

Stig Ole Stener,
Merete Furuberg og Stig Nordli

KONTUS

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

Høgskolen i Hedmark
Rapport nr. 9 – 2004

Revidert utgave

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.

Forfatterne er selv ansvarlige 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. 9 – 2004

© Forfatterne/Høgskolen i Hedmark

ISBN: 82-7671-383-1

ISSN: 1501-8563



Høgskolen i Hedmark

Tittel: KONTUS. Sammenligning av driftspris 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: 9

Utgivelsesår: 2004

Sider: 31

ISBN: 82-7671-383-1

ISSN: 1501-8563

Oppdragsgivere: Glommen skogeierforening og Mjøsen skogeierforening

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

Sammendrag:

Undersøkelsen sammenligner skogsmaskinenes tidsforbruk ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og snauhogst samt skader på gjenstående trær og terreng i fem forsøksdrifter i perioden august–mars. Selektiv hogst etter prinsippet KONTUS medfører at gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne er høyere enn ved snauhogst.

Det er ikke entydig at selektive hogster etter prinsippet KONTUS medfører høyere tidsforbruk på hogstmaskin. Denne undersøkelsen gir ikke grunnlag for å fastslå at hogstprisen skal økes ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS. Lastetraktoren har entydig et høyere tidsforbruk under lasting ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og dette medfører at transportprisen bør være 5 kr/m³ høyere ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS enn ved snauhogst.

Selektiv hogst etter prinsippet KONTUS kan medføre at det blir store skader på gjenstående trær. Mellom 8–26 prosent av de gjenstående trærne fikk skader. 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 clear cutting 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: 9

Year: 2004

Pages: 31

ISBN: 82-7671-383-1

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 five different research operations during the period August to March. In selective cutting following the principle KONTUS the average volume of the produced trees are higher than compared to clear cutting.

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

There is registered much damage on remaining trees when selective cutting following the principle KONTUS is carried out on not frozen ground. 8–26 percent of remaining trees were damaged. 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 KONTUS og snauhogst. I tillegg er skader på gjenstående trær og terreng registrert for hogstformene.

Jeg takker alle som har deltatt i undersøkelsen. Skogeierne som har stilt bestand til disposisjon, entreprenørene som har gjennomført skogsdriftene og student 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, april 2004

Stig Ole Stener

Merete Furuberg

Stig Nordli

INNHOOLD

Forord.....	I
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.....	8
3 Resultat.....	10
3.1 Hogst.....	11
3.1.1 Hogstmaskinens tidsforbruk.....	11
3.1.2 Beregnet hogstpris.....	12
3.2 Transport.....	14
3.2.1 Lastetraktorens tidsforbruk.....	14
3.2.2 Beregnet lastepris.....	16
3.3 Skader på gjenstående trær.....	17
3.4 Terrengskade.....	18
4 Diskusjon.....	20
4.1 Materiale og metode.....	20
4.2 Hogst.....	22
4.3 Transport.....	24
4.4 Skade på gjenstående trær.....	25
4.5 Terrengskader.....	27
4.6 Entreprenørenes vurderinger.....	28
4.7 Egne vurderinger.....	28
Litteratur.....	30
Vedlegg.....	

1 INNLEDNING

Det er økende interesse for å vurdere selektive 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 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. Når hogstmaskinens produksjon sammenlignes mellom snauhogst og skjermstillingshogst blir hogstmaskinens produksjon redusert med 7,7 prosent der utgangstettheten er 53 trær pr. dekar og skjermtettheten er 21 trær pr. dekar. Når utgangstettheten er 76 trær pr. dekar blir hogstmaskinens produksjon redusert med 21,2 prosent når skjermtettheten er 21-34 trær pr. dekar. Når hogstmaskinens produksjon sammenlignes mellom snauhogst og gjennomhogst blir hogstmaskinens produksjon redusert med 24,7 prosent ved utgangstetthet 53 trær pr. dekar og gjennomhogst der det står igjen 26 trær pr. dekar. Når utgangstettheten er 76 trær pr. dekar blir hogstmaskinens produksjon redusert med 36,0 prosent der det står igjen 43 trær pr. dekar. 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 småflatehogst med flatestørrelse på 0,6 dekar var ubetydelig mindre enn ved plukkhogst. Hvor stor andel av bestandens 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 innsamlete data oppgir de en prestasjon på 13,7 m³ ub/E₁₅ for hogstmaskin og 11 m³ ub/E₁₅ for lastetraktor i snauhogst. Sammenlignet med snauhogst viste undersøkelsen at de administrative kostnadene for hogstmaskinen økte i intervallet fra 2–10 prosent for de alternative hogstformene. Tilsvarende økning for lastetraktoren var i intervallet fra 2–4 prosent. Økning i tidsforbruk får ikke stor innvirkning på driftskostnaden fordi administrasjon og organisering utgjør bare 2–10 prosent av tjenestetiden.

Fjeld (1996) har undersøkt effektiv tidsforbruk ved ulik 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 (Gjedtjernet Furuberg 1989). 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, Kjöstelsen & Aamodt (1993) oppgir at skadenivå på gjenstående trær (blottlagt areal med yteved er over 2 kvadratcentimeter) ved høytynning, 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 tykning 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 jord-

pakking. 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 høytynning og lavest ved gruppehogst. Skjermstillingshogst og plukkhogst kom i en mellomstilling. Mer enn halvparten av skadene skyldes utkjøringen.

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 fem bestand i Hedmark og Oppland fylke. Skogsdriftene ble utført i perioden august–mars. 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. Lesja er et rent furubestand. Terrengforholdene ble klassifisert etter Nijos (2003). Data for bestandene er gjengitt i tabell 1.

Tab. 1. Skoglige og terrengmessige forhold innen bestandene.

Sted	Volum avvirket*		Terreng		
	m ³		Helning	Jevnhet	Bæreevne
	Selektiv hogst	Snauhogst	%		
Floberget	46	111	12	Jevnt	Fast mark
Steinvik	73	90	0	Jevnt	Vekslende bæreevne
Evenstad	40	81	10	Jevnt	Fast mark
Opphus	70	77	4	Noe ujevnt	Vekslende bæreevne
Lesja	43	42	5	Jevnt	Fast mark

* Hentet fra hogstmaskinens apteringsutstyr

2.2 Metode

Innen hvert bestand ble det lagt ut et forsøksfelt. 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 ni 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
Lesja	Timberjack 1270	Timberjack 762 B	Valmet 860

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

2.2.1 Tidsstudiet

Maskinenes produktivitet blir uttrykt ved:

- virketid (E_0) pr. m^3

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 ble tidsforbruket under pålessing 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 fordi disse deloperasjonene ikke blir påvirket av hogstform.

