



Tutkimus metsäkoneiden nostureista ja niillä työskentelystä

A STUDY CONCERNING FOREST MACHINERY
LOADERS AND WORKING WITH THEM

KAARLO RIEPPO

HELSINKI 1991

M E T S Ä T E H O

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n metsätyöntutkimusosasto
*Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish
Forest Industries*

TUTKIMUS METSÄKONEIDEN NOSTUREISTA
JA NIILLÄ TYÖSKENTELYSTÄ

*A Study Concerning Forest Machinery Loaders
and Working with them*

Kaarlo Rieppo

SISÄLLYS
Contents

	Sivu Page
TIIVISTELMÄ	4
1 JOHDANTO	5
2 NOSTUREIDEN TEKNIikka, RAKENNE JA TOIMINTAPERIAATTEET	5
2.1 Kuormatraktoreiden nosturit	5
2.2 Hakkuukoneiden nosturit	6
3 TUTKIMUKSEN TAVOITE	8
4 TUTKIMUSAINEISTOT JA -MENETELMÄT	8
4.1 Tutkimukseen valitut nosturit ja peruskoneet	8
4.2 Nostureiden tekninen tehokkuus	9
4.3 Ajankäyttöanalyysi nostureiden käytöstä	9
4.4 Nostureiden merkitys koneellisessa metsätyössä	10
5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU	10
5.1 Nostureiden määrät	10
5.2 Nostureiden tekninen tehokkuus	11
5.2.1 Voimat ja ulottuvuudet	11
5.2.2 Liikenopeudet	13
5.3 Ajankäyttöanalyysi nostureiden käytöstä	15
5.4 Nostureiden merkitys koneellisessa metsätyössä	17
5.4.1 Nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta	17
5.4.2 Nosturillatyöskentelyn tehostumisen vaikutus metsäkoneiden käytön tuottavuuteen	18
6 PÄÄTELMÄT	18
KIRJALLISUUTTA - R e f e r e n c e s	20
S u m m a r y	21

TIIVISTELMÄ

Tutkimus selvitti metsäkoneiden nostureiden teknisiä ominaisuuksia ja nostureiden merkitystä metsäkoneiden käytössä. Tutkimuksessa oli mukana kaksi tyypiltään keskikokoisen kuormatraktorin nosturia - Fiskars, Foresteri - ja yksi pienikokoisen kuormatraktorin nosturi - Farmi - sekä kolme keskikokoisen hakkuukoneen nosturia - FMG, Ponsse, Valmet - ja yksi pienikokoisen hakkuukoneen nosturi - Farmi. Tutkimuksen hakkuukoneet olivat yksioteharvestereita.

Vuosina 1983 - 1988 toimitetuista kuormatraktoreiden nostureista Cranabin, Farmin ja Fiskarsin (nykyisin Loglift) yhteinen markkinaosuus oli 90 %. Hakkuukoneiden nostureiden valmistus ei ole keskittynyt samalla tavalla kuin metsätraktoreiden nostureiden. Hakkuukoneiden valmistajat tekevät nosturinsa usein itse.

Kuormatraktoreiden nostureista Fiskars ja Foresteri olivat nostokyvyltään lähietäisyyksillä tasaveroisia, mutta noin 10 m:n maksimiulottuvuudessa Fiskarsin nostokyky oli parempi kuin Foresterin. Pienimmän nosturin, Farmin, nostomomentti oli luonnollisesti pienin. Foresterin kääntömomentti oli suurin.

Hakkuukoneiden nostureista Valmetin nostokyky lähietäisyydellä oli suurin. FMG ja Ponsse olivat nostokyvyltään tasaveroisia. Valmetin nosturin - tyypiltään teleskoopinosturi - nostokyky pieneni jyrkästi, kun

etäisyys kasvoi. Yli 7 m:n etäisyyksillä sen nostokyky oli Farminkin nostokykyä pienempi. FMG:n kääntömomentti oli suurin.

Kuormatraktoreiden nosturit olivat kääntönopeuksiltaan ja nostopuominsa liikenopeuksilta tasaveroisia. Hakkuukoneiden nostureiden kääntönopeuksissa oli huomattavia eroja. Se johtui niiden rakenteellisista eroista.

Metsäkuljetuksessa - kun järjestelyä ei otettu huomioon - kuormausajasta meni nosturin kouran siirtoon kasan luokse 31 - 34 prosenttia, kourakasaan tarttumiseen 12 - 16 %, taakan nostoon 35 - 43 % ja taakan irrotukseen 12 - 16 %. Osuudet purkamisajasta olivat vastaavasti: taakkaan tarttuminen 16 - 22 %, taakan siirto ulos 32 - 39 prosenttia, taakan irrotus 13 - 18 % ja nosturin kouran siirto takaisin kuormatilaan 28 - 33 %.

Nosturillatyöskentely vie merkittävimmän osan kuormatraktorin ajankäytöstä, työolojen mukaan 45 - 83 % tehoajasta. Mitä lyhyempi on ajomatka, sitä suurempi on nosturillatyöskentelyn osuus.

Tässä tutkimuksessa pienten hakkuukoneiden nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta oli 51 % ja keskikokoisten hakkuukoneiden 38 %. Nosturillatyöskentelyllä tarkoitetaan sitä aikaa, jonka nosturi on liikkeessä. Nosturillatyöskentelyyn eivät siis sisälly mm. puun kaato, karsinta ja katkonta.

Asiasanat: nosturit, hakkuukoneet, kuormatraktorit

1 JOHDANTO

Suomessa puunkorjuun tuottavuus on kasvanut 20 vuodessa nelin- tai jopa viisinkertaiseksi (Hakkila ym. 1989). Yli 10 viime vuoden aikana hakkuun tuottavuus on kasvanut yli 4 % vuodessa ja metsäkuljetuksen enemmän kuin hakkuun, lähes 9 % vuodessa. Lähinnä nopean koneellistamisen ansiosta hakkuun tuottavuus paranee myös lähitulevaisuudessa, kun taas metsäkuljetuksen tuottavuuskehitys ilmeisesti hidastuu nykyisestään (Kahala 1990).

Ruotsissa metsätalouden työn tuottavuus (korjuu ja metsänhoito, ei kaukokuljetusta) lisääntyi 1950-luvulla vuosittain 5 %, 1960-luvulla 13 % ja 1970-luvulla alle 2 %. 1980-luvulla se kehittyi hakkuukoneiden käyttöönoton takia nopeammin kuin 1970-luvulla (Hakkila ym. 1989 piirroksen 8 perusteella).

Puunkorjuun tuottavuus on kehittynyt nopeasti ensisijaisesti moottorisahan, metsätraktorin ja hakkuukoneiden kehittämisen ja käyttöönoton ansiosta. Lisäksi tuottavuuden kasvuun ovat vaikuttaneet merkittävästi myös työmenetelmien kehittyminen ja metsässä tehtävien työnvaiheiden väheneminen.

Kunnia puunkorjuun kehittämisestä annetaan helposti ainoastaan edellä mainituille koneille. Kuitenkin on syytä huomata, että yksittäinen keksintö - hydraulinosturi - sen kehittäminen ja käyttöönotto 1960-luvulla mahdollisti vasta tehokkaiden metsätraktoreiden ja hakkuukoneiden kehittämisen. Hydraulista puutavaranosturia voidaan pitää ehkä merkittävimpänä yksittäisenä puunkorjuun tuottavuutta parantaneena keksintönä. Esimerkiksi Ruotsissa metsätalouden työn tuottavuus on parantunut selvästi nopeimmin juuri hydraulinosturin käyttöönoton vuosikymmenellä.

Hydraulinosturista on tullut metsätöiden välttämätön apuväline puutavaran hakkuussa, lähikuljetuksessa ja kaukokuljetuksessa. Myös tehtailla sitä käytetään usein puutavaran siirtoon. Nosturi on tarpeen myös

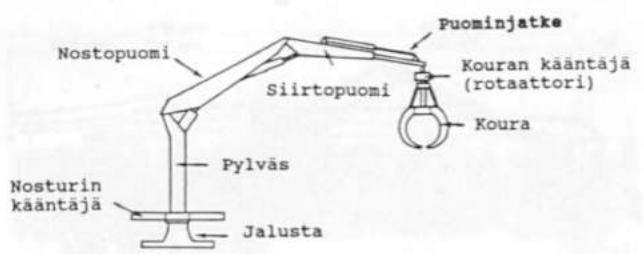
metsänhoitotöissä taimien ja muiden materiaalien käsittelyssä. Verraton apu nosturi on metsäkoneen käytössä. Sen avulla onnistuvat sellaisetkin metsässä aiemmin lähes mahdottomiksi osoittautuneet tehtävät kuin telojen sekä ketjujen päällelaitto ja poisto, renkaiden vaihto ja monet korjaukset (Terrängmaskinen 1981). Nosturia voidaan käyttää myös vetoapuna, kun ajoneuvo tai työkone juuttuu kiinni.

Nostureiden merkitys on nykyisissä koneissa edelleen ratkaiseva, koska nosturillatyökentelyn osuus on useita metsäkoneita käytettäessä vähintään puolet koneiden käyttämästä kokonaisuudesta (esim. Holmström 1983 ja Johansson 1976). Tehokkaalla, kuhunkin tehtävään ja olosuhteisiin hyvin sopivalla nosturilla voidaan siten merkittävästi vaihtaa koneiden käytön tuottavuuteen.

2 NOSTUREIDEN TEKNIikka, RAKENNE JA TOIMINTAPERIAATTEET

2.1 Kuormatraktoreiden nosturit

Suomessa käytössä olevat kuormatraktoreiden nosturit ovat pelkästään nivelpuominostureita. Tyypillisessä nivelpuominosturissa (kuva 1) on kouran toiminnot mukaan lukien kuusi hallittavaa liikettä: nosturin kääntö, nostopuomin nosto/lasku, siirtopuomin nosto/lasku, puominjatke ulos/sisään, kouran kääntö (rotaattori) ja koura auki/kiinni.



