

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA

207

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO
METSÄTYÖTIEEN TUTKIMUSSUUNTA



TIMO HEIKKA

MERI TRACKMO -TELATRAKTORI
SUOPUUSTON HARVENNUKSESSA

HELSINKI 1985

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 207

Metsäteknologian tutkimusosasto

Metsätyötieteen tutkimussuunta

TIMO HEIKKA

MERI TRACKMO -TELATRAKTORI SUOPUUSTON HARVENNUKSESSA

Helsinki 1985

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. MERI TRACKMO-TELATRAKTORI	6
3. TUTKIMUSTULOKSET	12
31. Korpikuusikon korjuu	12
311. Tutkimusolosuhteet	12
312. Tuotos ja työajan jakautuminen	13
32. Rämemännikön korjuu	16
321. Tutkimusolosuhteet	16
322. Tuotos ja työajan jakautuminen	16
33. Keskeytysten syyt	18
34. Korjuuvauriot	20
4. VERTAILU METSÄ- JA MAATALOUSTRAKTOREIHIN	24
41. Ajanmenekki	24
42. Kustannukset	28
5. TELATRAKTORIN JATKOKEHITTELY	31
6. YHTEENVETO	34
KIRJALLISUUS	38
LIITTEET	39

ISBN 951-40-0901-0

ISSN 0358-4283

Helsinki 1985. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Turvemaiden metsät muodostavat noin kolmanneksen metsätalouden maan pinta-alasta. Tästä 9,4 milj. hehtaarin alasta on vajaa puolet ojitettu (Metsätilastollinen vuosikirja 1983). Vilkkaimmillaan uudisojitukset olivat 1950- ja 1960-luvuilla. Kiristyneiden ojituskelpoisuusvaatimusten ja suojelualuevarausten vuoksi toiminnan painopiste on siirtynyt jo ojitettujen soiden metsien hoitoon. Tämä merkitsee lähitulevaisuudessa turvemailta korjattavien puumäärien huomattavaa kasvua nykyisestä 5 milj. kuutiometristä vuodessa.

Ensi vaiheessa puuta korjataan lähinnä harvennushakkuuolosuhteissa. Lähikuljetusta haittaavat sulan maan aikaisen huonon kantavuuden ja ojaverkoston lisäksi näin ollen myös kivennäismailta tutut harvennusten korjuutekniset ongelmat: poistettavien runkojen pieni koko, pinta-alaan nähden pienet kertymät sekä kasvamaan jätettävän puuston vaurioituminen. Turvemailla näiden tekijöiden merkitys on vielä kivennäismaitakin suurempi. Etenkin suopuuston pinnallisen juuriston ja pehmeän maaperän vuoksi leikkautuvat juuret helposti poikki syviä uria tekevän koneen alla.

Jo tällä hetkellä jää metsänhoidollisin perustein tarpeellisiksi katsotuista harvennushakkuista osa tekemättä. Vuotuisen harvennustarpeen on arvioitu olevan vuonna 2000 kaikkiaan 400 000 - 500 000 hehtaaria. Jotta urakasta selvittäisiin edes tyydyttävästi näköpiirissä olevilla korjuuresursseilla, on puuta korjattava ympärivuotisesti myös suometsistä.

Metsähallituksen soiden metsätalouskäyttö -projektin yhteenvedossa (1984) todetaan, että "soiden heikon kantavuuden sekä puuston juuriston vaurioriskin vuoksi maastokuljetus voidaan toteuttaa yleensä vain silloin, kun maa on roudassa ja lumen peittämä. Etenkin Etelä-Suomessa voi sääoloista johtua, että maastokuljetuskausi jää hyvin lyhyeksi. Metsäkuljetusten kasaantuminen lyhyeen talvikauteen onkin suometsien puunkorjuun pahimpia tämänhetken ongelmia".

Perinteisen pyörätraktorin kulkukelpoisuutta on kyllä viime vuosina saatu huomattavasti parannettua pienentämällä koneen omaa painoa ja kehittämällä telejä, renkaita ja te-loja. Tämän lisäksi tarvitaan kuitenkin nimenomaan suo-olo-suhteisiin suunniteltuja erikoiskoneita suopuuston lähikuljetuksiin.

Sotkamolainen Suokone Oy aloitti kumimattoisen, maataloustraktorin pyörien tilalle asennettavan telaston kehityksen vuoden 1981 runsaiden sateiden jälkeen, jolloin suovarusteiset pyörätraktorit eivät kyenneet turvesoilla liikkumaan. Loppuvuodesta 1982 yhtiö ryhtyi yhteistyöhön Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston kanssa kehittämään vastaavalla telastolla varustettua perävaunullista traktoria suopuun metsäkuljetukseen tavoitteena erityisesti soilta saatavan pienikokoisen harvennuspuun hyödyntäminen. Metsäntutkimuslaitoksessa työ liittyy toisaalta puun energiakäyttöä edistävään PERA-projektiin sekä toisaalta suopuun korjuumenetelmien tutkimus- ja kehittämisprojektiin.

Ensimmäinen prototyyppi rakennettiin Fiat-maataloustraktorista. Se osallistui hyvällä menestyksellä kevättalveilla 1984 Metsäntutkimuslaitoksen yhdessä Metsähallituksen kehittämisjaoston ja Veitsiluoto Oy:n metsäosaston kanssa järjestämiin lumessakulkukokeisiin (Sirén 1984b). Toinen prototyyppi rakennettiin yhteispohjoismaisesta Volvo BM Valmet -maataloustraktorista. Käsillä olevan julkaisun tulokset perustuvat tästä yksiköstä kesäaikana turvemailla tehtyihin tutkimuksiin.

Tutkimukset tehtiin kesä-heinäkuussa 1984 Kajaani Oy:n työmailla Mieslahdella. MH Turkka Jämsén ja metsäteknikko Lauri Kempainen Kajaani Oy:stä sekä toimitusjohtaja Sauli Meriläinen Suokone Oy:stä edesauttoivat tutkimuksen valmistelua ja suoritusta. Telatraktori oli valmistajan omistuksessa ja sitä ajoi Kajaani Oy:n metsäkoneenkuljettaja. Aikatutkimusaineiston keräsi metsätyönjohtaja Kari Kautto Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalta.

Professori Pentti Hakkila luki käsikirjoituksen ja teki siihen parannusehdotuksia. Osan piirroksista teki Leena Muronranta ja puhtaaksikirjoituksesta huolehtivat Aune Rytönen ja Raija Siekinen.

2. MERI TRACKMO -TELATRAKTORI

Tutkimuksen telatraktorin on valmistanut Suokone Oy, jonka päätuotteita ovat palaturpeen tuotantoon tarkoitettut koneet ja laitteet. Seuraavassa esitetään teknisiä tietoja koko yksiköstä, peruskoneesta, telastosta, perävaunusta ja kuormaimesta.

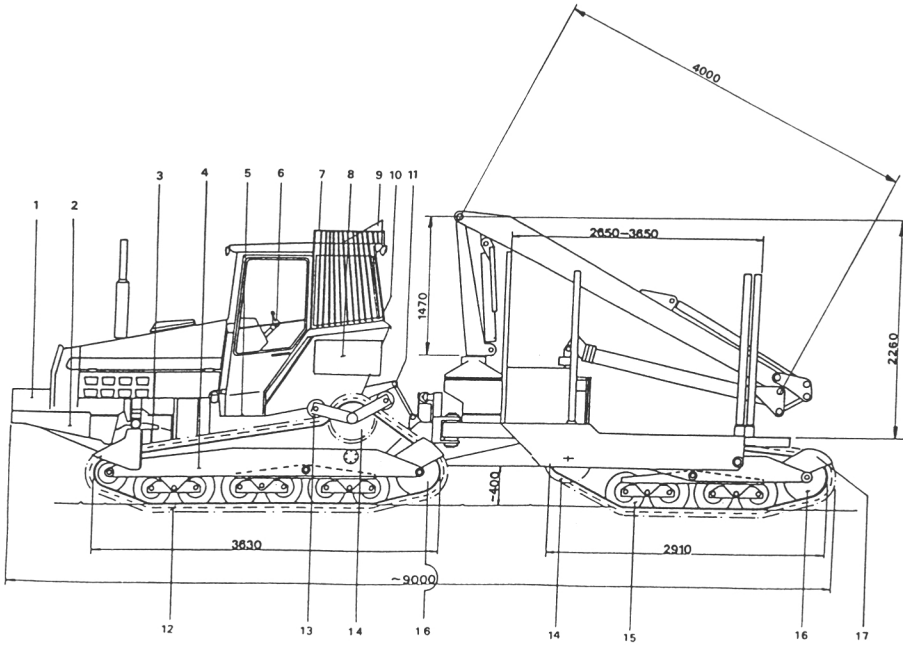
Koneen mitat:

Pituus:	8 000 mm
Leveys:	2 500 mm
Korkeus:	3 100 mm
Maaavara:	400 mm
Omapaino:	12 900 kg
Kantavuus:	9 000 kg

Peruskone:

Periaatteessa telasto saadaan sopimaan mihin maataloustraktoriin tahansa. Ensimmäisen prototyypin peruskone oli järeä, 114 kW:n Fiat 1580 DT -nelivetotraktori. Tutkitun toisen prototyypin (kuva 1) peruskone on yhteispohjoismainen Volvo BM Valmet 805-4 GL -nelivetotraktori. Moottori on 4-sylinterinen, turboahdettu, vesijäähdytteinen 4-tahtidiesel. Maksimiteho on 70 kW moottorin käyntinopeudella 2100 r/min.

