METSÄTEHON katsaus

6/1991

PUUTAVARA-AUTON KUORMAUSMENETELMIEN VERTAILUA

Esa Korhonen **Teppo Oijala**

Tutkimuksessa vertailtiin autokohtaisen kuormaimen sekä erilliskuormaajan ja kahden perävaunun käyttöön perustuvia puutavaran kuormausmenetelmiä. Lisäksi selvitettiin autokohtaisen kuormaimen kuljettamista mukana ja kiinteäksi asennetun kuormaimen käytön edullisuutta.

Erilliskuormaajan käyttö on edullisempaa kuin autokohtaisen kuormaimen 70 km:n kuljetusetäisyydelle, jos puutavaraa on runsaasti. 50 km:n kuljetusmatkalla erilliskuormaajaa ja kahta perävaunua käyttävän yhdistelmän tuottavuus on 42 % suurempi kuin autokohtaisella kuormaimella varustetun yhdistelmän. Kun kuormausolosuhteet huononevat, erilliskuormaajan käytöstä saatava hyöty kasvaa. Erilliskuormaajaa voi myös käyttää erilaisiin puutavaran siirtoon liittyviin töihin.

Autokohtainen kuormain on edullista kuljettaa mukana, jos kuljetusmatka on alle 45 km. Kiinteäksi kuormain kannattaa asentaa alle 60 km:n keskimääräisillä kuljetusmatkoilla. Käytännössä kuormainta joudutaan kuljettamaan mukana pitemmilläkin matkoilla mm. siksi, että sopiva kuormaimen jättöpaikka puuttuu tai seuraava kuorma haetaan eri paikasta.

JOHDANTO

Puutavaran kuormauksessa autoon käytetään kuormaimen sijoituksen mukaan kahta eri menetelmää: yleisimmin käytettävässä menetelmässä kuormain on asennettu puutavara-autoon (= autokohtainen kuormain) ja toisessa erillisen kuorma-auton alustalle (= erilliskuormaaja).

Nykyinen liikennelupakäytäntö rajoittaa erilliskuormaajien täysipainoista käyttöä. Kun nykymuotoiset liikenneluvat poistuvat vuonna 1993, voidaan erilliskuormaajan käyttöä lisätä.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin puutavaran kuormausta, eri kuormausmenetelmiä ja -kalustoa autokuljetuksessa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää erilliskuormaajan ja kahden perävaunun käytön kannattavuus. Samalla selvitettiin, kuinka pitkillä kuljetusmatkoilla autokohtaista kuormainta kuljetetaan mukana ja missä olosuhteissa kannattaa autokohtainen kuormain asentaa kiinteäksi.

Tutkimuksen on tehnyt maat. ja metsät. yo. Esa Korhonen Tehdaspuu Oy:ssä. Tarkemmat tulokset on esitetty Helsingin yliopiston metsäteknologian laitoksen opinnäytetyönä. Metsätehon katsauksen ovat laatineet Esa Korhonen ja Teppo Oijala.

TUTKIMUSMENETELMÄT JA -AINEISTOT

Menetelmien kuvaus

Autokohtainen kuormain

Autokohtaisen kuormaimen käyttöön perustuvaan yhdistelmään kuuluvat vetoauto ja perävaunu sekä autokohtainen kuormain. Kuormain voidaan asentaa joko kiinteäksi tai siten, että se voidaan irrottaa ajoneuvosta kuljetuksen ajaksi. Autokohtaista kuormainta käytettäessä tarvitaan yleensä vain yksi kuljettaja, joka sekä kuormaa puutavaran että kuljettaa puutavara-autoa. Jos kuljetusmatka on pitkä eikä purkamispaikalla tarvita auton kuormainta, jätetään kuormain yleensä pois kuljetuksen ajaksi. Siten voidaan yhdistelmän kantavuutta lisätä kuormaimen painon verran. Kuormaimen irrotus ja kytkentä lisäävät kuitenkin ajanmenekkiä, koska mm. perävaunu joudutaan välillä irrottamaan.