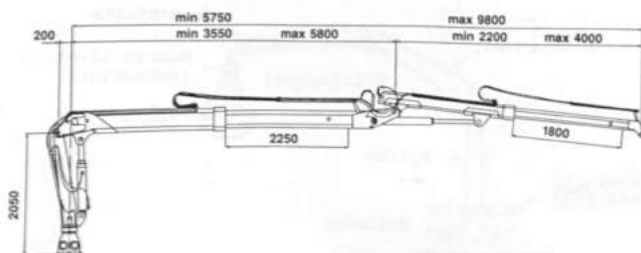
Kuva 1. Nivelpuominosturin rakenne (Terrängmaskinen 1981)



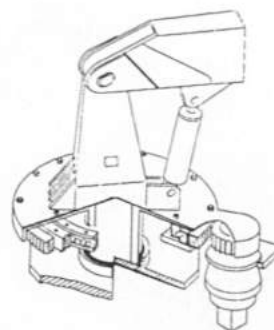
Kuva 2. Nosturi, jonka siirtopuomin peräpäätä menee nosto- ja siirtopuomin taitekohdan yli

Aluksi nivelpuominostureiden sekä nosto- että siirtopuomi olivat jatkeettomia. Ratkaisevasti nosturi kehittyi 1970-luvulla, kun markkinoille tuli pitkäpuominosturi. Siinä perinteinen yksiosainen siirtopuomi korvattiin liukupuomilla tai teleskoopilla. Teleskoopit ovat nykyään yleisesti 2-jatkeisia, mutta myös 3-jatkeisia on ollut markkinoilla. Viimeisimpien pitkäulotteisten nostureiden ulottuvuus on yli 10 m. Sitä ulottuvammat nosturit eivät nykyisiä korjuumenetelmiä käytettäessä ole tarpeen. Pitempiäkin puomistoja voitaisiin teknisesti rakentaa, mutta se edellyttäisi koneen stabiliteetin säilymiseksi raskaampaa peruskonetta. Lisäksi nosturia on sitä vaikeampi hallita, mitä ulottuvampi se on. Myös näkyvyys - varsinkin harvennushakkuissa - rajoittaa ulottuvuuden lisäämistä.

Joissakin nostureissa siirtopuomin peräpäätä menee nosto- ja siirtopuomin taitekohdan yli (kuva 2). Siten saadaan puominjatkeelle lisää pituutta pienemmällä työkoneen kaatomentin lisäyksellä kuin pidentämällä siirtopuomia sen päästä. Eräissä nosturissa on sekä nosto- että siirtopuomissa yksiosainen jatke (kuva 3). Näin siirtopuomista saadaan tavanomaista kevyempi, mutta nostopuomista tulee vastaavasti tavanomaisesta raskaampi. Koneen stabiliteetille kuitenkin jokainen lisäkilo siirtopuomiin on huomattavasti haitallisempaa kuin lisäys nostopuomiin.



Kuva 3. Nosturi, jonka sekä nosto- että siirtopuomissa on jatke



Kuva 4. Hydraulimoottorikääntö

Nosturin ulottuvuuden kasvu vaatii nosturin hallintajärjestelmän kehittämistä nykyisestään. Siihen onkin viime vuosina alettu kiinnittää huomiota. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten on Ruotsissa yhdessä erään nosturienvalmistajan kanssa kehittänyt menetelmää, jossa ohjataan suoraan nosturin pään liikkeitä (Löfgren 1989). Suomessa valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) ja Oulun yliopisto ovat 1980-luvulla kehittäneet menetelmää nosturin hallittavuuden parantamiseksi (Vähä 1988). Myös suomalainen nosturienvalmistaja Oy Loglift Ab kehittää parhaillaan nosturin pään ohjaamiseen perustuvaa tekniikkaa.

Viime vuosina on nostureiden tavallisen hammastankokäännön lisäksi alettu käyttää myös hydraulimoottorikääntöä (kuva 4). Sellaisessa rakenteessa kääntökehän halkaisija on suurempi kuin hammastankokäännössä, joten kääntöliike on tarkempi.

Nostureiden puominjatkeissa on alettu käyttää V-muotoista pohjaa, koska se keskittää jatkeen ja parantaa siten tarkkuutta. Siten saadaan myös liukupintojen ala lähes 30 prosenttia suuremmaksi kuin tavanomaisessa rakenteessa.

2.2 Hakkuukoneiden nosturit

Hakkuukoneissa on pääperiaatteeltaan kahdentyyppisiä nostureita: nivelpuomi- ja teleskoopinosturit. Hakkuukoneessa nosturi joutuu kovemmalle rasitukselle kuin metsätraktorissa. Nosturilta vaaditaan varsinkin jääreunkoisessa avohakkuussa ja viimeisissä harvennushakkuissa paljon voimaa. Sen on nostettava ja vedettävä kaadettua puuta itseensä päin ja myös siirrettävä sitä sivusuunnassa. Hakkuukoneen nosturissa on siten oltava riittävästi paitsi

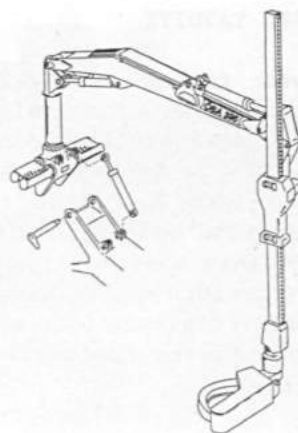
nosto- myös kääntövoimaa, ja nosturin rakenne on suunniteltava kestäämään sivuitaisvoimista aiheutuvat suuret vääntömomentit. Siksi nosturin puomien ja nivelien on oltavakin leveät.

Hakkuukoneen nivelpuominosturissa on selvästi matalampi pystypilari kuin kuormatraktorin nivelpuominosturissa. Kuormatraktoreiden nostureissa pystypilarin korkeus on noin 2 m ja hakkuukoneiden nostureissa metri tai vähemmän. Kuormatraktoreiden nosturin pystypilarin täytyy olla korkea, jotta sillä pystytään nostamaan taakka suoja-aleikön yli kuormatilaan.

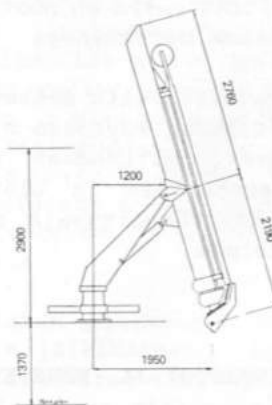
Hakkuukoneiden nivelpuominostureita valmistetaan sekä ilman jatkeita että jatkeellisina. Jatkeettomat tai yksijatkeiset nosturit on tarkoitettu avohakkuuseen, ja niiden ulottuvuus on 7 - 8 m. Kaksijatkeiset soveltuvat paremmin harvennushakkuisiin, koska niiden ulottuvuus on noin 10 m. Hakkuukoneiden nostureissa on käytetty jatkeena myös moottoripuomia (kuva 5). Siinä ratkaisussa siirtopuomi on korvattu ketjuin varustetulla liukupuomilla, jota käytetään hydraulimoottorilla.

Metsäkoneisiin tarkoitettuja teleskooppipuominostureita valmistaa ja käyttää ainoastaan Valmet Logging AB. Niissä nosto- ja siirtopuomi on korvattu 2-jatkeisella teleskoopilla. Teleskooppi on kiinnitetty vinossa asennossa olevaan pylvääseen, ja teleskoopin asentoa säädetään pylvään ja teleskooppipuomin väliin asennetulla hydraulisylinterillä (kuva 6). Teleskooppipuominosturissa on yksi hallittava liike vähemmän kuin nivelpuominosturissa, eli hallittavia liikkeitä on viisi.

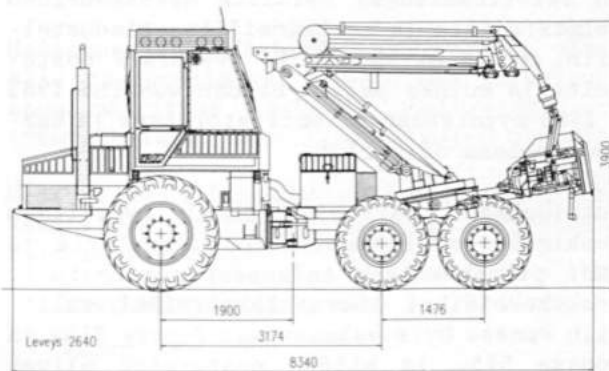
Hakkuukoneissa käytettävien nivelpuominostureiden hallittavuutta ovat eräät nosturienvalmistajat pyrkineet parantamaan rakenteellisin ratkaisuin (esim. kuvat 7 ja 8). Molemmista ratkaisuista on pyritty siihen, että nosturin vaakatasoliikettä varten ei erikseen tarvitse ohjata sekä nosto- että siirtopuomia, vaan niiden liikkeet on kytketty toisiinsa. Kuvan 7 ratkaisussa tämä kytkentä perustuu nosto- ja siirtosylinterien erikoiseen sijoitukseen ja niiden väliseen toimintaan, kun taas kuvan 8 tapauksessa kytkentä on saatu aikaan 2-osaisella nostopuomilla ja nosto- ja siirtopuomin välisellä nivelratkaisulla. Molemmat nosturit ovat tätä nykyä käytössä.



Kuva 5. Moottorikäyttöinen siirtopuomi



Kuva 6. Valmet 996 -teleskooppipuominosturi



Kuva 7. Ponsse HN 125 -nosturi



Kuva 8. Pika 8000 -nosturi

Nosturi	Ulottuvuus, m	Nostomomentti, kNm	Kääntömomentti, kNm	Kääntökulma, astetta	Vetovoima, kN	Käyttöpaine, MPa
Kuormatraktoreiden nosturit						
Farmi MHK 4480	7.9	43	13	380	-	15.0
Fiskars 70L	10.7	93	22	380	-	17.5
Foresteri 66	10.3	80	25	380	-	17.5
Hakkuukoneiden nosturit						
Farmi MHK 4480 H	7.9	43	13	380	-	15.0
PMG 184E	10.1	155	30	240	38	19.0
Ponsse HN 125	10.0	150	35	360	27	17.5
Valmet 996	9.6	98	-	270	23	19.0



Kuva 11. Nostovoiman mittaus käynnissä.
Valok. Metsäteho

4.2 Nostureiden tekninen tehokkuus

Nostureiden tehokkuuteen vaikuttavat ratkaisevasti nosturin voimat, ulottuvuus ja liikenopeedet.

Sekä kuormatraktorille että hakkuukoneelle merkittäviä voimia ovat nostovoima eri ulottuvuuksilla, kääntövoima myötä- ja vastapäivään sekä nosturin vetovoima peruskoneeseen päin. Näiden voimien avulla voidaan laskea nostureiden nosto- ja kääntömomentit.

Voimat mitattiin kunkin kone-nosturiyksikön yhdestä koneesta. Mittalaitteena käytettiin Tamtron IWS-KE 6300 M -voimanmittauslaitetta, jonka suurin mittauskyky on 6 300 kg. Mittalaitteeseen kuuluu erillinen anturi ja näyttöyksikkö. Laitteen erottelukyky on 1 kg.

Mittausvaiheessa anturin toinen pää kiinnitettiin nosturiin, kouraan tai monitoimiosaan ja toinen pää ankkuroitiin kiinteäksi (kuva 11). Kaikissa koneissa oli tavanomaiset työpainet.

