



# VAKOLA

PPA 1  
03400 VIHTI  
913-46 211

**VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS**  
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS NRO 42

WINFRIED SCHÄFER — VEIKKO LUOMI — TUOMO PALVA —  
SIMO-PEKKA PARMALA — JUKKA AHOKAS

**KASVIÖLJYT  
DIESELMOOTTORIN  
POLTTOAINEENA**

VEGETABLE OILS AS DIESEL ENGINE FUEL

VIHTI 1986

ISSN 0782-0054

VAKOLAN TUTKIMUSSELOSTUS NRO 42

WINFRIED SCHÄFER — VEIKKO LUOMI — TUOMO PALVA —  
SIMO-PEKKA PARMALA — JUKKA AHOKAS

KASVIÖLJYT  
DIESELMOOTTORIN  
POLTTOAINEENA

VEGETABLE OILS AS DIESEL ENGINE FUEL

VIHTI 1986

ISSN 0782-0054

Valtion painatuskeskus 1986

ESIPUHE	I
TIIVISTELMÄ	III
SAMMANFATTNING	III
SUMMARY	III
1. ÖLJYKASVIT JA KASVIÖLJYT . . . . .	1
2. SUOMEN KASVIÖLJYTUOTANTO . . . . .	4
2.1 Yleistä . . . . .	4
2.2 Lajikkeista ja lajikeominaisuuksista . . . . .	4
2.3 Tuotantopolitiikka . . . . .	4
2.4 Puristamot . . . . .	6
2.5 Prosessit ja tuotteet . . . . .	6
2.6 Rypsiöljytuotannon energiatase . . . . .	8
3. MOOTTORIKOKEIDEN POLTTOAINEET . . . . .	9
3.1 Tärkeimpien rapsi- ja rypsiöljyjen sekä dieselöljyn ominaisuudet	9
3.2 Dieselöljyn ja rapsi- tai rypsiöljyn seosvertailu . . . . .	9
3.3 33% rypsiöljyä ja 67% talvidieselöljyä sisältävän seoksen, R33, säilyvyys . . . . .	12
4. KENTTÄKOKEET JA NIIDEN TULOKSIA . . . . .	13
4.1 Koetraktorit . . . . .	13
4.2 Koetraktoreiden suoritusarvot . . . . .	15
4.3 VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin kulumis- ja karstoittumishavainnot 1000 käyttötunnin jälkeen . . . . .	16
4.3.1 Männät ja sylinteriputket . . . . .	16
4.3.2 Sylinterikansi . . . . .	17
4.3.3 Kampiakseli ja -laakerit . . . . .	20
4.4. VALMET 702 -traktorin moottorin kulumis- ja karstoittumis- havainnot 700 käyttötunnin jälkeen . . . . .	21
4.4.1 Männät ja sylinteriputket . . . . .	21
4.4.2 sylinterikansi . . . . .	22
4.4.3 Kiertokankien laakerit . . . . .	24



5.	RYPsiÖLJYN TALOUDELLISUUS POLTTOAINEENA . . . . .	25
5.1	Maailmanmarkkinahinnat . . . . .	25
5.2	Ulkomaisia tutkimuksia . . . . .	25
5.3	Rypsiöljyn kannattavuus polttoainena Suomessa . . . . .	27
5.3.1	Laki suomalaisesta öljykasvituotannosta . . . . .	27
5.3.2	Rypsiöljyn hinnan muodostuminen Suomessa . . . . .	27
5.3.3	Rypsiöljy ja maidon ylituotanto . . . . .	28
5.3.4	Rypsiöljyn käyttö polttoaineena kriisiaikana . . . . .	30
6.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT . . . . .	31
6.1	Yhteenveto . . . . .	31
6.2	Johtopäätelmät . . . . .	31
	KIRJALLISUUSLUETTELO . . . . .	33
	LIITTEET	37

**ESIPUHE**

Tämä tutkimusselostus on yhteenveto VAKOLAssa vuosina 1980-1986 tehdyistä kasviöljytutkimuksista. VAKOLAn lisäksi tutkimukseen ovat osallistuneet Valmet Oy:n Linnavuoren tehdas, Valtion teknilli-

sen tutkimuskeskuksen polttoainetalostus- ja voitelutekniikan laboratorio. Tutkimuksen on rahoittanut kauppa- ja teollisuusministeriön energiaosasto.

## TIIVISTELMÄ

Öljykasveista voidaan maassamme viljellä lähinnä rypsiä tai rapsia. Eniten viljelty on rypsi. Rypsiöljyä voidaan käyttää suora-ruiskutusdieseileissä dieselöljyn kanssa seoksena. Sekoittamalla 1/3-rypsiöljyä ja 2/3 dieselöljyä saadaan lähes -18 °C asti toimiva polttoaineseos. Kylmemmässä polttoaineen viskositeetti tulee liian suureksi.

Dieselmoottorissa voidaan käyttää pelkästään rypsiöljyä vain tilapäisesti. Pitempiaikainen käyttö karstoittaa moottorin, lukitsee männänrenkaat ja laimentaa voiteluöljyn. Kylmässä pelkkä rypsiöljy ei toimi,

sen viskositeetti on liian korkea ja suotimet tukkeutuvat nopeasti.

Rypsiöljyn käyttö ei vaikuta moottorin suoritusarvoihin mainittavasti. Teho ja moottorin käyttäytyminen on lähes sama kuin dieselöljyllä. Moottorille ei tarvitse myöskään tehdä mitään muutostöitä tai säätöjä.

Rypsiöljyn hinta on polttoöljyyn verrattuna kolminkertainen ja dieselöljyyn verrattuna kaksinkertainen. Tämän takia sen käyttö ei ole taloudellisesti kannattavaa.

## SAMMANFATTNING

Av oljevaxter kan i Finland odlas närmast ryps eller raps. Mest odlade är ryps. Rypsoljan kan användas i dieselmotorer med direkt insprutning som en blandning med dieselolja. Med en blandning av 1/3-rypsolja och 2/3-dieselolja fås bränslet som fungerar nästan i -18 °C kyld. I kallare temperatur blir viskositet för stor.

I Dieselmotorer kan ren dieselolja användas bara tillfälligt. Långtidig användning gör motoren sotig, låser kolringar och utspäder smöroljan. I kallt väder fungerar

rena rypsoljan inte, dess viskositet är för hög och filterna tilltäppas lätt.

Rypsoljan inverkar inte nämnvärt på motorens egenskaper. Effekten och motorens funktion är nästan samma som med dieselolja. Inga ändringar eller justering behövs i motoren.

Rypsoljans pris är i jämförelse med brännolja tre gånger högre och i jämförelse med dieselolja två gånger högre. Därför är det inte ekonomiskt att använda.

## SUMMARY

Oilseed crops in Finland are generally rape and turnip rape. Mostly cultivated oilseed crop is spring turnip rape. Fuel mixtures of turnip rape oil and diesel oil can be used as fuel for direct injected diesel engines. A blend of 1/3 turnip rape oil and 2/3 diesel oil turned out to be a useful fuel till -18 °C.

Crude turnip rape oil can be used as fuel only for a short term. Its long term use results in motor coking, piston ring locking and contamination of lubrication oil.

At low temperature use of crude turnip rape oil is impossible because increase of viscosity and blocking fuel filters.

Performance with turnip rape oil as fuel show power output and fuel consumption to be equivalent to the diesel fueled engine. No engine modification are necessary.

Turnip rape costs three times more than fuel oil and diesel oil costs half of turnip rape oil. Therefore use of turnip rape oil as fuel is uneconomical.

## 1. ÖLJYKASVIT JA KASVIÖLJYT

Euroopan tärkeimpiä öljykasveja ovat rapsi, rypsi, sinappi, auringonkukka, hamppu, pellava, unikko ja pähkinä. Trooppisen ja subtrooppisen vyöhykkeen tärkeimpiä öljykasveja ovat öljypalmu, kookospalmu, maapähkinä, puuvilla, soi-japapu, risiini ja öljypuu. Taulukossa 1 on esitetty tärkeimpien öljykasvien keskimääräiset saavutettavissa olevat öljysadot. Ne kuvaavat öljykasvien energiantuottokykyä.

Kasviöljyt ovat tulos aurinkoenergian tehokkaasta muuttumisesta aineelliseksi energiaksi. Niiden lämpöarvo on verrattavissa fossiilisiin polttoaineisiin.

Kasviöljyjen koostumuksesta noin 97% on haaroittumattomien rasvahappojen glyseriiniestereitä, loppuosa vapaita rasvahappoja, fosfatiideja, steriinejä, hiilivetyjä, hajuaineita, makuaineita ja niitä käytetään ruokaöljyinä ja ruokarasvoina.

Jos öljy kovettuu 20°C:ssä, sitä kutsutaan rasvaksi. Jähmettymispiste nousee ja viskositeetti lisääntyy rasvahappojen ketjunpituuksien kasvaessa. Jähmettymispiste laskee ja viskositeetti vähenee kaksoissidosten tahi tyydyttämättömien rasvahappojen lukumäärän kasvaessa.

Kasviöljyjen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet vastaavat poltto- ja dieselöljyn ominaisuuksia. Ominaisuuksienvertailu esitetään luvussa 3 vertaamalla rypsi- ja rapsiöljyä polttoöljyyn.

Ajatus kasviöljyn käytöstä polttoaineena dieselmoottorissa on yhtä vanha kuin dieselmoottori. Kirjallisuudessa on tästä lukuisia koetuloksia. Ensimmäisissä kokeissa käytettiin enimmäkseen pelkkää kasviöljyä tai eri polttonesteiden ja kasviöljyjen seoksia. Viime vuosina on lisäksi julkaistu tuloksia kokeista, joissa on käytetty

Öljykasvilaji	Öljy	Öljysato kg/ha
Aleurites fordii Hemsl.	tungöljy	1500 - 1600
Arachis hypogaeae L.	maapähkinä	200 - 3000
Brassica napus L.	rapsi	350 - 300
Brassica rapa L.	rypsi	350 - 650
Cannabis sativa L.	hamppu	250 - 500
Carthamus tinctorius L.	safflori	200 - 1600
Citrullus colocynthis (L.) Schrad	kolokvintti	2000 - 3000
Cocos nucifera L.	kookospähkinä	600 - 1350
Elaeis guinensis Jacq.	öljypalmu	2000 - 6000
Glycine max. L.(Merr)	soijapapu	300 - 1500
Gossypium hirsutum L.	puuvilla	140 - 500
Helianthus annuus L.	auringonkukka	150 - 1500
Juglans nigra L.	pähkinä	1500 - 500
Juglans regia L.	saksanpähkinä	900 - 800
Linum usitatissimum L.	pellava	100 - 1500
Olea Europaea	öljypuu	500 - 1000
Papaver somniferum L.	aito unikko	250 - 1500
Papaver rhogas L.	kaaliunikko	-
Prunus dulcis (Mill.) D.A.Webb.	manteli	200 - 1500
Ricinus communis L.	risiini	200 - 2750
Sapium sebiferum (L.)Roxb.	eukalyptus	700 - 3000
Sesamum indicum L.	seesami	150 - 1200
Sinapis alba L.	sinappi	250 - 2400
Theobroma cacao L.	kaakao	150 - 750

Taulukko 1. Öljykasvit ja niiden keskimääräiset öljy satoarviot (Lähde: DUKE:n & BAGBY:n /31/ mukaan)

polttoaineena kasviöljyjen esterien ja dieselöljyn seosta tai kasviöljyjen, dieselöljyn ja erilaisten lisäaineiden seosta. Taulukossa 2 on esitetty kasviöljyt, joita on käytetty polttoaineena dieselmootoreissa. Auringonkukka-, soija- ja rapsiöljyä käytetään eniten. Tutkittujen kasviöljyjen valinta riippuu tutkimusmaasta ja sen kasviöljyvaroista. Yhteistä kaikille dieselkokeille on ollut se, että kasviöljyn käyttö dieselmootorin polttoaineena on todettu mahdolliseksi mutta ei ongelmattomaksi.

Syynä on se, että toisaalta kasviöljyjen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, toisaalta dieselmootoreiden rakenneratkaisut (ruiskutustapa, palotila, puristusuhde jne.) vain kohtalaisesti sopivat toisiinsa. Käytettäessä kasviöljyä dieselmootoreiden polttoaineena esiintyy mm. seuraavantapaisia häiriöitä:

- Kylmäkäynnistys on vaikeaa. Syynä on kasviöljyn suuri viskositeetti ja leimahduspiste.
- Polttoainesuodatin, polttoainepumppu ja ruiskutuspumppu pyrkivät tukkeutumaan. Syynä on kasviöljyjen suuri viskositeetti ja niiden epäpuhtaudet.

- Moottori karstoittuu. Syynä on kasviöljyn epätäydellinen palaminen. Kasviöljyjen suuremmasta pisarakoosta ja polttoainesuihkun suuremmasta tiheydestä sekä kasviöljyjen kemiallisista ominaisuuksista johtuen niiden palamisnopeus on polttoöljyn palamisnopeutta pienempi.

- Männänrenkaat karstoittuvat. Syyt samat kuin muunkin moottorin karstoittumisessa.

- Teho pienenee. Syynä karstoittuvat männänrenkaat, jolloin puristuspaine laskee

- Voiteluöljyn voitelukyky heikkenee. Syynä on se, että osa polttonesteestä joutuu palamattomana sylinterin seinämille ja sieltä männän ohi öljytilaan.

- Moottori kuluu. Syynä on kasviöljyjen sekoittumisesta johtuva voiteluöljyn heikentynyt voitelukyky.

Häiriöiden voimakkuus riippuu toisaalta polttoaineiden laadusta ja koostumuksesta toisaalta koemootorin rakenteesta.

Kasviöljy	Kirjallisuusviitenumero
Maapähkinäöljy	/1, 4, 11, 16, 28, 38, 39, 57, 61, 69, 72/
Rypsi- tai rapsiöljy	/12, 22, 27, 28, 40, 41, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 63, 64, 69, 73, 75, 79/
Palmuöljy	/10, 61, 72/
Soijaöljy	/1, 16, 18, 19, 24, 33, 34, 36, 40, 52, 54, 57, 58, 59, 60, 67, 68, 69, 72, 73/
Puuvillaöljy	/1, 16, 28, 30, 35, 36, 57, 61, 72/
Auringonkukkaöljy	/4, 10, 15, 21, 25, 30, 36, 39, 42, 43, 47, 52, 56, 62, 70, 71, 73, 76, 78, 77/
Kookosöljy	/38/
Seesamiöljy	/38/
Pellavaöljy	/47, 55, 56, 52, 62, 72/
Saffloriöljy	/56, 51, 53/

Taulukko 2: Dieselmootoreissa käytettyjä kasviöljyjä ja niitä koskevia tutkimuksia.

Koska pääongelmana on moottorin karstoittuminen, josta useimmat muut häiriöt ovat seurausta, on sen vähentäminen tai estäminen nykyisin tutkimusten pääaiheena /7, 39, 45, 65, 69, 70, 76/. Niissä pyritään selvittämään, millä tavoin kasviöljyjen fysikaaliset ominaisuudet saataisiin dieselöljyä vastaaviksi. Toinen tie näistä ongelmista pääsemiseksi olisi kasviöljymoottorin kehittäminen. Tätä koskevia tutkimustuloksia ei ole löytynyt, mutta lähteessä /74/ viitataan kasviöljymoottorin olemassaoloon.

Myös sotilasajoneuvojen monipolttoainemoottorit voivat toimia kasviöljyllä. Yksittäisiä tutkimuksia on myös tehty dieselmoottoreiden ruiskutusjärjestelmien uusista sovellutuksista ja karstoittumisen vähentämiseen pyrkivistä moottoreiden rakennemuutoksista /69, 70/.

Tässä tutkimuksessa on selvitetty pääasiassa rapsi- tai rypsiöljyn käyttöä koska vain näillä on oloissamme merkitystä öljyn tuottajakasveina.

## 2. SUOMEN KASVIÖLJYTUOTANTO

### 2.1 Yleistä

Rypsin ja rapsin lisäksi ei maassamme viljellä muita öljykasveja. Hamppu, pellava, unikko, auringonkukka ja sinappi kasvavat tosin myös Suomessa, mutta niitä ei yksittäisiä tapauksia lukuunottamatta meillä varsinaisesti viljellä. Jos maassamme viljeltävien öljykasvien öljyntuotantokykyä pidetään tärkeänä olisi se otettava huomioon myös jalostuksessa.

Alussa viljeltiin lähinnä syysrypsiä. Kevätrypsi ja -rapsi tulivat mukaan vasta myöhemmin. Rypsin viljely alkoi Suomessa 1950-luvun alkupuolella. Ravintorasvojen ja öljyväkirehujen yleinen puute oli viljelyn aloittamisen pääpönttimenä.

Lyhyt kasvukautemme ja alhainen lämpösusma rajoittaa rypsin viljelyn vain eteläisimmille kahdelle viljelyvyöhykkeelle. Kevätrypsi, jonka kasvuaika on 104-110 vuorokautta lajikkeesta riippuen, ja kevätrapsi, jonka kasvuaika on 123-129 vuorokautta, ovat Suomeen parhaiten soveltuvat lajit. Rypsiä voidaan viljellä sekä I että II

### 2.2 Lajikkeista ja lajikeominaisuuksista

Suomessa viljeltäviä kevätrypsi- ja rapsilajikkeita esitetään taulukossa 3. Nykyisin useimmat viljeltävistä lajikkeista ovat ns. kaksoisnolla-lajikkeita, ts. niissä on pieni erukahappo- ja glukosinolaattipitoisuus. Erukahappo on sekä ihmisille että eläimille myrkyllistä. Ruskea-keltasiemenisen lajikkeen kuitupitoisuus on ohuemman kuorensa ansiosta pienempi kuin muiden lajikkeiden.

