

FOLIA FORESTALIA 538

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

SAULI TAKALO JA SEPPÖ VÄYRYNEN

TERRI-TELAMAASTURI PUUTAVARAN
MAASTOKULJETUKSESSA

TERRI LIGHT CRAWLER IN TIMBER
TRANSPORT



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 538

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Sauli Takalo ja Seppo Väyrynen

TERRI-TELAMAASTURI PUUTAVARAN
MAASTOKULJETUKSESSA

Terri light crawler in timber transport

TAKALO, S. & VÄYRYNEN, S. 1982. Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa. Abstract: Terri light crawler in timber transport. *Folia For.* 538:1—21.

Tutkimuksessa selviteltiin Normet HK 600 -kuormaimella varustetun Terri 1000 diesel -telamaasturin käyttöominaisuuksia, tuotoksia sekä kustannuksia puutavaran maastokuljetuksessa. Terri on kumiteloilla liikkuva, hydraulisesti ohjattava pientraktori, jonka omapaino on 770 kg ja leveys 125 cm.

Kun lumen syvyys oli 60 cm, tuotos oli 210 m:n ajomatalla kuitupuulla 4,2 ja tukeilla 3,9 m³/tehotunti. Kesällä mäntykuitupuun tuotos kohosi tasaisella, kantavalla kangasmaalla 180 m:n ajomatalla 6,2 m³:iin tehotunnissa. Sen sijaan ojitettua suota ja kivikkoista rinnettä sisältäneelle työmaalle Terri ei soveltunut.

Jos kone voidaan työllistää vuodessa 235 päiväksi, tutkimusta vastaavat kustannukset ovat talvella 21 mk/m³ kuitupuun ja 23 mk/m³ tukkien kuljetuksessa. Helppokulkuisella kesätyömaalla kuitupuun kustannus on vastaavasti vain 14 mk/m³. Jos työpäiviä on vain 129, vastaavat luvut ovat 23, 25 ja 16 mk/m³. Kivikkoisessa, kannokkoisessa tai mäkiessä maastossa kustannustaso nousee niin korkeaksi, ettei telamaasturin käyttö ole kesällä mahdollista.

Ajo- ja kulkuominaisuuksiltaan Terri todettiin hyväksi. Maasturia on helppo ohjata eikä se vaadi leveää ajouraa. Ergonomialtaan Terri ei ole tyydyttävä. Ohjaamon puuttumisen takia ajaminen on kylmää työtä, ja lisäksi kuljettajan suojaus kuormauksen aikana on riittämätön. Kuormain on telamaasturiin sopiva.

Telamaasturi soveltuu hyvin kuitupuun ja polttorankojen kuljetukseen talvella ja tasaisessa, helppokulkuisessa maastossa kesälläkin. Jatkuvaan tukkien juontoon laite on heiveröinen, mutta harvennushakkuissa pinotavaran ohella saatavien tukkien kuljetus onnistuu täysin.

The operating properties, output and costs of the Terri 1000 diesel light crawler equipped with a Normet HK 600 hydraulic loader were studied. The Terri is a hydraulically operated small-sized tractor which moves on rubber tracks. Its net weight is 770 kg and width 125 cm.

When the snow depth was 60 cm output over a hauling distance of 210 m was 4.2 m³/effective hour for pulpwood and 3.9 m³/effective hour for saw logs. The pulpwood output rose during the summer to 6.2 m³/effective hour over a hauling distance of 180 m on flat, bearing mineral soil. In contrast, in the summertime the Terri was not suitable for a work site including swampy and rocky terrain.

If it is possible to employ the machine for 235 days of the year the costs according to the study are in the winter 21 marks/m³ for the haulage of pulpwood and 23 marks/m³ for logs. In a summer work site of easy going the pulpwood costs are correspondingly only 14 marks/m³. If there are only 129 working days annually the corresponding figures are 23, 25 and 16 marks/m³. The cost level is excessive in rocky, stumpy or hilly terrain in the summer.

The Terri was found to have good driving and going properties. The light crawler is easy to steer and does not require a wide strip road.

The ergonomic properties are not satisfactory. Driving is cold work when there is no cabin and protection of the driver during loading is also inadequate. The loader is suitable for the vehicle.

The vehicle lends itself well to the haulage of pulpwood and long firewood in the winter and in flat, easy terrain also in the summer. The device is rather weak for the continuous skidding of logs, but haulage of logs obtained in thinnings in addition to cordwood is fully successful.

ODC 377.44

ISBN 951-40-0594-5

ISSN 0015-5543

Helsinki 1982. Valtion painatuskeskus

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	5
2. TELAMAASTUREIDEN KÄYTÖSTÄ METSÄTALOUESSA	5
3. TUTKITUN KONEYKSIKÖN ESITTELY	6
31. Valmet Terri 1000 diesel -telamaasturi	6
32. Teliperävaunu ja reki	7
33. Normet HK 600 -kuormain	7
34. Vetovoiman mittaus	7
4. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	9
41. Työmaatiedot	9
42. Aikatutkimusmenetelmä	10
5. AIKATUTKIMUSTULOKSET	11
51. Tuotantoajan jakaantuminen	11
52. Työn tuotos	13
6. KUSTANNUKSET	14
61. Laskentaperusteet	14
62. Tuntikustannukset	14
7. TUOTOS- JA KUSTANNUSVERTAILUA	15
8. KONEYKSIKÖN MAASTOKELPOISUUS, TOIMINTAVARMUUS JA ERGONOMIA	17
81. Liikkuminen maastossa	17
82. Ohjautuvuus ja kääntyminen	17
83. Toimintavarmuus, viat ja puutteet	17
84. Ergonomia	19
9. PÄÄTELMIÄ	19
KIRJALLISUUS	20
LIITE	21

ALKUSANAT

Pääosa puutavaran metsäkuljetuksesta tehdään Suomessa kuormatraktorilla, joka soveltuukin erinomaisesti täällä vallitseviin korjuuloihin. Metsätraktorimme ovat luotettavia ja ergonomisesti pitkälle kehitettyjä, ja ne kykenevät toimimaan vaikeassakin maastossa taloudellisesti.

Edellisestä huolimatta maassamme on ilmeistä tarvetta myös kevyempään kuljetuskalustoon, jota erityisesti metsänomistajat kaipaavat esimerkiksi ensiharvennuspuuston, siemenpuiden, ojalinjapuiden tai tuulenkaatojen korjuuseen.

Telamaasturi, jonka käyttökustannukset ovat alentuneet merkittävästi uuden dieselmoottorin ansiosta, tarjoaa varteenotettavan vaihtoehdon mainittuihin korjuukohteisiin. Sen heikkoutena on kuitenkin ollut kuormaimen puuttuminen, sillä käsin tapahtuva kuormaus ja purkaminen voivat tulla kysymykseen vain tilapäisinä poikkeuksina.

Kenttämestari Sauli Takalo alkoi vuonna 1979 kehittää Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla lumikelkkaan ja telamaasturiin asennettavaa hydraulikuormainta, jonka prototyypillä tehdyt kenttäkokeet osoittivat menetelmän kehityskelpoiseksi. Orion-yhtymä Oy Normet on kehittänyt kuormainta edelleen, ja yhteis-

työssä Nordtrac Oy:n ja Metsäntutkimuslaitoksen kanssa laite on sovitettu peräkärriyllä tai reellä varustettuun Terri 1000 D -telamaasturiin.

Käsillä oleva julkaisu, joka liittyy Metsäntutkimuslaitoksen PERA-projektiin, kuvaa hydraulikuormaimella varustetun telamaasturin prototyypiyhdistelmällä vuonna 1982 tehtyjä kokeita. Lukuisat henkilöt myötävaikuttivat kehitysohjelman ja kenttäkokeitten sekä niiden perusteella laaditun tutkimusjulkaisun onnistumiseen. Erityisesti on mainittava tuotekehityspäällikkö Kari Kinnunen Orion-yhtymä Oy Normetista, tuotekehityspäällikkö Kalervo Latva-Reinikka Nordtrac Oy:stä, koneen kuljettajana kesäkokeissa toiminut Jari Leppänen sekä tekniset veto-voimamittaukset tehnyt kenttämestari Kari Sauvala. Piirroksat on laatinut rva Leena Muronranta ja konekirjoitustyön on tehnyt rva Aune Rytönen.

Julkaisun tekijöistä kenttämestari Sauli Takalon osuutena on ollut kone- ja menetelmäkehittely sekä kenttäkokeitten järjestäminen. Metsät. yo. Seppo Väyrynen on kerännyt tutkimusaineiston ja laatinut käsikirjoituksen.

Lausun parhaat kiitokseni kaikille työssä mukana olleille.

Joulukuussa 1982

Pentti Hakkila

1. JOHDANTO

Harvennushakkuista korjattavan kuitu- ja energiapuun osuus lisääntyy lähivuosina Suomessa. Metsätaloustieteiden osamietintö II:n (1981) mukaan metsien pitkäjänteinen kehittäminen edellyttää, että 1980-luvulla kasvatushakkuista suoritetaan vuosittain 200 000 hehtaaria ja 1990-luvulla 300 000 hehtaaria. Varsinkin ojitusalueilla tulee harvennusten tarve olemaan suuri, kun voimakkaan metsänparannustoiminnan tuloksena syntyneet puustot saavuttavat hakkuun edellyttämän tiheyden ja järeyden. Ennen vuotta 1980 ojitetuilla alueilla on yli 5 milj. ha, josta 40 % on ojitettu 1960-luvulla (Metsätaloustieteiden... 1981).

Järeiden koneiden käyttö harvennusleimikoissa on synnyttänyt arvostelua. Vaativat isot koneet 4 metriä leveät ajourat, ja ainakin upottavilla mailla koneiden painuminen aiheuttaa juuristovaurioita jäävälle puustolle. Yksityismetsänomistajien keskuudessa järeän kaluston jättämiä jälkiä pelätään jopa niin, että harvennus saattaa jäädä suoritta-

matta.

