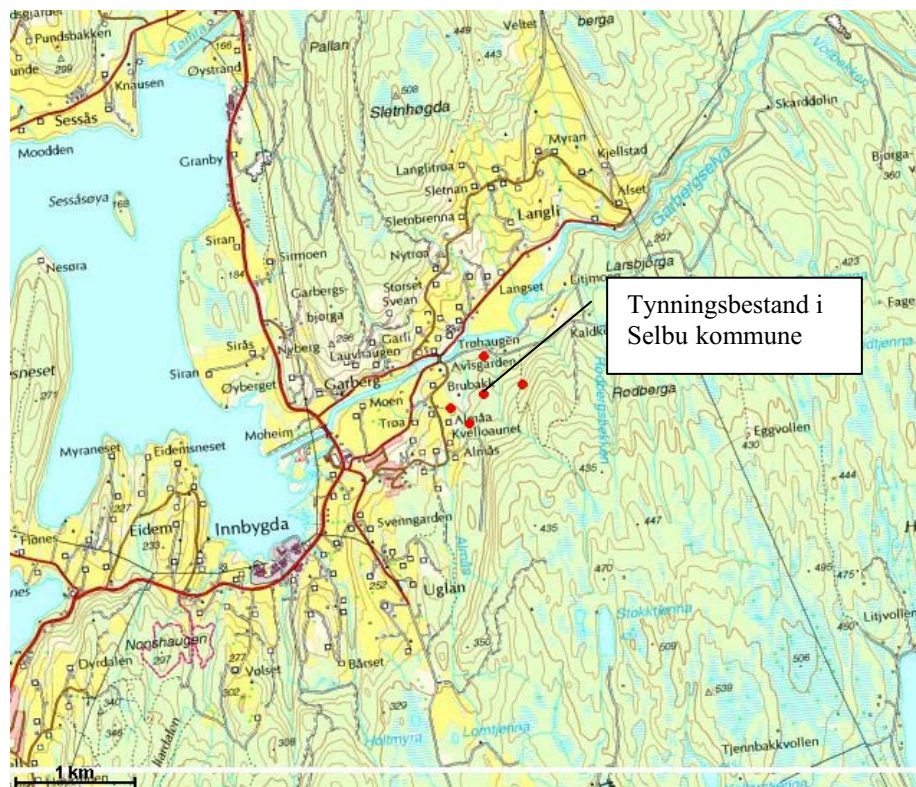
En persons evne til å ha underforstått kunnskap og en egen evne til å bygge opp en kompetansedatabase i en arbeidsoperasjon, er undersøkt av blant annet Reber (1989). Han skriver at denne abstrakte databasen implisitt kan brukes til å løse et problem og ta nøyaktige beslutninger angående ukjente omstendigheter. Databasen kan altså føre til at den enkelte hogstmaskinfører får en egen evne til å gjøre de "riktige" beslutningene som skal til for å få en optimal produksjon.

4.0 Materiale og metoder

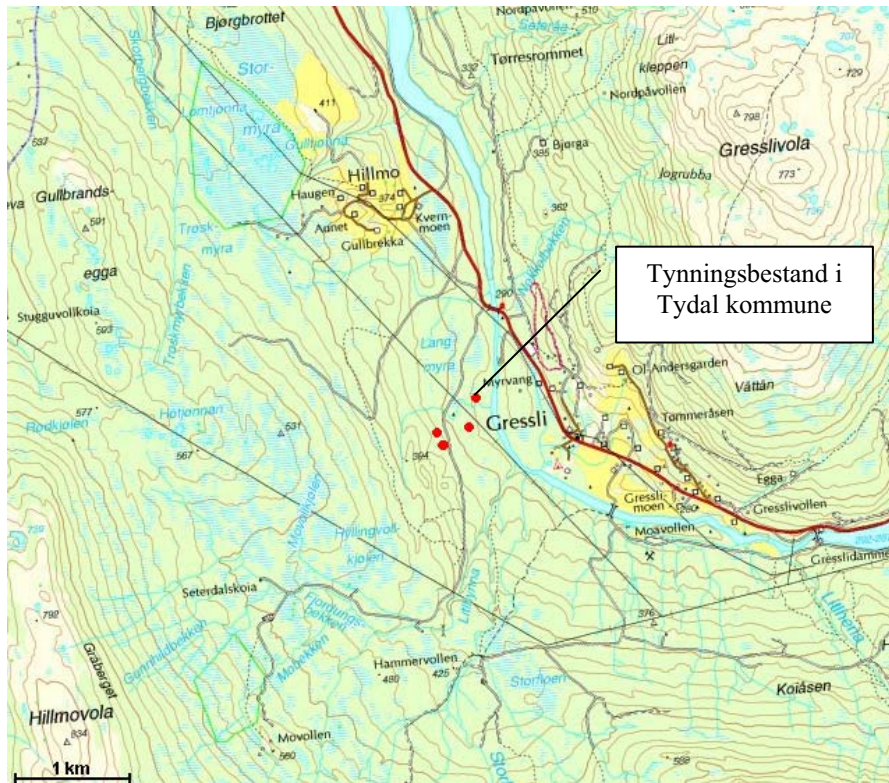
4.1 Studieområde

I juni 2006 ble flere bestand forhåndsregistrert for tynning. I november 2007 til januar 2008 ble disse bestandene tynnet av et profesjonelt tynningslag. Det ble totalt tynnet 13247 stammer og 1587 m³.

Studien ble gjennomført i tynningsbestand av gran under gode vinterforhold i Innbygda (63°15'N 11°7'Ø) i Selbu kommune (se kart 1) og tynningsbestand av furu under varierende vinterforhold i Græsli (63°3'N 11°25'Ø) i Tydal kommune (se kart 2) i Sør-Trøndelag.



Kart 1. Tynningsbestand i Selbu kommune



Kart 2. Tynningsbestand i Tydal kommune.

Det ble i alt undersøkt 9 bestand, med varierende bonitet og alder (tabell 1).

Tabell 1. Objektinformasjon fra takst; areal, bonitet og alder, samt kommunenavn

Objekt	Objektareal	Bonitet	Alder	Kommune
70	154	F14	53	Tydal
71	229	F11	60	Tydal
116	11	F14	45	Tydal
117	51	G17	41	Tydal
118	21	G14	45	Selbu
119	29	G17	35	Selbu
120	20	G14	50	Selbu
121	12	G17	45	Selbu
122	19	G20	35	Selbu

Trefordelingen viser at to objekt var furudominerte og syv grandominerte bestand (tabell 2).

Denne fordelingen er beregnet ut fra hogstmaskinenes produksjonsdata (antall stammer for hvert treslag i hvert objekt, dividert på summen av samtlige stammer i hvert objekt).

Gjennomsnittsalder for samtlige objekt var 45 år. Gjennomsnittsboniteten for granobjektene

var G16 og F13 for furuobjektene. Gjennomsnittlig grunnflatesum (før tynning) for alle objektene var 32,5 m²/ha og gjennomsnittlig overhøyde var 16,6 meter (se tabell 2). Det ble i gjennomsnitt tatt ut 6,0 m³ per dekar og gjennomsnittlig trestørrelse var 138,6 dm³. Uttaket per virketime var ca. 60 stammer og 8,0 m³ med bark i gjennomsnitt.

Tabell 2. Gjennomsnittlig trestørrelse (dm³), trefordeling, grunnflatesum, overhøyde, uttaksprosent (%) og gjennomsnittlig helning (%)

Objekt	Trestørrelse (dm ³)	Trefordeling furu-gran-lauv	Grunnflatesum (m ² /haa)	Overhøyde (meter)	Uttaksprosent (%)	Gjennomsnittlig helning (%)
70	121,0	53-43-5	28,8	15,5	20	0-10
71	107,0	52-41-7	29,2	16,4	20	0-10
116	111,0	5-68-1	25,5	15,9	30	20-33
117	106,6	7-67-20	32,8	15,8	25	20-33
118	155,1	0-97-3	33,0	17,0	20	0-10
119	136,5	0-98-2	34,0	17,0	25	10-20
120	209,2	0-96-4	39,3	17,5	30	0-10
121	169,0	0-98-2	34,0	17,2	20	10-20
122	132,0	0-86-14	35,7	17,0	20	0-10

En viktig faktor som kan påvirke skogsmaskinføreren er terrenghellingsen. To bestand hadde helning mellom 0 – 33 %, to hadde helning mellom 10 – 20 % og fem hadde en helning mellom 0 – 10 %. (tabell 2). Bestandene ble valgt ut for å undersøke hvordan helning påvirker produktiviteten til maskinene.

Skogbunnen var bar fra den 15.november til 27.november 2007. Fra 28. november 2007 til 21.januar 2008 var skogbunnen snødekt med snødybde fra 25 – 100 cm. Syv bestand ble forhåndsryddet manuelt med motorsag for undervegetasjon (for å bedre sikten), mens to bestand ble ikke forhåndsryddet eller bare delvis forhåndsryddet.

4.2 Registreringer og metodikk

Studiet består av to separate deler, en forhåndsregistrering og et arbeidsstudie av et maskinelt tynningslag. Disse registreringene skal gi nødvendige data til studiet.

4.2.1 Forhåndsregistreringer

Forhåndsregistreringen skal kunne gi nok grunnlag til å bestemme om et bestand har tynningspotensial eller ikke. Utvelgelsen av bestand ble gjort ut i fra skogtakster fra 2005/2006 i de to kommunene. Disse takstene var tilgjengelig både på digital form og papirform. De digitale versjonene var tilgjengelig på shape-format og ble behandlet i GIS-programmet ArcMap ver.9.0.

Tabell 3. Aldersintervall og bonitet

Bonitet	Aldersintervall	
	Min alder	Maks alder
F11/G11	50	65
F14/G14	45	60
F17/G17	35	50
F20/G20	30	45

Inngangsvariablene bonitet (H_{40}) og totalalder (år) gav et intervall (tabell 3) som potensielle tynningsbestand kan plasseres i. Disse intervallene er hentet ut i fra erfaringstall gjort i en større forhåndsregistrering i de to . Minstearealet av et bestand er satt til 5 dekar og maksimal avstand fra nærmeste veg er satt til 500 meter i luftlinje. Disse kriteriene ble lagt til grunn da spørringer for utvelgelse, ble utarbeidet i ArcMap.

¹ Disse registreringene er en serie av bestand som er hentet ut i fra en større registrering i syv kommuner i Sør – og Nord - Trøndelag, gjennomført av Skogforum Nidaros 2006 - 2008.

4.2.2 Feltregistreringer

Markbefaring av bestandene i studiet ble gjennomført i juni 2006. Markbefaringene skulle avdekke flere bestandsvariabler. Det ble derfor lagt ut prøveflater i bestandene. Prøveflatene ble lagt langs den lengste rette linjen det var mulig å trekke i bestandene for å avdekke mulige variasjoner, og med en innbyrdes avstand på ca. 20 meter. Antall prøveflater varierte med bestandets areal og varierte fra 3 til 6 i antall.

I prøveflateregistreringen inngår følgende variabler;

- Grunnflatesum – m^2/haa .
- Overhøyde – gjennomsnittshøyden av de ti trærne per dekar med størst diameter (m).
- Areal – arealet bedømmes ut i fra hvilke områder som er *mulig* å tynne (daa).
- Uttaksprosent – er differansen mellom registrert grunnflatesum og nedre grense for grunnflatesum. Angitt i prosent..
- Ryddetrær – lite – middel – mye
- Vindfallfare – lite – middels – mye

Disse registreringene ble lagt inn i et registreringsskjema som er knyttet til hvert enkelt objekt (se vedlegg 1-9). Dette registreringsskjemaet inneholder et sett med variabler som måtte fylles inn.

De ulike variablene som ble registrert i felt forklares nærmere;

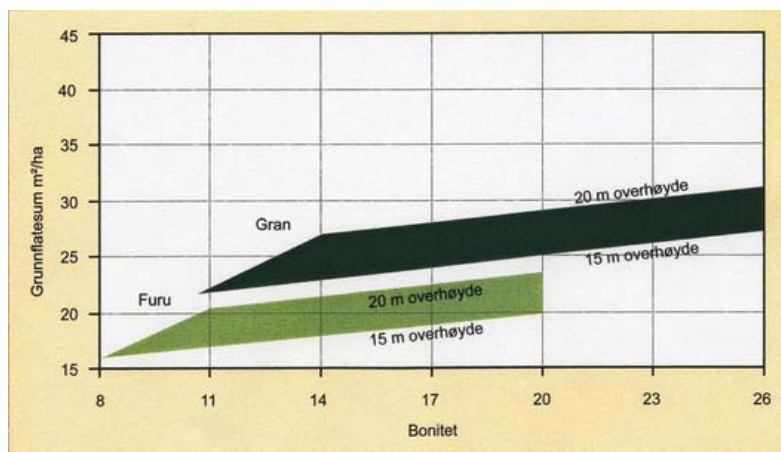
Grunnflatesummen ble målt med kjederelaskop med relaskopfaktor 1. Målingene ble alltid startet med det nærmeste treet. Hvert andre tvilstre ble talt med. Dårlig siktbarhet, vanskelige lysforhold (eks. tussmørke) og trær eller annen vegetasjon som hindrer siktingen påvirker vurderingen av tvilstrær, og fører dermed lett til økte feil (både tilfeldige og systematiske) med relaskopet (Fitje 1996). Skjønnnet for bedømming av grunnflatesummen ble korrigert jevnlig med at andre drevne takstpersoner fra Allskog gjorde samme måling.