2.2.2 Det kvalitative studiet

Kvaliteten på det utførte arbeidet kommer til uttrykk ved:

1. skadenivå og skadetype på gjenstående trær
2. hjulspordannelse

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.

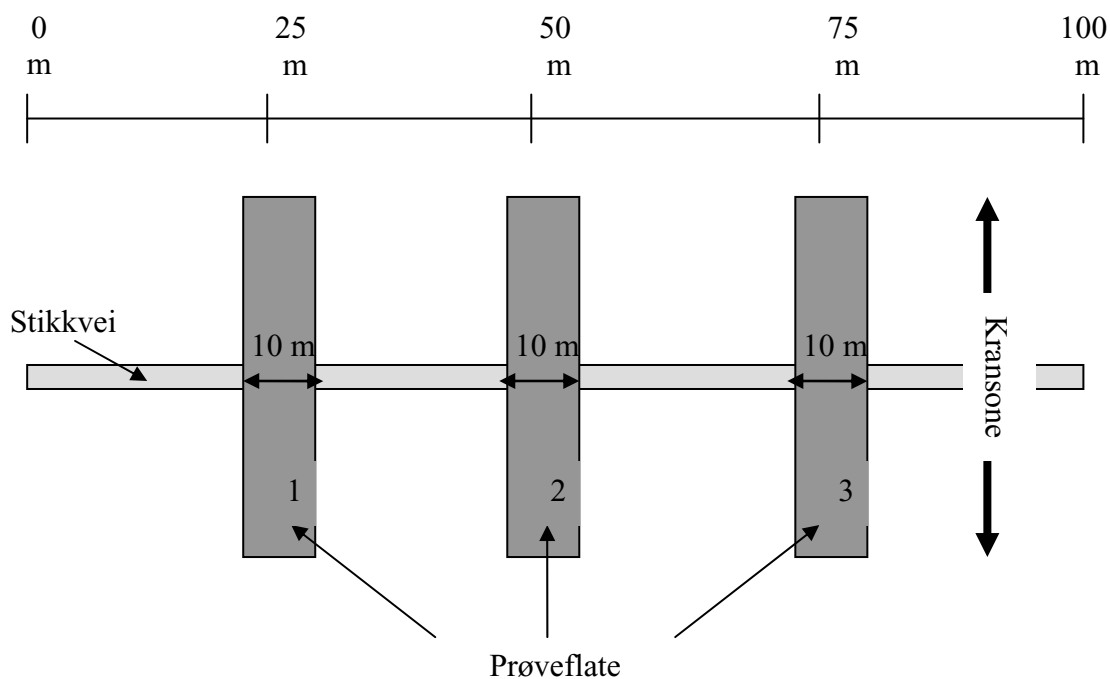


Fig. 1. Prøveflatenes plassering.

Innen disse prøveflatene ble antall gjenstående trær (brysthøydediameter 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

Gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne er vist i figur 2.

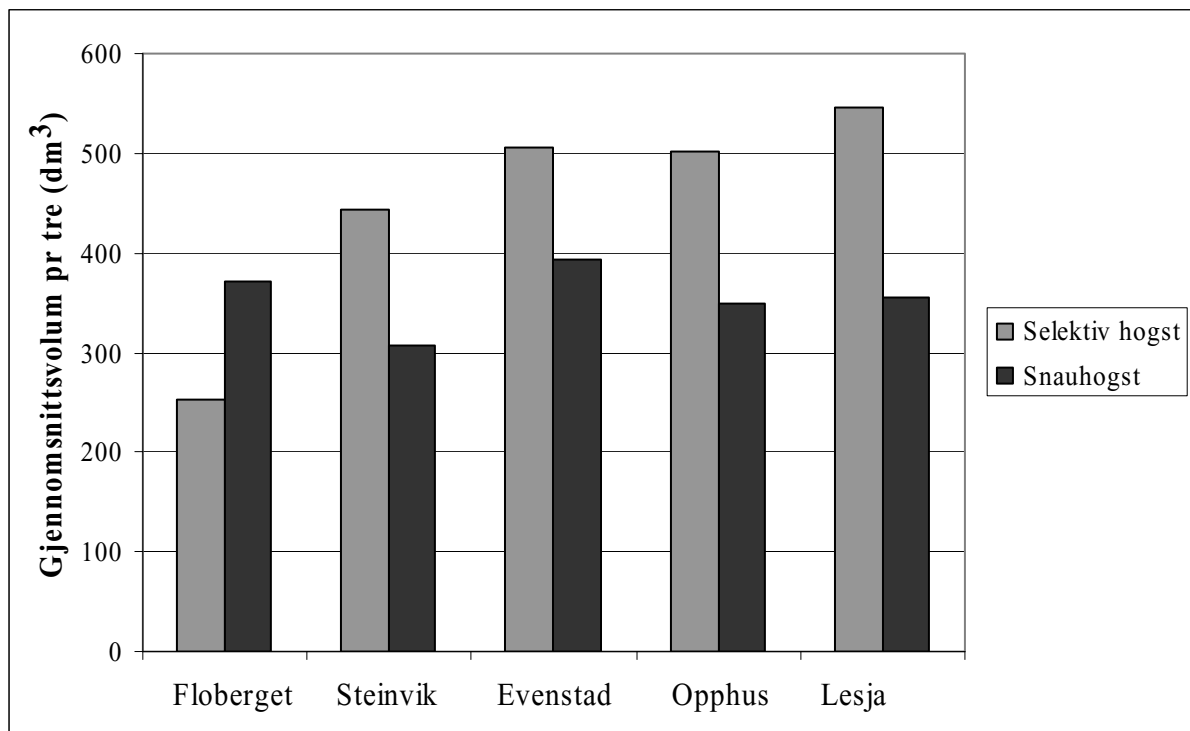


Fig. 2. Gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne.

Selektiv hogst fører til at gjennomsnittsvolumet til de avvirkete trærne er høyere enn ved snauhogst. Et unntak er Floberget der gjennomsnittsdimensjonen til de avvirkete trærne var minst ved selektiv hogst.

