

# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 544- 554

Kannuksen tutkimusasema



**PONTUS-pientelamaasturi harvennuspuun metsäkuljetuksessa  
eräällä työmaalla**

**Sauli Takalo, Tero Takalo & Risto Lauhanen**

**Kannus 1995**

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

**Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen tutkimusasema  
PL 44  
69101 Kannus  
puh. 968-871 161**

**The Finnish Forest Research Institute  
Kannus Research Station  
PL 44  
FIN-69101 Kannus  
Finland**

# PONTUS-pientelamaasturi harvennuspuun metsäkuljetuksessa eräällä työmaalla

Sauli Takalo, Tero Takalo & Risto Lauhanen

Metsäntutkimuslaitos  
Kannuksen tutkimusasema

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544 554

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

Takalo, S., Takalo, T. & Lauhanen, R. 1995. Pontus-pientelamaasturi harvennuspuun metsäkuljetuksessa eräällä työmaalla. Abstract: Pontus light crawler in transport of thinning timber on one work site. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 544. 16 s. ISBN 951-40-1427-8. ISSN 0358-4283.

Tutkimuksessa selvitettiin Patruuna 50 -kuormaimella varustetun Pontus-telamaasturin tuottavuutta ja käyttökustannuksia harvennuspuun metsäkuljetuksessa Etelä-Ruotsissa. Lisäksi tutkittiin koneyksikön aiheuttamia puustovaurioita sekä arvioitiin koneen maastokelpoisuutta. Telamaasturin tuottavuus oli 3,0-4,3 m<sup>3</sup> tehotunnissa, kun ajomatka oli 500 metriä. Kun ajomatka oli 100 metriä, laskennallinen tuottavuus oli vastaavasti 7,2 m<sup>3</sup>/h. Käyttötuntikustannus oli Suomessa 167 mk/h ja Ruotsissa 169 mk/h, kun 11 kuukauden täystyöllisysoletus oli voimassa. Ruotsissa työ oli kannattavaa kun tuottavuus ylitti 3,8 m<sup>3</sup>/h. Suomessa vastaavan tuottavuuden tulisi olla 7,6 m<sup>3</sup>/h. Puustovaurioita ei telamaasturin jäljiltä havaittu. Kesäajan tutkimusolosuhteissa Pontus havaittiin maasto-ominaisuuksiltaan hyväksi ja ympäristönäkökohdat huomioivaksi.

Avainsanat: telamaasturi, harvennuspuu, metsäympäristön suojeleminen, työntutkimus.

The aim of the study was to find out the productivity and operation costs of Pontus light crawler in transport of thinning timber. The crawler was equipped with Patruuna 50 grapple loader. In addition, tree damage and ergonomics of Pontus were studied. The study was performed in southern Sweden. The productivity (per effective hour) was 3.0-4.3 m<sup>3</sup>/h, if the transport distance was 500 meters. If the quality of piles made by the logging machine was very good and the transport distance was 100 meters, the productivity was calculated to be 7.2 m<sup>3</sup>/h. The operation costs were 167 FIM per hour in Finland, and 169 FIM/h in Sweden with the assumption of full employment for 11 months per annum. In Sweden the work was profitable, if the productivity was more than 3.8 m<sup>3</sup>/h. Due to lower wages in Finland the same required productivity should be 7.6 m<sup>3</sup>/h, respectively. No tree damage was observed on the studied work sites. Pontus crawler was assumed to be suitable for the work during summer-time period from environmental point of view.

Keywords: crawler, thinnings, timber, environmental protection, work studies.

Produktivitet och brukskostnader av Pontus bandmaskin med Patruuna 50 kran undersöktes vid massavedstransport av gallringsvirke i södra Sverige. Också trädiskador och maskinens lämplighet till arbetet studerades. Timkapaciteten var 3,0-4,3 m<sup>3</sup> per effektiv timme, om transportavstånd var 500 m. Om avståndet var 100 meter och avverkningsmaskinen hade lagt virket bra i hopar, var kalkulerat produktivitet 7,2 m<sup>3</sup>/h. Avbrukningskostnaderna var 167 fmk per timme i Finland och 169 fmk per timme i Sverige med 11 arbetsmånader per år. I Sverige

var arbetet lönsamt när produktivitet var över 3,8 m<sup>3</sup> per timme. I Finland var motsvarande produktivitet 7,6 m<sup>3</sup> per timme. Inga träskador fanns efter Pontus, och maskinen lämpade sig bra för massavedstransport under den isfria perioden. Dessa är bra egenskaper för en maskin, eftersom miljöskyddsaspekter blir allt viktigare inom skogsbruket.

Nyckelord: bandmaskin, massaved, miljöskydd, arbetsstudier.

In der Prüfung sind die Produktivität und Betriebskosten des mit einem Patruuna 50 Kran ausgerüsteten Pontus Rückezugs beim Transport von Durchforstungsstämmen im südlichen Teil Schwedens ermittelt worden. Weiter sind die, von der Maschineneinheit am Baubestand worden. Die Produktivität bei einer Rückenentfernung von 500 m ist 3,0-4,3 m<sup>3</sup> pro effektive Arbeitsstunde gewesen. Bei einer Rückenentfernung von 100 m mit gut ausgeführter Holzladung ist die rechnerische Produktivität 7,2 m<sup>3</sup> pro effektive Arbeitsstunde gewesen. Die Betriebskosten in Finnland haben 167 FIM pro Stunde und 169 FIM in Schweden mit 11 Arbeitsmonaten pro Jahr betragen. In Schweden ist die Arbeit mit 3,8 m<sup>3</sup> erträglich gewesen. In Finnland sollte die gleiche Produktivität 7,6 m<sup>3</sup> sein. Man hat keine Baumschäden in der Arbeitsumgebung des Rückezugs feststellen können. In den Sommerverhältnissen hat der Rückezug sich als geländegängig, bodenschonend und umweltfreundlich erwiesen.