### 2.3 Tuotantopolitiikka

Maassamme käytettävien kasviöljyjen tuottaminen kokonaan kotimaassa edellyttäisi lähes 70 000 hehtaarin viljelyalaa (Maatalouden tuotantopoliittinen toimikunta, komiteamietintö 1980:5). Mikäli tuontirouhe korvattaisiin kokonaan kotimaisella rypsi- ja rapsirouheella, olisi öljykasvien viljelyalan oltava toimikunnan mukaan lähes 100 000 hehtaaria.

vyöhykkeellä, mutta rapsin viljely rajoittuu yleensä vain I vyöhykkeelle.

Kevätöljykasvien viljelyala on ollut noususuunnassa. Se oli vuonna 1983 61 000 hehtaaria keskisadon ollessa 1660 kg/ha. Tämä vastaa noin 650 l/ha öljyä. Mainittakoon vertailun vuoksi, että huippuöljysato oli AULD:in /14/ mukaan vv. 1979-81 Idahossa USA:ssa 2700 l/ha, keskiöljysadon vaihdellessa samoina vuosina lajikkeesta riippuen 1530-2020 l/ha.

Öljykasvit sopivat hyvin varsinkin yksipuolisen viljakasvikierron katkaisijaksi. Öljykasvin jälkeen vilja antaa noin 15-20% suuremman sadon kuin viljan jälkeen. Kierroksen välin olisi öljykasveilla oltava 3-4 vuotta.

Tuottajan perushinta oli 1.1.1985 3,42 mk/siemenkilolta. Perushinta maksetaan siemenestä, jonka öljypitoisuus on 38%, kosteus 9%, puhtaus 98% ja lehtivihreäpitoisuus 30-40 mg/kg.

Koska öljy ja valkuainen ovat sadon halutut osat, on kasvinjalostuksessa yleensä pidetty hyvin tärkeänä valintaperusteena öljyn ja valkuaisen summaa, joka tavallisesti on 60-65% siemenen kuiva-aineesta. Pyrkimyksenä on nostaa tämä 70% yläpuolelle, mikä kuitenkin näyttää vaikealta lannoitus- ja kasvinjalostuskeinoin. Öljy- ja valkuaispitoisuuksilla on keskenään negatiivinen korrelaatio mikä tarkoittaa sitä, että toisen noustessa toinen laskee.

Rehuvalkuaistyöryhmän (selvitys 1981) mukaan noin 120 000 hehtaarin rouhetuotto voitaisiin kuitenkin käyttää teollisiin rehuseoksiin. Tällöin lypsylehmien rehuseoksiin ei käytettäisi lainkaan tuontivalkuaisraakaainetta. Sen sijaan lihanautojen, sikojen ja kanojen rehuseoksiin käytettäisiin tällöinkin soijarouhetta ja kalarehujauhoa.

Öljykasvien viljelyalan laajentuminen 120 000 hehtaariin merkitsisi 1600 kg/ha siemensadon perusteella laskettuna noin 76 000 tonnia kasviöljyä (öljypitoisuus 40%) ja 114 000 tonnia rouhetta. Tämä helpot-  
taisi kotieläintuotannon turvaamista myös

mahdollisissa kriisitilanteissa.

Koska 100%:een kasviöljyomavaraisuuteen riittäisi 70 000 hehtaarin ala, jäisi 120 000 ha:n viljelyalan öljystä noin 32 000 tonnia käytettäväksi esim. polttoöljyn lisänä.

Lajike ja jalostaja	Suosittelava viljelyvyöhyke	Kasvuaika vrk	Glukosinolaatti $\mu\text{mol}^1)$	Tyyppi
Kevättrypsi				
Ante, Sv	I-II	104	15	00
Emma, WW	I-II	107	77	0
Hja 96337	I-II	106	14	000
Hjan Vankka	I-II	116	35	00 <sup>2)</sup>
Sigga, PBS	I-II	106		000
Span, CDA	I-II	105		0
Tobin	I-II	104		000
Tyko, Sv	I-II	108	59	0
Valtti	I-II	107	21	000
Kevätrapsi				
Karat, Sv	I	125		00
Lergo, Sv	I	123		00
Oro, CDA	I	129		0
Topas, Sv	I	126		00
Varma	I	125		00

- 1) 0 = erukahappopitoisuus, alhainen  
 00 = erukahappo- ja glukosinolaattipitoisuus, alhainen  
 000 = erukahapoton, glukosinolaattipitoisuus < 30  $\mu\text{mol}/\text{kg}$

- 2) ruskea-keltasiemeninen  
 Sv = Sveriges Utsädesförening, Svalöf, Ruotsi  
 CDA = Agriculture, Canada, Kanada  
 Hja = Hankkijan kasvinjalostuskeskus  
 PBS = University of Manitoba, Kanada  
 WW = W. Weibull A/B, Ruotsi

Taulukko 3. Suomessa viljeltäviä kevätrypsi- ja kevätrapsilajikkeita (Lähde: lyh. Pelto-pirkan päiväntieto 1986 ja Saroilta 1/86)



## 2.4 Puristamot

Suomen ensimmäinen öljynpuristamo valmistui Raisioon vuonna 1951. Tällä hetkellä Suomessa toimii neljä öljynpuristamoa:

- Öljynpuristamo Oy Helsingissä.
- Raision Tehtaisiin kuuluva Oy Kasviöljy, Raisiossa.
- Hankkijan tytäryhtiö Tuottajain Rypsi Oy:n puristamo Kouvolassa.
- Tehorehu Oy Helsingissä.

Kaikki tehtaot tekevät viljelysopimuksia keskusliikkeiden välityksellä ja Oy Kasviöljy myös suoraan osakasviljelijöidensä kanssa. Nykyinen puristamokapasiteetti on noin 100 000 t öljyä vuodessa. Se vastaa noin 250 000 t rypsisiemettä tai noin 155 000 ha:n rypsisiemensatoa.

## 2.5 Prosessit ja tuotteet

Öljyn erottamiseksi siemenestä on olemassa kaksi päämenetelmää: puristaminen ja uut-taminen. Näitä menetelmiä käytetään kuitenkin useimmiten yhdistettyinä. Pelkkää puristusta käyttäen rypsikakkuun jää öljyä aina vähintään 7-8%. Sen sijaan uut-tamismenetelmällä voidaan öljysaantoa parantaa aina 99%:iin saakka. Tällöin sivutuotteenä saadaan rypsirouhetta. Puristuksen ja uuton jälkeen kasviöljyssä on vielä runsaasti epäpuhtauksia ja sivuaineita, jotka poistetaan raffinoimalla.

Öljykasvien siemenistä saatavaan rouheeseen ei viime vuosiin saakka ole kiinnitetty sanottavaa huomiota, vaan se on mennyt sellaisenaan rehuteollisuuden käyttöön. Nyt on kuitenkin alettu kiinnittää huomiota mm. rouheen kuitupitoisuuden alentamiseen yksimahaistenruokinnassa ja suojatun valkuaisen eli ohitusvalkuaisen merkitykseen märehitjien rehuissa.

Thomas /65/ on tutkinut mm. rapsiöljyn valmistuksen yhteydessä syntyvän puristusjätteen, rouheen, sopivuutta eläinten rehuksi. Kokeilluista rouheista kiinnostavin on korkearuka-rypsirouhe. Tämä rouhe on valkuaisainekoostumukseltaan verrattavissa soijarouheeseen. Rouhe sisältää glukosinolaatteja, jotka hajaantuvat eläimen ruoansulatuksessa myrkyllisiksi tuotteiksi. Nämä hidastavat eläimen kasvua ja aiheuttavat myrkytysoireita.

Thomas:in /65/ kokeissa korvattiin kananpoikasten ja lampaiden soijavalukuaisrehusta osa rapsirouheella.

Kananpoikasten kohdalla rapsirouheen 50% käyttö johti huomattavasti hidastuneeseen kasvuun.

Lampailla ei myrkytysvaikutuksia ollut. Todennäköisesti niiden ruoansulatus hajottaa myrkylliset aineosat ennen niiden imeytymistä elimistöön.

Lopputulokseksi tuli, että rapsirouhe sopii märehitjille, mutta yksimahaisten valkuaislähteeksi se ei sovi.

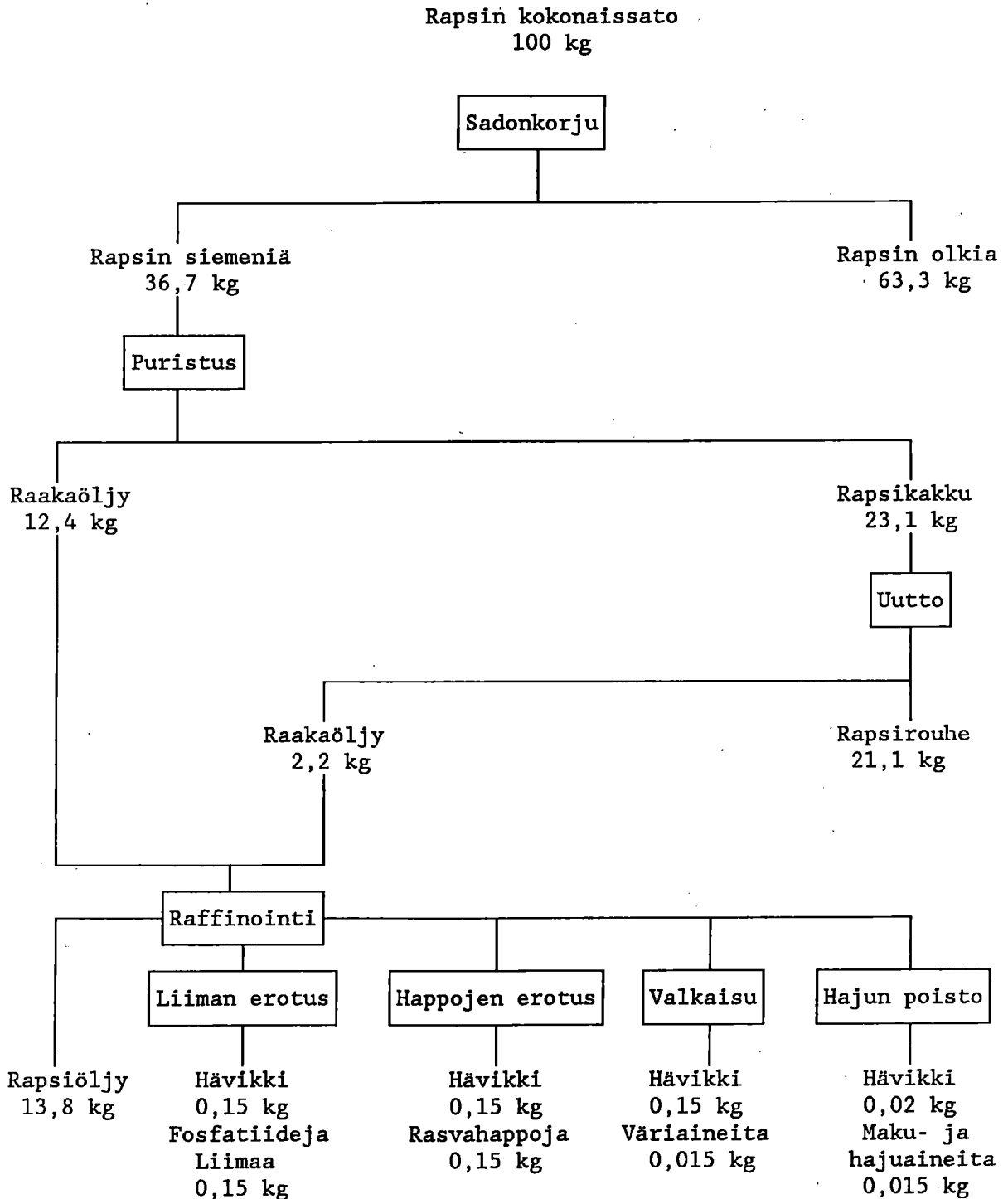
Kokeissa käytettiin runsaasti glukosinolaatteja sisältävää erukarapsia. Kanadalaiset matalaerukahappoiset lajikkeet sisältävät huomattavasti vähemmän glukosinolaatteja. Nämä lajikkeet ovat käytössä myös Suomessa. Esitetyn perusteella voidaan päätellä, että suomalainen rapsirouhe olisi kelvollista ainakin märehitjien valkuaislähteeksi.

Glukosinolaatit ovat lämpöherkkiä. Siksi uuttaminen vähentää glukosinolaattipitoisuutta. Se tarkoittaa sitä, että rypsikakku voi olla myrkyllisempi kuin rypsirouhe.

Rypsin ja rapsin käyttö kotieläinten valkuaislähteenä on lisääntymässä. Tämä on seurausta kasvinjalostuksen, viljelytekniikan, prosessoinnin ja kotieläinten ruokintafysiologian aloilla tapahtuneesta kehityksestä. Öljykasvien viljelyn laajuutta säädelläänkin tällä hetkellä Suomessa lähes yksinomaan rouhetarpeen mukaan.

Rypsiöljyn laadun osalta tapahtui vuonna 1976 merkittävä muutos, kun Suomessa ryhdyttiin viljelemään lähes erukahapottomia lajikkeita. Tämän jälkeen elintarviketeollisuus on nostanut rypsiöljyn käytön määrään 12 000 t (v. 1984), mikä edustaa 40% elintarviketeollisuudessa käytetyistä kasviöljyistä. Tästä määrästä ei käyttöä voitane lisätä ilman öljyn oleellista laatu-  
muutosta.

Rypsinsiementä voidaan käyttää myös jossain määrin (Hankkijan mukaan kork. 10-15% siemensadosta) suoraan rehuteollisuudessa, mikä käyttö kuuluu myös kotimaisesta öljykasvituotannosta säädetyn lain (1983-1987) mukaisen tuen piiriin. Vuonna 1985 tätä käyttöä ei ollut.



Taulukko 4. Rapsiöljytuotannon tuotantokaavio (/22/ mukaan)

## 2.6 Rypsiöljytuotannon energiatase

Kun rypsiöljyä valmistetaan "suoraan" energiakäyttöön on otettava huomioon, että siitä saatava energia on nettoenergiaa. Rypsiöljyn tuotannossa energiaa kuluu

pääasiassa viljelyyn ja prosessointiin. Saksalaisen lähteen /22/ perusteella voidaan suomalaisiin olosuhteisiin arvioida taulukossa 5 esitetty energiatase.

Siementuotannon energiantarve		
siemen	0,1 GJ/ha	
lannoitteet	7,7 GJ/ha	
torjunta-aineet	0,5 GJ/ha	
polttoaineet	24,0 GJ/ha	
rakennukset	<u>22,0 GJ/ha</u>	
	14,3 GJ/ha	= 380 l polttoöljyä
Öljyntuotannon energiantarve		
puristus ja uuttaminen	2,0 GJ/ha	
raffinointi	1,1 GJ/ha	
häviö	<u>1,2 GJ/ha</u>	
	4,3 GJ/ha	= 115 l polttoöljyä
Yhteensä	18,6 GJ/ha	= 495 l polttoöljyä
Energian tuotanto		
siemen (1600 kg/ha · 24,5 MJ/kg) =	39,2 GJ/ha	
olki (2800 kg/ha · 13,8 MJ/ka) =	<u>38,1 GJ/ha</u>	
	77,3 GJ/ha	= 2095 l polttoöljyä
tämä sisältää rypsiöljyä (1600 kg/ha · 38% · 37,24 MJ/kg)	22,6 GJ/ha	= 602 l polttoöljyä

Taulukko 5. Rypsiöljytuotannon energiatase /22/ mukaan.

Siinä on otettu huomioon suomalaisen rypsihiemenen saksalaista hieman alhaisempi energiasisältö ja sato. Tosin lannoitteitakin käytetään meillä vähemmän kuin Saksassa. Olkien käyttö energialähteenä parantaisi huomattavasti rypsin energian kannattavuutta. Nykyisin ei olkea meillä kuitenkaan käytetä hyväksi.

Yhden rypsiöljylitran tuottamiseen tarvitaan 0,82 rypsiöljylitran energiasisältö (495 l : 602 l). Siemensadon sisältämän energian ja tuottamiseen tarvittavan energian suhteeksi tulee 2,7 (39,2 GJ/ha : 14,3 GJ/ha). Vastaava suhdeluku Saksassa on 3,34.

### 3. MOOTTORIKOKEIDEN POLTTOAINEET

#### 3.1 Tärkeimpien rapsi- ja rypsiöljyjen sekä dieselöljyn ominaisuudet

Taulukossa 6 esitetään eri tutkimuksiin perustuvia tärkeimpiä diesel-, rypsi- ja rapsiöljyjen ominaisuuksia.

Lämpöarvojen erot ovat pienet etenkin, jos lämpöarvo lasketaan suhteessa tilavuuteen. Siksi moottoreiden kehittämä teho on polttoaineesta lähes riippumaton.

Rypsi- ja rapsiöljyn viskositeetti on noin 20 kertaa dieselöljyn viskositeettia suurempi. Suuri viskositeetti on polttoainekäytön vaikeuksien suurin syy. Ruiskutusaineen suurempi, ruiskutusaika pitempi, ruiskutussumukartion keskuskulma pienempi ja tunkeutuminen suurempi. Rypsi- ja rapsiöljykartion ydinosa on siten tiheämpi ja pisarakoko suurempi kuin dieselöljykartion. Suurempi pisarakoko hidastaa palamisreaktiota.

Rypsi- ja rapsiöljyn leimahduspiste on kolme kertaa dieselöljyn leimahduspistettä suurempi. Se samoin kuin korkeampi samepiste ja huonompi suodatettavuus selittävät rapsi- ja rypsiöljyn huonot kylmäkäynnistyvyysominaisuudet.