3.1 Hogst

3.1.1 Hogstmaskinens tidsforbruk

Hogstmaskinens tidsforbruk er vist i figur 3.

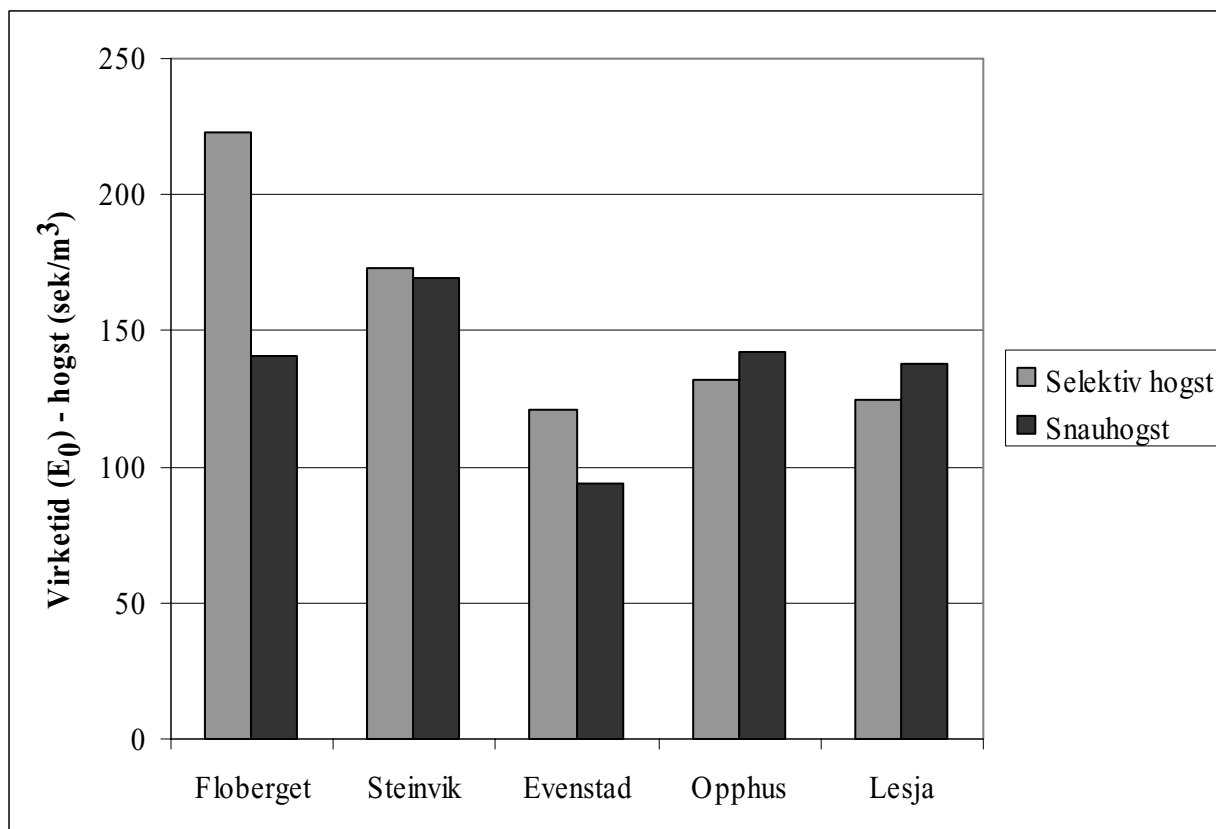


Fig. 3. Hogstmaskinens tidsforbruk.

Det er ikke entydig at hogstmaskinenes tidsforbruk er høyere ved selektiv hogst enn ved snauhogst. I Floberget, Steinvik og Evenstad er tidsforbruket høyest ved selektiv hogst, men i de to andre bestandene er tidsforbruket lavest ved selektiv hogst. Forskjellen i tidsforbruk for hogstformene varierer mellom 4–82 sekund pr. kubikkmeter.

Relativ forskjell i hogstmaskinenes tidsforbruk for hogstformene er vist i figur 4.

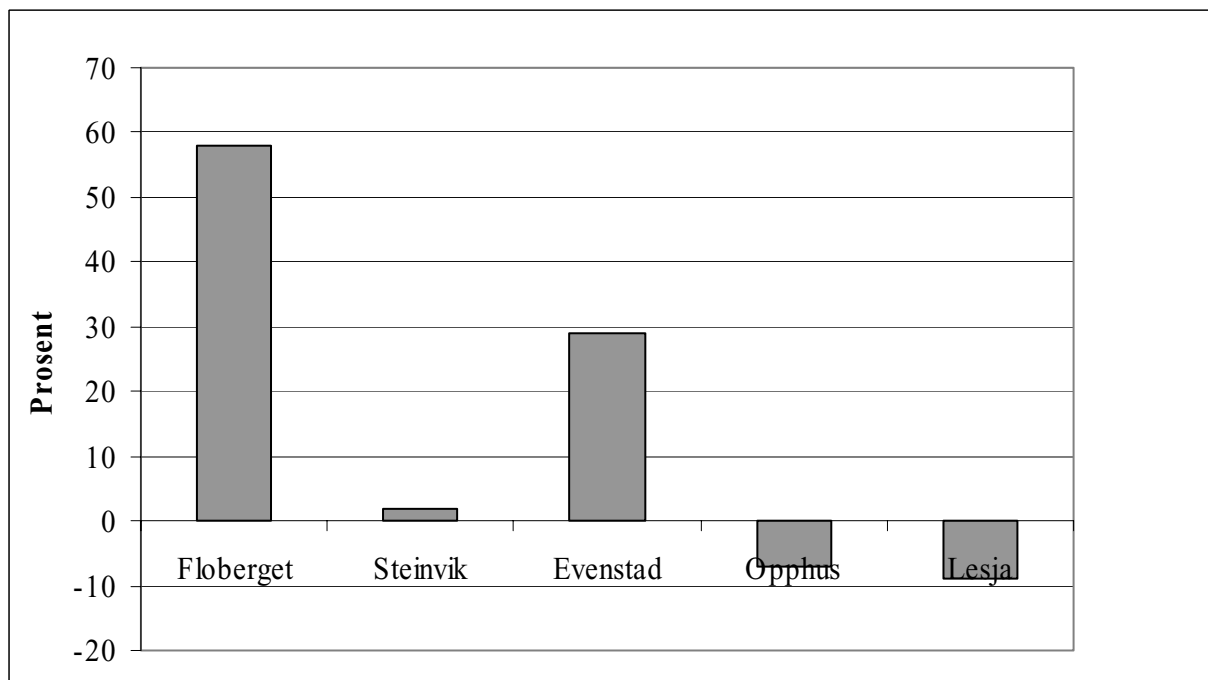


Fig. 4. Relativ forskjell i virketid mellom selektiv hogst og snauhogst.