Schlüsselwörter: Rückezug, Papierholz, Umweltschutz, Arbeitsstudie.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema. Hanke 3031.

Hyväksynyt: Tutkimusaseamanjohtaja Jyrki Kangas 28.3.1995.

Jakelu, myynti ja kirjoittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Kannuksen tutkimusasema, PL 44, 69101 Kannus (tel. +358-68-871161, fax. +358-68-871164).

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	5
2. TUTKITTU KONEYKSIKKÖ .....	6
3. AINEISTO JA MENETELMÄT .....	8
3.1 Työmaatiedot .....	8
3.2 Koneyksikkö ja kuljettajat .....	8
3.3 Aikatutkimusmenetelmä .....	8
3.4 Käyttötuntilaskelmat .....	9
4. TULOKSET .....	9
4.1 Työn tuottavuus ja siihen vaikuttavat tekijät .....	9
4.2 Tehoajan jakaumat .....	10
4.3 Käyttöaste ja keskeytykset .....	11
4.4 Työnlaatu ja puustovauriot .....	11
4.5 Maastokelpoisuus ja ergonomia .....	11
4.6 Käyttötuntikustannukset .....	11
5. TARKASTELU .....	12
6. TUTKIMUS- JA KEHITTELYTARPEET JATKOSSA .....	12
KIRJALLISUUS .....	13
LIITE 1. Koneen vetoteholaskelmat .....	15
LIITE 2. Käyttötuntilaskelma .....	16

## 1. JOHDANTO

Metsiemme vuosikasvu on tällä hetkellä suunnilleen 75 miljoonaa kuutiometriä, kun hakkuukertymä vastaavasti on vain noin 45 miljoonaa kuutiometriä (Aarne 1994). Hakkuiden painopiste on kuitenkin uudistushakkuissa samalla kun nuoret harvennushakkuimet ja kasvuisat suometset uhkaavat jäädä oman onnensa nojaan (Paavilainen ja Tiihonen 1988, Ojitusalueiden... 1989, Harvennushakkuiden... 1992, Lauhanen 1994b).

Harvennushakkuut ja varsinkin ensiharvennukset ovat ehdottoman välttämättömiä metsiemme suotuisan rakenteen ja kasvukehityksen turvaamiseksi. Niiden laiminlyöntien seurauksena pieniläpimittaisten puiden osuus päätehakkuuleimikossa kasvaa, ja sahapuun osuus vähenee sekä määrällisesti että laadullisesti. Samalla puunkorjuu vaikeutuu ja sen yksikkökustannukset kasvavat (Hakkila 1992, Harvennushakkuiden... 1992). Metsästä saatavat nettotulot pienevät pitkällä aikavälillä. Tiheikössä yksittäisten puiden kasvu ja elinvoima heikkenevät, jolloin monien hyönteis- ja sienituhojen riski kasvaa (Larsson 1984, Vasander ja Lindholm 1985, Hakkila 1992).

Tiedotusvälineiden perusteella on toisinaan näyttänyt siltä, että myös harvennushakkuimet puunkorjuu on poissa raiteiltaan. Metsäkuljetuksissa on tutkimusten mukaan vaurioitunut keskimäärin 1-2 % jäävästä puustosta (Mäkelä 1990, Sirén 1994). Metsäluonnon ja ympäristön suojelun vaatimukset ovat viime aikoina kiristyneet. Pienkoneet ja niiden tutkimus onkin nähty metsätaloudessa entistä tärkeimmäksi puusto- ja maaperävaurioiden välttämiseksi. Muun muassa Metsäntutkimuslaitosten Kansainvälinen liitto, IUFRO perusti vuonna 1991 metsätalouden ympäristövaikutuksia koskevan työryhmän tehtävänsä edistää ja koordinoita ympäristöystävällisten metsäkoneiden ja menetelmien tutkimusta ja tuotekehittelyä (Soil, tree... 1994). Toisaalta isännänlinjan pienkoneet parantavat maatilametsänomistajien toimeentulomahdollisuuksia yhdentyneessä Euroopassa. Ongelmia saattaa kuitenkin tulla toiminnan kannattavuudessa ja metsäkoneinvestointien rahoituksessa. Ongelmia on viime aikoina ollut myös hankintapuun ja korjuutyön hinnoittelussa, mikä osaltaan vähentää metsänomistajien halukkuutta omatoimiseen puunkorjuuseen.

