



**Polttonesteenkulutus
mekaanisen metsäteollisuuden
puunhankinnassa**

CONSUMPTION OF LIQUID FUEL
IN THE WOOD PROCUREMENT OF THE
FINNISH MECHANICAL FOREST INDUSTRY

JAAKKO SALMINEN

HELSINKI 1982

SISÄLLYS

METSÄTEHO

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n metsätyöntutkimusosasto
*Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish
 Forest Industries*

Sivu
Page

1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUSALUE	5
3. TUTKIMUSTULOKSET	6
3.1 Polttonesteenkulutus ainesraaka-ainan hankinnassa	6
3.1.1 Puuhankinnan koneetypit ja niiden laatuajat	6
3.1.2 Eri koneetypien käyttäminen polttonesteen ohjauksessa	6
3.1.3 Polttonesteenkulutus	6
MEKAANISEN METSÄTEOLLISUUDEN PUUNHANKINNASSA	6
3.1.4 Polttonesteenkulutus	7
3.1.5 Polttonesteenkulutus	8
3.1.6 Polttonesteenkulutus	9
3.1.7 Polttonesteenkulutus	9
3.2 Polttonesteenkulutus mekaanisen metsäteollisuuden raaka- ja jätteen hankinnassa	10
3.2.1 Koneiden raaka- ja jätteen hankinta	10
3.2.2 Koneiden raaka- ja jätteen hankinta	10
3.2.3 Polttonesteen kulutus ja ohjauksellinen	10
4. TULOSTEN TARKASTELU	12
KIRJALLISUUTTA	12
LIITTEET	12

Jaakko Salminen

Metsätehtöjen merkintä:

1. 1. 1. 1.

Lisä: 1. 1. 1. 1.

(giga) 1. 1. 1. 1.

1. 1. 1. 1. 1. 1.

1. 1. 1. 1. 1. 1.

Tutkimus liittyy osana professori Arto Useniuksen johdolla
Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen puulaboratoriossa
suoritettuun mekaanisen metsäteollisuuden energiatutkimukseen.
Tutkimus on tehty Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n
toimeksiannosta ja kauppa- ja teollisuusministeriön rahoitta-
mana.

Metsäteho

SISÄLLYS
Contents

	Sivu Page
TIIVISTELMÄ	4
1 JOHDANTO	5
2 TUTKIMUSAINEISTO	5
3 TUTKIMUSTULOKSET	6
3.1 Polttonesteenkulutus ainesraakapuun hankinnassa	6
3.1.1 Puunhankinnan konetyypit ja niiden tuotokset ...	6
3.1.2 Eri konetyyppien käyttämän polttonesteen ominaisuudet	6
3.1.3 Eri konetyyppien polttonesteenkulutus	6
3.1.3.1 Moottorisahauksen polttonesteenkulutus	6
3.1.3.2 Eri konetyyppien polttonesteen ominais- kulutus	7
3.1.4 Polttonesteen ominaiskulutus puunhankinnassa ...	8
3.1.5 Puunhankinnan polttonestekustannukset	8
3.1.6 Kotimaisen ainesraakapuun määrä ja sen rakenne ..	9
3.1.7 Polttonesteen kokonaiskulutus puunhankinnassa ..	9
3.2 Polttonesteenkulutus mekaanisen metsäteollisuuden raaka- ja jätepuun hankinnassa	10
3.2.1 Kotimaisen raaka- ja jätepuun määrän rakenne ...	10
3.2.2 Kotimaisen jätepuun kuljetus ja sen vaatima polttonesteenkulutus	10
3.2.3 Polttonesteen ominais- ja kokonaiskulutus	10
4 TULOSTEN TARKASTELUA	11
KIRJALLISUUTTA - <i>R e f e r e n c e s</i>	11
<i>S u m m a r y</i>	12

Mittayksiköiden merkintöjä:

1 J = 1 Nm
(mega) 1 MJ = 10^6 J
(giga) 1 GJ = 10^9 J
(tera) 1 TJ = 10^{12} J

TIIVISTELMÄ

Polttonesteenkulutus ainesraakapuun hankinnassa jakautui Suomessa vuonna 1979 nykykäytännön mukaan työvaiheittain seuraavasti.

	Hak- kuu	Metsä- kuljetus	Kauko- kuljetus	Yh- teensä
		MJ/m ³		
Havutukit	12	27	61	100
Koivutukit	12	29	79	120
Kuitupuut	17	34	71	122

Vastaavat polttonestekustannukset jakautuvat seuraavasti.