Overhøyden (H_0) regnes som avstand langs stammen fra stubbeavskjær (1% av trehøyden, ca. 30 cm over bakken i moden skog) og opp til toppskuddets øverste punkt. Overhøyde ble målt med Suunto høydemåler. Daamen (1980) fant ved kontrolltaksering hos den svenske

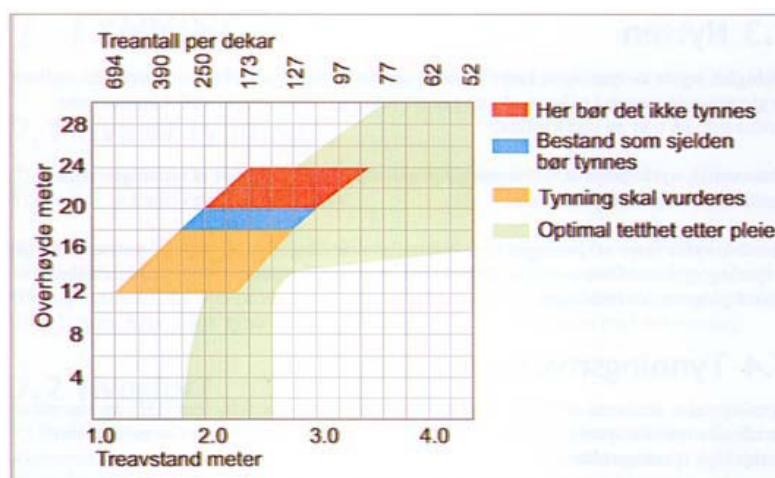
Rixsskogtaxeringen tilfeldig feil på ca. 7 dm (4,5 – 5 %). Dette er sannsynligvis en rimelig verdi for vanlige, praktiske feltmålinger av øvde personer med Suunto (Fitje 1996).

Areal er hentet fra skogtaksten og ble korrigert for areal som kan gå bort på grunn av stor helningsgrad, bløte områder, kantsoner og andre faktorer som kan bidra til å redusere arealet.

Uttaksprosenten bestemmes ut i fra Aktivt Skogbruks tynningsmal (Skogbrukets Kursinstitutt 2007) som er utviklet av Norsk institutt for skog & landskap. Inngangsvariabler er bonitet, gjennomsnittlig overhøyde- og grunnflatesum. Figur 1 angir anbefalt nedre grense for grunnflatesum etter tynning. Dersom grunnflatesum på den angitte boniteten ligger over bandet, har bestandet et gitt tynningspotensial. Dersom grunnflatesummen ligger lavere vil det være fordelaktig å vente til tynningspotensialet er større.



Figur 1. Tynningsmal for gran- og furuskog. Etter B.H. Øyen, Skog & landskap.



Figur 2. Tynningsslips. Etter B.H. Øyen, Skog & landskap.

Figur 2 viser anbefalt tetthet og tynningsanvisning i barskog. Det grønne området i diagrammet angir det optimale tetthetsområdet i forhold til vekst (*pers med Bernt H. Øyen*).

Uttaksprosenten bestemmes ut ifra tynningsmalen (figur 1) og tilsvarer den prosentsatsen differansen mellom målt grunnflatesum og anbefalt nedre grunnflatesum vil gi.

Ryddetrær ble bedømt visuelt med graderingene lite, middels og mye. Fikk bestandet graderingen middels til mye skulle forhåndsrydding gjennomføres. Skogeieren var selv ansvarlig for gjennomføre dette.

Tett undervegetasjon begrenser sikten til maskinføreren, hindrer adkomst til uttakstrær og reduserer produktiviteten i tynningen (Kärhä 2006). Når undervegetasjonen er tett og begrenser sikten, anbefaler retningslinjene at det skal ryddes i en radius på en meter rundt den salgbare stammen, sammen med all annen undervegetasjon som kan hindre sikten (Anon. 2001).



Bilde. Undervegetasjon skaper problemer med sikten. Foto: Hilmo, Eirik Gunnar Flønæs

Terrenghelningen er den gjennomsnittlige hellingen i et objekt, og ble målt med stigningsmåler og klassifisert i klassene 1, 2 og 3 (tabell 4).

Tabell 4. Terrenklasser og helning i %

Klasse 1:	0 – 10 %
Klasse 2:	10 – 20 %
Klasse 3:	20 – 33 %

4.3 Maskinspesifikasjoner

Tynningsmaskinene som ble undersøkt var en John Deere 1070 D (tabell 5) hogstmaskin og en John Deere 1110 D lastetraktor (tabell 6). Dette er skogsmaskiner som hører til i mellomklassen og kan brukes både til tynning og lettere sluttavvirkning. De er midjestyrt og er utstyrt med midjelås for å øke stabiliteten. Hogstmaskinen er utstyrt med 6 drivende hjul, der 4 av disse er opphengt i et boggipar. Lastetraktoren er utstyrt med 8 drivende hjul, alle er opphengt i boggipar.

Tabell 5 . Maskinspesifikasjoner hogstmaskin (John Deere 2008a)

Hogstmaskin: John Deere 1070 D 6WD
Motortype/kW: John Deere 6068 H, 129 kW
Vekt: 14 950 kg
Bredde: 2,6 meter
Lengde: 6,6 meter
Krantype/rekkevidde: Timberjack 180 H/9,7 meter
Styringssystem: TimberMatic 300
GPS-styring: TimberNavi
Hogstaggregat/vekt: Timberjack H754/850 kg
Felle/kappediameter: 55 cm

Tabell 6. Maskinspesifikasjoner lastetraktor (John Deere 2008b)

Lastetraktor: John Deere 1110 D 8WD
Motortype/kW: John Deere 6068HTJ75/120 kW
Vekt: 17 300 kg
Bredde: 2,7 meter
Lengde: 9,7 meter
Max lastekapasitet/volum: 12 000 kg/ 20 m ³
Lasteareal: 12,4 m ²
Krantype/rekkevidde: Timberjack CF 5 72/7,2 meter
Griper: Hultdins SG260
Styringssystem: TimberMatic 700

4.4 Om uttaket

Tynningen ble gjennomført med stikkveger med 20 - 25 meters avstand (se figur 3). Stikkvegene ble anlagt parallelt og ble koblet inn på en basveg. Denne måten å anlegge stikkveger er blant annet brukt i et studie av Kärhä et al. (2004). Antall sortiment varierte fra bestand til bestand, og det ble kjørt blandede lass. Lassene ble sortert på velteplass.



Figur 3. Stikkveger og innstikk langs stikkvegene (Etter Kärhä et al. 2004)

Der det var eksisterende basveger, ble disse brukt. I de objektene med stor helling (klasse 2 – 3) ble det anlagt en transportveg i overkant av hellinga. Hogstmaskinen anla deretter stikkvegene nedover langs lia, for så å ende ut i en basveg.

Uttaket bestemmes av hogstmaskinføreren. Tynningen i dette studiet er såkalt fritynning, som er en kombinasjon mellom lav- og høytynning. Ved fritynning betinges det et selektivt uttak, med andre ord er det fokus på å plukke ut trær med dårlig kvalitet. Derimot, alt uttak er ikke selektivt. Når stikkvegene anlegges skjer det som kalles tvunget uttak. Dette uttaket øker med kortere avstand mellom stikkvegene.

4.5 Maskinregistreringer – tidsdata og produksjonsdata

Fra hogstmaskinens egne registrerte data ble det hentet ut skiftrapporter for de enkelte objektene. Disse var tilgjengelig gjennom programmet TimberMatic 300. Disse dataene er rene tids- og produksjonsdata.

Tidsdataene inneholder en oversikt over både totaltid, kalendertid, grunntid (E_{15} -tid), virketid (E_0 -tid), opparbeidingstid, terrengkjøringstid, øvrig arbeidstid, reparasjonstid, vedlikeholdstid, planleggingstid, fastkjøringstid og matpausetid. E_0 -tid er derimot valgt i dette studiet på grunn av at det er denne tiden som direkte eller indirekte medgår til å forandre arbeidsobjektet i beliggenhet, tilstand eller form.

Produksjonsdataene inneholder en oversikt over antall stammer, antall m^3 m/bark, antall m^3 u/bark, gjennomsnittsvolum per tre m/bark, gjennomsnittsvolum per tre u/bark, totalt stammetall, totalt volum m/bark, totalt volum u/bark, produksjon stammer per time og produksjon m^3 per time m/bark, produksjon m^3 per time u/bark for de enkelte treslag.

Volumfunksjoner som er brukt for å beregne volum er norske (*pers med. Arne Eriksen, John Deere,*) og gir grunnlag for beregning av volum med og uten bark.

Maskintallene, sammen med dataene fra feltregistreringene, ble lagt inn i et regneark i Excel ver. 9.0. En funksjon for prestasjonen, målt i volum m/bark per virketime (E_0 -time), ble utviklet på grunnlag av feltregistreringene. Det samme ble også tidsforbruket for enkelte av deloperasjonene.

I tillegg til data fra TimberMatic 300, ble basveger og stikkveger logget med kartreferanser på et kart gjennom programmet TimberNavi. Disse kartene skulle gi informasjon til lastetraktoren om hvor virket ligger. Fordi kartene ikke var fullstendige ble de utelatt fra videre analyser i studiet.

Til forskjell fra hogstmaskinen, måtte lastetraktorens produksjonsinformasjon om antall kjørte lass, antall m^3 per lass og kjørelengder føres manuelt. Produksjonsinformasjonen for lastetraktoren var ikke fullstendig og ble derfor utelatt fra studiet. Skiftrapporter i form av

tidsdata ble derimot lagret opp mot 6 objekter (3 objekter mindre enn hogstmaskinen). Med objekt menes en nærmere spesifisert tynningsdrift. På grunn av det lave antallet av observasjoner er det ikke mulig å bruke dette materialet til ordinære statistiske analyser. Materialet blir imidlertid diskutert i et senere avsnitt.

4.6 Driftsprisberegninger

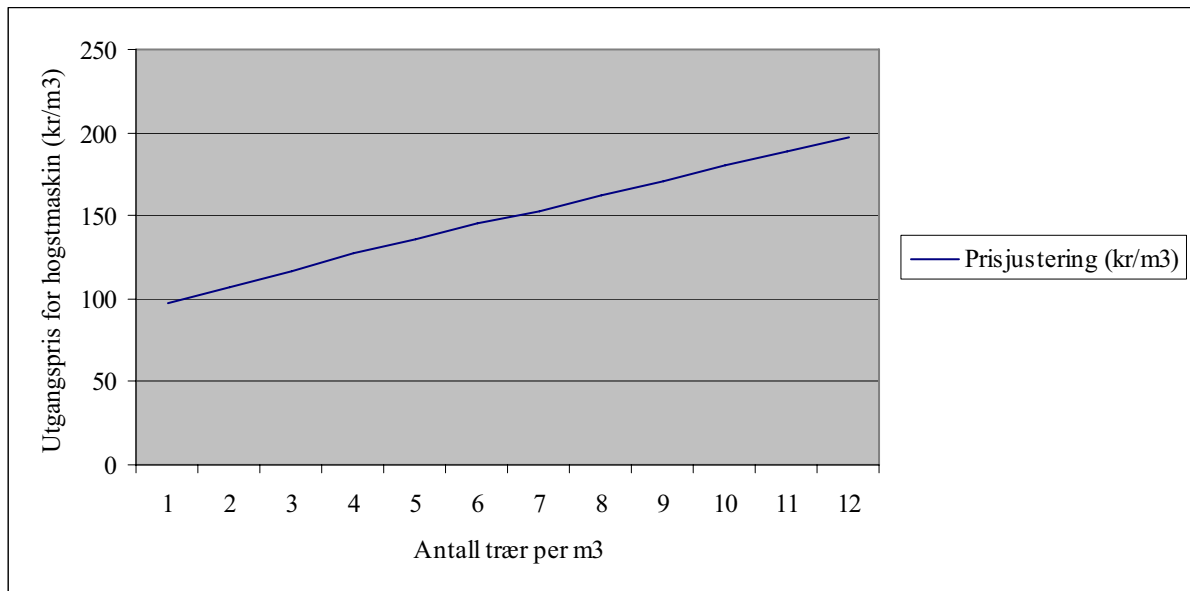
Driftskostnadene ble beregnet i en driftspriskalkulator (figur 4), som er inngått som en tariff for maskinlag i tynning (Allskog BA 2008). Antall m³, treantall per m³, sortimentstillegg og eventuelt stubbebehandling med Rotstop, var inngangsvariablene for hogstmaskinen. For lastetraktor var inngangsvariablene antall m³ og veglengde.