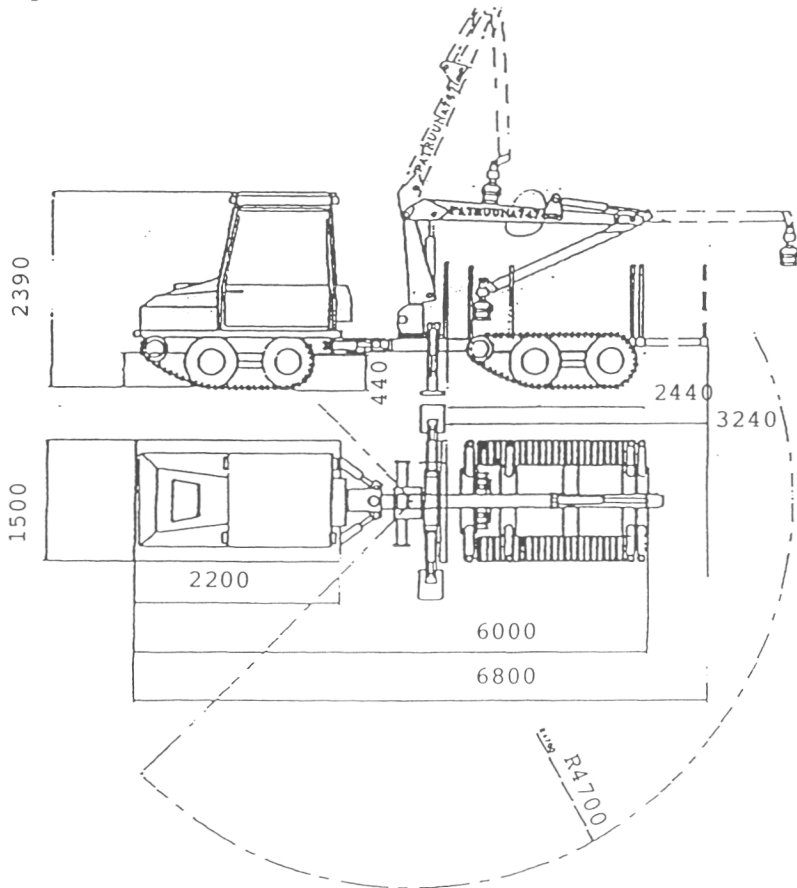
Metsäntutkimuslaitoksessa 1980-luvun alkupuolella alkanut pienkonekehittelytyö on jatkunut näihin päiviin asti (Takalo ja Väyrynen 1982). Honda-puutarhajyrsimeen perustuvasta pientelamaasturista (Takalo ja Myllymäki 1984, Takalo 1987) on sittemmin kehitetty sarjatuotantoon Pontus-telamaasturi. Tällä hetkellä ylihärmäläisen Pellonpaja Oy:n valmistamaa, hydrostaattisella voimansiirrolla varustettua Pontusta myydään erityisesti Ruotsiin ja Saksaan. Pontus on saanut huomiota osakseen muun muassa Elmia-messuilla Ruotsissa 1993 sekä Interforst-metsämessuilla Saksassa heinäkuussa 1994 (Gabriel 1994).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää Patruuna 50 -kuormaimella varustetun Pontus 4x4 -telamaasturin tuottavuutta ja käyttökustannuksia harvennushakkuimet maastokuljetuksessa. Lisäksi arvioidaan koneen aiheuttamia puustovaurioita sekä koneyksikön maastokelpoisuutta. Tutkimuksen kenttäaineisto kerättiin Etelä-Ruotsissa, koska siellä koneyksiköt ovat toimineet käytännön korjuutyömailla jo kauan.

Metsätalousteknikko Sauli Takalon Kannuksen tutkimusasemalla kehittämää prototyyppiä tutkittiin kymmenkunta vuotta sitten professori Pentti Hakkilan aloitteesta. Koneen kaupallista versiota ei ole kuitenkaan tutkittu. Sauli Takalo ja Tero Takalo keräsivät tutkimusaineiston Etelä-Ruotsissa syyskuussa 1994. Tutkija Risto Lauhanen Kannuksesta osallistui Takaloiden kanssa tutkimuksen suunnitteluun, aineiston laskentaan ja käsikirjoituksen laadintaan. Ohjelmoija Keijo Polet työsti tutkimusraportin kuvat. Professorit Pentti Hakkila ja Matti Kärkkäinen sekä MMT Jyrki Kangas ja MML Jyrki Hytönen sekä MML Juha Nummi tekivät huomionarvoisia korjausehdotuksia käsikirjoitukseen. Markkinointi Ylinen tarkasti saksankielisen tiivistelmän. Tekijät kiittävät kaikkia työssä auttaneita.

## 2. TUTKITTU KONEYKSIKKÖ

Pontus on kumiteloilla liikkuva, hydrostaattisella voimansiirrolla ja toiminnoilla varustettu lähinnä harvennuspuun korjuuseen tarkoitettu pienmaasturi. Koneen muodostavat peruskone ja siihen kiinteästi kytketty perävaunu (kuva 1). Telaston rakenteessa on erityisesti huomioitu metsäluonnon ja puuston juuriston säästäminen sekä maksimaalisen vetotehon säilyttäminen (liite 1). Kuorman teossa kone eteni perä edellä. Tämä käytäntö mahdollisti tarkan ohjauksen, mikä oli tarpeen puustovaurioiden välttämiseksi.



Kuva 1. Pontus-telamaasturin ja Patruuna 50 -kuormaimen tekniset mitat laitevalmistajan mukaan.



Taulukko 1. Patruuna 50 -kuormaimella varustetun Pontus-telamaasturin tekniset tiedot laitevalmistajan mukaan (Pontus...).

---

<b>Peruskone</b>	
Moottori	KUBOTA D 950 -B 3 syl. diesel
Teho	21 hv/16 kW/3000 rpm
Vääntömomentti	57 Nm/1900 rpm
Iskutilavuus	0,950 dm <sup>3</sup>
Voimansiirto	hydrostaattinen, 4x4 (Liite 1)
Akku	12 V, 70 AH
Polttoainesäiliön tilavuus	30 dm <sup>3</sup>
Koneyhdistelmän pituus	5800 mm
Leveys	1500 mm
Korkeus	2400 mm
Maavara	420 mm
Telojen leveys	320 mm
Yhdistelmän paino ilman kuormainta	1900 kg
Paino kuormaimen kanssa	2430 kg
Telojen jatkuvasti maassa oleva osa	1,79 m <sup>2</sup>
Pintapaine	13,6 kPa (136 g/cm <sup>2</sup> )
Koneen nopeus (kaksi ajoaluetta)	7 km/h (14 km/h) (Liite 1)
Perävaunun kuormatila	0,95 m <sup>2</sup>
<b>Hydrauliikka</b>	
Pumpun tuotto	8 cm <sup>3</sup> /r
Max. paine	175 bar
<b>Patruuna 50 -kuormain</b>	
Nettonostomomentti	21 kNm
Kääntömomentti	6,0 kNm
Ulottuvuus	4,7 m
Kääntökulma	360°
Kouran poikkileikkaus	0,2 m <sup>2</sup>
Paino	530 kg
Hydrauliset tukijalat	

---

Telamaasturia valmistaa ja markkinoi Yihärmäläinen Pellonpaja Oy. Suomessa Patruuna 50 -kuormaimella varustettu Pontus maksaa 240 000 markkaa ja Ruotsissa 214 000 Suomen markkaa. Syksyllä 1994 Patruuna 55 -kuormaimella varustettu versio maksoi Saksassa 103 000 DM eli yli 330 000 Suomen markkaa (Gabriel 1994).