#### 3.2 Dieselöljyn ja rapsi- tai rypsiöljyn seosvertailu

Kasviöljyjen polttoaineominaisuuksia pyrittiin parantamaan sekoittamalla diesel- ja kasviöljyä keskenään. Jos seoksessa oli vähintään 50% dieselöljyä, paranivat ominaisuudet jo merkittävästi. Seoksen homogenisuus oli pysyvä ja liettymistä ei esiintynyt /41/. Myös hajottamalla kasviöljyn triglyseridit rasvahappojen metyyli- tai etyyliesteriksi saadaan sen polttoaineominaisuudet paranemaan. Taulukossa 7 on esitetty muutamien seosten sekä rapsiöljyn metyyliesterin ominaisuudet.

Seosta "R33" /48,51/, mikä sisältää 33% rypsiöljyä ja 67% talvidieselöljyä, käytettiin myös kenttäkokeissa, joiden tulokset esitetään luvussa 4.

Syttymisherkkyyttä kuvaava setaaniluku on rypsi- ja rapsiöljyllä vähän pienempi tai samaa luokkaa kuin dieselöljyllä /69/.

Polttoaineiden karstoittavaa vaikutusta osoittavana lukuina on pidetty Conradson-hiiltojätettä /20/ ja jodilukua /55/, joka ilmaisee lähinnä kaksoissidosten määrän. KORUS ym. /44/ olettavat, että karstoittamiseen vaikuttavat kaksoissidosten määrän lisäksi myös niiden sijainti toisiinsa nähden. Diels-Adder-menetelmän terminen polymerisaatio edellyttää konjugoituja kaksoissidoksia, joita on linoli- ja linoleenihiapoissa. Rypsiöljyssä kyseisiä rasvahappoja on noin kolmannes /45, s.9/.

Taulukosta 6 ilmenee myös, että rapsi- ja rypsiöljyn kemiallinen koostumus vaihtelee laajoissa rajoissa ja siten myös sen fyysikaaliset ominaisuudet, viskositeetti 37-51 mm<sup>2</sup>/s lämpötilassa 38°C ja 75-97,7 mm<sup>2</sup>/s lämpötilassa 20°C, leimahduspiste 230-320°C sekä setaaniluku 25-51. Koostumuksen vaihtelu aiheuttaa vastaavasti dieselmoottorikoneiden tulosten vaihtelua.

Seosten viskositeetti pienenee dieselöljyn osuuden kasvaessa. Kuitenkin esimerkiksi vielä sellaisen seoksen, jossa on 33% dieselöljyä viskositeetti on noin kolme kertaa dieselöljyä suurempi. Tämä tarkoittaa sitä, että ongelmat jotka on mainittu sivulla 3, säilyvät, vaikkakin moottoreiden ongelmien käyttöaika pitenee.

VELLGUTH:in /69/ mukaan moottori ei karstoitu käytettäessä rapsietyyliesterin ja dieselöljyn seosta suhteessa 1:1 ja samanaikaisesti muuttamalla ruiskutusajoitusta 4° aikaisemmaksi.

Polttoaine:	dieselöljy		rypsi	rypsi+	rapsi	rapsi	rapsi	kevät-	syys-	rapsi	rapsi
	kesä	talvi									
Fysikaaliset ominaisuudet											
Lämpöarvo	MJ/kg	42,7	42,8	39,4	39,8	39,7	37,2	39,7	39,9	38,1	-
Tiheys 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	850	830	910-917	903	912	922	920	910	921	-
Viskositeetti 20 °C	mm <sup>2</sup> /s	4,5	3,1	97,7	45,1	37,1	75	39,1	51,1	75,7	-
Leimahduspiste	°C	70	70	317	230-290	246	-	-	-	317	-
Samepiste	°C	-6	-23	0- -2	-	-3,9	-	-	-	0-2	-
Suodatettavuus	°C	-16	-32	-	-	-	-20	-	-	-	-
Setaaniluku	P-%	48	47	51,2	37,5	37,6	39	-	-	-	-
Hiltojäte	P-%	<0,2	<0,2	-	0,22	0,3	0,43	-	-	-	-
Vesi	mg/kg	<200	<200	-	-	-	0,053	-	-	-	-
Tuhka	P-%	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,054	0,11	0,098	0,004	-	-
Jodiluku		-	-	94-106	-	-	-	-	-	-	-
Kemiallinen koostumus											
Palmitiinihappo	C16 %	-	-	-	-	3,5	-	4,4	3,2	4,7	5,1
Steariinihappo	C18 %	-	-	-	-	0,9	-	1,8	1,1	1,2	-
Öljyhappo	C18:1 %	-	-	-	-	64,4	-	59,8	14,8	60,2	54,9
Linolihappo	C18:2 %	-	-	-	-	22,3	-	20,6	12,7	15,4	18,9
Linoleenihiappo	C18:3 %	-	-	-	-	8,2	-	11,1	-	11,6	-
Arachidihiappo	C20 %	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	9,9
E ikoseenihiappo	C20:1 %	-	-	-	-	-	-	0,9	17,7	-	-
Erukahappo	C22:1 %	-	-	-	-	-	-	1,4	46,7	2,5	6,0
Muut		-	-	-	-	0,7	-	1,4	3,8	3,6	5,2
Lähde				/48,51/	/22,69/	/37/	/79,41/	/53/	/53/	/75/	/75/

Taulukko 6. Diesel-, rypsi- ja rapsiöljyjen fysikaaliset ominaisuudet ja koostumus eri lähteiden mukaan

1) 38 °C 2) raffinoitu rapsiöljy 3) tilavuus %

Polttoaine:		dieselöljy kesä	dieselöljy talvi	33 t% rypsi- öljy	33 t% rapsi- öljy	50 t% rypsi- öljy	50 t% rapsi- öljy	50 t% rapsi- öljy	50 t% rapsi- metyyli- esteri
Lämpöarvo	MJ/kg	42,7	42,8	41,0	41,1	-	-	-	37,1
Tiheys 15°C	kg/m <sup>3</sup>	850	830	857	865	-	879	877	885
Viskositeetti 20°C	mm <sup>2</sup> /s	4,5	3,1	13,6	9,1	17,7	14,7	15,5	7,8
Leimahduspiste	°C	70	70	-	-	-	-	-	130
Samepiste	°C	-6	-23	-17	-	-7	-	-	-1
Suodatettavuus	°C	-16	-32	-	-	-	-	-	-12
Setaaniluku		48	47	44	-	43	-	-	-
Lähde				/48,51/	/79/	/45/	/79/	/75/	/49/

Taulukko 7. Dieselöljyjien, niiden ja rypsi- ja rapsiöljyjien seosten sekä rapsimetyyliesterin fysikaaliset ominaisuudet

3.3 33% rypsiöljyä ja 67% talvidieselöljyä sisältävän seoksen, R33, säilyvyys

Kasviöljyt ovat kemiallisesti pysymättömämpiä kuin maaöljypohjaiset dieselpolttoaineet. Kasviöljyjen tyydyttymättömät sidokset ovat alttiita hapettumiselle, radikaalien muodostumiselle ja polymeroitumiselle. Polymeroitumisesta johtuu polttoaineen epätäydellisempi palaminen. Polymeroituminen voi tapahtua paitsi palamisprosessina korkeassa lämpötilassa myös oksidoitumalla polttoaineen varastoinnin aikana /44/.

Dieselpolttoaineissa käytetään hajottavia lisäaineita ja hapettumisenestoaineita polymeroitumisen estämiseksi. Hapettumisenestoaineiden on todettu kiihdyttävän kasviöljyjen polymeroitumista. Polymeroitumisen hidastamiseksi tulisi öljyvarastojen olla ilmatiiviitä /44/.

Säilyvyyden selvittämiseksi varastoitiin toukokuussa 1984 neljä 30 dm<sup>3</sup> R33-seosta sisältävää läpikuultavaa elintarvikemuovista suljettua astiaa seuraavasti /48/:

- lämmitettyyn huonetilaan
- pakkashalliin, jonka lämpötilavaihtelut olivat suuret (-25 - +30 °C)
- lämmittämättömään ulkovarastoon
- ulos varjottomaan paikkaan

Astioita ei täytetty aivan täyteen, vaan niihin jätettiin hieman ilmaa. Kokeen alussa analysoitiin R33:n kokonaishappoluku (TAN-arvo) ja viskositeetti. Veden läsnäollessa suuri TAN aiheuttaa korroosiota. Tyypillinen dieselöljyn TAN on alle 0,05 mgKOH/g /39/. Joulukuussa 1984 ja joulukuussa 1985 otetuista koe-eristä määritetyt arvot on esitetty taulukossa 8. Joulukuussa 1985 otettiin koe-erät astioista pinnalta (1), pohjalta (2) ja ravistetusta seoksesta (3).

Minkään koe-erän TAN-arvo ei ollut kasvanut haitallisesti, eikä viskositeettimäärittäksen perusteella voitu havaita koe-erien polymeroituneen merkittävästi.

Aikakohta:	5/84 /48/	12/84 /48/	12/85 1)	12/85 2)	12/85 3)
TAN mgKOH/g					
Lämmitetty huone:	0,044	0,110	-	-	-
Pakkashalli:	0,044	0,070	0,060	0,070	0,060
Lämmittämätön ulkovarasto:	0,044	0,060	0,060	0,070	0,060
Varjoton ulkotila:	0,044	0,070	0,070	0,080	0,080
Viskositeetti (20°C mm <sup>2</sup> /s)					
Lämmitetty huone:	13,55	13,62	-	-	-
Pakkashalli:	13,55	13,51	13,66	13,67	13,67
Lämmittämätön ulkovarasto:	13,55	13,55	13,68	13,69	13,70
Varjoton ulkotila:	13,55	13,64	13,72	13,70	13,73

**Taulukko 8.** R33:n säilyvyys: Kokonaishappoluvun (TAN-arvon) ja viskositeetin muutos

1) koe-erä astian pinnalta

2) koe-erä astian pohjalta

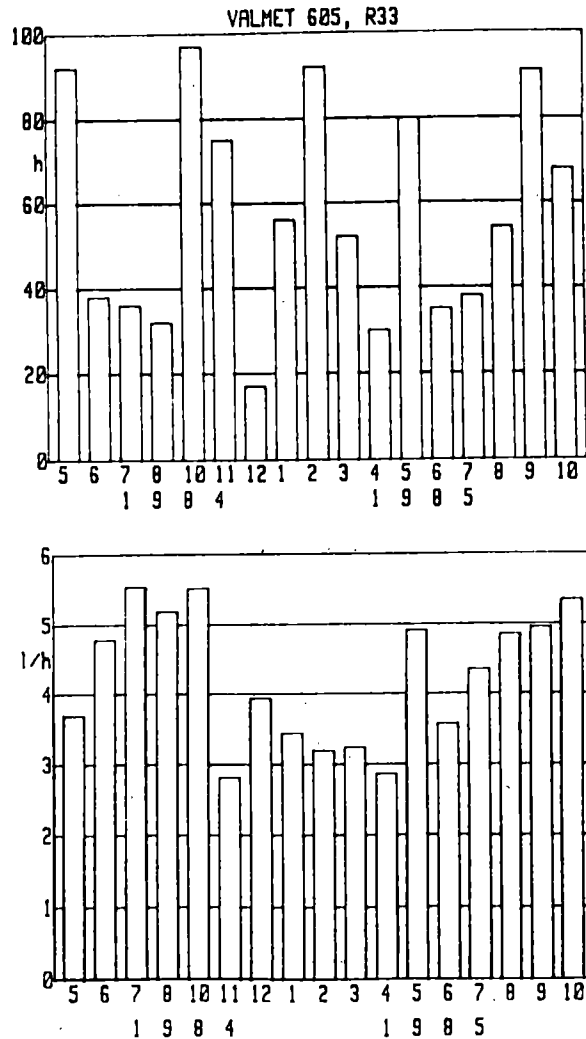
3) koe-erä ravistamisen jälkeen

#### 4. KENTTÄKOKEET JA NIIDEN TULOKSIA

##### 4.1 Koetraktorit

VAKOLAssa varustettiin helmikuussa 1984 kaksi maataloustraktoria polttoaineenkulutus- ja käyntinopeusmittarein rypsi- ja dieselöljyn seoksen käyttöseuranta varten. Traktorit olivat VALMET 702, jossa oli ahtamaton suoraruiskutteinen dieselmoottori ja VOLVO BM VALMET 605-4, jossa oli turboahdettu suoraruiskutteinen dieselmoottori. Niiden tekniset tiedot on esitetty liitteessä. Traktoreita käytettiin tavano- maisissa maatalous- ja metsätöissä loka- kuuhun 1985 asti.

VOLVO BM VALMET 605-4 -traktoria käytettiin noin 1000 h polttoaineen ollessa R33:a, ja se kulutti noin 1300 l rypsiöljyä ja 2700 l dieselöljyä. Kuvassa 1 on esitetty VOLVO BM VALMET 605-4:a käyttötunnit ja polttoaineen kulutus kuukausittain. Kuormitus oli suurimmillaan keväällä ja syksyllä. Koska tammi- ja helmikuussa oli kova pakkaskausi, traktoreita käytettiin silloin 100% dieselöljyllä kylmäkäynnin varmistamiseksi. Keskiäyntinopeus oli 1358 r/min, keski kuormitus noin 15 kW ja keskimääräinen kulutus 4,34 l/h.

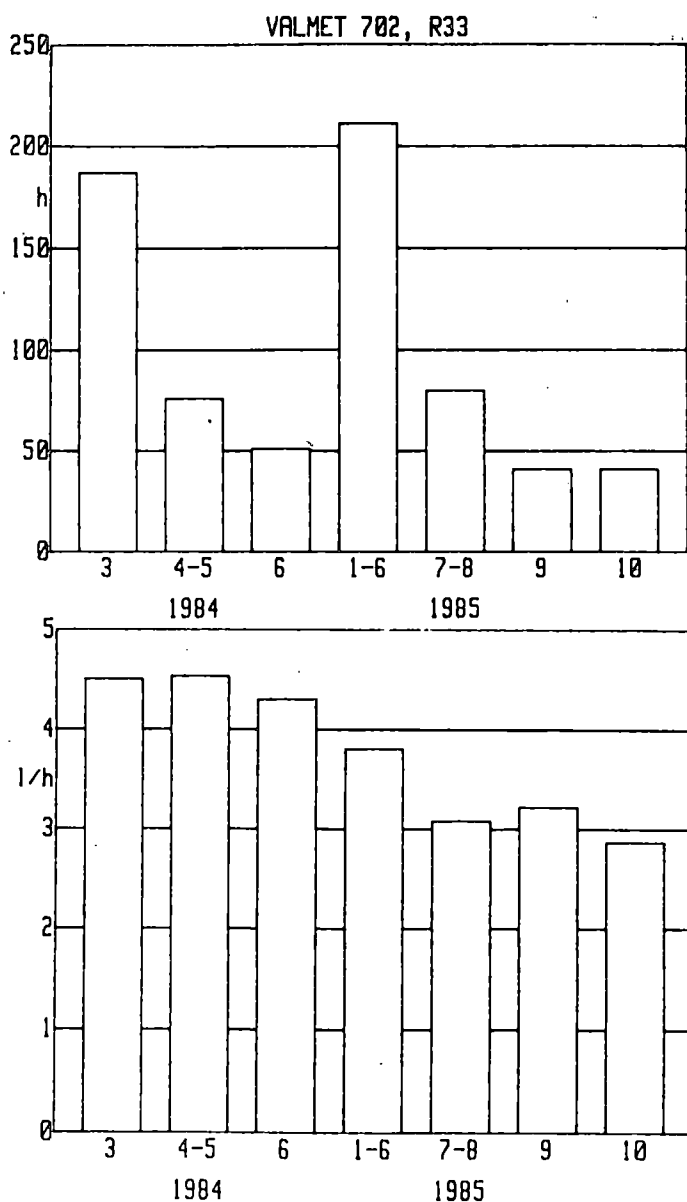


Kuva 1. VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin käyttötunnit ja polttoaineenkulutus kuukausittain vuosina 1984 ja 1985.



VALMET 702 -traktoria käytettiin noin 700 h R33 polttoaineella ja se kulutti noin 800 l rypsiöljyä ja 1600 l dieselöljyä. Kuvassa 2 on esitetty VALMET 702 -traktorin käyttötunnit ja polttoaineenkulutus jaksoittain. Traktorin käyttö oli jaksoittaista

sen takia, että vetokoukku, vaihteistoa ja nostolaitetta jouduttiin korjaamaan. Keskiäyntinopeus oli noin 1300 r/min, keski-kuormitus noin 8 kW ja keskimääräinen kulutus noin 3,6 l/h.



Kuva 2. VALMET 702 -traktorin käyttötunnit ja polttoaineenkulutus jaksottain vuosina 1984 ja 1985.

## 4.2 Koetraktoreiden suoritusarvot

Koetraktoreiden suoritusarvoja seurattiin ja teho. Valvontamittausten tulokset on valvontamittauksin. Mittauksissa rekisteröitiin vääntömomentti, polttoaineen kulutus esitetty taulukossa 9.

