

Stig Ole Stener,
Merete Furuberg og Stig Nordli

KONTUS

Sammenligning av driftskostnader og skader på
gjenstående trær og terreng ved selektiv hogst etter
prinsippet KONTUS og snauhogst

Høgskolen i Hedmark
Rapport nr. 2 – 2004

Online-versjon

Utgivelsessted: Elverum

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Forfatteren er selv ansvarlig for sine konklusjoner. Innholdet gir derfor ikke nødvendigvis uttrykk for Høgskolens syn.

I rapportserien fra Høgskolen i Hedmark publiseres FoU-arbeid og utredninger. Dette omfatter kvalifiseringsarbeid, stoff av lokal og nasjonal interesse, oppdragsvirksomhet, foreløpig publisering før publisering i vitenskapelige tidsskrift etc.

Rapporten kan bestilles ved henvendelse til Høgskolen i Hedmark.
(<http://www.hihm.no/>)

Rapport nr. 2 – 2004

© Forfatteren/Høgskolen i Hedmark

ISBN: 82-7671-346-7

ISSN: 1501-8563



Høgskolen i Hedmark

Tittel: KONTUS. Sammenligning av driftskostnader og skader på gjenstående trær og terreng ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og snauhogst.

Forfattere: Stig Ole Stener, Merete Furuberg og Stig Nordli

Nummer: 2

Utgivelsesår: 2004

Sider: 28

ISBN: 82-7671-346-7

ISSN: 1501-8563

Oppdragsgivere: Glommen skogeierforening og Mjøsen skogeierforening

Emneord: KONTUS, hogst, driftskostnad, snauhogst, selektiv hogst, skader

Sammendrag:

Undersøkelsen sammenligner skogsmaskinenes produksjon ved selektiv hogst og snauhogst samt skader på gjenstående trær og terreng. Selektiv hogst medfører at gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne er høyere enn ved snauhogst. Det er ikke entydig at selektive hogster medfører høyere hogstkostnad. Lastetraktoren har lavere produksjon ved selektiv hogst og det medfører at transportkostnaden bør være 5 kr/m³ høyere for selektiv hogst enn for snauhogst.

Selektiv hogst utenfor vinterperioden kan medføre at det blir store skader på gjenstående trær. Mellom 8-26 prosent av gjenstående trær fikk skader i fire forsøksdrifter i perioden august-oktober. På fast skogsmark ble det ikke hjulsporskader, men relativt store hjulsporskader på skogsmark med liten bæreevne, selv om stikkveiene ble barlagt.



Høgskolen i Hedmark

Title: KONTUS. Comparison of clearcutting and selective cutting following the principle KONTUS concerning operational costs and damages on remaining trees and terrain.

Authors: Stig Ole Stener, Merete Furuberg and Stig Nordli

Number: 2

Year: 2004

Pages: 28

ISBN: 82-7671-346-7

ISSN: 1501-8563

Financed by: Glommen skogeierforening and Mjøsen skogeierforening

Keywords: KONTUS, cutting, cost of cutting, clear cutting, selective cutting, damage

Summary:

This study compares the productivity of forestry machines used in clear cutting and selective cutting following the principle KONTUS in addition to damages on remaining trees and terrain. In KONTUS cutting the average volume of the produced trees are higher than compared to clear cutting.

There is no clear result showing that selective cutting gives higher cutting costs. The forwarder has lower productivity in KONTUS cutting and thus the transport cost is 5 NOK/m³ higher in KONTUS cutting compared to clear cutting.

There is registered much damage on remaining trees when KONTUS cutting is carried out on not frozen ground. 8-26 % of remaining trees were damaged in four different research operations during the period August to October. There were registered no rut damages on dry forest ground with high carrying capacity, but many rut damages on forest ground with low carrying capacity even if the tractor roads were covered by branches.

Forord

Denne rapporten er utarbeidet av Høgskolen i Hedmark, avdeling for skog og utmarksfag.

Undersøkelsen sammenligner hogstmaskinenes tidsforbruk og lastetraktorenes tidsforbruk under lasting ved selektiv hogst etter prinsippet for KONTUS og snauhogst. I tillegg er skader på gjenstående trær og terreng kartlagt for hogstformene.

Jeg takker alle som har deltatt i undersøkelsen. Skogeierne som har stilt bestand til disposisjon, entreprenørene som har gjennomført skogsdriftene og Stig Nordli som har vært med på feltregistreringene.

Undersøkelsen er finansiert av Glommen skogeierforening, Mjøsen skogeierforening og Høgskolen i Hedmark, avdeling for skog og utmarksfag.

Evenstad, november 2003

Stig Ole Stener

Merete Furuberg

Stig Nordli

Innhold

1 Innledning.....	1
1.1 Tidligere undersøkelser.....	1
1.2 Problemstilling.....	4
2 Materiale og metode.....	5
2.1 Materiale.....	5
2.2 Metode.....	6
2.2.1 Tidsstudiet.....	6
2.2.2 Det kvalitative studiet.....	7
3 Resultat.....	9
3.1 Hogst.....	9
3.2 Transport.....	12
3.3 Skader på gjenstående trær.....	15
3.4 Terrengskade.....	17
4 Diskusjon.....	18
4.1 Materiale og metode.....	18
4.2 Hogst.....	20
4.3 Transport.....	21
4.4 Skade på gjenstående trær.....	22
4.5 Terrengskader.....	24
4.6 Entreprenørenes vurderinger.....	24
4.7 Egne vurderinger.....	25
Litteratur.....	26
Vedlegg.....	28

1 Innledning

Det er økende interesse for å vurdere lukkede hogster i sjiktete bestand. KONTUS er et av flere prinsipp for gjennomføring av slike hogster der skogtilstanden er egnet for det. Hogstformer som karakteriseres som selektive hogster er: skjermstilling, bledning og fjellskoghogst.

Maskinenes tidsforbruk ved selektive hogster er relativt lite undersøkt. Det er ønskelig å sammenligne maskinenes produktivitet ved selektiv hogst og ved snauhogst for å skaffe til veie et bedre grunnlag for fastsettelse av driftspris.

1.1 Tidligere undersøkelser

Fjeld (1992) sammenlignet tidsforbruket til hogstmaskin ved snauhogst og skjermstillingshogst. Ved glissen skjermstillingshogst (18 trær pr dekar) økte tidsforbruket med 24 prosent i forhold til snauhogst og ved tett skjermstillingshogst (36 trær pr dekar) økte tidsforbruket med 49 prosent.

Dale, Kjøstelsen & Aamodt (1993) sammenlignet produksjonen ved mekaniserte lukkede hogster og skadenivå på gjenstående trær. Sammenlignet mot snauhogst ble det en reduksjon i produksjon på 7,7 og 21,1 prosent for skjermstillingshogst og 24,7 og 36,0 prosent for gjennomhogst. Denne undersøkelsen henviser til to svenske undersøkelser som viser 1-8 prosent økning i tidsforbruk ved skjermhogst (1-3 prosent ved skjermtetthet 10-20 trær pr dekar og 8 prosent ved skjermtetthet 30 trær pr dekar).

Fjeld (1994) registrerte hvilken betydning utvalg av trær (holt eller enkelt tre) og uttaksstyrken (25, 45, 65 prosent av grunnflaten) har på hogstmaskinens tidsforbruk ved bledningsartet hogst i uensaldrete granbestand. Tidsforbruket ved småflategogst med flatestørrelse på 0,6 dekar var ubetydelig mindre enn ved plukkgogst. Hvor stor andel av bestandets grunnflate som tas ut i hogsten har betydning for gjennomsnittsdimensjon og hogstmaskinens tidsforbruk. Et uttak av 25 prosent av grunnflaten gir om lag 40 prosent økning i tidsforbruket. Et

uttak av 45 prosent av grunnflaten gir en økning på om lag 20 prosent i tidsforbruk.

Dale & Stamm (1994) kartla tidsforbruk og produksjon i skogsdrifter ved lukkede hogster. Det var økning i flyttetid, administrasjonstid og organisasjonstid som ble undersøkt. På grunnlag av innsamlede data oppgir de en prestasjon på $13,7 \text{ m}^3 \text{ ub/E}_{15}$ for hogstmaskin og $11 \text{ m}^3 \text{ ub/E}_{15}$ for lastetraktor i snauhogst. Sammenlignet med snauhogst viste undersøkelsen at de administrative kostnadene for hogstmaskinen økte i intervallet fra 2 til 10 prosent for de alternative hogstformene. Tilsvarende økning for lastetraktoren var i intervallet fra 2 til 4 prosent. Får ikke stor innvirkning på driftskostnaden fordi administrasjon og organisering utgjør bare 2-10 prosent av tjenestetiden.

Fjeld (1996) har undersøkt effektiv tidsforbruk ved ulike uttaksstyrke og trestørrelse ved bledningshogst i sjiktet granskog. Hogstmaskinens tidsforbruk i lukkede hogster øker med 25-50 prosent i forhold til snauhogst, avhengig av uttaksstyrke og trestørrelse.

Lexerød (2001) gjennomførte et litteraturstudium for å vurdere alternative skogbehandlinger med tanke på fremtidig virkesproduksjon, virkeskvalitet, driftsteknikk og økonomi. Under ellers like forhold er det trærnes dimensjon som har størst betydning for prestasjonen til hogstmaskinen. Avstanden mellom trærne er også viktig.