### 3. AINEISTO JA MENETELMÄT

#### 3.1 Työmaatiedot

Pontus-telamaasturia tutkittiin 35-vuotiaan istutuskuusikon harvennuksessa Etelä-Ruotsin Blekingissä syyskuussa 1994. Tutkimusaineisto kerättiin kahdella palstalla, joilla Pontus korjasi hakkuukoneen tekemiä kuitupuukasoja. Kummankin palstan maastovaikeusluokka oli 2 kivisyyden ja rankapuiden raivauksen takia (taulukko 2). Keskimääräinen ajomatka oli 500 metriä, ja kuorman koko 1,95 m<sup>3</sup>.

Taulukko 2. Korjuutyömaan tiedot Ruotsin Blekingissä Kalmarin läänissä. Hakkuun jälkeiset puustotunnukset edustavat kahden tutkitun palstan keskiarvoja.

Kasvupaikka	Lehtomainen kangas
Pääpuulaji	Kuusi
Puuston runkoluku harvennuksen jälkeen	2000 kpl/ha
Hakkuukertymä ( 3-m kuitupuuta)	35 m <sup>3</sup> /ha
Kuitupuun minimilatvaläpimitta	6 cm
Keskimääräinen kuljetusmatka	500 m
Maastovaikeusluokka (1-3)	2
Ajouran leveys	3,5-4,0 m
Ajettu puumäärä	29 m <sup>3</sup>
Pohjapinta-ala hakkuun jälkeen	27 m <sup>2</sup> /ha
Puuston keskipituus hakkuun jälkeen	16 m
Jäävän puuston tilavuus	209 m <sup>3</sup> /ha

#### 3.2 Koneyksikkö ja kuljettajat

Tutkimuksessa oli mukana yksi kokenut kuljettaja ja yksi tutkittava koneyksikkö. Hyvän ammattitaidon omaavalla kuljettajalla oli noin kuuden vuoden ajokokemus puutavaran metsäkuljetuksesta pienkoneilla ja vajaan kolmannesvuoden kokemus Pontus-telamaasturista, jonka ajotuntimittarissa oli 600 käyttötuntia.

#### 3.3 Aikatutkimusmenetelmä

Tutkimusmenetelmän ovat aikaisemmin yksityiskohtaisesti kuvanneet muun muassa Takalo ja Väyrynen (1982) sekä Takalo ja Myllymäki (1984). Telamaasturin ajanmenekit varastolta palstalle eri työvaiheineen mitattiin (cmin) käsiajanotolla. Ajanmenekeistä johdettiin työn tuottavuus tehotuntia kohti (=tehotuntituotokset) käyttäen lisäksi apuna ajomatkoja sekä kuorman kokoa koskevia tietoja. Otanta sisälsi kaikkiaan kahdeksan kuormaa. Yksittäisten työvaiheiden osalta tehoajan jakaumien määrittäminen perustui viiteen otokseen. Aikatutkimuksen yhteydessä kartoitettiin myös työvaikeustekijät sekä arvioitiin kasojen ja työn laatua.

### 3.4 Käyttötuntilaskelmat

Telamaasturin käyttötuntilaskelmat (liite 2) perustuivat aikaisemmin esitettyihin laskelmiin (Takalo ja Väyrynen 1982, Takalo ja Myllymäki 1984, Oijala ja Rajamäki 1992,1994, Valtonen 1993). Yksinkertaisuuden ja laskelmien vertailukelpoisuuden vuoksi ne tehtiin ilman arvonlisävero vaikutuksia. Laskelmissa kuljettajan urakkatyöpalkka oli Ruotsissa 47 mk/h ja Suomessa 43 mk/h.

## 4. TULOKSET

### 4.1 Työn tuottavuus ja siihen vaikuttavat tekijät

Työn tuottavuus oli keskimäärin 3,6 m<sup>3</sup> tehotunnissa, kun vaihteluväli vastaavasti oli 3,0-4,3 m<sup>3</sup>. Pontus-telamaasturin ajonopeus oli varsitiellä ilman kuormaa 5252 m/h ja metsässä ajouralla 2459 m/h. Kuormattuna vastaavat nopeudet olivat 3398 m/h ja 2246 m/h. Kuorman keskikoko oli 1,95 m<sup>3</sup>.

Ajomatka ja kuitupuukasojen ladonta vaikuttivat työn tuottavuuteen. Paikallisen mallin mukaiset kasat olivat huonosti ladottuja, ja ne saattoivat sisältää pieniä tukkeja sekä havu- että lehtikuitupuuta (kuva 2). Kun kasat oli ladottu asiaankuuluvalla tavalla "suomalaisittain", työn tuottavuus oli 4,0 m<sup>3</sup>/h. Edelleen kun kasat oli ladottu "suomalaisittain" ja ajomatka oli 100 metriä, laskennallinen tuottavuus tehotuntia kohti oli 7,2 m<sup>3</sup>.



Kuva 2. Kasat olivat "sekavia" ja sijoitetut liian lähelle jäävää puustoa.

#### 4.2 Tehoajan jakaumat

Siirtyminen varastolta palstalle vei 26,4 % tehoajasta (taulukko 3). Vastaavasti kuormaukseen ja kuormausajoon kului yhteensä 28,3 %. Kun kasat oli tehty asiaan kuuluvalla tavalla "suomalaisittain", kuormaus ja kuormausajo veivät yhteensä 536 cmin eli 18,6 % ajanmenekistä. Kuormausvaiheen aikana taakan nostamiseen ja asentamiseen kului vajaa puolet tehoajasta (taulukko 4).

Taulukko 3. Pontus-telamaasturin tehoajan jakauma työvaiheittain (ajomatka 500 m).

