



18/1977

TT-VARASTOHAKKURI 1500 L

Markku Melkko

TT-varastohakkuri 1500 L on kuorma-auton alustalle rakennettu, varastolla toimiva haketusyksikkö. Se on tarkoitettu kokonaisten puiden, rankojen, sahausjätteiden yms. haketukseen.

Haketettaessa talvella välivarastolle kasaan ajettua ensiharvennuspuuta, jonka keskimääräinen rinnankorkeuslöpimita oli 9 cm, yksikön tuotos oli keskimäärin 51.2 i-m³ haketta/tehotunti (= 20.5 m³/tehotunti). Kesällä puuston keskimääräisen rinnankorkeuslöpimitan ollessa 11 cm yksikön tuotos oli keskimäärin 54.8 i-m³ haketta/tehotunti (= 21.9 m³/tehotunti). Tehoaika sisältää varsinaisen haketusajan ja hakkurin tyhjäkäyntiajan, mutta ei keskeytyksiä.

Haketettavan puuston ja varastojärjestelyjen ohella yksikön tuotos riippuu mm. haketusajankohdasta ja varastokasan laadusta. Talvella tuotosta alentavat kasojen päällä oleva lumi ja se, että puu on jässä. Tämä vaikuttaa myös hakkeen laatuun. Varastokasan reunan epätasaisuus ja latva edellä tulevat puut hidastavat myös työskentelyä.

Talvityömaalla hakkuri kävi jouten 50 % tehoajasta ja kesätyömaallakin yli 40 %. Pienentämällä joutokäynnin osuutta yksikön tuotosta on mahdollista nostaa huomattavasti. Toisaalta, jos puiden käsittelyä kuormaimella ei voida nopeuttaa, nykyiseen tuotokseen olisi mahdollista päästä myös hakkurilla, jonka kapasiteetti ja siten myös voiman tarve ovat nykyistä pienemmät.

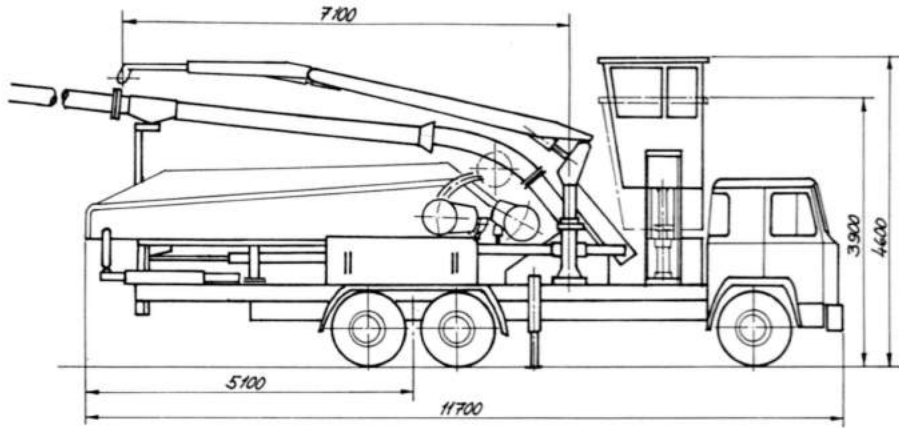
YLEISTÄ

TT-varastohakkuri 1500 L on kokonaisten puiden, rankojen, sahausjätteiden yms. haketukseen tarkoitettu, välivarastolla toimiva haketusyksikkö. Yksikön alustakoneena on telivedolla varustettu kuorma-auto. Auton kuormatilaan asennettu haketusosa käsittää kolmiteräisen laikkahakkurin syöttölaitteineen, hakkeenpoistoputken ja hakkurin syöttämiseen tarvittavan kourakuormaimen.

Yksikön on valmistanut Perusyhtymä Oy, ja sitä markkinoi ja huoltaa Työväline Oy. Haketusosan hinta alustakoneeseen asennettuna oli kesällä 1977 noin 460 000 mk. Haketusyksikölle annetaan yleinen sopimus pohjainen takuu.