Prestasjonen for lastetraktor er i hovedsak avhengig av uttak pr dekar. Antall sortimenter kan også ha innvirkning. Ved bledningshogst har dimensjonsfordelingen i uttaket og uttaksstyrken størst innvirkning på prestasjonene. På grunn av stort uttak av små dimensjoner i stikkveiene øker middeldimensjonen i uttaket med økende hogststyrke. Tidsforbruket for gruppevis bledning eller gruppehogst på areal under 1 dekar er litt lavere enn for bledning av enkelttrær. Ved bledningshogst i fjellskog med uttak av 40 prosent av stående volum, økte tidsforbruket med 10-30 prosent sammenlignet med snauhogst ved lik gjennomsnittlig uttaksdimensjon. På grunn av økt middeldimensjon i uttaket økte tidsforbruket bare med 8 prosent ved mekanisert bledningshogst i fjellskog. Driftskostnadene ved bledning er 5-20 prosent høyere enn for snauhogst. I tillegg til reduserte prestasjoner er tidsforbruket til flytting, administrasjon og organisering betydelig høyere. Tidsforbruket for organisering

ved selektive hogster økte med 2-10 prosent av tjenestetiden for hogstmaskin og for lastetraktoren 2-4 prosent.

Dale, Kjøstelsen & Aamodt (1993) oppgir at skadenivå på gjenstående trær (blottlagt areal med yteved er over 2 kvadratcentimeter) ved høytytning, gjennomhogst, gruppehogst og skjermstillingshogst varierte fra 10-18 prosent for de ulike hogstformene. I denne undersøkelsen var det ugunstige driftsforhold ettersom driften ble gjennomført på barmark og det var regn i driftsperioden. De forventer et høyere antall skadde trær etter slutthogst i lukkede bestand enn skadenivået fra tynning i hogstklasse 3. De henviser også til andre undersøkelser der Fjeld (1992) registrerte 9-16 prosent skader på restbestand, Aamodt (1993) oppgir et skadenivå på 5-11 prosent ved skjermstillingshogst og Nordberg & Ollsson (1988) oppgir et skadenivå under 5 prosent.

Dale & Aamodt (1994) har i to undersøkelser sett på sammenhenger mellom hjulsporskader og jordfuktighet ved kjøring på skogsmark og barlegging av kjøreveiene for å hindre terrengskader. Det er ingen effekt på spordybdeutviklingen ved barlegging av kjøreveiene på skogsmark med god bæreevne. Jordpakningen ble litt redusert. På skogsmark med dårlig bæreevne førte barleggingen til reduksjon i både spordybde og jordpakking. Hjulspordybden ble redusert med 75 prosent og jordpakkingen ble redusert med 54 prosent.

Dale (1995) undersøkte omfang og årsaker til hjulsporskader etter skogsdrifter. Gjennomsnittlig spordybde på basveier er 10,3 centimeter på vintertid og 17,8 centimeter på sommertid. Det var bare 1,7 prosent av totalarealet på hogstflatene som hadde sporskader med dybde over 5 centimeter.

Lexerød (2001) oppgir at de vanligste skadene på gjenstående trær er stamme-, rot- og brekkskader. Ved gjennomhogst i granskog var 11-18 prosent av gjenstående trær skadd ved ulike typer hogster. Skadenivået var høyest ved høytytning og lavest ved gruppehogst. Skjermstillingshogst og plukkhogst kom i en mellomstilling. Mer enn halvparten av skadene skyldes utkjøringen. Andelen skader ved KONTUS vil antagelig være på nivå med bledning og høytytning.

1.2 Problemstilling

Denne undersøkelsen sammenligner hogstmaskinenes og lastetraktorenes tidsforbruk og produktivitet samt skadenivå på gjenstående trær og terreng ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og snauhogst.

2 Materiale og metode

2.1 Materiale

Undersøkelsen ble gjennomført i fire bestand i Hedmark fylke. Skogsdriftene ble utført i perioden august-november. Bestandene er navngitt etter beliggenhet. Bestandene som inngikk i undersøkelsen ble valgt ut med tanke på sjiktning og treslagssammensetning. Floberget og Opphus er rene granbestand med litt innslag av bjørk. Steinvik og Evenstad er blandingsbestand av gran, furu og bjørk. Terrengforholdene ble klassifisert etter Nijos (2003). Data for forsøksfeltene er gjengitt i tabell 1.

Tab. 1. Skoglige og terrengmessige forhold innen forsøksfeltene.

	Stående volum	Tre antall*	Volum avvirket**	Terreng		
	m ³ /da	ant/da	m ³	Helning %	Jevnhet	Bæreevne
Floberget	17	48	46	12	Jevnt	Fast mark
Steinvik	41	21	73	0	Jevnt	Vekslende bæreevne
Evenstad	24	48	40	10	Jevnt	Fast mark
Opphus	26	47	70	4	Noe ujevnt	Vekslende bæreevne

* Stående trær med brysthøydiameter minimum 10 centimeter under bark

** Hentet fra hogstmaskinens apteringsutstyr

2.2 Metode

Innen hvert forsøksfelt ble det lagt ut fire stikkveier. Langs to av stikkveiene ble det utført selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og langs de to gjenværende stikkveiene ble det utført snauhogst.

I alle forsøksfeltene ble det benyttet engreps hogstmaskin og lastetraktor. Maskinenes størrelse kan karakteriseres som middels til store. Totalt var det sju førere som kjørte maskinene og alle hadde lang erfaring. Maskinene som ble benyttet i det enkelte forsøksfelt er vist i tabell 2.

Tab. 2. Oversikt over maskinene.

	Hogstmaskin	Hogstaggregat	Lastetraktor
Floberget	Valmet 911.1	Valmet 945	Valmet 860.1
Steinvik	Valmet 911.1	Valmet 945	Valmet 860.1
Evenstad	Valmet 921	Valmet 360	Valmet 890
Opphus	Rottne 5005	EGS 550	Valmet 840.2

2.2.1 Tidsstudiet

Studiet er både et sammenlignende og et kombinert teknisk og biologisk studie, der det tekniske beskriver maskinenes produktivitet og det biologiske beskriver kvaliteten på det utførte arbeidet.

Maskinenes produktivitet blir uttrykt ved:

$$\text{virketid (E}_0\text{) pr. m}^3$$

Kvaliteten på det utførte arbeidet kommer til uttrykk ved:

1. skadenivå og skadetype på gjenstående trær
2. hjulspordannelse

Innen hvert forsøksfelt ble det merket opp en behandlingsenhet for hver av hogstformene. Innen hver behandlingsenhet ble det merket opp to stikkveier med lengde 100 meter og hogstmaskinen avvirket hele kransonen langs disse stikkveiene. Fører hadde mulighet til å avvike fra den oppmerkete stikkveien hvis han så det formålstjenlig. Hver stikkvei ble plassert slik i terrenget at de terrengmessige- og skoglige forholdene ble så like som mulig mellom hogstformene. Ved selektiv hogst ble de trærne, som skulle avvirket, merket på forhånd. I tillegg til de merkete trærne måtte enkelte andre trær fjernes for å komme til de forhåndsmerkete trærne.

Når hogstmaskinen opparbeidet tømmer langs stikkveiene ble tidsforbruket registrert. Tidsregistreringen ble utført etter nullpunktmetoden. Arbeidsoperasjonen hogst ble delt inn i følgende deloperasjoner: klargjøring, opparbeiding og forflytning. Klargjøring inkluderer rydding av underskog og bar samt anlegging av hogstaggregat på de stående trærne. I opparbeiding inngår felling, kvisting, aptering, kapping og sammenføring. Forflytning er maskinens bevegelse langs stikkveien. Ved beregning av hogstmaskinens produktivitet inngikk alle deloperasjonene. Virketid (E_0) oppgitt i hele sekund ble registrert. Tapstider lik eller lengre enn 30 sekund inngikk ikke i virketiden. Produktiviteten oppgis som tidsforbruk pr. kubikkmeter under bark og oppgis i hele sekund. Oversikt over avvirket volum og antall trær som ble avvirket ved den enkelte hogstform, ble hentet fra hogstmaskinens datautstyr.

Lastetraktoren benyttet samme stikkvei som hogstmaskinen. Ved tidsstuderingen av lastetraktoren var det tidsforbruket under pålessing som ble registrert. I pålessing inngikk deloperasjonene lasting og forflytning. Under lasting sto lastetraktoren i ro og lastet tømmer. Forflytning var lastetraktorens bevegelse langs stikkveien. Tidsforbruket ble registrert på samme måte som for hogstmaskinen. Produktiviteten oppgis som tidsforbruk pr. kubikkmeter under bark og oppgis i hele sekund. Tur- og returtransport samt lossing av lass inngikk ikke.

2.2.2 Det kvalitative studiet

I forbindelse med det kvalitative studiet ble det lagt ut prøveflater ved 25, 50 og 75 meter langs stikkveiene. Prøveflatene ble plassert på tvers av stikkveiene og prøveflatenes lengderetning var 90° i forhold til stikkveienes lengderetning.

Prøveflatene var 10 meter brede og lengden tilsvarte kransonen der prøveflaten ble plassert. Prøveflatenes plassering er vist i figur 1.

