

14
/ 00



Rapport

fra skogforskningen

Norsk institutt for skogforskning, Høgskolevn. 12, 1432 Ås
Institutt for skogfag, NLH, Postboks 5044, 1432 Ås

Kvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr



Kjell Vadla

Rapport fra skogforskningen

- ✓ **Rapport fra skogforskningen** inneholder førstegangs publiserte artikler beregnet på norske og nordiske lesere
- ✓ Tabell- og figurtekster skrives på norsk
- ✓ Sammendrag skrives på norsk
- ✓ Engelske manuskripter eller omfattende arbeider med mye grunn-data kan publiseres i en underserie - *Supplement*.

Norsk institutt for skogforskning (NISK) er utgiver av serien, i et samarbeid med Institutt for skogfag, NLH.

Tilrettelegging av manus for trykking, ajourhold av abonnenter, innkreving av abonnementsavgift, distribusjon av heftene og lagerhold skjer på NISK. Bestilling av abonnement og enkelt-eksemplar av seriene skjer til NISK.

Redaktør for serien er forskningsdirektør Bjørn R. Langerud, NISK

En forfatterinstruks er tatt inn på siste omslagsside.

Layout og sats: Karin Westereng, NISK

ISBN 82-7169-953-9
ISSN 0803-2858

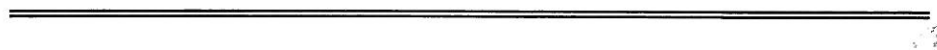
Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Høgskoleveien 12,
1432 Ås

Tlf.: 64 94 90 00
Fax: 64 94 29 80
E-post: nisk@nisk.no
Internett: <http://www.nisk.no/>

Forsiden: Sammenkasting med luftdrevet saks
Foto: Kjell Vadla

Kvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr

Kjell Vadla
Avdeling Økonomi, Teknikk og Foredling
Norsk institutt for skogforskning
Høgskolevn. 12, 1432 Ås



Forord

Forsøksvirksomheten vedrørende stammekvisting som kvalitetsforbedrende tiltak startet i 1940. Gustav G. Klem anla de første forsøksfeltene , som var i furu. Seinere er det anlagt en rekke forsøksfelter for flere treslag. Forsøksfeltene hvor tidsstudiet i den foreliggende undersøkelsen ble utført, inngår også i de langsiktige forsøkene.

Gran Almenning ved Kjell Andresen og Gudbrand Melbye i Trøgstad (Aremark) har vært behjelpelige med å skaffe forsøksfelter. Hans H. Grønlien og Ivar Fæste har deltatt i markarbeidet. Øystein Dale, Hans H. Grønlien , Kari Hollung og Sigrun K. Lindblad har lest gjennom manuskriptet og kommet med verdifulle forslag til forbedringer.

Undersøkelsen er finansiert av Norsk institutt for skogforskning.

Herved takkes alle som har medvirket til at arbeidet ble gjennomført og publisert.

Ås, oktober, 2000

Kjell Vadla

Sammendrag

VADLA, K. 2000. Kvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr. Rapp. Skogforsk. 14/00: 1 - 24.

Stammekvisting er behandling av enkelttrær for å bedre virkeskvaliteten, og prinsippet er at greinene på den nederste delen av stammen fjernes i relativt ung alder. Furu anses som det best egnede treslag for stammekvisting. Resultatet er avhengig av det grunnlaget som er lagt. For at stammekvisting skal gi et godt økonomisk resultat, er det viktig at arbeidet utføres omsorgsfullt og nøyaktig.

Tidsforbruk og kvaliteten av kvistingsarbeidet er viktige faktorer ved stammekvisting. Et sentralt spørsmål er om det er vesentlige forskjeller på kvistingsutstyr hva angår forannevnte.

Hensikten med den foreliggende undersøkelsen var å undersøke tidsforbruket og kvaliteten av kvistingsarbeidet ved stammekvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr.

Manuelt- og motormanuelt kvistingsutstyr ble testet. Utstyret ble delt inn i tre klasser: skjærende-, klippende- og hoggende utstyr. Av skjærende utstyr inngikk følgende: Fiskars selvmatende sag (Fi. Sag), Sandvik greinsag (Sa. Sag), STE – bogesag (STE Sag), kjedesag (Al. K12) og stikksag (RAU). Fem typer klippende utstyr ble benyttet: Fiskars kvistavbiter (Fi. Kv.), Nisi kvistesaks (Nisi), Sandvik greinsaks (Sa. Sks.), Wolf greinsaks (Wolf) og Campagnola kvistingsutstyr (Camp.), mens Fiskars trinsekutter (Fi. Tr.) var det eneste hoggende utstyret.

Av det skjærende utstyret var tre typer manuelt utstyr: Fi. Sag, Sa. Sag og STE Sag. For Fi. Sag varierte midlere tidsforbruk (effektiv kvistetid) pr. m fra 45.3 til 71.9 cmin. Tilsvarende variasjon for Sa. Sag var fra 39.0 til 83.9 cmin. For STE Sag var midlere tidforbruk pr. m 92.6 cmin. De to andre typene av skjærende utstyr, Al. K12 og RAU, var motormanuelt utstyr. Midlere tidsforbruk pr. m varierte fra 36.8 til 81.1 cmin. for Al. K12., mens tilsvarende tidsforbruk var 70.8 cmin. for RAU.

Både for Fi. Sag og Sa. Sag var det mer skader på Hadeland enn i Trøgstad. For hele materialet var 25.0 % av trærne uten skader etter kvisting med Fi. Sag, mens tilsvarende andel var 64.7 % for Sa. Sag. For STE Sag var 90.8 % av trærne uten skader. For Sa. Sag var 32.7 % av trærne uten stumper, mens ingen trær var uten stumper ved bruk av Fi. Sag og STE Sag.

Andel uskadde trær etter kvisting med Al. K12 og RAU var henholdsvis 44.1 og 48.7 %, mens andelen trær uten kviststumper var henholdsvis 3.1 og 34.2 %.

Av klippende utstyr var fire typer manuelt utstyr: Fi. Kv., Nisi, Sa. Sks. og Wolf. For Fi. Kv. varierte midlere tidsforbruk (effektiv kvistetid) pr. m fra 49.2 til 70.0 cmin. Tilsvarende variasjon for Nisi var fra 45.8 til 74.1 cmin. For Sa. Sks. varierte midlere tidsforbruk pr. m fra 64.3 til 67.3 cmin., mens midlere tidsforbruk for Wolf var 57.5 cmin. pr. m. Det motormanuelle utstyret, Campagnola kvistingsutstyr, ble brukt både fra bakken (Camp.) og fra stige (Camp. M. St.). For Camp. var midlere tidsforbruk pr. m 55.7 cmin. For Camp. M. St. varierte midlere tidsforbruk pr. m fra 54.8 til 57.2 cmin.

Den deltiden som utgjorde størst andel av tidsforbruket, var stigetiden (Camp. M. St.). Forannevnte deltid utgjorde 42 % av kvistetiden (effektiv kvistetid). I middel for hele materialet utgjorde trevalg / gangtid 20.9 % av kvistetiden,

varierende fra 17.1 % i Trøgstad til 21.3 % på Hadeland. Tapstiden utgjorde mindre enn 10 % av kvistetiden. Diverse tapstid og persontapstid utgjorde henholdsvis 5.1 og 3.1 %.

Alt klippende utstyr påførte trærne små skader. For hele materialet var over 74 % av trærne uten skader. Andelen uskadde trær var størst for Wolf (97.2 %), mens tilsvarende resultater for Fi. Kv., Nisi og Sa. Sks. var henholdsvis 96.6, 86.0 og 74.2 %. For Nisi var ingen trær uten kviststumper, mens andel trær uten kviststumper for Sa. Sks., Wolf og Fi. Kv. var henholdsvis 60.5, 14.8 og 2.7 %. For Campagnola kvistingsutstyr var andelen uskadde trær størst (94.2 %) når utstyret ble brukt fra stige (Camp. M. St.). Når utstyret ble brukt fra bakken (Camp.), var tilsvarende resultat 83.1 %. Andelen trær uten stumper var også størst når utstyret ble brukt fra stige (37.7 %). Når utstyret ble brukt fra bakken, var tilsvarende resultat 26.9 %.

Fi. Tr. ble definert som hoggende utstyr. Utstyret ble bare brukt fra 3 m og oppover. Midlere kvistetid pr. m (effektiv kvistetid) varierte fra 69.1 til 109.1 cmin. Skadene var betydelig større på Hadeland enn i Trøgstad. For hele materialet var 61.6 % av trærne uten skader, mens bare 6.4 % av trærne var uten stumper.

Tidsforbruket, uttrykt i effektiv kvistetid pr. m, var lavest for klippende utstyr. Dette gjelder både ved kvisting fra bakken opp til 2.5 – 3 m og ved kvisting fra ca. 2.5 m og oppover. Men det må legges til at forskjellen mellom klippende-, skjærende- og hoggende utstyr var relativt liten. Kvaliteten av kvistingsarbeidet var klart best for klippende utstyr. Lite skader bidrar sterkt til denne rangeringen.