Nostureiden voimat mitattiin 3 - 4 etäisyydeltä. Kääntövoimat myötä- ja vastapäivään sekä nosturin vetovoima koneeseen päin mitattiin, kun sen ulottuvuus oli suurin tai lähes suurin. Vetovoimalle käytettiin kahda mittaustapaa: ensimmäisessä vedettiin pelkällä puominjatkeella ja toisessa nostolla auttaen. Mittauksia varten kone pyrittiin saamaan mahdollisimman tasaiselle alustalle. Kukin voimanmittaus toistettiin viisi kertaa.

Nostureiden maksimiulottuvuudet mitattiin mittanauhalla maanpinnan tasossa nosturin kääntöpuolelta keskeltä kouran ripustuspaikasta ja monitoimiosan puustakiinnityspisteeseen 5 cm:n tarkkuudella.

Nostureiden liikenopeedet mitattiin kenttäoloissa. Nosturit olivat tavanomaisessa työkunnossa. Liikenopeedet mitattiin seuraaville liikkeille ottaen kuitenkin huomioon nosturityyppien väliset erot: puominjatke sisään ja ulos, kääntö myötä- ja vastapäivään, nostopuomin nosto ja lasku sekä siirtopuomin nosto ja lasku. Kuormatraktoreiden nostureista mitattiin myös rotaattorin pyörimisnopeus ja kouran sulkemis- ja aukaisunopeus.

Liikenopeeduksien mittaukset videoitiin ja analysoitiin jälkikäteen. Kustakin liikkeestä tehtiin viisi mittausta. Rotaattorin pyörimisnopeus määritettiin pyörittämällä sitä ympäri yhtä mittausta viisi kertaa.

4.3 Ajankäyttöanalyysi nostureiden käytöstä

Metsäkoneiden työskentelyä kuvattiin videolle tavanomaisissa työoloissa tarkoituksena määrittää tarkasti nostureiden eri työvaiheisiin käyttämien aikojen osuudet.

Nostureiden liikkeiden analysoimiseksi metsäkoneiden työskentely jaettiin työvaiheisiin seuraavasti:

Kuormatraktorit

Kuormaus

Nosturin kouran siirto ulos
Tarttuminen taakkaan
Järjestely ajoneuvon ulkopuolella
Taakan nosto kuormatilaan
Taakan irrotus
Järjestely kuormatilassa

Purkaminen

Tarttuminen taakkaan
Järjestely kuormatilassa
Taakan siirto ajoneuvon ulkopuolelle
Taakan irrotus
Järjestely ajoneuvon ulkopuolella
Nosturin kouran siirto kuormatilaan

Hakkuukoneet

Nosturin siirto puulle
Puun katkaisu ja kaato
Nosturin siirto käsittelyn aikana
Puun käsittely siirtoineen
Latvan heitto
Järjestely

Kunkin kuormatraktorin työskentelystä mitattiin 3 - 6 kuorman kuormausta ja 2 - 6 kuorman purkaminen, ja aineistoa pyrittiin saamaan sekä sahatukkien että kuitupuun käsittelystä. Kuormatraktoreista saatiin kaikkiaan 27 kuorman aineisto. Hakkuukoneiden työskentelystä mitattiin 45 - 155 puun käsittely. Hakkuukoneita koskeva aineisto käsitti kaikkiaan 794 puun valmistamisen puutavaraksi.

4.4 Nostureiden merkitys koneellisessa metsätyössä

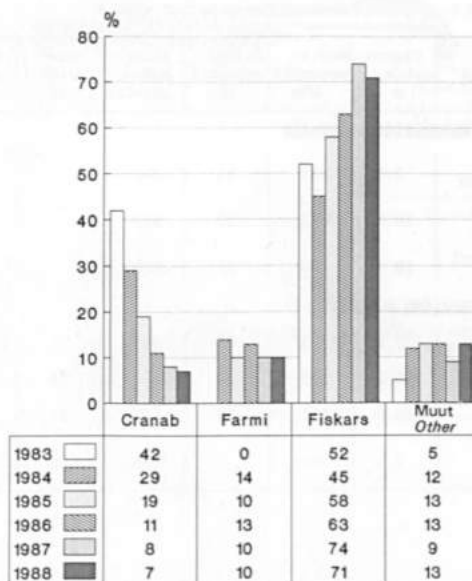
Nostureiden merkitystä koneellisessa metsätyössä selvitettiin määrittämällä nosturilatyöskentelyn osuus metsäkoneiden tehoajanmenekistä ja nosturilatyöskentelyn tehostumisen vaikutus metsäkoneiden käytön tuottavuuteen.

5 TUTKIMUSTULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU

5.1 Nostureiden määrät

Vuosien 1983 - 1988 aikana myytiin Metsätehon vuosittain keräämän tilaston mukaan yhteensä 1 561 metsätraktoria. Niistä oli pyörätraktoreita 84 % ja telatraktoreita 16 % (Metsäkoneiden ... 1989). Valmistajilta ja myyjiltä saatiin tieto 1 466:sta metsäkoneesta myynnin yhteydessä olleesta nosturista. Nostureita koskevan tiedustelun kattavuus oli siten 94 %. Nostureita on joihinkin koneisiin myös tuona aikana varmaankin jouduttu uusimaan tai muuten vaihdettu, joten nostureiden kokonaismäärä on jonkin verran suurempi.

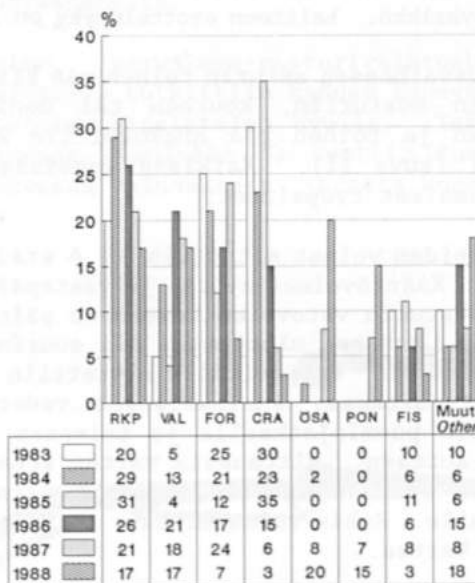
Asiakkaille toimitettuja nosturimalleja oli vuosina 1983 - 1988 yhteensä 33. Osaa niistä oli valmistettu vain jakson alkuaikana ja osaa jakson loppuaikana. Varsinaisia nosturienvalmistajia oli kahdeksan, ja ne valmistivat seuraavia nosturimerkkejä: Cranab, Farmi, Fiskars, Foresteri, Nokka, RKP, Tähti ja Ösa. Nostureista 90 % oli joko Cranab-, Farmi- tai Fiskars- (nykyisin Loglift-)merkkisiä (kuva 12). Niistä Cranab- ja Fiskars-nostureita on käytetty pyöräkoneissa ja edellisiä pienempää Farmi-nosturia telamaasturissa. Cranabin osuus



Kuva 12. Peruskoneiden mukana vuosina 1983 - 1988 toimitetut kuormatraktoreiden nosturit
Fig. 12. Forwarder loaders delivered with the basic machine during the years 1983 to 1988

nosturimarkkinoista on selvästi laskenut; vuoden 1983 42 %:sta sen osuus on pienentynyt vuoden 1988 7 %:iin. Vastaavasti Fiskarsin osuus on kasvanut ja ollut parina viime vuonna yli 70 %. Muiden nostureiden osuus on pysynyt viime vuodet suhteellisen tasaisena eli hieman yli 10 %:na.

Hakkuukoneita myytiin vuosina 1983 - 1988 yhteensä 983 (Metsäkoneiden ... 1989). Niistä valtaosa, 68 %, oli yksioteharvestereita. Kaksioteharvestereiden osuus oli 2 prosenttia. Loput olivat prosessoreita.



Kuva 13. Peruskoneiden ja monitoimiosien mukana vuosina 1983 - 1988 toimitetut hakkuukoneiden nosturit
Fig. 13. Harvester loaders delivered with the basic machine and processing device during the years 1983 to 1988

Hakkuukoneiden nostureista saatiin metsäkoneiden valmistajilta ja myyjiltä tieto 649 nosturista, eli kyselyn kattavuus oli 66 %.

Hakkuukoneissa oli vuosina 1983 - 1988 käytetty 29:ää erilaista nosturimallia. Myös niistä osaa oli valmistettu vain jakson alkuaikana ja osaa jakson loppuaikana. Hakkuukoneissa käytettyjä nosturimerkkejä oli 14 eli enemmän kuin metsätraktoreissa käytettyjä. Hakkuukoneiden nostureiden valmistus ei ole keskittynyt samalla tavalla kuin metsätraktoreiden nostureiden. Eniten toimitettiin kyseisenä ajanjaksona RKP-nostureita, markkinaosuus 22 %. RKP-nostureita käytettiin suurimmaksi osaksi pienissä hakkuukoneissa. Suurien hakkuukoneiden nosturimerkeistä Valmetin, Foresterin ja Cranabin osuudet olivat suurimmat: 15 %, 15 % ja 12 %. Vuosina 1983 - 1988 hakkuukoneiden nostureiden myyntimäärät muuttuivat valmistajittain suuresti (kuva 13). Vuonna 1988 Foresterin, Cranabin ja Fiskarsin markkinaosuudet selvästi pienenevät. Myös RKP:n ja Valmetin osuus pieneni. Siihen on ollut selvimpänä syynä se, että Ösa (FMG) ja Ponsse toivat markkinoille omat nosturimerkinsä, joita ne käyttävät yksinomaan omissa hakkuukoneissaan. Vuonna 1988 niiden yhteinen markkinaosuus oli 35 %, kun se vielä edellisenä vuonna oli ollut 15 %.