Moottorin suurin vääntömomentti 370 Nm saadaan jo alle 1400 r/min käyntinopeudella, mikä merkitsee hyvää sitkeyttä käytännön työssä. Pikavälityksen kanssa vaihteita on 16 eteen ja 8 taakse. DL-mallin ohjaamossa on kääntyvä kuljettajan istuin ja kaikissa 05-sarjan malleissa tasainen lattia, joista on etua metsäkäytössä. Vakiovarusteisena traktorin omapaino on 3 940 kg, josta 45 % on etuakselilla ja 55 % taka-akselilla.



Kuva 1. Meri Trackmo -telatraktorin yleisrakenne. Peruskoneena Volvo BM Valmet 805-4 GL -maataloustraktori.

Peruskoneeseen on tehty seuraavat lisävarustukset ja muutokset (numerointi sama kuin kuvassa 1):

1. Kaksoishydraulipumppu kuormaimen käyttöä varten.
2. Pohjapanssari.
3. Alennusvaihte, jolla nelivedon ulosoton voima välitetään perävaunun telastolle.
4. Telasto.
5. Tasainen lattia (kaikissa 05-malleissa).
6. Ohjauspyörän tilalle asennettu tartuntakahva.
7. Sivu- ja takaikkunoiden suojat.
8. Lokasuojan alle asennettu hydrauliöljysäiliö ja työkalulaatikko.
9. Kattoluukun tilalle vaihdettu korotus, jossa ikkuna näkyvyyden parantamiseksi kuormaimelle.
10. Venttiilipöytä ohjaamon takaosaan.
11. Nostovarret on poistettu. Nostolaitteilla siirretään painoa takatelastolta etutelastolle.

Telasto:

Telojen maata koskettavan osan pinta-ala on noin 9 m^2 , josta edessä 5 m^2 ja takana 4 m^2 . Telan leveys on takana 850 mm ja edessä 650 mm.

Koko telavarustuksen paino on noin 1 650 kg takana ja 2 600 kg edessä, josta telaston runkorakenteitten osuus takana on 450 kg ja edessä 1 250 kg. Tela muodostuu kahdesta rinnakkaisesta kumimatosta ja niitä yhdistävistä metallisista telalapuista.

Seuraavassa esitetään teknisiä tietoja telaston komponenteista. Suluissa olevat numerot vastaavat kuvan 1 numerointia.

1. Telamatto (12)

- materiaali		kudoskumi
- kangaskerroksia		4 kpl
- paksuus		14 mm
- vetolujuus		1600 N/mm ²
- maton leveys, takana		300 mm
edessä		200 mm
- maton kokonaispinta-ala, takana		8,76 m ²
edessä		6,80 m ²
- paino		15 kg/m ²
- kokonaispaino, takana		131 kg
edessä		102 kg

2. Telalappu

- materiaali		teräs
- paino, takana		5,3 kg
edessä		4,5 kg
- lukumäärä, takana		132 kpl
edessä		156 kpl
- yhteispaino, takana		700 kg
edessä		702 kg

3. Vastalappu

- materiaali		teräs
- paino, takana		0,4 kg
edessä		0,3 kg
- lukumäärä, takana		264 kpl
edessä		312 kpl
- yhteispaino, takana		106 kg
edessä		94 kg

4. Kiristyspyörä (13)

- materiaali, rengas		kumi
täyte		polyuretaanikumi
- ulkohalkaisija		250 mm
- leveys		86 mm
- paino vanteineen		10 kg
- lukumäärä, edessä		4 kpl
- yhteispaino		40 kg
- muiden etutelan kiristysrakenteiden yhteispaino		60 kg

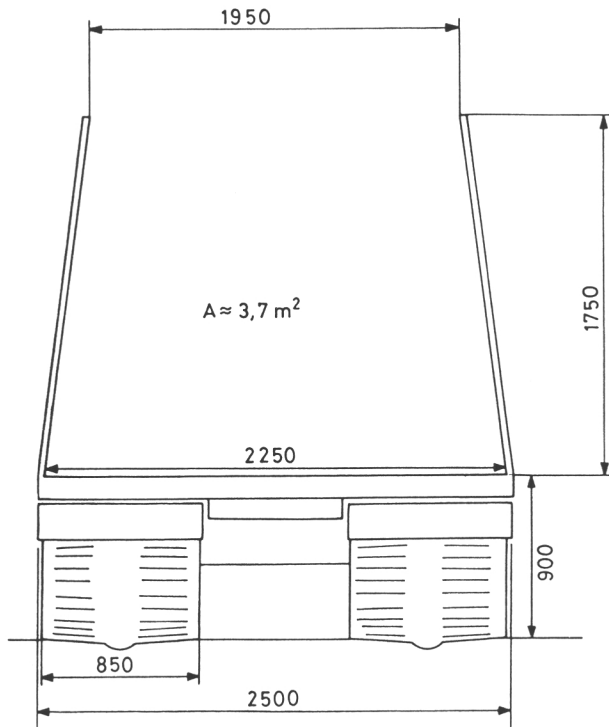
5. Vetopyörä (14)
- | | |
|-----------------------|------------|
| - materiaali | nylonmuovi |
| - hampaiden lukumäärä | 12 kpl |
| - ulkohalkaisija | 530 mm |
| - leveys | 70 mm |
| - paino | 14 kg |
| - lukumäärä, takana | 2 kpl |
| edessä | 2 kpl |
| - yhteispaino, takana | 28 kg |
| edessä | 28 kg |
6. Aputelipyörä (15) ja etutaittopyörä
- | | |
|-----------------------|------------------|
| - materiaali, rengas | kumi |
| täyte | polyuretaanikumi |
| - ulkohalkaisija | 500 mm |
| - leveys | 86 mm |
| - paino vanteineen | 19 kg |
| - lukumäärä, takana | 8 kpl |
| edessä | 14 + 2 kpl |
| - yhteispaino, takana | 152 kg |
| edessä | 266 kg |
7. Takataittopyörä (16)
- | | |
|-----------------------|------------|
| - materiaali | nylonmuovi |
| - ulkohalkaisija | 500 mm |
| - leveys | 70 mm |
| - paino | 15 kg |
| - lukumäärä, takana | 2 kpl |
| edessä | 2 kpl |
| - yhteispaino, takana | 30 kg |
| edessä | 30 kg |

Kaksinkertaisen telirakenteen ansiosta telasto on pituussuunnassakin joustava. Sivusuuntaista telan taipumista rajoittavat aputelien kohdalla vain niiden rungot. Taittopyörien kohdalla telamaton sivusuuntaisesta kallistumisesta ja siirtymisestä on haittaa. Tutkimuksessa mukana olleeseen koneeseen oli taittopyörien yläpuolelle asennettu telan ohjaimet (kuva 1, osa 17) ja alapuolelle kallistustuet telamaton pitämiseksi oikeassa linjassa taittumisen aikana.

Koneen alkuperäinen vetoakselisto on säilytetty muuttamattomana. Veto telastolle tulee omaperäisellä ratkaisulla, jossa telamatto painetaan kahden, toisiinsa nähden 135^o:een kulmassa olevan kiristyspyörän avulla nailonmuovisen vetopyörän ympärille. Ratkaisun ansiosta telamaton jännitys pysyy kumpaankin suuntaan ajettaessa halutun suuruisena.