I Floberget, Steinvik og Evenstad bruker hogstmaskinen 2–58 prosent lengre tid ved selektiv hogst i forhold til snauhogst. I Opphus og Lesja bruker hogstmaskinen 7–9 prosent kortere tid ved selektiv hogst enn ved snauhogst.

3.1.2 Beregnet hogstpris

Det praktiske skogbruket er mer interessert i å få en oversikt over hogstprisen enn tidsforbruket. Det er ikke utarbeidet kostnadstall for den enkelte hogstmaskin. Timeprisen på hogstmaskinene er skjønnsmessig fastsatt til 1050 kroner pr. time virketid (E_0). Denne timeprisen er benyttet ved beregningen av hogstpris for alle hogstmaskinene.

Beregnet hogstpris pr. kubikkmeter er vist i figur 5.

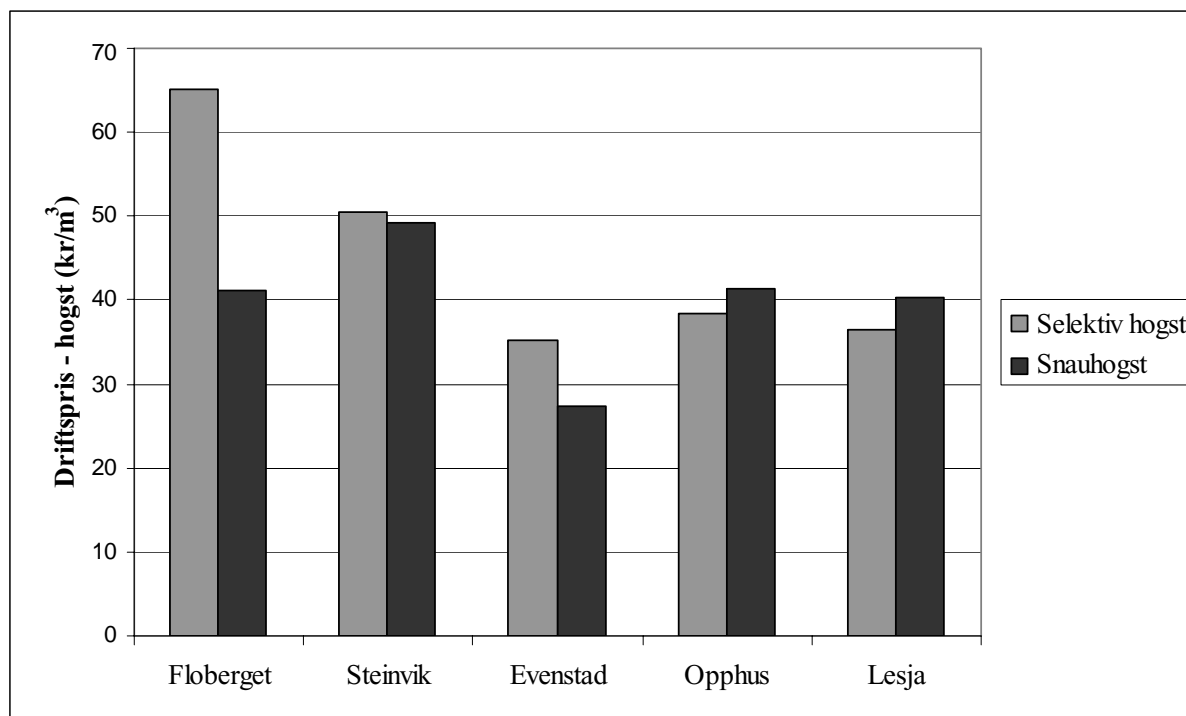


Fig. 5. Beregnet hogstpris.

I Floberget, Steinvik og Evenstad er beregnet hogstpris 1–24 kroner høyere ved selektiv hogst. I Opphus og Lesja er beregnet hogstpris 3–4 kroner lavere ved selektiv hogst.

3.2 Transport

3.2.1 Lastetraktorens tidsforbruk

Lastetraktorens tidsforbruk under lasting er vist i figur 6.