Erään vaihtoehdon tarjoavat moottorikelkat ja telamaasturit. Näiden heikkoutena on ollut kuormauslaitteen puute. Kuormaus käsin ei ammattimaisessa puutavaran kuljetuksessa tule enää kysymykseen.

Tässä julkaisussa esiteltävä hydraulisella puutavarakuormaimella varustettu Terri-telamaasturi on uusi kotimainen ratkaisu harvennus- ja energiapuun maastokuljetukseen. Telamaasturia valmistaa NORDTRAC OY Rovaniemellä ja kuormainta ORION-YHTYMÄ OY NORMET Peltosalmella. Terrin peruskoneen tuotanto v. 1982 oli 300 konetta, josta 60 % myytiin Ruotsiin ja loput pääasiassa kotimaahan.

Myynnistä ja huollosta vastaavat kotimaassa Keskusosuusliike Hankkija ja Kesko Oy. Syksyllä 1982 hinta on 59 700 mk telipeväunulla ja yleisteloilla varustettuna. Kuormaimen hinta on 15 500 mk hydraulisilla tukijaloilla ja kourankääntäjällä.

2. TELAMAASUREIDEN KÄYTÖSTÄ METSÄTALOUDESSA

Telamaasturi eroaa moottorikelkasta ohjauksen osalta. Kelkkaa ohjataan yhden tai kahden ohjauksen avulla, kun taas telamaastureissa käytetään runko-ohjausta, taituttavaa telamattoa tai muuta vastaavaa rakennetta.

Telamaasturit soveltuvat lähinnä harvennuspuun, polttopuun, siemenpuiden tai tuulenkaatojen korjaukseen sekä puutavaran kuljetukseen huonosti kantavilla mailla (Halttunen ja Tarvasmäki 1981a). Harvennuskypsat ojitusalueiden puustot, joissa hakkuukertymä on usein pieni, saattavat olla vastaisuudessa tärkeä työkohte. Myös metsänviljelymateriaalin kuljetus sopii maastureille.

Runko-ohjattavia telamaastureita on kahden päätyyppiä. Toinen malli on kaksiosainen siten, että etuosassa on moottori ja takaosaan on sijoitettu istuin. Ohjaus tapahtuu kääntämällä etuosaa suhteessa takaosaan. Molemmilla osilla on telamatto, mutta ohjaukset puuttuvat. Ruotsalainen Bizon on tätä tyyppiä (Geijer 1981).

Toisessa ratkaisussa ohjaus tapahtuu hydraulisesti vetokoneen ja kuormaosan väliin asennetun sylinterin avulla. Tämä järjestelmä on käytössä ruotsalaisessa 4-tahtisella, 13 kW:n bensiinimoottorilla varustetussa Skogis-telamaasturissa samoin kuin tämän tutkimuksen kohteena olevassa Terrissä.

3. TUTKITUN KONEYKSIKÖN ESITTELY

31. Valmet Terri 1000 diesel -telamaasturi

Terri 1000 diesel on kaksitelainen ympäri-
vuotiseen käyttöön tarkoitettu telamaasturi.
Voimansiirto tapahtuu kiilahihnavariaattori-
la vaihteistoon ja siitä kahden ohjausvariaat-
torihihnan ja ketjujen välityksellä edelleen te-
lojen vetopyöriin. Vaihteita on 2 eteenpäin
sekä peruutus.

Ohjaus on joko hydraulinen runko-ohjaus
tai vaihtoehtoisesti variaattoriohjaus. Kesä-
kokeessa olleessa koneessa ohjausvariaatto-
rihnan oli korvattu kaksoisketjuilla, jolloin
variaattoriohjaus ei ollut mahdollista. Vari-
aattoriohjauksen puuttuessa ei voi ajaa ilman
perävaunua. Hydraulisyliinteri on asennettu
maasturin ja kuormaosan väliin.

Terrin on saatavissa talvikäyttöön yleiste-
loja 20 cm leveämmät lumitelat. Kesätutki-
muksen parannetussa versiossa oli myös
lämmityslaitteella varustettu yksiovinen oh-
jaamo. Yleisrakenne on esitetty kuvassa 1.

Tekniset tiedot:

Mitat:	peruskoneen pituus	2 540 mm
	suurin korkeus	1 900 mm
	suurin leveys (yleistelät)	1 250 mm
	maavara telamattojen välissä	250 mm
	telamatto (yleiskäyttö)	4 720 mm × 480 mm
	telamatto (lumikäyttö)	4 720 × 700 mm
	vetokoneen omapaino	770 kg
	vetokoneen kantavuus	220 kg

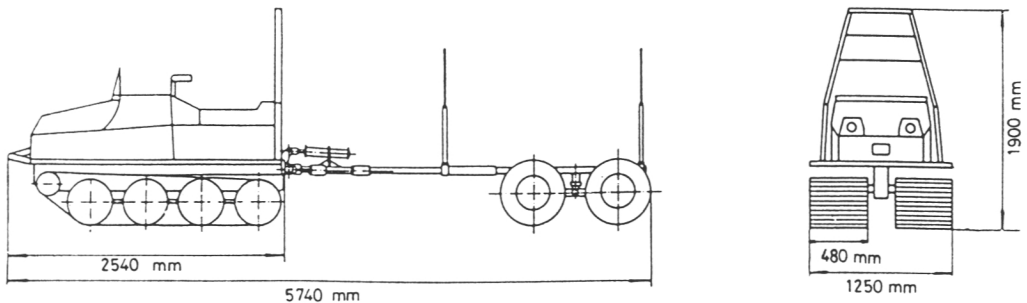
Telapyörät:	telapyörien lukumäärä	2 × 4 kpl
	telapyörien koko	4,00" × 8"
	telapyörien ilmanpaine	350 kPa
Voimansiirto:	automaattinen kiilahihnavariaattori sisäänrakennetulla kuormitussäätimellä	
Ohjaus:	vakiovarusteena variaattoriohjaus ja hydraulinen runko-ohjaus.	
Huippunopeus:	22 km/h (3 000 r/min)	
Moottori:	Kubota D850-BWS sylinteriluku: 3 kpl toimintatapa: 4-tahti diesel, etukammiot + hehku- tulpat jäähdytys: nestejäähdytteinen suurin teho: 15,5 kW/3 000 r/min vääntömomentti: 52 Nm/1 800 r/min iskutilavuus: 855 cm ³ polttoaine: dieselpolttoaine n:o 2	

Käynnistinmoottori: 12 V/1.4 kW

Laturi: 12 V/159 W

Polttoainesäiliön tilavuus: 20 l
Hydraulisäiliön tilavuus: 12 l
Moottoriöljytilavuus: n. 4/4,6 l
Vaihteistoöljytilavuus: n. 2 l
Ketjukotelööljytilavuus: n. 0,5 l
Hydraulijärjestelmän suurin paine: 137,3 MPa
Hydraulipumpun (hammaspyöräpumppu)
tuotto: 12 l/min
Vinsin vetovoima: 14,7 kN

Telojen jatkuvasti maassa oleva osa on 150 cm pitkä. Pintapaine on yleisteloilla 5,04 kPa ja lumiteloilla 3,60 kPa.

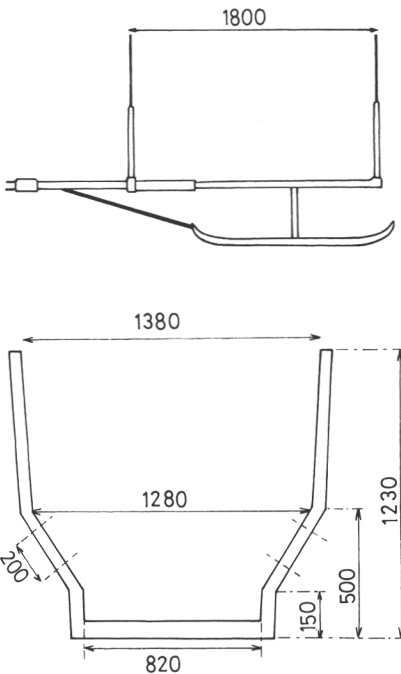


Kuva 1. Terri 1000 diesel -telamaasturin yleisrakenne.
Fig. 1. General structure of the Terri 1000 D light crawler.

32. Teliperävaunu ja reki

Teliperävaunun yleisrakenne on esitetty kuvassa 1. Perävaunuun voidaan samoihin kiinnikkeisiin asentaa joko telit tai jalaket. Teli pyörii vapaasti ympäri, mikä vakauttaa perävaunun kulkua. Reki on varustettu jalaksiin rakennetulla nytkällä. Jalasten takaosan ylöspäin taivutus mahdollistaa peruutuksen. Perävaunun ja reen kiinnitys maasturiin on vetoaisan ja ohjaussyylinterin lisäksi varmistettu vakauttajajousella. Jousi estää koneen nokan nousemista vedettäessä syvässä lumessa ja painanteissa.

Karikat, joita on 4 kpl, ovat kaksiosaiset ja irrotettavat. Kuormatilan etuosassa ei ollut suoja-verkkoa, jota vasten kuormaustaakkoja olisi voitu tasata. Kuvassa 2 on esitetty tutkimuksessa olleen reen kuormatilan mitat. Reki poikkeaa vakiomallista, koska kuvassa katkoviivoin merkityt 20 cm:n pituiset sivutukien osat on lisätty omatoimisesti. Lisäksi rekeä pidennettiin 50 cm. Kuormatilan poikkileikkauksen pinta-ala on 1,46 m², joten kolmimetristä puutavaraa kuorman mahtuu sivutukien yläpäiden tasalle kuormattuna 4,4 p-m³.



