METSÄTEHON katsaus

8/1975

# MARTTIININ LIUKUPUOMI – LISÄLAITE NIVELPUOMIKUORMAIMIIN

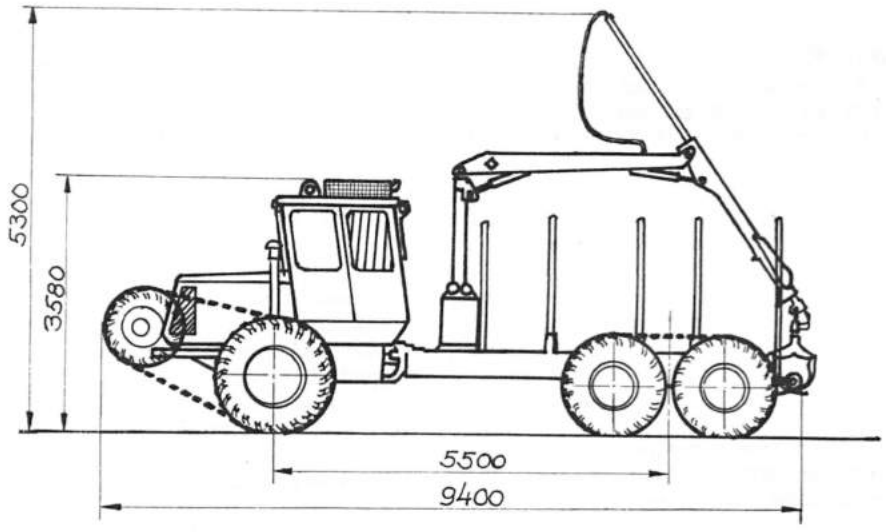
**Jukka Taipale**

*Pitkä ulottuvuus ja asennettavuus järeään tai keskijäreään metsätraktoriin tekevät Marttiinin liukupuomilla varustetusta kuormaimesta varsin hyvän puutavaran kasaus- ja kuormauslaitteen. "Liukupuomi-kuormaimen" hyvät ominaisuudet korostuvat etenkin kasvatusmetsien puunkasauksessa.*

## YLEISTÄ

Liukupuomi on L. Marttiini-Yhtymän ja Kemi Oy:n metsäosaston kaksivuotisen kehittely-työn tulos ja sillä on mahdollista lisätä käytössä olevien nivelpuomikuormainten ulottuvuutta 4...6 m. Liukupuomi voidaan

Kuva 1. Marttiinin liukupuomi asennettuna Valmet 882 K -metsätraktoriin sijoitettuun Cranab SK 5000 -kuormaimeen. Valok. L. Marttiini-Yhtymä




Kuva 2. Liukupuomi asennettuna Valmet 882 K:n Cranab SK 5000 -kuormaimeen. Mittapiirros (mitat mm:einä)

asentaa kaikkiin nivelpuomikuormaimiin siirtopuomin tilalle. Kuormausulottuvuuden piteneminen merkitsee käytännössä ennen kaikkea esikasauksen vähenemistä harvennushakkuissa. Myös kuormausajoaika kuutiometriä kohti vähenee kuormausulottuvuuden kasvaessa.

Liukupuomin prototyyppi valmistui L. Marttiini-Yhtymän konepajassa kesäkuussa 1974, ja saman vuoden lopulla myös myytiin ensimmäinen 10 kappaleen sarja. Puomin hinta oli kesällä 1974 noin 15 000 mk, ja sille annetaan 6 kk:n tai 1 000 tunnin takuu. Ostajalle jää kaupassa noin 5 000 mk:n arvoinen peruskuormaimen siirtopuomi.

## LIUKUPUOMIKUORMAIMEN TUTKIMINEN

Liukupuomikuormainta tutkittiin Kemi Oy:n työmailla avohakkuuolosuhteissa Inarin Kultalahdessa lokakuussa 1974 ja kasvatushakkuualueella Ivalon Hoikanniemessä marras–joulukuussa 1974.