Perävaunu:

Perävaunu on Suokoneen valmistama. Se on vetävä ja voima sille tuodaan peruskoneelta mekaanisesti. Kuormatila on suunniteltu vain yhden ison, kolmen metrin kuitupuunipun kuljetukseen. Tukkien ja pitkän kuitupuun kuljetusta varten perävaunussa on ulosvedettävä jatko-osa. Perävaunun ja traktorin väliin on asennettu hydraulinen runko-ohjaus. Takatelaston mataluuden vuoksi kuormatilan pohja on vain 90 cm:n korkeudella maasta. Kuormatilan (kuva 2) tasaisen, leveän pohjan ja mataluuden takia kone on melko vakaa myös

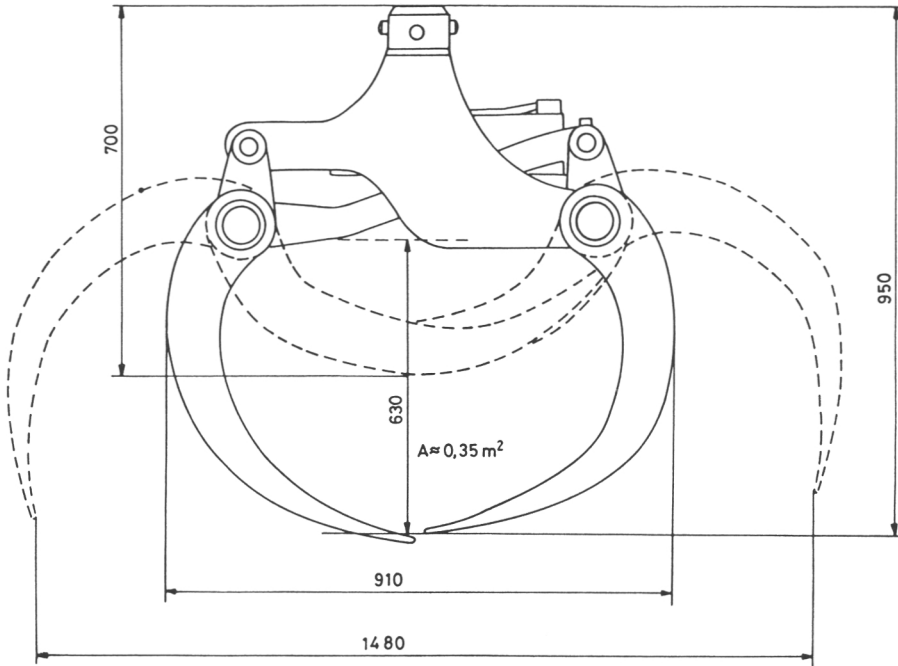


Kuva 2. Kuormatilan poikkileikkaus.

kuormattaessa. Kolmimetrisellä puutavaralla kuormatilan kehystilavuus on 11 m^3 ja viisimetrisellä $18,5 \text{ m}^3$. Perävaunun kokonaispaino on 4 300 kg.

Kuormain:

Pääosa perävaunuun sijoitetusta kuormaimesta, kuten pysty- ja keskipuomi, on valmistettu Suokone Oy:n tehtailla. Jatkopuomi on Marttiini-5000 "yletin". Kourana on Kuusilinnan Linna-kahmari malli 35 (kuva 3). Kuormainta käytetään mekaanisilla ohjausvivuilla, joista liukupuomin ja kourankäännön toiminnot ovat jalkakäyttöisiä. Muut toiminnot hoidetaan neljällä käsivivulla. Uusissa malleissa voidaan kuormainta käyttää myös sähköhydraulisella esiohjauksella.



Kuva 3. Linna Kahmari 35 -kouran mitat.

Varsinkin kuormaimen nelimetrinen, suora keskipuomi ja koura ovat järeitä. Kuormaimen paino on noin 1 500 kg. Seuraavassa luetellaan muita kuormaimen teknisiä tietoja.

Ulottuvuus (pystypuomin tyveltä):	9,5 m
Nostomomentti:	110 kNm
Kääntömomentti:	12 kNm ²
Pumppu (Hydreco kaksoispumppu): kierrostilavuus	75 cm ³
maksimipaine	175 bar
Kouran poikkipinta-ala (kärjet yhdessä):	0,35 m ²
Kouran suurin kärkiväli:	1 480 mm
Kouran suurin leveys:	480 mm
Kääntyvyys:	360°
Paino:	1 700 kg

3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Korpikuusikon korjuu

311. Tutkimusolosuhteet

Konetta ajoi molemmilla työmailla Kajaani Oy:n palveluksessa oleva metsäkoneenkuljettaja, jolla oli pääasiassa monitoimikoneiden käytöstä 8 vuoden työkokemus. Meri Trackmolla hän oli kuljettanut puutavaraa käytännön työmailla noin yhden kuukauden ajan ennen tutkimuksen aloittamista.

Ensimmäinen tutkimustyömaa oli korpikuusikon väljennyskohde. Puutavaraa ajettiin yhteensä 92,3 m³, jonka jakautuminen eri puutavaralajeihin näkyy taulukosta 1. Kajaani Oy:n vakinainen metsuri oli katkonut kuitupuun noin kolmetriseksi ja kasannut sen vyöhykkeelle itse valitsemansa ajouran varteen.

Taulukko 1. Kuljetetut puumäärät puutavaralajeittain, m³.

Työmaa	Kuitupuu			Tukkipuu		Yhteensä
	Mänty	Kuusi	Koivu m ³	Mänty	Kuusi	
Korpi	8,3	52,8	16,4	7,7	7,1	92,3
Räme	55,7	22,5	46,1	15,2	0,5	140,0
Yhteensä	64,0	75,3	62,5	22,9	7,6	232,3

Työnjälki oli yleisesti erittäin hyvää. Ainoastaan urien sijoittamisessa oli kuljettajan mielestä huomauttamista koealueeseen liittyneen pienen kivennäismaaharjanteen osalta, jossa ajourilla oli sivukaltevuutta paikoin jopa yli 10 astetta. Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksuissa käy-

tetyn maastoluokituksen kaltevuuden ohjearvot eivät III luokassakaan, joka määritellään vaikeaksi, hyväksy näin suuria sivukaltevuuksia. Suurin osa työmaalle sijoitetuista ajourista luokiteltiin normaalin, maastokelpoisen metsätraktorin kuormattuna-ajoa huomattavasti haittaavan upottavuuden perusteella maastoluokkaan III. Osan varastopaikalle johtaneesta urasta katsottiin upottavuudeltaan kuuluvan maastoluokkaan IV. Muita korjuuteknisiä tietoja leimikosta on seuraavassa asetelmassa.

Runkoluku harvennuksen jälkeen	473 kpl/ha
Runkoluvusta	
- kuusta	85 %
- koivua	14 %
- mäntyä	1 %
Hakkuukertymä	70 m ³ /ha
Ajouraväli	28 m
Sarkaleveys	40 m
Metsäkuljetuksen tiheysluokka	0
Kuljetusmatka	343 m

312. Tuotos ja työajan jakautuminen

Tukit ajettiin yhtä poikkeusta lukuunottamatta seka-kuormina yhdessä kuitupuun kanssa, minkä vuoksi tuotos- ja ajanmenekkitiedot kerättiin yhteisinä koko aineistolle. Keskimääräinen kuljetusmatka oli 343 metriä ja kuorman koko 7,1 m³. Osa kuormista ajettiin vajaina. Kuormaustaakan keskikoko oli 0,42 m³ ja niitä kertyi keskimäärin 17 kuormaa kohti. Purkutyön vastaavat arvot olivat 0,63 m³ ja 11 kappaletta. Ajouranvarsitiheys oli 19,60 m³/100 m ja kasan keskikoko 0,79 m³.



Kuva 4. Meri Trackmo koetyömaalla.



Kuva 5. Meri Trackmo talviolosuhteissa.

Varsinkin kehittelyvaiheessa oleville koneille on hyvä ilmoittaa myös tehotuntituotos, joka ei sisällä lainkaan keskeytyksiä. Meri Trackmolla se oli 10,4 m³. Käyttötuntituotos, jossa tehoajan lisäksi ovat mukana myös alle 15 minuutin keskeytykset (Nordisk avtale om... 1978), oli tällä työmaalla 9,7 m³.

Työskentelyajan jakautuminen eri työvaiheisiin ja keskeytyksiin selviää taulukosta 2. Käytetty jaottelu on melko karkea. Palstalle siirtymisen, kuormauksen, kuormausajon, kuormattuna-ajon ja purkamisen lisäksi erotettiin erilliseksi työvaiheeksi vain puiden järjestely sopivan kuormaus- taakan aikaansaamiseksi.

Tällä työmaalla saavutettuja ajonopeuksia hidasti kivinen avohakkuualue, joka jouduttiin ylittämään varastolle ajettaessa.

Taulukko 2. Ajanmenekin jakautuminen korvessa.
Lähikuljetusmatka 343 m.