	Hak- kuu	Metsä- kuljetus	Kauko- kuljetus	Yh- teensä	Osuus tehdas- hinnasta, %
		mk/m ³			
Havutukit	0,89	1,16	3,23	5,28	2,2
Koivutukit	0,89	1,25	4,45	6,59	2,8
Kuitupuut	1,64	1,46	3,88	6,98	3,9

Polttonesteestä suurin osa, 60 %, kuluu kaukokuljetukseen ja 27 % metsäkuljetukseen hakkuun kulutuksen ollessa vain 13 %. Polttonestekustannuksista kaukokuljetuksen osuus on 59 %, metsäkuljetuksen 21 % ja hakkuun 20 %. Hakkuun polttonestekustannusten osuus oli suurempi kuin hakkuun polttonesteenkulutuksen osuus, koska moottorisahan polttoneste (benssiini) maksaa paljon enemmän kuin metsä- ja kaukokuljetuksen polttoneste (kevyt polttoöljy ja dieselöljy). Keskimääräisellä kaukokuljetusmatkalla (151 km) polttonesteenkulutus on autokuljetus-rautatiekuljetusketjussa 1.4-kertainen ja autokuljetuksessa 2.8-kertainen autokuljetus - nippu-uitto- ketjun kulutukseen verrattuna. Vastaavat polttonestekustannukset ovat autokuljetus-rautatiekuljetusketjussa 1.3-kertaiset ja autokuljetuksessa 3.1-kertaiset autokuljetus - nippu-uitto- ketjun kustannuksiin verrattuna.

Hakkuusta nykyään noin 80 % tapahtuu yksinomaan moottorisahaa käyttäen ja 20 % monitoimikoneilla, lähinnä prosessoreilla.

Jos yhä enemmän siirrytään monitoimikoneiden käyttöön, hakkuun työntuottavuus paranee, mutta samalla mm. polttonesteenkulutus ja polttonestekustannukset nousevat. Jos hakkuussa yksinomaisesta moottorisahankäytöstä siirrytään monitoimikoneiden käyttöön, polttonesteenkulutus nousee hakkuun osalta 5 - 9-kertaiseksi. Hakkuussa kustannusnousu on monitoimikoneita käytettäessä kulutuksen nousua pienempi, 2.5 - 3.5-kertainen, koska monitoimikoneiden käyttämä polttoneste on halvempaa kuin moottorisahojen käyttämä. Absoluuttisesti laskettuna polttonestekustannusten nousu on tukkeja valmistettaessa suhteellisen vähäistä, alle 1 mk:n/m³. Sen sijaan kuitupuita valmistettaessa nousu on edellistä suurempi, 3 - 4 mk/m³. Kokonaisuudessaan raakapuun hankinnan polttonestekustannukset ovat verraten vähäiset, vain 2 - 4 % raakapuun tehdashinnasta. Puunkorjuun koneellistaminen ja koneellistamismenetelmä eivät siten ainakaan energiakustannuksiltaan vaikuta paljoakaan raakapuun tehdashintaan.

Suomen mekaanisen metsäteollisuuden raaka- ja jätteen kotimaisen hankinnan vaatima polttonesteen kokonaiskulutus oli vuonna 1979 noin 2 260 TJ. Se vastaa noin 64 milj. litraa dieselpolttonestettä. Polttonesteen kokonaiskustannukset olivat vuonna 1979 hintatason 1.1.1982 mukaan noin 121 milj. mk. Siitä pädosa eli noin 81 % kului sahatukkien hankintaan ja noin 16 % vaneritukkien hankintaan sekä loput 3 % kuitu- ja lastulevyjen raaka-aineen hankintaan. Polttonesteen ominaiskulutukset eri tuotteiden raaka- tai jätteenkuutiometriä kohti olivat seuraavat:

Sahatavara	101 MJ/m ³
Vaneri	114 "
Kuitulevy	62 "
Lastulevy	43 "

Sahatavaran pääasiallisin raakapuu on havutukki (noin 97 %). Vanerin raakapuusta noin 70 % on koivutukkeja, loput havutukkeja. Kuitu- ja lastulevyn raakapuusta 14 - 36 % on kuitupuuta, loput omia ja ostettuja jättepuita. Metsäjätteen osuus on nykyään hyvin pieni.

1 JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa on selvitetty Suomen mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen raaka- ja jätteen hankinnan nykyistä (1979) energiankulutusta sekä tuoteysikköä että kokonaismäärää kohti.

Tutkimuksessa on laskettu vain välitön polttonesteenkulutus. Sen sijaan puunhankintaan osallistuvien ihmisten kuluttamaa energiaa, koneiden voiteluaineiden energiasisältöä, koneiden valmistuksessa kuluvaa energiaa ja muuta välillistä energiankulutusta ei ole otettu huomioon.

Puunhankinnan polttonesteenkulutuksesta ei ole olemassa mitään valtakunnan kokonaiskulutusta koskevia tilastotietoja. Siksi tässä tutkimuksessa polttonesteen kokonaiskulutus on laskettu lähtien Suomesta hankittua kuorellista puukuutiometriä tai jätteenkuutiometriä kohti kuluvasta polttonestemäärästä. Puut on tällöin hankittu kannolta tehtaalle käyttäen nykyisiä hankintamenetelmiä ja -koneita.