Inarissa tutkittiin yhteensä 18 kuormaa. Näistä 12 kuormattiin hakkuumiehen palstalle tekemistä kasoista ja vertailuaineiston saamiseksi loput 6 kuormaa liukuosaa käyttämättä ajouran varressa olleista kasoista. Ivalosta aikatutkimusaineistoa saatiin yhteensä 12 kuormasta. Sekä Kultalahden että Hoikanniemen työmaalla kuormasi sama, erittäin hyvin kuormaimen käytön hallitseva kuljettaja.

Jatkuvien aikatutkimusten lisäksi selvitettiin erillisillä mittauksilla liukupuomikuormaimen ulottuvuudet ja liikenopeudet.

## TEKNISIÄ TIETOJA

Seuraavassa esitettävät tiedot perustuvat Metsätehon omiin mittauksiin sekä L. Marttiini-Yhtymältä, Valmet Oy:ltä ja Oy Suomen Cranab Ab:ltä saatuihin tietoihin.

### Alustakone

Alustakoneena oli Valmet 882 K -metsätraktori. Sen omapaino vakiovarusteisena on 12 800 kg, josta etuakselilla 6 080 kg ja taka-akselilla 6 720 kg. Valmet 882 K:ssa on nelisylinterinen Scania DS5R42 -moottori, jonka suurin teho on 100 kW (135 hv) SAE/40 r/s (2400 r/min). Hydraulipumppuina on kaksi Commercial P 30 A -hammaspyöräpumppua. Pumppujen tuotto pyörimisnopeudella 40 r/s (2400 r/min) on 117 l/min. Käyttöjärjestelmän työpaine on 15 MPa. Tutkittu traktori oli varustettu 23.1 x 34/14":n etu- ja 20.5 x 25/16":n takarenkailla.

Tarkemmat tekniset tiedot Valmet 882 K:sta esitetään Metsätehon katsauksessa koneen pikatestitulosten valmistuttua.

### Liukupuomi

Liukupuomi koostuu 2.8 m:n pituisesta holkkiosasta ja 4.9 m:n pituisesta liukutangosta. Holkkiosa on kiinnitetty nosto-

puomiin siten, että lyhyttä siirtopuomia tarvittaessa liukutanko voidaan esteettä vetää myös taka-asentoon (kuva 3).

Liukutankoa liikutellaan holkkiosan kärjessä olevan tanskalaisvalmisteisen Danfoss-hydraulimoottorin ja liukutangon yläpintaan sijoitetun ketjun avulla. Hydraulimoottori pyörittää kolmea peräkkäin olevaa ratasta, joiden kautta molemmista päistään liukutankoon kiinnitetty ketju kulkee.

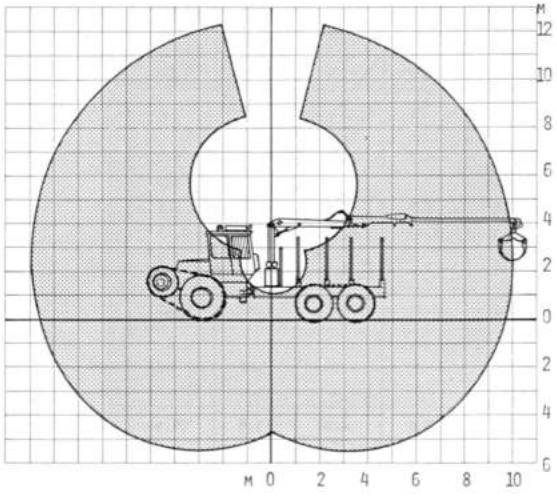
Liukupuomin nosto ja lasku tapahtuvat vakiovarusteisen siirtopuomisylinterin avulla. Kaukaa, 7...10 m:n päästä kuormattaessa taakkaa ei nosteta suoraan kuormaan, vaan se vedetään ensin lähemmäksi. Kun liukutanko on vedetty lähes kokonaan taka-asentoon, taakka nostetaan kuormaan. Lähietäisyydeltä kuormattaessa liukupuomikuormaus ei eroa tavallisesta nivelpuomikuormauksesta.

