

METSÄTEHON katsaus



7/1976

KOKOPUUHAKKEEN KUORMAUS JA KULJETUS VÄLIVARASTOSTA

Markku Melkko Raimo Savolainen

Kokopuuhakkeen kuormaus erillisellä kuorma-auton alustalla olevalla ja hakekouralla varustetulla nivelpuomikuormaimella sujuu varsin hyvin. Suhteellisen suuren kuormaustuotoksen (keskimäärin $1.68 \text{ i-m}^3/\text{min}$) ansiosta kuljetusauto viipyy varastolla huomattavasti lyhyemmän ajan kuin puhallettaessa hake suoraan hakkurista odottavan auton lavalle. Kuormausajan lyhenemisen ansiosta päästään näin 7...29 % pienempiin kuljetuskustannuksiin. Jos hakekasan alla käytetään jotakin alusmateriaalia, menetelmien välinen kustannusero pienenee.

Kun hake varastoidaan välivarastolle lumetomana aikana, hakkeen mukaan saattaa kuormausvaiheessa tulla kiviä ja maata, joista voi olla haittaa hakkeen myöhemmässä käsittelyssä. Jos haketus ja kuljetus taas erotetaan toisistaan riippumattomiksi työvaiheiksi, töiden suunnittelu ja toteutus helpottuvat huomattavasti ja korjuuketjun (haketus - kuljetus) alttius häiriöille pienenee.

Kokopuiden ja hakkuutähteiden korjuuketjuissa tulevat vaihtoehtoisina haketuspaikkoina kysymykseen palsta, välivarasto ja tehdas. Kun raaka-aine haketetaan palstalla tai välivarastolla, haketus ja hakkeen autokuljetus tehtaalle voidaan joko yhdistää kiinteästi toisiinsa tai irrottaa toisistaan riippumattomiksi työvaiheiksi varastoimalla hake välivarastolle.

Kun hake puhalletaan hakkurista suoraan tai kipataan hakkurin hakekontista joko vaihtolavalle tai odottavan kuorma-auton lavalle, hakkeen kuormaus erillisenä työvaiheena jää pois. Välivarastolle varastoitu hake joudutaan kuormaamaan vaihto-

lavalle tai auton lavalle esimerkiksi pyöräkuormajalla tai hakekouralla varustetulla puutavarakuormaimella.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää välivarastossa olevan kokopuuhakkeen kuormaus autoon, autojen viipymistä varastolla ja tehtaalla sekä varsinaisia kuljetuskustannuksia. Lisäksi pyrittiin saamaan kokemuksia hakekasojen alla käytetystä muovista sekä yleensä hakkeen varastoinnista välivarastolla.

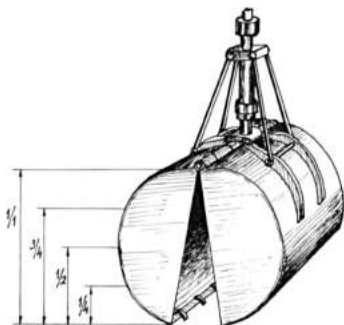
Tutkimus suoritettiin yhdessä Saastamoinen Yhtymä Oy:n kanssa Kuopion ympäristössä syksyllä 1975.

Tutkittavana kalustona oli kaksi 2-akselisella täysperävaunulla varustettua 3-akselista kuorma-autoa ja erillisellä kuorma-auton alustalla oleva nivelpuomikuormain (HIAB 765 AW). Kuormain oli varustettu 1.5 m^3 :n hakekouralla (kuva 1). Kuormajalla oli koko ajan oma kuljettaja.

TAULUKKO 1 Kuljetuskalusto ja tutkimusaineisto

Erittely	Kuljetuskalusto			Aineisto	
	Veto-auto	Perävaunu	Yhteensä	Kuormia, kpl	Haketta, i-m^3
	Tilavuus, m^3				
Auto 1	36.7	32.0	68.7	4	274.8
Auto 2	36.1	32.1	68.2	4	272.8
Keskimäärin tai yhteensä			68.5	8	547.6

Tehtaalla viipymisen osalta aineistona käytettiin kesän 1975 aikana hakkuutähdehakkeen kuljetuksen yhteydessä kerättyä aineistoa.