Työvaihe	Osuus käyttöajasta, %
Siirtyminen palstalle	24,3
Kuormaus	24,2
Kasakohtainen järjestely	2,3
Kuormausajo	18,0
Kuormattuna ajo	11,1
Purkaminen	13,6
Keskeytykset	6,5
Yhteensä	100,0

32. Rämemännikön korjuu

321. Tutkimusolosuhteet

Toinen koetyömaa sijaitsi ojitetulla rämeellä. Puuta ajettiin tutkimuksen aikana 140 m^3 , jonka tavaralajeittainen jaottelu käy selville taulukosta 1. Kantavuuden suhteen leimikko kuului metsätraktorikuljetusmaksujen maastoluokkaan III. Hakkuumenetelmä oli sama kuin ensimmäiselläkin työmaalla: kuitupuu katkottiin noin kolmimetriseksi ja kasattiin vyöhykkeelle ajouran varteen. Hakkuujälki oli ammattitaitoisen metsurin tekemänä erittäin hyvää. Koneen kuljettaja oli tyytyväinen kasojen ja urien sijoitteluun.

Seuraavassa on lueteltu leimikkotunnuksia.

Runkoluku harvennuksen jälkeen	767 kpl/ha
Runkoluvusta	
- mäntyä	85 %
- kuusta	13 %
- koivua	2 %
Hakkuukertymä	$117 \text{ m}^3/\text{ha}$
Ajouraväli	30 m
Sarkaleveys	40 m
Metsäkuljetuksen tiheysluokka	0
Kuljetusmatka	420 m

322. Tuotos ja työajan jakautuminen

Rämeellä keskimääräinen kuorman koko oli $5,8 \text{ m}^3$. Kuormaustaakkoja, joiden keskikoko oli $0,27 \text{ m}^3$, kertyi kuormaa kohti 22. Kuorman purkamiseen tarvittiin keskimäärin 11 taakkaa, joiden keskikooksi tuli $0,52 \text{ m}^3$. Leimikon ajouranvarsitiheys oli hyvä: $35,14 \text{ m}^3/100 \text{ m}$. Kasojen keskikoko oli $0,42 \text{ m}^3$.

Vaikka keskimääräinen kasan koko oli pieni ja kuljetusmatka melko pitkä, oli tuotos suuren hakkuukertymän vuoksi hyvä. Tehotuntituotos oli $9,4 \text{ m}^3$ ja käyttötuntituotos $9,0 \text{ m}^3$.

Keskeytysten osuus laski jonkin verran ensimmäiseen työmaahan verrattuna. Muiden työvaiheiden osuudet käyvät selville taulukosta 3.

Taulukko 3. Ajanmenekin jakautuminen rämeellä. Lähikuljetusmatka 420 m.

Työvaihe	Osuus käyttöajasta, %
Siirtyminen palstalle	20,8
Kuormaus	28,9
Kasakohtainen järjestely	1,7
Kuormausajo	18,0
Kuormattuna ajo	11,5
Purkaminen	15,0
Keskeytykset	4,1
Yhteensä	100,0

Vaikka kuljetusmatka oli pidempi kuin kuusikon väljenyksessä, olivat ajoaikojen osuudet lähes samansuuruisia kuin edellisellä työmaalla. Tyhjänäajon osuus jopa laski. Tähän vaikutti se, että kuljetusmatkasta suurin osa saatiin ajaa pehmeällä suomaalla ja varastoa lähinnä oleva, lyhyt osuus varsitiellä.

Koko aineistossa kului käyttöajasta noin 48 - 50 % palstalle siirtymiseen ja kuormaukseen. Vain runsas kymmenesosa ajasta käytettiin kuormattuna-ajoon vaikka kuljetusmatkat varastolle olivatkin suhteellisen pitkiä. Vertailu muihin konetyyppeihin luvussa 4 osoittaa, että esimerkiksi

kuormaimen käytön ajanmenekki yksikköä kohti on kilpailukykyinen suuresta suhteellisesta ajanmenekistä huolimatta.

33. Keskeytysten syyt

Lyhyiden, alle 15 minuutin pituisten keskeytysten syyt on jaoteltu taulukossa 4. Itse työntutkimuksen aikana ei pitempiä, työhön liittyviä keskeytyksiä tullut. Ennen tutkimuksen aloittamista, konetta ensimmäiselle palstalle siirrettäessä, vaurioitui etutelaston takimmaisen taittopyörän yläpuolinen ohjain (kuva 1, osa 17) kivikon ja sivukaltevuuden vuoksi niin pahoin, että korjaukseen kului useita tunteja.

Taulukko 4. Käyttöaikaan luettujen alle 15 minuutin pituisten keskeytysten syyt koko aineistossa.

Keskeytyksen syy		cmin	%
Pienet korjaukset ja huollot		5167	70
telasto	2389	32	
kuormain	1948	27	
muu	830	11	
Kiinnijuuttumiset (kivet, kannot ym.)		816	11
Huono työmaan suunnittelu (liian suuri sivukaltevuus ym.)		1383	19
Yhteensä		7366	100

Aikatutkimuksessa kirjatuista keskeytyksistä 70 % oli pienehköjä korjauksia ja huoltoja, joista lähes puolet käytettiin telaston, noin kaksi viidesosaa kuormaimen ja vajaa viidennes muiden komponenttien kunnossapitoon. Kiinnijuuttumisia (11 % alle 15 minuutin keskeytyksistä) aiheutui

eniten alhaalla sijaitsevan vetoakselin suojuksen osuessa kiviin ja kantoihin. Myöhemmin osan muotoilua ja pituutta on muutettu ja ongelma on poistunut.

Kaikki liian suuresta sivukaltevuudesta aiheutuneet keskeytykset sattuivat ensimmäisellä työmaalla, edellä luvussa 311 mainituista syistä. Kuljettajan oli tällöin keskeytettävä ajo ja valittava hakatuista ajourista poikkeava ajoreitti.

Kahalan (1979) seuranta-aineistossa oli keskikokoisella kuormatraktorilla alle 15 minuutin keskeytysten osuus käyttäjistä 4,7 %. Näistä yli puolet kertyi kuljettajan henkilökohtaisista keskeytyksistä ja vain vajaa puolet - 2,2 % käyttäjistä - huollosta, korjauksista, kiinnijuuttumisista ja muista työkeskeytyksistä. Tässä tutkimuksessa ei kuljettaja pitänyt lainkaan alle 15 minuutin pituisia henkilökohtaisia taukoja, joten pelkkien teknisten- ja työkeskeytysten osuus oli tavanomaisiin metsätraktoreihin verrattuna 2-3-kertainen.

Sirénin (1984a) aikatutkimuksessa vaihteli 8-pyöräisen Norcar-harvennustraktorin vastaavien keskeytysten osuus harvennuksen 3,1 prosentista avohakkuun 4,5 prosenttiin. Keskeytysten syitä ei ole eritelty, mutta lukuun sisältyy myös kuljettajan henkilökohtaisia keskeytyksiä.

Meri Trackmon prototyypin teknisten keskeytysten vaatimaa käyttöaikaa voitaneen siis pitää suurehkona. Var-

sinkin telaston osalta kone olikin tutkimuksen ajankohtana vielä kehittelyvaiheessa.

34. Korjuuvauriot

Kasvamaan jätettävän puuston vaurioitumista selvitetiin käytännön syistä vain toisella, mäntyvaltaisella työmaalla. Etenkin kivennäismailla kuuselle syntyy paljon helpommin juuri- ja juurenniskan vaurioita kuin männylle. Toisaalta esimerkiksi Heikuraisen (1955) mukaan rämemännikön juuristot ovat erittäin pinnallisia: alle 5 cm:n syvyydessä olevassa pintakerroksessa juuria on noin 70 % ja alle 10 cm:n syvyydessä yli 90 % juuriston kokonaismäärästä.

Inventoidun alueen koko oli 0,5 ha. Turvekerros oli koko tällä alueella yli 130 cm paksu. Kun kaikkien kuljetuksessa vaurioituneiden puiden osuus hakkuun jälkeisestä runkoluvusta laskettiin, saatiin vaurioprosentiksi 3,7. Vaurioituneista puista 86 % oli saanut kolhun runkoon ja 14 %:lla vaurio oli juuristossa. Juurenniskan vaurioita ei löydetty.

Vaurion kohteen lisäksi ilmoitetaan yleensä myös niiden laatu seuraavan luokituksen mukaisesti:

Pintavaurio: kuorta irronnut, puuaines vahingoittumaton.

Syvävaurio: kuorta irronnut, puuaines vahingoittunut.

Katkojuuri: juuri on katkennut.

Paria runkovauriota lukuunottamatta kaikki vauriot olivat pintavaurioita. Merkillepantavaa on erityisesti se, ettei katkenneita juuria pehmeästä suopohjasta huolimatta löytynyt. Runkovaurioista 75 % oli kuormaimen aiheuttamia ja 25 % koneen rungon tai telaston aiheuttamia. Runkovaurioista 83 % oli kooltaan alle ja 17 % yli 150 cm².