2 TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineistona on käytetty seuraavia lähteitä.

- Moottorisahauksen polttonesteenkulutuksen mittaukset järjestettyinä kokeina

syksyllä 1981. Lisäksi on käytetty hyväksi Metsäntutkimuslaitoksen, Metsätehon ja Työtehoseuran aiempia moottorisahausta koskevia tutkimustuloksia.

- Hakkuun monitoimikoneiden ja metsätraktoreiden sekä kuorma-autojen polttonesteenkulutukset on saatu Metsätehon tutkimuksista ja Metsäalan Kuljetuksenantajien tilastoista.
- Rautatiekuljetuksen energiankulutuksesta on saatu tietoja sekä rautatiehallituksen koneosastolta että eri tutkimuksista.
- Uittokuljetuksen energiankulutuksesta on aineistona ollut Metsätehon ja Sitran tutkimukset ja eri uittoyhdistyksiltä ja eri yritysten vesitiekuljetusosastoilta saadut tiedot.
- Raakapuun eri kaukokuljetustapojen ja vastaavien osuuksien aineistona ovat olleet Metsätehon julkaisut.
- Suomen mekaanisen metsäteollisuuden käytämän puuraaka-aineen määrää ja jakautumista eri käyttöerien osalle koskevat tiedot on saatu Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n keräämistä puunkäyttötilastoista.

Kaikki määriä ja osuuksia koskevat tiedot ovat vuodelta 1979.

3 TUTKIMUSTULOKSET

3.1 Polttonesteenkulutus ainesraakapuun hankinnassa

3.1.1 Puunhankinnan konetyypit ja niiden tuotokset

Puunhankinnan eri työvaiheissa käytettävät konetyypit sekä niiden keskimääräiset käyttötuntituotokset ja kuljetusetäisyydet esitetään taulukoissa 1 ja 2.

TAULUKKO 1 Puunkorjuun eri työvaiheissa käytettävät konetyypit ja niiden keskimääräiset käyttötuntituotokset ja kuljetusetäisyydet sekä käytön osuudet koko puunhankintamäärästä

Työvaihe	Konetyyppi	Puutavaralaji	Kuljetusetäisyys, km	Tuotos, m ³ /h	Tuotokset	Käytön osuus, %
					Tuotokset	Käytön osuus, %
HAKUU						
Kaato-karsintakatkonta	Moottorisaha	Tuotokset	—	3.14	75	—
		Kuitupuut	—	1.76	—	95
Kaato	Moottorisaha	Tuotokset	—	12.50	—	—
		Kuitupuut	—	7.00	—	—
Karsintakatkonta	Prosesori	Tuotokset	—	31.00	20	—
		Kuitupuut	—	10.00	—	4
Kaato-karsintakatkonta	Harvesteri	Tuotokset	—	23.00	5	—
		Kuitupuut	—	6.00	—	1
Yhteensä					100	100
METSÄ-KULJETUS						
Kuorma-traktori-kuljetus	Metsä-traktori	Havutukit	0.4	14.00	90	—
		Koivutukit	0.4	12.50	—	—
		Kuitupuut	0.4	11.00	—	90
	Metsävarustein maatalous-traktori	Tuotokset	0.4	10.00	10	—
		Kuitupuut	0.4	7.00	—	10
Yhteensä					100	100

3.1.2 Eri konetyyppien käyttämän polttonesteen ominaisuudet

Puunhankinnan eri konetyyppien käyttämän polttonesteen ominaisuudet esitetään taulukossa 3. (Luvut ovat samat kuin VTT:n vastaavissa tutkimuksissa.)

TAULUKKO 2 Puun kaukokuljetuksessa käytettävät konetyypit, kuljetusetäisyydet ja käytön osuudet kuljetussuoritteesta

Kuljetusmuoto	Konetyyppi	Puutavaralaji	Kuljetusetäisyys, km	Osuus kuljetussuoritteesta, %
Kuorma-auto-kuljetus	Täysperävaunullinen auto	Havutukit	71	16
		Koivutukit	81	3
		Kuitupuut	89	23
Rautatie-kuljetus	Dieselveturi	Havutukit	277	7
		Koivutukit	309	1
		Kuitupuut	316	9
Vesitie-kuljetus	Nippu-hinaaja	Havutukit	229	19
		Koivutukit	212	2
		Kuitupuut	248	20
Yhteensä				100

* Puutavaran autokuljetuksesta 96.5 % tapahtuu täysperävaunuautoilla ja 3.5 % perävaunuttomilla tai puoliperävaunuautoilla.