DRIFTSKALKYLE TYNNING				
FYLL UT ALLE DE GULE FELTENE, skurtømmer og rotstopp med j eller n.				
Antall m³	Trær pr. m³ ub	Skurtømmer J/N	RotStop J/N	Veglengde
223	9	j	n	475
Hogstmaskin				
Utg.pris	117,00			
Mengdejustering	3,00			
Sortimentstillegg	10,00			
RotStopTillegg				
SUM	130,00	28 990,00		
Lastbærer				
Utg.pris	67,00			
Mengdejustering	3,00			
Veglengde	4,00			
SUM	74,00	16 502,00		
TOTALSUM	204,00	45 492,00		

Figur 4. Driftspriskalkulator for tynningsdrifter. Eksempel.

Driftskostnadene ble utarbeidet i etterkant av tynningsdrifta på grunnlag av data fra maskinene (totalt volum for drifta, antall tre per m³ og kjørelengde). Det ble satt en utgangspris, også kalt grunnpris, for både hogstmaskin og lastetraktor. I gjennomsnitt var utgangsprisen 107 kr/m³ for hogstmaskinen og 65 kr/m³ for lastetraktoren. Uttaket (m³-totalt)

for tynningsdrifta gav et tillegg som påvirkes av størrelsen på drifta. Større drift gav rimeligere tillegg. Det var også et tillegg for sortiment og bruk av Rotstop for hogstmaskinen, disse er satt til 10 kr/m³ hver. Tallverdiene for tilleggene varierer for hogstmaskin og lastetraktoren. For hogstmaskinen øker prisjusteringa lineært med antallet trær per m³ (figur 5).



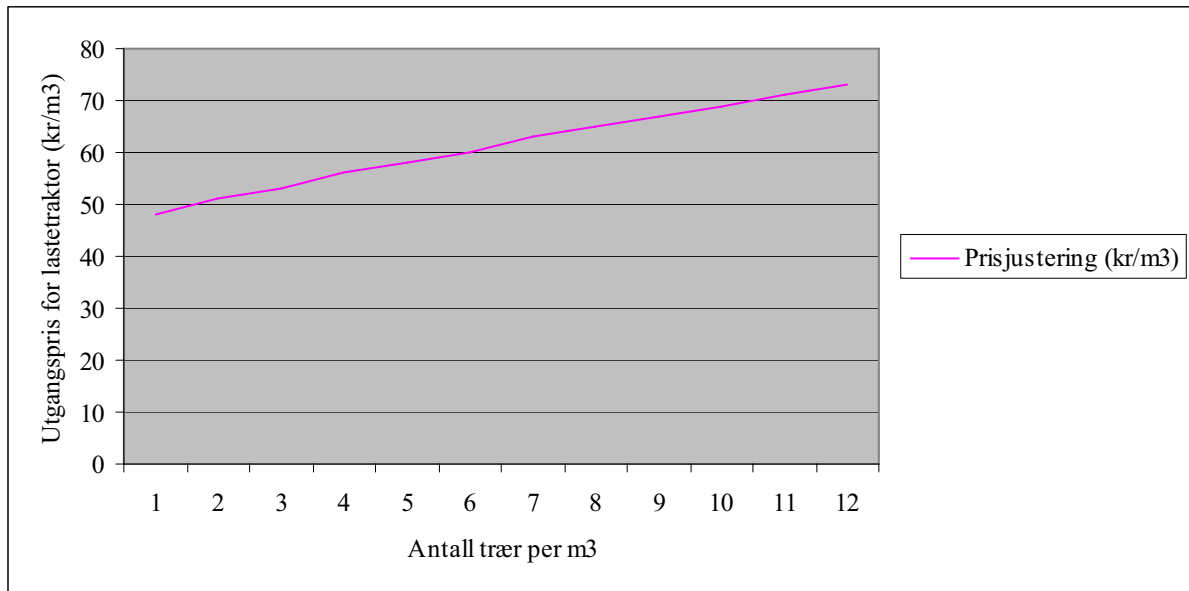
Figur 5. Utgangspris og prisjustering for hogstmaskinen

Det er også en prisjustering for størrelsen på tynningsdrifta. Som tabell 7 viser så er denne prisjusteringen satt ut fra driftas størrelse. Verdiene i tabell 7 gjelder både for hogstmaskinen og lastetraktoren.

Tabell 7. Driftsstørrelse og prisjustering for både hogstmaskin og lastetraktor

Drifts- størrelse (m ³)	Pris- justering (kr/m ³)
199	5
399	3
599	0
799	-2
1499	-3
1999	-4
>1999	-5

For lastetraktoren isolert er det en prisjustering som vises i figur 6. Også denne øker lineært med antallet trær per m³.



Figur 6. Utgangspris og prisjustering for lastetraktoren

I tillegg til utgangspriser og justeringspriser kommer det en administrasjonskostnad per m³. Denne er knyttet til den jobben og den tiden det tar å planlegge, og følge opp en tynningsdrift.

4.7 Prestasjoner og driftskostnader

Prestasjonene målt i $\text{m}^3/\text{E}_0\text{-time}$ vil bli prøvd uttrykt i en funksjon i et senere avsnitt. Det vil også være interessant å teste denne funksjonen opp mot driftskostnadene som vil bli estimert på grunnlag av driftspriskalkulatoren. Denne prestasjonsfunksjonen vil bli forsøkt testet under gitte forutsetninger som er vist i tabell 8.

Tabell 8. Gitte forutsetninger for testing av prestasjonsfunksjon og driftskostnader

Objekt	Uttaksprosent %	Terrenghelling klasse	Lauv %	Ant trær pr m^3	Middelvol m^3 pr tre	Prestasjon $\text{m}^3/\text{E}_0\text{ time}$	Kostnader kr/ m^3	Kostnader kr/ $\text{E}_0\text{ time}$
1	23	1	8	15,0	0,067	5,75	196	1128
2	23	1	8	14,0	0,071	5,96	187	1114
3	23	1	8	13,0	0,077	6,20	178	1103
4	23	1	8	12,0	0,083	6,47	170	1101
5	23	1	8	11,0	0,091	6,80	161	1095
6	23	1	8	10,0	0,100	7,20	152	1094
7	23	1	8	9,0	0,111	7,68	142	1090
8	23	1	8	8,0	0,125	8,28	132	1092
9	23	1	8	7,0	0,143	9,05	122	1104

5.0 Resultater

Denne studien inneholder grunnmateriale med en begrenset mengde informasjon med en begrenset gyldighet. Resultatkapitlet skal presentere objektive fakta fra studien. Alle volumtall er volum med bark.

5.1 Feltregistreringene

Feltregistreringene gav grunnlag for beregning av et tynningsvolum *før* tynning. Dette kvantumet er kalt stipulert kvantum (V_{st}). Kvaliteten på dette estimatet testes opp i mot et volum som blir beregnet ut i fra volumfunksjoner for gran, furu og lauv, og som gjelder for Trøndelag. Dette kvantumet blir kalt beregnet kvantum (V_{be}). Poenget med denne testen er å se hvor nøyaktig denne registreringen kan gjøres på forhånd og hvor reelt dette stipulerte kvantumet er.

Stipulert kvantum (V_{st}) vil også bli testet opp i mot maskinens kvantum (V_{ma}) for å se hvor godt estimat (V_{st}) er på (V_{ma}). Maskinkvantumet danner også grunnlaget for driftsprisen, som blir beregnet i etterkant av tynningsdriftene.

5.1.1 Beregnet volum

Grunnflatesum (G) og middelhøyde (H_L) er inngangsvariabler for å bestemme volumet med bark av ett hektar med skog. I norsk skoghåndbok (Heje 1998) er følgende volumfunksjoner gitt:

- 1) Gran (*picea abies*): $V = -3,4837 + 0,4451 * G * H_L + 1,0524 * G$ (Vestjordet 1959).
- 2) Furu (*pinus sylvestris*): $V = 24,4832 + 0,5015 * G * H_L - 1,9794 * H$ (Brantseg 1959).
- 3) Bjørk (*betula pubescens* (L).): $V = -0,0660 + 0,3863 * G * H_L + 1,0203 * G$ (Vestjordet 1959).

der,

V = volum med bark målt i m^3 per hektar.

G = grunnflatesum målt i m^2 per hektar.

H_L = middelhøyde målt i meter.

For annet lauv ble funksjonen for bjørk benyttet.

Feltregistreringene inneholder variablene grunnflatesum (G) og overhøyde (H_O). Det er derfor vanskelig å beregne middelhøyden ut i fra overhøyden ved hjelp av Hobbelstads korreksjonsfaktor for middelhøyde (Tveite 1967). I videre sammenligninger vil derfor differansen mellom overhøyde og middelhøyde (H_L) settes til 1,5 meter.

Disse funksjonene gir volum per hektar og blir ved hjelp av kjent areal omregnet til totalt objektvolum. Ut fra maskindata er også en fordeling av treslagene funnet, oppgitt i prosentsatser (%) av totalt stammetall. Ut i fra denne fordelingen av treslagene er det mulig å beregne totalvolum for de ulike objektene.

5.1.2 Stipulert kvantum

Regnearket som ble brukt under feltregistreringene bruker inngangsvariablene grunnflate og overhøyde til å stipulere kvantum, men er forenklet med formelen (Allskog BA 2006);

$$V_{st} = \frac{G \cdot (H_O - 1,5) \cdot 0,5}{10}$$

der,

V_{st} = volum målt i m^3 per dekar.

G = grunnflatesum målt i m^2 per hektar.

H_O = overhøyde målt i meter.

5.1.3 Sammenheng mellom stipulert kvantum og beregnet kvantum

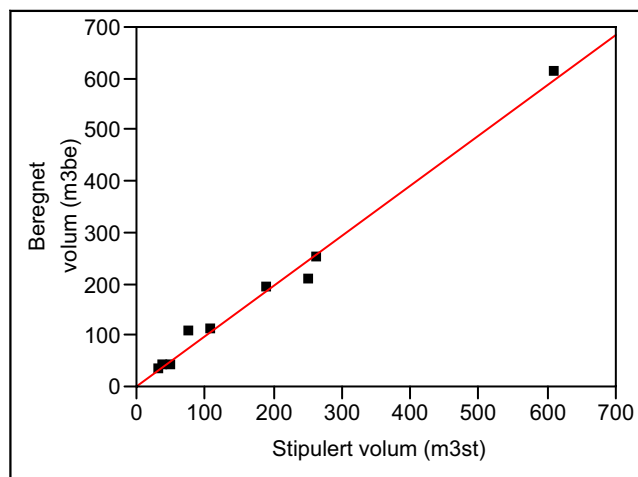
Tabell 9 viser forskjellene mellom stipulert kvantum (V_{st}) og beregnet kvantum (V_{be}). I gjennomsnitt viser det seg at det stipulerte kvantumet gir 11 % høyere volum enn det beregnede kvantumet for dette datamateriale.

Tabell 9. Forskjeller mellom stipulert volum (V_{st}) og beregnet volum (V_{be})

Objekt	Stipulert volum (m^3_{st})	Beregnet volum (m^3_{be})
70	252	207
71	609	609
116	49	37
117	263	247
118	107	108
119	33	33
120	189	190
121	37	38
122	77	105
Sum	1616	1574

Det ble utført en t-test for parvise utvalg for å teste hvorvidt stipulert volum er forskjellig fra beregnet volum. T-verdien er 0.49, så nullhypotesen om at de to volumene er like store i gjennomsnitt kunne ikke forkastes.

Nettopp fordi volumene ikke er statistisk forskjellige (de kan f.eks. oppfattes som to stikkprøver fra samme populasjon), samtidig som vi kan observere at de parvise observasjonene ikke er identiske ble det gjennomført en regresjonsanalyse for å undersøke sammenhengen nærmere. Signifikansnivået er satt til 10 %. Det gjelder for øvrig i hele oppgaven.



Figur 7. Stipulert kvantum V_{st} i forhold til beregnet kvantum V_{be}

Tabell 10. Korrelasjonsfaktor og antall observasjoner

R^2	0,989
R^2 -adjusted	0,987
Antall observasjoner	9
F-verdi (modell)	630,488

Tabell 10 viser at R^2 er 0,989. På grunnlag av få observasjoner (9) blir derimot R^2 -adjusted brukt. R^2 -adjusted er 0,987.

Tabell 11. Variabler, koeffisienter, standardfeil og P-verdier

Variabelnavn	Koeffisient	Standardfeil	P-verdi
Skjæringspunkt (Y-akse)	-0,626	9,723	0,95
Stipulert volum (V_{st})	0,9774	0,038	<,0001

Tabell 11 viser, som forventet, at stipulert kvantum er en signifikant variabel for å predikere beregnet volum. Sammenhengen mellom stipulert og beregnet kvantum blir

$$V_{be} = -0,626477 + 0,9774989 * V_{st}$$

der

V_{st} = stipulert volum (m^3).