Kuva 1. Hakkeen kuormaukseen käytetty hakekoura

TULOKSET

Kuormaustaakan koko

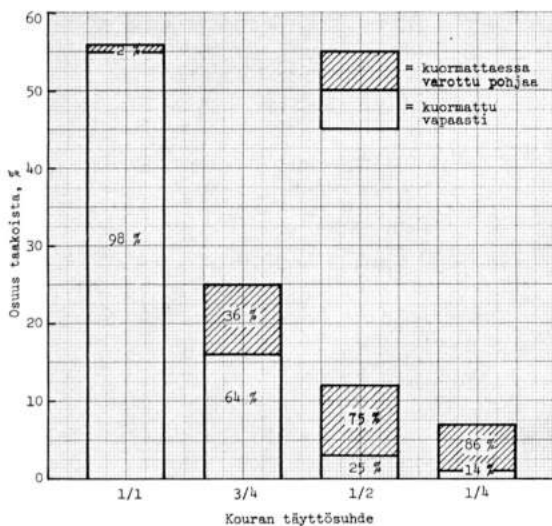
Kuormaustaakan koko vaikuttaa varsin paljon kuormaustuotokseen. Haketta kuormattaessa taakan koko riippuu kuljettajan taitavuuden ja kouran koon ohella siitä, kuinka hyvin koura uppoaa hakkeeseen sekä siitä kuormataanko kasan pohjalta vai pinnalta.

Taakan koko arvioitiin ennen kouran sulkeutumista, ja siinä käytettiin seuraavaa luokitusta (kuva 1).

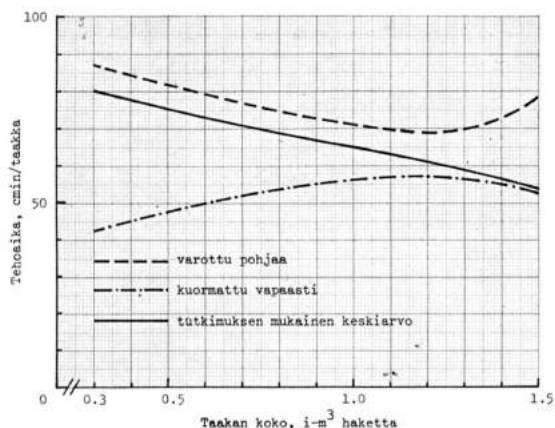
- 1/1 = koura täynnä
- 3/4 = kourassa haketta 3/4 korkeudesta
- 1/2 = koura haketta puolillaan
- 1/4 = kourassa haketta 1/4 korkeudesta

Koura näyttää uppoavan kokopuuhakkeeseen varsin hyvin, sillä 81 %:ssa kaikista kourallisista haketta on ollut 3/4 kouran korkeudesta (81 % tilavuudesta) tai enemmän. Kuormattaessa kasan pohjalta 60 %:ssa kourallisista on ollut haketta puolet tai vähemmän kouran tilavuudesta.

Kuormattaessa tämän tyyppisellä kalustolla haketta noin 3 m:n korkuisesta varastomuo-



Kuva 2. Taakkojen jakautuminen kouran täyttösuhteen mukaan



Kuva 3. Taakan käsittelyajan riippuvuus taakan koosta

dostelmasta taakat näyttävät jakautuvan siten, että 75 % niistä voidaan kuormata vapaasti ja 25 %:n kuormauksessa on varottava pohjaa. Keskimääräinen taakan koko oli 1.05 i-m³ haketta.

Taakan käsittelyajan riippuvuus taakan koosta

Kuvassa 3 esitettyyn taakan käsittelyaikaan kuuluvat kouran vienti hakekasaan, kouraisu, taakan nostaminen lavan yläpuolelle ja kouran tyhjentäminen.

Kun kuormataan vapaasti kasasta, käsittelyaika kasvaa suhteellisen lievästi taakan koon suuretessa. Aivan täyden kourallisen käsittelyaika näyttää olevan jopa pienempi kuin 1/2...3/4-kourallisten käsittelyaika. Tämä johtunee siitä, että kouran upotessa hyvin kasaan saadaan heti kerralla täysi kourallinen, kun taas kouran upotessa siihen huonommin "otetta" joudutaan muuttamaan, mihin kuluu aikaa, eikä usein kuitenkaan saada kouraa aivan täyteen.