## Liukupuomikuormain

Liukupuomi oli asennettu Valmet 882 K:n takarungon etuosaan omalle jalustalleen sijoitettuun Cranab SK 5000 -nivelpuomikuormaimeen.

Tekniset tiedot:

| | | |
|---|---|---|
| Suurin ulottuvuus | 10.0 | m |
| Liukutangon työntymä | 4.0 | m |
| " vetovoima | 16.0 | kN |
| Bruttonostomomentti | 71.6 | kNm |
| Bruttovääntömomentti | 16.6 | kNm |
| Kuormaimen kääntökulma | 6.6 | rad |
| Kourankääntäjän kääntökulma | 4.7 | rad |
| Kouran poikkileikkauspinta-ala | 0.35 | $m^2$ |
| Kokonaispaino ilman kouraa n. | 860 | kg |
| josta liukupuomin paino n. | 220 | kg |



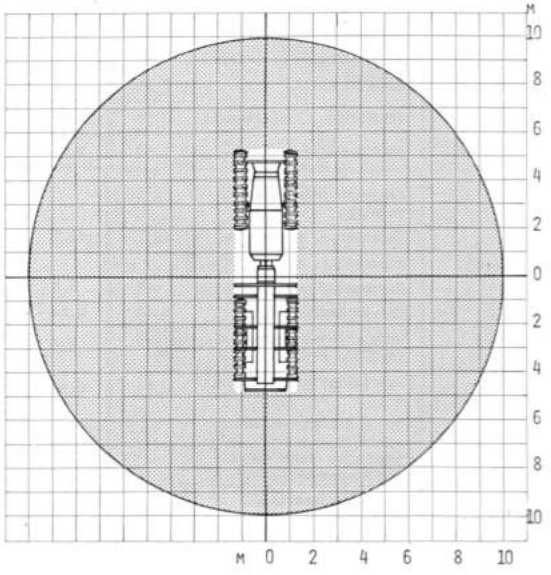

Kuva 4. Valmet 882 K:hon asennetun liukupuomikuormaimen (Cranab SK 5000 + liukupuomi) ulottuvuus pystytasossa

Kuva 3. Liukupuomikuormain liukutanko taka-asennossa. Valok. Metsäteho

Liukupuomikuormaimen liikenopeudet
(moottorin pyörimisnopeus 20 r/s)

| Liike | Nopeus |
|---|---|
| Kuormaimen kääntö | 0.6 rad/s |
| Nostovarren nosto liukupuomiosa suorana x) | 1.5 m/s |
| " lasku " " x) | 2.8 m/s |
| Liukupuomin nosto x) | 1.2 m/s |
| " lasku x) | 1.7 m/s |
| Liukutangon liike | 0.8 m/s |
| Kouran kääntö | 1.8 rad/s |
| Kouran aukaisu tai sulkeminen | 1.9 s |

x) Liukutanko taka-asennossa




Kuva 5. Valmet 882 K:hon asennetun liukupuomikuormaimen (Cranab SK 5000+ liukupuomi) ulottuvuus maanpinnan tasossa

## KÄYTTÖOMINAISUUDET

### Maastokelpoisuus

*Maanpinnan kantavuuden vaikutus*

Alustakoneen maastokelpoisuuden parantamiseksi sekä edessä että takana oli Metsä-Marttiini-telat. Liukupuomista aiheutunut vain noin 100 kg:n painonlisäys ei nimittäin edellytä teloja. Valmet 882 K:n suurehkot pintapaineet kuormattuna-ajossa ja toisaalta paremman stabiliteetin saavuttaminen puolsivat telojen käyttöä tutkimustyömailla.