V_{be} = beregnet volum (m^3) ut i fra volumfunksjonene beskrevet i norsk skoghåndbok.

5.1.4 Maskinvolum og stipulert volum

Maskinvolumet er hentet fra maskindataene. Forskjellene i stipulert volum og maskinvolum er vist i tabell 12.

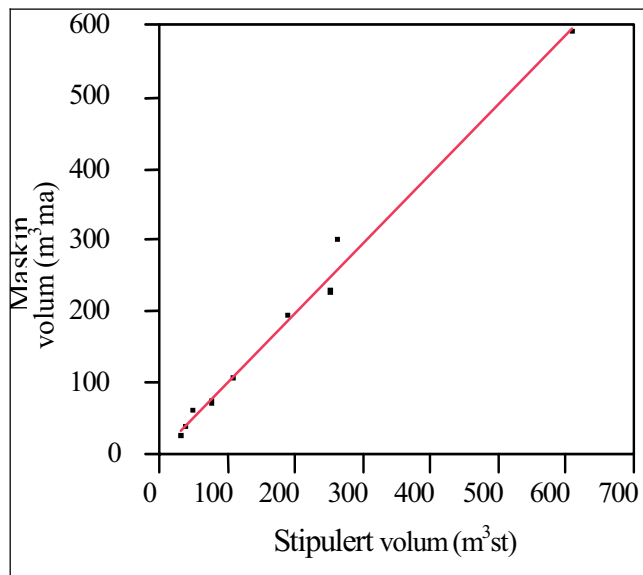
Tabell 12. Forskjeller i stipulert volum (V_{st}) og maskinvolum (V_{ma})

Objekt	Stipulert volum (m^3)	Maskin- volum (m^3)
70	252	223
71	609	588
116	49	57
117	263	298
118	107	106
119	33	23
120	189	190
121	37	33
122	77	68
Sum	1616	1192

Tabellen (tabell 12) viser at den største variasjonen er i objekt 117, som hadde 13 % høyere maskinvolum enn det stipulerte volumet.

Det ble utført en t-test for parvise utvalg for å teste hvorvidt stipulert volum er forskjellig fra maskinvolumet. T-verdien er 0.60, så nullhypotesen om at de to volumene er like i gjennomsnitt kunne ikke forkastes.

Som vist for beregnet volum i forrige avsnitt, ble det gjennomført en regresjonsanalyse for å undersøke sammenhengen nærmere, men denne gangen mellom stipulert volum og maskinvolum.



Figur 8. Stipulert kvantum V_{st} i forhold til maskinkvantum V_{ma} .

Tabell 13. Korrelasjonsfaktor og antall observasjoner

R^2	0,990
R^2 -adjusted	0,988
Antall observasjoner	9
F-verdi	717,34

Tabell 13 viser at R^2 i denne testen er 0,990. På grunnlag av få observasjoner (9) blir derimot R^2 -adjusted brukt. R^2 -adjusted er 0,988.

Tabell 14. Variabler, koeffisienter, standardfeil og P-verdier

Variabelnavn	Koeffisient	Standardfeil	P-verdi
Skjæringspunkt (Y-aksen)	0,770	9,112	0,935
Stipulert volum (V_{st})	0,977	0,0364	<,0001

Tabell 14 viser, som forventet, at stipulert kvantum er en signifikant variabel for å predikere også maskinvolumet. Sammenhengen mellom stipulert og maskinvolum blir

$$V_{ma} = 0,770 + 0,977 * V_{st}$$

der

$$V_{st} = \text{stipulert volum (m}^3\text{)}.$$

$$V_{ma} = \text{maskin volum (m}^3\text{)}.$$

5.2 Gjennomsnittlige deltidene og prestasjoner for hogstmaskin

Tidsdataene er oppgitt i cmin (1/100 minutt). Det skilles mellom tider for hogstmaskinen og tider for lastetraktoren.

5.2.1 Tidsoversikt hogstmaskin

Datamaterialet hentet fra hogstmaskin omfatter tidsstudier av i alt 207,73 timer virketid (E_0 -tid) fra hogstmaskinen. Dette er totaltall for deloperasjonene fordelt på objektene.

Tabell 15. Totale tider for hogstmaskinen fordelt på objektene og totaltall for deloperasjonene

	Objekt								
	70	71	116	117	118	119	120	121	122
Grunntid (E_{15})	31,17	91,24	8,53	41,71	15,1	3,37	19,45	7,93	7,93
Virketid (E_0)	31,17	81,69	7,93	38,48	13,5	2,9	18,06	7	7
Opparbeiding	20,75	20,75	6,37	32,82	8,85	2,22	14,66	6,15	6,15
Terrengkjøring	6,53	15,83	1,57	5,33	4,28	0,68	3,07	0,85	0,85
Øvrig arbeidstid	0,73	1,4	-	0,3	0,37	-	0,32	-	-
Reparasjon	5,78	-	-	-	-	-	-	-	-
Vedlikehold	0,85	4,77	0,9	1,98	-	0,13	0,99	0,37	0,37
Planlegging	-	10	-	1,59	2,76	0,3	1	0,78	0,78
Fastkjøring	-	0,67	-	-	-	-	-	-	-
Mat	-	2,22	-	0,64	-	-	-	-	-

Tabell 15 viser de totale deltidene fordelt på objektene. Tabellen viser at virketiden (E_0 -tid) varierte betraktelig mellom de ulike objektene og høyeste virketid var 91 timer og 24 cminutter. Opparbeidingstiden varierte også. Høyeste terrengkjøringstid var 15 timer og 83 cminutter.

Tabell 16. Prosentvis fordeling av deloperasjonene i forhold til total virketid for hogstmaskinen

	Objekt									Gjennomsnitt	Std-avvik
	70	71	116	117	118	119	120	121	122		
Virketid (E ₀)	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	0,0 %
Opparbeiding	66,6 %	25,4 %	80,3 %	85,3 %	65,6 %	76,6 %	81,2 %	87,9 %	87,9 %	73,0 %	19,6 %
Terrengekjøring	20,9 %	19,4 %	19,8 %	13,9 %	31,7 %	23,4 %	17,0 %	12,1 %	12,1 %	18,9 %	6,2 %
Øvrig arbeidstid	2,3 %	1,7 %	0,0 %	0,8 %	2,7 %	0,0 %	1,8 %	0,0 %	0,0 %	1,0 %	1,1 %
Reparasjon	18,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,1 %	6,2 %
Vedlikehold	2,7 %	5,8 %	11,3 %	5,1 %	0,0 %	4,5 %	5,5 %	5,3 %	5,3 %	5,1 %	3,0 %
Planlegging	0,0 %	12,2 %	0,0 %	4,1 %	20,4 %	10,3 %	5,5 %	11,1 %	11,1 %	8,3 %	6,6 %
Fastkjøring	0,0 %	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,3 %
Mat	0,0 %	2,7 %	0,0 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %	1,0 %

Tabell 16 viser hogstmaskinens deltider i prosent i forhold til virketiden. I gjennomsnitt utgjør opparbeidingstiden 73 % og terrengekjøringstiden 18,9 % av virketiden.

5.2.2 Prestasjoner hogstmaskin

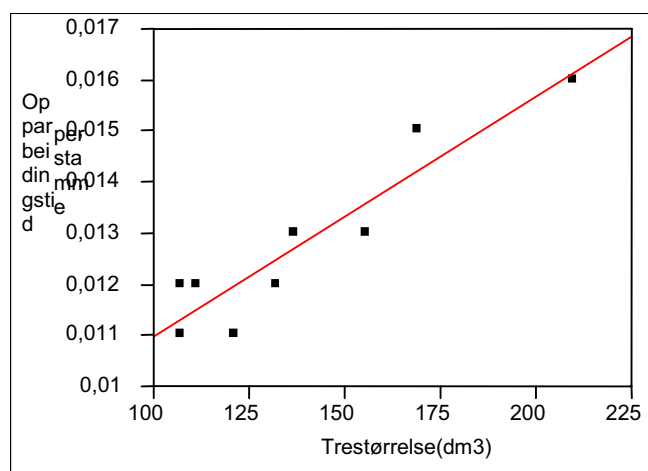
Tabell 17. Tidsforbruk (E₀), opparbeidingstid og terrengekjøringstid per m³ og per stamme

	Objekt									Gjennomsnitt
	70	71	116	117	118	119	120	121	122	
Trestørrelse (dm ³)	121,0	107,0	111,0	106,6	155,1	136,5	209,2	169,0	132,0	138,6
stammer/E ₀	65,53	68,53	64,56	72,64	50,67	58,62	50,33	34,04	73,71	59,8
m ³ /E ₀	7,96	7,20	7,21	7,74	7,86	8,00	10,53	5,75	9,71	8,0
Opparbeiding										
Oa-tid/m ³	0,093	0,109	0,111	0,110	0,083	0,096	0,077	0,086	0,090	0,095
Oa-tid/stammer	0,011	0,011	0,012	0,012	0,013	0,013	0,016	0,015	0,012	0,013
Terrengekjøring										
Tk-tid/m ³	0,029	0,027	0,027	0,018	0,040	0,029	0,016	0,087	0,013	0,032
Tk-tid/stammer	0,004	0,003	0,003	0,002	0,006	0,004	0,003	0,015	0,002	0,005

Tabell 17 viser at det ble i gjennomsnitt tatt ut ca. 60 stammer og 8,0 m³ med bark per virketime. Høyeste produktivitet var i objekt 120, der produktiviteten var 10,53 m³/E₀-time.

Lengste opparbeidingstid per m^3 var ca. 11 cminutter og minste opparbeidingstid per m^3 var i underkant av 8 cminutter. Lengste terrengkjøringstid per m^3 var i underkant av 9 cminutter og minste terrengkjøringstid per m^3 var 1,3 cminutter.

Det ble gjennomført en regresjonsberegning for å undersøke en mulig sammenheng mellom opparbeidingstiden (Oa-tid) og gjennomsnittlig trestørrelse (målt i dm^3).



Figur 9. Trestørrelse i forhold til opparbeidingstiden

Tabell 18. Korrelasjonsfaktor og antall observasjoner

R^2	0.870
R^2 -adjusted	0,851
Antall observasjoner	9
F-verdi	47,013

Regresjonsberegningen viser som forventet at det er en sammenheng mellom trestørrelsen og opparbeidingstiden. Tabell 18 viser at R^2 i denne testen er 0,87. På grunnlag av få observasjoner (9) blir derimot R^2 -adjusted brukt. R^2 -adjusted er 0,851.

Tabell 19. Variabler, koeffisienter, standardfeil og P-verdi

Variabelnavn	Koeffisient	Standardfeil	P-verdi
Skjæringspunkt (Y-akse)	0,006278	0,00973	0,0003
Trestørrelse	0,0000469	0,00000684	0,0002

Fra regresjonsberegningen (tabell 19) er det mulig å danne en funksjon som kan beskrive denne sammenhengen mellom gjennomsnittlig trestørrelsen og opparbeidingstid per stamme:

$$\text{Opparbeidingstid} = 0,006278 + 0,0000469 \cdot \text{Trestørrelse}$$

der

Opparbeidingstid = opparbeidingstid per stamme (timer).

Trestørrelse = gjennomsnittsvolum per tre målt i dm^3 .

5.2.3 Prestasjonen målt i E_{15} -tid

Det ble også laget en tabell som viser oversikt over prestasjonen målt i m^3 per E_{15} -tid.

Tabell 20. Prestasjon målt i m^3 per E_{15} -time

	Objekt									Gjennom- snitt	Standard- avvik
	70	71	116	117	118	119	120	121	122		
Grunntid (E ₁₅)	31,17	91,24	8,53	41,71	15,1	3,37	19,45	7,93	7,93	25,16	27,74
Maskinvolum	223,23	588,39	57,25	298,02	106,07	23,2	190,19	32,64	68,04	176,33	180,94
m ³ /E ₁₅ -tid	7,16	6,45	6,71	7,15	7,02	6,88	9,78	4,12	8,58	7,09	1,54

Tabell 20 viser hvordan prestasjonen m^3 per E_{15} -tid varierer. Høyeste prestasjon var 9,78 m^3/E_{15} -time og laveste var 4,12 m^3/E_{15} -time. Dette er noe lavere enn prestasjonene målt i m^3/E_0 -time som er vist tidligere. Den høyeste prestasjonen målt i E_0 -tid nesten 8 % høyere enn den målt i E_{15} -tid.