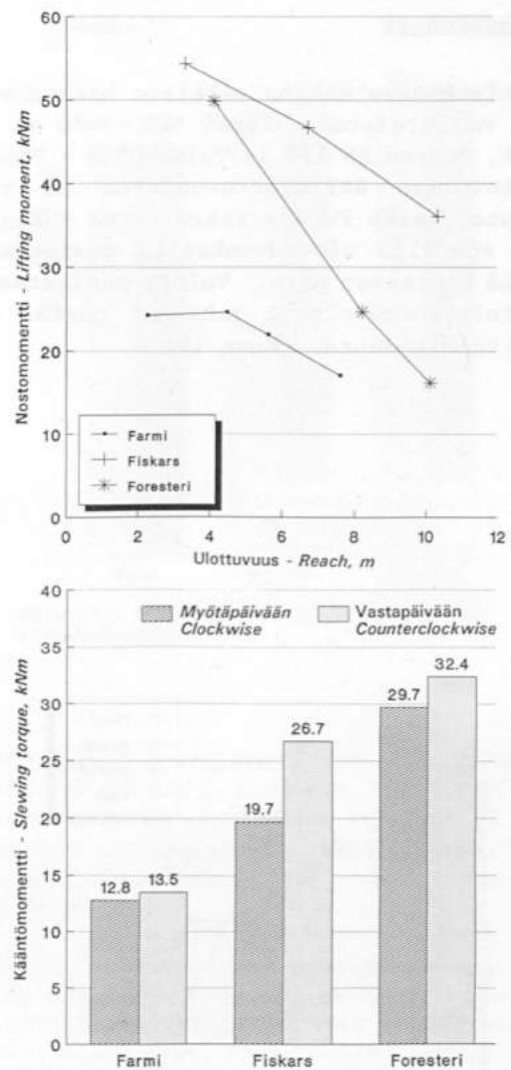
5.2 Nostureiden tekninen tehokkuus

5.2.1 Voimat ja ulottuvuudet

Kuormatraktorit

Tutkimuksessa mukana olleista kuormatraktoreiden nostureista - Farmi MHK 4480, Fiskars 70L ja Foresteri 66 - pienimmän nosturin, Farmin, nostomomentti on selvästi pienempi kuin sitä suurempien nostureiden. Farmilla voidaan nostaa 4 m:n etäisyydeltä noin 640 kg. Fiskars- ja Foresteri-nostureiden nostokyky vastaavalla etäisyydellä on noin 1 300 kg. Kun etäisyys pitenee, Farmi säilyttää parhaiten nostomomenttinsa. Myös Fiskarsin nostomomentti pienenee suhteellisen vähän. Sen sijaan Foresterin nostomomentti pienenee etäisyyden kasvaessa selvästi. Maksimiulottuvuudella - noin 10 m - Fiskarsin nostokyky on 360 kg ja Foresterin 160 kg. Ero Fiskarsin hyväksi on siis maksimiulottuvuuksilla yli kaksinkertainen. (Kuva 14)

Foresterin kääntömomentti oli suurin, keskimäärin 30.8 kNm. Fiskarsin vastaava arvo oli 23.2 kNm eli 25 % pienempi. Farmin kääntömomentti oli keskimäärin 13.2 kNm eli 43 % Foresterin ja 57 % Fiskarsin arvosta. (Kuva 14)



Kuva 14. Kuormatraktoreiden nostureiden nostomomentit ja kääntömomentit

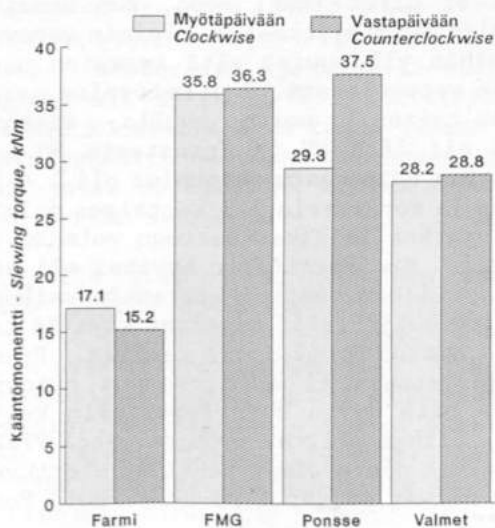
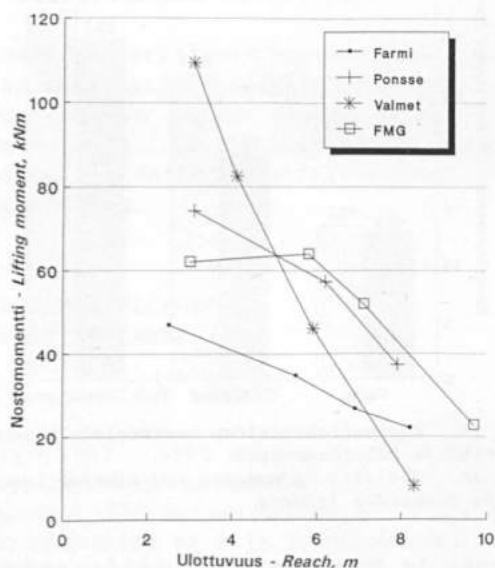
Fig. 14. The lifting moments and slewing torques of the forwarder loaders

Fiskars- ja Foresteri-nostureiden vetovoimissa ei ollut juuri eroa, kun vedettiin pelkällä puominjatkeella. Farmin vetovoima oli vähän yli puolet sitä isompien nostureiden vetovoimasta. Kun vetovoima saatiin aikaan taiton ja noston avulla, Fiskarsin tulos oli 18.4 kN ja Foresterin 30.2 kN. Fiskarsin näin saatu vetovoima oli 1.4-kertainen ja Foresterin 2.2-kertainen pelkällä puominjatkeella aikaansaatuun voimaan verrattuna. Ero Foresterin hyväksi oli siten selvä. Siihen saattoi kuitenkin vaikuttaa se, että kuljettajat osasivat käyttää taittoa ja nostoa hyväksi eri tavalla. Fiskarsin kuljettaja ei ehkä osannut hyödyntää nostoa niin hyvin kuin Foresterin kuljettaja. Siihen viittaa myös se, että Fiskarsin pelkät nostovoimat suurilla ulottuvuuksilla olivat selvästi paremmat kuin Foresterin.

Kuormatraktoreiden nostureiden maksimiulottuvuudet maanpinnan tasossa olivat: Farmi 7.6 m, Fiskars 10.3 m ja Foresteri 10.1 m.

Hakkuukoneet

Tutkimuksessa mukana olleista hakkuukoneiden nostureista - Farmi MHK 4480 H, FMG 184E, Ponsse HN 125 ja Valmet 996 - Ponssen nostovoimaa ääriulottuvuudella ei voitu mitata, koska Ponsse rakenteensa takia alkaa suurilla ulottuvuuksilla nostettaessa vetää koneeseen päin. Valmet puolestaan ei ääriulottuvuudeltaan jaksanut nostaa edes monitoimiosansa. (Kuva 15)



Kuva 15. Hakkuukoneiden nostureiden nostomomentit ja kääntömomentit
Fig. 15. The lifting moments and slewing torques of the harvester loaders

Lähietäisyydellä Valmetin nostokyky oli suurin; noin 3 m:n etäisyydellä 3 600 kg. Seuraavaksi suurin oli Ponssen nostokyky: 3 m:n etäisyydellä 2 400 kg. FMG:n vastaava tulos oli 2 100 kg. Farmikin, joka on selvästi pienin nostureista, kykenee nostamaan 3 m:n etäisyydeltä 1 500 kg.

FMG:n ja Ponssen nostokyvyt ovat hyvin samanlaiset 3 - 8 m:n etäisyyksillä. Valmetin nostokyky sen sijaan heikkenee erittäin selvästi, kun lähietäisyyksiltä siirrytään kauemmaksi. Noin 5 m:n etäisyydellä suurien nostureiden nostomomentit ovat yhtä suuret. Sen jälkeen Valmetin nostokyky jää heikoimmaksi. Yli 7 m:n etäisyydellä Valmetin nostokyky on jo huonompi kuin Farmin ja loppuu, kun etäisyys on noin 9 m.

Farmin momenttikäyrä on tasaisin. Tosin FMG ja Ponssekin säilyttävät momenttinsa hyvin 6 m:iin saakka.

Suurien nostureiden kääntömomenteissa oli myös jonkin verran eroja (kuva 15). Suurin oli FMG:n kääntömomentti, keskimäärin 36.1 kNm. Ponssen vastaava arvo oli 33.4 kNm ja Valmetin 28.5 kNm; Valmetin kääntömomentti oli siis 4/5 FMG:n kääntömomentista. Farmin kääntömomentti oli 16.1 kNm eli keskimäärin 1/2 suurien nostureiden vastaavasta arvosta. Ponssen kääntömomentti myötäpäivään oli selvästi pienempi kuin vastapäivään. Osasyynä siihen voi olla se, ettei peruskone seissyt maastossa täysin tasaisella alustalla. Se ei kuitenkaan kokonaan selittäne kyseistä eroa.

Kun vedettiin pelkällä puominjatkeella, Ponssen vetovoima oli suurin, 18.9 kN. Toiseksi suurin oli Valmetin vetovoima, 17.8 kN, ja kolmanneksi suurin FMG:n, 15.2 kN. Farmin vetovoima, 7.7 kN, oli alle puolet suurien nostureiden arvoista. Kun vedettäessä käytettiin apuna nostoa, Ponssen arvo suureni 39.8 kN:iin eli 2.1-kertaiseksi ja FMG:n 26.6 kN:iin eli 1.8-kertaiseksi. Valmetin vetovoiman ei havaittu oleellisesti suurentuneen. Se johtui luonnollisesti Valmet-nosturin rakenteesta, jossa siirtoliike koneeseen päin perustuu vain teleskoopin liikkeeseen.

Hakkuukoneiden nostureiden maksimiulottuvuudet maanpinnan tasossa olivat: Farmi 8.1 m, FMG 9.7 m, Ponsse 9.6 m ja Valmet 9.35 m.

5.2.2 Liikenopeudet

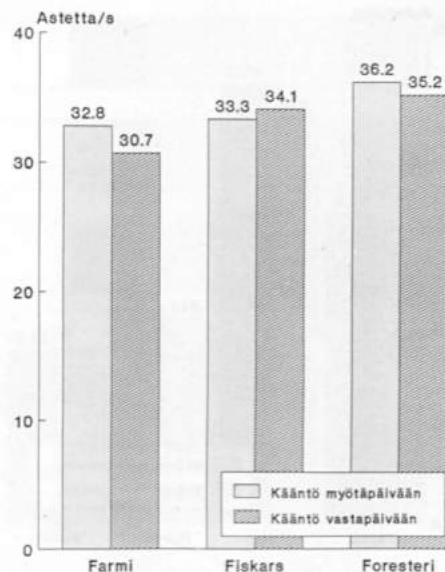
Kuormatraktorit

Kuormatraktorin pitkäulotteisessa nivel-puominosturissa on neljä erilaista liikettä: nosturin kääntö, nostopuomin nosto ja lasku, siirtopuomin nosto ja lasku sekä puominjatke ulos ja sisään. Lisäksi nosturillatyöskentelyyn sisältyvät rotaattorin kääntö sekä kouran aukaisu ja sulkeminen. Kaikkien näiden liikkeiden nopeudet selvitettiin.

Kääntönopeudeltaan kaikki kolme kuormatraktoreiden nosturia - Farmi, Fiskars ja Foresteri - olivat tasavertaisia (kuva 16). Nopeimmin kääntyi moottorikäännöllä varustettu Foresteri. Fiskars kääntyi keskimäärin 6 % ja Farmi 11 % hitaammin kuin Foresteri.

