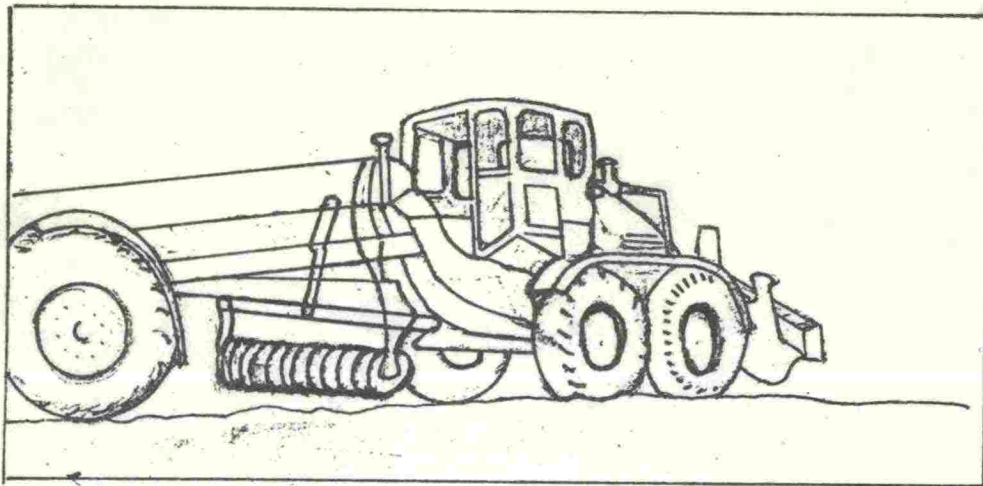


## VERTAILEVA TUTKIMUS ÖLJYSORAN REVINNÄN MENETELMISTÄ



Lovettu lautasrepijä + Lokomo AH 160 PS  
Sileä lautasrepijä + Lokomo AH 160  
Lapmet jyrsin + Lokomo AH 160  
Takarepijä + lautasrepijä + Lokomo AH 172

19.12.1980

08  
TIE-



81 003

## SISÄLLYSLUETTELO

### Yhteenveto ja johtopäätökset

- 1 JOHDANTO
- 2 MENETELMIEN TYÖSAAVUTUKSET
- 3 MENETELMIEN KUSTANNUKSISTA
  - 3.1 Kokonaiskustannuksista
  - 3.2 Öljysoran revinnän aikaansidotuista kustannuksista
  - 3.3 Polttoaineen kulutus ja kustannukset
  - 3.4 Terien kuluminen ja teräkustannukset
- 4 ÖLJYSORAN REVINNÄN MENETELMIEN LAATUTEKIJÖISTÄ
- 5 ILMAN LÄMPÖTILAN MERKITYS ÖLJYSORAN REVINNÄN KUSTANNUKSIIN JA OHJELMOINTIIN

LIITE: Kustannusten laskentaperusteet

## YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Öljysoran revinnän työsaavutus muuttuu jyrkästi öljysoran pintalämpötilan mukaisesti. Lovetun lautasrepijän työsaavutus on yli  $21^{\circ}\text{C}$  pintalämpötilassa tutkituista menetelmistä paras. Lovetun lautasrepijän työsaavutus vaihtelee n.  $2000 - 4000 \text{ m}^2/\text{h}$  eli n.  $2,5 - 5,0 \text{ km}/\text{tv}$ . Sileän lautasrepijän työsaavutus on keskimäärin 10 prosenttia pienempi kuin lovetun lautasrepijän, vaihdellen n.  $1500 - 3500 \text{ m}^2/\text{h}$  eli n.  $2,0 - 4,5 \text{ km}/\text{tv}$ . Lapmetjyrsimen työsaavutus ei ole yhtä herkkä lämpötilan muutoksille kuin em. menetelmät. Jyrsimen työsaavutus on alle  $17^{\circ}\text{C}$  pintalämpötilassa parempi ja yli  $20^{\circ}\text{C}$  lämpötilassa heikompi kuin lautasrepijällä, vaihdellen n.  $2200 - 3000 \text{ m}^2/\text{h}$  eli n.  $3,0 - 4,0 \text{ km}/\text{tv}$ . Takarepijän työsaavutuksiin vaikuttaa pintalämpötilan lisäksi revintäsyvyys, pelkän öljysorapinnan revinnässä työsaavutus vaihteli  $2500 - 3800 \text{ m}^2/\text{h}$  eli  $3,3 - 5,0 \text{ km}/\text{tv}$ .