5.3 Test av enkeltvariabler som kan påvirke prestasjoner

Maskinprestasjon, målt i volum med bark dividert på antall virketimer (E_0), avhenger av flere faktorer. Under innledningen ble følgende faktorer antatt å ha en innvirkning; grunnflatesum, overhøyde, helning, antall ryddetrær, stammeuttak per dekar og trefordelingen. Alle disse ble testet samtidig i en multippel regresjonsanalyse. Grunnflatesum og overhøyde viste ikke signifikant påvirkning på prestasjonen. Det gjorde derimot gjennomsnittlig trestørrelse i uttaket. Jo større middeldimensjonen i uttaket, desto større prestasjon. Dette innebærer at middeldimensjonen i uttaket må anslås på forhånd, for eksempel ved hjelp av grunnflatesum, overhøyde og antatt stammeuttak per dekar.

Terrenghelningen (inndelt i tre klasser) var også signifikant. Jo brattere terreng, desto lavere prestasjon. Innslaget av lauv virker motsatt veg: jo mer lauv (målt som prosent av stammetall), desto høyere prestasjon.

Resultat av regresjonsberegningen er vist i tabell 21.

Tabell 21. Variabler, koeffisienter, standardfeil og P-verdier

R ² -adjusted = 0,52			
Variabelnavn	Koeffisient	Standardfeil	P-verdi
Konstantledd	-0,444	1,992	0,413
Gjennomsnittstre (dm ³)	43,249	8,637	0,000
Uttaksprosent (%)	0,120	0,085	0,087
Helling (klasse 1,2 og 3)	-1,287	0,496	0,008
Lauvandel (%)	0,226	0,064	0,001

Estimeringen er basert på kun 9 observasjoner, så derfor brukes R²-adjusted.

Regresjonsberegningen gav en R²-adjusted lik 0,52. Modellen forklarer altså litt over halvparten av totalvariansen.

Ut i fra de gitte forutsetningene er det mulig å lage en prestasjonsfunksjon som forklarer ca. halvparten av prestasjonsvariasjonene hos denne hogstmaskinen i førstegangstynning målt i m^3 per E_0 -time:

$$Y = -0,44 + 43,25 \cdot Vg + 0,12 \cdot Ut - 1,29 \cdot s + 0,23 \cdot La$$

Y = prestasjon (m^3/E_0 -time)

Vg = volum av gjennomsnittstre med bark per tre (m^3)

Ut = beregnet uttaksprosent av volum (%)

s = terrenghelning angitt i klassene 1 – 2 – 3 (der klasse 1 = 0-20 %, klasse 2 = 20-30 %, klasse 3 = 30-40 %)

La = prosentvis fordeling av lauv i uttaket i forhold til stammeuttaket (%).

5.5 Gjennomsnittlige deltidene og prestasjoner for lastetraktor

Datamaterialet hentet fra lastetraktoren omfatter tidsstudier av i alt 179 timer og 97 cminutters virketid (E_0 -tid).

5.3.1 Tidsoversikt lastetraktor.

Tabell 22. Totale deltidene for objektene

	Objekt					
	71	116	117	118	119	120
Grunntid (E_{15})	99,21	8,1	41,8	16,69	3,42	22,27
Virketid (E_0)	88,26	7,38	36,53	14,83	3,57	20,07
Opparbeiding	58,67	4,48	23,12	8,7	2,13	14,89
Terrengkjøring	23,06	2,9	10,45	6,13	1,44	5,06
Øvrig arbeidstid	4,06	-	-	-	-	-
Vedlikehold	3,75	0,85	0,85	0,28	-	0,3
Planlegging	1,85	-	1,62		-	0,57
Mat	7,3	0,37	1,5	0,73	0,18	0,9

Tabell 22 viser total tidsbruk for deloperasjoner utført av lastetraktoren i de ulike objektene. Høyeste virketid (E_0 -tid) for lastetraktoren var 88 timer og 26 cminutter og laveste var 3 timer og 57 cminutter.

Tabell 23. Prosentvis fordeling av deloperasjonene for lastetraktoren

	Objekt						Gjennomsnitt	Standardavvik
	71	116	117	118	119	120		
Virketid (E_0)	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	0,0 %
Opparbeiding	66,5 %	60,7 %	63,3 %	58,7 %	59,7 %	74,2 %	63,8 %	5,8 %
Terrengkjøring	26,1 %	39,3 %	28,6 %	41,3 %	40,3 %	25,2 %	33,5 %	7,6 %
Øvrig arbeidstid	4,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,8 %	1,9 %
Vedlikehold	4,2 %	11,5 %	2,3 %	1,9 %	0,0 %	1,5 %	3,6 %	4,1 %
Planlegging	2,1 %	0,0 %	4,4 %	0,0 %	0,0 %	2,8 %	1,6 %	1,9 %
Mat	8,3 %	5,0 %	4,1 %	4,9 %	5,0 %	4,5 %	5,3 %	1,5 %

Tabell 23 viser lastetraktorens deloperasjonener i prosent i forhold til virketiden. I gjennomsnitt utgjør opparbeidingstiden 63,8 % og terrengkjøringstiden 33,5 % av virketiden.

5.3.2 Prestasjoner lastetraktor.

Tabell 24. Prestasjoner lastetraktor, opparbeiding og terrengkjøring

	Objekt					
	71	116	117	118	119	120
Trestørrelse (dm^3)	107,0	111,0	106,6	155,1	136,5	209,2
stammer/ E_0	63,4	69,4	76,5	46,1	47,6	45,3
m^3/E_0	6,7	7,8	8,2	7,2	6,5	9,5
Opparbeiding (O_a)						
$O_a\text{-tid}/\text{m}^3$	0,100	0,078	0,078	0,082	0,092	0,078
$O_a\text{-tid}/\text{stammer}$	0,010	0,009	0,008	0,013	0,013	0,016
Terrengkjøring (T_k)						
$T_k\text{-tid}/\text{m}^3$	0,039	0,051	0,035	0,058	0,062	0,027
$T_k\text{-tid}/\text{stammer}$	0,004	0,006	0,004	0,009	0,008	0,006

Tabell 24 viser en oversikt over trestørrelse, tidsforbruk (stammer per E₀-tid og m³ per E₀-tid). Deloperasjonene opparbeiding og terrengkjøring er skilt ut for å se hvordan de varierer. Det er grunn til å merke seg at det forutsettes en proporsjonalitet i tidsforbruket mellom hogstmaskin og lastetraktor på dagsbasis. I hvert objekt har hogstmaskinen tynnet et visst antall kubikkmeter som følgelig må kjøres fram av lastetraktoren. Det er mulig at lastetraktoren ikke daglig tar med seg absolutt alt virke som er tynnet, men over lengre tid vil dette være tilnærmet likt.

Ut i fra de nevnte forutsetningene kan man anta at det ble i gjennomsnitt kjørt ut 7,6 m³ per E₀-time Lengste opparbeidingstid per m³ var 10 cminutter og korteste var i underkant av 8 cminutter.

Lengste terrengkjøringstid per m³ var i overkant av 6 cminutter. Korteste terrengkjøringstid per m³ var i underkant av 3 cminutter.

5.4 Driftskostnader

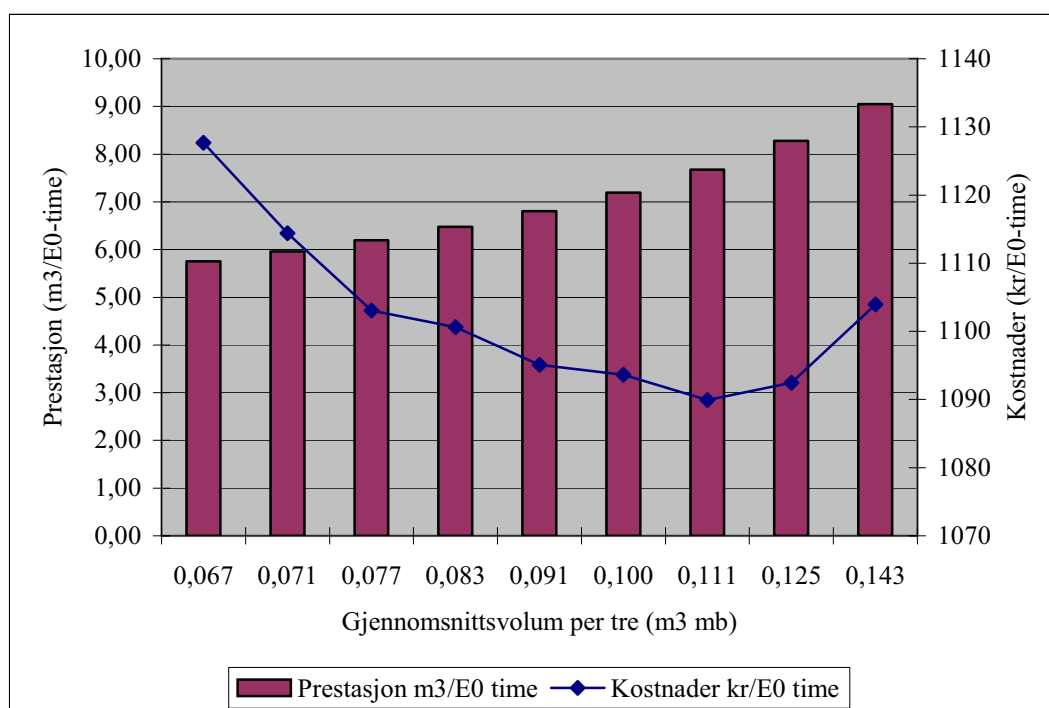
Tabell 25. Driftspriser for hogstmaskin, lastetraktor og total driftspris per m³

Objekt	Antall m ³ m/bark	Antall tre/m ³	Veglengde meter	Driftspris hogstmaskin kr/m ³	Driftspris lastetraktor kr/m ³	Driftspris total kr/m ³
70	223	9	475	130	74	204
71	588	9	367	127	69	196
116	57	9	330	132	72	204
117	298	9	770	130	80	210
118	106	7	1700	112	96	208
119	23	7	400	112	70	182
120	190	7	350	112	70	182
121	33	7	70	112	68	180
122	68	8	250	122	70	192
Gjennomsnittstall:	176	8	524	121	74	195

Driftskostnadene i tabell 25 er beregnet ut i fra den tidligere nevnte driftspriskalkulatoren. Tabellen viser driftskostnadene for de ulike objektene. Høyeste driftspris var 210 kr/m³ og laveste 180 kr/m³ i gjennomsnitt for maskinsystemet.

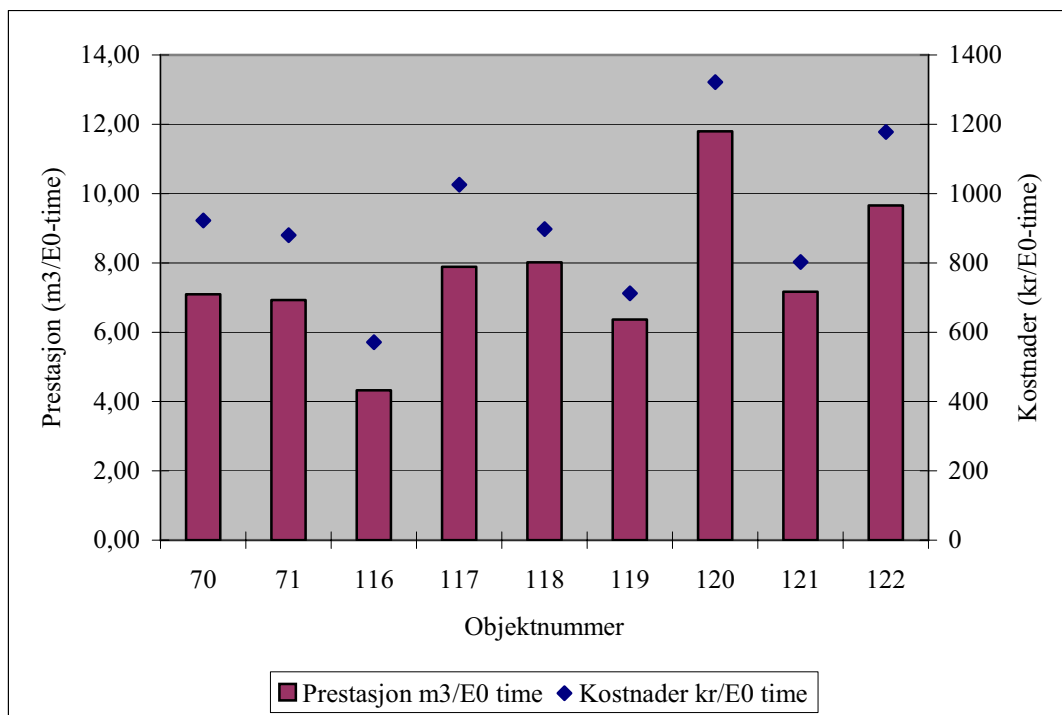
Høyeste driftspris for hogstmaskinen alene var 132 kr/m³, dette er 18 % høyere enn den laveste driftsprisen på 112 kr/m³. Det antas at antall tre per m³ har størst innvirkning på denne prisen.