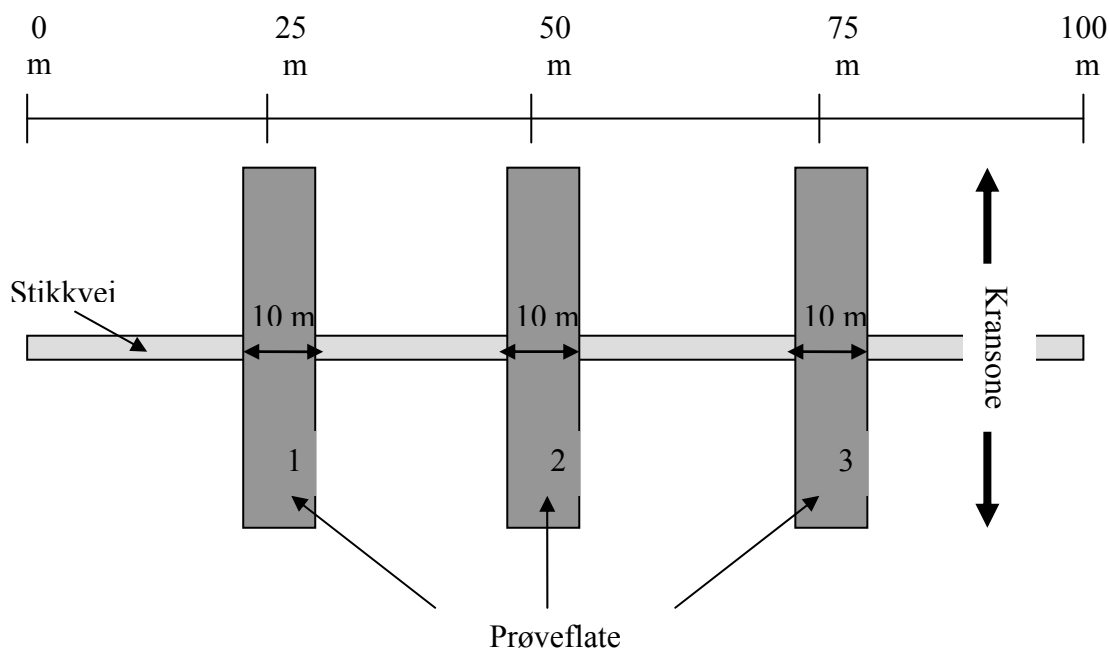


Fig. 1. Prøveflatenes plassering.

Innen disse prøveflatene ble antall gjenstående trær (brysthøydiameter minimum 10 centimeter under bark) med skade registrert. Skadene ble oppgitt som barkavflenging på stamme (over stubbesnitt), rothals (fra stubbesnitt og 0,5 meter målt horisontalt ut fra stubbe) og rotskade. Stamme- og rothalskade ble beskrevet som blottlagt yteved med et blottlagt areal på minimum 2 kvadratcentimeter. Rotskade er avrevet rot med diameter på minimum 2 centimeter og innenfor 2 meter fra gjenstående tre. Det var en forutsetning at røttene tilhørte et av de gjenstående trærne. I tvilstilfeller ble ikke røttene registrert som skadd.

3 Resultat

3.1 Hogst

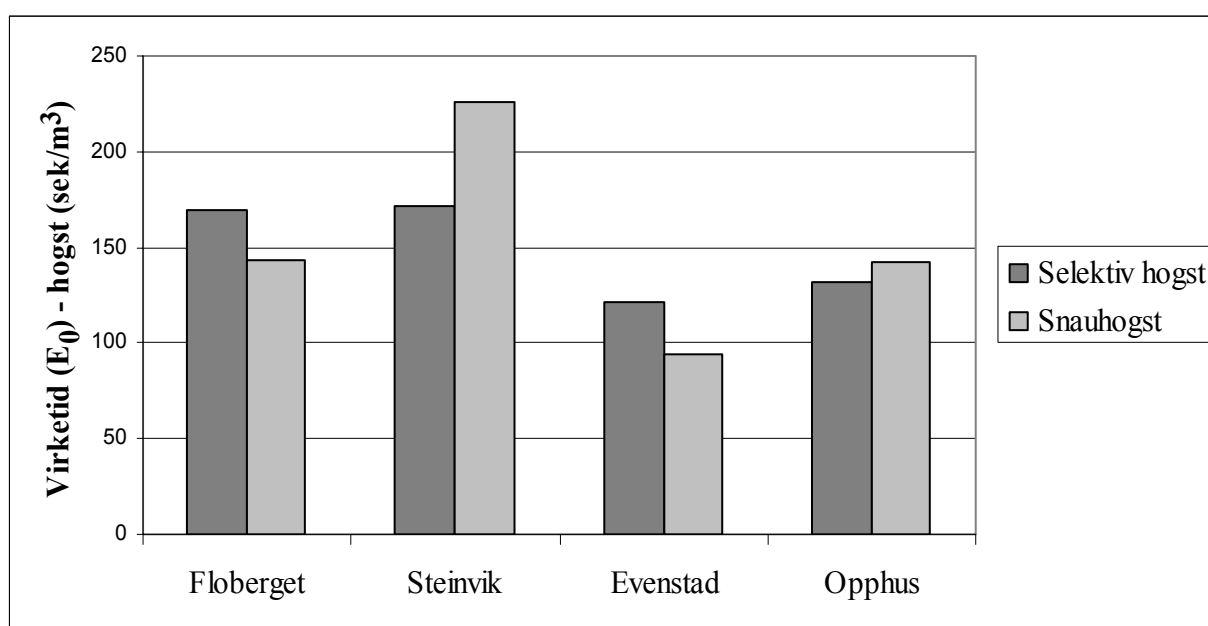


Fig. 2. Hogstmaskinens tidsforbruk.

Det er ikke entydig at hogstmaskinene har høyere tidsforbruk ved selektiv hogst i forhold til snauhogst. I Floberget og Evenstad er tidsforbruket høyest for selektiv hogst, men i de to andre bestandene er tidsforbruket lavest for selektiv hogst. Forskjellen i tidsforbruk varierer mellom 10-54 sekund pr. kubikkmeter.

Relativ forskjell i hogstmaskinenes tidsforbruk for hogstformene er vist i figur 3.

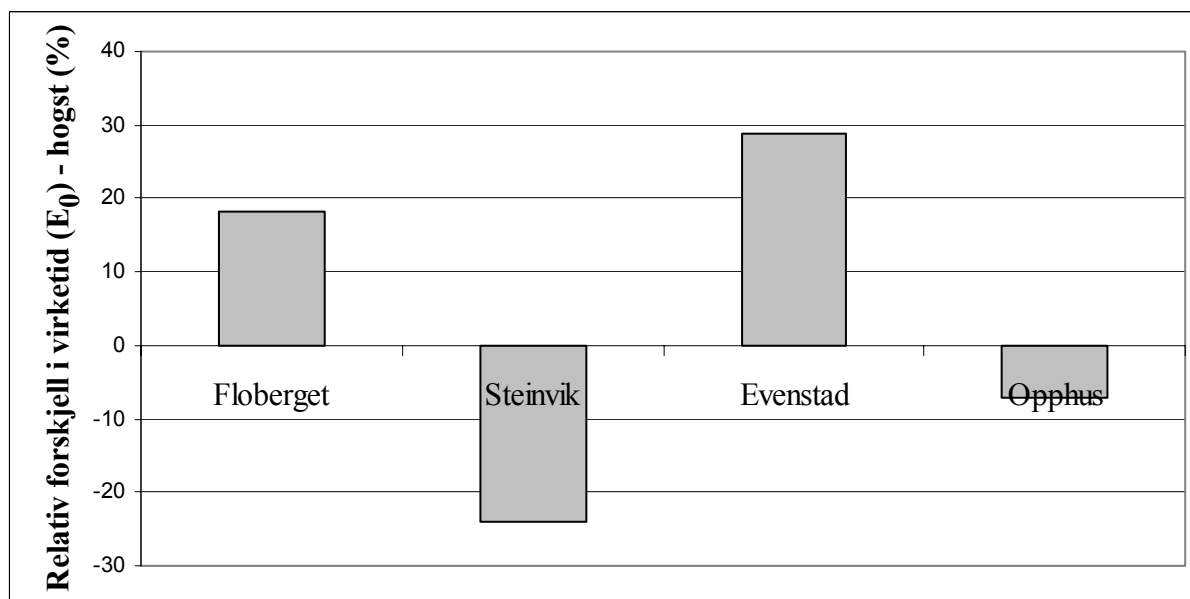


Fig. 3. Relativ forskjell i virketid mellom selektiv hogst og snauhogst.

I Floberget og Evenstad bruker hogstmaskinen 18 og 29 prosent lengre tid på selektiv hogst i forhold til snauhogst. I Steinvik bruker hogstmaskinen 24 prosent kortere tid og i Opphus 7 prosent kortere tid ved selektiv hogst enn for snauhogst.

Gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne er vist i figur 4.