Vaurioiden etäisyys ajouran keskipisteestä oli keskimäärin 413 cm. Runkovaurioiden keskimääräinen etäisyys juurenkasta oli 137 cm ja juurivaurioiden 70 cm.

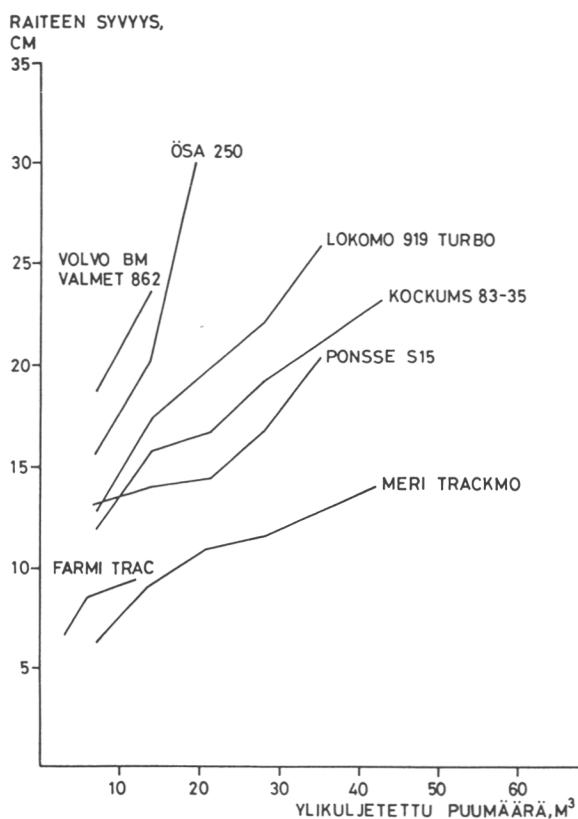
Sirénin (1981) harvennuspuun metsäkuljetuksessa syntyviä puustovaurioita selvitellessä tutkimuksessa, jossa oli mukana sekä kivennäismaiden että turvemaiden metsiköitä, vaurioitui touko-elokuun aikana korjatuissa maataloustraktorileimikoissa keskimäärin 3,4 % jäävästä puustosta ja metsätraktoriyömailla vastaavasti 1,2 %. Meri Trackmon rämeellä aiheuttamat puustovauriot ovat siis vaurioprosenttina ilmaistuna hieman korkeampia kuin kesäaikaisessa lähikuljetuksessa keskimäärin, mutta työmaan heikkoon kantavuuteen nähden ero on kuitenkin vähäinen.

Pelkkiä vaurioprosentteja vertailemalla ei voida saada täyttä käsitystä konetyyppien välisistä eroista, varsinkaan kun tämän tutkimuksen vaurioprosentti perustuu vain yhden työmaan inventointiin. Muutenkin korjuuolosuhteiden tavaton vaihtelu ja kuljettajien väliset erot työn laadussa tekevät vertailun vaikeaksi. Esimerkiksi jäävän puuston runkoluku hehtaarilla, ajourien leveys ja niiden sijoittelu maastoon sekä ennen kaikkea maapohjan kantavuus vaikuttavat suuresti

vaurioiden syntyyn. Toisaalta ajouraleveyden yksiselitteinen mittaaminen, johon on kehitetty useampia menetelmiä, on vaikeata tiheydeltään erilaisissa metsiköissä.

Kun on kyse turvemaiden erikoiskoneesta, on tärkein havainto juurivaurioiden pieni osuus ja katkojuurien puuttuminen kokonaan. Telaston todellinen pintapaine on siis alhainen. Peräti kolme neljäsosaa kaikista vaurioista on syntynyt kuormauksessa. Kuormain ja varsinkin sen suora, yhtenäinen keskipuomi (ks. kuva 1) on järeä tämän kokoluokan koneelle. Tutkimuksen koneessa, jota voidaan pitää vielä prototyypinä, käytettiin kuormainta kahdella jalkavivulla (liukupuomi ja kourankääntö) ja neljällä käsivivulla. Kuormaimen käyttöä hankaloitti kaksivipuohjauksen puuttumisen lisäksi vielä se, ettei koneessa voitu käyttää jalkakaasua taaksepäin istuttaessa. Kuljettajan mukaan kuormausta haittasi myös huono näkyvyys kuormaimelle. Ohjaamon takaosaan tehty ikkunallinen katonkorotus (kuva 1, osa 9) ei tätä haittaa kokonaan poistanut.

Johdannossa mainittu lumessakulkukoe kuuluu metsäkoineiden maastokelpoisuustutkimukseen, jonka toinen osa käsittelee raiteenmuodostusta turvemaan pakettipellolla selvittelevän kokeen sekä käytännön puunajoa jäljittelevän kokeen ensiharvennusvaiheessa olevalla, ojitetulla rämeellä elokuussa 1984. Kuva 6 on tehty yhdistämällä kokeessa mukana olleita eri kokoluokan koneita samalle asteikolle Sirénin (1984b) ennakkotulosten perusteella. Toinen tela-ajoneuvo Meri Trackmon lisäksi kuviossa on Farmi Trac, jonka omapaino on vain 3,2 tonnia ja kantavuus 2,5 tonnia. Kaikki muut ko-



Kuva 6. Raiteenmuodostus rämeellä (Sirén 1984b)

neet ovat erilaisessa rengas- ja telavarustuksessa olevia pyörätraktoreita.

Tela-ajoneuvojen raiteenmuodostus on vähäistä pyöräkooneisiin verrattuna. Meri Trackmon synnyttämän uran syvyys oli vain 13 cm vielä 40 puukuutiometrin (vastaten n. 35 - 36 tonnia) ylikuljetuksen jälkeenkin. Mainitun puumäärän kuljettamiseksi koalueella Meri Trackmo ajoi kaikkiaan 12 kertaa samaa 85 metrin pituista uraa pitkin. Puolet

ajokerroista ajettiin noin 7 kuutiometrin kuormalla ja puolet tyhjänä. Esimerkiksi kaksilla teloilla varustetun, 8-pyöräisen Lokomo 919 Turbon synnyttämät raiteet olivat Meri Trackmoon verrattuina syvyydeltään yli kaksinkertaiset.

Kone ei myöskään riko mainittavasti oja-profiilia. Ensimmäisellä tutkimustyömaalla ajettiin täydellä kuormalla viisi kertaa 70 cm syvän ojan yli. Ojan pohjalla oli 15 cm vettä. Veden virtaus ei ajamisesta häiriintynyt.

4. VERTAILU METSÄ- JA MAATALOUSTRAKTOREIHIN

4.1. Ajanmenekki

Käsitteiden vaihtelu tutkimusten välillä vaikeuttaa suhteellisten kokonaisajanmenekkien suoraa vertailua. Tämän vuoksi seuraavassa on laskettu koko tutkimusaineistosta tärkeimpien työvaiheiden ajanmenekit kuutiometrikohtaisina ja verrattu niitä aiempiin tutkimuksiin.

Taulukossa 5 esitetyt maataloustraktoreiden kuormauksen ja purkamisen ajanmenekit perustuvat Mikkosen (1984) aika-tutkimukseen ja varsinaisten metsätraktoreiden tiedot ovat peräisin Kahalan (1979) seurantatutkimuksesta. Koska tässä tutkimuksessa osittain sekakuormina ajetusta puumäärästä 87 % oli 3-metristä kuitupuuta ja loput tukkia, on ajanmenekkiä verrattu muiden konetyyppien 3-metrisen kuitupuun ajon ajanmenekkiin.

Taulukko 5. Kuormauksen ja purkamisen ajanmenekki koko aineistossa verrattuna maatalous- ja kuormatraktoreihin 3-metristä kuitupuuta käsiteltäessä.

Traktorityyppi	Kuormaus Ajanmenekki, min/m ³	Purkamisen
Maataloustraktorit, 1)		
Kevyet	3,23	2,27
Keskikokoiset	2,72	1,56
Suuret	2,19	1,55
Meri Trackmo, 3)	1,88	0,94
Keskikokoinen kuormatraktori, 2)	1,96	1,00
Suuri kuormatraktori, 2)	1,69	0,90

1) Mikkonen 1984

2) Kahala 1979

3) ajo sekakuormina, aineistosta 87 % 3-metristä kuitua.