Nøkkelord: stammekvisting, kvistingsutstyr, furu, tidsforbruk, skader, kviststumper

Innhold

1. Innledning	5
2. Materiale og metodikk	5
2.1. Bestandsdata	5
2.2. Tredata	6
2.3. Kvistingsutstyr	7
2.4. Forsøksopplegg	12
3. Resultater	12
3.1. Tidsforbruk	12
3.1.1. Skjærende utstyr	13
3.1.2. Klippende utstyr	14
3.1.3. Hoggende utstyr	15
3.2. Deltider og tapstider	16
3.3. Kvaliteten av kvistingsarbeidet	17
3.3.1. Skader	17
3.3.2. Kviststumper	19
4. Diskusjon	22
Litteratur	24

1. Innledning

Stammekvisting er behandling av enkelttrær for å bedre virkeskvaliteten, og prinsippet er at greinene på den nederste delen av stammen fjernes i relativt ung alder. Furu anses som det best egnede treslag for stammekvisting. Resultatet er avhengig av det grunnlaget som er lagt. For at stammekvisting skal gi et godt økonomisk resultat, er det viktig at arbeidet utføres omsorgsfullt og nøyaktig. Det er viktig å bruke tid på å velge ut de riktige trærne, det vil si de trærne som skal danne sluttbestandet. Alt dette krever kunnskaper og godt skjønn. Det er derfor viktig å bruke ressurser på informasjon og opplæring av de som skal utføre arbeidet.

Tidsforbruket ved stammekvisting vil være avhengig av flere forhold. Viktige faktorer er kvistdiameter, kvisttype, antall greiner i hver greinkrans, avstand mellom greinkransene, kvistingsutstyr, kvistingshøyde, operatør, terrengforhold m.v.

Det er utviklet en rekke forskjellig utstyr for stammekvisting (Uleberg 1973, Honore & Jensen 1975, Didrik et al. 1978, Arvidsson 1981, 82, 85, Dahlin & Gyldberg 1981, Vadla 1989). Kvistingsutstyret må tilfredsstillende en del vesentlige krav. Man må kunne kappe greinene tett inntil stammen uten å påføre skader. Greinkappingen må kunne utføres relativt hurtig. Videre må man kunne håndtere utstyret uten at arbeidsbelastningen blir for stor og uten at det kreves altfor stor forsiktighet. Svenska Trärforskningsinstitutet (Helgesson 1983) har satt opp en detaljert kravspesifikasjon.

Tidsforbruk og kvaliteten av kvistingsarbeidet er viktige faktorer ved stammekvisting. Et sentralt spørsmål er om det er vesentlige forskjeller på kvistingsutstyr hva angår forannevnte.

Hensikten med den foreliggende undersøkelsen var å undersøke tidsforbruket og kvaliteten av kvistingsarbeidet ved stammekvisting av furu med forskjellig kvistingsutstyr.

2. Materiale og metodikk

2.1. Bestandsdata

Tidsstudiene ble utført i to bestand, ett på Hadeland i Oppland og ett i Trøgstad i Østfold (Fig.1).

Forsøksfeltet på Hadeland ligger øst for Avalsjøbrenna, mellom Gran og Nannestad, i et høydenivå på 330 - 340 m over havet. Bestandet ble etablert ved planting i 1963. Ved utplantning var trærne tre år gamle, og planteavstanden var ca. 1.5 m. Kvistingsfeltet i Trøgstad ligger langs veien mellom Solum og Krokedal, nær grensa til Aurskog-Høland kommune, i et høydenivå på 190 - 200 m over havet. Bestandet er naturlig forynget, og det ble etablert etter snauhogst i driftssesongen 1947/48. På Hadeland lå forsøksfeltet i svakt hellende terreng (ca. 10 %). Utover dette vurderes terrengforholdene til å være tilnærmet like i de to forsøksfeltene.

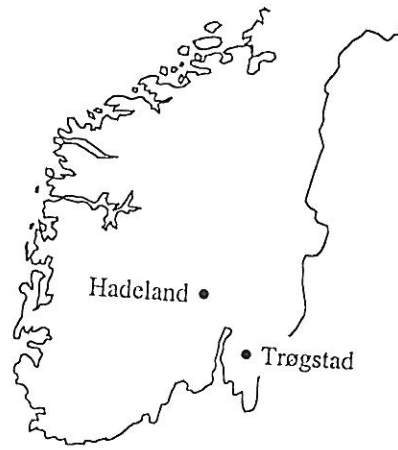


Fig. 1. Forsøksfeltenes geografiske beliggenhet.

2.2. Tredata

I alt 1357 trær ble stammekvistet, 924 på Hadeland (H1 – H10) og 433 i Trøgstad (T1 – T6). (H1 er rute nr. 1 på Hadeland, H10 er rute nr. 10 samme sted, T1 er rute nr. 1 i Trøgstad osv.) Middeltall og standardavvik for brysthøydiameter og trehøyde er satt opp i Figur 2.

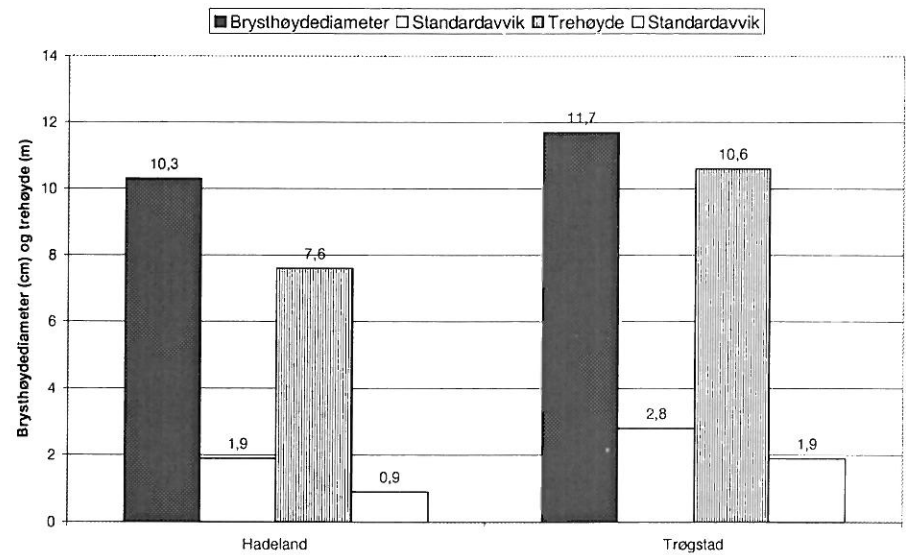


Fig. 2. Middeltall og standardavvik for brysthøydiameter (cm) og trehøyde (m).

Trærne ble gruppert i følgende tre kvistdiameterklasser: Kvistklasse 1, Kvistklasse 2 og Kvistklasse 3 (Fig. 3). I Kvistklasse 1 var de fleste kvistene under 1 cm, i Kvistklasse 2 mellom 1 og 2 cm og i Kvistklasse 3 over 2 cm. Hos det enkelte tre var det naturligvis kvister med diametre som falt utenfor de aktuelle klassene, men majoriteten av kvistene lå innenfor en av klassene.

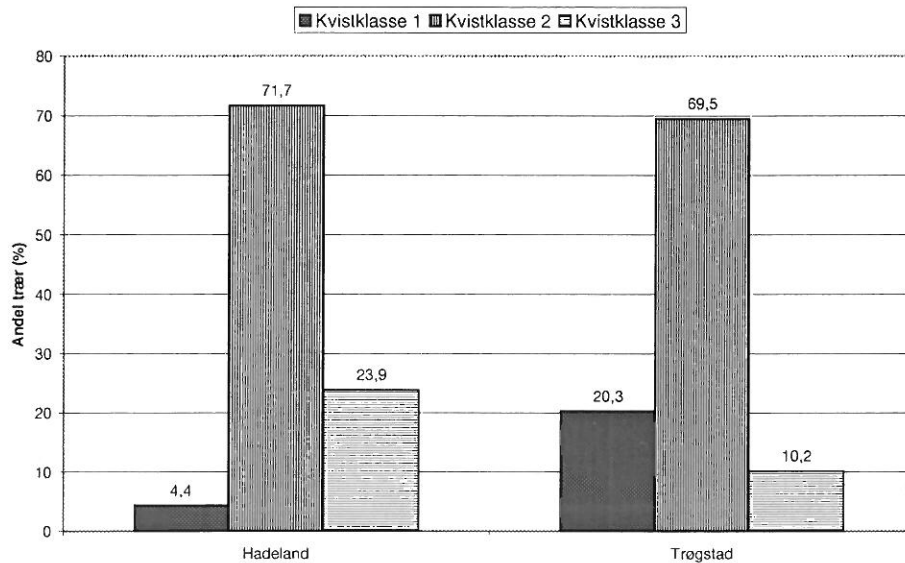


Fig. 3. Andel (%) trær med forskjellig kvistdiameter.

2.3. Kvistingsutstyr

Kvistingsutstyret er presentert i Tabell 1. Da flere av kvistingsredskapene har lange navn, er det også tatt med navneforkortelser. Kvistingsutstyret ble gruppert i tre klasser; skjærende-, klippende- og hoggende utstyr.

Tabell 1. Kvistingsutstyr og navneforkortelser.

Klasse	Kvistingsutstyr	Forkortet navn
Skjærende utstyr	Fiskars selvmatende sag	Fi. Sag
	Sandvik greinsag	Sa. Sag
	STE – bogesag	STE Sag
	Kjedesag (Algoma K 12)	Al. K12
	Stikksag (RAU kvistesag)	RAU
Klippende utstyr	Fiskars kvistavbiter	Fi. Kv.
	Nisi kvistesaks	Nisi
	Sandvik greinsaks	Sa. Sks.
	Wolf greinsaks	Wolf
	Campagnola kvistingsutstyr	Camp.
Campagnola kvistingsutstyr m. stige	Camp. M. St.	
Hoggende utstyr	Fiskars trinsekutter	Fi. Tr.