Erilliskuormaaja ja vaihtoperävaunu

Erilliskuormaajan käyttöön perustuva puutavaran autokuljetuskalusto sisältää vetoauton, kaksi perävaunua ja erilliskuormaajan. Kuljettajia menetelmässä tarvitaan kaksi. Toinen kuljettaa puutavara-autoa ja toinen kuormausautoa (= erilliskuormaaja). Yleisimmin kuormausautona on käytetty kuorma-auto.

Kun varsinainen yhdistelmä vie kuormaa purkupaikalle, toinen kuljettaja kuormaa erilliskuormaajalla toisen perävaunun ja valmistelee sen kuljetuskuntoon (kuorman sidonta sekä uittoonajossa pudotusketjujen ja nippusiteiden laitto). Sen jälkeen siirretään kuormattu perävaunu kuormausautolla sopivaan paikkaan odottamaan varsinaista kuljetusta. Kun puutavara-autoyhdistelmä on saapunut tyhjänä kuormauspaikalle, irrotetaan ensin perävaunu odottamaan kuormausta. Sen jälkeen kuormataan vetoauto ja valmistellaan se ajokuntoon. Varaston tyhjennyttyä toinen perävaunu siirretään kuormausautolla seuraavalle varastolle. Erilliskuormaajaa voidaan käyttää myös erilaisiin puutavaran siirtoon liittyviin töihin sekä mm. lumen auraukseen.

Tutkiminen

Tutkimuksin selvitettiin puutavara-autoyhdistelmän varastollaviipymisen kokonaisaika ja eri työnvaiheiden ajanmenekki kuormausmenetelmittäin sekä purkamisessa veteenajon yhteydessä. Tutkimukset jakautuivat aikatutkimukseen ja ajopiirturiseurantaan.

Aikatutkimusaineisto kerättiin kesäkuussa 1989. Tutkimuksen viidestä puutavara-autoyhdistelmästä kaksi oli Tehdaspuu Oy:n Juvan piiristä, yksi Kangasniemen piiristä ja yksi Pielaveden piiristä sekä yksi Metsähallinnon Jyväskylän hoitoalueesta.

Tutkimusaineistoa oli 55 kuormaa. Niistä 32 kuormattiin erilliskuormaajalla, 18 autokohtaisella kuormaimella ja 5 siten, että perävaunu kuormattiin erilliskuormaajalla ja vetoauto autokohtaisella kuormaimella. Kuormauspaikkaluokka oli yhtä poikkeusta lukuun ottamatta 1. Puutavaralaji oli pitkää, noin 5 m havukuitupuuta. Kuormista suuntautui uittoon 44, tehtaalle 4 ja rautatieasemille 7. Varsinaisen aikatutkimuksen lisäksi tulkittiin yhden puutavara-auton ajopiirturikiekot kolmen viikon ajalta 8.6. - 1.7.1989. Silloin autolla kuljetettiin yhteensä 80 kuormaa, joista 64 kuljetettiin uittoon ja 16 suoraan tehtaalle. Seurannan aikana erilliskuormaajaa käytettiin jatkuvasti.

Kuormaimen mukanakuljettamista tutkittiin Kymmene Oy:n Kuusanniemen tehtaiden puutavaran vastaanottopaikalla. Tutkimusaineistoksi valittiin 20. - 27.7.1989 tehtaalle saapuneet puutavara-autot, joita kertyi yhteensä 253.

Taloudellisuustarkastelu tehtiin 7-akselisille, kokonaispainoltaan 56 tonnin autoyhdistelmille. Autoyhdistelmien kuljetuskustannukset laskettiin Metsäalan Kuljetuksenantajien kustannuslaskentamallilla. Laskentaperusteet olivat Metsäalan Kuljetuksenantajien ja Suomen Kuorma-autoliitto ry:n kaudelle 1.1. - 31.12.1990 hyväksymän autokuljetusmaksusopimuksen mukaiset. Erilliskuormaajan kustannuslaskentaa varten tämän kustannuslaskentamallin pohjalta kehitettiin oma laskentamalli. Mallilla voidaan laskea erilliskuormaajan sekä tunti- että yksikkökustannukset kuormattavan yhdistelmän vuotuisen käyttömäärän mukaan. Erilliskuormaajien hinnat sekä muut kustannuslaskennassa tarvittavat tiedot perustuvat autoilijoiden haastatteluihin.