Molemmissa vertailun kohteena olevissa tutkimuksissa oli mukana sekä harvennus- että avohakkuuta. Kahalan (1979) tutkimuksessa harvennushakkuuolosuhteet hidastivat kuormausta avohakkuuseen verrattuna 14 - 29 %. Mikkosen (1984) maataloustraktoritutkimuksessa harvennuksen hidastava vaikutus oli vain 2 - 3 %. Metsätraktoreilla tukin ja kuitupuun kuormausajanmenekit eivät olennaisesti poikenneet toisistaan tätä tutkimusta vastaavissa olosuhteissa. Maataloustraktoreilla tukin kuormaus oli selvästi nopeampaa ainoastaan suurimmassa kokoluokassa.

Koska harvennusolosuhteet yleisesti näyttävät hidastavan kuormausta ja toisaalta tukin kuormaus on vain yhdellä koneluokalla selvästi kuitupuun kuormausta nopeampaa, voitaneen Meri Trackmon aineistoa, johon ei sisälly avohakkuuta ja jossa osa kuormista oli tukkien ja kuitupuun sekakuormia,

vertailla em. tutkimuksiin yliarvioimatta koneen suorituskykyä.

Kuormaus sujui tutkimustyömaalla huomattavasti nopeammin kuin vertailun maataloustraktoreilla ja jopa nopeammin kuin 1970-luvun lopun keskiraskailla metsätraktoreilla. Purkamisen ja kuormaus sujuivat kuormattua yksikköä kohti jopa yhtä nopeasti kuin suurimmilla kuormatraktoreilla. Tämä johtuu jo edellä esille tulleesta kuormaimen järeydestä sekä peruskoneen, Volvo BM Valmetin, muita maataloustraktoreita paremmin metsäajoon sopivasta ohjaamosta, jossa on kääntyvä kuljettajan istuin ja tasainen lattia.

Kuormaimen nostokyvystä ja etenkin kouran koosta saa käsityksen vertailemalla purkamistaakan keskikokoaa Kahalan (1979) tutkimuksen ison kuormatraktorin vastaavaan 3-metrillä havukuitupuuta kuormattaessa: isolla kuormatraktorilla keskikoko oli $0,43 \text{ m}^3$ ja tämän tutkimuksen kahdella työmaalla peräti $0,63$ ja $0,52 \text{ m}^3$.

Taulukossa 6 olevat kuormatraktoreiden ajonopeudet on otettu Kahalan (1979) tutkimuksesta 300 metrin ajomatkalta. Ajonopeuksia tarkasteltaessa kiinnittyy huomio ensimmäisenä Meri Trackmon muita traktoreita suurempaan kuormattuna-ajonopeuteen pehmeästä turvemaapohjasta huolimatta. Koneen nopeus tyhjänä palstalle siirryttäessä oli jonkin verran kuormausajonopeutta alhaisempi, päinvastoin kuin varsinaisilla metsätraktoreilla. Tähän saattaa vaikuttaa telaston rakenne, joka aiheuttaa melko voimakasta tärinää suurella nopeudella ilman kuormaa ajettaessa.

Taulukko 6. Ajonopeudet koko aineistossa verrattuna maatalous- ja kuormatraktoreihin maastoluokassa II.

Traktorityyppi	Tyhjänä- ajo	Kuormaus- ajo m/min	Kuormat- tuna-ajo
Maataloustraktorit, 1)	38	18	39
Meri Trackmo	42	31	45
Keskikokoinen kuormatraktori, 2)	49	31	42
Suuri kuormatraktori, 2)	51	34	42

1) Mikkonen 1984 (Koko aineisto keskimäärin).

2) Kahala 1979

Kun pyöräkone varustetaan teloilla, on sen ajonopeus hyvissä olosuhteissa yleensä telatonta konetta selvästi hitaampi. Tämä johtuu suurelta osin telan ja pyörän erilaisesta pyörimisnopeudesta, joka aiheuttaa tehohäviöitä. Todennäköisesti Meri Trackmon maastossa saavuttama ajonopeus onkin suurempi kuin saman peruskoneen pyöräversion olisi, jos se varustettaisiin tavanomaisilla pyörien päälle asennettavilla teloilla.

Pyörivän istuimen tuoma etu maataloustraktoreihin verrattuna näkyy selvästi kuormausajonopeudessa, joka Meri Trackmolla on sama kuin keskikokoisilla kuormatraktoreilla. Toisaalta mekaanisen vaihteiston ja voimansiirron voisi olettaa synnyttävän eroja kuormausajonopeuteen hydrostaattisella ja hydrodynaamisella voimansiirrolla tai niiden yhdistelmällä varustettuihin metsätraktoreihin verrattuna. Näin ei kuitenkaan tämän tutkimuksen aineiston perusteella käynyt.

42. Kustannukset

Huhtikuun 1985 kustannustason mukaan Meri Trackmo -telatraktorille lasketun tuntikustannuksen koostuminen eri kustannuslajeista käy selville liitteestä 1. Käyttötuntikustannukseksi saatiin 220,82 mk. Saman ajan- kohdan käyttötuntikustannus Metsäalan Kuljetuksenantajain laskemana keskikokoiselle kuormatraktorille oli 232,30 mk. Kahalan (1979) tutkimuksessa tehotuntituotos tämän tutki- muksen työmaita vastaavissa olosuhteissa oli kolmimetrisellä havukuitupuulla $10,7 \text{ m}^3$. Kun saman tutkimuksen aineistossa alle 15 minuutin keskeytyksiä oli 4,7 % käyttöajasta saadaan käyttötuntituotokseksi keskikokoiselle kuormatraktorille $10,2 \text{ m}^3$ ja yksikkökustannukseksi $21,71 \text{ mk/m}^3$.

Suuntaa-antaviksi yksikkökustannuksiksi saadaan tämän tutkimuksen aineiston perusteella Meri Trackmolle 22,76 - 24,54 mk/m^3 . Koska telatraktori työmailla sekakuor- mina ajetusta puumäärästä 13 % oli havutukkaa, olisi sen käyttötuntituotos pelkkää kuitupuuta ajettaessa jäänyt hieman alhaisemmaksi ja yksikkökustannus puolestaan korkeam- maksi. Huomattakoon kuitenkin, että koetyömaat kuuluivat heikon kantavuuden vuoksi maastoluokkaan III, missä myös kuljetustaksat ovat viidenneksen korkeammat kuin yleisim- mässä maastoluokassa II.

Urakoitsijan kannalta tärkeänä kustannustekijänä on vielä otettava huomioon työmaiden välisistä siirroista ai- heutuvat kustannukset. Täystelatraktori voidaan vain poik- keustapauksissa, kuten esimerkiksi talvella metsäteitä

pitkin, siirtää ajamalla työmaalta toiselle. Käytännössä siirrot on lähes aina tehtävä koneenkuljetukseen tarkoitettulla puoliperävaunulla eli lavetilla varustetulla kuorma-autolla.

Kyseisen yksikön hinta uutena on noin 700 000 mk. Vuotuiset ajokilometrimäärät ovat kuitenkin niin pieniä, että käytetty, hyvinkin vanha lavettiauto soveltuu tähän tarkoitukseen. Liitteessä 2 on laskettu käytetyllä lavetilla varustetun, hyväkuntoisen, vuosimallia 1971 olevan, Scania (tyyppi LRS)-kuorma-auton vuotuiskestäminen.

Laskelmassa käytetyt yksikköluvut ja muut perusteet on saatu Suomen Kuorma-autoliitosta, Keskinäinen Vakuutusyhtiö Autoilijoista, Oy Esso Ab:stä ja metsäkoneurakoitsijoilta. Laskelmassa on oletettu, että siirtoja on yhdentoista kuukauden aikana keskimäärin 2,5 kuukaudessa. Työmaiden väliseksi keskiarvoksi on oletettu 35 km ja tyhjänä ajettu matka on arvioitu puolitoistakertaiseksi kuormattuna-ajoon verrattuna.

Tällä tavalla laskien on kuljetusyksikön vuotuiskestäminen saatu 82 512 mk. Palkkakustannusten osuus tästä on 18 %. Ajetusta kilometrimäärästä suoraan riippuvien muuttuvien kustannusten osuus on vain 7 %. Valtaosa, 70 % kustannuksista, koostuu pääomamenoista ja muista kiinteistä kustannuksista. Siinä tapauksessa, että urakoitsijan käytössä on vain yksi lavetilla siirrettävä kone, lavettiauton käytöstä koituu kuluja $4,51 \text{ mk/m}^3$, kun vuotuinen työmäärä on $18\,300 \text{ m}^3$.