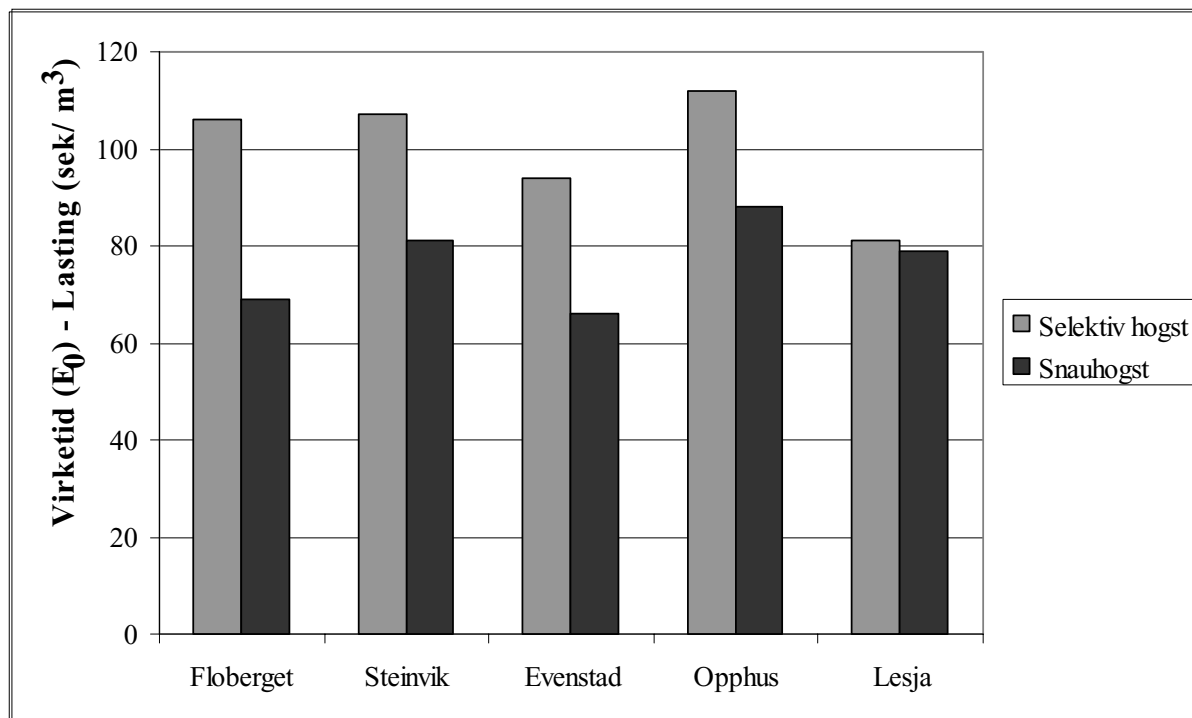


Fig. 6. Lastetraktorens tidsforbruk under lasting.

Lastetraktoren har entydig et høyere tidsforbruk under lasting ved selektiv hogst. Tidsforbruket pr. kubikkmeter er 2–37 sekund høyere ved selektiv hogst enn ved snauhogst.

Relativ forskjell i lastetraktorens tidsforbruk under lasting ved hogstformene er vist i figur 7.

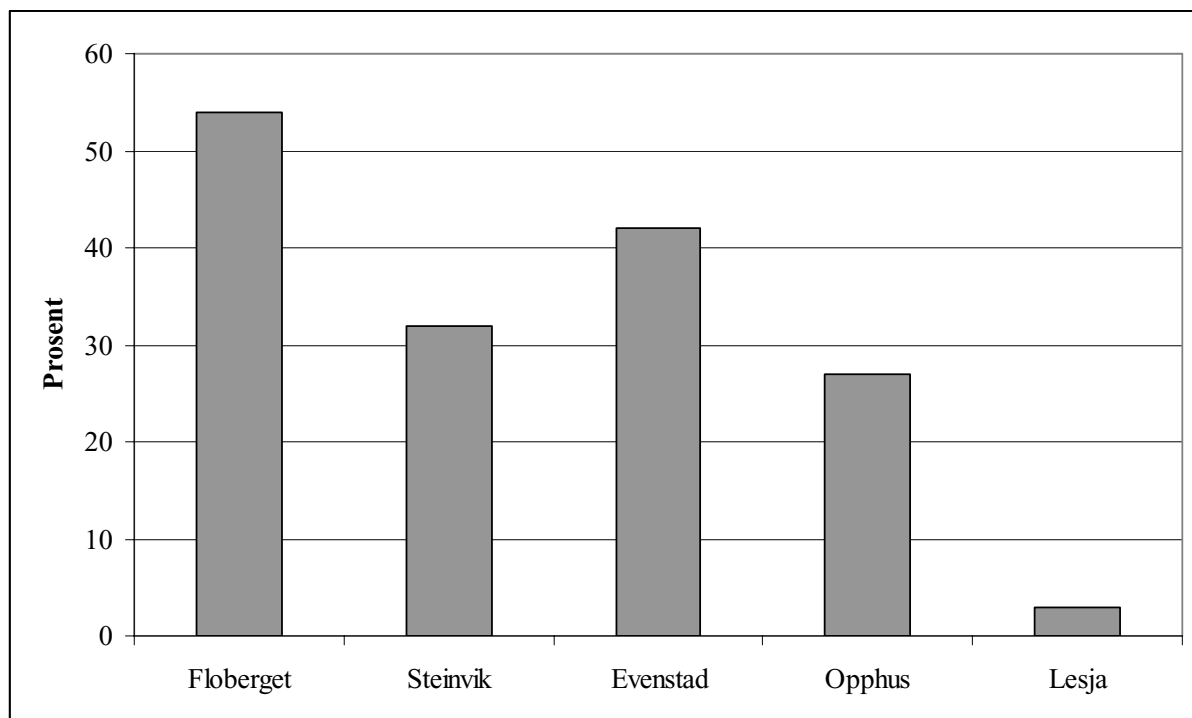


Fig. 7. Relativ forskjell i tidsforbruk under lasting mellom selektiv hogst og snauhogst.

Lastetraktorens tidsforbruk under lasting er 3–54 prosent høyere ved selektiv hogst enn ved snauhogst.

3.2.2 Beregnet lastepris

Lastetraktorens timepris er skjønsmessig fastsatt til 750 kroner pr. E₀ time. Denne timeprisen er benyttet ved beregningen for pris på lasting for alle lastetraktorene. Den beregnete lasteprisen er gjengitt i figur 8.