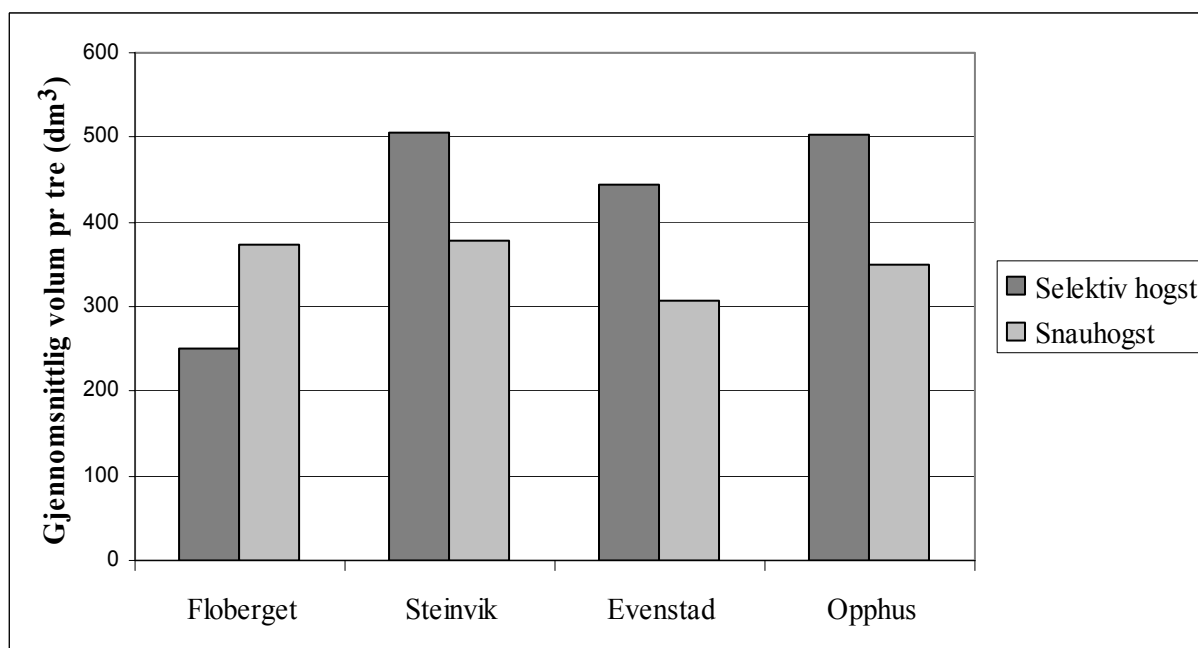


Fig. 4. Gjennomsnittlig volum på de avvirkete trærne.

I Floberget var det forskjell i de skoglige data mellom hogstformene. Ved selektiv hogst var gjennomsnittsdimensjonen lavere enn for snauhogsten. I de andre forsøksfeltene er de skoglige forholdene like for begge hogstformene.

Det praktiske skogbruket er mer interessert i å få en oversikt over kostnadene ved hogst enn tidsforbruket. Det er ikke utarbeidet kostnadstall for den enkelte hogstmaskin i undersøkelsen. Maskinkostnaden er skjønnsmessig fastsatt til 1050 kroner pr time virketid (E_0). Denne timekostnaden er benyttet ved beregningen for hogstkostnaden pr. kubikkmeter for alle hogstmaskinene. Hogstmaskinenes kostnad pr. kubikkmeter er vist i figur 5.

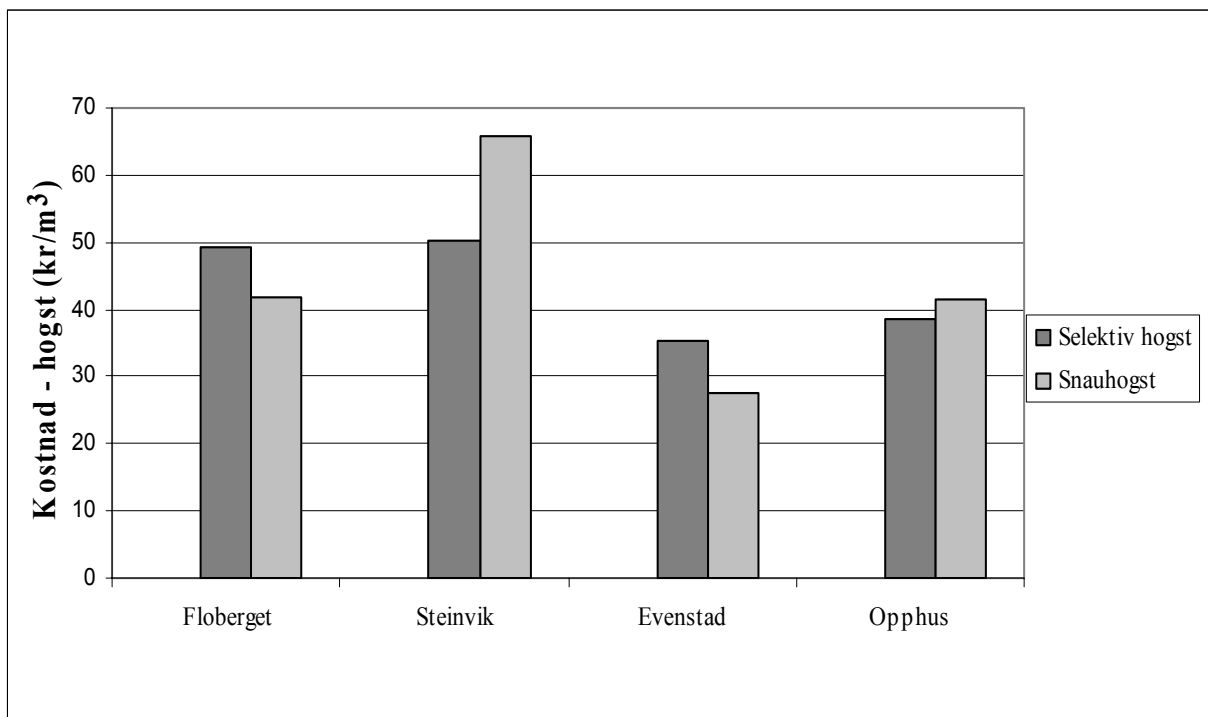


Fig. 5. Hogstkostnad (beregnet).

I Floberget og Evenstad er beregnet hogstkostnad høyest for selektiv hogst. I Steinvik og Opphus er beregnet hogstkostnad lavest for selektiv hogst. Beregnet hogstkostnad varierer mellom 2 og 16 kroner pr kubikkmeter.

3.2 Transport

Arbeidsoperasjonen transport er delt inn i deloperasjonene: transport uten lass, lasting, transport med lass og lossing. Lastetraktorens tidsforbruk under lasting er vist i figur 6.

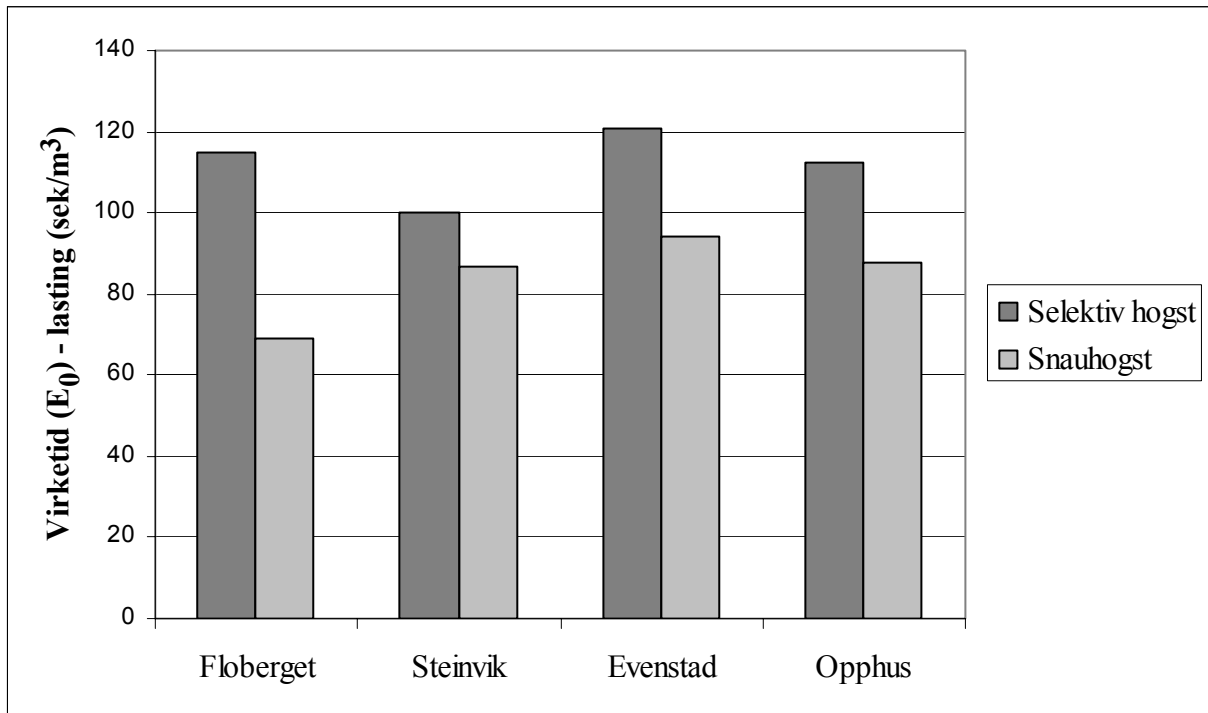


Fig. 6. Tidsforbruk til lastetraktor under lasting.

Lastetraktoren har entydig et høyere tidsforbruk under lastning ved selektiv hogst. Tidsforbruket ved selektiv hogst er 13-46 sekund høyere enn ved snauhogst.