Kuva 2. Peräreän kuormatilan mitat.
Fig. 2. Dimensions of the load space of the trailer.

Perävaunun ja reen tekniset tiedot:

Mitat: kokonaispituus (peruskone mukana)	5 740 mm
paino (teliperävaunu)	200 kg
paino (reki)	160 kg
kantavuus	1 400 kg
Pyörät: koko	6,00" × 13"
ilmanpaine	210 kPa

33. Normet HK 600 -kuormain

Hydraulinen HK 600 -puutavarakuormain on asennettu perävaunun vetoaisalle (kuva 3). Kuormainta käytetään kuusivipuhjauksella, joka on sijoitettu kuljettajan istuimen turvakaaren keskelle. Kuormauksen alkaessa kuljettaja kääntää oikeanpuoleisessa jalkatilassa olevan jakoventtiilin vivulla hydraulikan toimintaan. Talvitutkimuksessa kuormain oli varustettu mekaanisilla tukijaloilla ja mekaanisella kourankeskittäjällä (kuva 4). Kesäkokeessa/sekä kouran kääntö että tukijalat toimivat/hydraulisesti.

Kuormaimen tekniset tiedot:

bruttonostomomentti:	6 kNm
nettonostomomentti puomi suorana:	2 kNm
ulottuvuus:	3,0 m
puomin kääntökulma:	200°
puomin kääntömomentti:	3 kNm
kouran pinta-ala (kärjet yhdessä):	0,12 m ²
kouran suurin kärkiväli:	0,98 m
kuormaimen paino:	205 kg
suositeltu hydraulikkapumpun tuotto:	8...12 l/min
käyttöpaine:	140 bar

34. Vetovoiman mittaus

Mittaus lumiolosuhteissa suoritettiin 7.1.1982 Rovaniemellä lähes aukealla suolla. Pakkasta oli -25°C ja lumen vahvuus 50 cm. Polanne tehtiin mittausta edeltävänä päivänä ajamalla sama ura kaksi kertaa Terrillä.

Kesämittaus tehtiin 8.6.1982 Kannuksessa kangasmaalla. Ilman lämpötila oli +2°C.

Mittauksessa käytettiin BOFORS BKI—2 -voimamittaria ja KSG—3 -anturia. Anturin mittauskyky on 10 Mp ja lukematarkkuus 20 kp.

Mittaukset on esitetty taulukossa 1, jonka luvut ovat 18...54 havainnon keskiarvoja. Vain tasaiset vedot otettiin huomioon.

Vetovoiman ero umpihangessa ja polanteella on suuri. Yleisteiloilla saavutettu veto-

Taulukko 1. Terri 1000 diesel -telamaasturin suurimmat vetovoimat.

Table 1. The maximum tractive power of the Terri 1000 D light crawler.

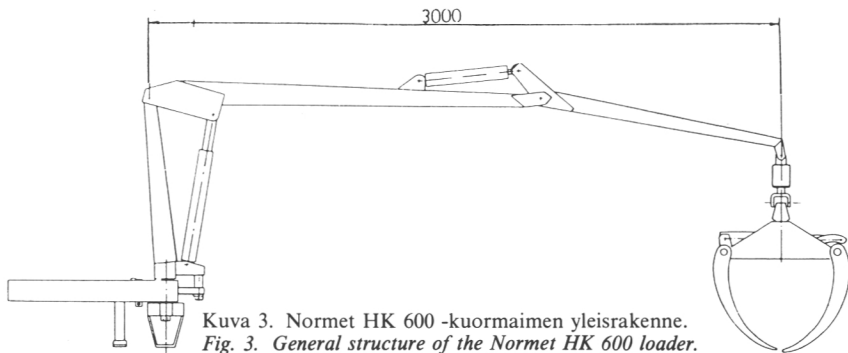
Varustus Equipment	Suurin vetovoima, kN Maximum tractive power, kN		
	Umpihanki Loose snow	Polanne Packed snow	Kesäkeli Summer hauling condition
Yleistelat General crawlers	5,20	7,85	7,87
Lumitelat Snow crawlers	6,57	11,18	

voima on polanteella yhtä suuri kuin kesäkellillä. Lumitelojen avulla polanteella voidaan saavuttaa selvästi suurempi vetovoima kuin yleistelöillä kesäkellillä.

Yleistelöjen matalat metallirivat tukkeutuvat helposti ja alkavat luistaa. Talvitelöjen alumiinirivat tarttuvat pitävästi varsinkin polanteeseen.

Levannon ja Salosen (1981) moottorikelkoista ja Finncat -telamaasturista mittaamiin seuraaviin vetovoimiin verrattuna Terri on ylivoimainen.

	Umpihanki Vetovoima, kN	Ajojälki (1 kert.) Vetovoima, kN
Finncat	1,92	2,19
Lynx 635XL	2,15	2,28
Winha 800 GRIZZLY	2,05	2,14



Kuva 3. Normet HK 600 -kuormaimen yleisrakenne.
Fig. 3. General structure of the Normet HK 600 loader.



Kuva 4. Kuitupuun kuormausta talvella.
Fig. 4. Loading of pulpwood in the winter.

4. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

41. Työmaatiedot

Puumäärältään suurin *työmaa 1* sijaitsi Oulaisissa hehtaarin suuruisessa avohakkuuleimikossa.

Tukit ja kuitupuukourakasat oli jätetty hakkuussa vapaasti palstalle. Hakkuujäljessä oli kuitenkin havaittavissa ajoreittien suunnittelua. Maastoluokka oli 1, ja lumen syvyys oli 60 cm. Tutkimusaikana vallitsi hyvin kylmä sää, neljänä päivänä lämpötila oli alle -30°C.

Kolmimetrinen kuitupuu oli kasattu kourakasoihin ilman aluspuita. Mänty ja kuusi olivat omissa kasoissaan, ja myös kuljetus suoritettiin erillään. Varastopinon keskimääräinen korkeus oli kuusikuitupuulla 1,6 m ja mäntykuitupuulla 0,9 m. Ensimmäistä työpäivää lukuun ottamatta peräreessä käytettiin täysimittaisia sivutukia. Ensimmäisenä päivänä, jolloin ajettiin 8 kuormaa, vain karikoiden alaosat olivat paikoillaan, sillä palstatie ei ollut vielä lainkaan kovettunut. Tällainen menettely saattaisi olla hyvä käytän-

nössäkin, ja siksi myös nämä kuormat sisällytettiin sellaisinaan tuloksiin.

Tukit oli tehty hajalleen palstalle. Koska kuitupuu oli aina hakattu ensin, ei tukkien päällä ollut hakkuutähteitä vaan ne olivat hyvin näkyvissä. Työn kestäessä satanut lumi tosin jonkin verran häytti ensimmäisinä valmistettujen tukkien löytymistä. Kuormaimen pienen ulottuvuuden ja tukkien vaatimattoman kertymän takia voitiin harvoin kuormata samalta paikalta useita tukkeja.

Kesätyömaat sijaitsivat Kannuksessa. *Työmaa 2* oli vanhaa korpiojikkoo, jonka maastoluokaksi määritettiin 2. Harvennushakkuu oli tehty Terriä varten, minkä vuoksi ajourat olivat vain 2,2...3,0 m leveät. Kuusi- ja koivukuitupuu oli kasattu erilleen kourakasoihin kapean ajouran varten. Kasojen sijoittelussa oli toivomisen varaa. Varasto sijaitsi vanhan traktoritien varressa. Kuitupuu ajettiin osittain sekakuormina, jolloin lajitte- lu tehtiin varastolla. Harvennuksesta saadut muutamat tukit tuotiin kuitupuukuormien pohjalla. Koska maasto oli telamaasturille



Kuva 5. Kuitupuun purkamista kesällä.
Fig. 5. Unloading of pulpwood in the summer.

Taulukko 2. Työmaatiedot.
Table 2. Work-place data.

Työmaa n:o Work place No.	Pinta-ala ha Area hectars	Kulj.puumäärä, m ³ Quantity of timber transported, m ³		Maasto luokka Terrain class	Ajomatka Hauling distance m	Lumen syvyys Snow depth, cm
		Tukit Logs	Kuitupuu Pulpwood			
1	1,0	65,8	72,1	1	210	60
2	1,5	3,4	22,1	2	180	—
3	1,2	—	60,9	1	180	—

vaiketta, kuorman koko jäi vaatimattomaksi.

Työmaa 3 käsitti männikön väljennyshakkuun tasaisella kangasmaalla. Hakkuun oli suorittanut puolihammatillainen metsuri, ja ajourat oli mitoitettu maataloustraktorin varten. Kourakasat oli tehty huolellisesti ja sijoitettu mallikelpoisesti kuormausta varten. Kuormat purettiin metsäautotien varteen palstan puolelta (kuva 5). Varastoalueen ahtauden vuoksi kone jouduttiin kääntämään peruutteleamalla.

Työmaatiedot ja tutkimusaineiston erittely on esitetty taulukoissa 2 ja 3.

42. Aikatutkimusmenetelmä

Tuotantoaika jaettiin tehoaikaan ja keskeytyksiin kuvan 6 mukaisesti. Tehoaika jaettiin osa-aikoihin työvaiheiden perusteella. Lyhyitä osa-aikoja vältettiin, koska talviolosuhteissa mittauksen tarkkuus on rajoitettu. Tehoaikaan kuuluvat seuraavat osa-ajat:

- Siirtyminen palstalle päättyy pysähtymiseen ensimmäiselle kuormaustapaikalle. Mahdollinen kääntäminen tai peruuttaminen kasan viereen kuuluu siirtymisaikaan.