Kuva 1. TT-varastohakkuri 1500 L. Valok. Työväline Oy



Kuva 2. TT-varastohakkuri 1500 L. Mittapiirros (mitat mm:inä)

TUTKIMINEN

TT-varastohakkuri 1500 L:ää tutkittiin maaliskuussa ja kesäkuussa 1977 kahdella Veitsiluoto Osakeyhtiön kokopuiden haketustyömaalla. Talvityömaalla hakettiin pienikokoista kokopuuta ja ainespuun korjuussa jäljelle jääneitä latvuuksia. Hakettavat puut oli katkottu noin 5-metrisiksi ja juonnettu välivarastolle kasoihin, joiden korkeus oli noin 3 m. Kasojen päällä oli lunta 50...60 cm. Kesätyömaalla hakettava puusto oli järeämpää. Se oli ajettu kuormatraktorilla välivarastolle kasoihin, joiden korkeus oli 2...2.5 m. Tarkemat puustotiedot ilmenevät seuraavasta asetelmasta.

	Talvi- työmaa	Kesä- työmaa
Puulajisuhteet, %		
- mänty	58	60
- kuusi	6	22
- koivu	36	18
Yhteensä	100	100
Rinnankorkeusläpimitta keskimäärin, cm	9	11
Rungon koko keskimäärin, runkopuu-m ³	0.025	0.037

Tutkimustyömailla hake puhallettiin suoraan odottaviin autoihin. Kuljetuskalustona olivat täysperävaunulliset hakeautot. Auton ja perävaunun lavojen tilavuus yhteensä oli noin 85 m³. Haketusyksikön tuotoksen ja taakkojen koon selvittämiseksi mitattiin jokaisessa kuormassa olleen hakkeen määrä välivarastolla heti haketuksen jälkeen. Talvityömaalla tutkimusaineisto käsitti

294,5 i-m³ haketta ja kesätyömaalla 542,9 i-m³ haketta eli yhteensä 837,4 i-m³ haketta.

Aikatutkimuksessa seurattiin erikseen sekä puiden ottolaitteistoa että haketuslaitteistoa. Taakkakohtaisten aikojen lisäksi jokaisesta taakasta merkittiin muistiin tyvien tasaisuus, oliko taakassa latva edellä tulevia puuta sekä talvityömaalla lisäksi oliko taakka lumen alla irrotettaessa sitä kasasta.

Koneen ergonomisia ominaisuuksia ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

TEKNISET TIEDOT

Tekniset tiedot perustuvat valmistajalta saatuihin tietoihin.

Päämitat

Yksikön pituus 11 700 mm ja leveys 2 500 mm
Yksikön korkeus ajoasennossa 3 900 mm ja
työasennossa 4 600 mm
Kokonaispaino 20 t

Peruskone

Yksikön peruskoneena on kunnostettu, telivedolla varustettu kuorma-auto, Scania LBT 140. Peruskoneena voi olla myös muunmerkinen kuorma-auto, jonka kantavuus ja moottorin teho ovat riittävät.

Moottori

Merkki ja tyyppi	Scania DS 14 LB 01, 8-sylinterinen, 4- tahtinen, ahtimella varustettu suorasuuh- kutusdiesel
Iskutilavuus	14.2 dm ³
Suurin teho	257 kW (350 hv) DIN/ 38 r/s (2300 r/min)
Jatkuva teho	170 kW (230 hv) DIN/ 25 r/s (1500 r/min) 200 kW (270 hv) DIN/ 30 r/s (1800 r/min) 220 kW (298 hv) DIN/ 35 r/s (2100 r/min)
Suurin väärtömomentti	1226 Nm (125 kpm) DIN/23 r/s (1400 r/ min)
Paino (ilman nesteitä)	1 160 kg

Haketusosa

Haketusosa on asennettu kiinteästi kuorma-tilaan auton pituussuuntaan. Se käsittää kolmiteräisen laikkahakkurin syöttölaitteen, hakkeenpoistoputken, kourakuormaimen ja ohjaamon.

Hakkuri

Hakkuria käytetään mekaanisesti peruskoneen (auton) moottorilla.