Myös nostureiden nostopuomin keskimääräiset liikenopeudet olivat suhteellisen samansuuruisia (kuva 17). Fiskarsin keskimääräinen arvo oli paras, mutta Farmi ja Foresteri laskivat nostopuominsa nopeammin kuin Fiskars. Sen sijaan Fiskars nosti sen selvästi nopeimmin. Fiskarsin nosto- ja laskuliikkeiden nopeudessa ei ollut eroa. Farmin ja Foresterin nostoliikkeet olivat hitaampia kuin laskuliikkeet.

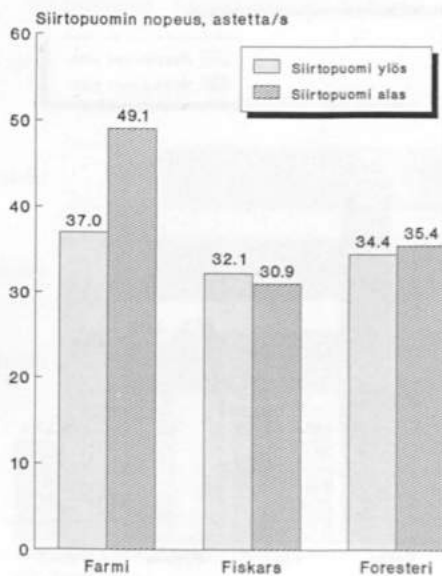
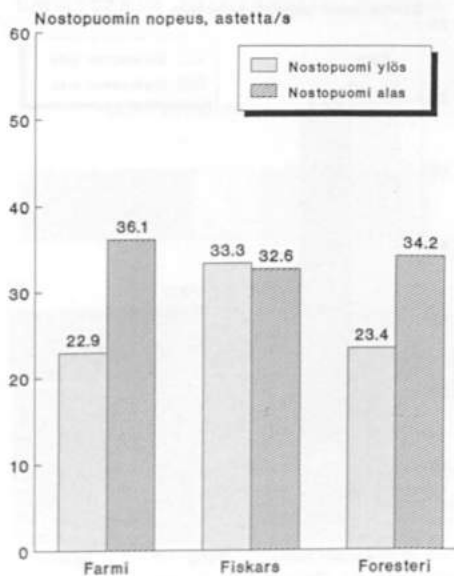
Siirtopuomin liikkeiltään pienin nostureista, Farmi, oli nopein (kuva 17). Toiseksi nopein oli Foresteri ja kolmanneksi Fiskars. Suurien nostureiden välinen ero oli kuitenkin pieni. Ainoastaan Farmin siirtopuomin liikesuuntien välillä oli selvä nopeusero. Lasku oli 1/3 nopeampaa kuin nosto.



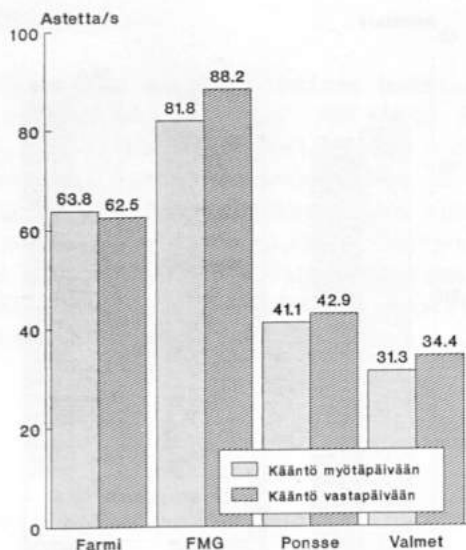
Kuva 16. Kuormatraktoreiden nostureiden kääntönopeudet

Farmin puominjatkeiden liike oli selvästi nopein, keskimäärin 1.45 m/s. Fiskarsin ja Foresterin puominjatkeiden liikkeet olivat keskenään tasaveroiset: keskimäärin 1.15 m/s ja 1.10 m/s eli 1/4 - 1/5 hitaampia kuin Farmin.

Fiskarsin rotaattorin pyörimisnopeus oli 1/4 hitaampi kuin Farmin ja Foresterin rotaattorien. Pyörimisnopeudet olivat keskimäärin: Farmi 240°, Fiskars 184° ja Foresteri 249° sekunnissa. Foresterin kouran liike oli yli 1/4 nopeampi kuin toisten. Kouran sulkemis- ja aukaisuaikat olivat keskimäärin: Farmi 1.60 s, Fiskars 1.55 s ja Foresteri 1.15 s.



Kuva 17. Kuormatraktoreiden nostureiden nostopuomien ja siirtopuomien liikenopeudet



Kuva 18. Hakkuukoneiden nostureiden kääntönopeudet

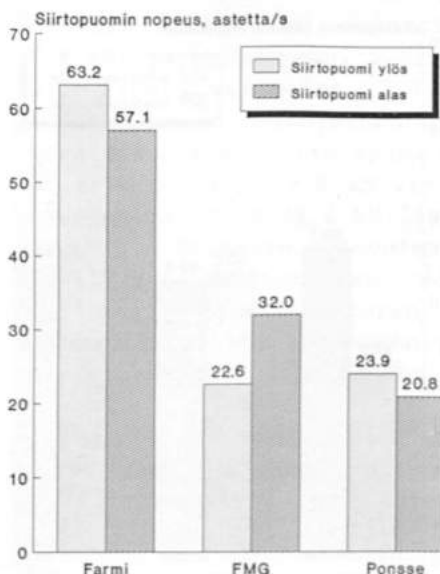
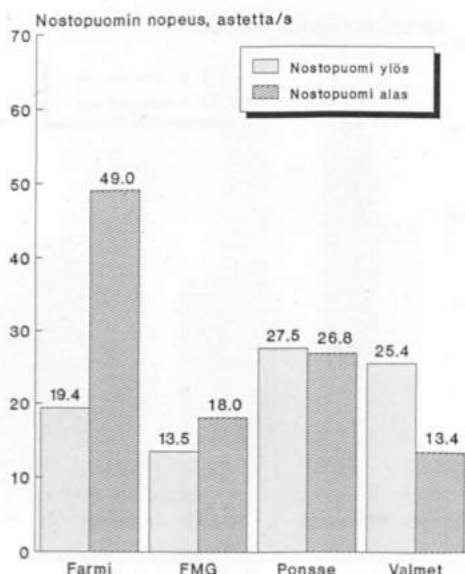
Hakkuukoneet

Hakkuukoneissa käytettävien nivelpuominostureiden liikkeet ovat samat kuin kuorma-traktoreissa käytettävien vastaavatyypisten nostureiden. Teleskooppipuominosturissa sen sijaan on vain kolme liikettä: nosturin kääntö, nostopuomin lasku ja nosto sekä puominjatke ulos ja sisään. Näiden liikkeiden nopeudet selvitettiin.

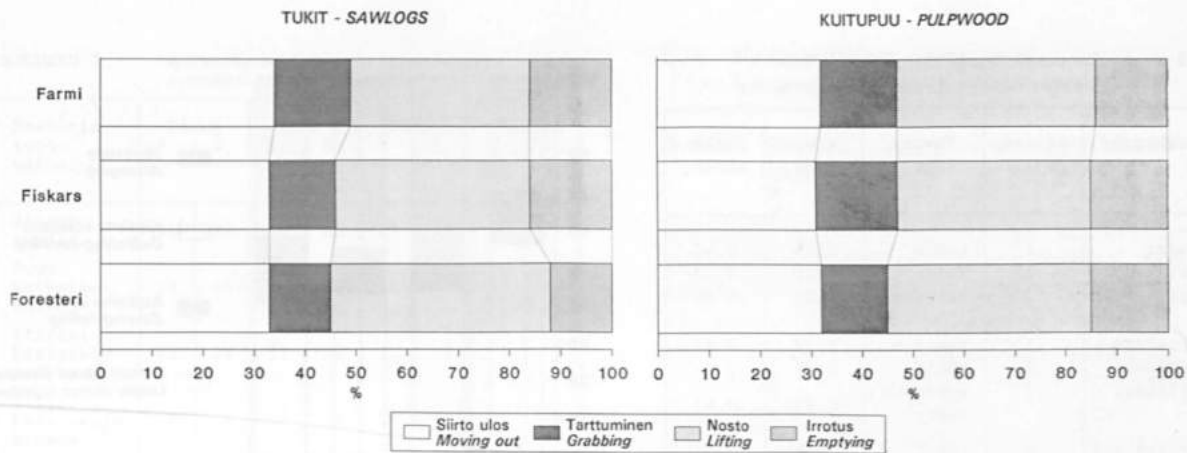
Hakkuukoneiden nostureiden kääntönopeuksissa oli huomattavia eroja. Käännöltään selvästi nopein oli FMG (kuva 18). Toiseksi nopein oli Farmi, kääntönopeus keskimäärin 3/4 FMG:n kääntönopeudesta. Ponsse ja Valmetin kääntönopeudet eivät eronneet paljon toisistaan, mutta ne olivat vain noin 1/2 FMG:n kääntönopeudesta.

Kääntönopeuksien suuret erot johtunevat nostureiden rakenteellisista eroista. On ainakin luonnollista, että Valmetin kääntönopeus on pienempi kuin nivelpuominostureiden, koska Valmet 901:n nosturi on kiinnitetty ohjaamoon, joka pyörii nosturin mukana. Käännettävä massa ja hitausvoimat ovat siten suuremmat. Kyse on myös kuljettajan työskentelymukavuudesta. Mitä pienempi on kääntönopeus, sen parempi kuljettajalle. Ponsse nosturissa on moottorikäyttö, jonka sinänsä ei pitäisi olla hidas. Ponsse nosturi on kuitenkin varustettu suurella kääntökehällä, mikä hidastaa kääntöä. Suuren kääntökehän etu pienempään nähden on puolestaan se, että kääntövoima saadaan suuremmaksi. Ratkaisu on siis kompromissi kääntönopeuden ja -voiman välillä.

FMG:n nostopuomin liikkeet vuorostaan olivat hitaimmat (kuva 19). Nostopuomin laski selvästi nopeimmin Farmi, kun taas sen nosti nopeimmin Ponsse, ja Valmet oli melkein yhtä nopea.



Kuva 19. Hakkuukoneiden nostureiden nostopuomin ja siirtopuomin liikenopeudet



Kuva 20. Kuormatraktoreiden nostureiden liikeaikojen osuudet tukkien ja kuitupuun kuormauksessa
Fig. 20. The proportions of moving time for forwarder loaders during sawlog and pulpwood loading

Siirtopuomin liikkeiltään Farmi oli selvästi nopein (kuva 19), keskimäärin 2.2 kertaa niin nopea kuin FMG ja 2.7 kertaa niin nopea kuin Ponsse. Valmetin teleskooppinosturissa siirtopuomia vastaavaa liikettä ei ole.