Lavettiauton käytöstä aiheutuvat kustannukset tullevat käytännössä suurelta osin urakoitsijan maksettaviksi, koska kuljetusmaksusopimuksen mukaan lavettisiirron korvaa työnantaja vasta silloin, kun siirtomatka on yli 50 kilometriä. Voimassaolevien kuljetusmaksujen mukaan siirtymisen perusmaksu on varsinaisilla metsätraktoreilla 141 mk työmaan keskikoon ollessa 350 m^3 . Yhtä siirtoa kohti maksettaisiin lisäksi kilometrikorvausta aiemmin esitetyillä perusteilla 189 mk. Täten siirtokorvauksia kertyisi 9 075 mk vuodessa. Urakoitsijan maksettavaksi jäisi siten 73 437 mk vuodessa, eli $4,01 \text{ mk/m}^3$.

Jos samalla urakoitsijalla olisi toinen, tuotokseltaan samantasoinen kuormaantava metsäkone, jota siirrettäisiin samoilla edellytyksillä, tulisi lavettiauton aiheuttamaksi lisäkustannukseksi $2,36 \text{ mk/m}^3$.

Suometsissä helposti liikkuvien tela-ajoneuvojen työmaiden maastoluokituksessa ovat työnantajat usein käytännössä soveltaneet yhtä luokkaa helpompaa maastoluokitusta kuin pyöräkoneille. Esimerkiksi kolmimetristä kuitupuuta ajettaessa tästä syntyy $1-15 \text{ mk/m}^3$ säästöä kuljetusmatkasta, ajouranvarsitiheydestä ja maastoluokasta riippuen. Työnantajan on siis joissakin tapauksissa mahdollista osallistua lavettisiirtojen korvauksiin ilman, että kokonaiskustannukset asianomaisessa leimikossa nousevat pyörätraktoriin verrattuna.

5. TELATRAKTORIN JATKOKEHITTELY

Maataloustraktoriin perustuvan Meri Trackmon jatkokehitystyö keskittyy telaston komponenttien muotoilun ja raaka-ainevalintojen parantamiseen. Koska telaston suunnittelun lähtökohtana on alunperin ollut työskentely turvekenttien tasaisissa ja yksipuolisissa olosuhteissa, ei muutostöiltä voida välttyä ajettaessa epätasaisella metsämaalla, usein vielä lievässä sivukaltevuudessa.

Tela tulee jatkossakin koostumaan kahdesta rinnakkaisesta kumimatosta, joita yhdistävät metalliset telalaput. Kokeen jälkeen aputelipyörrien ohjaimena toimivan telalapun kaarevan keskiosan muotoilua on muutettu pyöriä vähemmän raskittavaksi ja samalla telan liiallista sivusuuntaista liikumista paremmin estäväksi. Telalappujen kiinnityksessä käytettäviä metallisia vastalappuja on lyhennetty ulkoreunastaan niiden vääntyilyn estämiseksi. Taittopyörän halkaisijaa on suurennettu ja metallista keskilaippaa ja laakerointia vahvistettu. Telan sivusuuntaisen kallistumisen hallitsemiseksi takataittopyörät ovat saaneet kummallekin puolelleen nailonmuoviset tukipyörät, joiden taittopyörää pienempi säde on valittu siten, että tela pääsee riittävästi kallistumaan kummallekin puolelle tarttumatta muihin rakenteisiin.

Suurimman osan painosta kantavat aputelipyörät, joiden raaka-aineena kokeillaan mm. umpikumia. Kumimaton venymisen vähentämiseksi tullaan kokeilemaan paksumpaa, 5-kudoksista mattoa.

Kuormainta voidaan jatkossa käyttää kaksivipuohjauksella. Puuston vaurioinventoinnin perusteella kuormaimen muotoa ja mitoitusta pitäisi jonkin verran muuttaa ja näkyvyyttä kuormaimelle parantaa.

Suurimmat jatkokehittelyponnistukset tullaan kuitenkin suuntaamaan uuden rinnakkaismallin, Meri Trackmo 160:n (kuva 7) valmistamiseen. Valmiin peruskoneen, kuten maataloustraktorin, käytön sijasta itse tehdyt telastot, perävaunu ja kuormain asennetaan Suokoneen itse valmistamaan vetokoneeseen. Ainoastaan osakokonaisuuksia, kuten moottori ja voimansiirto, hankitaan muilta valmistajilta. Runko on kotelorakenteinen, suurelta osin ns. kulutuslevyistä valmistettu. Teloja kiristetään hydraulisesti. Ohjaamo on muotoiltu paremmin metsäajoon, lähinnä puutavarakuormaimen käyttöön sopivaksi. Näkyvyyttä on parannettu tekemällä ikkunat iskunkestävästä lasista ja jättämällä suojarahdat pois.

Koneen kokonaispituutta on lyhennetty. Vetokoneen ja perävaunun leveydet ovat samat. Etutelat ovat yhtä leveät kuin takatelat (850 mm). Maavara on kasvanut edessä 100 mm ja takana 50 mm. Pitkän puutavaran ajossa käytettävää kuormatilan jatketta liikutellaan molemmissa malleissa hydraulisesti.

Uudelle mallille valmistaja tavoittelee myös muiden käyttömuotojen kuin puunkuljetuksen markkinoita. Tarkoituksena on kuitenkin säilyttää myös maataloustraktorista rakennettu Meri Trackmo tuotanto-ohjelmassa. Tätä tukevat mahdollisesti alhaisempi hankintahinta ja ainoastaan telojen



Kuva 7. Komponenteista Suokone Oy:n omaan runkoon koottu Meri Trackmo 160.

kanssa käytettävän erikoiskoneen maataloustraktoria vaikeampi jälleenmyynti ja jatkokäyttö. Urakoitsijalle voi olla esimerkiksi huonossa työllisyystilanteessa etua siitä, että maataloustraktori voidaan tarvittaessa muuttaa yhdessä päivässä takaisin pyöräkoneeksi.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla meneillään olevan suopuun korjuun tutkimus- ja kehitysprojektin osana on käynnissä Meri Trackmon maataloustraktoriperustaisen version seurantatutkimus. Tarkoituksena on selvittää turvemaiden erikoiskoneen käytön teknisiä ja operatiivisia ongelmia.

6. YHTEENVETO

Suopuun metsäkuljetus on aina suoritettu maan ollessa jäätynyt. Puunhankinnan suunnittelua ja toteutusta vaikeuttavat kuitenkin sääolojen vaihtelut. Pelkkä pintarouta ei riitä kannattamaan raskaita koneita.

Suometsien puuntuotannollinen merkitys on kasvanut 1950- ja 1960-luvuilla toteutettujen laajojen ojitusten ansiosta. Ympärivuotista puunkorjuuta tarvitaan myös esimerkiksi työvoiman ja koneiden järkevän käytön sekä puunjalostusprosessiin liittyvien syiden vuoksi.

Tässä tutkimuksessa mukana ollut, maataloustraktoriin pohjautuva, kumitelastoilla varustettu kuormatraktori on uusi vaihtoehto huonosti kantavien maiden puunkorjuuseen. Koneen kumimattoinen telasto on rakennettu alunperin turvesoiden turpeennosto- ja keruutöitä varten.

Koneen maasto-ominaisuuksia ja suorituskkyä seurattiin kahdella suometsän harvennustyömaalla, joilta kuljetettiin yhteensä 232 m³ puutavaraa.

Pitkistä kuljetusmatkoista huolimatta kuormauksen vaatima osuus työajasta oli noin neljännes. Kuormausta hidasti jonkin verran huono näkyvyys ja kaasupolkimen tai -käsivivun käyttömahdollisuuden puuttuminen taaksepäin istuttaessa.

Käyttötuntituotosta, joka vaihteli 9,0 - 9,7 m³:iin, voidaan pitää vain suuntaa-antavana. Suuruusluokaltaan se

on kuitenkin lähes varsinaisten metsätraktoreiden tasoa kun otetaan huomioon, että suurin osa tutkimusalueiden ajourista vastasi lähinnä upottavuuden vuoksi vaikeudeltaan metsätraktorikuljetusmaksujen III luokkaa.

Itse työntutkimuksen aikana ei vakavia teknisiä keskeytyksiä sattunut, mutta juuri ennen kokeen aloittamista telastoa kuitenkin jouduttiin korjaamaan useita tunteja. Kokeen aikana kirjatut keskeytykset olivat lyhyitä ja pääasiassa teknisiä. Kolme viidesosaa teknisistä keskeytyksistä aiheutui telaston ja kuormaimen korjauksista. Muiden kone-tyyppien seuranta-aineistoihin verrattuna keskeytysten osuutta voi pitää suurehkona ja osoituksena siitä, että kone on vielä varsinkin telaston osalta prototyypiluonteinen.