- Kuormausta jakeutuu varsinaiseen kuormaukseen ja kuormauksen valmistelu- ja lopetustoiimiin. Valmistelu ja lopetus sisältävät tukijalkojen nostamisen ja laskemisen sekä kaasuvivun lukitsemisen kuormauskierrosluulle.

- Kuormausajo käsittää siirtymisen kuormaustapaikalta toiselle. Kuormausajo sisältää sekä varsinaisen siirtymisen että myös peruuttamisen, kääntymisen ja ajon suunnittelun.

- Kuormattuna ajo alkaa viimeiseltä kuormaustapaikalta ja päättyy varastopaikalle.

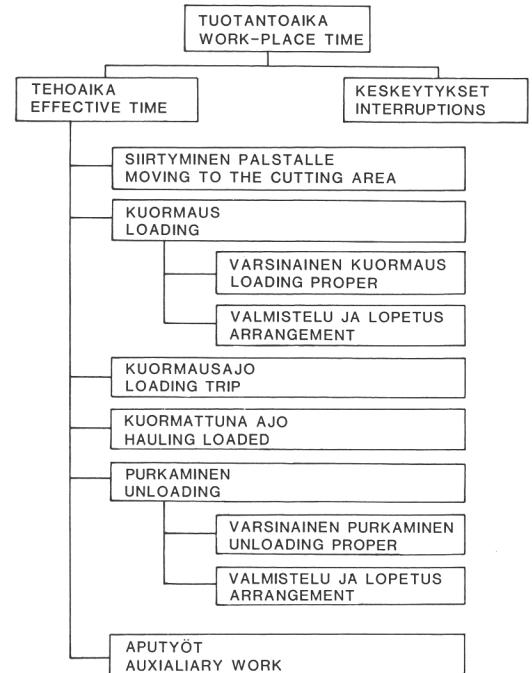
- Purkamisen muodostuu varsinaisesta purkamisesta ja valmistelu- ja lopetustoiimista, jotka ovat samat kuin kuormauksen yhteydessä.

- Aputyöt sisältävät lähinnä kuorman ja pinon korjausta käsin, tukijalkojen uudelleen virittelyä ja ajon suunnittelua.

Talvityömaalla kuljetettiin sekä tukkeja että kuitupuuta 30 kuormaa, joista työvaiheittainen tehoajan jakauma mitattiin 21 tukki- ja 23 kuitupuukuormasta. Kesätyömaalla tehoajan jakauma mitattiin kaikista 42 kuormasta.

Taulukko 3. Tutkimuksessa kuljetettu puutavara.
Table 3. Quantity of timber transported in the study.

Työmaa n:o Work place No.	Tukit Saw logs		Kuitupuu Pulpwood	Yhteensä Total
	kpl units	m ³	m ³	
1	357	65,8	72,1	137,9
2	10	3,4	22,1	25,5
3	—	—	60,9	60,9
Yhteensä Total	367	69,2	155,1	224,3



Kuva 6. Tuotantoajan jakautuminen aikatutkimuksessa.

Fig. 6. Distribution of work-place time in the time study.

5. AIKATUTKIMUSTULOKSET

51. Tuotantoajan jakaantuminen

Tuotantoaika muodostuu tehoajasta ja keskeytyksistä. Tehoaikaan on laskettu myös alle 15 min kestäneet, työn edistymisen kannalta välttämättömät aputyöt. Keskeytysten osuudeksi on arvioitu 20 % aikatutkimuksessa saatujen viitteiden perusteella. Varsinainen lounastauko ei kuulu tuotantoaikaan.

Keskeytyksiin kuuluvat henkilökohtaisten tarpeiden, huoltojen ja korjauksien vaatima

aika. Korjaukset sisältävät työmaalla suoritettua pikku korjaukset, letkuliittimien vaihdot, telojen kiristykset jne.

Taulukossa 4 on esitetty tuotantoajan jakaantuminen eri puutavaralajien juonnossa. Palstalle siirtymiseen ja kuormattuna ajoon kulunut aika on muunnettu kaikkien puutavaralajien osalta 200 m:n ajomatkaa vastaavaksi.

Keskimääräiseksi tyhjääajonopeudeksi

Taulukko 4. Tuotantoajan jakautuminen. Ajomatka 200 m.
Table 4. Distribution of work-place time. Haulage distance 200 m.

Työvaihe <i>Work phase</i>	Kuitupuu, 3 m — <i>Pulpwood, 3-m</i>			Tukit — <i>Logs</i>	Kuitupuu, 3 m — <i>Pulpwood, 3-m</i>			Tukit — <i>Logs</i>
	Työmaa 1 <i>Work place 1</i>	Työmaa 2 <i>Work place 2</i>	Työmaa 3 <i>Work place 3</i>	Työmaa 1 <i>Work place 1</i>	Työmaa 1 <i>Work place 1</i>	Työmaa 2 <i>Work place 2</i>	Työmaa 3 <i>Work place 3</i>	Työmaa 1 <i>Work place 1</i>
	Ajanmenekki, cmin/m ³ <i>Time expenditure, cmin/m³</i>				Osuus tehoajasta, % <i>Share in effective time, %</i>			
Siirtyminen palstalle <i>Moving to the cutting area</i>	124	242	161	130	8,7	12,1	16,1	8,4
Kuormaus <i>Loading</i>	584	751	365	670	41,1	37,6	36,6	43,5
Varsinainen kuormaus <i>Loading proper</i>	(539)	(638)	(323)	(647)	(37,9)	(31,9)	(32,4)	(42,0)
Valmist. ja lopetus <i>Arrangement</i>	(45)	(113)	(42)	(23)	(3,2)	(5,7)	(4,2)	(1,5)
Kuormausajo <i>Loading trip</i>	107	278	56	159	7,5	13,9	5,6	10,3
Kuormattuna ajo <i>Hauling loaded</i>	146	350	140	125	10,3	17,5	14,1	8,1
Purkaminen <i>Unloading</i>	412	350	268	442	29,0	17,5	26,9	28,7
Varsinainen purkaminen <i>Unloading proper</i>	(392)	(323)	(254)	(405)	(27,6)	(16,2)	(25,5)	(26,3)
Valmist. ja lopetus <i>Arrangement</i>	(20)	(27)	(14)	(37)	(1,4)	(1,3)	(1,4)	(2,4)
Aputyöt <i>Auxiliary work</i>	49	29	7	16	3,4	1,4	0,7	1,0
Tehoaika <i>Effective time</i>	1422	2000	997	1542	100,0	100,0	100,0	100,0
Keskeytykset <i>Interruptions</i>	356	500	249	386	25,0	25,0	25,0	25,0
Tuotantoaika <i>Work-place time</i>	1778	2500	1246	1928				

talvella mitattiin 132 m/min (2,2 m/s). Mitatus suoritetiin varsitiellä, jota oli ajettu 2 kertaa edellisenä päivänä, ja ura oli kovettunut jonkin verran yön aikana. Ajonopeus kuormattuna oli 78 m/min (1,3 m/s) kuormakoon ollessa 1,9 m³.

Kääntymiset ja peruuttamiset lähettäessä varastopaikalta sekä aloitettaessa kuormausta palstalla on yhdistetty palstalle siirtymisaikaan. Näiden määrä vaihtelee voimakkaasti kuormakohtaisesti, mikä aiheuttaa suurta hajoitusta siirtymisajoihin. Kääntymisiin ja peruuttamisiin kuluvan ajan osuutta lisää kasojen epäedullinen sijainti palstalla.

Maasto ei talvitutkimuksessa aiheuttanut vaihtelua ajoaikoihin, koska jyrkkiä mäkiä ja pahaa epätasaisuutta ei työmaalla esiintynyt. Lumi hidastaa ajoa vain ensimmäisillä ajokerroilla. Palstatien kovettua on lumella pikemminkin nopeuttava vaikutus sen toimissa epätasaisuuksien tasojatjana.

Kesällä maaston epätasaisuus vaikuttaa ajoaikoihin selvästi. Kantoja, kiviä ja mättäitä on väistettävä tai ne on ylitettävä hitaasti ajaen. Jäävää puustoa on myös varottava. Kuormattuna ajettaessa korostuu lumen, maaston ja uran laadun vaikutus. Kesätyömailla 2 ja 3 tyhjänäjonopeudet olivat 68 m/min (1,1 m/s) ja 84 m/min (1,4 m/s). Kuormattuna ajonopeudet olivat vastaavasti 31 m/min (0,5 m/s) ja 42 m/min (0,7 m/s).

Kuormausaika on tutkimuksessa jaettu varsinaiseen kuormaukseen ja kuormauksen valmistelu- ja lopetustoimiin. Työmailla 1 ja 2 kuitupuun kuormausta hidastivat kasojen huono sijoittelu ja aluspuiden puuttuminen. Sen sijaan työmaalla 3 kasat olivat hyvin kuormattavissa. Lisävaikutena talvityömaalla oli kourankääntäjän puuttuminen, mikä hankaloitti etenkin tukkien kuormausta. Tukit oli mittausteknisistä syistä kuormattava etutyvisiksi.

Kuormausta hankaloittivat myös vapaasti pyörineet karikat sekä perävaunun etuseinän puuttuminen. Talvella tukijalan oppoaminen johti joskus reen kallistumiseen, mikä pakotti varovaiseen nostoon ja taakan vetämiseen ensin maata pitkin reen viereen. Harvennustyömailla jäävä puusto vaikeutti varsinkin huonosti sijoitettujen kasojen poimimista.

Kuitupuun kuormauksessa taakkojen koot eri työmailla olivat 0,17 m³, 0,15 m³ ja 0,23 m³. Tukkien keskikoko oli 0,18 m³, mikä on samalla taakan keskikoko. Taakan kokoa rajoitti kuormaimen nostokyky, joka kesätut-

kimuksessa olleessa koneessa oli suurempi. Kun kuormain ei jaksanut nostaa täyttä kouraa, jouduttiin taakasta usein vähentämään puita. Tämä hidasti työtä, kun pudonneet pölkkyt levisivät hajalleen maahan, josta ne piti uudelleen keräillä taakaksi.