Traktori	Polttoaine	Käyttötunnit	Suurin teho	Suurin momentti	Suurin käyntinopeus	Suurin polttoaineen kulutus
V605		[h]	[kW]/[k/min]	[Nm]/[k/min]	[k/min]	[l/h]
27. 3.84	R0 <sup>1)</sup>	0	49,0/2199	246,4/1399	2371	14,9
28. 3.84	R33 <sup>2)</sup>	0	49,7/2150	254,5/1199	2316	15,0
12. 6.84	R33	180	49,6/2099	256,5/1399	2361	15,0
10. 6.85	R33	603	49,1/2250	256,0/1402	2463	-
18.10.85	R33	1056	49,6/2250	260,9/1309	2439	15,1
Traktori	Polttoaine	Käyttötunnit	Nimellisteho	Suurin momentti	Suurin käyntinopeus	Suurin polttoaineen kulutus
V702		[h]	[kW]/[k/min]	[Nm]/[k/min]	[k/min]	[l/h]
9. 2.84	R0	0	46,5/2200	261/1001	2301	16,4
10. 2.84	R33	0	47,8/2200	267/1001	2309	16,5
2. 3.84	R33	130	46,5/2200	254/1400	-	16,2
20. 3.84	R33	201	46,8/2200	256/1400	-	16,4
11. 6.85	R33	525	44,5/2200	258/1202	2286	16,1
19. 2.86	R33	687	45,0/2200	267/ 992	2323	16,2

1) R0: 100% talvidieselöljyä

2) R33: 33% rypsiöljyä, 67% talvidieselöljyä

**Taulukko 9.** Traktoreiden suoritusarvot tutkimusaikana.

R33-seoksella saavutettu vääntömomentti oli hieman talvidieselöljyllä saavutettua momenttia suurempi. V605:n moottorin vääntömomentti suureni 2,5% koetusajana, 254,5 Nm:sta 260,9 Nm:iin ja V702:n moottorin vääntömomentti pieneni ensin 5%, 267 Nm:stä 254 Nm:iin, mutta nousi lopuksi taas koeajan alkuarvoon.

Polttonesteen vaikutus koetraktoreiden moottoreiden suurimpaan tehoon oli samantapainen: V605:n suurin teho pysyi koko ajan lähes samana kun taas V702:n nimel-

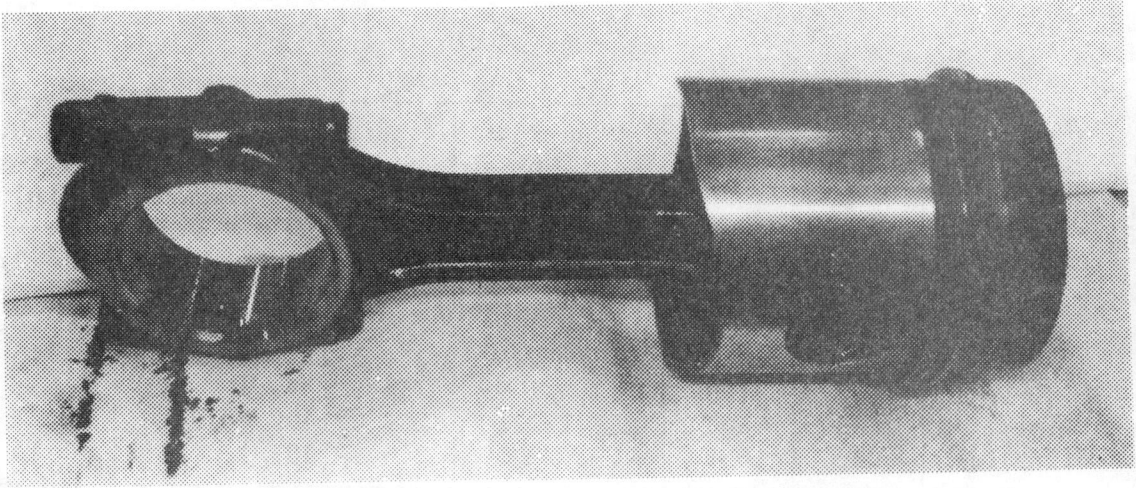
listeho laski 6%, 47,8 kW:sta 45 kW:iin.

Edellä olevan perusteella on selvää, että dieselmoottoreiden rakenne ja moottoreiden keskikuormitus tutkimusaikana vaikuttivat rypsi-seoksen palamiseen. VOLVO BM-VALMET 605-4 -traktorin turboahdetun moottorin teho ja vääntömomentti näyttävät koeaikana pysyneen jokseenkin samalla tasolla ja moottorissa oli vain vähän kulumis- ja karstoittumishäiriöitä. VALMET 702 -traktorin moottori taasen karstoittui niin runsaasti, että teho laski selvästi.

#### 4.3 VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin kulumis- ja karstoittumishavainnot 1000 käyttötunnin jälkeen

##### 4.3.1 Männät ja sylinteriputket

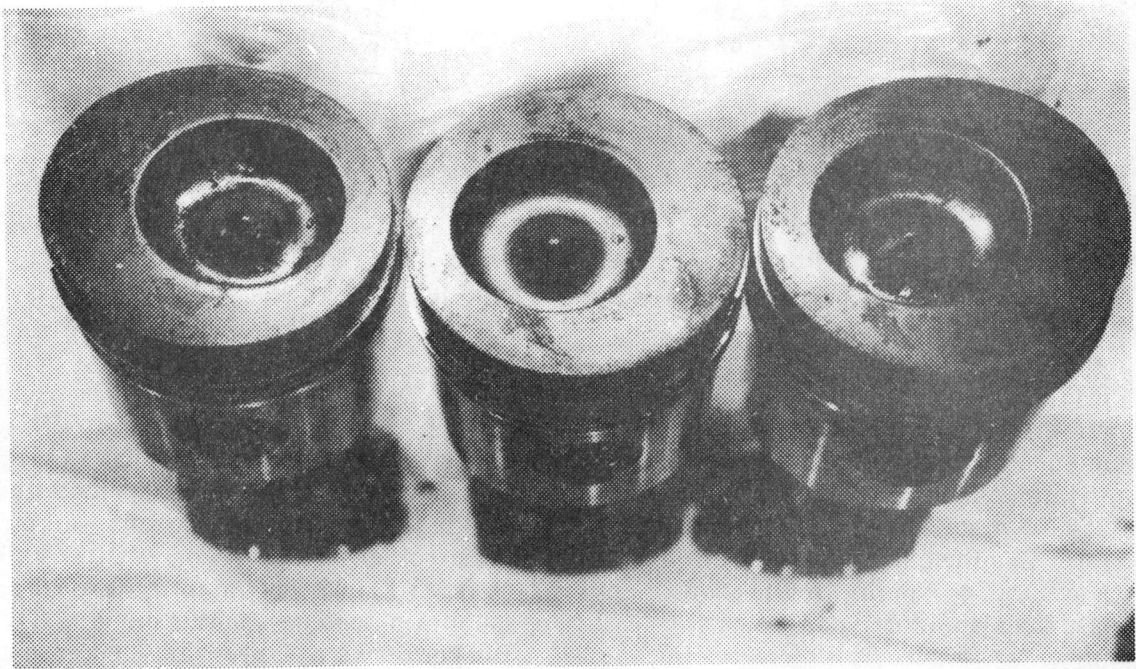
Männissä ei havaittu epänormaalia kulumista alapuolelta hyvin puhtaita, kuva 3. Kaikki männät olivat rengasura-alueen



**Kuva 3.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin mäntä.

Mäntien päät olivat reunoiltaan osittain tummat ja kovan korkeintaan 1 mm paksun karstakerroksen ja ohuen sitkeän mustan kalvon peittämät, kuva 4.

Männänrenkaiden urat olivat puhtaat ja renkaat liikkuivat niissä vapaasti. Niissä ei havaittu ylimääräistä kulumista.

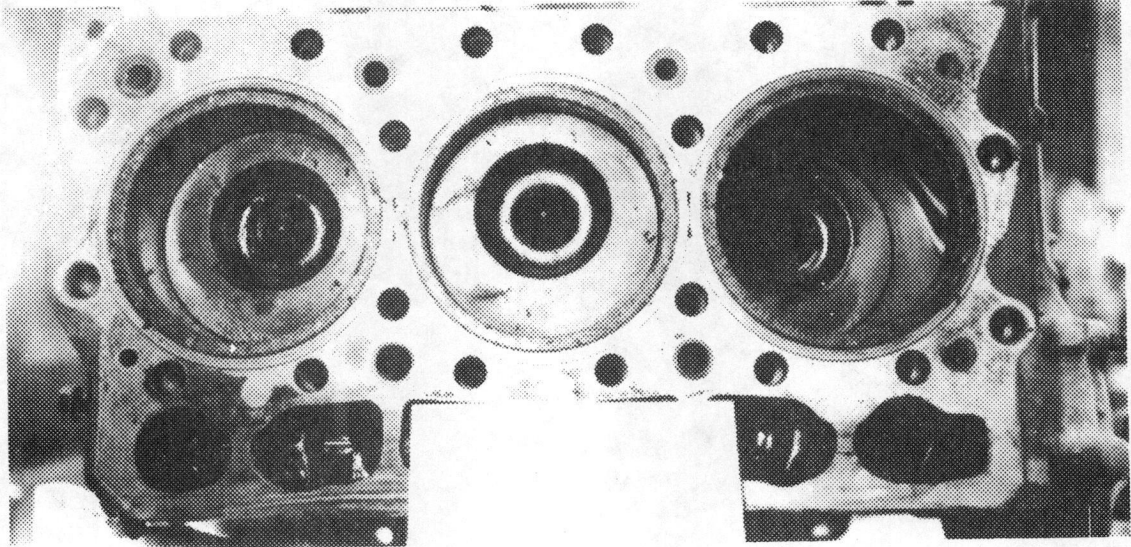


**Kuva 4.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin männät



Sylinteriputkissa ei havaittu epänormaalia kulumista. Sylinteriputkien yläosaan, yläreunaan oli kertynyt tummaa, kovaa kars-

taa, kuva 5. Karsta oli samanlaista kuin mäntien yläosissakin.

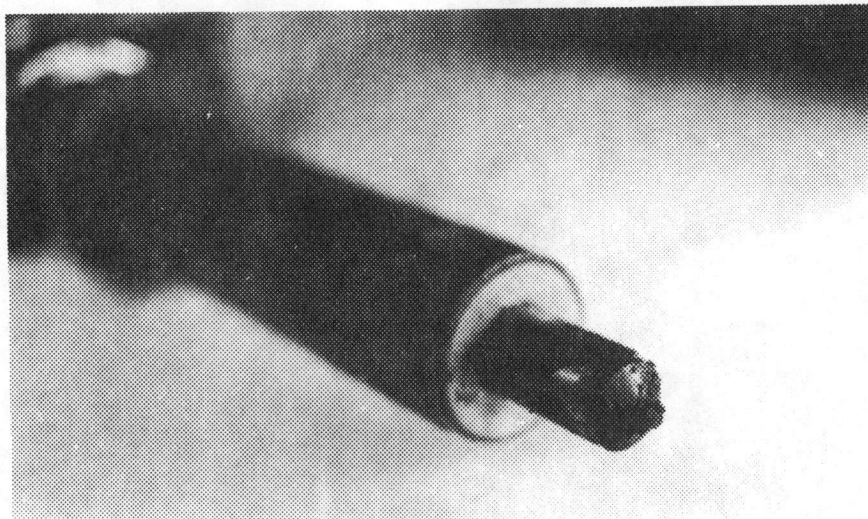


**Kuva 5.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin sylinteriputket.

#### 4.3.2 Sylinterikansi

Ruiskutussuuttimien todettiin karstoittuneen suutinreikien ympäriltä.

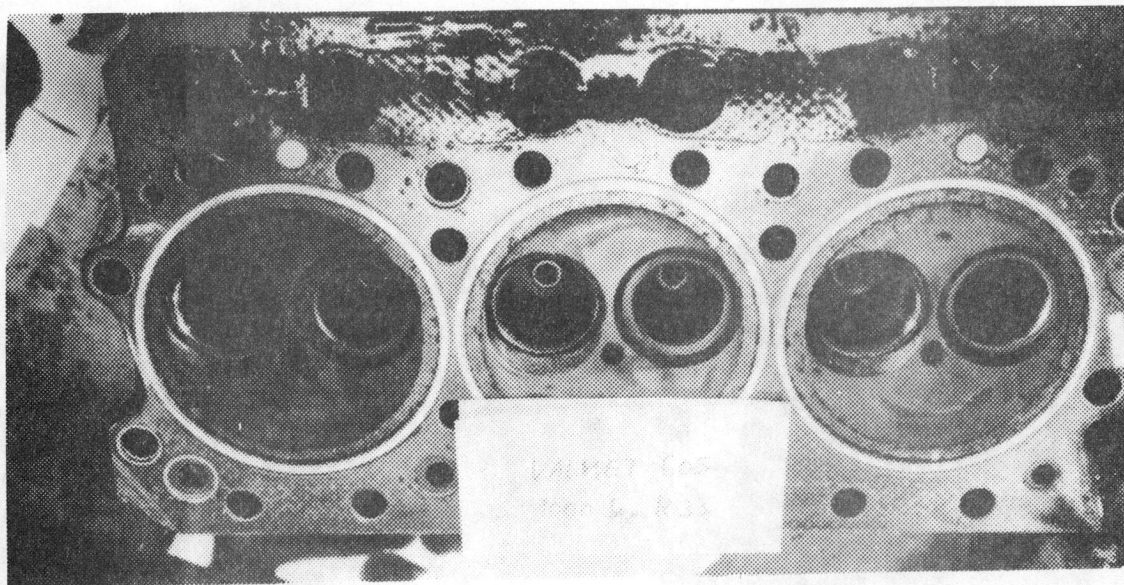
Suuttimien kärjet olivat noin 1 mm paksun karstakerroksen peitossa, kuva 6.



**Kuva 6.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin ruiskutussuutin.

Samoin ruiskutussuuttimien aukot

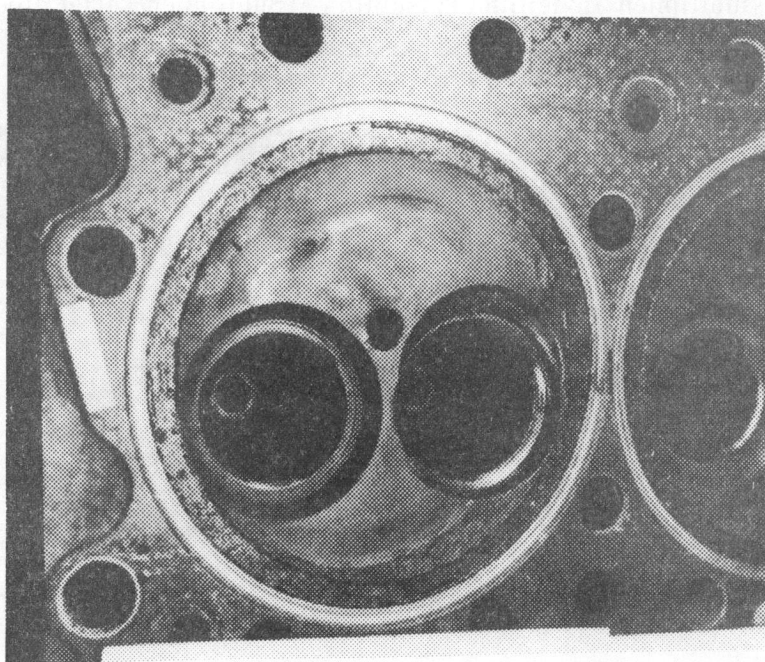
synterikansissa olivat karstoittuneet,  
kuva 7.



**Kuva 7.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin sylinterikansi.

Sylinterikansi oli sylinteriputkien kohdalta noin 1 mm paksun karstakerroksen peitossa. Sylinterikannen palotilat olivat sitkeän mustan kalvon peittämät ja osittain karstoittuneet, kuva 7.

Venttiilien istukkapinnat olivat ehjät. Pakokanavissa oli paikoitellen ohut karstakerros, imukanavien seinämät olivat nokisen kerroksen peitossa, kuva 8.

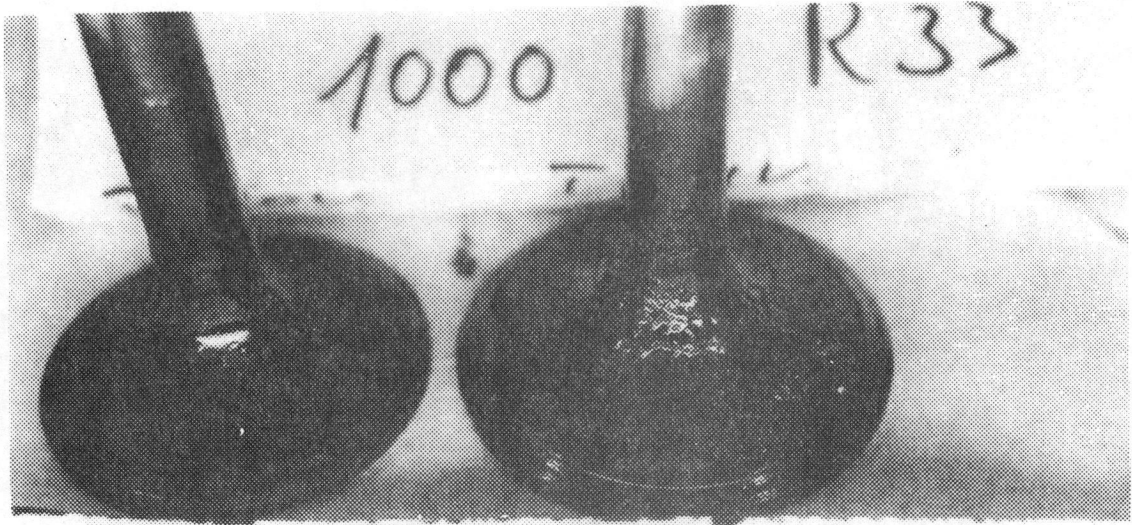


**Kuva 8.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin venttiilien istukkapinnat.



Venttiilien varssissa ei esiintynyt havaittavaa kulumista. Imuventtiilien lautasten yläosaan oli muodostunut noin 1 mm paksu

karstakerros ja pakuventtiilien varressa oli karstakerros, kuva 9.



PAKO- IMU-

Kuva 9. VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin venttiilejä.

Venttiilikoneistossa ei esiintynyt epätavallista kulumista yhtä venttiilinnostinta lu-

kuunottamatta, jossa havaittiin pinnan kuoppautumista (pintaväsyminen), kuva 10.