- Skjærende utstyr

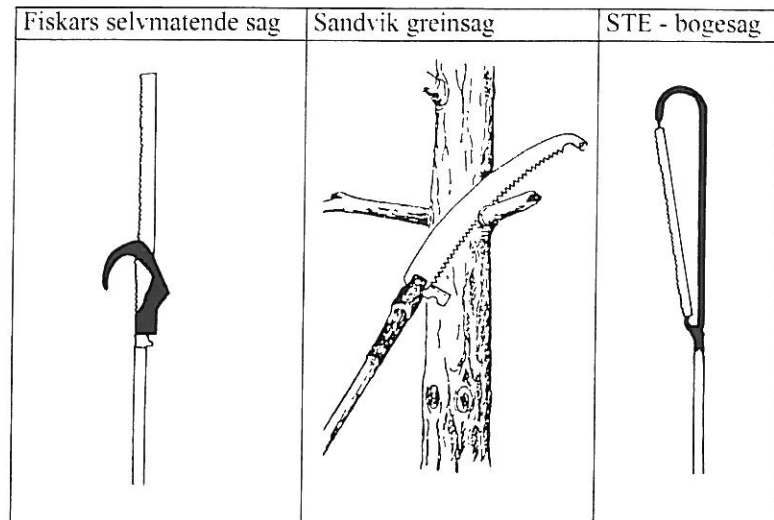


Fig. 4. Skjærende kvistingsutstyr – manuelt utstyr

Fiskars selvmatende sag består av tre hovedkomponenter: et rett sagblad, en krok (mateanordning) og en returfjær. Sagbladet er montert på utsiden i enden av et firkantet skafrør. Glidetilpasset inne i skafrøret løper et annet firkantet rør, som danner et teleskopisk utdrag. Utdraget dras tilbake til utgangsstilling ved hjelp av en spiralfjær. I enden av utdragsrøret er det et bakoverrettet øre hvor en krok (mateanordning) er opplagret.

Kroken plasseres over greinen. Man drar i skaftet, og mateanordningen gjør at bladets tenner presses mot greinen. Om greinen ikke skjæres av i første draget, returnerer sagen/skaftet til utgangsstilling på grunn av returfjæren.

Sandvik greinsag er det mest anvendte utstyret til stammekvisting. Med greinsag kan man kviste fra rotavskjær og opp til 5 – 6 m. Den er imidlertid mest brukt til kvisting over 2.5 m. Sagen kan utstyres med skjøtbart aluminiumsskaft eller teleskopskaft. Et annet alternativ er å ha flere sager med ulik skaftlengde. Den finnes både med og uten støtekniv. Støtekniv er å foretrekke. Bruk av støtekniv reduserer risikoen for barkflenger. Den brukes bl.a. til å kutte små greiner, men det kreves forsiktighet for å unngå skader på stammen. Sagen er konstruert slik at begge sider kan brukes inn mot stammen.

Med STE – bogesag kan man kviste fra rotavskjær og opp til 5 - 6 m. Den er imidlertid mest brukt til kvisting over 2.5 m. Bladet er som navnet indikerer plassert i en boge, som gjør det noe vanskelig å komme til med sagen. Bogen er laget av rør. En flat profil i bogen ville gjort sagen lettere å bruke.

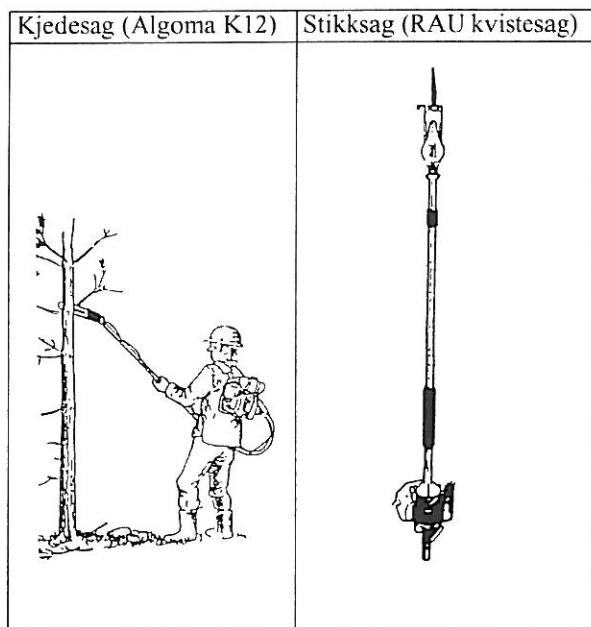


Fig. 5. Skjærende kvistingsutstyr – motormanuelt utstyr.

Algoma K12 er en svenskprodusert kjedesag. Utstyret er beskrevet av Arvidsson (1985) og Vadla & Grønlien (1986). Drivenheten består av en rydningssagmotor, oljetank (1.5 l) og hydraulpumpe. Denne enheten bæres i en spesialsele og veier ca. 7 kg med tom tank. Via slanger er pumpen koplet til en hydraulmotor som driver kjedet. Hydraulmotor og sverd er montert på et ca. 2 m langt aluminiums-skaft (kan også monteres på teleskopskaft). Sistnevnte enhet veier til sammen ca. 2 kg. Utstyret ble bare prøvd med kort skaft. Det ble kvistet til ca. 3 m høyde. Kjedesagen fungerte godt teknisk, men den er anstrengende å bruke.

Dette fordi det krever sterk konsentrasjon og riktig teknikk for å unngå skader.

RAU kvistesag er et tysk produkt, som er beskrevet i Allgemeine Forst Zeitschrift 1983 (Anon 1983). Utstyret er også omtalt av Arvidsson (1985). Det er en stikksag som ble utviklet for å beskjære fruktrær. Utstyret består av følgende tre hoveddeler:

- En totaktmotor på 0.75 kW
- Et teleskopskaft som i full lengde er 3 m langt
- Et saghode som består av et sagblad og en veivaksel

Kraftoverføringen fra motorenheten til veivakselen skjer mekanisk. Med full tank veier utrustningen ca. 5.5 kg. Hele vekten bæres i hendene (uten sele). Den er således slitsom å bruke, og det er relativt store plager forbundet med eksos. Sagen ble bare prøvd på kvisting over ca. 2.5 m.

- Klippende utstyr

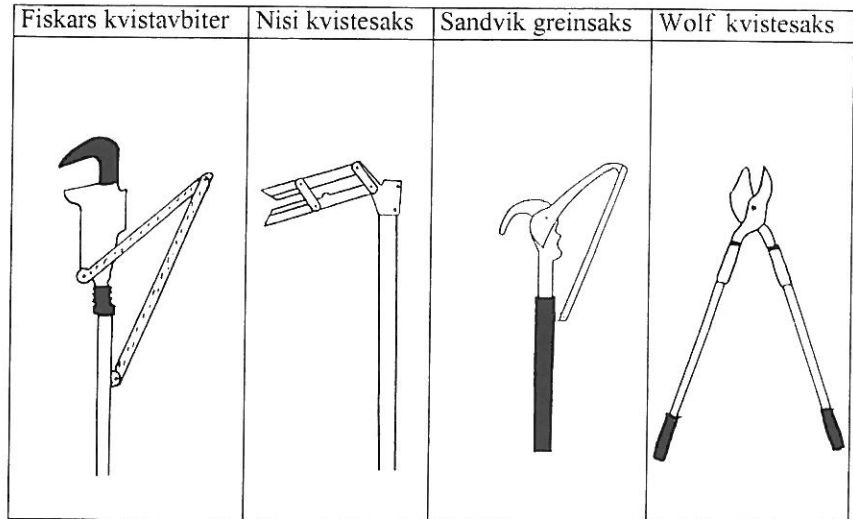


Fig. 6. Klippende kvistingsutstyr – manuelt utstyr.

Fiskars kvistavbiter består av et teleskopskaft som har et stasjonært blad øverst. Videre er det en hevearm for kraftoverføring, et bevegelig blad og en returfjær. Bladene skjærer med eggen mot hverandre langs samme linje i aggregatets sideplan. Utstyret er også beskrevet av Gyldberg (1981). Når det faste bladet plasseres over greinen og teleskopskaftet dras nedover, overføres trekraften via hevearmen til det bevegelige bladet.

Nisi kvistesaks består av to blader som går mot hverandre. Greinen plasseres mellom bladene. Man drar i skaftet, og greinen klippes av. Saksen er konstruert slik at den både skjærer og klipper. Dette gjør at kraftbehovet blir langt mindre enn ved ren klipping. Saksen er en prototype, konstruert av Olav Nisi i Gransherad.

Sandvik greinsaks er utstyrt med en krok som henges over greinen. Man drar i skaftet, og greinen klippes av. Med dette utstyret kan man kviste opp til 5 - 6 m. Konstruksjonen gjør at bare den ene siden av saksen kan brukes inn mot stammen. Materialet i konstruksjonen er noe svakt. Både fjæra og bladet har relativt lett for å knekke.

Wolf kvistesaks er et tysk fabrikkat. Den ble først og fremst utviklet for beskjæring av hage-trær (frukttrær). Saksen er konstruert slik at den både skjærer og klipper. Med denne saksen kan man kviste opp til ca. 2.5 m. Konstruksjonen medfører at bare den ene siden kan brukes inn mot stammen. Utstyret veier ca. 1.5 kg, og det er mulig å klippe greiner opp til ca. 40 mm.