Tyyppi	laikkahakkuri
Teräpyörän halkaisija	1 500 mm
-"- pyörimisnopeus	n. 10.4 r/s (625 r/min)
Terien lukumäärä	3 kpl
Syöttöaukon mitat	445 mm x 400 mm
Hakkeen pituus	säädettävissä
Valmistaja	Rauma-Repola Oy

Syöttölaite

Hakkurissa on hydraulisesti käytettävä syöttölaitteisto. Se käsittää kaksi hakkurin syöttöaukon yläpuolella olevaa syöttö-rullaa ja syöttöaukon alapuolella olevan ketjumaton. Syöttösuunnassa ensimmäinen rulla on pystysuunnassa säädettävä.

Alakuljettimen pituus	6 000 mm
-"- leveys	445 "
Ensimmäisen rullan leveys	850 "
Toisen rullan leveys	445 "

Syöttölaitteessa on syöttö-pysäytys-takaisinajomahdollisuus. Syöttölaite on varus-

tettu automaattisella rajakatkaisimella, joka pysäyttää syötön hakkurin pyörimisnopeuden laskettua tietyn määrän.

Hakkeen poisto

Hake poistetaan hakkurista hakkurin omalla puhalluksella. Hakeputkea voidaan suunnata hydraulisesti sekä pysty- että vaakasuunnassa. Tämän ansiosta hake voidaan puhaltaa esimerkiksi maassa olevaan vaihtolavaan tai suoraan odottavaan autoon.

Kuormain

Hakkurin syöttämiseen käytettävä kuormain on asennettu ohjaamon eteen hakkurin vasemmalle puolelle edestäpäin katsottuna. Kuormain on varustettu tavanomaisella puutavarakouralla.

Kuormaimen merkki	Fiskars F 6000
-"- ulottuvuus	7 100 mm

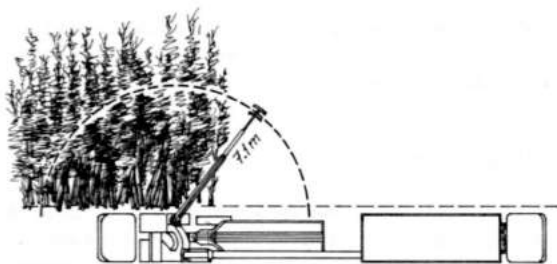
Ohjaamo

Haketusosan ohjaamo on asennettu kuorma-auton ohjaamon taakse hydraulisesti korkeussuunnassa säädettävälle jalustalle. Kuljetuksen aikana ohjaamo on alhaalla, jolloin haketusyksikön suurin korkeus on 3 900 mm. Työskentelyn ajaksi ohjaamo voidaan nostaa 700 mm ylemmäksi, jolloin näkyvyys ohjaamosta syöttölaitteeseen ja muualle paranee. Ohjaamo on lämpö- ja äänieristeinen. Siihen on asennettu raitisilmanlämmityslaitte. Kaikki moottorin valvontalaitteet sekä kuormaimen ja syöttölaitteen hallintalaitteet on keskitetty ohjaamoon.

TOIMINTAPERIAATE

TT-varastohakkuri 1500 L on rakennettu väli-varastolla toimivaksi haketusyksiköksi. Haketettava raaka-aine varastoidaan pinomaisiin, noin 3 m:n korkuisiin muodostelmiin kohtisuoraan tiehen nähden. Puut on haketuksen kannalta edullista varastoida tien vasemmalle puolelle hakkeen kuljetussuuntaan nähden. Lisäksi on edullista metsäkuljetuksen yhteydessä aloittaa varastopinon teko varastoalueen perältä. Pinot voidaan tällöin hakettaa päinvastaisessa järjestyksessä, mikä helpottaa puiden irrottamista kasasta. Samalla kuormaimen liikeradat tulevat joustavammiksi (kuva 3).

Haketettava raaka-aine nostetaan kourakuormaimella kasasta ja käännetään 90° syöttö-



Kuva 3. TT-varastohakkuri 1500 L:n toimintaperiaate varastolla

laitteeseen. Kun syöttölaite alkaa vetää taakkaa, voidaan kuormaimella noutaa uutta taakkaa.