Työvaihe	Aika (cmin)	%
Siirtyminen palstalle (varsitie)	210	6,4
Siirtyminen palstalle (ajoura)	655	20,0
Kuormaus	725	22,1
Kuormausajo	204	6,2
Kuormattuna ajo (ajoura)	876	26,7
Kuormattuna ajo (varsitie)	349	10,6
Purkamisen	263	8,0
<b>Yhteensä</b>	<b>3282</b>	<b>100,0</b>

Taulukko 4. Tehoajan jakautuminen (%) kuormauksessa.

Työvaihe	%
Tukijalkojen nosto ja lasku	3,7
Kouran siirto	17,3
Kouraisu	9,9
Taakan nosto ja asennus	47,1
Siirtyminen kasalta toiselle	22,0
<b>Yhteensä</b>	<b>100,0</b>

### 4.3 Käyttöaste ja keskeytykset

Erillistä seurantatutkimusta koneen toiminnallisen käyttöasteen selvittämiseksi ei tehty, koska se ei ollut resurssien rajoittamasta tutkimusajasta johtuen mahdollista. Toisaalta näin lyhyenä aikana seurantatutkimuksen tekeminen ei ollut perusteltua. Tavanomaisia koneen huolto- ja polttoainetäydennystaukoja tai kuljettajan ruokataukoja lukuun ottamatta konerikkoja tai koneesta aiheutuvia keskeytyksiä ei esiintynyt.

### 4.4 Työnlaatu ja puustovauriot

Kuusikon paksusta oksamatosta ja telamaasturin alhaisesta pintapaineesta johtuen maaperävaurioita ei tutkituilla palstoilla syntynyt. Telamaasturin tekemiä puustovaurioita ei työkohteilla havaittu.

### 4.5 Maastokelpoisuus ja ergonomia

Ajo- ja kulkuominaisuuksiltaan Pontus todettiin tutkimusoloissa hyväksi. Telamaasturia oli helppo ohjata eikä se vaatinut leveää ajouraa. Metsähytiksi katsastettu ohjaamo tarjoaa kuljettajalle miellyttävän työympäristön. Se on riittävän tilava, ja hallintalaitteet ovat hyvin esillä. Patruuna 50 -kuormain oli tehokas, ja sen eri toiminnot nivoutuivat hyvin toisiinsa. Pontus soveltuu hyvin kuitupuun kuljetukseen kesäolosuhteissa silloinkin, kun jäljelle jäävä runkoluku on suuri.

### 4.6 Käyttötuntikustannukset

Käyttötuntikustannukset (ilman ALV) olivat Suomessa 167 FIM/h ja Ruotsissa 169 FIM/h, kun 11 kuukauden täystyöllisysoletus oli voimassa (liite 2). Kun työllisyys oli 6 kuukautta, käyttötuntikustannukset nousivat sekä Suomessa että Ruotsissa noin 20 %.

Kannattavuuslaskelmissa maksettiin puutavaran ajosta Ruotsissa 44,50 mk/m<sup>3</sup>, kun samasta työstä maksettiin Suomessa 22 mk/m<sup>3</sup>. Ruotsin ajohinnassa otettiin huomioon sikäläinen 11 prosentin kuoriosuusvähennys sekä 25 prosentin pienkonelisä. Kun tuottavuus oli 4,0 m<sup>3</sup>/h, korjattua puutavarakuutiometriä kohti laskettu kannattavuus oli Suomessa -79 mk/m<sup>3</sup> ja Ruotsissa +9 mk/m<sup>3</sup>. Tuottavuudella 7,6 m<sup>3</sup>/h saataisiin myös Suomessa toiminta kannattavaksi.

## 5. TARKASTELU

Tutkitun telamaasturin tuottavuus tehotuntia kohti oli 3,0-4,3 m<sup>3</sup>, kun keskimääräinen ajomatka oli 500 m. Saksassa arvioitiin helpoissa maasto-oloissa ja 300 metrin ajomatkalla Patruuna 55 -kuormaimella varustetun Pontuksen tuottavuuden olleen noin 7 m<sup>3</sup>/h (Gabriel 1994). Hyvä tuottavuus selittyi osaltaan sillä, että Saksassa korjattavat rungot olivat pohjoismaisia kookkaampia ja maastoluokka oli 1, mikä mahdollisti myös suuremmat ajonopeudet. Aikoinaan telamaasturin Honda-prototyypin tuottavuus oli 200 metrin ajomatkalla kesäoloissa 2,9 m<sup>3</sup>/h (Takalo ja Myllymäki 1984). Takalon ja Väyrysen (1982) tutkimuksessa Terri-telamaasturin tehotuntituotos oli 180 metrin ajomatkalla kesäoloissa 6,2 m<sup>3</sup>/h. Keski-Mölön (1994) tutkimuksessa hydraulikkavetoisen Terrin tuottavuus oli riukuasteen koivikon kokopuukorjuussa 4,2 m<sup>3</sup>/h ja harvennismännikön korjuussa 7,5 m<sup>3</sup>/h, mutta tutkimuksessa keskimääräiset ajomatkat olivat kuitenkin hyvin lyhyet eli 40 ja 65 metriä.

Tuottavuuteen vaikutti kuormausaikojen vaihtelu, jota syntyi lähinnä silloin, kun kasat olivat sekavia jopa kolmea eri puutavaralajia käsittäviä röykkiöitä. Tällöin kuormausta oli hidasta. Suurin tehotuntituotos syntyi silloin, kun kasat olivat yhden puulajin kasoja. Toisaalta tiedot perustuvat suppeaan aineistoon, joten niitä on tarkasteltava lähinnä suuntaa antavina.