TUTKIMUSTULOKSET

Menetelmien ajankäyttö ja tuottavuus

Ajankäyttö

Puutavaran ajo- ja purkamisajoissa ei yhdistelmätyyppien ja kuormausmenetelmien välillä ole eroja. Ratkaisevimman eron ajankäytössä kuormausmenetelmien välillä muodostavat varastollaviipymisajat (taulukko).

TAULUKKO Varastollaviipymisajat kuormausmenetelmittäin

Työnvaihe	Autokohtainen kuormain		Erilliskuormaaja ja vaihtoperävaunu	
	min/kuorma (min/m³)	%	min/kuorma (min/m³)	%
Kuormaus				
Vetoauto	12.3 (0.70)	15	10.9 (0.62)	47
Perävaunu	23.8 (0.73)	30	- (0.77)	-
Vakioajat				
- kuormaimen kytkentä ja irrotus	17.1	21	-	-
- perävaunun irrotus ja kytkentä	-	-	2.1	9
- kääntäminen	3.1	4	2.2	10
- kuormauksen valmistelu ja päättäminen	16.5	21	5.3	23
- kuormausajo	4.0	5	0.8	4
- keskeytykset	3.2	4	1.7	7
Yhteensä	80.0	100	23.0	100
Ajopiirturiseuranta	89	100	29	100
Keskimäärin	82	100	25	100

Varsinainen kuormausaika erilliskuormaajaa käytettäessä oli keskimäärin 0.71 min/m^3 ja autokohtaista kuormainta käytettäessä 0.72 min/m^3. Ero johtui siitä, että erilliskuormaajalla oli suurempi koura ja parempi ulottuvuus kuin autokohtaisella kuormaimella. Perävaunun kuormaus oli molemmissa tapauksissa hitaampaa kuin vetoauton kuormaus.

Kun käytettiin autokohtaista kuormainta, yhdistelmän varastollaviipymisen vakioaika oli kaikkiaan 43.9 min/kuorma. Jos kuormainta kuljetettiin yhdistelmän mukana, vakioaika oli 26.8 min, koska kuormaimen kytkentä- ja irrotusaika jäivät pois. Kuormaimen kytkentä- ja irrotusajasta lähes puolet kului perävaunun irrotukseen ja kytkentään sekä ajoihin kuormaimen kytkentä- ja jättöpaikalle. Noin puolet ajasta kului kuormaimen letkujen irrotukseen ja kiinnitykseen. Kuormauksen valmisteluun ja päättämiseen käytetystä ajasta lähes puolet kului kuorman sidontaan.

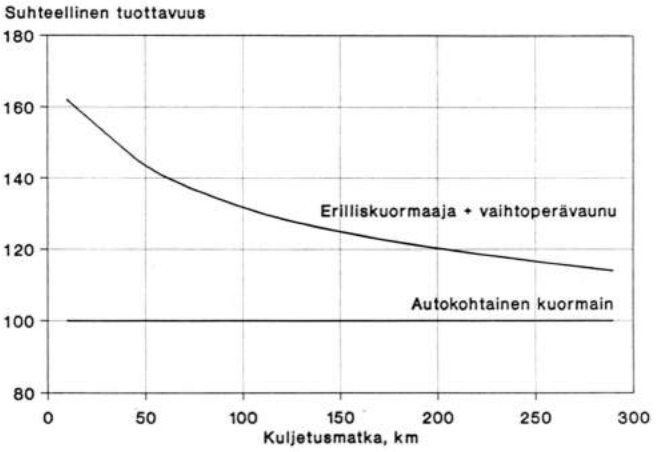
Kun käytetään erilliskuormaajaa ja vaihtoperävaunua, vakioaikajaottelu poikkeaa edellisestä. Puutavara-auton varastollaviipyminen käsittää ainoastaan vetoauton kuormauksen ja perävaunun vaihdon. Varastollaviipymisen vakioaika oli 12.1 min/kuorma. Kuormauksen valmistelu ja päättäminen vei eniten aikaa; suurin osa tästä ajasta kului kuorman sidontaan. Kääntämiseen ja ajoon perävaunun irrotuspaikalta kuormauspaikalle ja takaisin kului keskimäärin 2.2 min/kuorma. Etäisyys perävaunun irrotuspaikalta kuormauspaikalle oli keskimäärin 250 m.