Campagnola kvistingsutstyr

- 1 Motor
- 2 Handtak
- 3 Slangetrommel
- 4 Saks
- 5 Kompressor
- 6 Trykktank
- 7 Støttebein

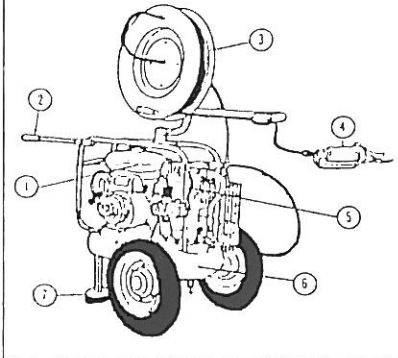


Fig. 7. Klippende kvistingsutstyr – motormanuelt utstyr.

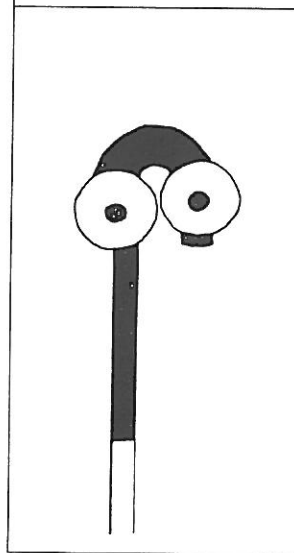
Campagnola kvistingsutstyr blir produsert i Italia. Kvistingen utføres med luftdrevne sakser, som får sitt arbeidstrykk fra et kompressoraggregat. Saksene koples til aggregatet med hurtigkoplinger via en polyetylen-slange med utvendig diameter på 8 mm. Med handsaks kan operatøren kviste opp til ca. 2.5 m. For kvisting høyere opp kan saksa monteres på skjøtbare aluminiumsskaft i ulike lengder. Det er plassert en trommel på toppen av aggregatet som bidrar til å holde orden på slangen. Trommelen rommer ca. 100 m slange. Forannevnte utstyr er nærmere omtalt av Vadla & Grønlien (1986) og Grønlien & Vadla (1988a, 88b). Aggregatet er relativt tungt å transportere i ulendt terreng, men med 100 m slange og flere uttak er det ikke nødvendig å flytte så ofte. Større hjul hadde gjort flyttingen lettere.

- Hoggende utstyr

Fiskars trinsekutter er definert som hoggende redskap. Øverst på skafrøret er det montert en krok av massivt stål. I kroken er det opplagret to skarpslippede ståltrinser med diameter på 8 cm. Trinsenes egg møtes i ett punkt uten å berøre hverandre. Kroken med trinsene plasseres over greinen. Man drar i skaftet, og greinen kappes (hogges) av. Trinsene roterer under kappingen. Utstyret kan suppleres med ekstra vekt. Nederst på skaftet kan man skru på et lodd (0.5 – 1 kg) for å få ekstra energi (kraft) i draget. Dette kan være nødvendig hvis greinene er spesielt grove og /eller harde.

Fig. 8. Hoggende kvistingsutstyr.

Fiskars trinsekutter



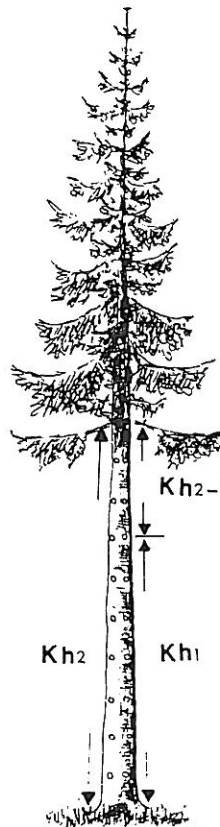
2.4. Forsøksopplegg

Tidsstudiene ble utført av tre personer: en operatør, en tidsstudiemann og en som registrerte tredata (greindiameter, greinmengde, skader m.m.) og nummererte trærne. Operatøren og tidsstudiemannen byttet arbeidsoppgaver med jevne mellomrom. Bare utvalgte trær (treantall tilsvarende 60 - 80 trær pr. daa) ble kvistet. Tidsforbruket ble målt i cmin. (cmin. = 1/100 minutt), og følgende deltid og tapstider ble registrert (Tab. 2):

Tabell 2. Deltider og tapstider.

Deltider og tapstider	Forklaring
Effektiv kvistetid	= tidsforbruk ved selve kvisteoperasjonen
Trevalg / gangtid	= tidsforbruk ved valg av - og gange til neste tre som skal kvistes
Start / stopptid	= tidsforbruk ved start / stopp av motor, fylling av drivstoff m.m.
Slangetid	= tidsforbruk ved utdraging / inndraging / ordning av luftslange
Skafttid	= tidsforbruk ved skjøting av skaft
Stigetid	= flytting av- og klatring opp og ned i stigen
Diverse tapstid	= reparasjoner, vedlikehold m.m.
Persontapstid	= letting i antrekk, «femminutter» m.m.

Kvistingshøyden ble målt fra bakken til nederste gjenstående greinkrans (Fig. 9).



Antall skader og antall kviststumper pr. m ble brukt som mål for kvaliteten av kvistingsarbeidet. Skader er summen av barksår og barkflenger. Stumper er gjenstående greindeler over $\frac{3}{4}$ cm.

Fig. 9.

Kvistingshøyde etter kvisting i én (Kh1) og to omganger (Kh2) og differansen mellom disse (Kh2 - Kh1). (Illustrasjon: B. Halvorsen).

3. Resultater

3.1. Tidsforbruk

Med effektiv kvistetid menes den tiden som går med til selve kvisteoperasjonen (Tab. 2). I fortsettelsen presenteres også resultater for totaltid, som er effektiv kvistetid inkludert forskjellige deltid.

3.1.1. Skjærende utstyr

I den foreliggende undersøkelsen ble fem typer skjærende utstyr testet: Fiskars selvmatende sag (Fi. Sag), Sandvik greinsag (Sa. Sag), STE – bogesag (STE Sag), kjedesag (Al. K12) og stikksag (RAU). Fi.Sag, Sa.Sag og Al. K12 ble brukt i begge forsøksfeltene. For Fi.Sag og Sa.Sag var tidsforbruket høyere på Hadeland enn i Trøgstad, mens det var motsatt for Al. K12 (Tab. 3). For Fi. Sag var midlere tidsforbruk pr. m (effektiv kvistetid) 71.9 cmin. på Hadeland og 45.3 cmin. i Trøgstad. Når det gjelder Sa. Sag, varierte midlere tidsforbruk pr. m fra 72.6 – 83.9 cmin. på Hadeland, og fra 39.0 – 49.4 cmin. i Trøgstad. Tidsforbruket for STE Sag var 92.6 cmin. Variasjonen for Al. K12 var fra 36.8 cmin. i Trøgstad til 81.1 cmin. på Hadeland. Ved å inkludere deltider økte tidsforbruket pr. m for Fi. Sag med fra 15.2 % (T3) til 24.5 % (H4). Tilsvarende økning for Sa. Sag var fra 14.9 % (T5) til 22.9 % (H5). For STE Sag var økningen på 9.4 %. For Al. K12 var økningen i tidsforbruk 16.8 % (T2) – 17.0 % (H3), mens tilsvarende økning for RAU var 28.5 %.

Tabell 3. Middeltall og standardavvik () for tidsforbruk pr. m (cmin.).

Kvistingutstyr	Effektiv kvistetid	Totaltid	Fra – til (m)	Sted
Fi. Sag	61.8(13.9)	76.5(16.4)	0 – 3.2	H4
	111.1(35.2)	141.1(44.4)	3.2 – 4.1	H4
	71.9(14.4)	89.5(17.4)	0 – 4.1	H4
	28.2(12.6)	34.7(12.6)	0 – 3.1	T3
	73.5(20.9)	81.5(24.4)	3.1 – 5.0	T3
	45.3(13.7)	52.2(13.8)	0 – 5.0	T3
Sa. Sag	39.0(13.5)	44.8(13.4)	0 – 3.4	T5
	75.0(17.8)	92.3(25.0)	0 – 3.3	H5
	118.3(35.6)	148.2(38.9)	3.3 – 4.0	H5
	83.9(20.2)	103.1(25.4)	0 – 4.0	H5
	72.6(12.8)	86.6(14.4)	0 – 3.9	H10
	49.4(12.4)	60.6(13.2)	0 – 5.4	T1
STE Sag	92.6(25.2)	101.3(26.0)	2.8 – 4.8	T2
Al. K12	81.1(13.9)	94.9(15.3)	0 – 3.0	H3
	36.8(10.9)	43.0(10.8)	0 – 2.8	T2
RAU	70.9(13.6)	91.1(16.5)	0 – 4.0	H6

- Regresjoner

Den lineære sammenhengen mellom effektiv kvistetid pr. m (Kvt – cmin.) og brysthøydiameter (Db – cm) er satt opp i Tabell 4. Tabellen viser også sted (H4 er rute nr. 4 på Hadeland osv.) og hvor på stammen utstyret ble brukt.

Regresjonsfunksjonene viser at kvistetida pr. m økte med økende brysthøydiameter. Dette gjelder imidlertid ikke for Fi. Sag brukt på rute nr. 3 (T3) i Trøgstad. I forannevnte delmateriale var det ingen sammenheng mellom effektiv kvistetid og brysthøydiameter. Sammenhengen var heller ikke statistisk sikker for kjedesag (Al. K12). I de andre delmaterialene ble totalvariasjonen i kvistetid redusert med 10.8 til 34.9 % ved å ta inn brysthøydiameter som uavhengig variabel ($r^2 = 0.108 - 0.349$).

Tabell 4. Regresjonsfunksjoner for sammenhengen mellom effektiv kvistetid (Kvt) og brysthøydiameter (Db).