Pontus-telamaasturin käyttötuntikustannukset olivat noin 170 mk sekä Suomessa että Ruotsissa. Kustannukset eivät poikkea olennaisesti Keski-Mölön (1994) esittämistä. Kannattavuuslaskelmassa sen sijaan ilmeni selvästi Ruotsin pienkoneita suosiva korjuutyön hinnoittelu. Ruotsissa puutavaran ajosta maksettiin 44,50 FIM/m<sup>3</sup> eli noin kaksi kertaa enemmän kuin Suomessa (22 FIM/m<sup>3</sup>). Korjuutyön hinnoittelun perusteella ruotsalaisilla näyttää olevan halua ostaa suomalaisia pienkoneita metsäympäristön suojelua silmällä pitäen. Sama kehitys on nähtävissä myös muualla (Soil, tree... 1994). Myös Suomessa olisi syytä selvittää, ovatko pienkoneiden käytöstä saatavat ekologiset ja muut hyödyt sen arvoisia, että metsänomistajia olisi aiheellista kannustaa hyväksymään keskikokoisen kuormatraktorin ajotaksaa korkeammat kustannukset.

Telamaasturin tekemiä puustovaurioita ei tutkimuksessa havaittu. Niin puunkorjuussa kuin kunnostusajotuksessakin on pienkoneiden havaittu aiheuttavan jäljelle jäävälle puustolle perinteistä konekalustoa vähemmän vaurioita (Takalo ja Väyrynen 1982, Takalo ja Myllymäki 1984, Lauhanen ja Takalo 1993, Lauhanen 1994a).

## 6. TUTKIMUS- JA KEHITTELYTARPEET JATKOSSA

Pontus on tarkoitettu ympärivuotiseen työskentelyyn. Jatkotutkimuksin tulisi selvittää sen ominaisuuksia ja tuottavuutta sekä lumi- että rinneolosuhteissa. Lisäksi telamaasturin peruskoneen mahdollisuuksia metsämaan muokkauksessa sekä kylvö- ja istutustöissä olisi tarpeellista tutkia.

Pontuksen rakenteelliset kehittelytarpeet todettiin vähäisiksi. Eräs kehittelyn kohde oli kuormatilan poikkileikkauspinta-alan ( $0,95 \text{ m}^2$ ) suurentaminen karikoiden muotoilua parantamalla. Tutkimuksen jälkeen karikoita taivutettiin lähemmäksi takateloja, ja näin saatiin kuorman painopistettä entistä alemmaksi. Uuden muotoilun myötä tutkimuksen mukainen kuormakoko suureni noin  $0,5 \text{ m}^3$  ilman että kuorman korkeus muuttui. Toisaalta koneen vetoteho on riittävän suuri myös tätäkin suuremmilla kuormilla. Kuormakoon suurentaminen nykyisestä noin kahdesta kuutiometristä noin kolmeen kuutiometriin lisäisi jonkin verran tuottavutta. Samalla kuitenkin pintapaine kohoaisi arvoon  $230 \text{ g/cm}^2$ , jääden näillä arvoilla varsin alhaiseksi.

## KIRJALLISUUS

- Aarne, M. (toim. -ed.). 1994. Metsätalostollinen vuosikirja 1993-94. Yearbook of forest statistics 1993-1994. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalous 7. 348 s.
- Gabriel, O. 1994. Miniruckezug PONTUS. Vorführungen in Bayern, Rheinland-Pfalz und Niedersachsen. Forst & Technik 11. s. 23.
- Hakkila, P. 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Maa- ja metsätalousministeriö. 121 s.
- Keski-Möölö, A. 1994. Energiapuun korjuumenetelmien vertailua Kivalon tutkimusalueella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 518. 30 s.
- Larsson, S. 1984. Insektsangrepp och trädvitalitet. Skogsakta 3: 21-25.
- Lauhanen, R. 1994a. Kaivukaluston aiheuttamat puustovauriot kunnostusojituksessa. Summary: Tree damage caused by excavating machines in ditch network maintenance. Suo 45(2): 33-46.
- 1994b. Puunkorjuu ojitusalueen kunnostuksen pullonkaula? Teoksessa (toim. Simo Hannelius): Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 68-74.
- & Takalo, T. 1993. Yksitelainen LA-MA 10 -kaivuri metsäojien perkauksessa. Abstract: LA-MA 10 single track backhoe in forest ditch cleaning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 458: 1-20.
- Mäkelä, M. 1990. Turvemaiden koneellinen puunkorjuu kesäaikaisissa ensiharvennuksissa. Summary: Mechanized first thinning on unfrozen peatland. Metsätehon katsaus 4. 4 s.
- Oijala, T. & Rajamäki, J. 1992. Metsäalan urakoinnin kustannuslaskentamallit. Käyttöohjeita. 23 s. + 5 liitettä.
- 1994. Metsäalan urakoinnin kustannuslaskentamallien muutokset. Muistio 8.6.1994. 5 s.
- Ojitusalueiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. 1989. Metsäteho. Helsinki. 40 s.

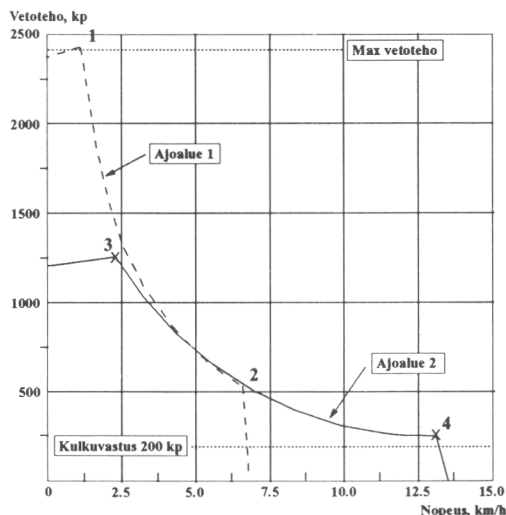
- Paavilainen, E. & Tiihonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951-1984. Peatland forests in Finland in 1951-1984. *Folia Forestalia* 714. 29 s.
- Pontus-telamaasturi. Käyttö- ja huolto-ohjeet. Pellonpaja Oy. 34 s.
- Sirén, M. 1994. Keinot pitää kasvatusmetsät terveinä puunkorjuun yhteydessä. Teoksessa (toim. Simo Hannelius): Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 75-81.
- Soil, tree, machine interactions -interactive workshop and seminar. 1994. Feldafing, Federal Republic of Germany, 4-8 July. EU, ECE, IUFRO Division P3.08, FAO, ILO.
- Takalo, S. 1987. Pientelamaasturi puutavaran kuormajuonossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 36-50.
- & Väyrynen, S. 1982. Terri-telamaasturi puutavaran maastokuljetuksessa. Terri light crawler in timber transport. *Folia Forestalia* 538. 21 s.
- & Myllymäki, T. 1984. Honda-puutarhatraktori kuormajuonossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 161. 34 s.
- Valkonen, J. 1993. Metsänomistajan tekemän metsätyön kustannuslaskenta. Työtehoseuran julkaisuja 331. 50 s.
- Vasander, H. & Lindholm, T. 1985. Männynversosyöpätuhot Laaviosuon jatkolannoituskoalueella. Damage caused by Pine die-back (*Ascocalyx abietina*) on refertilization trial plots on Laaviosuo, Lammi, southern Finland. *Suo* 36(4-5): 85-94.