Puominjatkeiden ulosviennissä kaikki hakkuukoneiden nosturit olivat lähes yhtä nopeita: Farmi 1.8 m/s, FMG 1.7 m/s, Ponsse 1.6 m/s ja Valmet 1.6 m/s. Puominjatkeiden sisäänviennissä oli enemmän eroja: Farmi 2.1 m/s, FMG 1.6 m/s, Ponsse 1.1 m/s ja Valmet 1.7 m/s.

5.3 Ajankäyttöanalyysi nostureiden käytöstä

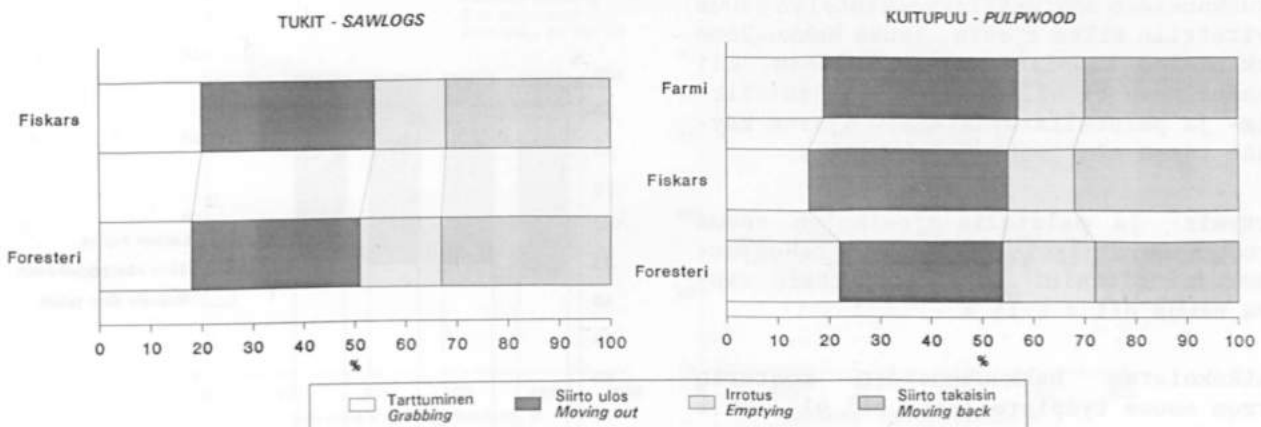
Kuormatraktorit

Kuormatraktoreiden nostureilta kului kuormausajasta - kun järjestelyä ei ole otettu huomioon - koneittain keskimäärin kouran

siirtoon kasan luokse 31 - 34 %, kourakasaan tarttumiseen 12 - 16 %, taakan nostoon 35 - 43 % ja taakan irrotukseen 12 - 16 % (kuva 20). Kustakin traktorista aineistoon sisältyi kahden kuljettajan työskentelyä, joten tätä tulosta voidaan pitää vain suuntaa antavana.

Nostureiden ja tavaralajien - tukit ja kuitupuu - välillä ei kuormauksessa ollut kovin suuria eroja (kuva 20). Enemmän oli kuljettajien välisiä eroja.

Purkamisessa - kun järjestelyä ei ole otettu huomioon - eri työvaiheiden osuudet purkamisajasta olivat: taakkaan tarttuminen 16 - 22 %, taakan siirto ulos 32 - 39 %, taakan irrotus 13 - 18 % ja nosturin siirto takaisin kuormatilaan 28 - 33 % (kuva 21). Purkamisessa suurempi osuus ajasta menee taakkaan tarttumiseen kuin kuormauksessa.



Kuva 21. Kuormatraktoreiden nostureiden liikeaikojen osuudet tukkien ja kuitupuun purkamisessa
Fig. 21. The proportions of moving time for forwarder loaders during sawlog and pulpwood unloading

TAULUKKO 2

Kuormatraktoreiden taakan koot
kuormauksessa ja purkamisessa

Kuormatraktori/ nosturi	Kuljet- taja	Tavara- laji	Kuor- maus, m ³	Purka- minen, m ³
Farmi/Farmi	1	tukit	0.26	0.43
Farmi/Farmi	1	kuitupuu	0.20	0.53
Farmi/Farmi	2	kuitupuu	0.22	0.54
Ponsse/Fiskars	1	tukit	0.50	0.62
Ponsse/Fiskars	2	tukit	0.46	0.74
Ponsse/Fiskars	2	kuitupuu + tukit	0.27	0.63
Ponsse/Foresteri	1	tukit	0.34	0.52
Ponsse/Foresteri	1	kuitupuu	0.22	0.43
Ponsse/Foresteri	2	tukit	0.22	0.32
Ponsse/Foresteri	2	kuitupuu	0.12	0.30

Se johtuu ensinnäkin siitä, että purkamistaakat ovat selvästi suurempia kuin kuormaustaakat (taulukko 2); suureen taakkaan on vaikeampi tarttua kuin pieneen. Toiseksi kuormatilassa oleviin pölkkyihin on vaikeampi tarttua kuin kasoissa tai levällään palstalla oleviin pölkkyihin.

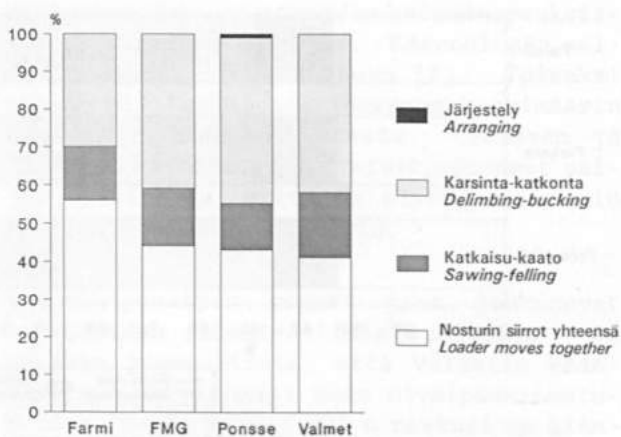
Järjestelyn osuus kuormausajasta vaihteli koneittain 15:stä 27 %:iin. Kuljettajittain vastaava osuus oli 10 - 27 %. Järjestelyn osuus purkamisajasta oli keskimäärin 1 - 14 % koneittain ja 1 - 17 % kuljettajittain. Järjestelyn osuus vaihteli siten sekä kuormauksessa että purkamisessa huomattavasti enemmän kuin kuormauksen ja purkamisen muiden työvaiheiden osuus. Järjestelyn osuuteen enemmän kuin muiden työvaiheiden osuuteen vaikuttavat varmasti juuri kuljettaja ja myös hakkuutyön jälki.

Hakkuukoneet

Hakkuukoneiden nosturillatyöskentelyn osuus selvitettiin siitä ajasta, jonka hakkuukone työskentelee työpisteessä paikallaan, eli tarkastelussa ei ollut mukana koneen siirtymis- ja palstalla-ajoaikaa. Ajasta käytetään tässä nimitystä työpiste-aika.

Siirtymis- ja palstalla-ajojen osuus oli tutkimusleimikoissa 11 - 14 % tehoajasta konemerkeittäin. Kuljettajittain vastaava osuus oli 7 - 16 %.

Keskikokoisten hakkuukoneiden nosturin siirron osuus työpisteajasta oli 41 - 44 % (kuva 22). Pienen hakkuukoneen vastaava osuus oli 56 %. Kun siis käytetään heikompa nosturia, kuluu suhteellisesti suurempi osa ajasta nosturin siirtoihin. Osaltaan



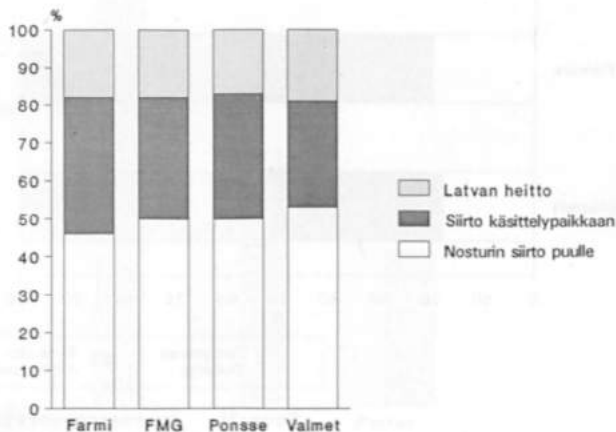
Kuva 22. Hakkuukoneiden nostureiden työskentelyaikojen osuudet ilman koneen siirtoja

Fig. 22. Proportions of work phases for harvester loaders without moving the machine

tulokseen vaikutti myös pienten hakkuukoneiden käsittelymien runkojen pieni keskikoko. Pienien puiden kaato sekä karsinta ja katkanta käyvät suhteellisesti nopeammin kuin isojen. Myös siirto puun käsittelyn aikana on vähäistä (taulukko 3), koska pienistä rungoista tehdään lähes pelkästään kuitupuuta, eli lajittelua ei juuri tarvita.

Kuvassa 23 on tarkemmin esitetty hakkuukoneiden nostureiden siirtoaikojen osuudet ilman käsittelyaikaista siirtoa. Se on tarkastelusta jätetty pois, koska se vaihtelee suuresti lajittelun mukaan. Lajittelun määrä taas riippuu rungon koosta; pienikokoisia runkoja käsiteltäessä lajittelua ei juurikaan ole.

Latvan heittoon kaikilta hakkuukoneiden nostureilta kului suunnilleen yhtä paljon aikaa. Farmilta on mennyt puun siirtoon käsittelypaikkaan suhteellisesti enemmän aikaa kuin suurilta koneilta. Valmetin vastaava osuus on ollut pienempi kuin FMG:n ja Ponssen.