Utstyr	Funksjon	DF	F	Pr > F	R ²	Fra – til (m)	Sted
Fi.Sag	$Kvt = 34.68 + 2.74 \times Db$	1/84	10.14	0.0020	0.108	0 – 3.2	H4
	$Kvt = 28.82 - 0.05 \times Db$	1/60	0.01	0.9305	0.000	0 – 3.1	T3
Sa.Sag	$Kvt = 28.27 + 0.85 \times Db$	1/75	2.95	0.0902	0.037	0 – 2.8	T2
	$Kvt = 13.08 + 2.00 \times Db$	1/57	10.43	0.0021	0.155	0 – 3.4	T5
	$Kvt = 28.00 + 5.50 \times Db$	1/81	43.45	0.0001	0.349	0 – 4.0	H5
	$Kvt = 38.15 + 3.63 \times Db$	1/81	21.08	0.0001	0.204	0 – 3.3	H5
	$Kvt = 42.24 + 3.24 \times Db$	1/56	12.08	0.0010	0.177	0 – 3.9	H10
STE Sag	$Kvt = 47.62 + 4.48 \times Db$	1/74	17.61	0.0001	0.192	2.8 – 4.8	T2
Al. K12	$Kvt = 67.23 + 1.23 \times Db$	1/82	2.40	0.1254	0.028	0 – 3.0	H3
	$Kvt = 12.93 + 2.93 \times Db$	1/70	21.33	0.0001	0.234	0 – 5.5	T1
RAU	$Kvt = 36.81 + 3.46 \times Db$	1/74	26.57	0.0001	0.264	0 – 4.0	H6

3.1.2. Klippende utstyr

Av klippende utstyr ble følgende fem typer testet: Fiskars kvistavbiter (Fi. Kv.), Nisi kvistesaks (Nisi), Sandvik greinsaks (Sa. Sks.), Wolf greinsaks (Wolf) og Campagnola kvistingsutstyr (Camp). Fi. Kv. og Nisi ble brukt i begge forsøksfeltene, og for begge utstyrstypene var tidsforbruket høyere på Hadeland enn i Trøgstad (Tab. 5). For Fi. Kv. var midlere tidsforbruk pr. m (effektiv kvistetid) 70.0 cmin. på Hadeland og 49.2 cmin. i Trøgstad, mens tilsvarende variasjon for Nisi var fra 74.1 til 54.1 cmin. Tidsforbruket for Sa. Sks. varierte fra 64.3 til 67.3 cmin. pr. m, mens tidsforbruket for Wolf var 57.5 cmin. pr. m. Ved å inkludere deltider økte tidsforbruket pr. m med 13.4 – 14.0 % for Fi. Kv. Tilsvarende økning for Nisi var fra 20.4 % (H2) til 26.8 % (T6). For Sa. Sks. økte tidsforbruket pr. m med 15.5 – 19.5 % (H9 og H7), mens økningen var 29.9 % for Wolf. Campagnola kvistingsutstyr ble brukt både fra bakken (Camp.) og fra stige (Camp. M. St.). Tabell 5 viser at det var liten forskjell i kvistetid mellom de to metodene. Ved å inkludere deltider økte tidsforbruket for Campagnola kvistingsutstyr brukt fra bakken (Camp.) med 31.2 %. Når utstyret ble brukt fra stige (Camp. M. St.), økte tidsforbruket med 61.4 % (H10) – 66.6 % (H9).

Tabell 5. Middeltall og standardavvik () for tidsforbruk pr. m (cmin.).

Kvistingsutstyr	Effektiv kvistetid	Totaltid	Fra – til (m)	Sted
Fi. Kv.	70.0(13.2)	79.4(14.4)	0 – 4.1	H1
	49.2(14.3)	56.1(15.6)	0 – 3.9	T4
Nisi	74.1(14.9)	89.2(21.1)	0 – 3.6	H2
	45.8(10.4)	59.5(14.2)	0 – 3.4	T6
	72.6(23.1)	89.9(26.2)	3.4 – 5.0	T6
	54.1(12.6)	68.6(14.9)	0 – 5.0	T6
Sa. Sks.	67.3(12.3)	77.6(12.8)	0 – 4.0	H9
	64.3(14.5)	76.8(16.5)	2.4 – 4.1	H7
Wolf	57.5(11.1)	74.7(15.6)	0 – 2.4	H7
Camp.	39.0(8.9)	56.3(14.8)	0 – 2.6	H8
	85.7(25.6)	103.6(29.2)	2.6 – 4.1	H8
	55.7(13.9)	73.1(15.8)	0 – 4.1	H8
Camp. M. St.	54.8(13.0)	91.3(15.1)	0 – 3.8	H9
	57.2(14.9)	92.3(17.4)	0 – 3.9	H10

- Regresjoner

Den lineære sammenhengen mellom effektiv kvistetid pr. m (Kvt – cmin.) og brysthøydiameter (Db – cm) er satt opp i Tabell 6. Tabellen viser også sted (H1 er rute nr. 1 på Hadeland osv.) og hvor på stammen utstyret ble brukt.

Tabell 6. Regresjonsfunksjoner for sammenhengen mellom effektiv kvistetid (Kvt) og brysthøydiameter (Db).

Utstyr	Funksjon	DF	F	Pr > F	R ²	Fra – til (m)	Sted
Fi.Kv.	$Kvt = 28.06 + 3.83 \times Db$	1/88	32.99	0.0001	0.272	0 – 4.1	H1
	$Kvt = 53.81 - 0.36 \times Db$	1/58	0.40	0.5319	0.007	0 – 3.9	T4
Nisi	$Kvt = 27.72 + 4.48 \times Db$	1/88	41.05	0.0001	0.318	0 – 3.6	H2
	$Kvt = 40.40 + 0.47 \times Db$	1/86	1.22	0.2716	0.014	0 – 3.4	T6
	$Kvt = 31.10 + 3.57 \times Db$	1/84	16.32	0.0001	0.162	3.4 – 5.0	T6
	$Kvt = 36.14 + 1.55 \times Db$	1/86	10.07	0.0021	0.104	0 – 5.0	T6
Sa. Sks.	$Kvt = 34.68 + 3.14 \times Db$	1/47	10.56	0.021	0.183	0 – 4.0	H9
	$Kvt = 49.00 + 1.47 \times Db$	1/106	4.78	0.0309	0.043	2.4 – 4.1	H7
Wolf	$Kvt = 42.00 + 1.50 \times Db$	1/106	8.73	0.0038	0.076	0 – 2.4	H7
Camp.	$Kvt = 15.43 + 2.35 \times Db$	1/128	36.47	0.0001	0.222	0 – 2.6	H8
	$Kvt = 4.32 + 7.99 \times Db$	1/120	44.95	0.0001	0.273	2.6 – 4.1	H8
	$Kvt = 5.02 + 5.04 \times Db$	1/128	92.47	0.0001	0.419	0 – 4.1	H8
Camp. M. St.	$Kvt = 6.07 + 4.98 \times Db$	1/31	29.23	0.0001	0.485	0 – 3.8	H9
	$Kvt = 15.32 + 4.22 \times Db$	1/34	8.35	0.0067	0.197	0 – 3.9	H10

Regresjonsfunksjonene viser at midlere kvistetid pr. m økte med økende brysthøydiameter.

Dette gjelder imidlertid ikke for Fi. Kv. brukt på rute nr. 4 (T4) i Trøgstad. I forannevnte delmateriale var det liten sammenheng mellom effektiv kvistetid og brysthøydiameter. Sammenhengen var heller ikke statistisk sikker for Nisi brukt fra 0 – 3.6 m på rute nr. 6 (T6) i Trøgstad. I de andre delmaterialene, hvor sammenhengen var statistisk sikker, forklarte brysthøydiameteren fra 4.3 til 48.5 % av variasjonen i midlere kvistetid pr. m ($r^2 = 0.043 - 0.485$).

3.1.3. Hoggende utstyr

Av hoggende utstyr ble det brukt én type: Fiskars trinsekutter (Fi. Tr.). Utstyret ble brukt i begge forsøksfeltene, og som for skjærende- og klippende utstyr var tidsforbruket høyest på Hadeland (Tab. 7). Ved å inkludere deltid økte tidsforbruket pr. m med 14.4 % (T5) til 27.1 % (H3).

Tabell 7. Middeltall og standardavvik () for tidsforbruk pr. m (cmin.).

Kvistingutstyr	Effektiv kvistetid	Totaltid	Fra – til (m)	Sted
Fi. Tr.	109.1(43.7)	138.7(49.0)	3.0 – 4.3	H3
	69.7(25.1)	83.4(27.7)	3.9 – 5.1	T4
	69.1(23.1)	79.1(29.1)	3.4 – 5.2	T5

- Regresjoner

Den lineære sammenhengen mellom effektiv kvistetid pr. m (Kvt – cmin.) og brysthøydediameter (Db – cm) er satt opp i Tabell 8. Tabellen viser også sted (H3 er rute nr. 3 på Hadeland osv.) og hvor på stammen utstyret ble brukt.

Tabell 8. Regresjonsfunksjoner for sammenhengen mellom effektiv kvistetid (Kvt) og brysthøydediameter (Db).