** Dieselveturien käytön osuus on 85 % ja sähkövetureiden 15 %.

*** Nippu-uiton osuus on 80 % ja irtouiton 20 %. Irtouiton kuljetusetäisyydet ovat likimain samat kuin nippu-uitonkin.

3.1.3 Eri konetyyppien polttonesteenkulutus

3.1.3.1 Moottorisahauksen polttonesteenkulutus

Koska moottorisahat ovat viime vuosina edelleen kehittyneet myös polttonesteenkulutukseltaan ja koska toisaalta tiedot nykyisten moottorisahojen polttonesteenkulutuksesta ovat puutteellisia, suoritettiin tutkimuksen yhteydessä kulutusmitta-

TAULUKKO 3 Puunhankinnan eri konetyyppien käyttämän polttonesteen laatu, tilavuuspaino ja tehollinen lämpöarvo

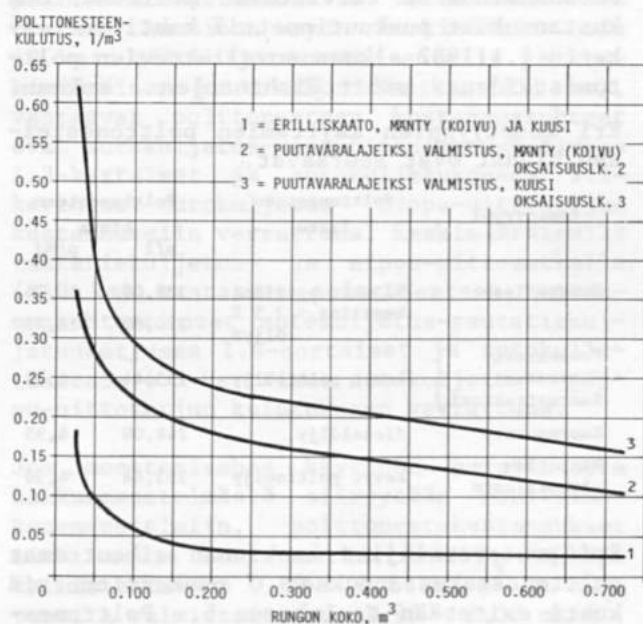
Konetyyppi	laatu	tilavuuspaino, kg/litra	tehollinen lämpöarvo, MJ/kg	MJ/litra
Moottorisaha	92 okt. bensiini	0.730	43.13	31.40
	"- + 2.5 % öljyä			31.50
Monitoimikone	Dieselöljy	0.835	42.75	35.70
Kuormatraktori	Uittohinaaja			
Kuorma-auto	Uittohinaaja			
Dieselveturi				

* Jos sähköveturin käyttämä energia muutetaan diesel- tai polttoöljyn sisältämäksi energiaksi ja otetaan huomioon erilaiset hyötysuhteet, sähköveturin energiankulutus on alhaisempi kuin dieselveturin.

uksia järjestettyinä kokeina siten, että erilaista puutavaraa tehtäessä mitattiin samankokoisten runkojen kuutiomäärät ja vastaavat polttonesteenkulutukset. Mittaukset tehtiin elo-syyskuussa 1981 seuraavilla paikkakunnilla: Hankasalmi, Kausala, Mikkelin mlk., Mäntyharju, Suomenselä ja Vantaa. Moottorisahan käyttäjinä osallistui tutkimuksiin 10 vakinaista metsätyöntekijää. Moottorisahat olivat vuosien 1981 tai 1980 malleja: Sachs-Dolmar, Husqvarna ja Raket.

Tutkimustulokset esitetään kuvassa 1 erikseen kaatotyöstä ja erikseen runkojen valmistuksesta eri puutavaralajeiksi. Karsinta oli tavanomaista vajaakarsintaa ja katkanta likipituisiksi tukinpituuksiksi tai noin 3 m kuitupuunpituuksiksi.

Kuvasta nähdään, että yksinomaissessa kaatotyössä polttonesteenkulutus on hyvin vähäistä. Puutavaralajeiksi valmistuksessa keskimääräistä oksaisuusluokkaa olevan kuusen käsittelyssä polttonesteenkulutus on suurempi kuin keskimääräistä oksaisuusluokkaa olevan männyn käsittelyssä suuremman karsinnantarpeen vuoksi. Rungon koon pienentyessä puukuutiometriä kohti laskettu polttonesteenkulutus suurenee, varsinkin alle 0.1 m³:n runkoja käsiteltäessä erittäin selvästi.