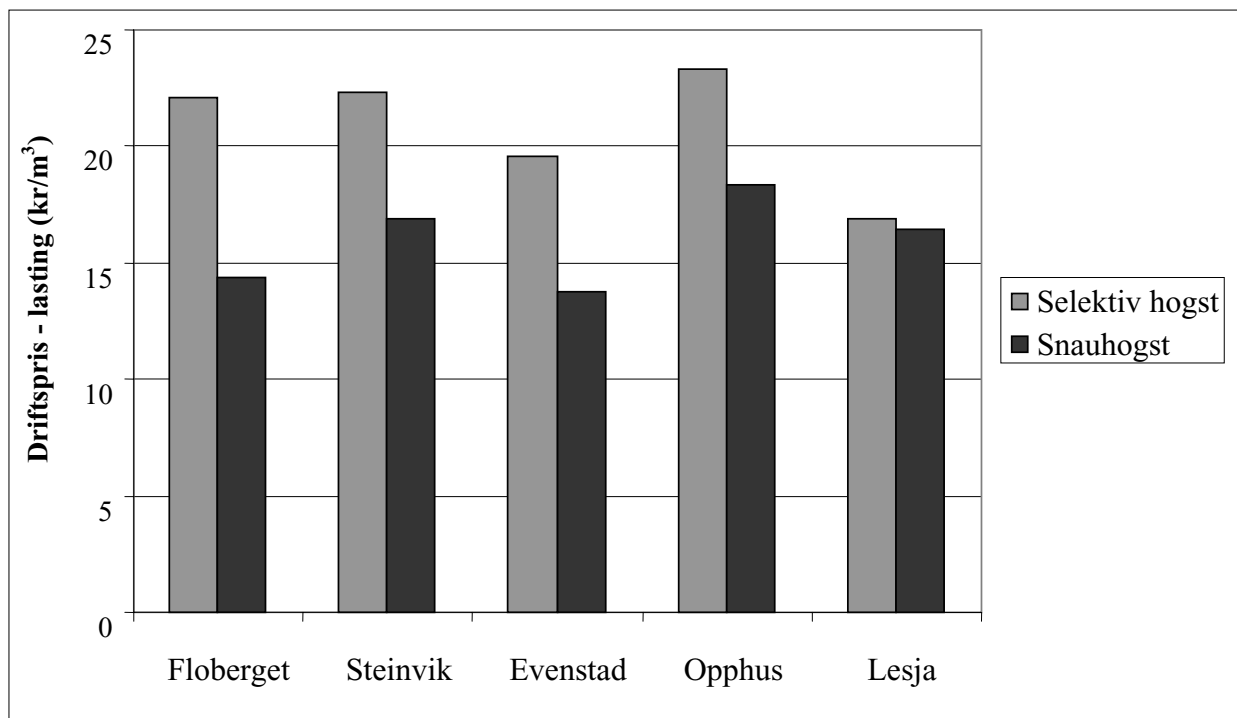


Fig. 8. Driftspris – lasting (beregnet).

Selektiv hogst gir en høyere lastepris enn snauhogst i alle bestandene. Forskjellen i beregnet lastepris er 1–8 kroner pr. kubikkmeter.

3.3 Skader på gjenstående trær

Ved selektiv hogst er det variasjon i antall gjenstående trær med brysthøydiameter større enn 10 centimeter under bark. Antall gjenstående trær i det enkelte bestand er vist i figur 9.

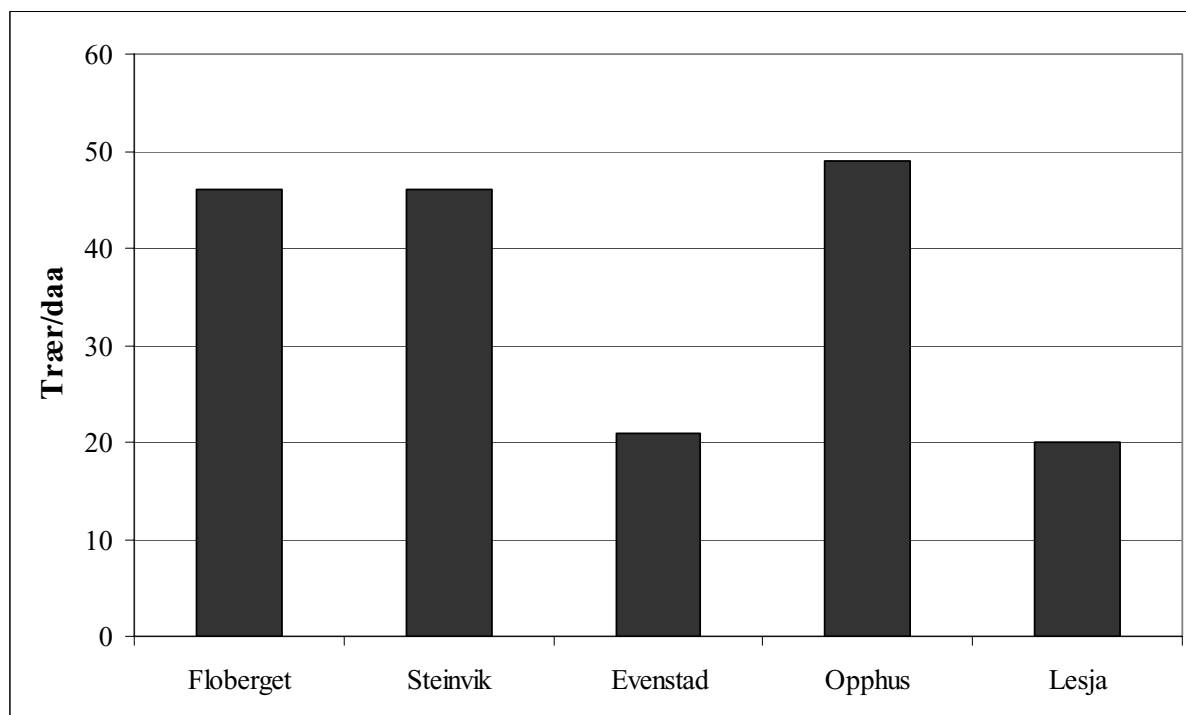


Fig. 9. Gjenstående trær ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS.

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.