Vaihtoperävaunun kuormauksen vakioaika oli 37.2 min/kuorma. Perävaunu kuormattiin keskimäärin 1.3 varastomuodostelmasta. Kuormauksen valmisteluun ja päättämiseen kului paljon aikaa, koska siihen sisältyi pudotusketjujen ja nippusiteiden laitto. Kuormausajon osuus nousi nopeasti, kun varastomuodostelmien koko pieneni.

Kun käytettiin erilliskuormaajaa ja vaihtoperävaunua, puutavara-autoyhdistelmä viipyi varastolla noin 40 min/kuorma lyhyemmän ajan kuin autokohtaista kuormainta käytettäessä ja mukana kuljetettaessa. Jos autokohtainen kuormain jätettiin varastolle, varastollaviipymisen kokonaisaika oli noin 57 min/kuorma pitempi kuin erilliskuormainta käytettäessä. Aikatutkimuksin saadut varastollaviipymisajat olivat kauttaaltaan ajopiirturikiekoista tulkittuja tuloksia lyhyemmät, koska kuormausolot olivat aikatutkimuksessa keskimääräistä paremmat.

Tuottavuus

Kun käytetään erilliskuormaajaa ja kahta perävaunua, yhdistelmän tuottavuus on 50 km:n kuljetusmatkalla 42 % suurempi kuin irrotettavaa autokohtaista kuormainta käytettäessä (kuva 1). Tällä kuljetusmatkalla erilliskuormaajan ja vaihtoperävaunun käyttöön perustuvan yhdistelmän vuosituotos 2 800 käyttötunnin mukaan on noin 46 000 m^3 ja autokohtaisella kuormaimella varustetun yhdistelmän puolestaan noin 32 000 m^3. Kun kuljetusolot huonontuvat ja kuljetusmatka lyhenee, tuottavuusero suurenee.

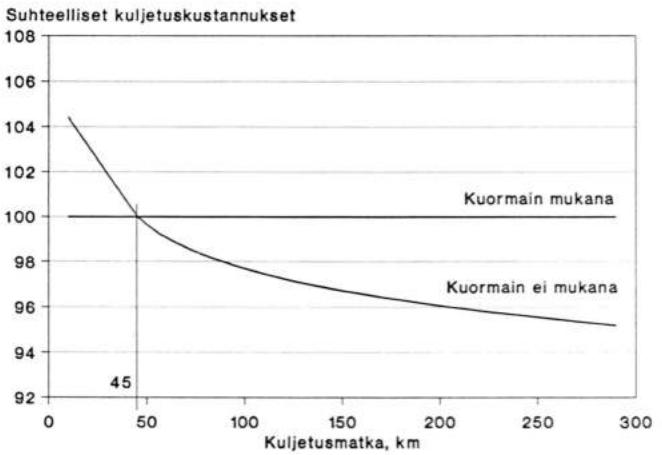


Kuva 1. Suhteellinen tuottavuus (100 = autokohtainen kuormain)