Høyeste driftspris for lastetraktoren var 96 kr/m³ og den laveste var 68 kr/m³. Det vil si at den høyeste driftsprisen for lastetraktoren var ca, 41 % dyrere enn den laveste. Ut i fra tabell 23 kan man se at driftsveilegden kan ha størst innvirkning på lastetraktorens driftspris.



Figur 10. Prestasjon og kostnader per time, ved økende gjennomsnittsvolum per tre

Figur 10 viser hvordan prestasjonen (m³/E₀-time) og kostnadene (kr/m³) per time varierer ved økende gjennomsnittsvolum per tre under gitte forutsetninger. Det er interessant å merke seg at kostnader per timesverk er lavest ved gjennomsnittlig trevolum på 0,110 m³, det vil si 9 trær per m³. Prestasjonen er ut i fra



Figur 11. Prestasjon og kostnader per time i objektene

Figur 11 viser en grafisk framstilling av prestasjonen og kostnadene for de enkelte objektene. Forutsetningene for disse figurene er de som er registrert for hver av dem i studiet. Også ved disse forutsetningene er laveste kostnad per virketime, ved 9 trær per m³ og trestørrelser rundt 0,111 m³.

6.0 Diskusjon

6.1 Forhåndsregistrering

Forhåndsregistreringene gir muligheter for å anslå et maskinelt tynningskvantum. Disse registreringene er utført av kun en person, og tilfeldige og systematiske feil kan lett oppstå. Derfor kan ikke resultatet av disse forhåndsregistreringene overføres til praktiske registreringer. Plassering av prøveflatene i terrenget varierte og kan gi et usikkert bilde av hvordan de faktiske skoglige forholdene er. Faktorer som siktbarhet og terrenghelling antas også å påvirke registreringene i felt. De skoglige forholdene varierte, fra furubestand som var naturlig forynget, til rene plantede bestand av gran, ulik tetthet, ulike trehøyder og ulikt behov for forhåndsrydding. Variasjonen i de skoglige forholdene gav studien en mer spennende innfallsvinkel. Likeså gav variasjon i helning (noe som kjennetegner de skoglige forholdene i enkelte strøk av Trøndelag) et interessant tilsnitt til studien.

Ved bedømming av grunnflatesum er det vanskelig å vite hvor ”sikker” denne målingen er. Måling med relaskop avhenger av personen som måler. Overhøyden kan være vanskelig å måle i tette bestand. Begrenset sikt er tydelig når det blir mørkere ute og ved måling i særlig tette granbestand. Det ble i flere tilfeller gjort kontrollmålinger av annet takstpersonell og resultatene ble relativt like. Dermed er det grunn til å tro at relaskopmålingene og overhøydemålingene er noenlunde sikre.

Antallet ryddetrær ble bedømt visuelt. Denne registreringen kan være tidkrevende og ble derfor ikke tillagt noen større vekt i felt. Det er mulig at denne skulle vært bedømt nærmere og kvantifisert med en målbar betegnelse, for eksempel antall ryddetrær per dekar.

Stipulert volum V_{st} gav i gjennomsnitt 11% høyere volum enn maskinvolum V_{ma} . Dette kan være feil i registreringsarbeidet. Den mest sannsynlige årsaken er at registreringen av areal som potensielt *kan* tynnes, er for høyt i forhold til det som faktisk *er* tynnet. Dette arealet er vanskelig og er tidkrevende å bedømme i felt. For å kunne bedømme arealet mer nøyaktig måtte man innsisert *hele* objektarealet. Terrengujevnheter og andre faktorer som kan føre til en reduksjon i det tynnede arealet kan være fuktige partier, lokalt stor helling, praktisk anlegging av stikkveger i forhold til stående skog, kantsoner og andre faktorer som på en eller annen måte fører til at det ikke er framkommelig eller uegnet for tynning.

6.2 De forskjellige volumene

6.2.1 Beregnet volum

Det er funnet en likhet mellom funksjonen som gav stipulert kvantum og de funksjonene som gav beregnet kvantum. Nullhypotesen om at de to volumene er like store i gjennomsnitt kunne ikke forkastes, da t-verdien var 0,49.

T-testen viste ingen differanse, men dette kan bero på at det var få observasjoner i studiet. Det stipulerte kvantumet og det beregnede kvantumet er for hele objekter, det er mulig at det hadde vært fordelaktig å hatt disse volumene per dekar isteden.

Den enkle regresjonsanalysen gav ikke signifikant p-verdi for konstantleddet og det gjenspeiler den usikkerheten funnet i T-testen, altså at man ikke kan si at den ene kvantumet er bedre enn det andre. Men ettersom det stipulerte volumet er signifikant i denne regresjonsanalysen, er det i alle fall samsvar mellom de to funksjonene. En stipulert volum koeffisient som er under tallverdien 1, fører til at; når det stipulerte volum (V_{st}) øker, gir det lavere verdi, enn det som er beregnet (V_{be}).

6.2.2 Maskinvolum

Det er funnet en likhet mellom funksjonen som gav stipulert kvantum og de funksjonene som gav maskinkvantum. Nullhypotesen om at de to kvantumene er like store i gjennomsnitt kunne ikke forkastes, da t-verdien var 0,60.

Testen viste ingen differanse, men dette kan bero på at det var få observasjoner i studiet. Det stipulerte kvantumet og maskinkvantumet er for hele objekter, det er mulig at det hadde vært fordelaktig å hatt disse volumene per dekar isteden.

T-testen viste ingen differanse, men dette kan bero på at det var få observasjoner i studiet. Det stipulerte kvantumet og det beregnede kvantumet er for hele objekter, det er mulig at det hadde vært fordelaktig å hatt disse volumene per dekar isteden. Hadde derimot t-testen vist positivt utslag på forskjell mellom stipulert volum og maskinvolum, hadde dette kunne betydd

at enten så var funksjonen for det stipulerte volumet feil, eller så var tynningsuttaket entydig høyere eller lavere enn det planlagte uttaket.

Den enkle regresjonsanalysen gav ikke signifikant p-verdi for konstantleddet og det gjenspeiler at man ikke kan si at den ene kvantumet er bedre enn det andre. Men ettersom det stipulerte volumet har høy p-verdi i denne regresjonsanalysen, er det i alle fall samsvar mellom de to funksjonene.

En stipulert volumkoeffisient som er under tallverdien 1, kan forklare at ved større drifter blir det tatt ut mindre volum enn det som er stipulert. Det stipulerte volumet er det ”planlagte volumet”, mens maskinvolumet er det reelle volumet som blir tynnet, man skal derfor være forsiktig med å sammenligne disse volumene. En mulig grunn til dette er at det kan være vanskeligere å estimere *tynningsarealet* ved større drifter. Registreringsmetodikken i dette studiet har en svakhet ved hvordan prøveflatene blir lagt ut, ved at de blir lagt ut langs den lengste rette linjen det går an å trekke i objektet. På grunn av denne metodikken vil det ved større objektareal være en større andel av arealet som ikke blir befart, enn ved et mindre objekt.

6.3 Tidsstudie

De ulike deltidene for hogstmaskinen varierte. De to mest interessante deltidene i forhold til virketiden (E_0 -tid) er opparbeiding og terrengkjøring. I prosent av virketiden utgjør opparbeiding og terrengkjøring nesten 92 %. Mest tid er brukt på opparbeiding og utgjør alene 73 % i forhold til virketiden. Det er ikke kvantifisert hvilke bevegelser og hvilke arbeidsoperasjoner som inngår i opparbeidingstiden. Siden dette er tidsdata hentet fra hogstmaskinens egen datamaskin, er det vanskelig å få kvantifisert de ulike bevegelsene som inngår. Det kan nevnes at hogstmaskinføreren påpekte at kvistetiden kunne øke under arbeid med større trær, særlig furutrær,

Tapstidene er også beregnet ut i fra virketiden. Dette er gjort for å se hvor stor potensiell del av virketiden tapstidene kunne ha utgjort. Høyeste var planleggingstiden som utgjorde 8,3 % i forhold til virketiden. Uregelmessigheter ved registrering av matpauser er tydelige, da det er vanskelig å tro at hogstmaskinføreren i objekt 70 hadde 31,17 timer virketid og ingen

registrert matpause. I følge føreren kan det hende at slik tid kan bli registrert som en annen tid.

Tidsstudiet identifiserer variablene som påvirker prestasjonen, og det er en tydelig sammenheng mellom gjennomsnittlig trestørrelse og prestasjonen. Produktivitetstallene kan likevel ikke overføres direkte til praktisk arbeid. Spesielt ikke på skogtyper og skoglige forhold som skiller seg fra de som er undersøkt.

For lastetraktorens del varierte også tidsbruken. Det er noe høyere andel av gjennomsnittlig terrengkjøringstid for lastetraktoren enn for hogstmaskinen, men som for hogstmaskinen, dominerer opparbeidingstiden. Det antas at det kan være sorteringen av de ulike sortimentene som kan føre til denne økte opparbeidingstiden, ettersom det ble kjørt blandede lass.

Lastetraktorens tapstider er også beregnet i prosent av virketiden, slik som for hogstmaskinen. Lastetraktorføreren har registrert matpausene mer konsekvent.

6.4 Driftspriskalkulator

På grunnlag av en overenskomst med maskinentreprenøren ble ikke annet enn kostnadsdata (gjennom tariff) presentert. Entreprenøren bruker maskinlaget både til tynning og lettere sluttavvirkning, og det kan derfor være vanskelig å få et isolert regnskap bare for tynningsdriftene. Dette fører til at det er vanskelig å si noe om de andre økonomiske aspektene i studien. Det er mulig ut ifra den tariffen det er enighet om å bedømme driftsprisene for hvert objekt.

Driftspriskalkulatoren bygger på et sett med justeringer som påvirker driftsprisen.

For *hogstmaskinens* del er størrelsen på tynningsdrifta og antall trær per m^3 de viktigste faktorene som påvirker driftsprisen. Hvis driftsstørrelsen er under $200 m^3$ blir det et tillegg på 5 kroner. Driftsprisen for hogstmaskinens er ikke følsom for veglengde.

Lastetraktorens driftspris påvirkes mest av antallet trær per m^3 , dernest av størrelsen av drifta og så av veglengda. Ved for eksempel 1000 meters veglengde er pristillegget på $14 kr/m^3$. Det er ikke kjørt noen test på denne sammenhengen på grunn av for få observasjoner.

Det er ikke tillegg for sortering av virke for lastetraktoren. For hvert nytt sortiment som blir innført vil det bli en prestasjonsreduksjon på 3-4 % i sluttavvirkning for lastetraktoren i følge Brunberg & Arlinger (2001). Det er ikke gjort noen omfattende studier på slik prestasjonsreduksjon i tynning, men den antas å være høyere enn for sluttavvirkning.

Driftskostnadene er basert på ett sett av forutsetninger. I gjennomsnitt stod hogstmaskinen for 62 % av driftskostnadene og lastetraktoren for 38%. Et viktig aspekt av utnyttelsen av et slikt maskinssystem er balanseringen av hogstmaskinens og lastetraktorens produksjon. I dette studiet ble det fokusert på virkestiden, E_o -tid, som bare er en del av den totale tiden som blir brukt for å gjennomføre en arbeidsoperasjon. Utviklingen av maskinenes holdbarhet, kvaliteten på den operative planleggingen og hogstmaskinførerens egenskaper har stor innvirkning på den langsiktige produksjonen, og for å opprettholde maskinenes utnyttelse. Det interessante med disse sammenhengene, er hvordan man kan optimalisere den totale prestasjonen hos hogstmaskinen, slik at ulike faktorer som skaper ubalanse mellom de to maskinene som utgjør maskinsystemet, blir redusert.

6.5 Prestasjoner

6.5.1 Enkeltvariablene og deres påvirkning på hogstmaskinenes prestasjoner

I den multiple regresjonsanalyse fikk de ulike koeffisientene ulike fortegn. Følgende er positive;

- Gjennomsnittlig trestørrelse, det vil si økt trestørrelse gir økt prestasjon.
- Uttaksprosenten, ved økt uttaksprosent øker prestasjonen. Uttaksprosenten kan øke, men ikke uten at det er sammenheng mellom målt grunnflatesum og nedre grense for grunnflatesum.
- Lauvstammeandel, (i form av lauvstammeantall dividert på det totale stammeantallet). Ved økt lauvstammeandel øker prestasjonen. Lettere kvisting kan være en mulig årsak til at denne variabelen øker prestasjonen.

Negativt fortegn;

- Helling, ved økt helling reduseres prestasjonen. Dette kan skyldes at økt helling reduserer hogstmaskinas stabilitet og kranas tilgjengelige areal reduseres.

Disse verdiene virker fornuftige, mens konstantleddet har høy p-verdi. Dette fører til at dette leddet er usikkert.

Tidligere studier har vist at hogstmaskinføreren har en innflytelse på produktiviteten (Gellerstedt 2002).

En undersøkelse av Ovaskinen et al. (2004) viste at differansen i produktivitet mellom hogstmaskinførere som brukte den samme maskinen kunne variere helt opp til 40 %. Prestasjonen i Ovaskinenes studie gav en prestasjon på mellom 5,6-10,3 m³/E₁₅-time.