Kuva 23. Hakkuukoneiden nostureiden siirtoaikojen jakauma nostureittain

TAULUKKO 3

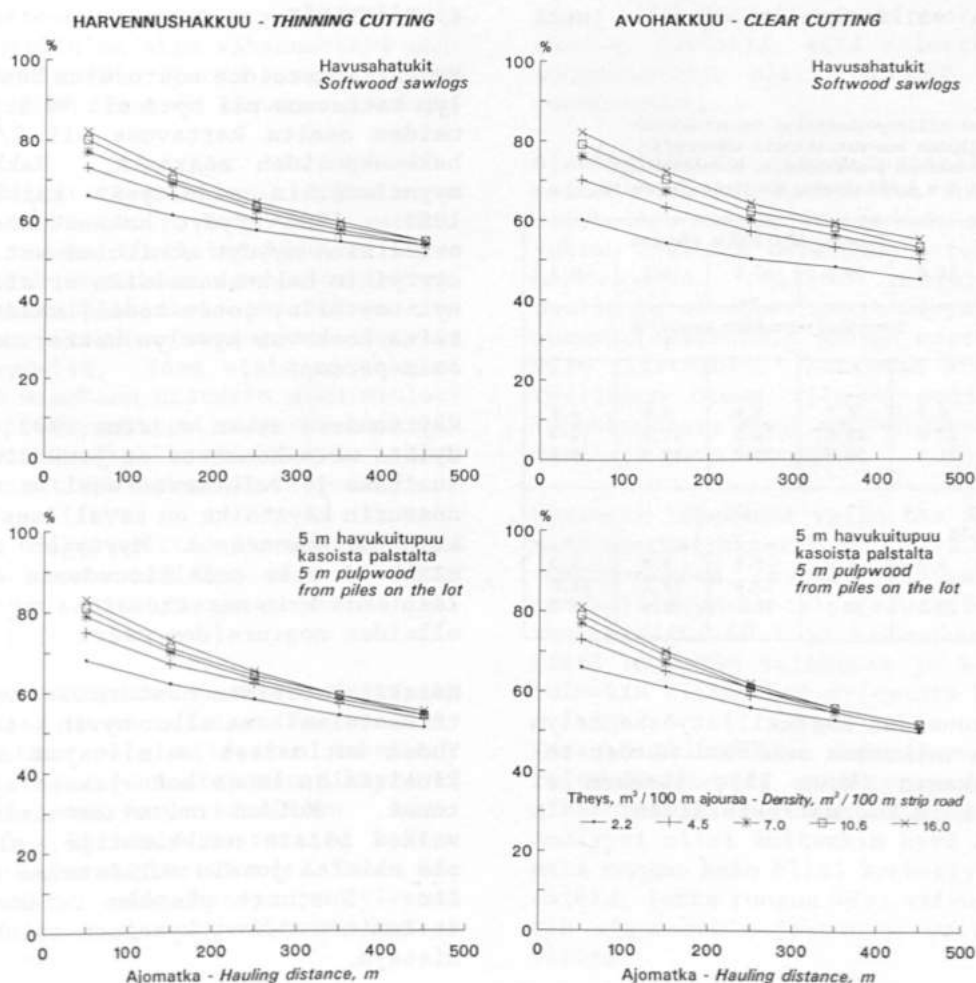
Hakkuukoneiden työpisteajkojen
osuudet työnvaiheittain

Nosturin työn- vaihe	Farmi		FMG		Ponsse		Valmet	
	1	2	1	2	1	2	1	2
	Osuudet, %							
Siirto puulle	30	21	15	21	13	16	15	14
Puun katkaisu- kaato	12	15	14	16	11	13	17	17
Siirto käsittely- paikkaan	21	18	11	10	11	9	7	8
Siirto käsittelyn aikana	2	3	12	5	10	19	13	14
Puun karsinta- katkonta	25	33	41	41	49	36	43	41
Latvan heitto	10	10	6	7	5	6	5	5
Järjestely	0	0	1	0	1	1	0	1
TYÖPISTEAIKA yhteensä	100	100	100	100	100	100	100	100
Havaintojen määrä, kpl	155	45	79	117	100	106	99	87

5.4 Nostureiden merkitys koneellisessa metsätyössä

5.4.1 Nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta

Nosturilla työskentely on merkittävin osa kuormatraktorin työskentelyä. Sen osuus kuormatraktorin tehoajanmenekistä vaihtelee olosuhteiden mukaan 45:stä 83 %:iin. Nosturillatyöskentelyn osuus riippuu eniten ajomatkan pituudesta. Myös hakkuutapa ja puutavaralaji vaikuttavat hieman. Suurimmillaan nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta on silloin, kun kyseessä on harvennushakkuu, ajomatka on lyhyt ja kuormattava puutavara on kuitupuuta (kuva 24). Tavalisissa työoloissa eli silloin, kun toimitaan avohakkuussa, puutavaralajina ovat havusahatukit, tiheys on $7.0 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}$ ajouraa ja ajomatka 250 m, nosturillatyöskentelyn osuus on 60 % kuormatraktorin tehoajanmenekistä.



Kuva 24. Nosturillatyöskentelyn osuus kuormatraktorin tehoajanmenekistä harvennushakkuussa ja avohakkuussa
Fig. 24. The proportion of loader working time of the total effective time expenditure of the forwarder in thinning cutting and clear cutting

Pienten hakkuukoneiden nosturillatyöskentelyn osuus niiden tehoajanmenekistä oli toisen koneen osalta 57 % ja toisen 46 % eli keskimäärin 51 %. Isompien hakkuukoneiden nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta oli pienempi; se vaihteli koneittain 33 %:sta 46 %:iin, keskiarvo 38 %. Kaikkien koneiden nosturillatyöskentelyn osuuden keskiarvo tehoajasta oli 41 %. Keskimäärin hakkuukoneiden tehoajanmenekistä näyttää siis 2/5 olevan sellaista aikaa, jolloin nosturia liikutetaan. Siten tämän ajan osuuteen nosturin tehokkuus vaikuttaa suuresti.

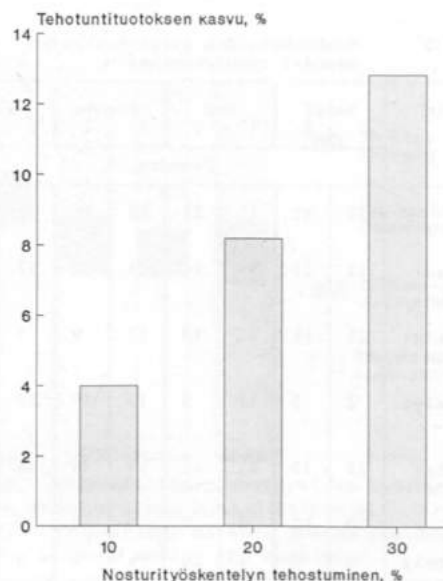
5.4.2 Nosturillatyöskentelyn tehostumisen vaikutus metsäkoneiden käytön tuottavuuteen

Koska työskentely kuormatraktoreiden nosturilla vie suurimman osan traktorin ajanmenekistä, vaikuttaa juuri nosturillatyöskentelyn tehostuminen eniten metsäkuljetuksen tuottavuuteen (taulukko 4). Puutavara-
alajien välillä nosturillatyöskentelyn tehostumisen vaikutuksella ei ole juuri eroa.

TAULUKKO 4 Nosturillatyöskentelyn tehostumisen vaikutus kuormatraktorin tehotuntituotokseen avohakkuussa, havusahatukit tai 5 m havukuitupuu kasoista palstalta

Tehostuminen, %	Tiheys, m ³ / 100 m ajouraa				
	16.0	10.6	7.0	4.5	2.2
	Tehotuntituotoksen kasvu, %				
<u>Havusahatukit</u>					
10	6.3	6.1	5.9	5.6	4.9
20	13.4	13.0	12.5	11.8	10.3
30	21.5	20.9	20.0	18.9	16.2
<u>5 m havukuitupuu kasoista palstalta</u>					
10	6.0	6.0	5.9	5.8	5.5
20	12.7	12.7	12.6	12.2	11.6
30	20.5	20.3	20.1	19.6	18.5

Myös hakkuukoneiden nosturillatyöskentelyn tehostuminen vaikuttaa suuresti niiden tehotuntituotokseen (kuva 25), joskaan ei yhtä paljon kuin kuormatraktoreiden.



Kuva 25. Nosturillatyöskentelyn tehostumisen vaikutus keskikokoisen hakkuukoneen tehotuntituotokseen

6 PÄÄTELMÄT

Metsätraktoreiden nostureita koskevan kyselyn kattavuus oli hyvä eli 94 %. Hakkuukoneiden osalta kattavuus oli 2/3 myytyjen hakkuukoneiden määrästä. Hakkuukoneiden myyntimääriin sisältyvät kaikki vuosina 1983 - 1988 myydyt hakkuukoneet eli mm. erillisinä myydyt monitoimiosat. Kaikkiin myytyihin hakkuukoneisiin ei siis sisältynyt nosturia, joten todellisuudessa nostureita koskevan kyselyn kattavuus oli siltä osin parempi.

Käytännössä osaan vuosina 1983 - 1988 myydyistä metsäkoneista on jouduttu tarkasteluaikana jo vaihtamaan uusi nosturi, koska nosturin käyttöikä on tavallisesti lyhyempi kuin metsäkoneen. Myytyjen nostureiden määrä ei siis todellisuudessa ole tarkalleen sama kuin metsäkoneissa myynnin aikana olleiden nostureiden määrä.

Metsätraktoreiden nostureiden valmistus on tarkasteluaikana ollut hyvin keskittynyttä. Yhden kotimaisen valmistajan osuus markkinoista on lähes koko jakson ajan suurentunut. Muiden nosturienvalmistajien on vaikea päästä markkinoille, ellei niillä ole esittää jotain mullistavaa nosturimal-
lia. Nosturit pieniin telakoneisiin on useimmiten tehnyt kyseisen telakoneen valmistaja.

Hakkuukoneiden nostureiden valmistus ei näytä keskittyneen kuten kuormatraktoreiden nostureiden. Siihen on vaikuttanut se,

että kyseisenä ajanjaksona hakkuukoneiden nosturit vasta kehitettiin. Aluksi hakkuukoneissa käytettiin metsätraktoreiden nostureita, mutta ne eivät soveltuneet hyvin hakkuukoneisiin. Tarvittiin nimenomaan hakkuukoneita varten suunniteltuja nostureita. Se antoi mahdollisuuden myös uusille nosturienvalmistajille. Tarkastelujakson lopussa hakkuukoneiden nostureiden valmistus muuttui vielä oleellisesti; metsäkoneiden valmistajat alkoivat itse tehdä koneisiinsa nostureita. Siksi hakkuukoneiden nostureiden myyntimäärät ovat nykyisin hyvin sidoksissa hakkuukonemerkkien myyntimääriin.

Metsäkoneiden nostureiden esitteissä ilmoitetaan usein vain maksiminostomomentti. Sen perusteella nosturin nostokykyä ei voi arvioida. Aina tulisi ilmoittaa ainakin nettonostomomentti. Nettonostomomentti ilmoittaa nosturin todellisen nostokyvyn. Nettonostomomentti saadaan vähentämällä bruttonostomomentista nosturin oman massan vaatima nostomomentti. Sen sijaan nosturin lisälaitteiden - rotaattorin ja kouran tai monitoimiosan - vaikutuksia ei ole otettu huomioon nettonostomomentissa. Niiden vaikutus momenttiin on siis vähennettävä nettonostomomentistakin, jotta saataisiin todellinen taakan nostoa kuvaava nostomomentti.