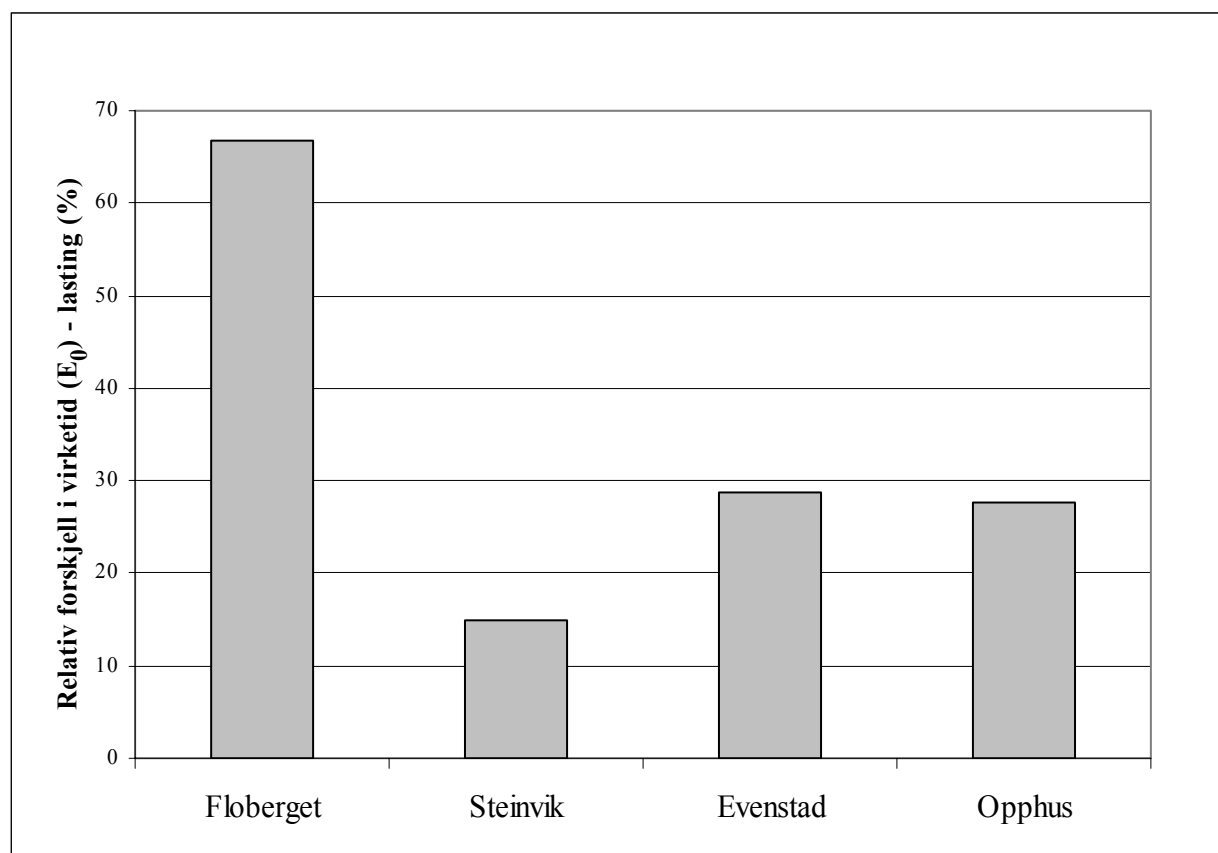


Fig. 7. Relativ forskjell i virketid mellom selektiv hogst og snauhogst.

Den relative forskjellen i lastetraktorens tidsforbruk under lastning varierer mye mellom selektiv hogst og snauhogst. I Floberget er det 67 prosent høyere tidsforbruk ved selektiv hogst. I de andre feltene bruker lastetraktoren mellom 15 og 29 prosent lengre tid under lastning ved selektiv hogst.

Maskinkostnaden for lasting er maskinkostnaden skjønsmessig fastsatt til 750 kroner pr time virketid. Denne maskinkostnaden er benyttet ved beregningen for lastekostnaden pr. kubikkmeter for alle lastetraktorene. Den beregnede lastekostnaden er gjengitt i figur 8.

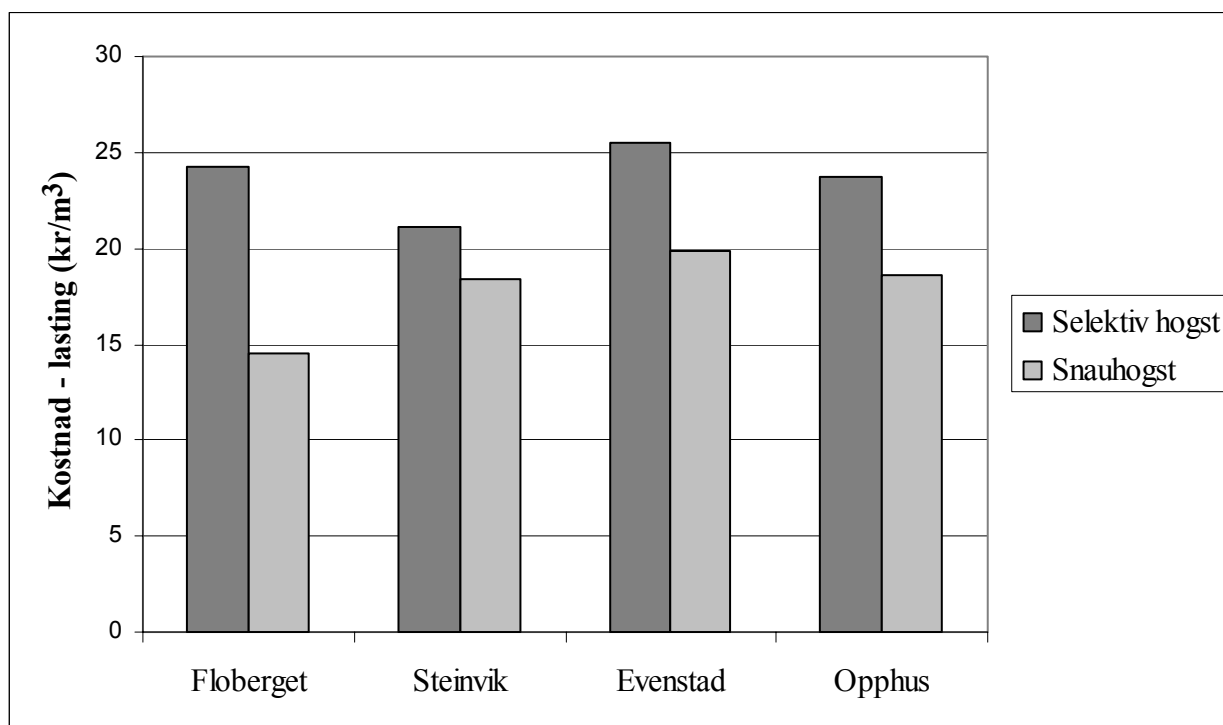


Fig. 8. Kostnad lasting (beregnet).

Selektiv hogst gir en høyere lastekostnad enn snauhogst i alle bestandene. Forskjellen i beregnet lastekostnad er mellom 3 og 10 kroner pr. kubikkmeter. Hvis bestandet, Floberget, ikke tas med er forskjellen i lastekostnad mellom 3 til 5 kroner pr. kubikkmeter.

3.3 Skader på gjenstående trær

Ved selektiv hogst er det med et unntak liten variasjon i antall gjenstående trær med diameter over 10 centimeter mellom de enkelte forsøksfeltene.

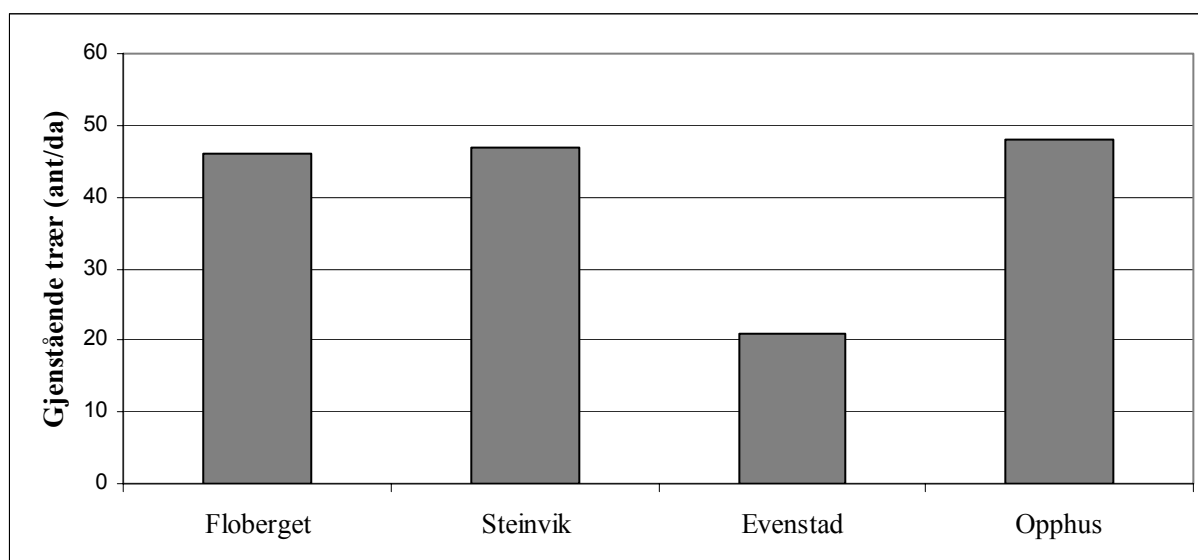


Fig. 9. Gjenstående trær ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS.

Under hogst og transport oppsto det skader på de gjenstående trærne. Hvor stor andel av de gjenstående trærne som ble skadd og hvilken type skade som oppsto er gjengitt i figur 10.