Utstyr	Funksjon	DF	F	Pr > F	R ²	Fra –til (m)	Sted
Fi.Tr.	$Kvt = 14.63 + 8.39 \times Db$	1/78	11.13	0.0013	0.125	3.0 – 4.3	H3
	$Kvt = 42.26 + 2.15 \times Db$	1/58	4.87	0.0313	0.077	3.9 – 5.1	T4
	$Kvt = 19.55 + 3.82 \times Db$	1/57	13.51	0.0005	0.192	3.4 – 5.2	T5

Regresjonsfunksjonene viser at midlere kvistetid pr. m økte med økende brysthøydediameter. I de ulike delmaterialene forklarte brysthøydediameteren fra 7.7 til 19.2 % av variasjonen i midlere kvistetid pr. m ($r^2 = 0.077 - 0.192$).

3.2. Deltider og tapstider

Som nevnt innledningsvis, ble det i tillegg til kvistetid registrert forskjellige deltidene og tapstider. De angitte tidene ble beregnet i prosent av kvistetiden (effektiv kvistetid), og er middeltall for hele materialet. De forskjellige deltidene og tapstider er definert i Tabell 2. Den deltiden som utgjorde størst andel av tidsforbruket, var stigetiden (Camp. M. St). Forannevnte deltid utgjorde 42 % av effektiv kvistetid (Fig.10). I middel for hele materialet utgjorde trevalg /gangtid 20.9 % av kvistetiden, varierende fra 17.1 % i Trøgstad til 21.3 % på Hadeland. I middel for hele materialet utgjorde tapstiden mindre enn 10 % av kvistetiden. Diverse tapstid og persontapstid utgjorde henholdsvis 5.1 og 3.1 % (Fig. 10).

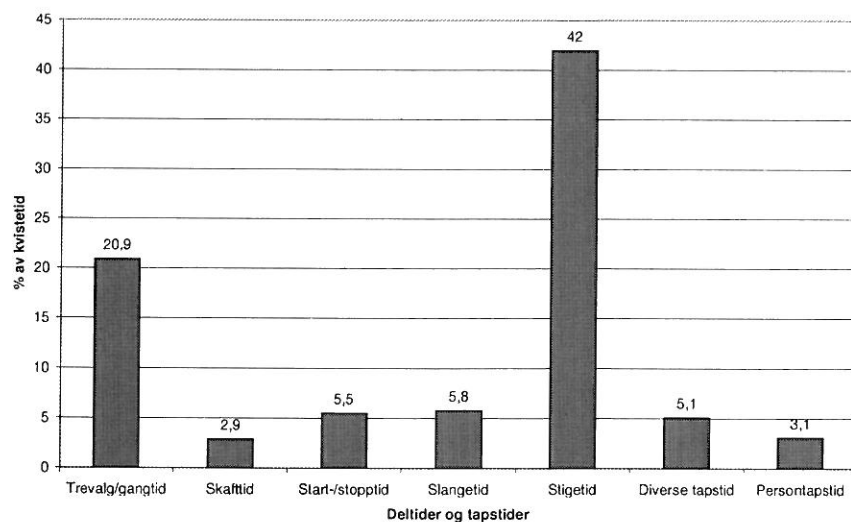


Fig. 10. Deltider og tapstider i % av effektiv kvistetid – middeltall for hele materialet.

3.3. Kvaliteten av kvistingsarbeidet

3.3.1. Skader

Skader er summen av barksår og barkflenger. Barksår er skader som er påført direkte av kvistingsutstyret, eksempelvis ved at man skjærer inn i stammebarken. Barkflenger er skader som oppstår når en grein faller mot bakken. Hvis greinen ikke er kappet helt av, tar den lett med seg noe bark på veien nedover.

Trærne ble klassifisert etter skadeomfang (Fig. 11, Fig. 12 og Fig. 13) i følgende tre klasser:

- A = ingen skade
- B = 0 – 1 skade pr. m
- C = mer enn 1 skade pr. m

- Skjærende utstyr

Fiskars selvmatende sag (Fi. Sag) og Sandvik greinsag (Sa. Sag) ble brukt i begge forsøksfeltene. For begge utstyrstyper var midlere antall skader pr. m høyere på Hadeland enn i Trøgstad. For Fi. Sag var midlere antall skader pr. m 0.85 på Hadeland og 0.15 i Trøgstad. Når det gjelder Sa. Sag, var variasjonen fra 0.3 til 0.5 skader pr. m på Hadeland, og fra 0.02 til 0.05 skader pr. m i Trøgstad. Antall skader økte med kvistingshøyden. For Fi. Sag var eksempelvis midlere antall skader pr. m 0.6 ved kvisting fra 0 – 3.2 m, mens antallet økte til 1.85 ved kvisting fra 3.2 – 4.1 m. Andelen uskadde trær var størst, 90.8 %, for STE Sag (Fig. 11). Tilsvarende resultater for Sa. Sag og Fi. Sag var henholdsvis 64.7 og 25 %. For kjedesag (Al. K12) var skadene noe større på Hadeland enn i Trøgstad, henholdsvis 0.4 og 0.15 skader pr. m. For stikksag (RAU) var det i middel 0.2 skader pr. m. Andelen uskadde trær var henholdsvis 44.1 og 48.7 % for Al. K12 og RAU.

Andel trær (%) med forskjellig skadeomfang

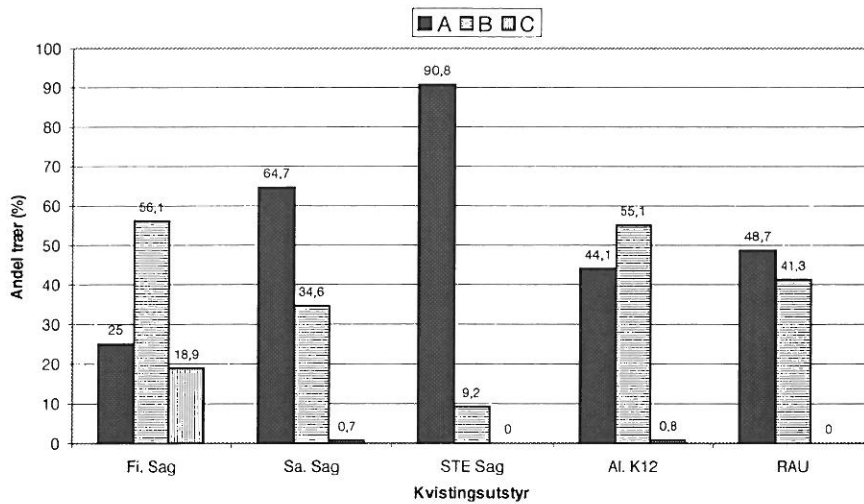


Fig. 11. Andel trær (%) med forskjellig skadeomfang - skjærende utstyr.

- Klippende utstyr

Av klippende utstyr ble følgende fem typer testet: Fiskars kvistavbiter (Fi. Kv.), Nisi kvistesaks (Nisi), Sandvik greinsaks (Sa. Sks.), Wolf greinsaks (Wolf) og Campagnola kvistingsutstyr (Camp.). Alle utstyrstyper påførte trærne små skader. Antall skader pr. m var størst (0.2) for Sa. Sks. Over 74 % av trærne var uten skader (Fig. 12). Andelen uskadde trær var størst (97.2 %) for Wolf. Tilsvarende resultater for Fi. Kv., Nisi og Sa. Sks. var henholdsvis 96.6, 86.0 og 74.2 %. Campagnola kvistingsutstyr ble brukt både fra bakken (Camp.) og fra stige (Camp. M. St.). Begge metodene ga svært få skader. Andelen uskadde trær var størst (94.2 %) når utstyret ble brukt fra stige (Fig. 12).

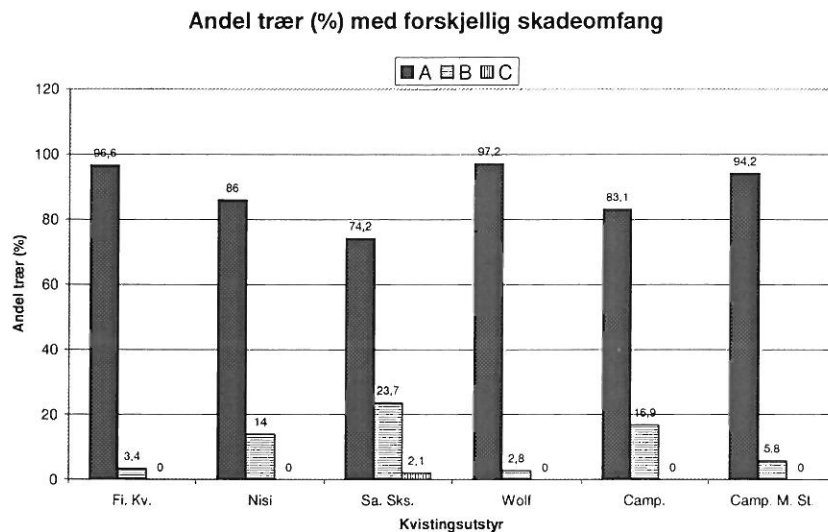


Fig. 12. Andel trær (%) med forskjellig skadeomfang – klippende utstyr.

- Hoggende utstyr

Trinsekutteren (Fi.Tr.) ble bare brukt fra 3 m og oppover. Skadene var betydelig større på Hadeland enn i Trøgstad. For hele materialet samlet var 61.6 % av trærne uten skader (Fig. 13).