Kuormauksen valmisteluun ja lopetukseen kuuluu tukijalkojen asettamisen lisäksi kaasuviivun lukitseminen kuormauskierrosluvulle kullakin kuormauspaikalla. Mekaanisten tukijalkojen asettamiseen kuluvaan aikaan vaikuttaa eniten maan kantavuus ja upottavan kerroksen paksuus. Mikäli pinta on kova, tukijalka vain lasketaan alas ja säätötappi työnnetään paikoilleen. Kun pintakerros on pehmeä, tukijalkaa joudutaan upottamaan mahdollisimman tukevan alustan saavuttamiseksi. Aina tämä ei onnistunut ennen säätövaran loppumista, ja toisinaan oli kuormauksen välillä noustava korjaamaan tukijalan asentoa. Hydraulisten tukijalkojen käyttö oli kaikissa oloissa helppoa.

Kuormaa purettaessa upottava varastopaikka johtaa tukijalan painumiseen ja reen kallistumiseen. Kuitupuun ja mäntytukkien purkaminen työmaalla 1 tapahtui metsäautotieltä, joka onkin erinomainen purkamispaikka. Tukkien latvapäiden piti olla mitattavissa, ja tämä vaati jonkin verran niiden asettelua.

Taakkojen keskikoko kuitupuun purkamisessa eri työmailla oli 0,19 m³, 0,23 m³ ja 0,26 m³. Tukkeja nostettiin yksi kerrallaan eli 0,18 m³. Purkamista varten mekaanisten tukijalkojen asettaminen oli helpompaa kuin kuormausta varten, koska paikka oli yleensä tasainen ja kantava. Tukijalan oppoaminen oli ongelma vain kuusitukkipurastolla.

Aputyöt sisältävät eri työvaiheiden edistymisen ja onnistumisen kannalta olennaisia tehtäviä, jotka on kuitenkin mitattu ja kirjattu erilleen. Aputyöt voidaan haluttaessa yhdistää tiettyihin päätyövaiheisiin kuuluviksi.

Taulukossa 5 on esitetty aputyöajan jakautuminen eri töiden kesken. Kuorman korjailu tarkoittaa vain osittain kuormaan saattujen pölkkyjen nostoa ja pölkkyjen oikomista kuormassa. Pinon korjailu on vastaavasti pölkkyjen suorimista pinossa. Suunnittelu käsittää lyhyitä taukoja kuormausajon suuntaamiseksi järkevimmin. Tukijalkojen oppoaminen lumeen aiheutti reen kallistumisen, mikä pakotti yrittämään tukijalkojen asettamista tukevammin. Useimmiten auttoi tukijalan juntaaminen syvemmälle lumeen.

Taulukko 5. Aputyöajan jakautuminen
Table 5. Distribution of auxiliary work time.

Aputyö Auxiliary work	Kuitupuu, 3 m — Pulpwood, 3-m			Tukit — Logs %
	Työmaa 1 Work place 1 %	Työmaa 2 Work place 2 %	Työmaa 3 Work place 3 %	
Kuorman korjailu Adjusting the load	34,7	—	12,3	7,5
Pinon korjailu Adjusting the stack	37,2	11,4	—	—
Reen tukeminen Supporting the sled	10,7	—	—	61,7
Ajon suunnittelu Planning the haulage	13,3	2,0	36,3	12,3
Siirtyminen varastolla Moving at the landing	4,1	79,4	51,4	18,5
Puutavaran lajittelu Sorting of timber	—	7,2	—	—
Yhteensä Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Taulukko 6. Tuotokset puutavaran maastokuljetuksessa.
Table 6. Outputs in off-road haulage of timber.

Työmaa n:o Work place No.	Puutavaralaji Timber assortment	Kuormia, kpl Loads, units	Puutavaraa m ³ Timber, m ³	Teho-aika, h Effective time, h	Tuotantoaika, h Work-place time, h	Tuotos		Kuorman koko, m ³ Load size, m ³	Ajomatka, m Hauling distance, m
						m ³ /teho- tunti m ³ /eff- ective hour	m ³ /tuotan- totunti m ³ /work place hour		
1	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	30	72,1	17,09	21,37	4,2	3,4	2,4	210
1	Tukit Logs	30	65,8	16,96	21,20	3,9	3,1	2,2	210
2	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	17	25,5	8,25	10,31	3,1	2,5	1,5	180
3	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	25	60,9	9,86	12,32	6,2	4,9	2,4	180

52. Työn tuotos

Kuljetuksen tuotokset on laskettu tehoaikaa ja tuotantoaikaa kohden (taulukko 6). Talvityömaalla kolmimetrisen kuitupuun kuljetuksessa saavutettiin hiukan suurempi tuotos kuin tukkien juonossa, sillä koneyksikön heiveröisyys hidasti tukkien kuormaus- ja purkamista. Lisäksi tukit olivat hajallaan, joten lähes jokaista kuormattavaa tukkia varten oli siirrettävä konetta.

Kesäpalstat olivat olosuhteiltaan varsin erilaiset. Palstalla 3 saavutettu tuotos oli lähes kaksinkertainen vaikeampaan palstaan 2 verrattuna. Ero syntyi selvästi pienemmän kuormakoon sekä kaikkien työvaiheiden suuremman ajanmenekin seurauksena.

Ainespuun lisäksi kuljetettiin talvella Kannuksessa polttorankoja kahdella työmaalla, yhteensä 20,1 m³. Olosuhteet olivat poikkeukselliset, sillä rangat oli kasattu 3,2 m³:n kasoihin. Työn tehotuntituotokset olivat 2,9 m³/h ja 3,0 m³/h ajomatkojen ollessa vastaavasti 650 ja 310 metriä. Keskimääräiset kuormakoot olivat 1,9 m³ ja 2,4 m³.

6. KUSTANNUKSET

61. Laskentaperusteet

Pääomakustannukset laskettiin yhdessä koko kuljetusyksikölle, koska telamaasturin, perävaunun ja kuormaimen oletettiin olevan jokseenkin yhtä pitkäikäisiä. Yksikköön laskettiin kuuluvan kahdet telat sekä teliperävaunuun lisäksi jalakset.

Palkkakustannukset laskettiin yksikön käyttäjälle urakkapalkan ja keskeytysten sekä siirtoajan osalta tuntityöpalkan mukaan. Keskeytysten osuutena käytettiin 20 % työmaa-ajasta. Polantamista ei otettu huomioon erillisenä kustannustekijänä, koska oikealla työn suunnittelulla se voidaan tehdä kuljetusajon yhteydessä. Sen sijaan työmaalla 2 tehty ajourien kunnostus aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia, jotka eivät ole mukana laskelmissa. Laskelmissa on käytetty Metsäkonealan työehtosopimuksen (1982) neljännen palkkausalueen palkkaryhmä C:n mukaisia palkkoja. Urakkatuntipalkka on laskettu lisäämällä ohjetuntipalkkaan 25 %.

Voitelu- ja hydrauliöljykustannukset laskettiin valmistajan ilmoittaman huoltotarpeen perusteella. Korjauskustannuksiksi arvioitiin 15 % hankintahinnasta 11 kuukauden ja 10 % kuuden kuukauden käyttöajalla. Polttoainekustannus laskettiin tutkimuksen aikana suoritetun kulutusmittauksen perusteella. Polttoaineen kulutus oli talvella 1,6 dm³/h ja kesällä 1,3 dm³/h. Kesällä mitattiin erikseen maantieajokulutus, joka oli 1,9 dm³/h. Koneen oletettiin olevan käynnissä koko käyttöajan ja puolet siirtoajasta, ja poltto- ja voiteluaineen kokonaiskulutus laskettiin tälle ajalle.

Käytetty korkoprosentti on 11,25 %. Laskelmat on laadittu Vaskon (1981) käyttämää menetelmää noudattaen.

Kustannuslaskelmat on esitetty liitteessä.

62. Tuntikustannukset

Kustannuslaskelmat laadittiin kahdelle eri vuotuiselle käyttötuntimäärälle. Vaihtoehdossa 1 on oletettu konetta käytettävän yksi-vuorotyössä 8 tuntia päivässä ja 11 kuukautta vuodessa. Tällöin työpäiviä kertyy 235 ja työtunteja 1 880 vuodessa. Kehittelyvaiheessa olevan koneen nopean teknisen vanhenemisen takia poistoaika on vain 3 vuotta. Kestävyys ei myöskään liene tavallisten metsätraktoreiden luokkaa.

Vaihtoehto 2 perustuu olettamukseen, että koko vuodeksi ei löydy sopivia työkohteita. Kuudessa kuukaudessa työpäiviä kertyy 129 ja työtunteja 1 032. Pienemmällä käyttömäärällä kone kestää kauemmin eli poistoajaksi on valittu 4 vuotta.

Palkkakustannukset on laskettu suoraan työajasta riippuviksi. Myös muuttuvat konekustannukset ovat likimain suoraan käytöstä riippuvia, vaikka korjaus- ja huoltokustannukset on määriteltävä hankintahinnasta riippuviksi eikä niitä ole samassa suhteessa vähennetty kuin tehtyä työtä.