I en studie av Sirén & Aaltio (2003) varierte den gjennomsnittlige prestasjonen målt i E₁₅-tid fra 6,26-8,81 m³/E₁₅-time for tre ulike tynningsmaskiner. Gjennomsnittlig trestørrelse i denne studien var 103,6 dm³.

I dette studiet varierte prestasjonen målt i (m³/E₁₅-time) mellom 4,1-9,8 m³/E₁₅-time. Dette samsvarer med Sirén & Aaltios studie, mens prestasjonen er noe lavere enn Ovaskinens studie.

6.5.2 Lastetraktorens prestasjoner

På grunnlag av lav innrapporteringsfrekvens fra maskinfører ble ikke disse dataene vurdert representative. Maskindata i form av virketider og tapstider er relativt nøye innrapportert, men på grunn av manglende data om lasstørrelse, antall lass og kjørelengder per dag, kan ikke tidsdataene gi noe resultat alene. Det er forutsatt en proporsjonalitet i tidsbruken mellom hogstmaskin og lastetraktor på dagsbasis. I hvert objekt er det tynnet et visst antall kubikkmeter, som må kjøres fram av lastetraktoren. Det er som nevnt mulig at ikke alle tynnede stammer blir tatt med, men over lengre tid vil dette være tilnærmet likt. Ut i fra disse forutsetningene er det usikkert å si noe om lastetraktorens prestasjoner.

6.5.3 Prestasjoner og driftspriser

Figur 10 i resultatkapitlet viser prestasjonen og driftsprisen. Denne figuren bygger på de gitte forutsetningene nevnt tidligere i kapittel 4.7. Prestasjonen er hentet fra hogstmaskina, mens kostnadene er hentet fra kostnadskalkulatoren. Søylene i figuren viser helt klart at prestasjonen øker ved økende trevolum, noe som styrker funksjonen for prestasjon nevnt tidligere. Men det kan være vanskelig å si noe om hvorfor denne modellen gir lavest driftskostnad ved trevolum ved $0,111 \text{ m}^3$ og øker etter denne trestørrelsen, men det kan ha noe med at opparbeidingstiden øker ved økende trestørrelse. Det kan legges til at dette enda er små trevolum for en maskin av denne størrelsen.

Figur 11 i resultatkapitlet viser prestasjonen og kostnadene i de ulike studieobjektene. Ved enkelte trestørrelser viser søylene og driftsprisen stor eller liten avstad. Dette fører til at enten får entreprenøren under- eller overbetalt i enkelte drifter. Ved enkelte drifter eller prestasjonsnivå fanger kalkulatoren ikke opp variasjoner godt nok, det kan se ut som at i enkelte tilfeller så får entreprenøren dårlig betalt ved dårlig prestasjon og i enkelte tilfeller godt betalt ved høy prestasjon. Driftspriskalkulatoren burde kanskje inneholde flere faktorer som har betydning for prestasjonen, slik som for eksempel helling.

6.6 Andre forhold

Det er en svakhet i materialet at bæreevnen ikke er beskrevet og kvantifisert. Under tynningen i Tydal oppstod hjulspor i to bestand. Det var i hovedsak maskinføreren av lastetraktoren som opplevde nedsynking som førte til at framkommeligheten ble redusert. Dette skyldes trolig at dette var en overgangsperiode mellom høst og vinter og telen strakk bare 5 cm ned i bakken. Dette bestandet ble imidlertid registrert som en vinterdrift og skulle vært tynnet etter en god periode med frost.

Funksjonene bygger på virketiden E_0 . Funksjonene kunne også bygd på grunntiden E_{15} , som er E_0 inkludert mindre tapstider inntil 15 minutter. Hogstmaskinføreren er den mest vanlige forklaringen til forstyrrelser inntil 15 minutter (Sirén & Aaltio 2003). Dette kan være telefonsamtaler, toalettbesøk og andre uforutsette forstyrrelser.

7.0 Konklusjon

Studiet viser at grunnflatebasert registreringsmetodikk er egnet for å bedømme et maskinvolum i tynning. Denne registreringsmetodikken bygger på en enkel volumfunksjon som her viser seg ikke merkbart forskjellig fra de volumfunksjoner som differensierer på ulike treslag. Måling av overhøyde og grunnflatesum er en potensiell kilde for feil i denne enkle funksjonen. Særlig i objekt med naturlig foryngelse, der det kan være et flersjiktet skogbilde. Eldre, gjenstående trær kan da bli feilregistrert som et representativt overhøydetre.

Studiet viser videre at en rekke registrerte faktorer påvirker prestasjonen hos hogstmaskin ved en førstegangstynning. Gjennomsnittlig trestørrelse er den mest signifikante variabelen, men også lauvstammeandelen og terrenghellingen var særs signifikante. I tillegg var uttaksprosenten signifikant. Ved økende gjennomsnittlig trestørrelse, øker prestasjonen. Det samme gjelder for lauvstammeandelen og uttaksprosenten. Terrenghellingen påvirker prestasjonen negativt. Jo større helling, desto lavere prestasjon.

Studiet undersøkte også driftsprisen, men denne var ikke helt i samsvar med prestasjonen. Modellen viste at terrenghellingen var viktig for prestasjonen, noe som driftspriskalkulatoren, for eksempel, ikke inneholder.

8.0 Referanser

- Allskog BA. (2006). Beregningsformel for volum i tynningsdrifter med inngangsvariablene grunnflatesum og overhøyde.
- Allskog BA. (2008). Driftspriskalkulator for tynningsdrifter.
- Anon. (2001). Hakkuukonetyömaan ennakkoraivaus. (Pre-clearance of mechanised harvesting site). Metsäteho's Guidebook. 7 s.
- Berger, M. (1999). Gallring i granskog, en litteratursammenfattning och värdering. Hovedoppgave vid Institutt for skogskjøtsel, Norsk Landbrukshøgskole. Ås. 98 s.
- Birkeland, T., Nybakk, E. & Finstad, K. (2008). Den store apteringsboka. Norsk institutt for skog & landskap, april 2008.
- Bjaanes, H. (2007). Granskogen må også tynnes. Tilgjengelig fra: http://www.glommen.no/DOKUMENTER/Organisasjon/glommen/07_1/Granskog.pdf (lest 23.04.08).
- Brandl, H. (1992). The development of thinning in German forestry. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 163, 61-70. (In German with English summary).
- Brantseg, A. (1959). Bestandsvolumtabell for furu. I Nygaard skogalmanakk 1959.
- Brunberg, T. (1991). Preliminært underlag för produktionsnorm för maskinell røjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Stencil 1991-02-06.
- Brunberg, T. (1997). Basic data for productivity norms for single-grip harvesters in thinning. The For. Res. Inst. of Sweden, Uppsala. Report 8, 18 p. ISSN 1103-4580.
- Brunberg, T. & Arlinger, J. (2001). Vad kostar det att sortera virket i skogen? Resultat Nr 3/01. Skogforsk Sverige.
- Brunberg, T., A. Thelin, & S. Westerling. (1989). Basic data for productivity standards for single-grip harvesters in thinning. The Forest Operations Institute of Sweden. Report No 3: 21. (In Swedish with English summary.)
- Brække, F.H., Frank, J. & Frivold, L.H. (2002). Skogskjøtsel for bærekraftig ressursbruk. NLH. Rapport nr. 1: 8-19.
- Braastad, H. (1970). Et forbandsforsøk med gran. Meddelelser fra norske skogforsøksvesen 28:295-329.
- Braastad, H. (1979). Vekst og stabilitet i et forbandsforsøk med gran. Meddelelser fra Norsk institutt for skogforskning 34(7):169-215.

Braastad, H. & Tveite, B. (2000). Rykter om tynning, fakta er bedre. Norsk Skogbruk, 46 (1): 32-33.

Børset, O. (1985). Skogskjøtsel I – Skogøkologi. Landbruksforlaget. Oslo. 482 s.

Baardsen, S. (1984). Noen miljøfaktorerers innvirkning på Ösa 706/260 hogstmaskins prestasjoner ved slutthogst i naturskog av gran. Hovedoppgave i skogbrukets driftsteknikk, Institutt for skogbrukets driftsteknikk, Norges Landbrukshøgskole, Ås: 79 s.

Daamen, W. (1980). Kontrolltaxering åren 1973 – 1977. Resultat från en kontroll av datainsamlingen vid rixsskogtaxeringen . Inst. For skogstaxering, Sveriges Lantbrukssuniversitet. Rapport 27: 1 – 189.

Fitje, A. (1996). Emner om skogregistrering. Kompendium i kurset RØP 20, Skogregistrering. Endret jan. 1996. Landbruksbokhandelen, 1432 Ås. Januar 1996.

Fjær, S. (1999). Klipp fra årsmeldingene, Skogselskapet i Sør-Trøndelag - Skogen til nytte og glede. 170 s.

Gellerstedt, S. (2002). Operation of the Single-Grip Harvester: Motor-Sensory and Cognitive Work. International Journal of Forest Engineering 13 (2): 35-47.

Handler, M.M. (1988). Forbands forsøg i granskov. Tæthed, tilvækst, diameterspredning og kvalitet. Forsøg 928, Mathiesen-Eidsvoll værk, Hurdal. Rapport Norsk institutt for skogforskning 88(1):1-20.

Handler, M.M. & Jakobsen, B. (1986). Nyere danske planteafstandsforsøg med rødgran. Det forstlige forsøgsvæsen i Danmark, bind 40:359-442.

Hedegart, R. (2004). Tynning i Nord-Trøndelag, Skogeierforeninga Nord. Skogeiernytt. Tilgjengelig fra:
http://www.sn.no/arkiv_sn.no/publikasjoner/Skogeiernytt/2004/SkogeierNytt%20nr2-04.pdf
(lest 23.04.08).

Heje, K., & Nygaard, J. (1998). Norsk Skoghåndbok. 1998 redigert av Steinset, T. utg., Landbruksforlaget. 128 s.

Hånell, B., Nordfjell, T. & Eliasson, L. (2000). Productivity and Costs in Shelterwood Harvesting, Scandinavian Journal of Forest Research. Vol.15(5): 561-569.

Johanson, K. (1997). Effect of early competition on wood properties of norway spruce, Acta Universitatis Agriculturae Suecia, Silvustria 19:1-35.

Johansson, T. (1986). Canopy density in stands of Picea abies and Pinus sylvestris after different thinning methods. Scandinavian Journal of Forest Research. (10):352-369.

John Deere. (2008a). Machine specifications 1070D Wheel Harvester. Tilgjengelig fra: <http://www.deere.com/specsapp/servlet/com.deere.u90785.specscompare.view.servlets.SpecsCompareServlet?module=prodc&sbu=ced&userAction=specs&PciModel=1070DWH&ModelName=1070D+Wheel+Harvester&tM=FO&pNbr=1070d&category=harvesters&subCategory=wheeled> (lest 06.05.2008).

John Deere. (2008b). Maschine Specifications 1110D eight-wheel forwarder. Tilgjengelig fra: <http://www.deere.com/specsapp/servlet/com.deere.u90785.specscompare.view.servlets.SpecsCompareServlet> (lest 06.05.2008).

Kimmins, J.P. (1996). Forest ecology – A foundation for sustainable management. Second edition. Prentice Hall Inc. Upper saddle River. Rapport 41:1-131.

Kärhä, K. (2006). Profitability of pre-clearance in first-thinnings Scots pine stands. Scandinavian Forest Economics, Proceedings (draft version) of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics, Uppsala, Sweden, 8 – 11 may, 2006. No. 41: 129-138.

Kärhä, K., Rönkkö, E. & Gumse, S. I. (2004). Productivity and cutting costs of thinning harvesters. International Journal of Forest engineering. Vol. 15 (2): 43-56.

Möller, J. J. & Arlinger, J. (2007). Virkesvårdet 2006 - miljøgrannhet. Resultat nr 5 2007, Skogforsk Sverige.

Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd. (1978). Nordisk avtale om skoglig arbeidsstudienomenklatur, Norsk Institutt for skogforskning: 130 s.

Norsk Institutt for skog & landskap. (1995-1999). Statistikk fra landsskogstakseringen. Tilgjengelig fra: www.skogoglandskap.no/artikler/2007/landsskogdata_enkel_tabell (lest 23.04.08).

Nybakk, E. & Steffenrem, A. (2005). Barkfunksjon for sagtømmer av gran og furu til bruk i hogstmaskiner. Oppdragsrapport 2/05, Skogforsk, Norge.

Ovaskainen, H. U., J. & Väättäinen, K. (2004). Characteristics and significance of a harvester operator's working technique in thinnings. International Journal of forest engineering, Vol. 15(2), March 2004: 18 s.

Petterson, N. (1992). The effect of spacing on volume and structure in planted Scots pine and Norway spruce stand. Sveriges Landbruksuniversitet. Institutionen för skogproduktion, Rapport 34.