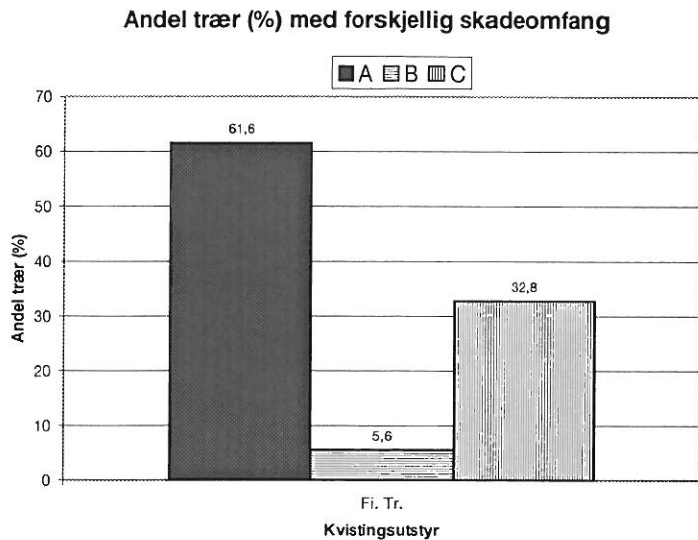


Fig. 13. Andel trær (%) med forskjellig skadeomfang – hoggende utstyr.

3.3.2. Kviststumper

Det er vanskelig å kappe en grein helt inntil stammen (kvistkragen). Det vil alltid sitte igjen noe av greinen. For at den gjensittende delen skal defineres som kviststump, er det i den foreliggende undersøkelsen brukt $\frac{3}{4}$ cm som grense.

Trærne ble klassifisert etter antall stumper (Fig. 14, Fig. 15 og Fig. 16) i følgende tre klasser:

- A = ingen stumper
- B = 0 – 1 stump pr. m
- C = mer enn 1 stump pr. m

-Skjærende utstyr

Fi. Sag ble brukt både på Hadeland og i Trøgstad, og midlere antall stumper pr. m var noe høyere i Trøgstad (1.35) enn på Hadeland (0.90). For Sa. Sag varierte midlere antall stumper pr. m fra 0.20 (Trøgstad) til 0.45 (Hadeland). For Sa. Sag var ca. tredjeparten (32.7 %) av trærne uten stumper, mens ingen trær var uten stumper ved bruk av Fi. Sag og STE Sag (Fig. 14). Av det motormanuelle utstyret etterlot kjedesag (Al. K12) flest kviststumper, i middel fra 0.8 til 2.1 kviststumper pr. m. For Al. K12 og RAU var andel trær uten kviststumper henholdsvis 3.1 og 34.2 %.

Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper

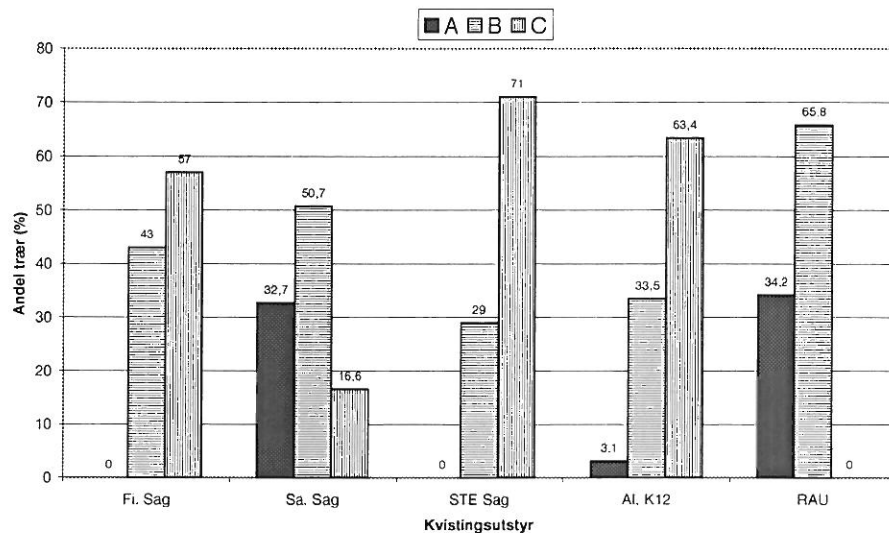


Fig. 14. Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper - skjærende utstyr.

- Klippende utstyr

Midlere antall kviststumper pr. m var høyest for Nisi kvistesaks (Nisi), henholdsvis 1.50 på Hadeland og 1.85 i Trøgstad. Sandvik greinsaks (Sa. Sks.) etterlot færrest kviststumper. I middel varierte antall kviststumper pr. m for Sa. Sks. fra 0.15 til 0.30. For Nisi var ingen trær uten kviststumper, mens andel trær uten kviststumper for Sa. Sks., Wolf og Fi. Kv. var henholdsvis 60.5, 14.8 og 2.7 % (Fig. 15). Campagnola kvistingsutstyr ble brukt både fra bakken (Camp.) og fra stige (Camp. M. St.). Det var liten forskjell mellom de to metodene, men stumpeantallet var noe lavere når utstyret ble brukt fra stige. Andel trær uten kviststumper var også størst (37.7 %) for sistnevnte metode. Når utstyret ble brukt fra bakken (Camp.), var tilsvarende andel 26.9 %.

Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper

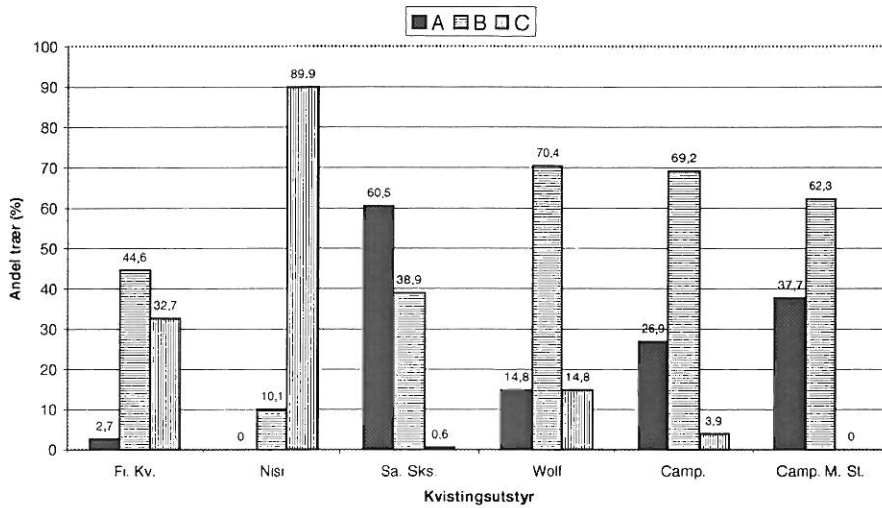


Fig. 15. Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper - klippende utstyr.

- Hoggende utstyr

For Fiskars trinsekutter (Fi. Tr.) varierte midlere antall stumper pr. m fra 0.45 til 1.0. Bare 6.4 % av trærne var uten stumper (Fig. 16).

Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper

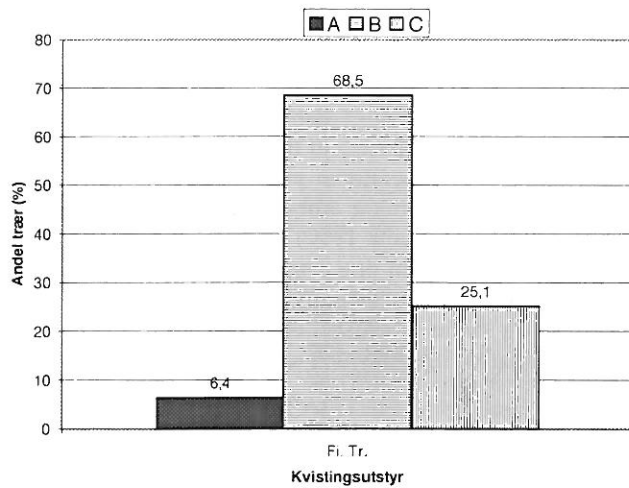


Fig. 16. Andel trær (%) med forskjellig antall kviststumper – hoggende utstyr.

4. Diskusjon

- *Materialet*

Studiene i den foreliggende undersøkelsen ble utført i to bestand. Bestandet på Hadeland var etablert ved planting, mens bestandet i Trøgstad var naturlig forynget. Middeltall for brysthøydiameter og trehøyde er satt opp i Fig. 2, og det går fram at trærne var litt grovere i Trøgstad enn på Hadeland. Forskjellen var ikke vesentlig hva angår terrengforhold, men de må karakteriseres som noe vanskeligere på Hadeland enn i Trøgstad. Derimot var det betydelige forskjeller på kvist og kvistsetting. På Hadeland var det grovere kvist (Fig. 3), og en større andel av greinene var levende.

Undersøkelsen omfattet i alt 11 forskjellige stammekvistingsredskaper (Tab.1). Utstyret som ble brukt, er med få unntak relativt vanlig i hele Norden. Unntakene er Stikksag (RAU) og Nisi kvistesaks. Sistnevnte var en prototype, som det ikke er produsert flere av. Campagnola kvistingsutstyr er relativt vanlig i Norge. Hvordan situasjonen er i andre land, foreligger det ingen informasjon om.

- *Tidsforbruket*

Tidsforbruket ved stammekvisting vil være avhengig av en rekke forhold. Viktige faktorer er kvistdiameter, kvisttype, antall greiner i hver greinkrans, avstand mellom greinkransene, kvistingsutstyr, kvistingshøyde, operatør, terrengforhold m.m. I den foreliggende undersøkelsen er effekten av noen av disse faktorene analysert.

De fleste utstyrstyper ble brukt i begge forsøksfeltene. En sammenligning av tidsforbruket viser at dette var lavere i Trøgstad enn på Hadeland. Den viktigste forklaringen på dette er at trærne i Trøgstad hadde en vesentlig større andel tørre greiner.