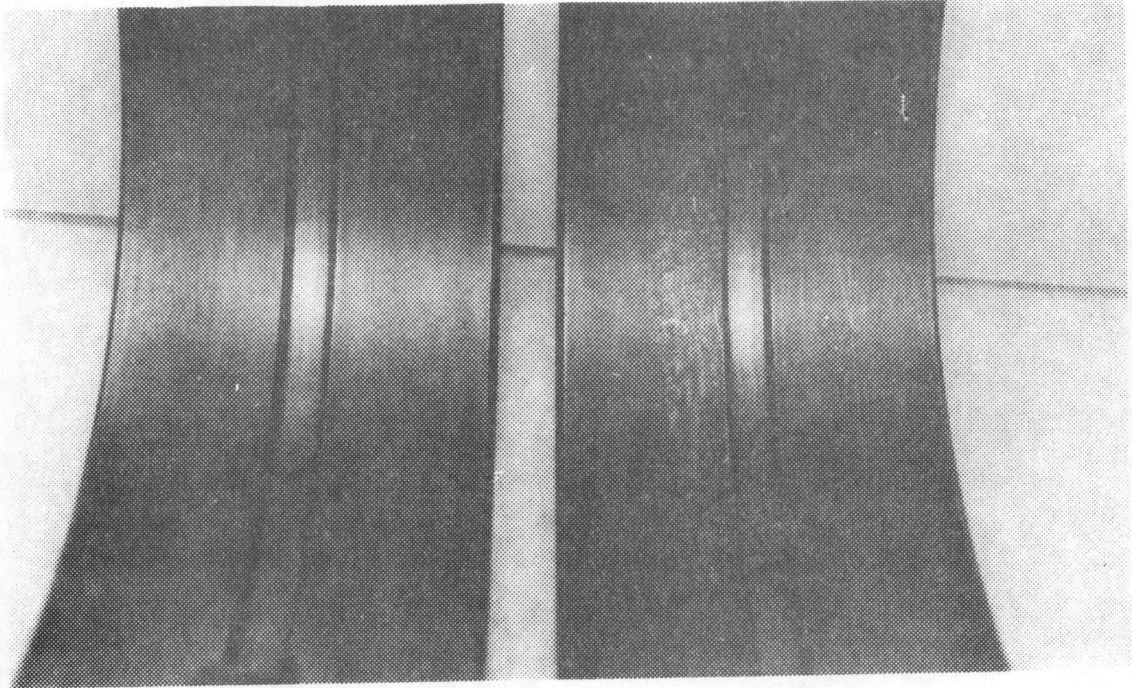


Kuva 10. VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin venttiilinnostin.

#### 4.3.3 Kampiakseli ja -laakerit

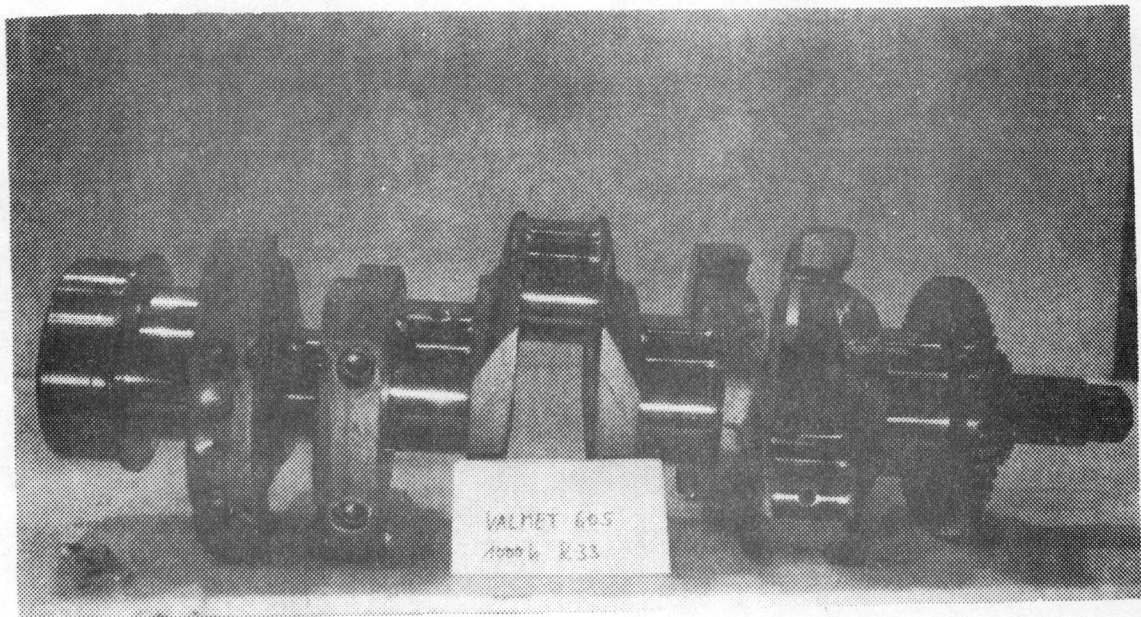
Kampiakselin laakerit olivat virheettömässä kunnossa, lukuunottamatta yhden kierto-

kangen alapään laakeriliuskoja, joissa oli alkavaa pinnan kuoppautumista, **kuva 11.**



**Kuva 11.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin kiertokangen laakeriliuskoja.

Kampiakseli oli hyvässä kunnossa, **kuva 12.**



**Kuva 12.** VOLVO BM VALMET 605-4 -traktorin moottorin kampiakseli.

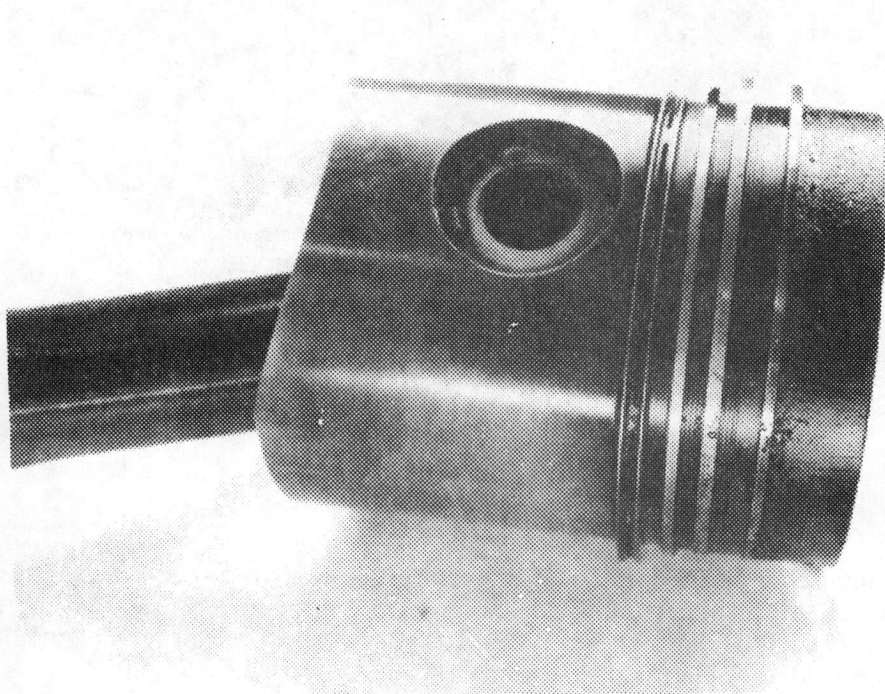


4.4. VALMET 702 -traktorin moottorin kulumis- ja karstoittumishavainnot 700 käyttötunnin jälkeen.

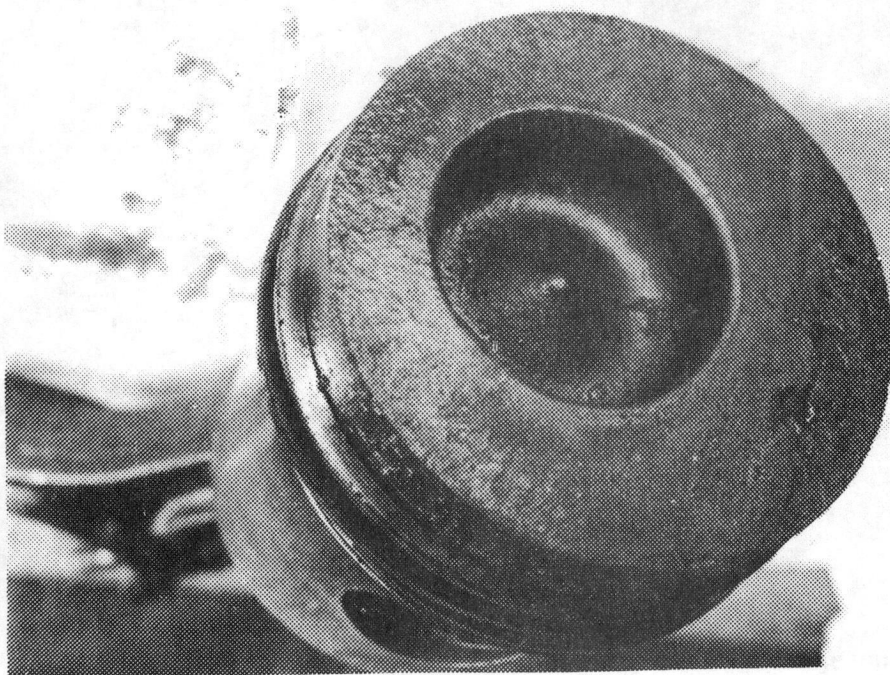
4.4.1 Männät ja sylinteriputket

Männissä ei havaittu epänormaalia kulumista. Kaikki männät olivat rengasuraalueen alapuolelta puhtaita, kuva 13. Mäntien päät olivat osittain tumman, 1-2 mm paksun, karstakerroksen ja ohuen sitkeän mustan

kalvon peittämät, kuva 14. Mäntärenkaiden urat olivat puhtaat ja renkaat liikkivat niissä vapaasti. Sylinteriputkissa havaittiin vähäistä kulumista. Muuten ne olivat kunnossa.



Kuva 13. VALMET 702 -traktorin moottorin mäntä



Kuva 14. VALMET 702 -traktori moottorin mäntien palotilat



#### 4.4.2 Sylinterikansi

Ruiskutussuuttimien todettiin karstoittuneen suutinreikien ympäriltä. Suuttimien kärjet olivat ohuen samanlaisen sitkeän

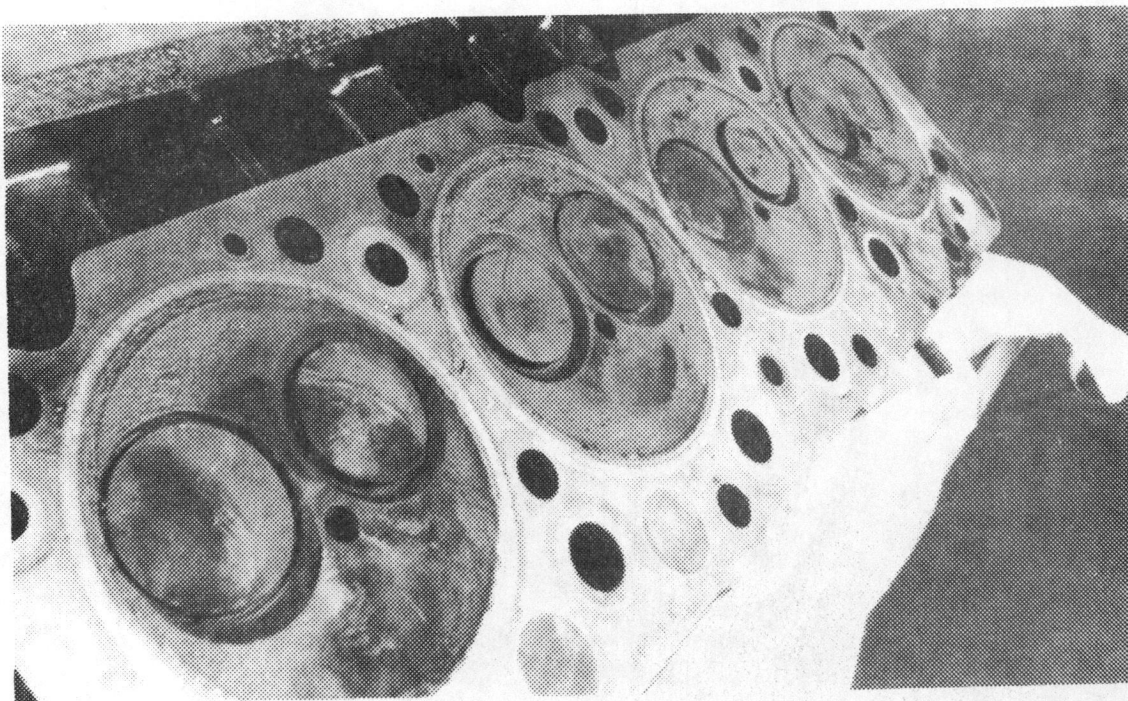
mustan kalvon peittämät kuin mäntien päät, kuva 15.



Kuva 15. VALMET 702 -traktori moottorin ruiskutussuutin.

Sylinterinkannen pinta oli sitkeän mustan kalvon peittämä ja osittain karstoittunut. Venttiilien istukkapinnat olivat ehjät. Pakoventtiilien lautaset olivat ohuen kars-

takerroksen peittämät. Niissä oli nähtävissä jälkiä, jotka johtuivat ilmeisesti siitä, että männät olivat koskeneet pakoventtiilien lautasiin, kuva 16.



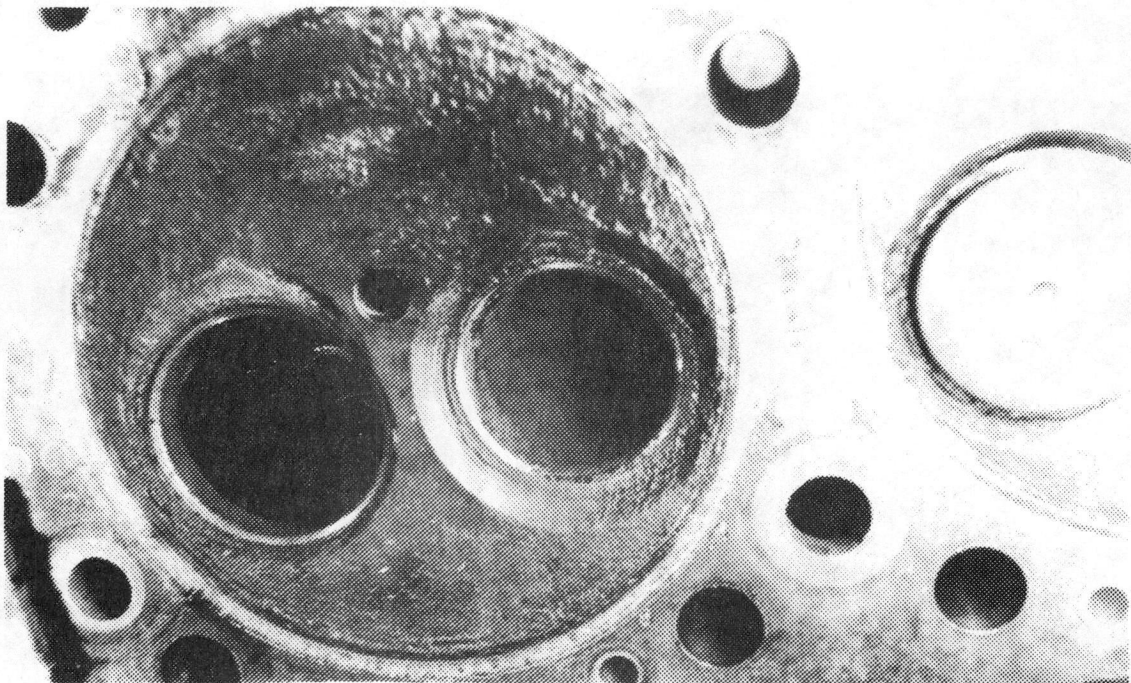
Kuva 16. VALMET 702 -traktori moottorin sylinterikansi, ja jäljet pakoventtiilien lautasiin.

Pakoverntiilien lautasten yläosaan ja varsiin oli muodostunut sitkeä karstakalvo ja imuverntiilien yläosassa oli osittain pieniä karstakappaleita, kuva 17.



Kuva 17. VALMET 702 -traktori moottorin venttiilien lautaset (v.imu-, o. pakoverntiili).

Pakokanavissa oli 2-3 mm paksu karstakerros, kuva 18.

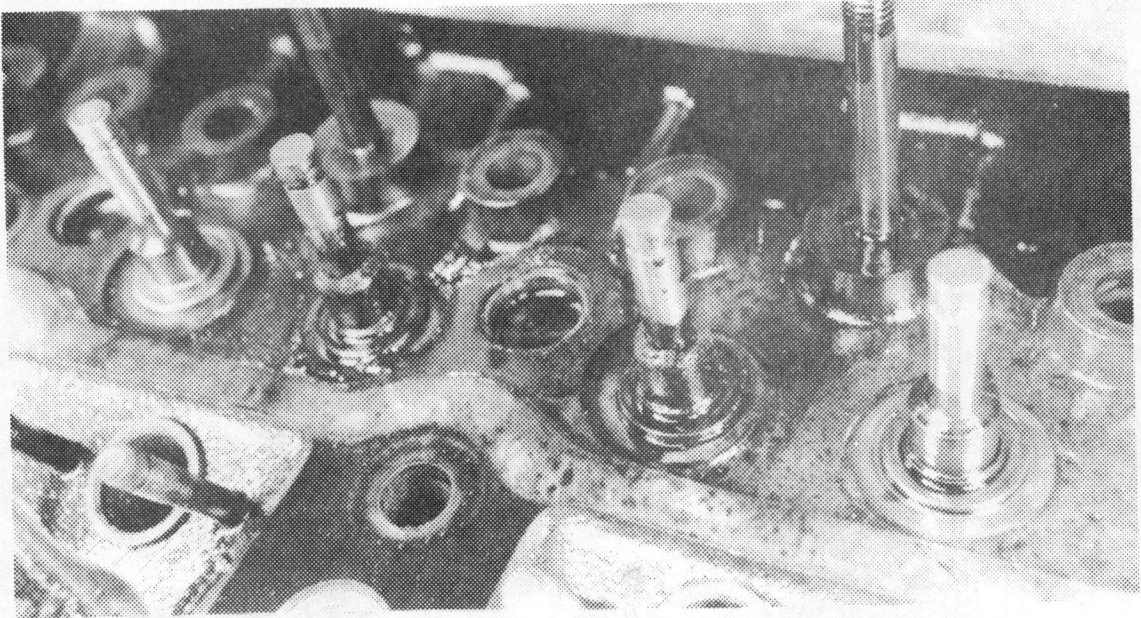


Kuva 18. VALMET 702 -traktori moottorin pakokanava.