Vuotuiset kustannukset jakautuvat seuraavasti:

	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2
— palkkakustannukset	58 342,88 mk	30 750,17 mk
— muut muuttuvat kustannukset	22 367,39 "	13 739,44 "
— kiinteät kustannukset	30 269,80 "	23 431,05 "
— toimintaylijäämä 5 %	2 631,86 "	1 858,52 "
Kokonaiskustannukset	113 611,93 mk	69 779,18 mk
Käyttötuntikustannus	79,78 mk/h	88,87 mk/h

Taulukossa 7 esitetyt yksikkökustannukset on laskettu jakamalla käyttötuntikustannus käyttötuntituotoksella. Käyttötuntituotosta laskettaessa on arvioitu välttämättömien keskeytysten osuudeksi puolet tuotantoaikaan sisällyvistä keskeytyksistä. Tällöin tehoajan osuus käyttöajasta on 90 %.

Taulukko 7. Yksikkökustannukset.
Table 7. Unit costs.

Työmaa no Work place No.	Puutavaralaji Timber assortment	Kuljetettu määrä, m ³ Quantity transported, m ³	Käyttöaika tuotos, m ³ /h Output per gross effective time, m ³ /h	Yksikkökustannus, mk/m ³ Unit costs, marks/m ³	
				Vaihtoehto 1 Alternative 1	Vaihtoehto 2 Alternative 2
1	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	72,1	3,8	20,99	23,36
1	Tukit Logs	65,8	3,5	22,79	25,36
2	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	25,5	2,8	28,49	31,70
3	Kuitupuu, 3 m Pulpwood, 3-m	60,9	5,6	14,24	15,85

Taulukko 8. Tutkimustuloksia erilaisten tela-ajoneuvojen käytöstä puutavaran maastokuljetuksessa talvella (Thörlind 1979, Halttunen ja Tarvasmäki 1980).

Table 8. Investigation results for the use of different light crawler vehicles in off-road haulage of timber in winter time (Thörlind 1979, Halttunen and Tarvasmäki 1980).

Laite Vehicle	Kuljetettu puumäärä, m ³ Quantity of timber transported, m ³	Kuormia, kpl Loads, units	Kuorman koko, m ³ Load size, m ³	Ajomatka, m Hauling distance, m	Tuotos, m ³ /tehotunti Output, m ³ /effective hour	Puutavaralaji Timber assortment
AKTIV 800 GRIZZLY	16,4	26	0,6	465	2,1	Havukuitupuu, 3 m Softwood pulpwood 3-m
TERRI 30	13,9	14	1,0	325	2,4	"
LYNX 635JV	4,5	7	0,7	430	2,5	"
WINHA 600	8,9	13	0,7	440	1,3	Havukuitupuu, 2 m Softwood pulpwood, 2-m
TERRI 1000 D	72,1	30	2,4	210	4,2	Havukuitupuu, 3 m Softwood pulpwood, 3-m

7. TUOTOS- JA KUSTANNUSVERTAILUA

Moottorikelkoilla ja telamaastureilla suoritettujen lähikuljetustutkimukset ovat olleet aineistoiltaan varsin suppeita, mistä johtuneen tulosten suuri vaihtelu. Taulukossa 8 on tuloksia vertailtu Thörlindin (1979) ja Halttunen ja Tarvasmäen (1981b) tutkimuksiin.

Tulokset eivät ole suoraan vertailukelpoisia johtuen erilaisista olosuhteista, ajomatkoista ja puutavaralajeista. Tätä tutkimusta lukuun ottamatta kuormaus on suoritettu käsin. Työteho seurauksena kokeessa tuotos on jäänyt pienimmäksi, mikä osittain johtuneen polantamisen tekemättä jättämisestä. Moot-

torikelkoilla on kuormauksen ja purkamisen valmistelu- ja lopetustoimiin kulunut selvästi enemmän aikaa kuin Terrillä. Muilta osin ajan jakauma on varsin samanlainen. Ajonopeudet ovat myös olleet samaa suuruusluokkaa. Thörlindin (1979) mukaan ajonopeudella ei ole tuotokseen niin suurta vaikutusta kuin voitaisiin olettaa.

Kuorman koko on ollut 1 m³ tai vähemmän, paitsi Terri 1000 -koneella, jonka kuormat ovat selvästi suurempia. Salon ja Takalon (1980) mukaan kuorman kokoa rajoittava tekijä ei yleensä ole vetokoneen teho vaan

esimerkiksi telojen pitokyky tai kuormatilan koko.

Taulukossa 9 on verrattu Kahalan (1974) esittämiä eri kokoisten metsätraktoreiden tuotoksia Terrillä saavutettuihin tuotoksiin. Kun Terrillä on kuitupuun kuljetuksessa eri työmailla saavutettu 4,2, 3,1 ja 6,2 m³:n tuotokset, järeällä metsätraktorilla on päästy 16,0 m³:n ja keskikokoisella 13,4 m³:n tuotokseen tunnissa. Ajomatkan piteneminen pienentää enemmän telamaasturin kuin metsätraktorin tuotosta. Kolmensadan metrin matkalla Terrin tuotos on 23 % ja neljänsadan metrin matkalla 30 % pienempi kuin 200 m:n ajomatalla. Keskikokoisella metsätraktorilla vastaavat arvot ovat 12 % ja 21 %.

Vesikallion (1981) esittämät keskimääräiset tuotokset, käyttötuntikustannukset sekä yksikkökustannukset harvennushakkuolosuhteissa maataloustraktorilla ja keskikokoisella metsätraktorilla ovat taulukossa 10. Maataloustraktori on 60 kW:n moottorilla, hydraulisella kuormaimella ja teliperävaunulla varustettu nelivetoinen traktori. Vertailun vuoksi taulukossa on myös tässä tutkimuksessa Terri-telamaasturilla saadut tulokset.

Terri-telamaasturin yksikkökustannukset näyttävät olevan alimmillaan samaa suuruusluokkaa kuin metsätraktorilla ja maataloustraktorilla suoritettun puutavaran kuljetuksen kustannukset. Kolmen tutkimustyömaan

(1,2,3) kuitupuun kuljetuksen metsätraktorikuljetusmaksuiksi saadaan ohjemaksuvihkosta 18,61 mk/m³, 21,42 mk/m³ ja 15,35 mk/m³ (Puutavaran...1982), joten sopivissa oloissa Terrin käyttö on taloudellisesti kannattavaa.

Taulukko 9. Havukuitupuun ja havusahatukin kuormatraktorikuljetuksen tuotos. Lajitiheys 60 m³/ha. Ajomatka 200 m. Ajouraväli 20 m (Kahala 1974).

Table 9. Output of forwarder transport of softwood pulpwood and softwood logs. Density of assortment 60 m³/hectare. Hauling distance 200 m. Strip road spacing 20 m (Kahala 1974).

Konetyyppi Machine type	Tuotos, m ³ /tehotunti — Havukuitupuun, 3m Softwood pulpwood, 3-m	Output, m ³ /effective hour Sahatukit Logs
Järeä kuormatraktori Heavy forwarder	16,0	14,4
Keskikokoinen kuormatraktori Medium-sized forwarder	13,4	13,2
Terri 1000 D		
Työmaa 1 Work place 1	4,2	3,9
Työmaa 2 Work place 2	3,1	—
Työmaa 3 Work place 3	6,2	—

Taulukko 10. Tuotos- ja kustannusvertailu.
Table 10. Output and cost comparison.

	Maataloustraktori Farm tractor	Keskikok. metsätr. Medium-sized forwarder	Work place 1	Terri 1000	
				Work place 2	Work place 3
Tuotos, m ³ /käyttöt. Output, m ³ /gross effective time	6...8	11...12	3,8	2,8	5,6
Kustann. mk/käyttöt. Costs, marks/gross effective time	120	170	80	80	80
Kustann. mk/m ³ Costs, marks/m ³	15...20	14...15,5	21	28,5	14

8. KONEYKSIKÖN MAASTOKELPOISUUS, TOIMINTAVARMUUS JA ERGONOMIA

81. Liikkuminen maastossa

Terri-telamaasturin maasto-ominaisuudet talviolosuhteissa todettiin hyväksi. Ilman kuormaa kone kulkee umpihangessa vaivat-
tomasti; pikemminkin paksu lumi on eduksi tasoittamalla maaston epätasaisuuksia. Kovi-
in jyrkässä vastamäessä telat alkavat luistaa pysäyttäen etenemisen. Hakkuutähteet tai maassa makaava tukki eivät estä kulkua; hakkuutähteet parantavat liikkumista kuten metsätraktoreillakin. Ojien ylitys onnistuu täyttämällä oja lumella: ojaa ei tarvitse täyttää puutavaralla eikä risuilla. Vinssiä ei kertaakaan tarvinnut käyttää koneen apuna.

Täydellä kuormalla ei ajo umpihangessa onnistu. Juuttuminen johtuu telojen luistosta vetovastuksen kasvaessa reen jalasten uppoamisen vuoksi. Yön yli kovettunut ura sen sijaan mahdollistaa koko kapasiteetin hyväksikäytön (kuva 7). Varsinaisen työn aikana telamaasturi ei kertaakaan juuttunut kiinni.

Jos ajo talvella olikin helppoa, niin sitä enemmän oli vaikeuksia kesällä. Työmaa 2 oli Terrille perin hankala. Varsinaisen palsta oli maastoluokan 2 vanhaa korpiojikko. Varsitien loppuosa oli kivikkoista rinnettä (kaltevuus 4...5 %).

Kivikossa kone oli kaatua useita kertoja. Kuormien piti olla suhteellisen pieniä, jotta teli ei olisi tarttunut kiviin. Ojikoilla taas haittasivat korkeat kannot. Kantoja lyhennettiin useaan otteeseen, mutta muutamien ajokertojen jälkeen kantojen vierustat olivat taas painuneet niin paljon, että joko teli, vetoaisa tai vetokoneen runko juuttui kantoon. Varsitietä ja ajouria oli kunnostettava jatkuvasti laittamalla niihin rankoja ja oksia. Ojien ylitys sujui melko helposti sen jälkeen, kun niihin oli ojan suuntaisesti heitetty rankoja. Koneyksikkö ei suoranaisesti uponnut kertaakaan, mutta telipyörien lievän painumisen seurauksena teliakseli tai vetoaisa juuttui kiviin ja kantoihin useita kertoja. Suurehkot korjaustyöt laskivat käyttöastetta niin voimakkaasti, ettei puutavaran kuljetus jatkuvasti työmaa 2:n olosuhteissa ole mahdollista.