## Koneen vetoteho- ja ajonopeuslaskelmat

## PONTUS-TELAMAASTURI

Moottorityyppi	MCR 03-215
Hydraulimoottorin kiero-tilavuus (cm <sup>3</sup> )	107,50
Hydraulimoottorien lukumäärä	4
Polttimoottorin teho (kW)	16
Polttimoottorin kierrosnopeus (rpm)	3000
Renkaan vierintäsäde (mm)	135
Kokonaispaino (kg)	2000
Pumpun kiero-tilavuus (cm <sup>3</sup> )	19
Pumppujen lukumäärä	2
Painetaso (bar)	302
Maksimi tuotto (l/min)	114



1. AJOALUE, VIERITÄVASTUS 10% KOKONAISPAINOSTA

AJONOEUS km/h	KIERROSLUKU 1/min	TUOTTO l/min	PAINES bar	VETOVOIMA N	F/G %
0,0	0	0	302	20177	51
0,3	6	6	302	23689	60
0,6	13	12	302	23951	61
1,0	19	18	302	24126	61
1,3	25	23	302	24273	62
1,6	32	29	263	20808	53
1,9	38	35	221	16848	43
2,3	45	40	190	13970	36
2,6	51	46	166	11788	30
2,9	57	52	148	10079	26
3,2	64	57	134	8704	22
3,6	70	63	122	7575	19
3,9	76	69	112	6629	17
4,2	83	74	103	5827	15
4,5	89	80	96	5137	13
4,9	95	86	89	4537	12
5,2	102	91	84	4010	10
5,5	108	97	79	3544	9
5,8	115	102	75	3128	8
6,2	121	108	71	2755	7
6,5	127	114	67	2418	6

2. AJOALUE, VIERITÄVASTUS 10% KOKONAISPAINOSTA

AJONOEUS km/h	KIERROSLUKU 1/min	TUOTTO l/min	PAINES bar	VETOVOIMA N	F/G %
0,0	0	0	302	7135	36
0,7	13	6	302	10910	56
1,3	26	12	302	11233	57
2,0	38	17	302	11485	59
2,6	51	23	302	11696	60
3,3	64	29	266	10264	52
3,9	77	34	222	8331	42
4,5	89	40	191	6894	35
5,2	102	46	167	5788	30
5,9	115	51	149	4912	25
6,5	128	57	134	4201	21
7,2	140	63	122	3612	18
7,8	153	68	112	3118	16
8,5	166	74	103	2696	14
9,1	179	80	96	2334	12
9,8	192	85	90	2019	10
10,4	204	91	84	1744	9
11,1	217	97	79	1501	8
11,7	230	102	75	1286	7
12,4	243	108	71	1095	6
13,0	255	114	67	925	5

Koneen vetoteho/ajonopeus kuormattuna:

Ajoalue 1: ----- kokonaispaino 4 000 kg  
 Ajoalue 2: \_\_\_\_\_ " 2 000 kg

Laskennallisen vetotehon tarkistus suoritettiin mekaanisella Piab -voimannmittauslaitteella (jaottelu 20 kg). Mittaus tehtiin yhdestä telasta. Ajoalue 1 ja mittauspaine 280 bar.

Tulos: 580 kp (1 tela)  
 580 x 4(telaa) = 2320 kp

Vastaava laskennallinen tulos oli 2300 kp. Kahden eri mittaustavan välinen ero on merkityksetön. (Laskennat ja taulukot toimittivat Nestepaine Oy ja Pellon Paja Oy).

## Pontuksen käyttötuntilaskelma Suomessa.

### TAUSTATIEDOT

Hinta kuormainvarustuksessa	240 000	mk
Työmaa-aika	1 780	h/a
Käyttöaika (käyttöaste 85 %)	1 513	h/a
Tuntityöaika	267	h/a
Käyttöikä	4 500	h
Pitoaika	3,0	a
Polttoaineen kulutus	2,5	dm <sup>3</sup> /h
Hydrauliikkaöljyn kulutus	0,02	dm <sup>3</sup> /h
Voiteluaineen kulutus	0,05	dm <sup>3</sup> /h
Vuotuinen arvonalennusprosentti	22	%
Jäännösarvo	113 892	mk
Poistoarvo	126 108	mk
Korkoprosentti (vieras pääoma)	12,0	%

### Työkustannukset

#### Välittömät työkustannukset:

Urakkatyöpalkka	43,00 mk/h	1 513 h/a	65 059	mk/a
Tuntityöpalkka	32,77 mk/h	267 h/a	8 750	mk/a
Kylmäasennuslisä	2,00 mk/h	100 h/a	200	mk/a
Likaisentyönlisä	1,75 mk/h	267 h/a	467	mk/a
Yhteensä			74 476	mk/a

#### Välilliset työkustannukset:

sosiaalipalkka	29,73 %		22 142	mk/a
sosiaalimaksut	26,58 %		25 681	mk/a
Yhteensä			47 823	mk/a
Yhteensä välittömät + välilliset			122 299	mk/a

### MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

Polttoainekustannus (1,54 mk/l)	5 825	mk/a
Hydrauliikkaöljykustannus (10,00 mk/l)	303	mk/a
Voiteluainekustannus (2,60 mk/l)	197	mk/a
Korjaus- ja huoltokustannukset 60 % pääoman poistosta	25 222	mk/a
Kulkemiskorvaus 7 000 km/v (2 mk/km) sis. koneen siirrot	14 000	mk/a
Yhteensä	45 547	mk/a

### KIINTEÄT KUSTANNUKSET

Työkustannukset	122 299	mk/a
Pääoman poisto	42 036	mk/a
Pääoman korko 12,0 %	15 133	mk/a
Vakuutukset (palo, liikenne, varkaus, vastuu) 0,95 % koneen hankintahinnasta	2 280	mk/a

Oman auton käyttö, NMT-puhelin, kirjanpito, sähkö, vuokrat 13 500 mk/a

Yhteensä 240 795 mk/a  
Toiminnan riski 5 % 12 040 mk/a

**KOKONAISKUSTANNUKSET YHTEENSÄ 252 835 mk/a**

**KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUS 167 mk/h**

## **Kannuksen tutkimusasemalla ilmestyneet Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja-sarjan julkaisut:**

- N:o 98 Jyrki Hytönen 1983. Vaaka- ja pystyistutuksen vertailua pajunkasvatuksessa. Abstract: Comparison of horizontal and vertical planting of willow cuttings. 14 s.
- N:o 120 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 15.9.1983. 40 s.
- N:o 132 Ari Ferm ja Jyrki Hytönen 1984. Säilytyksen vaikutus kosteusnäytteeseen puun kuivamassan määrittämisessä. Abstract: Effect of sample storage in determination of tree dry mass. 16 s.
- N:o 163 Ari Ferm ja Jyrki Hytönen 1984. Vesipajun vesojen puuteknisiä ominaisuuksia. Abstract: On the technical properties of *Salix 'Aquatica'* sprouts. 20 s.
- N:o 206 Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 28.11.1985. Forest Research Day at Kannus 28.11.1985. 99 s.
- N:o 245 Jyrki Hytönen 1987. Lannoituksen vaikutus koripajun ravinnetilaan ja tuotokseen kahdella suonpohja-alueella. Summary: Effect of fertilization on the nutrient status and dry mass production of *Salix Viminalis* on two peat cut-away areas. 31 s.
- N:o 250 Metsäntutkimuspäivä Kokkolassa 13.3.1987. Metsäteknologian teemapäivä. 113 s.
- N:o 304 Ari Ferm (ed.) 1988. Proceedings of the IEA Task II meeting and workshop on cell culture and coppicing. In Oulu, Finland, August 24—29, 1987. 115 s.
- N:o 320 Ari Ferm, Jyrki Hytönen, Kimmo K. Kolari & Heikki Veijalainen 1988. Metsäpuiden kasvuhäiriöt turkistarhojen läheisyydessä. Sammandrag: Tillväxstörningar i skogsträd i närheten av pälsfamer. Abstract: Growth disturbances of forest trees close to fur farms. 77 s.
- N:o 322 Ari Ferm & Maire Ala-Pönttiö (toim.) 1989. Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1988. 96 s.
- N:o 329 Esa Heino 1989. Suomalainen pajukirjallisuus. Finnish bibliography on willow. 30 s.
- N:o 346 Juha Nurmi & Keijo Polet (ed.) 1990. Measurement and evaluation of wood fuel. Proceedings of the IEA/BE TASK VI Activity 5 Workshop in Jyväskylä, Finland. October 25-27, 1989. 64 s.
- N:o 348 Ari Ferm 1990. Coppicing, aboveground woody biomass production and nutritional aspects of birch with specific reference to *Betula pubescens*. 35 s.+osajulkaisut.
- N:o 374 Ari Ferm ja Esa Heino (toim.) 1991. Keski-Pohjanmaa — Nouseva metsämaakunta. Metsäntutkimuspäivä Ylivieskassa 14.6.1990. 43 s.
- N:o 391 Ari Ferm ja Keijo Polet (toim.) 1991. Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Developing methods for afforestation of fields. Interim report. 120 s.
- N:o 401 Risto Lauhanen 1992. PATU M 100-kaivuri metsäojituksessa. Abstract: PATU M 100 excavator in forest drainage. 23 s.
- N:o 409 Risto Lauhanen 1992. Kunnostusojituksen ongelmat ja tutkimustarpeet. Abstract: Ditch network maintenance, its problems and research needs. 45 s.
- N:o 457 Kristian Karlsson (red.) 1993. Skogsforskningsdag i Vörå 1992 — Metsäntutkimuspäivä Vöyrissä 1992. 47 s.
- N:o 458 Risto Lauhanen & Tero Takalo 1993. Yksitelainen LA-MA 10-kaivuri metsäojien perkauksessa. Abstract: LA-MA 10 single track backhoe in forest ditch cleaning. 20 s.
- N:o 463 Ari Ferm, Jyrki Hytönen, Katri Koski, Seppo Vihanta & Olavi Kohal. Peltojen metsitysmenetelmät. Kenttäkokeiden esittely ja metsitysten kehitys kolmen ensimmäisen vuoden aikana. 127 s.
- N:o 540 Jyrki Hytönen & Keijo Polet (toim.) 1994. Metsäntutkimuspäivä Kälviällä 1994.
- N:o 544 Sauli Takalo, Tero Takalo & Risto Lauhanen 1995. Pontus-pientelamaasturi harvennuspuun metsäkuljetuksessa erällä työmaalla.
- N:o 545 Sauli Takalo 1995. Mäntyöljyn mahdollisuudet poltto- ja voiteluaineena.



Kannus 1995  
ISBN 951-40-1427-8  
ISSN 0358-4283  
KP Paino, Kokkola 1995