*Maanpinnan kaltevuuden vaikutus*

Pitkä kuormausulottuvuus asettaa yleensä erityisvaatimuksia alustakoneen stabiliteetille. Valmet 882 K on varsin vakaa kone, joskin sen keskinivel sijaitsee hieman kaukana etuakselista. Kuormattaessa liukupuomilla sivukaltevuudessa traktorin alapuolelta kaatumisalttius ei kuitenkaan ole kovin suuri. Traktoriin liukupuomillavedon aikana kohdistuvat voimat ovat huomattavasti pienemmät kuin ne voimat, jotka siihen kohdistuisivat, jos taakkaa ryhdyttäisiin ilman edeltävää vetoa nostamaan kuormaan. On mahdollista, että lähellä maanpintaa vedettäessä kuormain ja taakka saattaisivat kaatumistilanteissa olla tukena estäen koneen kaatumisen.

Hydrauliikan jakolaitteen yhteydessä olevan varoventtiilin toimintapainetta laskemalla voidaan välttää koneen liiallista kuormittamista vaikeissa olosuhteissa työskenneltäessä.

Liukupuomikuormain on asennettu myös keskijäreään Valmet 870 CK:hon, eikä stabiliteettivaikeuksia ole ilmennyt.

*Maanpinnan epätasaisuuden vaikutus*

Kuormattaessa 9...10 m:n päästä kivien viereen tai taakse sijoitettujen kasojen ottoon kului runsaasti aikaa. Maanpinnan epätasaisuus ei haitannut liukupuomilla

TAULUKKO Taakkakohtaiset kuormausajat eri työmailla työvaiheittain ja puutavaralajeittain sekä työmaatiedot ja aikoja selittävät muuttujat

| Erittely | AVOHAKKUU | | AVOHAKKUU | | KASVATUSHAKKUU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 5 m kuitup. | n. 5 m tukit |
| | palstalla | | ajouran varressa | | palstalla | | suorittuna | hajalkaan |
| KUORMAUSAIKA | min/taakka | | | | | | | |
| Kuormauksen valmistelu | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | – | – | – | – |
| Kouran siirto kasan luo + taakan otto | 0.15 | 0.15 | 0.12 | 0.12 | 0.15 | 0.13 | 0.14 | 0.12 |
| Taakan nosto kuormaan + taakan purkaminen | 0.18 | 0.15 | 0.17 | 0.15 | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.17 |
| Järjestely kasassa | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.01 | – |
| Järjestely kuormassa | 0.03 | 0.01 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | – | 0.01 | – |
| Kuormausajon valmistelu | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | – | – | – | – |
| Kuormausajo | 0.13 | 0.07 | 0.20 | 0.13 | 0.21 | 0.19 | 0.14 | 0.26 |
| YHTEENSÄ, min/taakka | 0.52 | 0.41 | 0.55 | 0.43 | 0.60 | 0.54 | 0.49 | 0.55 |
| KUORMAUSAIKA, min/m$^3$ x) | 3.68 | 2.92 | 3.51 | 3.31 | 6.80 | 4.99 | 3.20 | 4.20 |
| Jäljelle jäävä puusto, runk./ha | – | | – | | noin 900 | | | |
| Lajitiheys, m$^3$/ha | 22.8 | 28.7 | 14.3 | 25.1 | 6.7 | 11.3 | 20.0 | 6.4 |
| Ajouraväli, m | 20 | | 20 | | 20 | | | |
| Kuormausetäisyys keskim., m | 6.9 | 6.6 | 3.9 | 4.1 | 5.7 | 5.4 | 5.8 | 5.5 |
| Taakan keskikoko, m$^3$ | 0.14 | 0.14 | 0.16 | 0.13 | 0.09 | 0.11 | 0.15 | 0.13 |
| Työpisteestä kuormattu taakkoja keskim., kpl | 2.8 | 3.6 | 1.7 | 2.4 | 1.6 | 1.4 | 2.1 | 1.6 |
| Työpisteestä kuormattu, m$^3$ x) | 0.40 | 0.50 | 0.27 | 0.32 | 0.14 | 0.15 | 0.32 | 0.21 |
| Yli 6 m:n kuormausetäisyydeltä kuormattujen taakkojen osuus taakkojen kokonaismäärästä, % | 61 | 55 | – | – | 35 | 14 | 28 | 17 |
| Kuormausajomatka, m/taakka | 3.1 | 2.4 | 5.6 | 2.6 | 6.6 | 4.9 | 3.8 | 10.3 |
| Kuormausajomatka, m/siirtokerta | 8.7 | 8.7 | 9.6 | 6.3 | 10.5 | 6.8 | 7.9 | 16.4 |