Venttiilikoneistossa ei esiintynyt epätavallista kulumista. Mutta sekä pakoventtiili-johtimien että varsien päässä oli sitkeä,

rasvainen musta massa, kuva 19. Valmistajan mukaan syynä on moottorin pieni keskikuormitus tutkimusaikana.

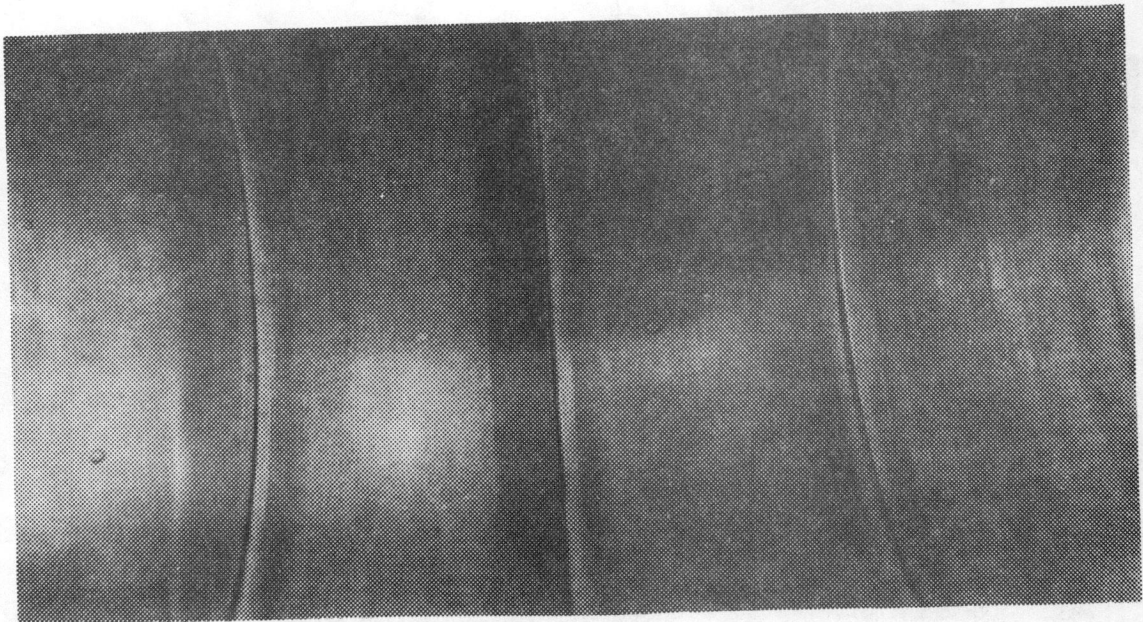


Kuva 19. VALMET 702 -traktori moottorin pakoventtilin varren yläosa.

#### 4.4.3 Kiertokankien laakerit

Kiertokankien laakereissa ei havaittu mitään selvästi normaalista kulumisesta poikkeavaa. Ensimmäisen sylinterin kiertokangen laakeriliuskat punnittiin sekä kenttäkokeen alussa että kenttäkokeen lopussa. Ylemmän laakeriliuskan painohäviö oli 0,086 g (50,290 g:sta 50,204 g:aan) ja

alempaan laakeriliuskan painohäviö 0,054 g (50,354 g:sta 50,300 g:aan), kuva 20. Pienet reiät laakeriliuskojen pinnassa voivat olla syöpymisestä johtuvia. Syöpymisen syynä on mahdollisesti rypsiöljyn sekoittaminen moottoriöljyyn.



Kuva 20. VALMET 702 -traktori moottorin laakerin liuskat

## 5. RYPSIÖLJYN TALOUDELLISUUS POLTTOAINEENA

### 5.1 Maailmanmarkkinahinnat

Kasviöljyn ja polttoöljyn maailmanmarkkinahintojen suhde on 2,1-2,4:1 ja huononee

Suomessa kasviöljyn viljelylle epäedullisen ilmaston vuoksi suhteeseen 4:1, taulukko 10.

Raakaöljy			Polttoöljy/raffin. kasviöljy	
Raaka-aine	Maailmanmarkkinahinta	Vastaava öljyhinta	Öljyn hinta Suomessa	Suhde polttoöljyn hintaan
Maaöljy	27 \$/tynnyri <sup>1)</sup>	0,93 Fmk/l	1,38 Fmk/l <sup>2)</sup>	1
Rapsinsiemen	650 DM/t	3,88 Fmk/kg <sup>3)</sup>	3,30 Fmk/kg <sup>4)</sup>	2,40
Auringonkukkaöljy	525 \$/t	2,88 Fmk/kg		2,08
Rypsin siemen	3,64 Fmk/kg <sup>5)</sup>	9,83 Fmk/kg <sup>3)</sup>	5,50 Fmk/kg <sup>6)</sup>	3,98

1) 1\$ = 5,50 Fmk, 1DM = 2,20 Fmk: hinnat Kauppalehdestä 11/85 ja saksalaisesta Top Agrarjulkaisusta 10/85

2) Oletetaan, että 1 l polttoöljyä vastaa 1 kg kasviöljyä

3) 2,7 kg siementä = 1 kg öljyä

4) 3,86 Fmk/kg raakaöljy  
+1,95 Fmk/kg puristus ja raffinointi  
-2,51 Fmk/kg rouhe  
3,30 Fmk/kg (katso myös taulukko 12)

5) Tuottajahinta Suomessa 1.7.1985

6) Myyntihinta Suomessa 1985

**Taulukko 10.** Maaöljyn, auringonkukkaöljyn ja rapsiöljyn maailmanmarkkinahinta verrattuna rypsiöljyn hintaan Suomessa.

Koska maaöljyn hinta vaikuttaa myös sekä rypsin että rypsiöljyn tuotantokustannuksiin, kannattaa rypsiöljyn käyttäminen

polttoaineena Suomessa vasta silloin, kun polttoöljyn hinta nousee 4-5 -kertaiseksi nykyisestä.

### 5.2 Ulkomaisia tutkimuksia

Rypsiöljyn polttoainekäytön kannattavuuden arviointi on erittäin hankala. Se johtuu muun muassa siitä, että rypsiöljyn jalostuksessa saadaan lukuisia sivutuotteita (vert. taulukko 4), joiden arvoa on vaikea arvioida.

Taloudellisissa laskelmissa otetaan yleensä huomioon rypsinviljelyn tuotantokustannukset, rypsikakusta ja rypsirouheesta rehuna

saatu korvaus sekä rypsiöljytuotannon kustannukset. Rypsin esivilja-arvo, oljen arvo, rypsin kilpailukyky muihin viljoihin verrattuna ja muut vaikutukset maa- ja kansantalouteen (esimerkiksi puristamojen kapasiteetti, verot, tuotantotuet, korvaamistuotteiden hinnat) vaativat laajoja mallilaskelmia. Sellaisia laskelmia on tehty USA:ssa ja Saksan Liittotasavallassa.

Amerikkalaiset tutkimukset on tehty sekä yksityisen maanviljelijän että koko kansakunnan talouden näkökulmasta. Yhteistä kaikille tutkimuksille on lopputulos, jonka mukaan kasviöljyn käyttö polttoaineeksi ei ole kannattavaa, jos kasvi- ja polttoöljyn hintasuhde on sellainen kuin se oli 1982. Eräät tutkijat suhtautuvat optimistisesti kasviöljyn käyttöön, jos raakaöljyn hinnat nousevat. Toiset epäilevät kasviöljyjen hintojen nousevan polttoöljyn hinnan mukana, jolloin taloudellisia edellytyksiä kasviöljypohjaisen polttoaineen käytölle ei tulevaisuudessakaan olisi. Tutkimusten aikana kasviöljyn maailmanmarkkinahinta oli kaksi-kolme kertaa polttoöljyn hintaa korkeampi.

BJORNSTAD at. al. /23/ ovat selvitelleet kasviöljyn ja muiden lyhytkiertoisten polttoaineiden markkinaosuuksien muodostumista fossiilisten polttoaineiden hintojen kohotessa. Selvityksissä todetaan kasviöljyjen olevan polttoöljyä edullisemman polttoaineen vuonna 1990, mikäli polttoöljyn reaalihintan vuotuinen nousu on yli 6%. Tämä merkitsisi noin 80% reaalihintan nousua tällä vuosikymmenellä.

Dieselöljyn käytön lisäksi on tutkittu bensiiniä korvaavien alkoholien, metanolin tai etanolin käyttöä. Jotta nämä alkoholit olisivat kilpailukykyisiä vuonna 1990, olisi vuotuisen hinnannousun oltava 15%. Toisin sanoen bensiinin hinnan olisi kolminkertaistuttava vuoteen 1990 mennessä. Neste-kaasulle, maakaasulle ja polttoöljylle löytyy kilpailevia biomassapolttoaineita, vaikka reaali hinnat pysyisivät muuttumattomina.

Polttoaineena käytettäväksi tarkastettujen kasviöljyjen kysynnän lisääntyminen johtaa DUNNin /32/ mukaan vain n. 6% öljyn hinnannousuun. Samalla rehuksi käytettävän puristusjätteen tarjonta kasvaa, mikä laskee tuotteen hintaa. Hinnanmuutokset ovat lyhytaikaisia ja tasaantuvat muutaman vuoden kuluessa.

COLLINSin /29/ mukaan kokonaisvaikutus USA:n valtiontalouteen olisi negatiivinen, jos valtio tukisi kasviöljyn käyttöä polttoaineena. Viljelijät ja kuluttajat hyötyisivät tapahtuvista muiden tuotteiden hinnanmuutoksista mutta jalostajat ja kaupan väliporaat menettäisivät tuloja.

Maatilalla tapahtuvaa kasviöljyn valmistusta polttoaineeksi käsittelevät tutkimukset

lähtevät liikkeelle ajatuksesta, että maanviljelijä kasvattaa tilallaan koneidensa polttoainetarvetta vastaavan määrän öljykasveja. Sato jalostetaan yksinkertaisella ruuvipuristimella. Saatu öljy selkeytetään, suodatetaan ja varastoidaan tilalla olevaan säiliöön. Puristusjäte, joka sisältää valkuaisaineita ja noin 15% öljyä käytetään karjan rehuksi.

McINTOSH et. al. /50/ toteavat maatilalla tapahtuvan kasviöljyn valmistuksen olevan samassa mittakaavassa tapahtuvaa etanolituotantoa yksinkertaisempi ja halvempi prosessi. Lopputuloksena saatava öljy sopii maatalouskoneiden dieselmootoreihin paremmin kuin etanoli, eikä tuotannossa synny hankalasti käsiteltävää jätettä. Kyseisessä tutkimuksessa on kasviöljyn tuotantoa polttonesteeksi sisältäviä tuotanto-ongelmia verrattu optimaaliseen tuotanto-ohjelmaan Idahossa.

Laskelmissa todetaan tällä alueella syysrypsi edullisimmaksi öljykasviksi. Kun maatilan tuotanto-ohjelmaa muutetaan lisäämällä siihen polttonesteen tuotanto rypsiä, maatilan kokonaistulos pienenee 15%. Samanlainen tulos saadaan kun polttoöljyn hinta nousee 3,5-kertaiseksi. Tulon aleneminen eli hinta, joka on maksettava käytettäessä rypsiöljyä traktorin polttonesteenä polttoöljyn sijasta on nykyisellä hintatasolla 0,62 \$/l = 3,41 Fmk/l.

Yksityiskohtaisessa tarjonta- ja kysyntä-analyysissä BUHNER /26/ näyttää, että rapsiöljy on 2,9 kertaa polttoöljyä kalliimpi. Jos polttoöljyn hinta kaksinkertaistuisi, olisi rapsiöljy vielä 1,5-kertaa kalliimpi litralta. Rapsisatojen nousukaan ei muuta näitä suhteita.

Esitetyt taloudelliset tarkastelut lähtevät oletuksesta, että yksinkertainen tekninen ratkaisu polttoöljyn korvaamiseksi kasviöljyllä on löydettävissä. Mikäli tarvitaan öljyn jatkojalostusta tai lisäaineita, nostavat ne kannattavuusrajaa ylemmäksi. Samoin käy, jos käytössä olevien moottorien rakenteeseen on tehtävä suuria muutoksia. Jos polttoöljyn hinta nousee kasviöljyn hintaa ylemmäksi, ei silti ole todennäköistä, että 100% maatalouden polttoöljystä tuotettaisiin öljykasveja viljelemällä. Eri-laiset rajoittavat tekijät pitävät korvausasteen alemmalla tasolla. BJORNSTAD et al. /23/ esittävät korvausasteen vaihtelurajoiksi 25-70%.

### 5.3 Rypsiöljyn kannattavuus polttoainena Suomessa

#### 5.3.1 Laki suomalaisesta öljykasvituotannosta

Nykyinen laki, jonka perusteella öljykasvituotantoa tuetaan, on voimassa 1983-1987. Vuosittain valtioneuvosto vahvistaa tulo- ja menoarvion puitteissa kotimaassa viljely- tai hankintasopimusten perusteella viljeltävien öljykasvien siementen perushinnat ja enimmäiskilomäärät seuraavaa satovuotta varten. Siemeniä voidaan käyttää öljynpuristamoteollisuuden raaka-aineeksi. Valtioneuvoston on ennen vahvistamispäätöstä neuvoteltava MTK:n kanssa ja kuultava elintarvike- ja rehuteollisuutta.

Suomen öljykasvien siemenen hinta laskeetaan siten, että hintaporrastettuun perushintaan tehdään suomalaisen ja ulkomaisen siemenen laatueroja vastaava muutos ja näin saatuun hintaan lisätään

kohtuulliset hankinta- ja varastointikulut sekä kohtuulliset kuukausittain porrastetut korkokulut. Milloin näin määritelty hinta on vastaavan ulkomailta tuotavan siemenhintaa korkeampi, myönnetään sopimusten perusteella tuotettujen öljykasvien siemenestä öljynpuristamoille kalenterikuukausittain hinnanalennuskorvausta määrä, jolla Suomessa tuotetun siemenen hinta on keskimäärin ylittänyt vastaavan ulkomaisen siemenen tuontihinnan.

Käytettäessä öljykasvien siementä puristamattomana teollisten rehuseosten raaka-aineena, on hinnanalennuskorvauksen saamisen edellytyksenä se, että käyttö tähän tarkoitukseen on valtiontaloudellisesti edullisempaa kuin käyttö muuhun lain mukaiseen tarkoitukseen.

#### 5.3.2 Rypsiöljyn hinnan muodostuminen Suomessa

Alkaliraffinoidun rypsiöljyn hinta oli 1985 noin 5,00 mk/l (noin 5,50 mk/kg). Jos öljy kuitenkin valmistettaisiin polttoainekäyttöön, täytyisi ottaa huomioon sivutuotteiden vaikutus. Myös valmistusprosessilla on vaikutusta hintaan.

Öljykasvien viljelyn laajuutta voidaan säädellä tuottajahinnalla, joka oli 1.1.1985 3,42 mk/kg. Tämä, eli raaka-ainekustannus, muodostaakin suurimman osan valmistuskustannuksista.

Yhden täysin tai osittain raffinoidun kasviöljylitran valmistamiseen tarvitaan noin 2,7 kiloa siementä. Pelkällä puristamisella ilman uuttamista tarvitaan noin 3,3 kg siementä, koska öljyisaanto on heikompi (vert. taulukko 4).

Rypsirouheen arvo määritellään tässä suhteutettuna soijapavun maailmanmarkkinahintaan, joka on noin 1,70 mk/kg, ja sen ravintoarvoon <sup>1)</sup>. Näiden perusteella rypsirouheen kilohinnaksi tulisi noin 1,48 mk (1,70 mk/kg soijarouhe • 1,07 kg soijarouhe/ry : 1,23 kg rypsirouhe/ry). Rypsikak-

kuun jää puristuksen jälkeen 8-10 % rasvaa, joka parantaa rehuyksikköarvoa yli 10%. Näin laskettuna rypsikakun suhteelliseksi hinnaksi tulisi noin 1,75 mk/kg (1,70 mk/kg soijarouhe • 1,07 kg soijarouhe/ry : 1,04 kg rypsikakku/ry). Prosessointikustannukset on arvioitu seuraavasti: puristus 150 mk/siemen-t, uuttaminen 200 mk/siemen-t, osittainen raffinointi (liiman ja hapon erottaminen) noin 0,50 mk/öljy-l, täysraffinointi noin 1,00 mk/öljy-l.

Lisäksi on laskettu kustannukset siinä tapauksessa, että rypsi puristetaan maatilalla, esimerkiksi ruuvipuristimella. Tämä menetelmä näyttää halvimmalta kasviöljyntuotantomahdollisuudelta. Tähän tarvitaan 3,3 kg siementä/kg öljyä. Siitä saadaan rypsikakku rehuna, mitä on rypsirouhetta arvokkaampi ((3,3 kg - 1 kg) • 1,75 mk/kg = 4,02 mk/kg öljyä). Koska saatu öljy on epäpuhdasta, se sopii huonosti polttoaineksi. Siksi tätä hintaa ei oteta huomioon seuraavassa tarkastelussa. Täysin raffinoidun rypsiöljyn tuotantokustannuksien ja myyntihinnan erosta lasketaan hinnanalennuskorvaus.