Menetelmien kustannukset

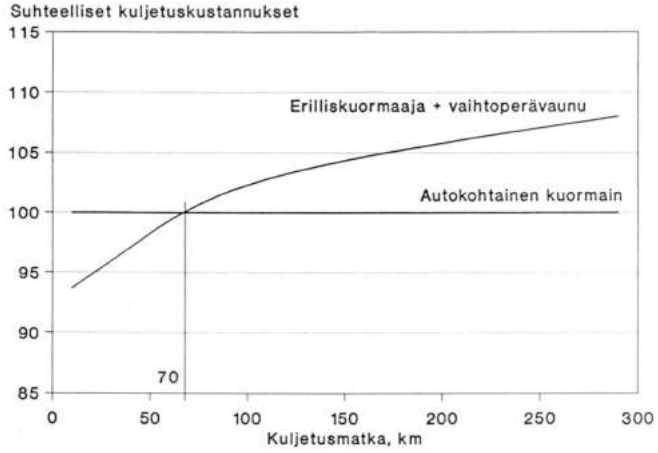
Autokohtainen kuormain

Autokohtainen kuormain on taloudellisesti järkevää kuljettaa mukana, jos kuljetusmatka on alle 45 km (kuva 2). 10 km:n kuljetusmatkalla yksikkökustannukset ilman kuormainta ovat 5 % suuremmat ja 100 km:n matkalla vastaavasti 2 % pienemmät kuin kuormaimen kera. Kuormaimen kuljettaminen yhdistelmän mukana pienentää kantavuutta kuormaimen painon (keskimäärin 2 300 kg) verran. Toisaalta lyhyellä kuljetusmatkalla varastollaviipymisajan muutos vaikuttaa kustannuksiin enemmän kuin kantavuuden muutos.



Kuva 2. Suhteelliset kuljetuskustannukset (100 = kuormain mukana)

Kiinteän kuormaimen käytön taloudellisuutta irrotettavan kuormaimen käyttöön verrattuna tarkasteltiin 4-akselisen vetoauton ja 3-akselisen perävaunun muodostaman yhdistelmän osalta. Tällaiseen yhdistelmään autokohtaisen kuormaimen asentaminen kiinteäksi on kannattavaa alle 60 km:n kuljetusmatkoilla. Ero irrotettavan kuormaimen käyttöön on kuitenkin pieni. Kun 10 km:n kuljetusmatkalla käytetään kiinteää kuormainta, kuljetuskustannukset ovat noin 1 % pienemmät kuin irrotettavaa kuormainta käytettäessä. Kiinteän kuormaimen käytön kannattavuus lyhyillä matkoilla perustuu siihen, että se on noin 10 000 mk halvempi ja noin 300 kg kevyempi kuin irrotettava kuormain.



Kuva 3. Suhteelliset kuljetuskustannukset (100 = autokohtainen kuormain)

Erilliskuormaaja

Erilliskuormaajan hankintahinnaksi oletettiin 400 000 mk. Siitä kuormaimen osuus oli 230 000 mk ja käytetyn alustan 170 000 mk. Koko erilliskuormaajan käyttöön perustuvan kaluston (erilliskuormaaja + vetoauto + kaksi perävaunua) hankintahinta oli 350 000 - 400 000 mk kalliimpi kuin autokohtaisen kuormaimen käyttöön perustuvan yhdistelmän (vetoauto + perävaunu + kuormain).

Jos 400 000 mk:n arvoista erilliskuormaajaa käytetään kuormaukseen 2 000 tuntia vuodessa, sen kokonaiskäyttökustannukset ovat noin 180 mk/tunti ja noin 360 000 mk/vuosi. Kun erilliskuormaajan suoriteaika koko yhdistelmän kuormausta kohti tavanomaisin kuormin on 1.45 tuntia, voidaan 2 000 tunnin vuotuisen käytön mukaan kuormata 1 380 autokuormaa. Silloin erilliskuormaajan käytön yksikkökustannukset ovat 258 mk/kuorma.

Tunti- ja yksikkökustannukset vaihtelevat sen mukaan, mikä on kaluston hankintahinta ja miten kuormaaja työllistetään. Kun alustan hankintahintaa muutetaan 10 %, muuttuvat tuntikustannukset 0.9 %. Vastaavasti, kun kuormaimen hankintahintaa muutetaan 10 %, muuttuvat tuntikustannukset 2.2 %.