x) Laskettu pyöristämättömistä luvuista

vetoa. Taakkahan vedetään 6 m:n etäisyydelle asti yleensä hieman kohottaen, useimmiten viistossa asennossa. Vain taakan toinen pää laahaa maata. Liukupuomikuormaimen suuri ulottuvuus mahdollistaa myös entistä paremmin pienten esteiden kierron ja parantaa ajolinjojen valintamahdollisuuksia vaikeamaastoisissa leimikoissa.

*Jäljelle jäävän puuston vaikutus*

Ajoneuvo-kuormainyhdistelmän korkeuden lisääntyminen noin 1.5 m ei näyttänyt haittaavan työskentelyä kasvatushakkuualueella. Ottoetäisyyden piteneminen sen sijaan lisää jonkin verran pystypuiden aiheuttamaa haittaa kuormauksessa.

*Ajonopeudet*

Keskimääräiset ajonopeudet

| Ajon laatu | Ajomatka, m | | Ajonopeus, m/min | |
|---|---|---|---|---|
| | Avo-hakkuu | Kasvatus-hakkuu | Avo-hakkuu | Kasvatus-hakkuu |
| Ajo tyhjänä | 599 | 140 | 65 | 72 |
| Ajo kuormattuna | 576 | 125 | 52 | 56 |
| Ajo kuormattaessa | 8 | 10 | 25 | 31 |

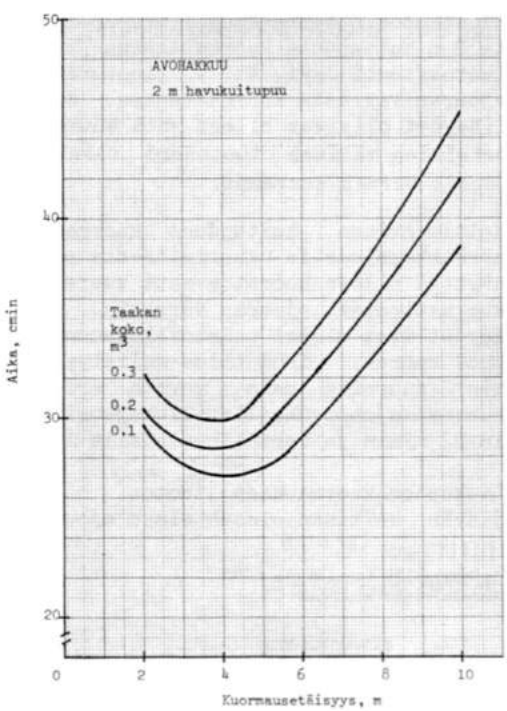
Kultalahden työmaat olivat II ja osaksi III sekä Hoikanniemen työmaat I maastoluokkaa.