Kuva 1. Moottorisahauksen polttonesteenkulutus kuusi- ja mänty- (koivu-) runkojen erilliskaadossa sekä valmistuksessa eri puutavaralajeiksi

3.1.3.2 Eri konetyyppien polttonesteen ominaiskulutus

Eri konetyyppien keskimääräiset polttonesteenkulutukset hankittua kuorellista puukuutiometriä kohti esitetään taulukossa 4. Moottorisahauksen keskimääräisiä polttonesteenkulutuksia laskettaessa on otettu huomioon myös keskimääräisten talviolosuhteiden vaikutus kulutukseen. Puutavaran kuljetuksen osalta on otettu huomioon myös tyhjänäajon vaatima polttonesteen kulutus.

TAULUKKO 4 Eri konetyyppien keskimääräiset polttonesteenkulutukset kuorellista puukuutiometriä kohti

Konetyyppi	Polttonesteen kulutus,	
	l/m ³	MJ/m ³
MOOTTORISAHA		
Havutukkien valmistus	0.20	6.32
Koivutukkien valmistus	0.20	6.32
Kuitupuiden valmistus	0.40	12.64
Havurunkojen kaato	0.04	1.26
Koivurunkojen kaato	0.05	1.58
Kuitupuiden kaato	0.08	2.53
PROSESSORI (karsinta-katkontakone)		
Havutukit	0.81	28.92
Koivutukit	0.81	28.92
Kuitupuut	2.10	74.97
HARVESTERI (kaato-karsinta-katkontakone)		
Havutukit	1.00	35.70
Koivutukit	1.00	35.70
Kuitupuut	3.17	113.17
KUORMATRAKTORI		
Havutukit	0.76 / 0.4	27.13 / 0.4
Koivutukit	0.82 / 0.4	29.27 / 0.4
Kuitupuut	0.96 / 0.4	34.27 / 0.4
KUORMA-AUTO*		
Havutukit (kuormauksineen)	2.94 / 100	104.96 / 100
Koivutukit	3.38 / 100	120.67 / 100
Kuitupuut	2.76 / 100	98.53 / 100
DIESELVETURI		
Havutukit (ilm. kuormausta)	0.63 / 100	22.49 / 100
Koivutukit	0.73 / 100	26.06 / 100
Kuitupuut	0.63 / 100	22.49 / 100
Kuormaust rautatievaunuun	0.10	3.57
NIPPUHINAAJA		
Havutukit (ilm. kuormausta)	0.25 / 100	8.93 / 100
Koivutukit	0.29 / 100	10.35 / 100
Kuitupuut	0.25 / 100	8.93 / 100
Nippulavatan teko ja keräily	0.05	1.79
IRTOUITTOKALUSTO		
Havutukit	0.12 / 100	4.28 / 100
Koivutukit	0.14 / 100	5.00 / 100
Kuitupuut	0.12 / 100	4.28 / 100

* Kokonaispaino kuormineen 42 t

Jos hakkuussa yksinomaisesta moottorisahan käytöstä siirrytään moottorisahalla kaa-toon ja prosessorilla karsintaan ja kat-kontaan, polttonesteenkulutus nousee tuk-keja valmistettaessa 4.8-kertaiseksi ja kuitupuita valmistettaessa 6.1-kertaisek-si. Jos siirrytään moottorisahauksesta harvesterin käyttöön, polttonesteenkulu-tus nousee tukkeja valmistettaessa 5.7-kertaiseksi ja kuitupuita valmistettaessa 9.0-kertaiseksi.

Rautatiekuljetuksessa polttonesteenkulutus on 2.4-kertainen ja autokuljetuksessa 9.2 - 9.9-kertainen nippu-uiton polttonesteen-kulutukseen verrattuna. Jos otetaan huo-mioon rautatiekuljetuksen ja nippu-uiton aina edellyttämä keskimäärin noin 40 km:n alkukuljetusmatka autolla ja lisäksi rau-tatiekuljetuksen ja nippu-uiton sekä au-tokuljetuksen välinen mutkittelukerroin 1.2 sekä keskimääräinen kaukokuljetusmatka (151 km), polttonesteen kulutussuhteet ovat autokuljetus-rautatiekuljetusketjussa 1.4-kertaiset ja autokuljetuksessa 2.8-kertaiset autokuljetus - nippu-uitto-
ketjun kulutukseen verrattuna. Keskimääräisellä rautatie- ja nippu-uitto-
kuljetusmatkalla (240 km) polttonesteen kulutussuhteet ovat autokuljetus-rautatiekuljetusketjussa 1.5-kertaiset ja autokuljetuksessa 3.9-kertai-set autokuljetus - nippu-uitto-
ketjun kulu-tukseen verrattuna.