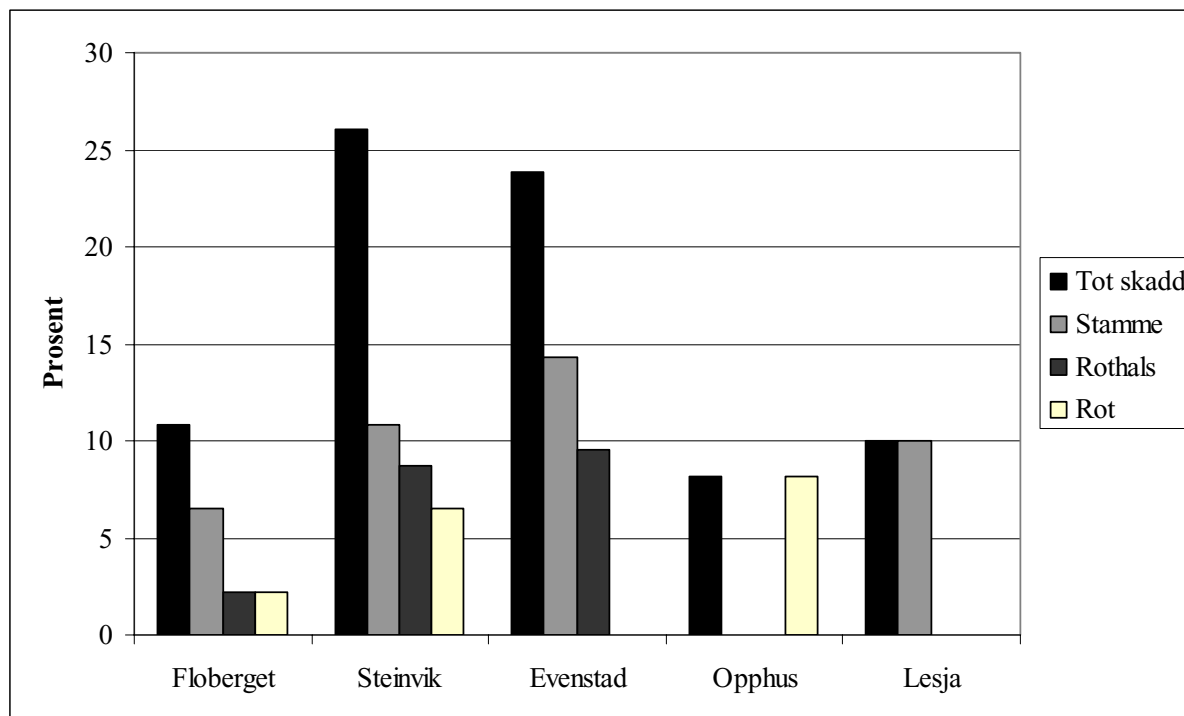


Fig. 10. Skadenivå på gjenstående trær ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS.

Generelt er det stor andel av de gjenstående trærne som ble skadd. Skadenivået på gjenstående trær med brysthøydiameter 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.

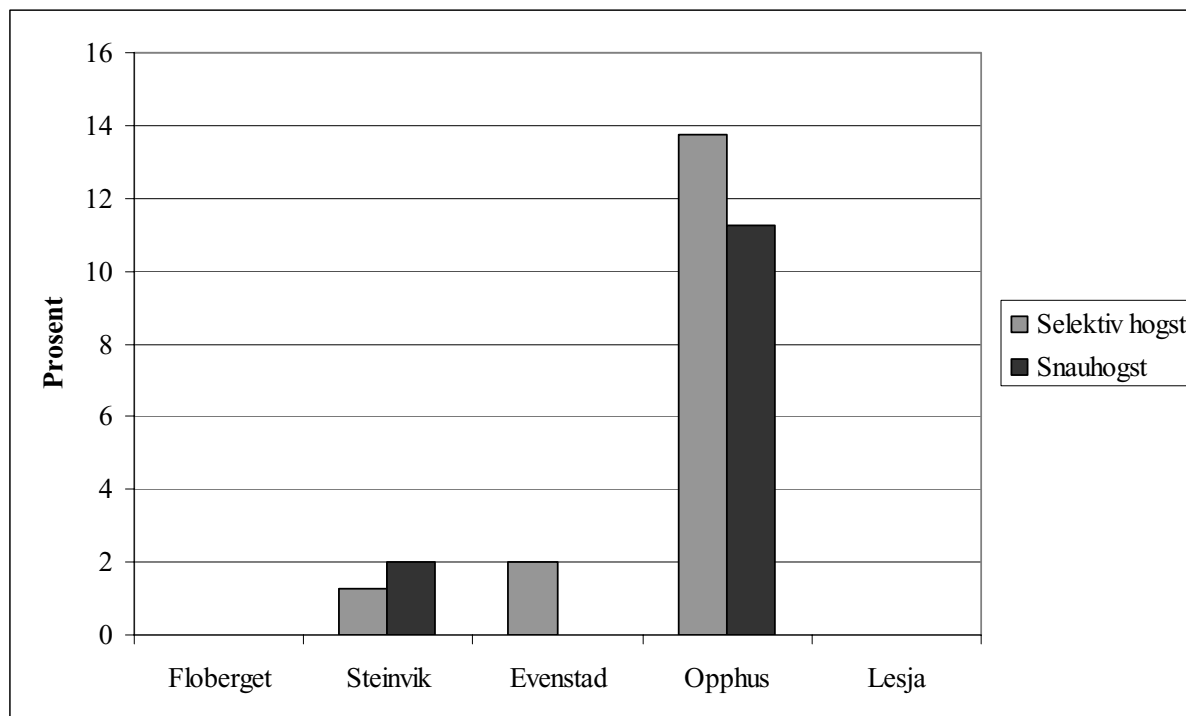


Fig.11. Hjulsporskader langs stikkveiene.

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 og Lesja ble det ikke registrert hjulspor. Disse forsøksfeltene har den beste tekniske bæreevnen. Evenstad og Steinvik har lik andel hjulspor der det er 1 til 2 prosent av hjulsporlengden 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 halvdelen hadde liten teknisk bæreevne. Av den totale hjulsporlengden var mellom 11 og 14 prosent dypere enn 10 centimeter.

4 DISKUSJON

4.1 Materiale og metode

Bestandene ble valgt ut på grunnlag av sjiktning og treslags-sammensetning. Innen det enkelte forsøksfelt skulle de skoglige forholdene og terrenget være ensartet. I tillegg skulle terrenget være klassifisert som lettdrevet. Dette medfører at maskinenes tidsforbruk for hogstformene blir sammenlignbare.

Det ene bestandet, Floberget, avviker noe fra de oppsatte kravene. I dette bestandet var det forskjell i trestørrelse mellom den delen av forsøksfeltet der tidsstudiet for selektiv hogst ble utført og den delen av forsøksfeltet der snauhogst ble utført. På grunn av dette vektlegges ikke resultatene fra dette bestandet i like stor grad som fra de andre bestandene.

Innen hvert forsøksfelt ble det i den selektive hogsten etter prinsippet KONTUS avvirket mellom 40–73 kubikkmeter tømmer. Det avvirkete volumet innen hvert forsøksfelt er lite og små variasjoner kan få relativt stor innvirkning på resultatene. Sammen med tidligere utførte undersøkelser vil resultatene fra denne undersøkelsen være med på å styrke grunnlaget for fastsettelse av driftspris og forventet skadenivå ved selektiv hogst etter prinsippet KONTUS.

Fire entreprenører utførte det praktiske arbeidet i forbindelse med skogsdriftene. Totalt var det ni 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. Gjedtjernet Furuberg (1989) viser at opptil 30 prosent av variasjonen i maskinenes prestasjon kan forklares av fører.

Tidsstudiet ble gjennomført under selve avvirkningen av bestandet. Dette medfører at førerne ikke får følelsen av å inngå i et tidsstudie og

tidsforbruket blir tilnærmet som ved ordinær skogsdrift. Det er virketid som blir registrert. Dette medfører at tapstidene ikke får innvirkning på maskinenes registrerte tidsforbruk. Dette er en forutsetning for å få sammenlignbare resultater for maskinenes tidsforbruk ved hogstformene.