Kun kuormataan pohjalta, taakan käsittelyaika pienenee taakan koon suuretessa. Tämä johtuu siitä, että mitä paksumpaa hakekerrosta kuormataan, sitä suurempi taakka yleensä saadaan ja sitä vähemmän pohjaa tarvitsee varoa. Aivan täyteen kouralliseen pyrittäessä käsittelyaika näyttää jälleen kasvavan.

Kuormausajan riippuvuus taakan koosta

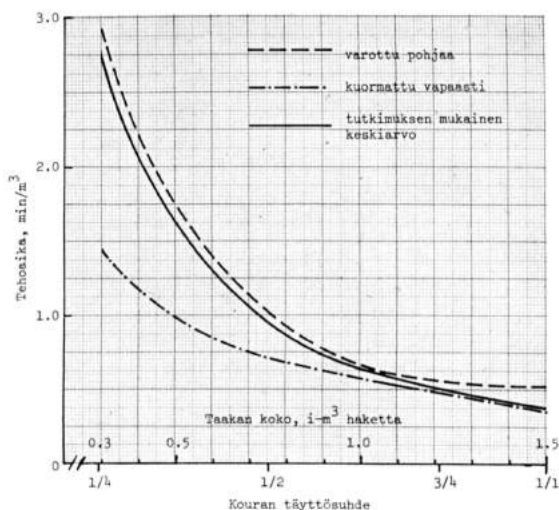
Kuten kuvasta 4 näkyy, tehoaajan menekki pienenee aluksi varsin tuntuvasti taakan koon kasvaessa, mutta kun kouran täyttösuhde ylittää 1/2:n, tehoaika pienenee enää suhteellisen vähän.

Kuormakohtainen kuormaus- ja purkamisaika ja sen rakenne

Seuraavan asetelman kuormakohtainen kuormaus- ja purkamisaika on laskettu täysperä-

Kuormakohtainen kuormaus- ja purkamisaika
ja sen rakenne

	min/kuorma	
KUORMAUKSEN APUAJAT		
Kuormauksen aloitus ja lopetus	3.34	
Kuormausajo valmisteluineen	2.42	
Varaston pohjan puhdistus	4.04	
Muu	3.37	
Yhteensä	13.17	13.17
VAR SINAINEN KUORMAUS		
Kuormaus	40.88	40.88
VIIPYMINEN TEHTAALLA		
Vastaanottomittaus ja ajo tehdasalueella	18.67	
Kuorman purkamisen valmisteluineen (sis. myös perävaunun irrotuksen ja kiinnityksen)	11.33	
Yhteensä	30.00	30.00
KUORMAKOHTAINEN KUORMAUS- JA PURKAMISAIKA YHTEENSÄ		
		84.05



Kuva 4. Kuormausajan riippuvuus taakan koosta

vaunuauton 68.5 i-m³:n kuormalle (tämän tutkimuksen mukainen keskiarvo), kun keskimääräinen kuormaustuotos on ollut 1.68 i-m³/min (tehoaikaa). Kuormauspaikan laatu vastaa puutavaran kuljetuksessa käytettyä I kuormauspaikkaluokkaa. Kuorma puretaan tehtaalla kippaamalla.

Kun pidetään kuormaukseen ja purkamiseen liittyvät vakioajat samoina kuin edellä, 83.5 m³:n kuorman (suurin sallittu kuorman koko nykyisten asetusten mukaan) kuormaukseen ja purkamiseen kulunut aika on 92.87 min.

Kuljetuskustannukset

Kustannuslaskelmat perustuvat nykyisin voimassa olevien asetusten mukaiseen suurimpaan sallittuun kuljetuskalustoon; täysperävaunun kuorma-auton kokonaispaino on 42.0 t, kantavuus 25.5 t ja hake-lavojen tilavuus yhteensä 83.5 m³. Taulukossa 2 esitettyjä kuorman kokoja laskettaessa on eri puulajeista valmistettujen hakkeiden tuorepainoina käytetty liikenne-ministeriön voimassa olevan päätöksen mukaisesti seuraavia metsähakkeen yksikköpainoja.