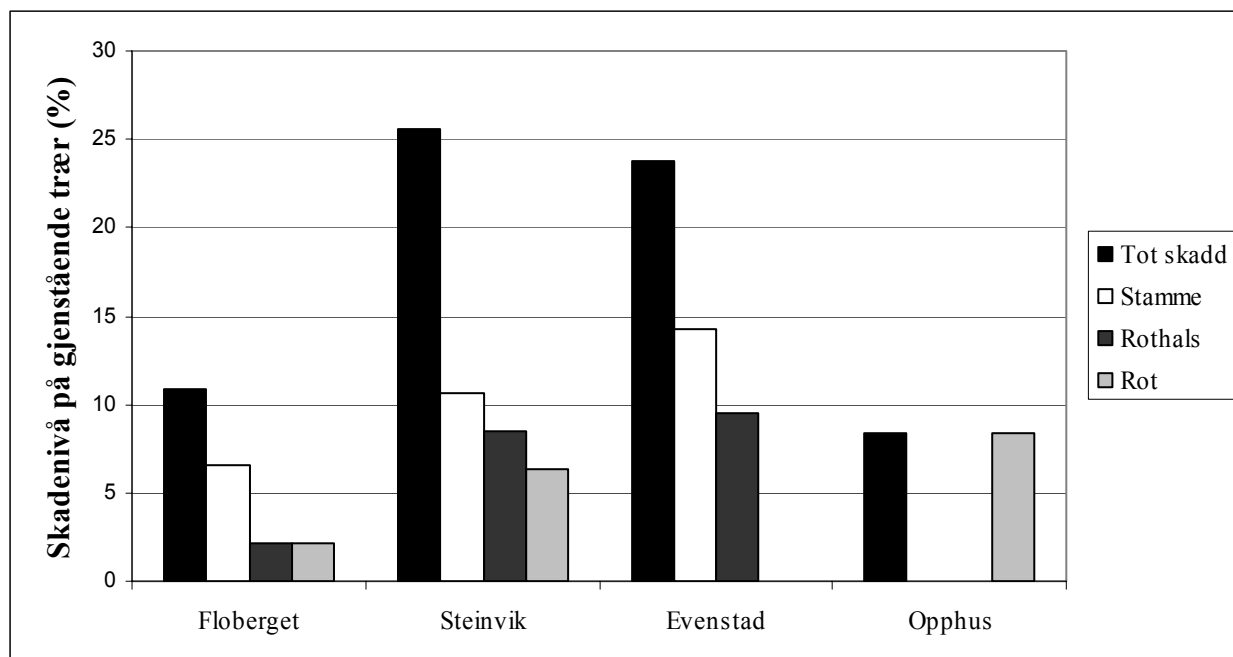


Fig. 10. Skadenivå på gjenstående trær ved selektiv hogst.

Generelt er det stor andel av de gjenstående trærne som ble skadd. Skadenivået på gjenstående trær over 10 centimeter varierer fra 8 prosent i Opphus til 26 prosent i Steinvik. Barkavflenging på stamme er den største skadetypen, deretter kommer skader på rothals. Andel rotskader var mindre på prøvefeltene. Opphus avviker fra de andre prøvefeltene fordi det ikke er stamme- eller rothalskade, men har størst andel rotskader.

3.4 Terrengskade

Hjulspor er oppgitt som terrengskade, og blir registrert som skade når hjulspordybden er minimum 10 centimeter over en sammenhengende lengde på minimum 1 meter. Den relative andelen av hjulsporene som er dypere enn 10 cm er vist i figur 11.

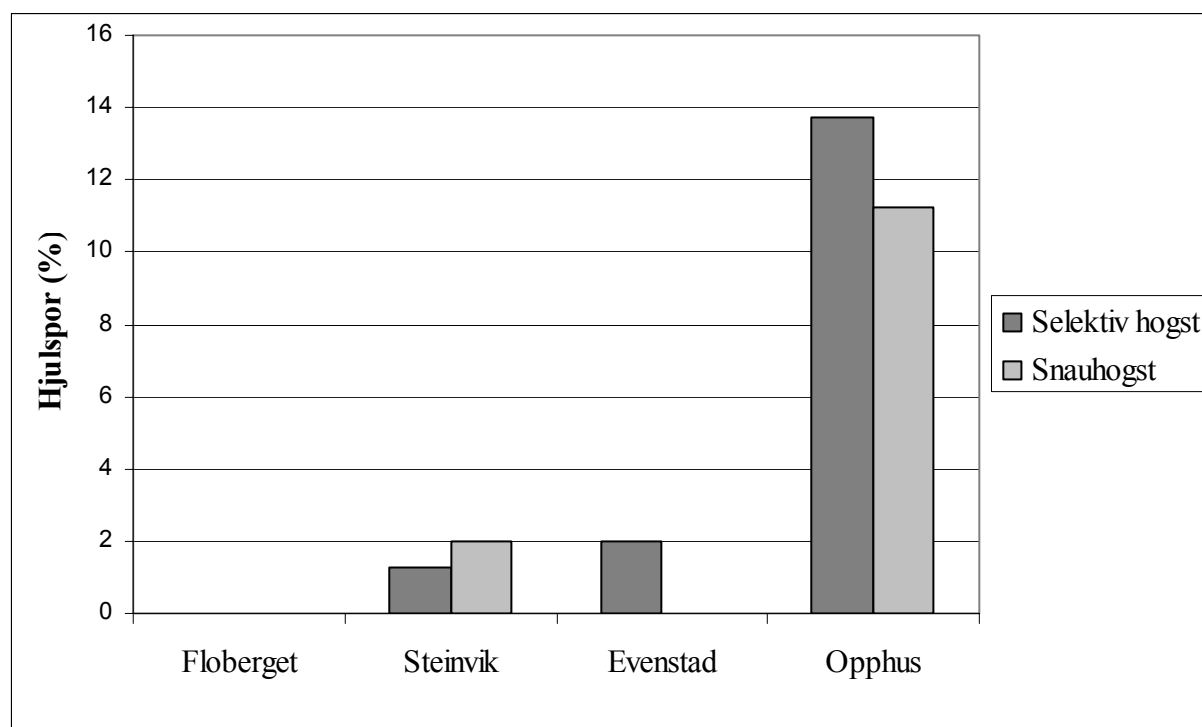


Fig.11. Hjulsporskader langs stikkveiene.

Det er ikke forskjell i hjulspordannelse mellom selektiv hogst og snauhogst. Det er imidlertid stor forskjell i andel hjulspor mellom de ulike forsøksfeltene. Det er en klar tendens at de bestandene som har best teknisk bæreevne også har minst hjulspordannelse.

I Floberget ble det ikke registrert hjulspor. Dette forsøksfeltet har den beste tekniske bæreevnen. Evenstad og Steinvik har lik andel hjulspor der det er 1 til 2 prosent av hjulsporenlengden som er dypere enn 10 centimeter. I Evenstad er det fast mark mens i Steinvik er det vekslende bæreevne. Opphus hadde varierende teknisk bæreevne der halve bestandet hadde teknisk god bæreevne og den andre halvdel hadde liten teknisk bæreevne. Av den totale hjulsporenlengden var mellom 11 og 14 prosent dypere enn 10 centimeter.

4 Diskusjon

4.1 Materiale og metode

Forsøksfeltene ble valgt ut på grunnlag av sjiktning og treslagssammensetning. I tillegg skulle terrenget innen det enkelte forsøksfelt være ensartet og klassifisert som lettdrevet. Innen hvert forsøksfelt ble det i den selektive hogsten etter prinsippet KONTUS avvirket mellom 40-73 kubikkmeter tømmer. Sammen med tidligere utførte undersøkelser vil resultatene fra denne undersøkelsen være med på å styrke grunnlaget for fastsettelse av driftskostnadene ved selektiv hogst.

Tre entreprenører utførte det praktiske arbeidet i forbindelse med driftene. Totalt var det sju maskinførere som kjørte maskinene. Alle maskinførerne hadde lang erfaring med maskinene som ble benyttet. Det hadde vært en fordel at samme entreprenør utførte alle driftene for det kan være forskjell i prestasjon mellom ulike førere. Andre undersøkelser viser at opptil 30 prosent av variasjonen i maskinenes prestasjon kan forklares av fører (Gjedtjernet Furuberg 1989).

Produksjonsstudiet ble gjennomført under selve avvirkningen av bestandet. Det kvalitative studiet ble gjennomført som en etterkontroll etter at selve hogst- og transportarbeidet var avsluttet.

Trærne som skulle avvirket i den selektive hogsten ble merket før hogst. Dette kan være med på å øke produksjonen til hogstmaskinen fordi fører slipper å vurdere det enkelte tre før hogst. Merking før hogst kan i enkelte tilfelle virke negativt inn på maskinenes produksjon fordi trærne er for dårlig merket og fører må bruke ekstra tid på å finne igjen de merkete trærne. På grunn av dette må trærne være tydelig merket for at det skal være tidsbesparende. Det ble ikke undersøkt om merking av trærne hadde innvirkning på hogstmaskinens produksjon.

Under arbeidet må feltarbeider oppholde seg bak hogstmaskinen og dette kan medføre at feltarbeider kan ha problemer med å se hogstaggregatet til en hver tid og kan ha problemer med å skille de enkelte deltidene fra hverandre. De enkelte deltidene ble slått sammen for å finne totaltiden og det er totaltiden som inngår i beregningen av tidsforbruk pr m³ tømmer. Under registreringen av lastetraktoren kunne feltarbeider plassere seg ut fra optimale forhold for registreringen. Dette medfører at registreringene av deltidene er foretatt med god sikkerhet.