Tidsforbruket vil naturligvis være noe personavhengig. I den foreliggende undersøkelsen ble arbeidet utført av to personer som begge har lang erfaring med kvistingsarbeid. Forskjellen i tidsforbruk mellom personene var imidlertid så liten at det ikke var noen grunn til å skille mellom disse.

Kvistetida pr. m vil ikke være konstant langs stammen. Under ellers like forhold vil arbeidet gå raskest i området fra ca. 0.8 - 1.5 m fra rotavskjær. Lavere enn dette vanskeliggjøres kvistingsarbeidet av at operatøren må bøye seg. Fra ca. 1.5 m og høyere blir arbeidsoperasjonen vanskeligere og arbeidstyngden stadig større ved at operatøren må løfte og strekke armene (Vadla 1990). Tidsforbruket pr. m vil derfor øke noe oppover stammen. Et forhold som drar i motsatt retning, er at avstanden mellom greinkransene øker litt oppover stammen, men dette vil ikke oppveie for en vanskeligere arbeidsoperasjon og større arbeidsbelastning. Når man sammenligner tidsforbruket pr. m, må derfor også kvistingshøyden tas i betraktning.

- *Deltider og tapstider*

I den foreliggende undersøkelsen ble bare utvalgte trær i de respektive bestandene kvistet. Tidsforbruket til valg av- og gange til neste tre ville vært lavere om alle trær hadde blitt kvistet. Avstanden mellom hvert tre hadde vært mindre, og i tillegg ville valg av trær vært mindre tidkrevende. Det er også rimelig å anta at tidsforbruket til

ordning av luftslangen hadde vært lavere om forflytningen mellom hver kvisteoperasjon hadde vært kortere. Det samme gjelder for tidsforbruket ved plassering og flytting av stige. Ved vurdering av resultatene må man også ta i betraktning at tidsstudiet foregikk over en relativt kort periode. F.eks. ville del- og tapstider knyttet til utstyret, slik som reparasjoner og vedlikehold, vært høyere om forsøket hadde gått over en lengre periode.

- Kvaliteten av kvistingsarbeidet

Antall skader og antall kviststumper ble brukt som kvalitetsmål for kvistingsarbeidet. Skader er summen av barksår og barkflenger. Barksår er skader som påføres direkte av kvistingsutstyret, eksempelvis ved at man skjærer inn i stammebarken. Barkflenger er skader som oppstår når en grein faller mot bakken. Både for manuelt og motormanuelt utstyr var andelen skader høyere for skjærende enn for klippende utstyr. Det er andelen barksår som er vesentlig høyere, hvilket er naturlig da det er lettere å påføre trærne mekaniske skader med skjærende utstyr. Antall skader økte med kvistingshøyden, hvilket også er i samsvar med tidligere undersøkelser (Dahlin & Gyldberg 1981).

Det er svært vanskelig å kappe en grein helt inntil stammen (kvistkragen). Det vil alltid sitte igjen noe av greinen. For at den gjensittende delen skulle bli registrert som kviststump, måtte lengden være $\frac{3}{4}$ cm eller mer. Lengden av den gjensittende delen av greinen ble bare målt i startfasen for å justere skjønnet. Deretter ble lengden vurdert skjønsmessig. De fleste kviststumpene var under 1 cm, og svært få var over 1.5 cm.

Campagnola kvistingsutstyr ble brukt både fra bakken (Camp.) og fra stige (Camp. M. St.). Kvaliteten av kvistingsarbeidet var bedre når utstyret ble brukt fra stige. Dette gjelder både for skader og kviststumper. Forklaringen ligger i bedre arbeidsforhold. Metoden har den fordelen at man kommer nær greinen, hvilket gjør at man har bedre kontroll over arbeidet enn når saksa er montert på et skjøteskaft. Kvisting fra stige medfører dessuten mindre belastning på nakke og skuldre.

- Oppsummering

Tidsforbruk og kvaliteten av kvistingsarbeidet er viktige faktorer ved stammekvisting. Et sentralt spørsmål er om det er vesentlige forskjeller på kvistingsutstyr hva angår forannevnte.

Tidsforbruket, uttrykt i effektiv kvistetid pr. m, var lavest for klippende utstyr. Dette gjelder både ved kvisting fra bakken opp til 2.5 – 3 m og ved kvisting fra ca. 2.5 m og oppover. Men det må legges til at forskjellen mellom klippende-, skjærende- og hoggende utstyr var relativt liten. Kvaliteten av kvistingsarbeidet var klart best for klippende utstyr. Lite skader bidrar sterkt til denne rangeringen.

Litteratur

- Anon 1983. Motor- Entastungssäge mit Eigenantrieb und Teleskoprohr. Allg. Forstz. 38: 1349 - 1350.
- Arvidsson, A. 1981. Stamkvistning ger högre kvalitet. Skogen 11/81: 42 - 46.
- Arvidsson, A. 1982. Pilotstudie med pneumatiskt drivet stamkvistningsverktyg. Inst. Skogstekn., SLU. Stensiltryck: 7 pp. + bil.
- Arvidsson, A. 1985. Redskap för stamkvistning. Sv. SkogsvFörb. Tidskr. 6/85: 51 - 59.
- Dahlin, B. & Gyldberg, B. 1981. Stamkvistning med motormanuellt redskap - En jämförelse med handredskap. Stenc. Inst. Skogstekn., Skogshögsk.. 136: 1 - 21 + bil.
- Didrik, U., Olsson, P. & Winsa, H. 1978. Stamkvistning. Seminariearbete i teknik, oktober 1978. Stenc. Inst. Skogstekn., Skogshögsk. 61: 1 - 35 + bil.
- Grønlien, H. H. & Vadla, K. 1988a. Stammekvisting med saks. Norsk Skogbr. 34(7/8): 29 - 30.
- Grønlien, H. H. & Vadla, K. 1988b. Stammekvisting gir kvalitet - luftdrevet kvistesaks. Skogeieren 75(8): 39 - 40.
- Gyldberg, B. 1981. Nya stamkvistningsredskap. Småskognytt, SLU - Garpenberg 1/81: 16 pp.
- Helgesson, T. 1983. Stamkvistning - Teknik och motormanuella verktyg. Sågverken 2/83: 46 - 53.
- Honore, S. & Jensen, V. 1975. Udstyr til høsting af pyntegrønt og juletræer. Skovtekn. Inst. 18/75: 1 - 35.
- Uleberg, J. O. 1973. Kunstig kvisting. Skogeieren 60(2): 18 - 19.
- Vadla, K. 1989. Utstyr for stammekvisting og tidsforbruk ved stammekvisting av furu, gran og sitkagran. Aktuelt fra NISK 1/89: 67 - 71.
- Vadla, K. 1990. Tidsforbruk ved stammekvisting av sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) (Consumption of time when pruning sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.)). Rapp. Nor. inst. skogforsk. 3/90: 1 - 21.
- Vadla, K. & Grønlien, H. H. 1986. Stammekvisting, utstyr og økonomi. Norsk Skogbr. 32(4): 29 - 30 og 47.

Rapport fra skogforskningen

Utkommet i 2000:

- 1/00: *Øystein Dale og Morten Niteberg*: Skogsdrift med snøscooter. Trekkrefter for ulike snøscootere, utstyrsstudier, praktiske metodeforsøk. En delrapport fra prosjektet: Skogbehandling og driftssystemer tilpasset boreal regnskog og verneskog.
- 2/00: *Stein Magnesen*: Vekst og overleving hos sitkagran fra skogfrøplantasjer og plantefelt på Vestlandet.
- 3/00: *Bernt-Håvard Øyen*: Naturlig avgang i gran- og furuskog.
- 4/00: *Helge Braastad og Bjørn Tveite*: Tynning i granbestand. Effekten på tilvekst, dimensjonsfordeling og økonomi.
- 5/00: *Ketil Kohmann*: Voksbehandling av rothalsen på skogplanter som alternativ til insekticider som brukes mot insektnag etter utplanting.
- 6/00: *Per Otto Flåte og Birger Eikenes*: Osp som byggemateriale.
- 7/00: *Kjell Vadla*: Virkesegenskaper hos fuglekirsebær (*Prunus avium L.*).
- 8/00: *Svein Solberg, Kjell Andreassen, Tone Groeggen*: Tilvekst på skogoppsynets overvåkingsflater 1991-96 (Forest yield on forest officers' monitoring plots 1991-1996 in Norway).
- 9/00: *Jørn Lileng og Øystein Dale*: Aktivitetsnivået i vanskelig terreng – i Norge.
- 10/00: *Hans Nyeggen og Jan-Ole Skage*: Juletrekvaliteter etter kontrollerte krysninger med gran fra Stange frøplantasje.
- 11/00: *Helge Braastad og Bjørn Tveite*: Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kron høyde og kvisttykkelse.
- 12/00: *Ingvald Røsberg og Dan Aamlid*: Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann – Årsrapport 1999.
- 13/00: *Dan Aamlid, Svein Solberg, Gro Høyen, Kjetil Tørseth*: Skogskader og skogovervåking i Norge. Årsrapport for Overvåkingsprogram for skogskader 1999. (*Forest damage and forest monitoring in Norway - Annual report of The Norwegian Monitoring Programme for Forest Damage 1999*)

-
- **Supplement 15:** *Svendsrud, A.*: Tabeller for beregning av verdien av skogbestand.
- **Supplement 16:** *Nicholas Clarke and Anne Camilla Bergkvist*: Methods for the fractionation of organic nitrogen in natural waters