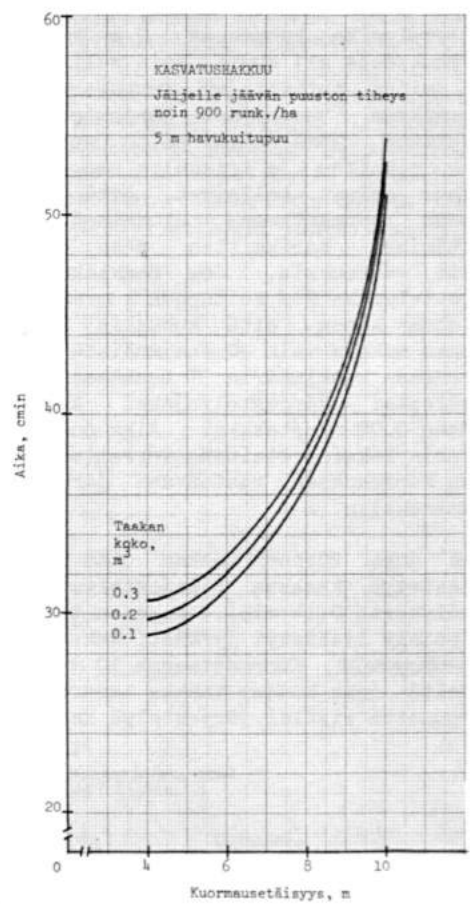
Valmistautumiseen tyhjänäajoon avohakkuualueella kului aikaa keskimäärin 0.26 min/kuorma ja kuormattuna-ajoon keskimäärin 0.34 min/kuorma.

## Kuormaus ja purkaminen

Kolmimetristä kuitupuuta ja tukkeja oli kasvatushakkuualueella vain yksi kuorma kumpaakin. Muut tulokset on laskettu vähintään kolme kuormaa käsittäneestä aineistosta. Kuormauksen valmisteluun ja kuormausajon valmisteluun kuluneet ajat olivat kasvatushakkuualueella jokseenkin yhtä suuret kuin avohakkuualueella, vaikkakin ne jäivät uudelta aikatutkijalta erittelemättä. (Taulukko sivulla 4)

Taakkakohtaiset kuormausajat ovat olleet pieniä. Liukupuomipalstojen taakkakohtai-




Kuvat 6 ja 7. Ottoajan riippuvuus kuormausetäisyydestä ja taakan koosta liukupuomikuormauksessa. (Ottoaika = kouran siirto kasan luo + taakan otto ja taakan nosto kuormaan + taakan purkaminen)

nen kuormausaika avohakkuualueella näyttää jopa jääneen pienemmäksi kuin ajouran varresta kuormattaessa (maasto-olosuhteet ja ajouravälit palstoilla samanlaiset). Tulokset eivät kuitenkaan ole sikäli vertailukelpoisia, että lajitiheys liukupuomipalstoilla ja toisaalta palstoilla, joilla puutavara oli kasattu ajouran varteen, oli sangen erilainen.

Lajitiheyden muutos vaikuttaa paitsi kasan ja samalla siis taakan kokoon myös ennen kaikkea kuormausajon prosenttiseen osuuteen. — Lajitiheyden kasvaessa kuormausajon osuus kuormattua kuutiometriä kohti vähenee. — Lajitiheydet ovat kuormaustyön tuotosta ajatellen olleet avohakkuun liukupuomipalstoilla selvästi edullisemmat kuin palstoilla, joilla puutavara on kuormattu ajouran varresta. Lajitiheyden kasvaessa 20 $m^3$:stä/ha 30 $m^3$:iin/ha 3 m kuitupuun kuormausaika ilman kuormausajoa vähenee 6 % ja kuormausajoaika 35 % ajouravälin ollessa 20 m. Lajitiheyden vaikutus kuormausaikaan ja kuormausajoaikaan vähenee tiheyden kasvaessa (Metsätehon tiedotus 334).