Lileng (2003) oppgir kostnadstall for en hogstmaskin til å være 1140 kr pr time virketid. Dette er kostnader for en hogstmaskin som koster 3,5 millioner i innkjøp. Hogstmaskinene som ble benyttet i denne undersøkelsen har lavere innkjøpspris og maskinkostnadene pr virketime er skjønnsmessig fastsatt til 1050 kr pr time virketid. Lastetraktorens timekostnad er skjønnsmessig satt til 750 kr pr time virketid. Det er disse maskinkostnadene som er benyttet for å beregne hogst- og lastekostnaden i det enkelte bestand. Det er ikke utført gode beregninger av de ulike maskinenes timekostnad. Derfor er samme timekostnad benyttet på maskinene selv om timekostnaden i praksis vil variere noe mellom maskinene. Maskinenes timekostnad og tidsforbruk er grunnlag for fastsettelse av driftskostnadene. Det forventes at maskinenes tidsforbruk er høyere ved lukkede hogster enn ved snauhogst. Det er utarbeidet driftstatistikk for snauhogst (Dale & Stamm 1994) og Eid (1998) anbefaler at snauhogst gir det generelle grunnlag for driftskostnad og deretter justeres produksjonsanslagene for å finne riktig driftskostnad for den aktuelle hogstform.

Volum på avvirket tømmer ble hentet fra hogstmaskinens apteringsutstyr. Det var ulikt antall sortimenter i de ulike driftene. Forutsatt at hogstmaskinene er godt kalibrert gir dette en god oversikt over avvirket volum tømmer for hogsten. En av hogstmaskinene målte volum løv på bark mens de andre målte volum under bark på alle sortimentene.

I kvalitetsstudiet ble det langs hver stikkvei lagt ut tre prøveflater med 25 meters mellomrom. Prøveflatene ble jevnt fordelt i bestandet og resultatene gir et godt bilde av hvordan skadenivå og andel hjulspor ble for den enkelte hogstmetoden. Det er imidlertid en svakhet for registreringen av skader på gjenstående trær at prøveflatene bare dekker kransonen. Under felling ble trærne felt på skrå fremover fra hogstmaskinene og den øvre del av trærne kan forårsake skader utenfor kransonen. Etersom prøveflatene bare dekker kransonen blir skader utenfor denne ikke registrert.

4.2 Hogst

Selektiv hogst medfører høyere tidsforbruk enn snauhogst forutsatt samme gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne fra begge hogstformene (Fjeld 2003). Ved praktisk gjennomføring av selektiv hogst etter prinsippet KONTUS blir gjennomsnittsvolumet til de avvirkete trærne høyere enn ved snauhogst. Gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne var 129-154 liter større i selektiv hogst enn for snauhogst. Dette gir 34-44 prosent høyere gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne fra den selektive hogsten. Fjeld (2003) oppgir at hogstmaskinens tidsforbruk avtar ved økende trestørrelse og at reduksjonen i tidsforbruk avhenger av bestandets tetthet. I bestand med lav tetthet vil gjennomsnittsvolumet til de avvirkete trærne ha større innvirkning på hogstmaskinens tidsforbruk enn i tette bestand. I bestand med tetthet over 25 kubikkmeter pr dekar vil selektiv hogst medføre høyere tidsforbruk enn snauhogst mens i bestand med tetthet under 25 kubikk pr dekar vil selektiv hogst medføre et lavere tidsforbruk. Når bestandet har en tetthet under 25 kubikkmeter pr dekar og trestørrelsen er 40 prosent høyere enn for snauhogst er tidsforbruket i selektiv hogst 10 prosent lavere enn for snauhogst. Dette medfører at størrelsen til de uttatte trærne får større betydning desto lavere tetthet det er i bestandene.

Det var ikke anlagt stikkveier i forsøksfeltene fra før slik at hogstmaskinen måtte avvirke stikkveiarealet. Dette medfører at en relativt stor andel av de uttatte trærne kommer fra stikkveiene og dette er med på å redusere gjennomsnittsvolumet til de uttatte trærne (Lexerød 2001). Hvis de samme stikkveiene benyttes ved neste hogst kan forskjellen i gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne fra selektiv hogst og snauhogst bli større. Dette kan medføre at det blir enda gunstigere å gjennomføre selektiv hogst, ettersom forskjellen i gjennomsnittlig volum på de uttatte trærne blir større. Selv om tidsforbruket for det enkelte tre øker ved selektiv hogst blir tidsforbruket pr kubikkmeter lavere fordi gjennomsnittsdimensjonen til de uttatte trærne er høyere.

Hogstmaskinen bruker lengre tid på forflytning pr kubikkmeter i selektiv hogst enn i snauhogst. Det er en tendens at opparbeidingstiden pr kubikkmeter er høyere i selektiv hogst og dette er naturlig ettersom trestørrelsen også er større. Det er en tendens at kranbevegelser og klargjøring for felling har et lavere tidsforbruk ved selektiv hogst. Dette kan skyldes at de trærne som skulle

avvirkes i den selektive hogsten var merket på forhånd slik at fører slapp å bruke tid på valg av trær som skal avvirkes.

4.3 Transport

I alle bestandene er tidsforbruket pr kubikkmeter høyest for lastetraktoren i selektiv hogst. Uttak av tømmer pr arealenhet er lavere og dette medfører at lastetraktoren må forflytte seg over en lengre strekning for å få fullt lass. Dette blir forsterket når det er flere treslag og flere sortiment innen samme drift. Dette blir ytterligere forsterket når det kjøres lass med bare et sortiment. I tillegg må fører ta hensyn til gjenstående trær under pålessing ved selektiv hogst. Dette er også med på å øke tidsforbruket i forhold til snauhogst.

Det er bare deloperasjonen lasting som blir påvirket av hogstform (Dale & Stamm 1994) og det er økningen i tidsforbruk under lasting som skal kompenseres med en høyere transportpris. I Floberget var det 67 prosent høyere tidsforbruk ved lasting etter selektiv hogst enn for snauhogst. Etersom forsøksfeltet i Floberget ikke hadde like skoglige forhold der det ble utført selektiv hogst og snauhogst bør det ikke tas for store hensyn til resultatene fra dette forsøksfeltet. For de andre forsøksfeltene varierer økningen i tidsforbruk ved selektiv hogst mellom 15-29 prosent i forhold til snauhogst. Dette samsvarer godt med undersøkelser utført av Fjeld (2003) som oppgir at lastetraktoren trenger 25 prosent lengre tid for å laste fullt lass ved selektiv hogst. Når det forutsettes en maskinkostnad på 750 kroner pr virketime blir dette en økning på 3-5 kroner pr kubikkmeter. Hvis resultatene fra Floberget tas med blir økningen 3-10 kroner pr kubikkmeter. Det vil bli mer administrasjon ved selektiv hogst enn snauhogst (Dale & Stamm 1994) og dette må kompenseres. På grunn av økning i tidsforbruk under lasting og økt tidsforbruk til administrasjon er det grunnlag for å si at transport fra selektiv hogst bør ha 5 kroner høyere transportpris enn transport fra et tilsvarende bestand der det er utført snauhogst.

4.4 Skade på gjenstående trær

Av de gjenstående trærne var 8-26 prosent skadd. Det er stamme- og rothalsskader som er de dominerende skadetyperne, men det er også mange trær har rotskader.

Stamme- og rothalsskadene skyldes i hovedsak hogstmaskinen. Selektiv hogst etter prinsippet KONTUS medfører at det er de største trærne i bestandet som blir avvirket. Disse trærne har størst krone og de kraftigste kvistene. Dette medfører at de kan skade stammen på gjenstående trær når de felles inn blant trær som skal stå igjen. Under felling benyttet førerne av hogstmaskinene samme fellemonster i den selektive hogsten og snauhogsten. I utgangspunktet prøver fører å retningsfelle trærne inn i åpninger i bestandet, men samtidig ønsker de å se på treets stubbesnitt for å konstatere om trærne har råte. På grunn av dette ble trærne felt i fiskebeinsmønster på skrå fremover fra maskinen. I bestandet, Steinvik, var det enkelte dominerende furuer som sto inne i bestandet. Disse ble avvirket i den selektive hogsten. Det ble ikke gjort noen spesielle vurderinger av hvor stor andel av stammeskadene som skyldes fellingen av disse furutrærne, men inntrykket var at furutrærne førte til høyere stammeskader på gjenstående trær enn det de dominerende grantrærne gjorde. Dette skyldes at furu har stivere kvister enn gran.

Lastetraktoren kan påføre de gjenstående trærne skader under pålessing. Dette ble ikke registrert under feltarbeidet. De fleste stammeskadene ble dannet under felling av trærne. Det ble imidlertid registrert at lastetraktoren forårsaket stammeskader på de trærne som var nærmest stikkvei under forflytning. Det var hjul og staker som forårsaket disse skadene.

Andelen stammeskader kan reduseres ved drift på ettervinter for da er barken mest motstandsdyktig mot avflenging og kvisten på de avvirkete trærne er ikke så stiv som ved lave temperaturer midt på vinter (Fjeld 1996).