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. Forhåndsmerking kan også være en fordel ved hogst i mørke og når det er snø på trærne for da er det spesielt vanskelig for fører å foreta en god utvelgelse av hvilke trær som skal avvirket. 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. Denne situasjonen kan oppstå når det er benyttet farge som er vanskelig å se ved bruk av kunstig lys og når trærne har dyp krone med snø på greinene. 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. På grunn av dette kan feltarbeider ha problemer med å skille de enkelte deltidene fra hverandre. For å redusere risikoen for feil under tidsstuderingen ble deltidene slått sammen for å finne totaltiden og det er totaltiden som inngår i beregningen av produksjonen. Under tidsstudiet 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 skjønsmessig fastsatt til 1050 kr pr. time virketid. Lastetraktorens timekostnad er skjønsmessig satt til 750 kr pr. time virketid. Det er disse maskinkostnadene som er benyttet for å beregne driftspris for hogst og

lasting 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 driftspris. Det forventes at maskinenes tidsforbruk er høyere ved lukkete hogster enn ved snauhogst. Det er utarbeidet driftstatistikk for snauhogst. Dale & Stamm (1994) og Eid (1998) anbefaler at snauhogst gir det generelle grunnlag for driftspris og deretter justeres produksjonsanslagene for å finne riktig driftspris 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.

Det kvalitative studiet ble gjennomført som en etterkontroll etter at hogst- og transportarbeidet var avsluttet. Langs hver stikkvei ble det 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. Disse skadene vil da ikke bli registrert fordi de er utenfor kransonen og dermed utenfor prøveflatene.

4.2 Hogst

Denne undersøkelsen viser at hogstmaskinens tidsforbruk ikke entydig er høyere eller lavere når selektiv hogst etter prinsippet KONTUS og snauhogst sammenlignes. Det som kan fastslås er at selektiv hogst medfører høyere tidsforbruk enn snauhogst forutsatt samme gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne fra begge hogstformene. Ved praktisk gjennomføring av selektiv hogst etter prinsippet KONTUS blir gjennomsnittsvolumet til de avvirkete trærne høyere enn ved snauhogst.

Når resultatene fra bestandet, Floberget, ikke tas med, var gjennomsnittsvolumet på de avvirkete trærne 113–190 liter høyere ved selektiv hogst enn ved snauhogst. Dette gir 29–53 prosent høyere gjennomsnittsvolum på de avvirkete trærne fra den selektive hogsten. Dette er årsaken til at hogstmaskinens tidsforbruk kan bli lavere ved selektiv hogst.

Dette støttes også av Fjeld (2003) som 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 stikkveiareale. Dette medfører at en relativt stor andel av de uttatte trærne ved selektiv hogst kommer fra stikkveiene og dette er med på å redusere gjennomsnittsvolumet til de uttatte trærne. 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. tre 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 avvirket i den selektive hogsten var merket på forhånd slik at fører slapp å bruke tid på valg av trær som skal avvirket.

Hogstmaskinførerne mente at tidsforbruket under selektiv hogst kan reduseres hvis det ikke utføres forhåndsmerking av trærne, men at hogstmaskinfører selv kan foreta valg av hvilke trær som skal avvirket. Da slipper hogstmaskinfører å lete etter de trærne som er forhåndsmerket og føreren slipper å flytte på hogstmaskinen for å kunne felle trær som står bakenfor trær som skal stå igjen. I tillegg kan fører også ta med trær som har blitt skadd under felling og opparbeiding av foregående trær.

Dale & Stamm (1994) oppgir at det blir mer administrasjon ved selektiv hogst enn snauhogst. Den økte administrasjonstiden er i hovedsak knyttet til administrasjon av hogstmaskinen. Sammenlignet med snauhogst viste undersøkelsen at de administrative kostnadene for hogstmaskinen økte i intervallet fra 2–10 prosent for de alternative hogstformene. Tilsvarende økning for lastetraktoren var i intervallet fra 2–4 prosent. Økning i tidsforbruk får ikke stor innvirkning på driftsprisen fordi administrasjon og organisering utgjør bare 2–10 prosent av tjenestetiden.

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. Ettersom 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 3–43 prosent i forhold til snauhogst. Dette samsvarer godt med undersøkelser utført av Fjeld (2003) som oppgir at lastetraktoren har 25 prosent høyere tidsforbruk for å laste fullt lass ved selektiv hogst. Når det forutsettes en maskinkostnad på 750 kroner pr. virketime blir dette en økning på 1–6 kroner pr. kubikkmeter. Hvis resultatene fra Floberget tas med blir økningen 1–8 kroner pr. kubikkmeter. På grunn av økning i tidsforbruk under lasting 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 som 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 rothalskadene. Opptil 14 prosent av de gjenstående trærne hadde rothalskadene. 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 rothalskadene 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 etter prinsippet KONTUS må det aksepteres en høyere andel skader enn det som er akseptert etter tynning. Akseptabel skadegrense ved førstegangs 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 barmark 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 tre av bestandene, Floberget, Evenstad og Lesja var det fast mark. I Floberget og Lesja 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

Driftspris

Hogst

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

Transport

- Transportpris høyere ved selektiv hogst.
- Når gjennomsnittsvolum pr. tre i uttak er 100–150 liter større ved selektiv hogst bør transportprisen 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 maskin

- 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 hogstmaskinen. For å redusere skade på forhåndsgjenveksten må det prøves ut andre fellemønstre 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 hogst og 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.
- Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, 2003. Feltinstruks Landskogstaksering. Nijos dokument 8/03.
- 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.

VEDLEGG

Tab. 3. Gjennomsnittlig volum på avvirkete trær.

Hogstform	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus	Lesja
	dm ³				
Selektiv hogst	252	506	443	501	546
Snauflate	372	393	308	349	356
Forskjell i volum	-120	113	135	152	190

Tab. 4. Beregnet hogstpris.

Hogstform	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus	Lesja
	kr/m ³				
Selektiv hogst	65	50	35	39	36
Snauhogst	41	49	27	41	40

Tab. 5. Beregnet lastepris.

Hogstform	Floberget	Steinvik	Evenstad	Opphus	Lesja
	kr/m ³				
Selektiv hogst	22	22	20	23	17
Snauhogst	14	17	14	18	16