TUTKIMUSTULOKSET

Ajankäyttö

Tehoajan rakenne ja menekki keskimäärin tutkimustyömailla

Talvi-
työmaa Kesä-
työmaa

Suhteellinen ajanmenekki

TAAKKAKOHTAISET AJAT

Ottolaitteisto

Haketuksen valmistelu	3	14
Odotus tyhjänä + kouran vienti	26	23
Taakkaan tarttuminen	31	15
Taakan tuonti	32	40
Syötön avustus	5	6
Odotus taakan kanssa	3	2
Yhteensä	100	100

Haketuslaitteisto

Odotus tyhjänä	50	41
Haketus	50	59
Yhteensä	100	100

cmin/taakka

TEHOAIKA YHTEENSÄ

	60	52
Taakan koko keskimäärin, $i\text{-m}^3$	0.512	0.475
-"- "-"- "-"- "-"- m^3	0.205	0.190
Rungon koko keskimäärin, runkopuu- m^3	0.025	0.037
Rinnankorkeuslähpimitta keskimäärin, cm	9	11

Talvityömaalla taakkaan tarttuminen on vienyt huomattavasti enemmän aikaa kuin kesätyömaalla. Tämä johtuu lähinnä kasojen päällä olleesta lumesta, sillä kasat eivät olleet juuri lainkaan jäätäneet.

Taakan tuonti kasasta syöttölaiteeseen on vienyt kummallakin työmaalla suhteellisen paljon aikaa. Tämä johtuu pääasiassa kuormaimen pitkistä liikeradoista, varsinkin kun haketetaan kasan pohjalla olevia puuta. Samasta syystä hakkuri on käynyt kummallakin työmaalla huomattavan osan tehoajasta jouten. Se on hakettanut puuta vain 50... 60 % tehoajasta.

Hakkeen laatu

Pituusjakaumat (kuva 4) osoittavat, että pienten (alle 6 mm:n) jakeiden osuus on talvella suurempi kuin kesällä. Tähän vaikuttaa muun muassa se, että hakettava puu on talvella jäässä, jolloin se murenee helpommin, sekä se, että puu luistaa helpommin syöttölaiteeseen, jolloin tulee lyhyttä haketta. Vastaavasti yli 25 mm:n jakeiden osuus on kesällä suurempi kuin talvella.

Samoin kuin pituusjakaumat myös paksuusjakaumat (kuva 4) osoittavat, että pienten jakeiden osuus on talvella suurempi kuin kesällä. Terien kunnolla on varsin suuri vaikutus hakkeen laatuun varsinkin puun ollessa jäätynyt. Mitä tylymmällä terillä jäätynyttä puuta haketetaan, sitä helpommin puu murtuu ja pienten jakeiden osuus kasvaa.

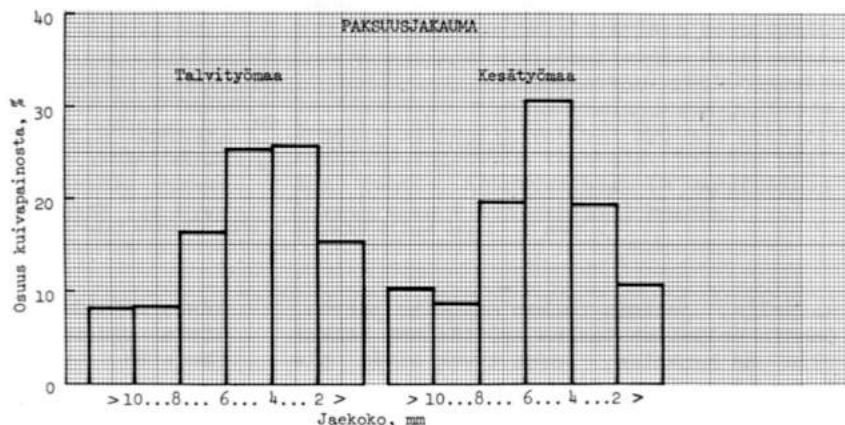
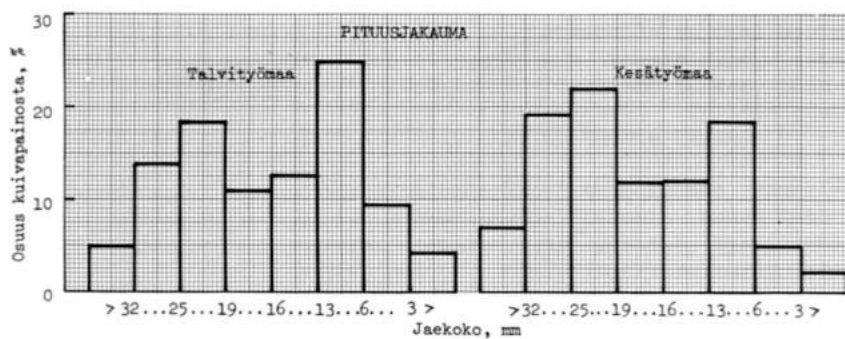
TUOTOS