Työmaalla 3 olivat olosuhteet ihanteelliset. Maastoluokka oli 1. Suurin osa ajourasta oli kovaa, tasaista kangasmaata. Vain pieni osa palstan perällä oli mättäistä rämettä. Vaikka rämettä oli vain vähäinen osa, upposi teli kerran niin pahasti, että kuorma oli purettava.

82. Ohjautuvuus ja kääntyminen

Lumessa ja etenkin kuormattuna Terri ohjautuu hyvin, mutta kovalla pohjalla tyhjänä ajettaessa ohjautuminen on huonoa. Tämä johtuu reen luistamisesta ohjauksylinterin vaikutuksesta. Kääntöympyrän säde oli 60 cm:n umpilumessa tyhjällä reellä 5,0 m ja kesällä teliperävaunulla 6,5 m.

Telamaasturi pysyy hyvin polanneajouralla sivuttaisliukumisen ollessa vähäistä. Jalasten tarkoituksenmukaisen muotoilun ansiosta peruuttaminen onnistuu myös kuorman kanssa, mikä onkin välttämätöntä kuormaimen pienen ulottuvuuden takia.

Kesätutkimuksessa työmaalla 2 ajourat oli tehty varta vasten Terriä varten. Kapeimmillaan jäävien puiden väliin jäi vain 2,1 metrin ajoura, mutta tämänkin riitti tasaisessa paikassa. Kuitenkin käytännössä on 2,5 metrin ajoura tarpeen.

Kesällä Terrin kääntyminen on vaikeaa: ”Terri ei käänny vaan kaartaa”. Loivakaarteiset ajourat ovat edellytys sujuvalle ajolle, eikä peruutuskäännoksiä pitäisi olla lainkaan. Kaarteissa ja kääntymispaikoilla syntyi usein kuorivaurioita puihin. Perävaunu oikeasele tiukassa mutkassa lähes metrin veto-
koneeseen nähden.

83. Toimintavarmuus, viat ja puutteet

Terri todettiin toimintavarmaksi talvella sekä myös kesällä tasaisessa maastossa. Kuitenkin jo toisen maastoluokan työmaalla koverit lisäntyivät kesäajossa voimakkaasti.



Kuva 7. Kuormattuna ajoa Terri-telamaasturilla.
 Fig. 7. Hauling with the Terri light crawler.

Havaituista heikkouksista suurin osa kuului prototyypille ominaisiin ”lapsentauteihin”, jotka ovat jatkokehittelyssä poistettavissa. Näitä olivat mm. seuraavat:

- reen ja perävaunun heikot rakenteet, kuten rungon ja jalasten vääntyminen, vapaasti pyörivät karikat ja heikot renkaat
- perävaunun liian lyhyt runko ja piikkipankon puute
- telojen liian pienillä aluslevyillä ja ohuilla pulteilla tehty liitos sekä yleisteloissa ripojen heikko kiinnitys telamattoon
- heikkorakenteiset telapyörät
- turvakehikon riittämätön suojaavuus
- telojen kiristysjärjestelmän hankaluus
- ohjaussynterinin hydrauliletkujen huono suojaus
- suojaverkon puuttuminen kuormatilan etupuolella

Suurehkoja muutostöitä vaativia epäkoh-
 tia ovat seuraavat:

- hihnan vaihdon helpottaminen tai mieluummin hihnavedon korvaaminen kestävämmällä ratkaisulla (hihnan kestoikä on n. 100 tuntia)
- vintturin uusiminen
- tehokkaamman hydraulipumpun asentaminen kuormainta varten
- perävaunun kytkennän yksinkertaistaminen, jotta se voitaisiin irrottaa yhdistelmän lyhentämiseksi kuljetuksen ajaksi.



Kuva 8. Työasento kuormainta käytettäessä.
 Fig. 8. The working position when using the loader.

Tutkimuksen jälkeen perävaunun raken-
neta onkin jo muutettu ja vahvistettu. Uu-
dessa perävaunussa runko on yksipalkkinen
eikä kaksipalkkinen kuten ensimmäisessä
versiossa. Muutos helpottaa etenkin kuor-
man purkamista.

84. Ergonomia

Ohjaamon ja lämmityslaitteen puuttumi-
sen takia telamaasturilla ajo on kylmää työ-
tä. Akkukäyttöisen istuinlämmittimen asen-
tamisen jälkeen varsinkin kuormaus muuttui
miellyttävämmäksi.

Ajaminen lumessa ja tasaisella maalla on
kevyttä ja vaivatonta hydraulisen ohjauksen
 ansiosta. Rasittavuus lisääntyy maaston vai-
keutuessa. Kuitenkin vaimentamaton ohjaus-
sylinterin toiminta tekee tiellä tyhjänä ajetta-

essa kääntöliikkeistä niin nopeita, että kuljet-
tajan lausunnon mukaan ne tuntuivat sisä-
elimissä saakka. Puita ja risuja ei pienestä
nopeudesta johtuen juuri tarvitse varoa. Epä-
tasaisessa maastossa Terrin ajaminen ei ole
nautittavaa heilunnan takia, mutta kapean ja
pienen koneen heilunnan vähentäminen on
vaikeaa.

Kuormattaessa kuljettaja on istuimen ta-
kana olevan metallikaaren suojassa. Kuiten-
kin suoja saattaa olla riittämätön taakan ha-
jotessa ja luisuessa kuljettajaa kohti. Yksi
työvalo ei riitä hämärä- ja pimeätyöskentelyä
varten.

Kesätutkimuksessa Terri oli varustettu hy-
tillä. Koemielessä käyttöön otettu hytti osoit-
tanut ahtaaksi ja meluisaksi sekä yhdellä
ovella varustettuna turvallisuuden kannalta
puutteelliseksi. Lisäksi tukirakenteet rajoitti-
vat näkyvyyttä.

9. PÄÄTELMIÄ

Terri 1000 -telamaasturi soveltuu puutava-
ran lähikuljetukseen talvioloissa. Kesällä
epätasainen, mäkinen, kivikkoinen tai kan-
toinen maasto ei ole sopivaa. Terrin käyttö
lienee edullisinta huonosti kantavilla, paksu-
lumisilla työmailla, joilla kuljetusmaksu työ-
vaikeustekijöiden vaikutuksesta kohoaa ja
joilla järeiden koneiden liikkuminen on vai-
keaa.

Työmaita löytyy alavilta alueilta, joilla
maasto koostuu tasaisista kankaista ja soista.
Suopalstat voitaisiin korjata talvella ja help-
pokulkuisten kangasmaiden harvennukset
työllistäisivät kesällä, mutta tällöin siirto-
matkat pitenevät. Yksikön siirtäminen maan-
teitse työmaalta toiselle on hankalaa. Har-
vennushakkuut ovat Terrille otollisimpia
kohteita. Myös nuoren metsän harvennuksis-
ta saatavat tukit voidaan juontaa Terrillä,
mutta jatkuvaan tukkien kuljetukseen yhdis-
telmä on kuitenkin liian heikkorakenteinen.

Terri ei vaadi leveää ajouraa (n. 2,5 m) ei-
kä vahingoita jäävien puiden juuristoja pie-
nen pintapaineen ansiosta. Talvella runko-
vauriotkin jäävät vähäisiksi hyvän ohjautu-
vuuden ansiosta, mutta ajourat on sijoitetta-

va siten, ettei jyrkkiä käännöksiä tai peru-
tuksia tarvitse tehdä. Kuormaimen pienen
ulottuvuuden takia kourakasat on sijoitetta-
va lähelle ajouraa.

Kannattavaan toimintaan riittää 5...6 m³:n
tehotuntuotot, jonka saavuttaminen ei ole
ylivoimaista. Lisäksi on otettava huomioon
muut edut, kuten kapeiden ajourien käyttö
sekä mahdollisesti myös juuristo- ja runko-
vaurioiden väheneminen.

Metsätaloudessa Terri soveltuu puutava-
ran juonnon lisäksi lannoitteiden kuljetuk-
seen ja levitykseen, huoltokuljetuksiin, tuu-
lenkaatojen keräilyyn. Voimayhtiöiden käy-
tössä laite sopii pylväiden ja muun materiaa-
lin kuljetukseen. Käyttökustannukset pysyvät
kohtuullisina taloudellisen dieselmoottorin
ansiosta. Teknisesti Terrissä on vielä paran-
tamista, vaikka tutkimuksen aikana yhdis-
telmä toimi vintturia lukuun ottamatta hy-
vin. Kuormain on telamaasturiin sopiva.
Käyttöominaisuudet työajossa ovat hyvät, ja
vetovoima on riittävä.

Tutkimuksen tulokset ovat rohkaisevia ja
kannustavat kehittämään puutavarakuormai-
mella varustettua telamaasturia edelleen.