Det var hogstmaskinen som forårsaket de fleste rothalsskadene. Opptil 14 prosent av de gjenstående trærne hadde rothalsskader. Under opparbeiding ble trærne dratt inn mot stikkveien ved bruk av kran og mating med hogstaggregatet. Dette medførte at trærne kommer i kontakt med rothals på

gjenstående trær og det kan oppstå barkavflenging på rothalsen. Det er i hovedsak de største trærne som avvirket og hogstmaskinene kan ha problemer med å mate disse gjennom hogstaggregatet på grunn av trærnes størrelse og kraftige greiner. For å oppnå tilfredsstillende kvistingsresultat ble trærne kjørt frem og tilbake i hogstaggregatet og risikoen for både stamme- og rothalskader på de gjenstående trærne økte. For å unngå at trærne må reverseres under opparbeiding er det viktig at hogstaggregatet har nok kraft til å utføre kvistingen uten returkjøring av hogstaggregatet. Det var den hogstmaskinen med det minste hogstaggregatet som hadde størst tendens til returkjøring. Det er viktig at hogstmaskinene har hogstaggregat som er dimensjonert for slutthogst. Inntrykket under feltarbeidet var at den største hogstmaskinen hadde minst problemer ved opparbeiding av trærne.

Det oppsto noen rotskader under driften. Opptil 8 prosent av de gjenstående trærne hadde rotskader. Det var lastetraktoren som var årsak til rotskadene. Hvis ikke stikkveiene hadde vært barlagt ville andelen med rotskader vært høyere. Det er bare i bestand med fast mark at det kan gjennomføres selektive hogster på barmark uten at det blir for mye rotskader. I bestand med liten bæreevne er det ikke tilstrekkelig å barlegge stikkveiene. I disse bestandene må det i tillegg være tele for å holde andelen rotskader på et akseptabelt nivå.

Ettersom det er de største trærne som avvirket i selektiv hogst må det aksepteres en høyere skadeandel enn det som er akseptert etter tynning. Akseptabel skadegrense ved første gangs tynning er ofte satt til 5 prosent av gjenstående trær. Denne undersøkelsen viser at skadenivået varierte mellom 8 og 26 prosent av de gjenstående trærne. Dette kan virke som et høyt nivå, men andre undersøkelser viser også tilsvarende skadenivå på gjenstående trær. Granhus og Fjeld (2003) oppgir et skadenivå på 11,4 prosent av gjenstående trær over 3 meter høyde ved selektive foryngelseshogster i sjiktet granskog. Dale, Kjöstelsen & Aamodt (1993) oppgir et skadenivå på 18 prosent av de gjenstående trærne ved høytynning og 11 til 15 prosent ved gruppehogst, gjennomhogst og skjermstillingshogst.

4.5 Terrengskader

Selv om det var plussgrader og bar mark ble det lite terrengskader i bestandene. Det var lastetraktoren som var årsak til dannelsen av hjulsporene. Det var ikke forskjell i andel terrengskader mellom selektiv hogst og snauhogst. I to av forsøksfeltene, Floberget og Evenstad, var det fast mark. I Floberget ble det ikke registrert hjulsporskade. I Evenstad var 2 prosent av hjulsporlengden dypere enn 10 centimeter. Selv om det var vekslende bæreevne i forsøksfeltet Steinvik var bare 1-2 prosent av hjulsporlengden dypere enn 10 centimeter. Dette skyldes at fører av hogstmaskinen la mesteparten av baret i stikkveiene. I tillegg supplerte lastetraktorfører med mer bar på de mest utsatte partiene langs stikkveiene. I Opphus ble det større andel hjulsporskader. Halvparten av dette forsøksfeltet hadde fastmark og der ble det ikke registrert hjulsporskader. Den andre halvdel av forsøksfeltet hadde liten bæreevne og der ble det store hjulsporskader. Selv om stikkveiene ble barlagt medførte utkjøringen av tømmeret at det ble dannet dype hjulspor langs stikkveiene der det var liten bæreevne. Når bæreevnen er liten må driften utsettes til det er tele som bedrer bæreevnen. Dette støttes også av Dale (1995) som oppgir at det oppstår uakseptable hjulsporskader ved drift på barmark uten tele.

4.6 Entreprenørenes vurderinger

- Forventer høyere driftspris ved selektiv hogst enn ved snauhogst.
- Enklere og raskere å hogge i bestand som ikke er forhåndsblinket.
- Maskinene som ble benyttet i driftene er godt egnet til selektiv hogst.
- Prøver å utnytte åpninger i bestandet under felling og felle flere trær på samme sted for å unngå skader på gjenstående trær og foryngelse.
- Vanskelig å unngå skader på foryngelsen.
- Skadenivå på gjenstående trær og terreng kan reduseres ved å gjennomføre driftene på vinterstid når det er tele og snødekt mark.

4.7 Egne vurderinger

Driftskostnad

Hogst

- Forutsatt likt gjennomsnittsvolum i uttak blir hogstkostnad høyere ved selektiv hogst.
- I praksis lik hogstkostnad når selektiv hogst gir 100-150 liter større gjennomsnittsvolum i uttak.

Transport

- Transportkostnad høyere ved selektiv hogst.
- Når gjennomsnittsvolum i uttak er 100-150 liter større ved selektiv hogst bør transportkostnaden økes med 5 kr/m³ i forhold til snauhogst.
- Tur-/returtransport og lossing betales etter samme prinsipp som ved snauhogst.
- Stikkveinettet i bestandet må planlegges slik at det blir færrest mulig passeringer langs hver stikkvei. Stikkveiene bør legges opp som sløyfer for å unngå tur- og returkjøring i samme stikkvei.

Valg av maskiner

- Desto større hogstmaskin desto lavere tidsforbruk.
- En stor hogstmaskin er dimensjonert for å opparbeide store trær og har en sterkere kran og kraftigere hogstaggregat slik at den håndterer trærne lettere under opparbeidingen.
- Hvis det benyttes en middels stor hogstmaskin anbefales det å benytte et hogstaggregat som er dimensjonert for sluttavvirkning.
- Størrelse på lastetraktor velges ut fra hogstmaskinens produksjon.

Fellemønster

- Under hogsten ble trærne felt i fiskebeinsmønster bort fra hogstmaskin. For å redusere skade på forhåndsgjenvæksten må det prøves ut andre fellemonstre og trærne bør opparbeides uten at de trekkes langs bakken under opparbeidingen.

Tidspunkt

- For å holde skadenivået på gjenstående trær og terreng på et akseptabelt nivå bør selektive hogster gjennomføres på vinter.

Litteratur

Dale, Ø., Kjøstelsen, L. & Aamodt H. E., 1993. Flerbruksrettet driftsteknikk. Mekaniserte, lukkede hogster. Rapport fra Skogforsk. 20/93.

Dale, Ø. & Stamm, J., 1994. Grunnlagsdata for kostnadsanalyse av alternative hogstformer. Rapport fra Skogforsk 7/94.

Dale, Ø. & Aamodt, H. E., 1994. Sammenhenger mellom hjulsporskader og jordfuktighet ved kjøring på skogsmark. Rapport fra Skogforsk 15/94.

Dale, Ø. & Aamodt, H. E., 1994. Tiltak for å hindre terrengskader, barlegging av kjøreveier. Rapport fra Skogforsk 16/94.

Dale, Ø., 1995. Omfang og årsaker til hjulsporskader etter skogsdrifter. En feltregistrering fra fem regioner i Norge. Rapport fra Skogforsk 7/95.

Eid, T., 1998. Langsiktige prognoser og bruk av prestasjonsfunksjoner for å estimere kostnader ved mekanisk drift. Rapport fra Skogforskningen 7/98.

Fjeld, D., 1992. Snauhogst og skjermstillingshogst- en sammenligningsstudie av tidsforbruk ved mekanisert hogst. Aktuelt fra skogforsk 11/92.

Fjeld, D., 1994. Time consumption for selection and patch cutting with one-grip harvester. Meddelelser fra Skogforsk 47.4.

Fjeld, D., 1996. Driftstekniske konsekvenser av utradisjonell skogbehandling. Aktuelt fra Skogforsk 3/96:47-51.

Fjeld, D. & Granhus, A., 2003. Selektive foryngelseshogster – prestasjoner ved hogs tog utdrift. Norsk Skogbruk 10/03:28-30.

Gjedtjernet Furuberg, A. M., 1989. Tømmertransport med traktor i norsk skogterreng. Doctor Scientiarum Theses 1989: 11, Norges Landbrukshøgskole.

Lexerød, N., 2001. Alternative skogbehandlinger – produksjon, virkeskvalitet, driftsteknikk & økonomi. Aktuelt fra Skogforsk 1/2001:17-20.

Lileng, J., 2001. Skogsmaskiner – kostnader, kalkyler og økonomikontroll. Rapport fra Skogforskningen 3/01.

Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, 2003. Feltinstruks Landskogstaksering. Nijos dokument 8/03.

Vedlegg

Tab. 3. Gjennomsnittlig volum på avvirkete trær.

Hogstmetode	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus
	dm ³			
Selektiv hogst	251	506	443	503
Snauflate	373	377	307	349
Forskjell i volum	-122	129	136	154

Tab. 4. Hogstkostnad.

Hogstmetode	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus
	kr/m ³			
Selektiv hogst	49	50	35	39
Snauhogst	42	66	27	41
Relativ forskjell	18	-24	29	-7

Tab. 5. Lastekostnad.

Hogstmetode	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus
	kr/m ³			
Selektiv hogst	24	21	25	23
Snauhogst	14	18	20	18
Relativ forskjell	67	15	29	28