Seuraavassa esitettävien käyttötuntituotosien laskennassa keskeytysten osuutena on käytetty 10 %:a tehoajasta. Muutettaessa hakkeen irtotilavuus kiintotilavuudeksi on muuntokertoimenä käytetty 0.4:ää.

TT-varastohakkuri 1500 L:n tuotokset keskimäärin

	Teho- tunti- tuotos	Käyttö- tunti- tuotos
Talvityömaa, $i\text{-m}^3/\text{h}$	51.2	46.5
-"- " m^3/h	20.5	18.6
Kesätyömaa, $i\text{-m}^3/\text{h}$	54.8	49.8
-"- " m^3/h	21.9	19.9

Kesätyömaalla tuotos on ollut vain noin 7 % suurempi kuin talvityömaalla, vaikka hakettava puustokin oli jonkin verran järeämpää. Osaltaan tähän vaikuttanee se, että kesätyömaalla hakettava raaka-aine oli hieman kuivanut ja näin ollen kovempaa hakettavaa kuin talvityömaan tuore puu.



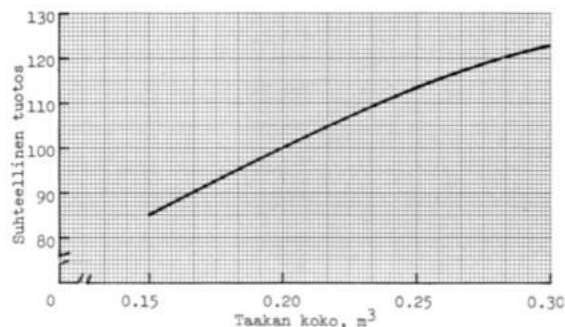
Kuva 4. TT-varastohakkuri 1500 L:llä tehdyn kokopuuhakkeen pituus- ja paksuusjakaumat tutkimustyömailla

Tuotoksen vaikuttavia tekijöitä

Haketusyksikön tuotokseen vaikuttavat muun muassa kuljettajan kokemus ja taito, hakettavan puuston ominaisuudet, varastojärjestelyt ja varastokasojen laatu. Aikautkimuksessa pyrittiin selvittämään taakan koon, varastokasan reunan epätasaisuuden (= tyvien epätasaisuus myöhemmin), latva edellä tulevien puiden ja kasojen päällä olevan lumen vaikutusta tuotokseen.

Taakan koon vaikutus tuotokseen

Haketusyksikön kuormaimen nostokyky (= taakan koko) on huomattavasti suurempi kuin