<sup>1)</sup> Kasviöljyteollisuuden sivutuotteiden korvauslukuja  
Soijarouhe 1,07 kg/ry (märehtijät)  
Rypsirouhe 1,23 kg/ry ( " )  
Rypsikakku 1,04 kg/ry ( " )

Kaikki laskelmat on esitetty taulukossa 11.

	Täysin raffinoitu	Osittain raffinoitu	Maatilalla puristettu
Siementuottajahinta <sup>1)</sup>	9,23 mk/kg	9,23 mk/kg	11,29 mk/kg
Puristaminen	0,41 mk/kg	0,41 mk/kg	0,50 mk/kg <sup>2)</sup>
Uuttaminen	0,54 mk/kg	0,54 mk/kg	-
Raffinointi	1,00 mk/kg	0,50 mk/kg	-
Kustannukset yhteensä	11,18 mk/kg	10,68 mk/kg	11,79 mk/kg
Rypsirouheen arvo	2,51 mk/kg	2,51 km/kg	- <sup>3)</sup>
Rypsikakun arvo	-	-	4,02 mk/kg
Rypsiöljyn tuotantokustannukset	8,67 mk/kg	8,17 mk/kg	7,77 mk/kg
Rypsiöljyn myyntihinta	5,50 mk/kg		
Ero = hinnaanlennuskorvaus	3,17 mk/kg		

- 1) 3,42 mk/siemen-kg·2,7 siemen-kg tai 3,42 mk/siemen-kg·3,3 siemen-kg  
 2) Arvioitu<sup>3)</sup> Vain, jos rehu ei ole myrkyllistä (vert. luk. 2.5)

Taulukko 11. Rypsiöljyn tuotantohinta Suomessa

### 5.3.3 Rypsiöljy ja maidon ylituotanto

Maatalouspoliittinen ohjelmatyöryhmä on arvioinut mietinnössään vuodelta 1983, että viljan viljelyyn tarvitaan vuosikymmenen lopulla noin 1,3 miljoonaa hehtaaria peltoa. Nykyinen viljelyala on 1,22 miljoonaa hehtaaria. Lisäys on noin 80 000 hehtaaria. Sen sijaan nurmialaa pitäisi supistaa noin 160 000 hehtaaria, 880 000 hehtaaria 720 000 hehtaariin. Jos oletetaan, että 60 000 hehtaaria voitaisiin siirtää rypsin viljelyyn, saataisiin maitotaloustuotteiden vientitukisäästönä noin 400 milj.mk. Tämä sillä edellytyksellä, että maidontuotanto on suorassa suhteessa nurmipinta-alaan, keskituotos 3564 l/ha ja tuki 1,87 mk/l maitoa.

Vuoden 1983 60 000 ha:n rypsipeltoala lisääntyisi siis 60 000 ha, joka vastaisi noin 96 000 t rypsiementä eli 36 000 t rypsiöljyä (60 000 ha · 1600 kg/ha · 38%). Tästä tarvittaisiin noin 10 000 ha eli 6000 t rypsiöljyä kasviöljyn elintarvikeomavaruuden parantamiseen (vert. luku 2.3). Kasviöljyn tuonnin vähentäminen säästäisi noin 20 milj. mk (6000 t · 3,30 mk/kg,

taulukko 11). Tällöin jäisi 50 000 ha:n rypsiöljytuotos, 30 000 t polttoaineena käytettäväksi.

Maataloudessa käytetään polttoöljyä traktoreissa ja leikkuupuimureissa noin 350 miljoonaa litraa vuodessa. 30 000 t rypsiöljyä korvaisi siis noin 8% polttoöljyssä. Tämä määrä säästäisi noin 42 milj.mk polttoöljyn jalostamishinnoissa laskettuna, jos oletetaan, että 1 kg kasviöljyä korvaa 1 l polttoöljyä.

Lisätystä rypsiuotannosta saadaan 59 500 t rypsirouhetta (60000 ha · 1600 kg/ha · 62%). Soijarouheen tuontia korvaavana olisi rypsirouheen arvo noin 88 milj.mk (59 500 t · 1,48 mk/kg). Rypsiöljyn ja rypsirouheen tuotantokustannukset ovat 385 ja 402 milj.mk: 36 000 t · 10,68 mk/kg = 385 milj.mk ja 3600 t · 11,18 mk/kg = 402 milj.mk, taulukko 12.

Laskelman tuloksia on pidettävä vain teoreettisina, koska rypsiä voidaan viljellä

	Suomessa milj.mk	tuotettu milj.mk	Ostettu milj.mk	rapsi milj.mk
Maidontuotannon vähenemisestä johtuva vientituen säästö	400	400	400	400
Dieselöljyn tuonnin väheneminen	42	42	42	42
Soijapavun tuonnin väheneminen	88	88	88	88
Ruokaöljyn tuonnin väheneminen	20	20	20	20
Säästö	550	550	550	550
Raffinointi	täysin	osittain	täysin	osittain
Rypsiöljyn ja -rouheen kustannukset	385	402	209	191
Jäännös	148	165	341	359
Maitotuotannon vähenemisen tulokorvaus	266	266	375	375
Erotus	-101	-118	-34	-16

**Taulukko 12.** Rypsiöljyn kannattavuus polttoaineena Suomessa 60 000 ha:n rypsialan (96 000 t siementä eli 36 000 t öljyä) korvatussa 160 000 ha nurmia<sup>1)</sup>.

vain Etelä-Suomessa. Nurmiviljelyä taasen harrastetaan eniten Keski- ja Pohjois-Suomessa. Siksi taulukko 11 sisältää myös laskelman tapauksesta, jossa vastaava erä rapsia ostettaisiin maailmanmarkkinoilta. Se maksaisi noin 209 ja 191 milj.mk: (3,86 mk/kg öljyä + 1,95 mk/kg jalostuskustannukset) • 36 000 t = 209 milj.mk ja (3,86 mk/kg öljyä + 1,45 mk/kg jalostuskustannukset) • 36 000 t = 191 milj.mk, vertaa taulukko 10.

Koska maidontuotannon väheneminen vähentää myös maanviljelijöiden tuloja, täytyy tulojen korvaus ottaa huomioon.

Tulokorvaus lasketaan seuraavasti: 1) maidontuotannon liikevaihto: 160 000 ha nurmi • 3564 l maitoa/ha • 2,12 mk/l maitoa = 1210 milj. mk 2) rypsiä • 1600 kg/ha siemen • 3,64 mk/kg siemen = 349 milj.mk. Liikevaihtojen ero on 851 milj.mk. Vuonna 1983 oli keskimääräinen maataloustulo 31% maa-

taloudentuotosta. Jos liikevaihdosta lasketaan 31%, on tulos = 266 milj.mk, mikä on maanviljelijöille korvattava.

Valtiolle aiheutuisi myös epäilemättä muita epäsuoria kustannuksia mm. alueittaisen hintatuen lisääntymisen muodossa maidontuotannon ja ehkä myös rehuviljojen viljelyn painopisteen siirtyessä pohjoisemmaksi etelässä lisääntyneen rypsinviljelyn takia. Näiden kustannusten arviointi on kuitenkin vaikeaa eikä niihin tässä yhteydessä puututaan.

Jos rapsi ostetaan maailmanmarkkinoilta, etu olisi suurempi. Vastaavasti tulokorvaus olisi suurempi: 31 % 1210 milj.mk maidontuotannon liikevaihdosta on 375 milj.mk.

Laskelmat näyttävät, että rypsiöljyn tuottaminen polttoaineeksi ei Suomessa kannata, koska kasviöljyjen maailmanmarkkinahinnat ovat meidän hintojamme alhaisempia ja maidon ylituotannon vähentäminen on melkein yhtä kallista kuin itse ylituotanto.

<sup>1)</sup> Laskelmissa käytetyt luvut ovat vuodelta 1983. Lähde: Tietovakka 1985, Maatalousalan Tiedotuskeskus.



#### 5.3.4 Rypsiöljyn käyttö polttoaineena kriisiaikana

Suomen maataloustuotanto on hyvin riippuvainen ulkomaisesta energiasta. Jos ulkomaisen energian saanti hankaloituu tai estyy kokonaan, on sen sijalla löydettävä nopeasti vaihtoehtoisia polttoaineratkaisuja. Maatilojen omavaraisuuteen pyrittäessä puu on luonnollisin ratkaisu lämmityksessä ja viljankuivauksessa. Traktorit ja puimurit saadaan nopeimmin käyttöön puukaasuttimen avulla. Kasviöljy kuitenkin pitempiaikaisessa käytössä on käyttökelpoisempi mm. pienempien muutostöiden ja paremman tehonantonsa ansiosta. Rypsiöljyn saamista laajamittaiseen polttoainekäyttöön kuitenkin hidastaa ja rajoittaa viljelyalan hitaasti tapahtuva kasvu ja sen rajallisuus samoin kuin prosessointikapasiteetin lisäämisen hitaus. On myös otettava huomioon, että rypsiöljyn käyttö elintarviketeollisuudessa ja kemian teollisuudessa lisääntyy kriisitilanteessa. Maatalouskoneiden polttoainekäytön korvaamiseksi tarvittava teoreettinen

rypsipinta-ala on noin 570 000 hehtaaria. Elintarviketähtöön vaatima pinta-ala on lisäksi noin 70 000 hehtaaria. Suurin pinta-ala, joka kriisiaikana voitaisiin käyttää rypsinviljelyyn, on noin 100 000 hehtaaria. Tämä arvio on kuitenkin tehty rypsin siemenen nykyisen käytön perusteella ja voitaneen olettaa, että esim. korvaamalla rehuviljaa rypsirouheella voidaan pinta-alaa tästä kasvattaa. Myös kokonaisviljelypinta-alaa voidaan tietyissä rajoissa kasvattaa.

Puristamokapasiteetti rajoittaa rypsinviljelyn 155 000 ha:iin. Täältä alalta saatava öljy vastaa noin 12% nykyisestä polttoöljynkulutuksesta. Traktoria kohden pinta-ala olisi tällöin noin 0,65 hehtaaria.

Maatalouden energiaomavaraisuus pelkääntään kasviöljyä polttoaineena käyttäen ei siis ole mahdollista.

## 6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTELMÄT

### 6.1 Yhteenveto

Suomessa viljeltävissä oleva öljykasvi on lähinnä rypsi, osittain myös rapsia. Öljysato on noin 650 l/ha: rapsin huippusato ulkomailla on noin 2700 l/ha ja öljypalmun noin 6000 l/ha. Suurin mahdollinen rypsiala on 120 000 ha. Tältä alalta saatavasta kasviöljystä noin 30 000 t voitaisiin käyttää polttoaineena, mikä on noin 8% maataloudessa käytetystä polttoöljystä.

Suomen puristamokapasiteetti on noin 100 000 t öljyä vuodessa.

Rypsikakku ja rypsirouhe voidaan käyttää rehuna, jos erukahapon ja glukosinolaattien pitoisuus on niin alhainen, että rehu ei ole eläimille myrkyllistä.

Rypsiöljyn tuotanto vaatii 18,6 GJ/ha energiaa sadon ollessa 77,3 GJ/ha. Tästä öljyn osuus on 22,6 MJ ja pelkän öljyn energiatase on 1,2 (22,6 GJ : 18,6 GJ).

Rypsi- ja rapsiöljyn koostumus ja laatu vaihtelevat laajoissa rajoissa. Fysikaalisilta ominaisuuksiltaan öljy eroaa dieselöljystä

pääasiassa viskositeettinsa ja samepisteensä suhteen.

Dieselöljyn ja rapsiöljyn seoksetkin vastaavat vain osittain dieselöljyn fysikaalisia ominaisuuksia.

Rypsi- ja dieselöljyn seos jossa on 33 % rypsiöljyä, säilyy varastoituna ilman ongelmia.

Koetraktorit toimivat häiriöttä ja vahingoitta tavanomaisissa maatalous- ja metsätöissä. VOLVO BM VALMET 605-4 -traktoria käytettiin noin 1000 h ja VALMET 702 -traktoria noin 700 h.

Kummankin traktorin moottori kului ja karstoittui mikä ei kuitenkaan vaikuttane merkittävästi kestoikään.

Rypsin osto maailmanmarkkinoilta on halvempaa kuin rypsin tuotanto Suomessa.

Maidon ylituotannon vähentäminen ja rypsin viljelyalan lisääminen nostaa Suomen rehu- ja kasviöljynomavaraisuutta mutta ei säästä rahaa.

### 6.2 Johtopäätelmät

Kasviöljyjen tai kasvi- ja polttoöljyjen seosten käyttö polttoaineena ei ole suositeltava Suomessa nykyisin koska

- pitkäaikainen käyttö voi aiheuttaa häiriöitä mootto reissa.
- talvikautena moottoria ei aina voida käyttää kasviöljyllä sen jähmettymisen takia,
- rypsiöljyn tuotantokustannukset ovat 4-5 kertaa verottoman polttoöljyn hintaa suurempia,
- rypsinviljelyala ja öljysato eivät Suomen maantieteellisen sijainnin vuoksi riitä turvaamaan maatalouden polttoaineen saantia.

Kasviöljyt ovat kuitenkin kiinnostavia rajattomana uudistuvana energialähteenä myös tulevaisuudessa. Trooppisissa ja

subtrooppisissa maissa voidaan saavuttaa suuria öljysatoja. Viljeltäessä kasveja energiatuotantoa varten on kuitenkin ole-massa vaara, että maatalouden rakenne muuttuu liian yksipuoliseksi.

Maatalouden voimakkaan energiatuotannon seurauksena voi olla mm. elintarvikeomavaraisuuden romahtaminen, maaseudun väestön lisääntyvä työttömyys ja maanomistuksen keskittyminen. Esimerkkinä tästä on etanolituotanto sokeriruokoa viljelevissä monokulttuureissa.

Öljyä tuottavista kasveista voidaan saada öljyn lisäksi sivutuotteina raaka-aineita mm. rehu-, lääke-, kosmetiikka- ja rakennusteollisuudelle. Öljykasveina voidaan viljellä sekä puita, pensaita että peltokasveja. Öljyä tuottavien kasvien monipuolisuus ja monilukuisuus tekevät mahdolliseksi polttoainetuotannon, johon sisältyy vähemmän viljelyn, talouden ja maatalouspolitiin-

kän riskejä kuin etanolituotantoon sokeri-ruokoa viljelevissä monokulttuureissa. Suomalaisista yrityksistä Valmet Oy:llä on jo Brasiliassa saatuja kokemuksia etanolin teknillisestä käytöstä. Kokemuksetumatkan johdosta voidaan Suomea pitää mahdollisena yhteistyökumppanina maille, joilla on suuret kasviöljyvarat, mutta ei teknillistä tietoa kasvikunnan raaka-aineiden käyttämisestä dieselmootoreiden polttoaineena. Pitkän päälle voisi sellaisesta yhteistyöstä muodostua maaöljyn tuonnille rinnakkainen energiahuollon muoto, jonka pohjana olisivat kasviöljyt. Olisikin tutkittava, päästäisiinkö tällä tavoin pitkän aikavälin talouspoliittisiin tavoitteisiin, kun otetaan huomioon rajoitetut maaöljyvarat. Jos kasviöljyä pidetään dieselmootoreiden tulevana

energialähteenä, olisivat seuraavat toimenpiteet välttämättömiä:

- öljykasvien jalostaminen yhä suurempien ja parempilaatuisten öljysatojen saavuttamiseksi,
- halpojen öljykasvien ja kasviöljyjen tuotantomenetelmien kehittäminen,
- kasviöljypohjaisten polttoaineiden normittaminen,
- normitettuja polttoaineita käyttävien kasviöljymootoreiden kehittäminen

Nykyisistä alhaisista raakaöljyhinnoista huolimatta tutkimukset on suoritettava sitä taustaa vastaan, että fossiilisten polttoaineiden varat ovat rajalliset.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ ANONYM: Alkohol und Pflanzenöle als Ersatzkraftstoff für Mercedes-Benz-Nutzfahrzeuge in Brasilien. Automobiltechn. Zeitschr. ATZ Bd. 80 Nr.2, 1978:66.
- /2/ ANONYM: Kevätöljykasvien tuotanto. Tieto tuottamaan 8. Maatalouskeskusten Liiton julkaisu no 630. 1979: 165 s.
- /3/ ANONYM: Maatalouden tuotantopoliittisen toimikunnan osamietintö II. Komiteamietintö 5. 1980.
- /4/ ANONYM: Vegetable oils: Diesel Fuel Supplements. Automotive Engineering, April 1981.
- /5/ ANONYM: Kotieläinten ruokinnan ja hoidon perusteet. Helsingin Yliop. Kotieläint. laitos, Kurssimoniste 1-118, 1982.
- /6/ ANONYM: Öljykasvilakityöryhmän ehdotus Maa- ja metsätalousministeriölle + Lausunnot, 1982.
- /7/ ANONYM: Laki kotimaisesta öljykasvituotannosta, Suomen laki II, 1984.
- /8/ ANONYM: Pelto-Pirkan Päivätieto, s. 83, 1984.
- /9/ ANONYM: Rypsin käyttö kotieläinten valkuaislähteenä. Suomen Maataloustieteellisen Seuran tiedote no 4, 1984:1-64.
- /10/ AKOR, A.J. & CHANCELLOR, W.J.: The Potential of Palm Oil as a Motor Fuel. Transaction of ASAE, 1983:23-28.
- /11/ AMRUTE, P.V.: Ground Nut Oil for Diesel Engines. The Australian Engineer, March 7, 1947:60-61.
- /12/ ANDREWS, A.S. & WOODMORE, P.J.: Dynamometer Performance of Diesel Engine Fuelled with Rapeseed Oil. Report no 80/3, 1980, N.S.W. Department of Agriculture.
- /13/ ASAE: Vegetable Oil Fuels. Proceeding of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:400 s.
- /14/ AULD, D.L. et al.: Oilseed Crops in the Pacific Northwest. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:92-100.
- /15/ BACON, D.M. et al.: The Effects of Biomassfuels on Diesel Engine Combustion Performance. Perkins Engines Ltd., B-32:431-439.
- /16/ BAKER, A.W. & SWEIGER, R.L.:Vegetable Oils as Fuels. Abstract in Gas and Oil Power, Annual Technical Review, 1947:338-339.
- /17/ BALDWIN, J.D.C. et al.: Fuel Additives for Vegetable Oil-Fueled Compression Ignition Engines. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:224-229.
- /18/ BALDWIN, J.D.C.: Performance of a "Diesel"-Fueled Engine. Transactions of the ASAE 26(4), 1983:962-965.
- /19/ BALDWIN, J.D.C. et al.: Longevity of CI Engines Using "Diesel" Mixtures. ASAE paper 83-3025, 1983:16 s.
- /20/ BANDEL, W. & HEINRICK, W.:Vegetable Oil Derived Fuels and Problems Related to their Use in Diesel Engines. Energy from Biomass and Waster VI. Florida 1982. Symposium Paper, s. 822-829.
- /21/ BARANESCU, R.A. & LUSCO, J.J.: Performance, Durability and Low Temperature Evaluation of Sunflower Oil as a Diesel Fuel Extender, ASAE Publications 4, 1982:312-328.
- /22/ BATEL, W. et al.: Pflanzenöle für die Kraftstoff- und Energieversorgung Grundl. Landtechnik Bd. 30(1980) Nr. 2:40-51.