TAULUKKO 5 Puunhankinnassa tarvittavan polttonesteen ominaiskulutus puukuutiometriä kohti

Hankinta- mene- telmä	Hakkuu				Metsä- kulje- tus	Kauko- kulje- tus	Puun- han- kinta yh- teen- sä
	Moot- tori- saha	Moot- tori- saha ja proses- sori	Har- ves- teri	Nyky- mene- telmä keski- määrin			
	MJ / m ³						
Nyky- käytäntö							
Havutukit	6	30	36	12	27	61	100
Koivutukit	6	30	36	12	29	79	120
Kuitupuut	13	77	113	17	34	71	122
Keskim.	—	—	—	14	30	67	111
Yksino- maan moot- torisaha							
Keskim.	9	—	—	—	30	67	106
Yksino- maan moot- torisaha ja pro- sessori							
Keskim.	—	52	—	—	30	67	149
Yksino- maan har- vesteri							
Keskim.	—	—	72	—	30	67	169

3.1.4 Polttonesteen ominaiskulutus puunhankinnassa

Polttonesteen ominaiskulutus puunhankin-nassa puukuutiometriä kohti puutavarala-jeittain ja työmenetelmittäin esitetään taulukossa 5. Taulukossa on otettu huo-mioon taulukoiden 1, 2, 3 ja 4 mukaisesti eri puunhankintamenetelmien nykyiset osuu-det, keskimääräiset kuljetusetäisyydet ja eri konetyyppien polttonesteenkulutukset.

Nykykäytännöllä polttonesteestä suurin osa, 60 %, kuluu kaukokuljetukseen ja 27 % met-säkuljetukseen hakkuun kulutuksen ollessa vain 13 %.

Jos puunhankinnan nykymenetelmästä siirry-tään yksinomaan moottorisahan käyttöön perustuvaan menetelmään, polttonesteen kulutus alenee noin 4.5 %. Jos nykykäy-tännöstä siirrytään yksinomaan moottori-sahakaatoon ja prosessorin käyttöön perus-tuvaan menetelmään, polttonesteenkulutus koko puunhankinnassa nousisi 34 %, tai yksinomaan harvesterimenetelmään, poltto-nesteenkulutus nousisi 52 % nykyisestä. Viimeksi mainitussa tapauksessa hakkuun polttonesteenkulutuksen osuus nousisi 43 %:iin koko puunhankinnan polttonesteen-kulutuksesta.

3.1.5 Puunhankinnan polttoneste-kustannukset

Puunhankinnassa tarvittavan polttonesteen kustannukset puukuutiometriä kohti on las-kettu 1.1.1982 alkaen sovellettavien polt-tonesteiden vähittäishintojen mukaan.

Eri konetyyppien käyttämien polttonestei-den hinnat ovat seuraavat.

Konetyyppi	Polttonesteen laatu	Polttonesteen hinta	
		p/1	p/MJ
Moottorisaha	92 okt. bensiini	338,00	10,76
	bensiini + 2.5 % öljyä	370,00	11,75
Prosesori	kevyt polttoöljy	153,44	4,30
Harvesteri			
Kuormatraktori	dieselöljy	248,00	6,95
Kuorma-auto	kevyt polttoöljy	153,44	4,30
Rautatie- ja uittokalusto			

Eri puutavaralajien hankinnan aiheuttamat polttonestekustannukset puukuutiometriä kohti esitetään taulukossa 6. Polttones-tekustannuksista suurin osa, 59 %, kuluu kaukokuljetukseen ja 21 % metsäkuljetuk-seen hakkuun polttonestekustannusten osuu-den ollessa 20 %.

TAULUKKO 8 Puunhankinnan polttonesteen kokonaiskulutus

Hankintamenetelmä ja puutavaralaji	TJ/a	Dieselöljyä, milj. l/a
Nykykäytäntö		
— Havutukit	1 850.0	51.82
— Koivutukit	288.0	8.07
— Kuitupuut	2 257.0	63.22
Teollisuuspuu yhteensä	4 395.0	123.11
Yksinomaan moottorisaha		
Teollisuuspuu yhteensä	4 176.4	116.99
Yksinomaan moottorisaha ja prosessori		
Teollisuuspuu yhteensä	5 870.6	164.44
Yksinomaan harvesteri		
Teollisuuspuu yhteensä	6 658.6	186.52

3.2.2 Kotimaisen jätteen kuljetus ja sen vaatima polttonesteenkulutus

Kuitu- ja lastulevyteollisuuteen menevä kotimainen jätteen kuljetetaan useimmiten umpilavaisella kuorma-autolla. Kuorman koko on 70 - 90 i-m. Polttonestettä kuluu 100 km:n kuljetusetäisyydellä 3.1 l/m³. Eri jätteen kuljetusten keskimääräiset kuljetusetäisyydet ja polttonesteen kulutukset esitetään taulukossa 10.