TAULUKKO 2 Kokopuuhakkeen kuljetuskustannukset. Kuormauspaikkaluokka I. Hake varastoitu muovin päälle kasoihin

Hakkeen laatu	Kuorman kokg, i-m ³	Erittely	Kuljetusmatka, km				
			5	20	70	150	300
			Kustannukset, mk/i-m ³				
Havupuu, tuore	75.0	Kuljetus Kuormaus	1,81 0,69	2,55 0,69	4,89 0,69	8,16 0,69	12,88 0,69
		Yhteensä	2,50	3,24	5,58	8,85	13,57
Koivu, tuore	82.3	Kuljetus Kuormaus	1,71 0,68	2,39 0,68	4,52 0,68	7,51 0,68	11,81 0,68
		Yhteensä	2,39	3,07	5,20	8,19	12,49
Leppä, tuore	83.5	Kuljetus Kuormaus	1,68 0,68	2,34 0,68	4,43 0,68	7,33 0,68	11,35 0,68
		Yhteensä	2,36	3,02	5,11	8,01	12,03

Havupuuhake, tuore	340 kg/i-m ³
Koivuhake, tuore	310 -"
Leppähake, tuore	270 -"

Hake on purettu tehtaalle kippaamalla. Kuormausajat on laskettu tämän tutkimuksen tulosten perusteella. Muilta osin laskennassa on noudatettu samoja periaatteita kuin puutavaran autokuljetuksen ohjemaksujen laskennassa.

Kuormauskustannuksia laskettaessa kuormausyksikkönä on ollut erillisellä kuorma-auton alustalla oleva hakekouralla varustettu puutavarakuormain. Yksiköllä on ollut oma kuljettaja, ja se on kuormannut kahta täysperävaunuyksikköä. Muilta osin laskennassa on menetelty samoin kuin autokuljetuksen ohjemaksuissa puutavaran kuormauskustannuksia laskettaessa.

Kustannuslaskelmissa ei ole otettu huomioon alusmuovin käytöstä aiheutuvia (noin 0,40...0,50 mk:n/i-m³) lisäkustannuksia. Jos hake varastoidaan ilman alusmuovia, esimerkiksi talvella poljetun lumen päälle, muovikustannuserä jää pois, mutta tilalle tulevat lumentiiivistämiskustannukset. Lisäksi kasan jäätyminen pinnalta saattaa vaikeuttaa kuormausa ja aiheuttaa lisäkustannuksia.

Kun kuljetuskalustona käytetään ennen akselipainojen korotusta rakennettuja 68.5 m³:n hakelavoilla varustettuja täysperävaunullisia kuorma-autoja, kustannukset ovat 4.4...7.7 % suuremmat kuin 83.5 m³:n hakelavoilla varustettuja autoja käytettäessä.

Hake voidaan myös puhalttaa suoraan hakkurista odottavan kuorma-auton lavalle. Varsinainen kuormausaika riippuu tällöin hakkurin tuotoksesta ja sen toimintavarmuudesta ja koko ketjun (hakkuri - kuorma-auto) tuotos kummankin koneen käyttövarmuudesta

TAULUKKO 3

Välivarastolle varastoidun tuoreen havukokopuuhakkeen suhteelliset kuljetuskustannukset verrattuna menetelmään, jossa hake on puhallettu suoraan odottavan auton lavalle

Erittely	Kuljetusmatka, km				
	5	20	70	150	300
Haketus välivarastolla, varastointi välivarastolle, kuormaus erillisellä kuormajalla	100	100	100	100	100
Haketus välivarastolla, hakkeen puhallus suoraan odottavaan autoon	140	132	120	113	107

sekä siitä, kuinka hyvin haketus ja kuljetus pystytään niveltämään toisiinsa. Kun haketuksessa on käytetty Trelan-kokopuuhakkuria, on päädytty 7...40 % suurempiin kuljetuskustannuksiin (Peltola 1976) kuin silloin, kun hake on ollut varastoituna välivarastolle ja kuormattu sieltä hakekouralla varustetulla erillisellä puutavarakuormajalla (taulukko 3). Tätä eroa pienentävät kuitenkin alusmuovista aiheutuvat kustannukset.