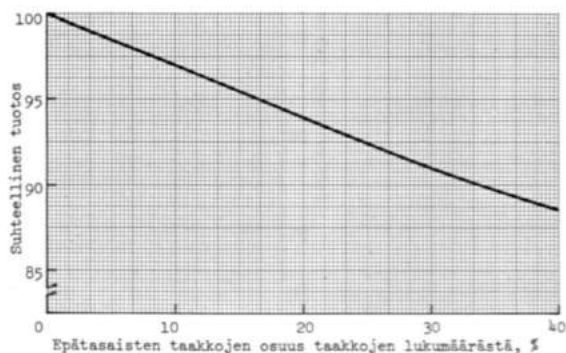


Kuva 5. Taakan koon vaikutus haketusuotokseen

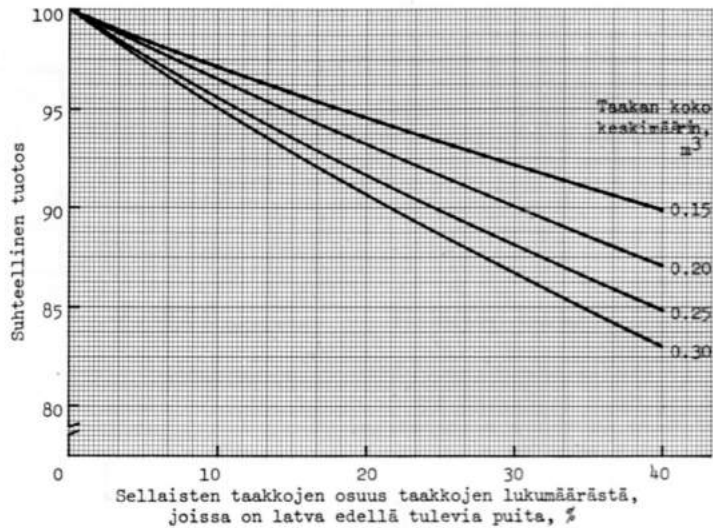
hakkurin kerralla käsittelemän taakan koko. Tämän vuoksi kuljettaja joutuu erottamaan kasasta aina pienemmän taakan, kuin kuormaimen kouraan luontaisesti tulisi. Tuotoksen kannalta on tällöin tärkeää, että taakan erottaminen kasasta käy sujuvasti ja että kuljettaja saa kerralla irroteutuksi sellaisen taakan, joka vastaa hakkurin suurinta kapasiteettia.

Tyvien epätasaisuuden vaikutus tuotokseen

Elleivät puiden tyvet kasassa ole riittävän tasan, joudutaan puita järjestelemään kuor-



Kuva 6. Epätasaisten taakojen vaikutus haketusuotokseen



Kuva 7. Latva edellä tulevien puiden vaikutus haketustuotokseen

maimella, jolloin taakan ottoaika kasvaa. Samoin sellaisen taakan syöttäminen hakkuriin on hankalaa, jossa tyvet eivät ole tasan (kuva 6, s. 5).

Tutkimustyömailla oli keskimäärin 12 % taakkoja, joissa tyvien epätasaisuus vaikeutti työskentelyä. Keskimäärin epätasaisien taakkojen käsittely oli 33 % hitaampaa kuin tasaisten taakkojen käsittely. Tuotosta tämä alensi noin 4 %.

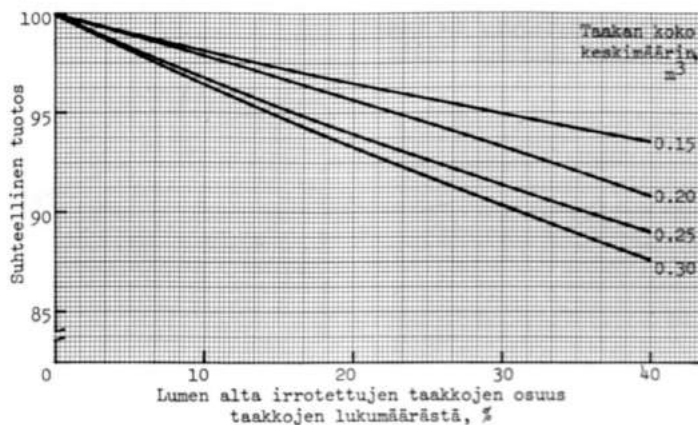
Latva edellä tulevien puiden vaikutus tuotokseen

Latva edellä tulevat puut vaikeuttavat taakan käsittelyä, sillä taakan nosto- ja kääntövaiheessa tyviosa riippuu muusta taa-

kasta erillään ja aiheuttaa yleensä tavallista pidemmät liikeradat kuormaimelle (kuva 7).