TAULUKKO 10 Mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen jätteen keskimääräiset kuljetusetäisyydet ja polttonesteen kulutukset

Jätteen	Kuljetusetäisyys, km	Polttonesteen kulutus, MJ/m ³
Omat	10	11.07
Ostetut	50	55.34
Metsäjäte	72	79.68

3.2 Polttonesteenkulutus mekaanisen metsäteollisuuden raaka- ja jätteen hankinnassa

3.2.1 Kotimaisen raaka- ja jätteen määrän rakenne

Mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen raaka- ja jätteen rakenne 1979 Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n puunkäyttötilaston mukaan esitetään taulukossa 9.

TAULUKKO 9 Suomen mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen raaka- ja jätteen rakenne 1979

Raakapuu	Sahatavara	Vaneri	Kuitulevy	Lastulevy
	Raaka- ja jätteen osuus, %			
Havutukit	97.1	30.1	—	—
Koivutukit	0.4	69.9	—	—
Kuitupuut	2.5	—	35.7	14.3
Omat jätteen	—	—	—	—
— Vanerijäte	—	—	20.4	31.0
— Sahahake	—	—	10.2	1.1
— Sahanpuru	—	—	7.2	11.7
Ostetut jätteen	—	—	—	—
— Vanerijäte	—	—	1.1	1.0
— Sahahake	—	—	17.6	6.3
— Sahanpuru	—	—	3.6	25.0
Muu teollisuuden jätteen	—	—	3.1	6.0
Kuori	—	—	0.7	—
Metsäjätteen	—	—	0.4	3.6
Yhteensä	100.0	100.0	100.0	100.0

3.2.3 Polttonesteen ominais- ja kokonaiskulutus

Edellä esitettyjen taulukoiden perusteella lasketut polttonesteen ominais- ja kokonaiskulutukset mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen raaka- ja jätteen hankinnassa vuonna 1979 esitetään taulukoissa 11 ja 12.

TAULUKKO 11 Mekaanisen metsäteollisuuden polttonesteen ominaiskulutus kotimaisen raaka- ja jätteen hankinnassa

Tuote	Havutukit	Koivutukit	Kuitupuut	Jätteen omat	Ostetut	Metsäjäte	Yhteensä
	Polttonesteen keskimääräinen kulutus, MJ/m ³						
Sahatavara	97	1	3	—	—	—	101
Vaneri	30	84	—	—	—	—	114
Kuitulevy	—	—	44	5	12	1	62
Lastulevy	—	—	17	5	18	3	43

TAULUKKO 12 Mekaanisen metsäteollisuuden polttonesteen kokonaiskulutus ja -kustannukset kotimaisen raaka- ja jätteen hankinnassa

Tuote	Polttonesteen kokonaiskulutus		Polttonesteen kokonaiskustannukset, milj. mk/a
	TJ/a	Dieselöljyä, milj. l/a	
Sahatavara	1 840	51.54	97.4
Vaneri	347	9.72	18.9
Kuitulevy	23	0.64	1.4
Lastulevy	49	1.37	3.1
Yhteensä	2 259	63.27	120.8

Mekaanisen metsäteollisuuden kotimaisen raaka- ja jätteen hankinnassa polttonestemäärä on 2 259 TJ/a eli dieselöljylitroiksi muutettuna 63,27 milj. l/a. Sen aiheuttamat kulut ovat noin 121 milj. mk/a.

4 TULOSTEN TARKASTELUA

Puunhankinnassa tarvittavan polttonesteen kokonaiskulutusta koskevien tilastolukujen puuttuessa polttonesteen kulutus on tässä selvityksessä laskettu lähtien puukuutiometriä kohti eri työvaiheissa kuluva polttonestemäärästä. Silloin joudutaan käyttämään keskeisistä työmenetelmistä ja -koneista saatua kulutuslukuja. Käytännössä osa koneista on kuitenkin aina vanhentuneita ja usein paljon polttonestettä kuluttavia. Esimerkiksi jonkin uuden monitoimikonetyypin polttonesteenkulutus saattaa olla vain puolet vastaavan vanhan konemallin polttonesteenkulutuksesta. Samoin esimerkiksi puutavara-autojen ehdotettujen uusien kokonaispainomääräysten (kokonaispaino nykyään 42 t, ehdotettujen

KIRJALLISUUTTA

References

BOSTRÖM, CLAS 1973. Oljeförbrukningen hos skogsmaskiner. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Teknik Nr 9. Stockholm

Forskningsstiftelsen Skogsarbeten - Logging Research Foundation 1979. Tillvaratagande av skogsenergi - idag och imorgon. Summary: Utilizing energy from the forest, today and in the future. Redogörelse Nr - Report No. 6. Stockholm

GASSLANDER, J.E. - MATTSSON, J.E. - SUNDBERG, U. 1979. A pilot study on the energy requirements in forest logging. Sammanfattning: En pilotstudie av energibehovet vid drivning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsteknik - The Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency. Rapport nr - Report No 127. Garpenberg

GENFORS, W. - THYR, B. 1976. Dataunderlag för energibalansberäkningar inom skogsbruket. Summary: Basic data for energy-balance evaluations in forestry. Skogshögskolan, Insti-

määräysten mukaan 48 t) perusteella lasketut autojen polttonesteiden ominaiskulutusluvut laskevat noin 7 % nykyisten määräysten lukuihin verrattuna, jos puutavaran yksikköpainot pysyvät entisellään. Puunhankinnan vuotuisten hankintamäärien mukaan puunhankinnan polttonesteiden vuotuiset kulutusluvutkin vaihtelevat.