Reber, A. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. Journal of Experimental Psychology Vol. 118(3): 219-235.

Savill, P., J. Evans, D. Auclair, & J. Falck. (1997). Plantation silviculture in Europe. Oxford University Press, Oxford, England.

- Schotte, G. (1912). Om gallringsförsök. Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt 9: 211-269.
- Sirén, M. & Aaltio, H. (2003). Productivity and costsof thinning harvesters and harvester-forwarders. International Journal of Forest Engineering 14(1):39–48.
- Skogbrukets Kursinstitut. (2007). Tynning i gran- og furuskog - Temabok.
- Skognæringa i Trøndelag. (2008). Vellykka tynningsprosjekt gjennomført i regi av skogforum Nidaros Tilgjengelig fra: <http://www.fylkesmannen.no/hoved.aspx?m=29454&amid=1958297> (lest 23.04.08).
- Skovsgaard, J.P. (1997a). Tyndingsfri drift af sitkagran. En analyse av bevoksningsstruktur og vedmasseproduksjon i utynde bevokninger af sitkagran i Danmark. Den Kgl. Veterinar- og landbohøjskole. Forskningsserien Nr.19: 525 s
- Suvinen, A., Saarilahti, M. & Tokola, T. (2003). Terrain mobility model and determination of optimal off-road route. Department of Forest Resource Management, University of Helsinki, Finland.
- Saarilahti, M. (2003). Soil interaction model. ECOWOOD studies made at the University of Helsinki. University of Helsinki, Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Forest Resource Management, Publication 31, February 2003: 9 s.
- Tufts, R. (1997). Productivity and cost of the Ponsse 15-series, cut-to-length harvesting system in southern pine plantations. Forest Products Journal 0015-7473 ,47 (10): 39 s.
- Tveite, B. (1967). Sambandet mellom grunnflateveid middelhøyde (H_L) og noen andre bestandshøyder i gran- og furuskog. Meddelelse fra Det norske Skogforsøksvesen 22: 483-538.
- Vestjordet, E. (1959). Bestandsvolumtabeller for gran og bjørk. Det norske skogforsøksvesen. (upublisert). 67 s.
- Wallmo, U. (1997). Rationell skogsafverkning – Praktiska råd till såväl större som mindre enskilde skogsägare samt svar på en fråga för dagen. C. E. Fritzes Kongl. Hofbokhandel, Stockholm, Länstidningens tryckeri, Örebro, 288 s.
- Øyen, B. H. (2005). Nye tynningsmaler for norsk barskog. Notat til Skogbrukets Kursinstitut. Red., Geir Myklestad. Biri.

9.0 Vedlegg

Vedlegg 1. Tynningsregistrering og instruks for objekt 70.

																							
Tynning i ALLSKOG																							
1.Leverandør nr:			2.Navn skogeier:																				
3.Kvantum:		303		4.Bestandsnummer:				70															
5. Areal:		50																					
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j													
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j													
10. Kulturminner		Ja/nei		j		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j													
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																							
13. Før tynning:																							
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite													
1	23	14,5				x		x	x														
2	28	16																					
3	29	17																					
4	32	16																					
5	30	14,5																					
6	31	15																					
7																							
8																							
Snitt	28,8	15,5																					
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>20,2</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>6,1</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>n</td> </tr> </table>								Volum pr. dekar	20,2	Ønsket uttaks % (av volum)	30	Beregnet uttak m ³ /daa	6,1	Transportavstand i m	400	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	n
Volum pr. dekar	20,2																						
Ønsket uttaks % (av volum)	30																						
Beregnet uttak m ³ /daa	6,1																						
Transportavstand i m	400																						
Over dyrkamark (j/n)	n																						
Kan drives på barmark (n/j)	n																						
Snitt grunnflatesum etter tynning			20,2																				
Merknader: Tynn fram til kant ned mot elva. 0 – 10% helning.																							
Ønsket tynningsinngrep:																							
Reg. dato: 20/9-06			Underskrift: Eirik Gunnar Flønæs																				

Vedlegg 2. Tynningsregistrering og instruks for objekt 71.



Tynning i ALLSKOG

1.Leverandør nr:		2.Navn skogeier:	
3.Kvantum:	609	4.Bestandsnummer:	71
5. Areal:	140		
6.Skogeier konsultert	Ja/nei	j	7. Skogbruksplan konsultert
8.Viltkart konsultert	Ja/nei	n	9. Økonomisk Kartverk
10. Kulturminner	Ja/nei	j	11.MIS-registreringer
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:			

13. Før tynning:

Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite
1	23	16,5				x		x	x	
2	26	17								
3	30	16,5								
4	35	16								
5	32	16								
6										
7										
8										
Snitt	29,2	16,4		Volum pr. dekar		21,8				
			Ønsket uttaks %		20					
			(av volum)							
			Beregnet uttak		4,4					
			m ³ /daa							
			Transportavstand i m		300					
			Over dyrkamark (j/n)		n					
			Kan drives på barmark (n/j)		n					
Snitt grunnflatesum etter tynning			23,4							

Merknader: Tynn fram til kant ned mot elva. 0-10% helning.

Ønsket tynningsinngrep:

Reg. dato: 20/9-06 Underskrift: Eirik Gunnar Flønæs

Vedlegg 3. Tynningsregistrering og instruks for objekt 116.

																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:			2.Navn skogeier:																			
3.Kvantum:		49		4.Bestandsnummer:				116														
5. Areal:		9																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	29	14,5				x				x												
2	25	16																				
3	23	17																				
4	25	16																				
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	25,5	15,9																				
			<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>18,3</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>5,4</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>n</td> </tr> </table>								Volum pr. dekar	18,3	Ønsket uttaks % (av volum)	30	Beregnet uttak m ³ /daa	5,4	Transportavstand i m	400	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	n
Volum pr. dekar	18,3																					
Ønsket uttaks % (av volum)	30																					
Beregnet uttak m ³ /daa	5,4																					
Transportavstand i m	400																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	n																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			17,9																			
Merknader: Noe bratt, 20-33% helning. Tynnes sammen med objekt 117.																						
Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato: 20.november 2007 Underskrift: Erik Gunnar Flønæs																						

Vedlegg 4. Tynningsregistrering og instruks for objekt 117.

																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:			2.Navn skogeier:																			
3.Kvantum:		263		4.Bestandsnummer:				117														
5. Areal:		45																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	30	14			x				x													
2	32	16																				
3	36	17																				
4	33	16																				
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	32,8	15,8																				
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>23,3</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>5,8</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>n</td> </tr> </table>							Volum pr. dekar	23,3	Ønsket uttaks % (av volum)	25	Beregnet uttak m ³ /daa	5,8	Transportavstand i m	600	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	n
Volum pr. dekar	23,3																					
Ønsket uttaks % (av volum)	25																					
Beregnet uttak m ³ /daa	5,8																					
Transportavstand i m	600																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	n																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			24,6																			
Merknader: Noe bratt, 20-33% helning. Anlegg stikkveger ned langs lia (ca 5 stk). Bruk opprinnelig basveg Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato: 20.november 2007 Underskrift: Erik Gunnar Flønæs																						

Vedlegg 5. Tynningsregistrering og instruks for objekt 118.

 ALLSKOG SKOGEIERE NORDAFJELLS																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:					2.Navn skogeier:																	
3.Kvantum:		107		4.Bestandsnummer:			118															
5. Areal:		21																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	34	17			x	x			x													
2	36	16,5																				
3	29	17,5																				
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	33,0	17,0																				
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>25,6</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>5,1</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>j</td> </tr> </table>							Volum pr. dekar	25,6	Ønsket uttaks % (av volum)	20	Beregnet uttak m ³ /daa	5,1	Transportavstand i m	800	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	j
Volum pr. dekar	25,6																					
Ønsket uttaks % (av volum)	20																					
Beregnet uttak m ³ /daa	5,1																					
Transportavstand i m	800																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	j																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			26,4																			
Merknader: Flatt, 0-10% helning. Fin tynning, men lang kjøring.																						
Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato:		20.12.2007		Underskrift:		Erik Gunnar Flønæs																

Vedlegg 6. Tynningsregistrering og instruks for objekt 119.

 ALLSKOG SKOGEIERE NORDAFJELLS																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:					2.Navn skogeier:																	
3.Kvantum:		33		4.Bestandsnummer:			119															
5. Areal:		5																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	34	17				x			x													
2	32	17																				
3	36	17																				
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	34,0	17,0																				
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>26,4</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>6,6</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>j</td> </tr> </table>							Volum pr. dekar	26,4	Ønsket uttaks % (av volum)	25	Beregnet uttak m ³ /daa	6,6	Transportavstand i m	300	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	j
Volum pr. dekar	26,4																					
Ønsket uttaks % (av volum)	25																					
Beregnet uttak m ³ /daa	6,6																					
Transportavstand i m	300																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	j																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			25,5																			
Merknader: Noe bratt 10-20%, tynn partivis.																						
Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato:		20.12.2007		Underskrift:		Erik Gunnar Flønæs																

Vedlegg 7. Tynningsregistrering og instruks for objekt 120.

 ALLSKOG SKOGEIERE NORDAFJELLS																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:					2.Navn skogeier:																	
3.Kvantum:		189		4.Bestandsnummer:			120															
5. Areal:		20																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	42	18			x	x			x													
2	40	17																				
3	36	17,5																				
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	39,3	17,5																				
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>31,5</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>9,5</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>j</td> </tr> </table>							Volum pr. dekar	31,5	Ønsket uttaks % (av volum)	30	Beregnet uttak m ³ /daa	9,5	Transportavstand i m	400	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	j
Volum pr. dekar	31,5																					
Ønsket uttaks % (av volum)	30																					
Beregnet uttak m ³ /daa	9,5																					
Transportavstand i m	400																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	j																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			27,5																			
Merknader: Fin tynning, 0-10% helning.																						
Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato:		20.12.2007		Underskrift:		Erik Gunnar Flønæs																

Vedlegg 8. Tynningsregistrering og instruks for objekt 121.

 ALLSKOG SKOGEIERE NORDAFJELLS																						
Tynning i ALLSKOG																						
1.Leverandør nr:					2.Navn skogeier:																	
3.Kvantum:		37		4.Bestandsnummer:			121															
5. Areal:		7																				
6.Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j												
8.Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j												
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11.MIS-registreringer		Ja/nei		j												
12.Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:																						
13. Før tynning:																						
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite												
1	34	17				x			x													
2	32	16,5																				
3	36	18																				
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
Snitt	34,0	17,2																				
				<table border="1"> <tr> <td>Volum pr. dekar</td> <td>26,6</td> </tr> <tr> <td>Ønsket uttaks % (av volum)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>Beregnet uttak m³/daa</td> <td>5,3</td> </tr> <tr> <td>Transportavstand i m</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Over dyrkamark (j/n)</td> <td>n</td> </tr> <tr> <td>Kan drives på barmark (n/j)</td> <td>j</td> </tr> </table>							Volum pr. dekar	26,6	Ønsket uttaks % (av volum)	20	Beregnet uttak m ³ /daa	5,3	Transportavstand i m	50	Over dyrkamark (j/n)	n	Kan drives på barmark (n/j)	j
Volum pr. dekar	26,6																					
Ønsket uttaks % (av volum)	20																					
Beregnet uttak m ³ /daa	5,3																					
Transportavstand i m	50																					
Over dyrkamark (j/n)	n																					
Kan drives på barmark (n/j)	j																					
Snitt grunnflatesum etter tynning			27,2																			
Merknader: Fin tynning, noe bratt, 10-20%.																						
Ønsket tynningsinngrep:																						
Reg. dato:		20.12.2007		Underskrift:		Erik Gunnar Flønæs																

Vedlegg 9. Tynningsregistrering og instruks for objekt 122.

 ALLSKOG SKOGEIERE NORDAFJELLS										
Tynning i ALLSKOG										
1. Leverandør nr:					2. Navn skogeier:					
3. Kvantum:		77		4. Bestandsnummer:			122			
5. Areal:		14								
6. Skogeier konsultert		Ja/nei		j		7. Skogbruksplan konsultert		Ja/nei		j
8. Viltkart konsultert		Ja/nei		n		9. Økonomisk Kartverk		Ja/nei		j
10. Kulturminner		Ja/nei		n		11. MIS-registreringer		Ja/nei		j
12. Spesielle hensyn i henhold til avkryssing ovenfor:										
13. Før tynning:										
Prøveflate nr	Gr. fl. sum	Overhøyde m	Rydde-trær	Mye	Middels	Lite	Vindfall-fare	Stor	Middels	Lite
1	42	17			x	x			x	
2	36	16,5								
3	29	17,5								
4										
5										
6										
7										
8										
Snitt	35,7	17,0								
Snitt grunnflatesum etter tynning				28,5						
Merknader: Flatt, 0-10% helning. Tynn kun tette partier. Ønsket tynningsinngrep:										
Reg. dato: 20.12.2007 Underskrift: Erik Gunnar Flønæs										