- /23/ BJORNSTAD, O.J. et al.: Oilseed and Other Biomass Fuel Penetration in the Agricultural Sector Under Alternative Price Assumptions for Computing Fuels. International Conference on Plant and Vegetable Oils, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:159-168.
- /24/ BORGELT, S.C. & Harris, F.D.: Endurances Tests Using Soybean Oil-diesel Fuel Mixture to Fuel Small Pre-Combustion Chamber Engines. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:364-373.
- /25/ BRUWER, J. et al.: The Utilization of Sunflower Seed Oil as a Renewable Fuel for Diesel Engines. Presented at the 1980 National Energy Symposium of the ASAE, Kansas City, Missouri, September 29 - October 1, 1980:10 s.
- /26/ BUHNER, T. & KÖGL, H.: Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Rapsöl als Motorenkraftstoff in der Bundesrepublik Deutschland. Landbauforschung Völkenrode 1981 H.4:213-226.
- /27/ CHANG, C.C. & WAN, S.W.: China's Motor Fuels from Tung Oil. Industrial and Engineering Chemistry, December 1947, Vol. 39, No. 12:1543-1548.
- /28/ CHOWBURY, D.H. et al.: Indian Vegetable Fuel Oils for Diesel Engines. Abstract in Gas and Oil Power, May 1942:80-85.
- /29/ COLLINS, G.S. et al.: National Economic Implications of Substituting Plant Oils for Diesel Fuel. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:138-148.
- /30/ DARCEY, C.L. et al.: Lubricating Oil Contamination from Plant Oil Fuels. Transactions of the ASAE 26(6), 1983:1626-1632.
- /31/ DUKE, J.A. & BAGBY, M.O.: Comparison of Oilseed Yields: A Preliminary Review. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:11-23.
- /32/ DUNN, J.R. & SCHNEEBERGER, K.C.: Economic Implications for the Potential Development of a Vegetable Oil Fuel Industry. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:149-158.
- /33/ ENGELMAN, H.W. et al.: Vegetable Oil as a Diesel Fuel. ASME-Publication, Energy Technology Conference & Exhibition, Houston, Texas, Nov. 5-9, 1978:8 s.
- /34/ FALETTI, J.J. et al.: Energy Release Rates from Hybrid Fuels. Transaction of the ASAE, 1984:322-325.
- /35/ FORT, E.F. & BLUMBERG, P.N.: Performance and Durability of a Turbocharged Diesel Fueled with Cottonseed Oil Blends. ASAE Publication 482, 1982:374-384.
- /36/ GEYER, S.M. et al.: Comparison of Diesel Engine Performance and Emissions from Neat and Transesterified Vegetable Oils. Transactions of the ASAE 27(2), 1984:375-381.
- /37/ GOERING, C.E. et al.: Fuel Properties of Eleven Vegetable Oils. Transactions of the ASAE 1982:1472-1477.
- /38/ HAVEMANN, H.A. et al.: Leistungssteigerung durch das "Vergaser-Diesel-Verfahren" mit Alkohol. Motortechn. Zeitschr. MTZ Bd. 19 1958, Nr. 2:50-55.
- /39/ HAWKINS, C.S. & FULS, J.: Comparative Combustion Studies on Various Plant Oil Esters and the Long Term Effects of an Ethyl Ester on a Compression Ignition Engine. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:184-197.

- /40/ IIMOTO, M.: On the Operation of Small Diesel Engine for Farm Use Using Rape-Seed Oil as Fuel. Journ. of the Soc. of Agric. Machinery, Japan, Osa I: Vol. 38 (1977) No 4:483-487; Osa II: Vol. 40 (1978) No 1:5-9; Osa III: Vol. 41 (1979) No 2:201-206.
- /41/ JOHANSSON, E. & NORDSTRÖM, O.: Swedish Tests on Rape Seed Oil as an Alternative to Diesel Fuel. ASAE-Publication 4-82, 1982:337-346.
- /42/ KAUFMANN, K.R. & ZIEJEWSKI, M.: Sunflower Methyl Esters for Direct Injected Diesel Engines. Transactions of the ASAE, 1984:1626-1633.
- /43/ KAUFMANN, K.R. et al.: Performance of Diesel Oil and Sunflower Oil Mixtures in Diesel Form Tractors. ASAE tech.paper No 81-1054, 1981:15 s.
- /44/ KORUS, R.A. et al.: Polymerisation of Vegetable Oils. Int. Conf. on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publications 4-82:218-223.
- /45/ KYTÖ, M. et al.: Kasviöljy dieselpolttoaineena: Karstoittumisen vähentäminen. VTT, poltto- ja voiteluainelaboratorio, Espoo, 1985:38 s.
- /46/ LAMPINEN, R.: Kasviöljy moottoreiden polttoaineena maataloudessa. Käytännön Maamies 1981, 12:22-23.
- /47/ LAPORTE, J.: Crude Linseed and Sunflower Oil as Diesel Fuels. Chem. Abstr. Bd. 38(1944):467.
- /48/ LUOMI, V.: Tutkimus rypsiöljypolttoöljyseoksen käytöstä nopeakäyntisen dieselmoottorin polttoaineena. Teknillinen Korkeakoulu. Koneinsinööriosasto. Diplomityö 1985:95 s.
- /49/ MITTELBACH, M. et al.: Diesel Fuel Derived from Vegetable Oils. Preparation and Use of Rape Oil Methyl Ester. Energy in Agriculture, 2(1983):369-384.
- /50/ McIntosh, C.S. et al.: The Economics of On-Farm Production and Use of Vegetable Oils for Fuel. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:177-183.
- /51/ PALVA, T.: Tutkimus rypsiöljyn käytöstä nopeakäyntisen dieselmoottorin polttoaineena. TKK koneinsinööriosasto, diplomityö, Espoo 1982:123 s.
- /52/ PERNKOPF, J.: Pflanzenöl im Dieselmotor - eine Sicherstellung der Ernährung im Krisenfall. Beitrag zum CENECA-Kolloquium "Landwirtschaft und Energie" 27.-29. Februar 1980 in Paris, Wieselburg 1979:11 s.
- /53/ PETERSON, C.L. et al.: Vegetable Oil Substitutes for Diesel Fuel. Transactions of the ASAE 26(2), 1983:322-327.
- /54/ PRYOR, R.W. et al.: Soybean Oil Fuel in a Small Diesel Engine. Transaction of the ASAE, 1983:333-337.
- /55/ QUICK, G.R. et al.: Injector-Fouling Propensity of Certain Vegetable Oils and Derivates as Fuels for Diesel Engines. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:239-246.
- /56/ QUICK, G.R.: Developments in Use of Vegetable Oils as Fuel for Diesel Engines. ASAE paper No 80-1525, 1980:15 s.
- /57/ RAMACHANDRAN, A.: Utilization of Vegetable Oils as Fuels for Compression-Ignition Engines. Proc. Symposium on Problems Relating to the Development of Internal Combustion Engine. Industry in India, C.S.I.R., New Delhi 1954:133-135.
- /58/ RYAN, T.W. et al.: Characterization of Vegetable Oil for Use as Fuels in Diesel Engines. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:70-79.

- /59/ SCHINSTOCK, J. & BASHFORD, L.: Injection Abuse From Soybean Oil, ASAE Paper No 82-3103, 1982:9 s.
- /60/ SUDA, K.J.: Vegetable Oil for Diesel Fuel - A flexible Option, SAE Technical Paper Series 840004, 1984:10 s.
- /61/ SEDDON, R.G.: Vegetable Oils in Commercial Vehicles. Gas and Oil Power, Aug. 1942:136-142.
- /62/ STECHER, G.: Vegetable Oils as Diesel Fuel. CIMAC, Helsinki 1981.
- /63/ STEWART, D. & McLEOD, R.: Producing Fuels on the Farm. Nz Journal of Agriculture, September 1980.
- /64/ TRAULSEN, H.: Rapsöl, Alternative zum Dieselöl? Bauernblatt für Schleswig-Holstein Nr. 33/1979:41.
- /65/ THOMAS, V.M. et al.: Expeller Extracted Rape and Safflower Oilseed Meals for Poultry and Sheep. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:270-278.
- /66/ VALTIOPÄIVÄT: Hallituksen esitys Eduskunnalle laiksi kotimaisesta öljykasvituotannosta 1982.
- /67/ VARDE, K.S.: Some Correlation of Diesel Engine Performance Using Vegetable Oils as Fuel. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:303-311.
- /68/ VARDE, K.S.: Soy Oil Sprays and Effects on Engine Performance. Transactions of the ASAE 27(2), 1984:326-330.
- /69/ VELLGUTH, G.: Eignung von Pflanzenölen und Pflanzenölderivaten als Kraftstoff für Dieselmotoren. Grundle. Landtechnik Bd. 32(1982) Nr 5:177-186.
- /70/ Van der WALT, A. & HUGO, F.: Attempts to Prevent Injector Coking with Sunflower Oil by Engine Modifications and Fuel Additives. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:230-238.
- /71/ WALTER, J. et al.: The 1981 "Flower Power" Field Testing Program. International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, Fargo 1982. ASAE Publication 4-82:384-393.
- /72/ WALTON, J.: The Fuel Possibilities of Vegetable Oils. Gas and Oil Power, July, 1938:167-168.
- /73/ WÖRGETTER, M.: Pflanzenöl als Traktortreibstoff? Die landt. Zeitschrift DLZ Bd. 30(1979) Nr. 9:1252-1254.
- /74/ WÖRGETTER, M.: Stroh und Pflanzenöl - Energiequellen der Zukunft? Der Förderungsdienst, 31. Jg. Heft 5:169-175.
- /75/ WÖRGETTER, M.: Results of a Long Term Engine Test Based on Rape Seed Oil Fuel. Contribution to ICEUM III, 26.30.10.81 Berlin, 1981:8 s.
- /76/ ZIEJEWSKI, M. et al.: Laboratory Endurance Testing of a 25/75 Sunflower Oil-Diesel Fuel Blend Treated with Fuel Additives. Detroit 1984. SAE Paper 840236: 10 s.
- /77/ ZOMBORI, J.: Possibility of Using Alternative Fuels in Hungary. ASAE Paper 82-1552, 1982. St. Joseph, Michigan 49085.
- /78/ ZUBIK, J. et al.: Diesel Engine Combustion of Sunflower Oil Fuels, Transactions of the ASAE 27(5), 1984:1252-1256.
- /79/ ÅSHEIM, P.: Vegetabilisk olja som drivmedel. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. för ekonomi och statistik. Examenarbete 1982:54 s.

**VOLVO BM VALMET 605 -KOETRAKTORIN MOOTTORIN TEKNILLISIÄ TIETOJA**

merkki	Valmet TD 33 DS 6
tyyppi	4-tahtinen, turboahdettu suoraruiskutusdiesel
sylinteriluku	3
sylinterin halkaisija	108 mm
iskunpituus	120 mm
iskutilavuus	3,3 dm <sup>3</sup>
puristussuhde	16:1
nimellisa nopeus	2250 r/min
ruiskutuspumppu	Bosch PES 3A, rivityyppinen
suutinkärki	Bosch DLLA 150S 804
suuttimien avautumispaine	20 MPa
ruiskutusennakko	21 ° KK
jäähdystystapa	nestejäähdytys
kylmäkäynnistyslaite	imuilman lämmitin Thermostart
käynnistimen teho	3 kW
akun kapasiteetti	150 Ah



**VALMET 702-KOETRAKTORIN MOOTTORIN TEKNILLISIÄ TIETOJA**

merkki	Valmet 411 B
tyyppi	4-tahtinen, vapaasti hengittävä suoraruiskutusdiesel
sylinteriluku	4
sylinterin halkaisija	108 mm
iskunpituus	114 mm
iskutilavuus	4,2 dm <sup>3</sup>
puristussuhde	16:1 (poikkeaa alkuperäisestä)
nimelliskoosteus	2200 r/min
ruiskutuspumppu	Simms P 4658/4, rivityyppinen
suutinkärki	BDLL 150 S
suuttimen avautumispaine	20 MPa
ruiskutusennakko	18 ° KK
jäähdytystapa	nestejäähdytys
voiteluöljytilavuus	13 dm <sup>3</sup>

Tilaaaja: Vakola, 03450 Oikkala

Tilaus: 4.12.84/Veikko Luomi

Näytteet: 5 x 1 litraa poltto- ja kasviöljyseosta merkittynä:  
 Näyte 1 "1 Vakola"  
 Näyte 2 "2 Vakola"  
 Näyte 3 "3 Vakola"  
 Näyte 4 "4 Vakola" ja  
 Näyte 5 "5 Vakola 5.12.84".  
 Tilaaaja on toimittanut näytteet.

Tehtävä: Poltto- ja kasviöljyseoksen tutkiminen

Tutkimuksen tulokset:

		Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	Näyte 5
Viskositeetti 20 °C/cSt	ASTM D 445	13,62	13,51	13,55	13,64	13,55
Viskositeetti -10 °C/cSt	ASTM D 445	48,87	47,08	47,42	47,47	46,55
Samepiste	ASTM D 2500	-17 °C	-17 °C	-17 °C	-18 °C	-17 °C
Kokonaishappo- luku mgKOH/g	ASTM D 664	0,11	0,07	0,06	0,07	
Setaaniluku	ASTM D 613					44,1

Espoo 11.1.1985

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS  
 Polttoainejalostus- ja voitelutekniikan laboratorio

Erikoistutkija

*Eero Leppämäki*  
 Eero Leppämäki

Tutkimusinsinööri

*Päivi Koponen*  
 Päivi Koponen

3/PKO/1v

Polttoainejalostus- ja voitelutekniikan laboratorio

Tilaaaja: Vakola, 03450 Oikkala.

Tilaus: 21.11.1985/Jukka Ahokas.

Näytteet: 9 x 0,5 l Kasvi-dieselöljy-seoksia merkittyinä; Näyte 1 "B1, Pakkashalli, ylhäältä", näyte 2 "B2, Pakkashalli, alhaalta", näyte 3 "B3 Pakkashalli, Sekoitus", näyte 4 "C1, Ulkovarasto, ylhäältä", näyte 5 "C2 Ulkovarasto, alhaalta", näyte 6 "C3 Ulkovarasto, sekoitus", näyte 7 "D1, ylh. katto", näyte 8 "D2, alh. katto" ja näyte 9 "D3 sek., katto". Tilaaaja on toimittanut näytteet.

Tehtävä: Öljynäytteiden tutkiminen.

Tutkimuksen tulokset:

	Näyte 1	Näyte 2	Näyte 3	Näyte 4	
Viskositeetti 20 °C ASTM D 445 (VTT 8632), cSt	13,66	13,67	13,67	13,68	
Viskositeetti -10 °C ASTM D 445 (VTT 8632), cSt	48,86	48,88	48,88	48,83	
Samepiste ASTM D 2500 (VTT 8621), °C	-21	-21	-21	-21	
Kokonaishappoluku ASTM D 664 (VTT 8615), mgKOH/g	0,06	0,07	0,06	0,06	
	Näyte 5	Näyte 6	Näyte 7	Näyte 8	Näyte 9
Viskositeetti 20 °C ASTM D 445 (VTT 8632), cSt	13,69	13,70	13,72	13,70	13,73
Viskositeetti -10 °C ASTM D 445 (VTT 8632), cSt	48,99	49,24	49,14	49,15	48,98
Samepiste ASTM D 2500 (VTT 8621) °C	-21	-21	-21	-21	-21
Kokonaishappoluku ASTM D 665 (VTT 8615), mgKOH/g	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08

Espoo 10.1.1986

VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS  
Polttoainejalostus- ja voitelutekniikan laboratorio

Erikoistutkija

*Eero Leppämäki*  
Eero Leppämäki

Tutkimusinsinööri

*Päivi Koponen*  
Päivi Koponen

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän selostuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Valtion teknillisestä tutkimuskeskuksesta saadun kirjallisen luvan perusteella.

Användning av Statens tekniska forskningscentralens (VTT) namn i reklambyte eller delvis publicering av denna rapport tillåtes endast med skriftligt begivande från Statens tekniska forskningscentral.