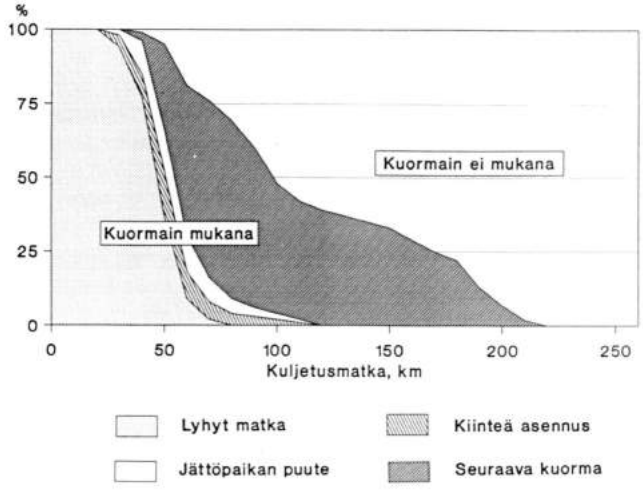
Menetelmien vertailua

Menetelmien yksikkökustannukset ovat samat silloin, kun kuormat ovat tavanomaisia (telaus- ja keräilykuormia n. 10 % kuormista) ja kuljetusmatka 70 km (kuva 3). 40 km:n kuljetusmatkalla erilliskuormaajan ja vaihtoperävaunun käyttö on noin 3 % edullisempaa ja 160 km:n matkalla 5 % kalliimpaa kuin autokohtaisen kuormaimen käyttö. Erilliskuormaajan käytöstä saatava hyöty kasvaa, kun kuormausolosuhteet huonontuvat. Kun kuormat ovat telaus- ja keräilykuormia, menetelmien yksikkökustannukset ovat samat 115 km:n kuljetusmatkalla. Silloin 40 km:n matkalla erilliskuormaajan ja vaihtoperävaunun käyttö on noin 8 % edullisempaa kuin autokohtaisen kuormaimen käyttö.

Autokohtaisen kuormaimen kuljettaminen mukana

Kuormain oli yhdistelmän mukana 53 %:ssa kuormista. Niissä yhdistelmissä, joiden vetoauto oli 4-akselinen (47 kuormaa), kuormain oli mukana 87 %:ssa kuormista. Vastaavasti 3-akseliseen vetoautoon perustuvissa yhdistelmissä (206 kuormaa) kuormaimen mukanakuljettamisen osuus oli 46 %.

Kaikkien kuormien keskimääräinen kuljetusmatka oli 101 km. Lyhin kuljetusmatka oli 5 km ja pisin 250 km. 4-akselisella vetoautolla varustettujen yhdistelmien keskikuljetusmatka oli 27 % lyhyempi kuin 3-akselisella vetoautolla varustettujen yhdistelmien. Pisin kuljetusmatka kuormain mukana oli 210 km ja lyhin kuljetusmatka ilman kuormainta 45 km.



Kuva 4. Kuormaimen kuljettaminen mukana ja sen syyt

Kuormaimen kuljettamiseen auton mukana oli autoilijoiden mukaan neljä syytä: lyhyt kuljetusmatka, kuormaimen kiinteä asennus, ei sopivaa kuormaimen jättöpaikkaa tai seuraava kuorma kuormataan eri paikasta (kuva 4). Lyhyt kuljetusmatka oli yleisin syy kuormaimen kuljettamiseen mukana, jos matka oli alle 50 km. Tapauksista 4 %:ssa kuormain olisi jätetty pois, jos sopiva kuormaimen jättöpaikka olisi löytynyt vaivattomasti. Niissä kuljetusmatka oli 45 - 110 km eikä sopivan jättöpaikan etsimiseen katsottu olleen aihetta. Mutta kun matka piteni, kuormaimen jättöpaikkaan kiinnitettiin enemmän huomiota. Kuormain oli asennettu kiinteäksi 7 %:iin yhdistelmistä. Suurin syy kuormaimen kuljettamiseen mukana oli kuitenkin se, että seuraava kuorma oli haettava eri paikasta kuin edellinen.

Yleisin kuormaimen jättöpaikka oli kuormausalue (38 % tapauksista). Silloin kuormain oli irrotettu heti kuormauksen jälkeen. Jos kuormainta ei ollut mahdollista jättää kuormausalueelle, se jätettiin mielellään tien levikkeelle (36 %). 24 %:ssa tapauksista kuormain jätettiin jonnekin muualle, esim. huoltoasemien piha-alueelle. Ilman kuormainta olleista yhdistelmistä 3 % oli kuormattu erilliskuormaajalla.