Järjestelyaika kuormassa 2 m kuitupuun kuormauksessa oli suuri, noin nelinkertainen muiden tutkittujen puutavaralajien kuormauksen vastaavaan järjestelyaikaan verrattuna. Tämä johtui siitä, että kuormaimen mitoitus ja toisaalta sen asennuskorkeus olivat sellaiset, että kahteen nippuun kuormattaessa etumaisen nipun täyttäminen karikoitten pään tasalle tuotti vaikeuksia. Jos taakkakohtainen järjestelyaika 2 m kuitupuun kuormauksessa lasketaan siten, että kuhunkin kuormaan otetaan mukaan vain 30 ensimmäistä taakkaa (kuormassa keskimäärin 37 taakkaa), keskimääräiseksi järjestelyajaksi kuormassa saadaan 0.02 min/taakka. Aika on kuitenkin noin kaksinkertainen verrattuna yhden nipun kuormauksen vastaavaan järjestelyajanmenekkiin.

Lähes joka 20:nnen taakan otto sisälsi järjestelyä kasassa (järjestelyaika/järjestelykerta 0.14 min). Kasassa tapahtuva järjestely lisääntyi jyrkästi maksimikuormausetäisyydellä. Kuormattaessa 10 m:n etäisyydeltä joka kuudes taakka tavaralajista riippumatta sisälsi järjestelyä kasassa.

Liukupuomikuormaimella pystytään kuormaamaan myös suoraan ajoneuvon edestä ja takaa, joskaan näkyvyys ei ole esteetön. Suoraan edestä kuormattaessa ottoaika näyttää olevan noin kaksinkertainen ajoneuvon sivulta tapahtuvaan kuormaukseen verrattuna.

Kaksimetrisen kuitupuun purkamisajat

| Työvaihe | Aika, min/taakka |
|---|---|
| Taakan otto kuormasta (kouran vienti kuormaan + kouraisu) | 0.16 |
| Taakan purkaminen | 0.17 |
| Purkamistaakan koko, $m^3$ | 0.25 |
| Purkamisetäisyys, m | 4.2 |

Purkamisajat ovat varsin pienet. Liukupuomi ei näytä millään tavoin haittaavan purkamista.

## Kuormaustuotos

Laskelmat sisältävät kuormauksen valmistelun, kuormaimen liikkeet, järjestelyt kasassa ja kuormassa, kuormausajon valmistelun sekä kuormausajon (sivun alareunassa oleva asetelma).

Varsin hyväksi näyttää lajitiheyden huomioon ottaen muodostuneen 5 m kuitupuun kuormaustuotos. Avohakkuun liukupuomipalstalta 2 m kuitupuuta kuormattaessa kuormaustuotos/tunti jäi 4.7 % pienemmäksi kuin ajouran varresta kuormattaessa. Jos lajitiheydet olisivat olleet yhtä suuret, menetelmien välinen tuotosero olisi ollut jonkin verran suurempi.

Kolmimetrisen kuitupuun kuormaustuotos avohakkuualueella kuormattaessa palstalta näyttää olleen huomattavasti suurempi kuin kuormattaessa ajouran varresta. Lajitiheydet ovat olleet palstoilla suunnilleen yhtä suuret. Tämä tulos selittyy kuitenkin suurelta osin varsin erilaisilla kuormausajonopeuksilla (liukupuomipalstalla 32 m/min ja vertailupalstalla 19 m/min).

Liukupuomikuormauksen tuotos näyttääkin jäävän kaikissa olosuhteissa ajouran var-

Kuormaustuotokset esiintyneillä lajitiheyksillä (taulukko, s. 4)
työmaittain ja puutavaralajeittain

| AVOHAKKUU | | AVOHAKKUU | | KASVATUSHAKKUU | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 2 m kuitup. | 3 m kuitup. | 5 m kuitup. | n. 5 m tukit |
| palstalla | | ajouran varressa | | palstalla | | suorittuna | hajallaan |
| Tuotos, $m^3$/h | | | | | | | |
| 16.3 | 20.5 | 17.1 | 18.1 | 8.8 | 12.0 | 18.8 | 14.3 |

resta suoritettavan kuormaustyön tuotosta hieman pienemmäksi. Tarkkojen lukujen esittäminen tuotoseroista vaatii kuitenkin huomattavasti laajempaa, erilaisissa olosuhteissa kerättyä aineistoa kuin pikatestauksen yhteydessä on kerätty.