KIRJALLISUUS

- GEIJER, S. 1981. Snöskotern i skogsbruket. Institutionen för skogsteknik. Skogshögskolan stencil 148:1—68.
- HALTTUNEN, J. & TARVASMÄKI, P. 1981a. Moottorikelkat, kevyet telamaasturit ja niiden lisävälineet vuonna 1981. Työtehoseuran metsätiedotus 1:1—12.
- & TARVASMÄKI, P. 1981b. Moottorikelkka ja telamaasturi ”isännänlinjan” metsäkoneina. Teho 1:28—30.
- KAHALA, M. 1974. Erikokoisten kuormatraktoreiden tuotostaso. Metsätehon tiedotus 334:1—16.
- LEVANTO, S. & SALONEN, V. 1981. Moottorikelkka vetää ja kulkee. Teho 5:33—35.
- Metsäkonealan työehtosopimus. 1982. Helsinki. 10 s.
- Metsätalousoikeuden osamietintö II. 1981. Komiteamietintö 67:1—323. Helsinki.
- Metsätaloustieteiden vuosikirja 1981. Folia For. 460:1—205.
- Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut Pohjois-Suomessa. 1982. Ohjelehtinen. 32 s.
- SALO, E. & TAKALO, S. 1980. Puutavara kulkee moottorikelkalla. Koneviesti 18:23.
- THÖRLIND, M. 1979. Snöskoterdrivning — en pilotstudie. Institutionen för skogsteknik. Skogshögskolan stencil 86:1—43.
- VASKO, P. 1981. Konekustannuslaskenta. Moniste. Helsinki. 35 s.
- VESIKALLIO H. 1981. Metsäteollisuusyritysten puunhankinta muuttuvassa yhteiskunnassa. Metsätehon tiedotus 371:1—62.

LIITE. VALMET TERRI 1000 DIESEL -telamaasturin käyttötuntikustannuslaskelma

VAIHTOEHTO 1

EDELLYTYKSET

Palkkatunnit (11 kk = 235 pv)	1 880 h
Työmaa-aika	1 780 "
Käyttöaika (80 % työmaa-ajasta)	1 424 "
Siirtoaika	100 "
Tuntityöaika	356 "

Hankintahinta	73 600 mk
Käyttöikä	4 500 h
Pitoaika	3 a
Vaihtoarvoprosentti	25 %
Jäännösarvo	18 400 mk
Poistoarvo	55 200 "

Polttoaineen kulutus	1,6 dm ³ /h
Voiteluaineen kulutus	0,05 "
Hydrauliöljyn kulutus	0,02 "

MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

Palkkakustannukset	
Urakkapalkka (22,34 mk × 1424 h)	31 812,16 mk
Tuntityöpalkka (17,87 mk × 456 h)	8 148,72 "
Välilliset palkkakustannukset (46 %)	18 382,00 "
Yhteensä	58 342,88 "

Muuttuvat konekustannukset ja korvaukset

Polttoaine (kesälaatu 156,4 p/l, talvilaatu 160,8 p/l)	3 737,76 "
Voiteluaine (7,50 mk/l)	552,75 "
Hydrauliöljy (6,00 mk/l)	176,88 "
Huolto ja korjaus (15 % hankintahinnasta)	11 040,00 "
Kulkemiskorvaus (7000 km × 98 p/km)	6 860,00 "
Yhteensä	22 367,39 "

KIINTEÄT KUSTANNUKSET

Pääoman poisto	18 400,00 "
Pääoman korko (11,25 %)	6 210,00 "
Vakuutukset	
— palovakuutus (0,8 % hankin- tahinnasta)	588,80 "
— liikennevakuutus	121,00 "
Hallintokustannukset	
— oman auton käyttö (2500 km × 98 p/km)	2 450,00 "
— yleiskustannukset	2 500,00 "
Yhteensä	30 269,80 "

TOIMINTAYLIJÄÄMÄ (5 %) 2 631,86 "

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kustannukset yhteensä	113 611,93 "
Käyttötuntikustannus	79,78 mk/h

VAIHTOEHTO 2

EDELLYTYKSET

Palkkatunnit (6 kk = 129 pv)	1 032 h
Työmaa-aika	982 "
Käyttöaika (80 % työmaa-ajasta)	786 "
Siirtoaika	50 "
Tuntityöaika	196 "

Hankintahinta	73 600 mk
Käyttöikä	4 200 h
Pitoaika	4 a
Vaihtoarvoprosentti	25 %
Jäännösarvo	18 400 mk
Poistoarvo	55 200 "

Polttoaineen kulutus	1,6 dm ³ /h
Voiteluaineen kulutus	0,05 "
Hydrauliöljyn kulutus	0,02 "

MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

Palkkakustannukset	
Urakkapalkka (22,34 mk × 786 h)	17 559,24 mk
Tuntityöpalkka (17,87 mk × 196 h)	3 502,52 "
Välilliset palkkakustannukset (46 %)	9 688,41 "
Yhteensä	30 750,17 "

Muuttuvat konekustannukset ja korvaukset

Polttoaine (kesälaatu 156,4 p/l, talvilaatu 160,8 p/l)	2 057,99 "
Voiteluaine (7,50 mk/l)	304,13 "
Hydrauliöljy (6,00 mk/l)	97,32 "
Huolto ja korjaus (10 % hankintahinnasta)	7 360,00 "
Kulkemiskorvaus (4000 km × 98 p/km)	3 920,00 "
Yhteensä	13 739,44 "

KIINTEÄT KUSTANNUKSET

Pääoman poisto	13 800,00 "
Pääoman korko (11,25 %)	5 951,25 "
Vakuutukset	
— palovakuutus (0,8 % hankin- tahinnasta)	588,80 "
— liikennevakuutus	121,00 "
Hallintokustannukset	
— oman auton käyttö (1500 km × 98 p/km)	1 470,00 "
— yleiskustannukset	1 500,00 "
Yhteensä	23 431,05 "

TOIMINTAYLIJÄÄMÄ (5 %) 1 858,52 "

KOKONAISKUSTANNUKSET

Kustannukset yhteensä	69 779,18 "
Käyttötuntikustannus	88,78 mk/h

ODC 377.44
ISBN 951-40-0594-5
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & VÄRYNEN, S. 1982. Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa. Abstract: Terri light crawler in timber transport. Folia For. 538:1—21.

The potential uses of the Terri 1000 D light crawler equipped with a hydraulic Normet HK 600 timber loader in the off-road haulage of timber were studied.

Terri 1000 is suitable for thinnings during winter time and in easy terrain even during summer time. Output varies from 4 to 6 m³ per effective hour.

Authors' address: Kannus Energy Forestry Station. SF-69100 Kannus, Finland.

ODC 377.44
ISBN 951-40-0594-5
ISSN 0015-5543

TAKALO, S. & VÄRYNEN, S. 1982. Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa. Abstract: Terri light crawler in timber transport. Folia For. 538:1—21.

The potential uses of the Terri 1000 D light crawler equipped with a hydraulic Normet HK 600 timber loader in the off-road haulage of timber were studied.

Terri 1000 is suitable for thinnings during winter time and in easy terrain even during summer time. Output varies from 4 to 6 m³ per effective hour.

Authors' address: Kannus Energy Forestry Station. SF-69100 Kannus, Finland.

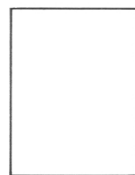
Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoegasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koegasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 26 211

Ruotsinkylän jalostuskoegasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoegasema
Kannus Energy Forestry Experiment Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

1982

- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen.
Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä.
Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuu ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen.
The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyyppit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus.
The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan rouhta- ja lumisuhteista.
Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä.
Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta.
Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia.
On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet.
Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen.
The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen.
Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981.
Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesgödslade granplanteringar.
Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.
- No 527 Nikkanen, Teijo: Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käyttömahdollisuuksista Oulun läänin alueella.
Survival and height growth of North Finland × South Finland hybrid progenies of Scots pine in intermediate areas.
- No 528 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainprocessorilla.
Stand damage in thinning operation with grapple loader processor.
- No 529 Valtonen, Kari: Sahatavaran ja puulevyjen käyttö uudisrakentamiseen 1970-luvulla.
Use of sawnwood and wood-based panels in new building construction in the 1970's.
- No 530 Hannelius, Simo: Metsäkiinteistöjen kauppahinta-aineisto ja sen soveltuvuus kauppaa-arvomenetelmän vertailuperusteeksi.
Forest real estate purchase price statistics as a basis for comparison method in real estate appraisal.
- No 531 Kinnunen, Kaarlo: Männyn kylvö karuhkoilla kangasmailla Länsi-Suomessa.
Scots pine sowing on barren mineral soils in western Finland.
- No 532 Lyly, Olavi & Saksa, Timo: Pituuskasvun vaihtelu ja puuluokkien eriytyminen nuorena istutusmännikössä.
Variation in height growth and differentiation of tree classes in a young Scots pine plantation.
- No 533 Lähde, Erkki, Nieminen, Jarmo, Etholén, Kullervo & Suolahti, Pekka: Varttuneet kontortametsiköt Suomen eteläpuoliskossa.
Older lodgepole pine stands in southern Finland.
- No 534 Mälkönen, Eino & Saarsalmi, Anna: Hieskoivikon biomassatuotos ja ravinteiden menetys kokopuun korjuussa.
Biomass production and nutrient removal in whole tree harvesting of birch stands.
- No 535 Kinnunen, Kaarlo & Nerg, Jukka: Männyn kylvö- ja luonnontaimikoiden tila Länsi-Suomen yksityismetsissä.
State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forests of western Finland.
- No 536 Raitio, Hannu: Rauduskoivun kasvuhäiriö Torajärven koekentällä.
Growth disturbance of *Betula pendula* in the Torajärvi experimental field.
- No 537 Leikola, Matti, Raulo, Jyrki & Pukkala, Timo: Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen.
Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce.
- No 538 Takalo, Sauli & Väyrynen, Seppo: Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa.
Terri light crawler in timber transport.
- No 539 Appelroth, Sven-Eric: Rekommendationer för materialinsamling och resultatpresentation vid tidsstudier av skogsårdsarbeten.
Recommendations for collecting data and presenting results of time studies on silvicultural operations.
- No 540 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1980—82.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1980—82.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita koskevat pyynnot osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341

ISBN 951-40-0594-5
ISSN 0015-5543