Kasvamaan jätettyjen puiden runkoluvun ollessa 767 kpl/ha puista vaurioitui 3,7 %. Vaurioista 86 % oli rungossa ja vain 14 % juuristossa. Juurenniskan vaurioita ei ollut lainkaan, sillä kysymyksessä oli rämemännikkö. Lähes kaikki vauriot olivat pintavaurioita. Runkovaurioista 75 % aiheutui kuormaimesta, sen kömpelyydestä ja käyttöä vaikeuttavasta ohjaamon huonohkosta näkyvyydestä. Katkojuurien puuttuminen kokonaan ja juurivaurioiden vähäisyys yleensäkin johtuu suopuuston harvennukseen erinomaisesti sopivista kummimattoisista teloista, jotka säästävät myös ojaverkostoa.

Vertailututkimuksissa (Sirén 1984b) telaston kantavuus ja liikkumiskyky ovat olleet hyvät myös lumiolosuhteissa, joita tähän tutkimukseen ei sisällynyt. Ongelmallisinta tuntuukin olevan saada telasto kestäämään kivennäis-

mailla, kivikoissa ja kannokoissa. Perusongelmana on se, että telasto on alunperin suunniteltu turvesoiden tasaisiin ja yksipuolisiin olosuhteisiin. Metsässä kivet ja kannot aiheuttavat telaston jatkuvaa vääntyilyä. Suometsistäkin puita ajettaessa varastopaikat on luonnollisesti sijoitettava jatkokuljetuksen onnistumiseksi kovalle maalle. Ongelmallinen telastolle on myös sivukaltevuus, jota turvesoilla ei tavata.

Vertailu metsä- ja maataloustraktoreihin osoittaa, että Meri Trackmolla purku- ja kuormaustyön ajanmenekki sekä ajonopeudet ovat metsätraktoreiden tasoa. Erityisesti kuormaimen kapasiteetti ja kuormattuna-ajon nopeus ovat suuria.

Koneelle keväällä 1985 laskettu tuntikustannus (220,82 mk), oli melko lähellä keskikokoisen kuormatraktorin vastaavin perustein laskettua tuntikustannusta (232,30 mk). Tämän tutkimuksen tuntituotosten perusteella kuljetuksen yksikkökustannus oli 340 - 420 metrin ajomatalla 22,76 - 24,54 mk/m³. Meri Trackmolle kertyy vielä lisäkustannuksia pyörätraktoriin verrattuna, kun siirroissa joudutaan lähes aina käyttämään lavettiautoa. Yhden koneen urakoitsijalla lisäkustannus olisi noin 4 mk, mutta kahdella koneella samoin edellytyksin urakoitaessa lisäkustannus puoltaisi lähes puoleen.

Telatraktorin jatkokehittäminen tulee nyt tutkitun version rinnalla perustumaan vaihtoehtoisesti myös komponenttisyysteemiin, jossa maataloustraktoripohjaisen peruskoneen sijasta käytetään muilta valmistajilta ainoastaan valmiita

osakokonaisuuksia. Tällä tavoin monilta kehittyneessäkin maataloustraktorissa vielä olevilta metsäkäyttöä haittaavilta heikkouksilta voidaan välttyä. Esimerkiksi ohjaamon työskentelytilat ja näkyvyys kuormaimelle saadaan varsin naisten metsätraktoreiden veroisiksi. Toisaalta seurauksena on kuitenkin todennäköisesti hankintahinnan kohoaminen.

Maataloustraktoriin perustuvan version pitämistä tuotanto-ohjelmassa puoltaa toisaalta peruskoneen mahdollisesti korkeampi vaihtoarvo, joka aiheutunee maataloustraktorin telakonetta monipuolisemmista jatkokäyttömahdollisuuksista. Periaatteessa maataloustraktori voidaan myös muuttaa tarvittaessa tilapäisesti pyöräkoneeksi jo ensimmäisen omistajan käytössä, esimerkiksi työllistämisvaikeuksien vuoksi.

Turvemaille tarkoitetun erikoiskoneen käytön teknisten ja operatiivisten ongelmien selvittämiseksi Meri Trackmosta on käynnissä seurantatutkimus.

KIRJALLISUUS

- Heikurainen, L. 1955. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. Acta Forestalia Fennica 65.3. 85 s.
- Kahala, M. 1979. Puutavaran kuormatraktorikuljetus ja siihen vaikuttavat tekijät. Metsätehon tiedotus N:o 355:1-30.
- Metsähallituksen soiden metsätalouuskäyttö -projekti 1982-1983. Yhteenveto. 1984. Moniste 65 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1983. Folia For. 590:1-224.
- Mikkonen, E. 1984. Puutavaran metsäkuljetus maataloustraktorilla. Metsätehon tiedotus N:o 391:1-23.
- Nordisk avtale om skoglig arbeidsstudienomenklatur. 1978. Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd. Norsk Institutt for Skogforskning. 130 s.
- Sirén, M. 1981. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Folia For. 474:1-23.
- 1984a. Tutkimustuloksia Norcar HT-440 Turbo harvennustraktorista. Folia For. 581:1-10.
- 1984b. Metsäkoneiden maastokelpoisuus. Esitelmä Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusaseman tutkimuspäivänä 3.10.1984. Moniste, 25 s.

TUNTIKUSTANNUSLASKELMA

Meri Trackmo

Hankintahinta			mk	600000
Työmaa-aika			h/a	2400
Käyttöaika	80%		h/a	1920
Siirtotyöaika	5%		h/a	120
Tuntityöaika	15%		h/a	360
Käyttöikä			h	11200
Pitoaika			a	5.5
Arvon aleneminen			%/a	20
Vaihtoarvo			mk	176237
Poistoarvo			mk	423763
Palkkakustannukset				
Urakkapalkka	31.37 mk/h	1920 h/a	mk/a	60230
Tuntityöpalkka	25.77 mk/h	480 h/a	mk/a	12370
Vuorotyö	2.25 mk/h	510 h/a	mk/a	1148
Kylmäasennus	1.60 mk/h	180 h/a	mk/a	288
Likaisentyönlisä	1.35 mk/h	360 h/a	mk/a	486
Välilliset palkkakustannukset		50%	mk/a	37261
Palkkakustannukset yhteensä			mk/a	111782
Muuttuvat kustannukset				
Polttoaine	1.74 mk/l	10 l/h	mk/a	33408
Voiteluaine	8.45 mk/l	0.4 l/h	mk/a	6490
Hydrauliöljy	8.45 mk/l	0.4 l/h	mk/a	6490
Korjaus ja huolto	15% hinnasta		mk/a	90000
Kulkemiskorvaus	16600 km	1.14 mk/km	mk/a	18924
Ylläpitokorvaus	20 d	61.00 mk/d	mk/a	1220
Muuttuvat kustannukset yhteensä			mk/a	156531
Kiinteät kustannukset				
Poisto			mk/a	77185
Korko	12.85 %		mk/a	49592
Palovakuutus			mk/a	3500
Liikennevakuutus			mk/a	280
Vastuuvakuutus			mk/a	430
Auton käyttö	7000 km	1.14 mk/km	mk/a	7980
Yleiskustannukset			mk/a	13800
Kiinteät kustannukset yhteensä			mk/a	135467
Riski	5 %		mk/a	20189
Kokonaiskustannukset			mk/a	423970
Käyttötuntikustannus			mk/h	220.82

LIITE 2.

26.4.1985

TUNTIKUSTANNUSLASKELMA

Lavettiauto/Meri Trackmo

Hankintahinta			mk	180000
Ajosuorite tyhjänä			km/a	1500
Ajosuorite kuormattuna			km/a	1000
Palkkatunnit			h/a	300
Pittoaika			a	5.5
Vaihtoarvo			mk	50000
Poistoarvo			mk	130000
Palkkakustannukset				
Kuljettajan palkka	33.30 mk/h	300 h/a	mk/a	9990
Välilliset palkkakustannukset		50 %	mk/a	4995
Palkkakustannukset yhteensä			mk/a	14985
Muuttuvat kustannukset				
	Ajo	tyhjänä,	kuormattuna	
			mk/km	
Polttoaine	1.00		1.72	mk/a 3218
Voiteluaine	0.08		0.14	mk/a 260
Rengaskustannukset	0.38		0.75	mk/a 1320
Korjaus ja huolto	0.29		0.58	mk/a 1015
Muuttuvat kustannukset yhteensä				mk/a 5813
Kiinteät kustannukset				
Poisto			mk/a	23636
Pääoman korko	12.85 %		mk/a	14619
Käyttöpääoman korko			mk/a	1462
Vakuutukset			mk/a	8668
Liikennöimismaksut			mk/a	9400
Kiinteät kustannukset yhteensä			mk/a	57785
Riski	5 %		mk/a	3929
Kokonaiskustannukset			mk/a	82512

ISBN 951-40-0901-0
ISSN 0358-4283