Lumen vaikutus tuotokseen

Tutkimustyömailla kasojen päällä oli lunta 50...60 cm. Tämä vaikeuttaa taakan irrottamista kasasta ja myös taakan syöttämistä hakkuriin, sillä lumen alta otettaessa taakan kokoa on vaikea arvioida ja puut menevät helposti epäjärjestykseen (kuva 8). Lisäksi kasojen päällä oleva lumi siirtyy taakan mukana syöttölaitteeseen, mistä se putoaa syöttöpöydän päähän ja vaikeuttaa sekä haketusyksikön että hakeauton liikuttamista. Tämän seikan vaikutusta tuotokseen ei selvitetty.



Kuva 8. Lumen vaikutus haketustuotokseen

PÄÄTELMIÄ

Tutkimustyömailla taakkojen keskimääräinen pituus oli noin 5 m. Tämänpituisen taakan haketus aika on niin pieni verrattuna taakan nouto aikaan, että hakkurille tulee tyhjäkäyntiä hyvin helposti. Tyhjäkäynti-aikaa on mahdollista pienentää katkomalla hakettava puu 7...8-metriseksi. Toisaalta tätä pitemmät puut saattavat hidastaa taakan noutoa, niin että haketus tuotos alenee.

Koska sekä tyvien tasaisuus kasassa että latva edellä tulevat puut vaikuttavat haketus tuotokseen, kannattaa näihin seikkoihin kiinnittää huomiota jo hakkuussa. Puut kannattaa kasata tyvet mahdollisimman tasan, ja jos pitkiä puita joudutaan katkomaan, on sekä metsäkuljetuksen että haketuksen kannalta edullista laittaa latvaosa kasaan samoin päin muiden puiden kanssa ja tyvi tasan muiden tyvien kanssa.

Jotta haketus väli varastolla sujuisi hyvin, on edullista ajaa puut kasaan niin, että hakettaessa kasaa voidaan purkaa päinvastaisessa järjestyksessä. Tällöin puut irtoavat helposti sotkematta kasaa.

Oleellista haketuksen tehokkuuden kannalta on hakkurin tyhjäkäynnin osuus tehoajasta. Ellei sitä pystytä nykyisestä pienentämään, huomattava osa hakkurin kapasiteetista jää käyttämättä. Jos taakan noutoajat pysyvät nykyisten suuruisina, pystyisi pienempi ja hitaampi hakkuri hakettamaan taakat tuotoksen alentumatta nykyisestä. Jos taas nykyisen kolmiteräisen hakkurin sijasta käytetään kaksiteräistä hakkuria ja alennetaan syöttönopeutta vastaavasti, tyhjäkäynnin osuus pienenee. Samalla kuitenkin voidaan syöttää hakkuriin nykyistä suurempia taakkoja, jolloin yksikön tuotos tehotunnissa (= varsinainen haketus aika + tyhjäkäynti) kasvaa.

TT LANDING CHIPPER 1500 L

The TT landing chipper 1500 L is a chipping unit mounted on a truck chassis and operating at the landing. It chips whole trees, long logs, sawing waste, etc.

When first-thinning timber with an average DBH of 9 cm bunched at the landing was chipped in the winter, the average output of the unit was 51.2 m^3 (apparent volume) of chips/productive hour [= 20.5 m^3 (compact volume)/productive hour]. In the summer, when the average DBH of the growing stock was 11 cm, the output of the unit averaged 54.8 m^3 (apparent volume) of chips/productive hour [= 21.9 m^3 (compact volume)/productive hour]. Productive time includes the actual chipping time and the running-idle time of the chipper, but not delays.

In addition to the growing stock to be chipped and the landing arrangements, the output of the unit depends, among other things, on the chipping season and the nature of the landing bunch. In the winter, output is lowered by the snow on the bunches and by the fact that the timber is frozen. This affects also the quality of the chips. The unevenness of the edge of the landing bunch and trees that arrive top foremost also slow down the work.

At a winter work site the chipper stood idle for 50 % of the productive time, and even at the summer work site for over 40 %. The output of the unit can be raised considerably by reducing the share of idle running. On the other hand, if it is impossible to speed up the handling of trees by the loader, the present output could be achieved with a chipper with smaller capacity and thus also smaller power requirement.