## ERGONOMISET OMINAISUUDET

Alustakoneen ergonomiset ominaisuudet esitetään Metsätehon katsauksessa pikatestitulosten yhteydessä. Tässä puututaan vain kuormaimen käytön kannalta olennaisimpiin kohtiin.

Kuormausulottuvuuden piteneminen 10 m:iin ei ainakaan tutkimustyömailla sanottavasti huonontanut kuljettajan taakkojen havaitsemiskykyä eikä hidastanut kuormausta. Avohakkuualueella näkyvyyttä haittasi kaatuneiden kelojen suuri määrä. Kuitenkin vain muutama kelopuupölli jäi kuormausjälkeen. Kasojen havaitseminen vastarinteestä oli selvästi helpompaa kuin myötärinteestä. Kuormausulottuvuuden arviointi äärietäisyydeltä näyttää selvästi olevan vaikeata.

Ajo- ja työvalot olivat täysin riittävät puhtaan kuormausjäljen saavuttamiseksi illalla kaamoksessa työskenneltäessä.

Kuormaimen hallintalaitteet eivät eroa millään tavoin Valmet 882 K:hon asennetun vakiovarusteisen Cranab SK 5000:n hallintalaitteista. Myöskään kouran viennissä taakan luo ei havaittu tähtäysvaikeuksia.

## HUOLTO

Valmet 882 K:n huoltokohteiden arvostelu esitetään koneen pikatestaustulosten yhteydessä.

Tutkitun kuormaimen öljyputkien sijoitus oli hyvä. Hieman arveluttavalta näytti liukuholkkiin menevien putkien suojaus. Käytännön vaikeuksia ei kuljettajan mukaan ole kuitenkaan ilmennyt. Kuormaimen asennuskorkeudesta ja mitoituksesta johtui kahteen nippuun kuormattaessa paitsi suuri järjestelyaika kuorman täyttyessä myös kourankääntäjän ja kouranavaajan hydrauliletkujen joutuminen etunipun viimeisiä taakkoja kuormattaessa niin jyrkkään kulmaan, että ne olivat vaarassa vioittua. Asia korjattiin tutkitussa kuormaimessa hitsaamalla kouraan kääntymisen rajoittaja.

Liukupuomikuormaimessa on Danfoss-hydraulimoottorista johdettu yksi ylivuotoletku öljytankkiin. Muuten letkujen määrä on sama kuin vakiovarusteisessa Cranab SK 5000:ssa.

Liukutangon liikutteluun tarvittava ketju voidaan kätevästi kiristää liukutangon kouran puoleisesta päästä. Myös Danfoss-hydraulimoottori on helposti avattavissa ja huoltotoimet liukupuomin osalta ovat siis yleensäkin helposti tehtävissä.

Metsäteho Review 8/1975

## MARTTIINI'S SPECIAL BOOM
## – AUXILIARY DEVICE TO KNUCKLE BOOM LOADERS

The review presents the additional device, constructed by L. Marttiini-Yhtymä in Finland to lengthen the loading range of knuckle boom loaders by 4...6 m. Long range and the possibility of mounting it, on a heavy or medium-heavy forwarder make a loader with Marttiini's special boom quite a good timber bunching and loading device. Its good properties are accentuated especially in bunching work in thinnings.

**METSÄTEHO** SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO RY:N METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
Ópastinsilta 8 B · 00520 HELSINKI 52 · Puhelin 90 - 140 011

HELSINKI 1975 PAINOVALMIST