PÄÄTELMÄT

Kun hake varastoidaan välivarastolle lumetomana aikana, on vaarana kivien ja maan joutuminen hakkeen mukaan kuormausvaiheessa. Tätä haittaa on pyritty pienentämään käyttämällä hakekasan alla erilaisia alusmateriaaleja, kuten esimerkiksi muovikelmua. Tällä ei ole kuitenkaan täysin pystytty estämään kivien ja maan joutumista hakkeen sekaan ja lisäksi saattaa kuormausvaiheessa hakkeen mukaan tulla alusmuovia, joka voi haitata hakkeen myöhempää käsittelyä. Alusmateriaalin käyttö lisää myös varastointikustannuksia käytetyn materiaalin hinnan, kestävyys ja käsittelävyyden mukaan.

Kokopuuhakkeen kuormaus hakekouralla varustetulla puutavarakuormaimella sujuu varsin hyvin. Suhteellisen suuren kuormaustuoksen ansiosta hakkeenkuljetusauto viipyy varastolla huomattavasti lyhyemmän ajan

kuin puhallettaessa hake suoraan hakkurista (Trelan) auton lavalle, ja näin päästään myös edullisempiin kuljetuskustannuksiin.

Varastoimalla hake välivarastolle haketus ja kuljetus erottuvat toisistaan riippumattomiksi työvaiheiksi. Tämä helpottaa huomattavasti työn suunnittelua ja toteutusta. Lisäksi korjuuketju, jossa koneet voivat toimia itsenäisinä yksikköinä, ei ole yhtä altis häiriöille kuin ketju, jossa koneet ovat suoraan riippuvaisia toisistaan.

Kun käytetään menetelmää, jossa hake puhalletaan tai kipataan suoraan hakkurista odottavaan autoon tai vaihtolavalle, tehtaalla on yleensä pystyttävä jatkuvasti ottamaan vastaan haketta. Nykyisten tehtaiden vastaanottomenetelmät ja varastointialueet huomioon ottaen voitaneen pitää etuna myös sitä, että korjuuketju mahdollistaa kuljetettavan tavaran puskuroinnin muuallakin kuin tehtaalla.

Hakkeen kuormaukseen on mahdollista käyttää myös autokohtaista irrotettavaa nivelpuomikuormainta tai pyöräkuormajaa. Normaali-varusteisen pyöräkuormajan käyttö edellyttää kuitenkin, koska sen nostokorkeus on rajallinen, joko kuormauslaituria tai maahan laskettavaa vaihtolavakalustoa. Sitä paitsi hakekasan pohjan epätasaisuudet ja kasan viimeisen hakkeen kuormaus saattavat aiheuttaa pyöräkuormajalle suurempia vaikeuksia kuin hakekouralla varustetulle nivelpuomikuormaimelle. Pyöräkuormajan käyttö vaatii myös runsaasti varastotilaa.

Pyrittäessä kuljetuskaluston tehokkaaseen työllistämiseen ja mahdollisimman vähäiseen erikoiskaluston hankintaan saattaa metsähakkeen kuljetus tulla kysymykseen myös nykyisillä puutavara-autoilla, jos ne voidaan varustaa helposti kiinnitettävillä ja irrotettavilla hakelavoilla. Tällöin myös niiden puutavarakuormainta voitaisiin käyttää hakekouralla varustettuna hakkeen kuormaukseen. Erilaisten kuormaus- ja kuljetuskalustojen käyttömahdollisuuksien ja niiden keskinäisen edullisuuden selvittäminen vaatii kuitenkin lisätutkimuksia.

Metsäteho Review 7/1976

LOADING OF WHOLE-TREE CHIPS AND TRANSPORT FROM UPPER LANDING

Loading of whole-tree chips by a separate knuckle-boom loader mounted on truck chassis and equipped with a chip grapple is fairly successful. Thanks to the relatively great loading output (an average of 1.68 m³ piled measure/min) the truck stays a considerably shorter time at the landing site than when the chips are blown direct from the chipper onto the truck platform. The shortened loading time brings the transport costs down by 7...29 %. If some underlay material is used under the bunch, the cost difference between methods decreases.

When chips are stored at the upper landing during the snowless period stones and earth may be mixed with the chips in the loading phase and may be a problem in the later handling of the chips. On the other hand, when chipping and transport are separated into independent work phases the planning and implementation of the work are facilitated appreciably, and the proneness of the harvesting method (chipping - transport) to disturbances is reduced.



METSÄTEHO

SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO RY:N METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
Opastinsilta 8 B • 00520 HELSINKI 52 • Puhelin 90 - 140 011