Nettonostomomenttikään ei anna oikeaa kuvaa nosturin todellisesta nostokyvystä, vaikkakin mahdollisten lisälaitteiden vaikutus olisi jo otettu huomioon. Se johtuu siitä, että ilmoitettu nettonostomomentti on aina maksimiarvo, joka saavutetaan vain tietyllä nostoetäisyydellä. Tämä etäisyys taas ei yleensä ole ainakaan nosturin maksimiulottuvuus. Nostomomentti ei siis ole kaikilla nosturin ulottuvuuksilla vakio, kuten tämän tutkimuksen mittauksetkin osoittivat.

Paras tapa olisi esittää kaavio nosturin nettonostovoimasta sekä ilmoittaa selvästi, että kyseisiin arvoihin eivät kuulu lisälaitteiden painot.

Tutkimuksen nostureiden nostomomenttikäyrät eivät olleet samanmuotoisia. Nostomomenttikäyrän tulisi olla riittävän tasainen. Esimerkiksi Valmetin nostomomenttikäyrä ei ole tässä mielessä kovin edullinen. Ääriulottuvuudella kyseinen nosturi ei kykene kannattamaan edes monitoimiosaa. Tosin ääriulottuvuudelta hakkuukoneen ei yleensä tarvitsekaan nostaa, vaan riittää, kun se kykenee vetämään.

Nostureiden jatkeiden vetovoimat eivät pienten sylintereiden takia ole kovin suuria. Nivelpuominosturin vetovoima saadaan kuitenkin merkittävästi suuremmaksi samanaikaisen noston avulla. Teleskoopinosturi on tässä suhteessa huonompi, koska sillä ei saada aikaan muuta vetovoimaa kuin se, minkä teleskooppi antaa.

Nostureiden liikenopeuksien mittauksiin saattoi jonkin verran aiheuttaa eroja kuljettajien erilainen varovaisuus. Liikkeisähän pyrittiin täyteen liikenopeuteen. Kouran ja monitoimiosan heilahtelu aiheutti kuitenkin laitteiden särkymisvaaran, jota kuljettajat varoivat hiljentämällä liikettä liikealueen lopussa. Tämä vaikutus saatiin kuitenkin lähes poistetuksi sillä, että liikealueiden laajuudet ja liikenopeudet mitattiin jälkikäteen videolta. Silloin voitiin liikealue määrittää kokonaisliikealueen keskeltä tai alusta.

Teleskoopinosturissa on yksi liike vähemmän kuin nivelpuominosturissa. Paras liike onkin yleensä poisjätetty liike. Jonkin liikkeen poisjättämisestä voi kuitenkin olla haittojakin, minkä vuoksi ei voida suoraan päätellä, että esimerkiksi teleskoopinosturi olisi parempi kuin nivelpuominosturi.

Ajankäyttöanalyysin perusteella hakkuukoneiden pieneltä nosturilta kului nosturin siirtoihin enemmän aikaa kuin suurilta. Se johtuu nosturin heikommasta teknisestä tehokkuudesta. Silloin nosturin siirtoon puulle ja siirtoon käsittelypaikkaan kuluu enemmän aikaa kuin suuren nosturin vastaviin siirtoihin. Nosturin siirtojen suhteellinen osuus riippuu paitsi nosturin tehokkuudesta myös monitoimiosan tehokkuudesta ja puun koosta.

Nosturin tehokkuus vaikuttaa ratkaisevasti sekä kuormatraktorin että hakkuukoneen työn tuottavuuteen, koska kuormatraktoreiden nosturillatyöskentelyn osuus tehoajasta on tavallisesti 60 % ja hakkuukoneiden 40 %. Siksi nosturin valintaan ja kehittämiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Tässä tutkimuksessa hakkuukoneiden nostureita koskevassa ajankäyttöanalyysissä ei aikatutkimuksessa kirjattu rungon kokoa. Analyysi olisi kuitenkin hyvä tehdä siten, että rungon koko olisi kytketty aikahavaintoihin, jotta rungon koon vaikutusta nosturin ajanmenekin jakaumaan voitaisiin selvittää.

KIRJALLISUUTTA

References

- GREGERSEN, H. & JOHANSSON, A. 1975. Bättre vikarskranar med kraft- och tidsanalys. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Teknik Nr 9. Stockholm
- HAKKILA, P., KANNINEN, K. & MÄKINEN, P. 1989. Metsäkoneurakoitsija. Koneurakoitsijain liitto. Helsinki
- HOLMSTRÖM, J. 1983. Valmistajan näkemys pitkäpuomikuormaimesta. Koneurakoitsija 2, s. 32 - 34.
- JOHANSSON, A. 1976. Kraft och tid för skotarkranar. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse Nr 3, s. 60 - 65. Stockholm
- KAHALA, M. 1990. Puunkorjuumenetelmät. Tapon taskukirja. Käsikirjoitus.
- KAHALA, M. & KUITTO, P.-J. 1986. Puutavaran metsäkuljetus keskikokoisella kuormatraktorilla. Metsätehon moniste 25.4.1986. Helsinki
- KARE, E. 1983. Pitkävälteisten kuormainten tekniset realiteetit. Koneurakoitsija 2, s. 26 - 28.
- KOSKINEN, A. 1972. Tutkimuksia Wärtsiläteleskoopipuumikuormaimesta. Summary: Studies on the Wärtsilä Telescopic Boom Loader. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 318. Helsinki
- LÖFGREN, B. 1989. Kranspetsstyrning. Summary: Boom-Tip Control. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Meddelande Nr 18. Stockholm
- Metsäkoneiden myyntitilasto 1988. Metsäteho. Moniste 1.1.1989. Helsinki
- NORDBERG, M. 1986. Teleskopbom- eller vikarskran till engreppsskördare? Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Resultat Nr 7. Stockholm
- SJÖHOLM, K. 1983. Kaukokuormaimen käytössä teknisiä ongelmia. Koneurakoitsija 2, s. 29.
- TAIPALE, J. 1975. Marttiin liukupuomi - lisälaite nivelpuumikuormaimiin. Summary: Marttiini's Special Boom - Auxiliary Device to Knuckle Boom Loaders. Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 8/1975. Helsinki
- " - 1980. Fiskars F 60 P -kaukokuormain. Summary: Fiskars F 60 P Long-reach Loader. Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 5/1980. Helsinki
- " - 1981. Pitkävälteisten kuormainten käytön taloudellisuus. (Profitability of the Use of Long-reach Loaders). Metsätehon katsaus - Metsäteho Review 19/1981. Helsinki
- TAIPALE, J. & THESSLUND, O. 1979. Liukupuomikuormaimen vaikutus metsäkuljetustuotokseen harvennusemäsäolosuhteissa. Summary: The Effect of the Slide-Boom Loader on the Forest Haulage Output in Thinnings Conditions. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 353. Helsinki
- Terrängmaskinen, Del 2. 1981. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Stockholm
- VÄHÄ, P. 1988. Application of Parameter Adaptive Approach to Servo Control of a Hydraulic Manipulator. Acta Polytechnica Scandinavica, Mathematics and Computer Science Series No. 51. Helsinki
- WIKLUND, Å. 1983. Kaukokuormain on monimutkainen. Koneurakoitsija 2, s. 34 - 35.

A STUDY CONCERNING FOREST MACHINERY LOADERS AND WORKING WITH THEM

By Kaarlo Rieppo

S u m m a r y

The study was done to determine the technical properties of forest machinery loaders, and the importance of the devices in the use of forest machinery. Two loaders - Fiskars, Foresteri - used with medium-sized forwarders were included in the study, as well as one - Farmi - designed for a small-sized forwarder and three - FMG, Ponsse, Valmet - for a medium-sized harvester and one - Farmi - for a small-sized harvester. All harvesters were one-grip harvesters.

The total market share for Cranab, Farmi and Fiskars (now Loglift) loaders was 90 % of all forwarder loaders delivered during the years 1983 to 1988. The manufacturing of harvester loaders has not become as concentrated as that of loaders for forest tractors. Harvester manufacturers often construct their own loaders.

Of the forwarder loaders, Fiskars and Foresteri were equal in lifting capacity at short distances, but at the maximum reaching distance of 10 meters, the lifting capacity of the Fiskars was better than that of the Foresteri. The lifting moment of the smallest loader, the Farmi, was naturally the smallest. The slewing torque of the Foresteri was the greatest.

Of the harvester loaders, the Valmet had the best lifting capacity at short distances. FMG and Ponsse were equal as far as lifting capacity. The lifting capacity of the Valmet - a telescopic loader - clearly decreased as distance increased.

At a distance of 7 meters, its lifting capacity was smaller than that of even the Farmi. The slewing torque of the FMG was the greatest.

The forwarder loaders were equal as far as slewing speed and the speed of the movements of the lifting boom. There were significant differences in the slewing speeds of the harvester loaders, due to structural differences.

A total of 31 to 34 % of the loading time during forest haulage - if arranging is not taken into account - was spent on moving the grapple to the pile, 12 to 16 % on grabbing the grapple pile, 35 to 43 % on lifting the grapple load, and 12 to 16 % on emptying the grapple. The proportions of unloading time were 16 to 22 % for grabbing the load, 32 to 39 % for moving the load to the roadside pile, 13 to 18 % for emptying the grapple, and 28 to 33 % for returning the grapple back into loadspace.

The major proportion of the time expenditure for a forwarder is for working with the loader, 45 to 83 % of the effective time, depending on working conditions. The shorter the hauling distance, the larger the proportion of time used for loader work.

In this study the proportion of effective time spent using the loader was 51 % for small harvesters and 38 % for medium-sized harvesters. Working time spent using the loader includes all the time the loader is in motion. It does therefore not include felling, delimbing and bucking, etc.

Key words: loaders, multifunction logging machines, forwarders

ISBN 951-673-122-8
ISSN 0356-7257



Forest Work Study Section of the Central
Association of Finnish Forest Industries

P.O. Box 194, SF-00131 HELSINKI, Finland
Telephone (90) 658 922
Telefax (90) 659 202

April, 1991

METSÄTEHO REPORT No. 404 - 405

Metsäteho Reports are published in the Finnish
language but most of them have an English summary.

No.

- 404 PUUNHANKINNAN KAUSIVAIHTELUN VAIKUTUKSESTA PUUVIRTAAN,
RESURSSIEN KÄYTTÖÖN JA HANKINTAKUSTANNUKSIIN
ON THE EFFECTS OF SEASONAL VARIATION IN WOOD PROCUREMENT
By Antti Korpilahti 1990

Key words: timber procurement, seasonal variation

ISBN 951-673-120-1
ISSN 0356-7257

- 405 TUTKIMUS METSÄKONEIDEN NOSTUREISTA JA NIILLÄ TYÖSKENTELYSTÄ
A STUDY CONCERNING FOREST MACHINERY LOADERS AND
WORKING WITH THEM
By Kaarlo Rieppo 1991

Key words: loaders, multifunction logging machines, forwarders

ISBN 951-673-122-8
ISSN 0356-7257