Kehitystyölle kokonaiskulutuslukuja tärkeämpiä ovat kuitenkin eri hankintamenetelmien ja -koneiden välisten polttonestekulutusten suhteet. Kun tässä selvityksessä kaikki kulutusluvut on pyritty laskemaan samoihin olosuhteisiin, on saatuja suhteellisesti laskettuja kulutuslukuja pidettävä melko luotettavina.

Energiakustannusten osuus raakapuun tehdashinnasta on vähäinen, vain 2 - 4 %. Näin ollen hankintamenetelmää valittaessa muut kuin energiakustannukset, lähinnä työvoimakustannukset, ratkaisevat. Työvoimakustannuksia voidaan pienentää lähinnä työn tuottavuutta nostamalla: ennen kaikkea koneellistamalla. Silloin energiakustannukset vastaavasti nousevat.

tutionen för skogsteknik - Royal College of Forestry, Department of Operational Efficiency. Rapport och Uppsatser Nr - Research Notes No 96. Garpenberg

Metsätehon tiedotuksia ja katsauksia 1970 - 1981. Metsäteho Reports and Reviews in 1970 - 1981

MORENIUS, BO. 1979. Bränsleförbrukning hos skogsmaskiner. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Moniste - Stencil. 30.11.1979. Stockholm

Puunkäyttötilasto 1979. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry. Helsinki

RAJALA, P.S. 1980. Metsäteollisuuden raaka- ja jätteen kaukokuljetukset vuonna 1979. Kotimaan puu. Metsätehon moniste 10.11.1980. Helsinki

SALMINEN, J. - VESIKALLIO, H. 1978. Raakapuun uiton kilpailukyky. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. Sarja B, no 47. Helsinki

Tavarajunien ominaiskulutukset. Valtionrautatiet. 24.9.1981

VASKO, P. 1981. Konekustannuslaskenta. Metsäalan Kuljetuksenantajat (MKA) Moniste. Helsinki

CONSUMPTION OF LIQUID FUEL IN THE WOOD PROCUREMENT OF THE FINNISH MECHANICAL FOREST INDUSTRY

By Jaakko Salminen

S u m m a r y

Consumption of liquid fuel in the procurement of industrial roundwood was distributed in Finland in 1979 between the different work phases and according to present-day methods as follows:

	Cut- ting	Forest haulage	Long- distance transport	Total
	MJ/solid m ³			
Softwood sawlogs	12	27	61	100
Birch sawlogs	12	29	79	120
Pulpwood	17	34	71	122

The greatest proportion of liquid fuel, 60 %, is consumed in long-distance transport and 27 % in forest haulage. Consumption in cutting is only 13 %. Long-distance transport accounts for 59 % of liquid fuel costs, forest haulage for 21 % and cutting for 20 %. The greater share of liquid fuel costs in cutting than the consumption of liquid fuel is due to the fact that the liquid fuel (petrol) for power saws is much more expensive than the liquid fuel (light fuel oil and diesel oil) for forest haulage and long-distance transport. On the average long-distance transport trip of 151 km liquid fuel consumption in truck-railway transport is 1.4-fold and in truck transport 2.8-fold the

consumption of the truck transport - bundle floating system. The corresponding liquid fuel costs in truck-railway transport system are 1.3-fold and in truck transport 3.1-fold the costs of the truck transport - bundle floating system.

Approx. 80 % of cutting is done today solely by power saw and 20 % by multipurpose logging machines, chiefly processors. The growing use of multipurpose logging machines raises the productivity of cutting work, but increases liquid fuel consumption and costs. If the change is made from power saw to multipurpose logging machines for cutting, liquid fuel consumption in cutting increases 5 - 9-fold but liquid fuel costs increase only 2.5 - 3.5-fold. It is due to the cheaper fuel used by multipurpose logging machines compared with power saws. Calculated in absolute terms, the increase in the liquid fuel costs is relatively small for sawlogs, less than 1 mark/m³(s). The increase for pulpwood is greater, 3 - 4 marks/m³(s). Taken as a whole, the liquid fuel costs of roundwood procurement are relatively small, only 2 - 4 % of the mill price. Mechanisation of timber harvesting and the mechanisation method do not, thus, affect the mill price of roundwood much, at least as far as energy costs are concerned.