PÄÄTELMÄT

Autokohtainen irrotettava kuormain soveltuu kaikkiin kuljetusoloihin monikäyttöisyytensä vuoksi. Lyhyillä kuljetusmatkoilla se kannattaa kuljettaa mukana, mutta pitkillä se on edullisempaa irrottaa kuljetuksen ajaksi. Autokohtainen kuormain voidaan asentaa kiinteäksi, mutta edut irrotettavaan kuormaimeen verrattuna eivät ole suuret. Lisäksi kiinteästä asennuksesta seuraa tilanpuutetta varsinkin 3 m kuitupuun kuormauksessa. Parhaiten kiinteästi asennettu kuormain soveltuu 4-akseliseen vetoautoon.

Erilliskuormaajan ja kahden perävaunun käyttö on taloudellisesti kannattavaa, kun puutavaraa kuljetetaan lyhyitä matkoja. Pitkillä kuljetusmatkoilla ja hyvissä olosuhteissa irrotettavan autokohtaisen kuormaimen käyttö on edullisempaa kuin erilliskuormaajan käyttö. Lisäksi erilliskuormaajan käytön edellytyksenä on, että puutavaraa on enemmän kuin yksi autokohtaisella kuormaimella varustettu yhdistelmä pystyy tiettynä aikana kuljettamaan. Jos erilliskuormaajakalusto on uutta, suuret pääomakustannukset huonontavat menetelmän kannattavuutta.

Jotta erilliskuormaajaa voidaan hyödyntää täysipainoisesti, on sillä voitava siirtää puutavaraa sekä sen vetämässä perävaunussa että varsinaisen kuormausauton kuormatilassa. Jotta se onnistuisi, nykyinen lainsäädäntö kuitenkin vaatii kuormausautolle oman liikenneluvan. Kun liikennelupakäytäntö muuttuu vuonna 1993, erilliskuormaajan käyttö helpottunee. Jos erilliskuormaajan ja kahden perävaunun käyttöön perustuva kuljetusmenetelmä voi toimia rajoituksetta, menetelmä toimii hyvin.

Erilliskuormaajakalustolla voidaan helpottaa puutavarankuljetusten kuljetushuippuja ja siten kuljetusten suunnittelua. Myös vakinaisten autoilijoiden mahdollisuus sopeutua erilaisiin kuljetusoloihin paranee ja tilapäisten autoyrittäjien tarve vähenee.

Asiasanat: autokuljetus, kuormaus

Metsäteho Review 6/1991

COMPARISONS OF TIMBER TRUCK LOADING METHODS

The aim of the study was to compare loading methods based on the use of a truck-mounted loader and a separate loader with two full-trailers. The most common combination used for haulage of timber in Finland consists of a truck with a detachable truck-mounted loader and a full-trailer. Comparisons were also made between the relative costs of carrying a detachable truck loader with the truck or not and between the use of an undetachable or detachable loader.

The use of a separate loader is more economical than of a truck-mounted loader at hauling distances of 70 km if the timber volumes are large. The productivity of the system with a truck and two full-trailers loaded by a separate loader is 42 per cent greater than of a truck-trailer combination with a truck-mounted loader at hauling distances of 50 km. As the loading conditions deteriorate, the advantages of a separate loader improve. A separate loader may also be utilized for other work involving moving of timber.

It is economically advantageous not to detach the truck loader if the hauling distance is under 45 km, and to install an undetachable loader is advantageous when the hauling distance is less than 60 km on average. In practice, a loader must be carried along even for longer distances for instance because there is no suitable place to leave the loader, or because the next load will be fetched from another place.

Key words: truck hauling, loading

METSÄTEHO

SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO RY:N PUUNHANKINNAN JA -TUOTTAMISEN TUTKIMUS- JA KEHITYSYKSIKKÖ
PL 194 (Fabianinkatu 9 B) • 00131 HELSINKI • Puhelin (90) 658 922

ISSN 0357-4326

HELSINKI 1991 PAINOVALMISTE