Lämpötila vaikuttaa ratkaisevasti öljysoran revinnän kustannuksiin ja alle  $20^{\circ}\text{C}$  pintalämpötilassa revintä on varsin kallista. Revinnän kustannusrakenteessa on teräskustannusten osuus  $25 - 50 \%$  kokonaiskustannuksista, polttoainekustannusten osuus n.  $10 \%$  ja peruskoneen vuokra n.  $40 - 70 \%$  menetelmistä riippuen. Lovettu lautasrepijä on kaikissa lämpötiloissa halvin menetelmä, sileän lautasrepijän ja takarepijän kustannukset ovat keskenään samaa suuruusluokkaa ja jyrsimen kustannukset ovat noin kaksinkertaiset muihin menetelmiin verrattuna.

Eri menetelmien kustannukset vaihtelevat seuraavasti:

-	lovettu lautasrepijä	7 - 12 p/m <sup>2</sup>	eli	420- 750 mk/km
-	sileä lautasrepijä	9 - 18 p/m <sup>2</sup>	eli	540-1100 mk/km
-	Lapmet-jyrsin <sup>x)</sup>	20 - 30 p/m <sup>2</sup>	eli	1200-1800 mk/km
-	takarepijä+lautasrepijä	10 - 14 p/m <sup>2</sup>	eli	600 - 850 mk/km

x) urakkahintataso n.  $50 - 60 \text{ p}/\text{m}^2$

Revintäjäljen tasaisuus on jyrsimellä selvästi paras ja revintäsyvyys on tarkimmin säädettävissä. Lovetulla lautasrepijällä on lopputuote karkeampaa kuin jyrsimellä ja revintä meni paikkapaikoin öljysorapinnan läpi. Takarepijä-lautasrepijällä revittäessä on lopputuote karkeinta.

Koska öljysoran revinnän kustannukset riippuvat niin selvästi lämpötilasta tulisi revintätyöt keskittää mahdollisuuksien mukaan keskikesään, jolloin lämpötila ja aurin-  
gonpaiste suosii työn tekemistä.

Valittaessa sopivaa revintämenetelmää piirin revintätöihin on tutkimuksen mukaan lovettu lautasrepijä taloudellisin ja sileä lautasrepijä toiseksi taloudellisin. Sileän lautasrepijän taloudellisuutta voidaan vielä parantaa käyttämällä lautasissa hitsattavaa kulutuspintaa. Molempia lautasrepijöitä käytettäessä lisää taloudellisuutta vielä se, että höylä- ja revintäkalusto on laitoksen omaa jo olemassaolevaa kalustoa, jonka käyttöastetta on näin mahdollista parantaa. Jyrsinten hankkiminen laitokseen tai edes urakoitsijoiden käyttö revinnässä ei ole korkeiden kustannusten vuoksi normaalisti perusteltavissa.

Helsinki 19.12.1980

Pekka Rantamäki

## JOHDANTO

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää TVL:ssa eniten käytettyjen öljysoran revintätapojen työsaavutukset ja taloudellisuus. Lisäksi tutkimuksella on selvitetty lämpötilan merkitystä öljysoran revinnän kustannuksiin ja työsaavutuksiin sekä mahdollisuuksia alentaa revinnän kustannuksia ohjelmoinnilla.

Tutkimuksessa on kesällä 1980 tutkittu seuraavia öljysoran revintälaitteita:

- Keski-Pohjanmaan piirissä, lovettu lautasrepijä peruskoneena tiehöylä Lokomo AH 160 PS, ja terämateriaalina AR 360 S, 400 HB teräs.
- Keski-Pohjanmaan piiri kesä 1979, sileä lautasrepijä, peruskoneena tiehöylä Lokomo AH 160.
- Lapin piiri, Lapmet-jyrsin, peruskoneena tiehöylä Lokomo AH 160 ja terinä 38 kpl kovametalliteriä  $42 \times 14 \times 10 \text{ mm}^3$ .
- Kainuun piiri, takarepijän ja lautasrepijän yhdistelmä, peruskoneena tiehöylä Lokomo AH 172 ja takarepijän piikkien materiaali "diamant 100" kovametalli.

Oulun piirissä piti tutkia hydraulisella sekoitusakselilla varustettua repijää, mutta piiri ei kyennyt järjestämään tutkimusta.

Tutkimuksessa tutkittiin erikseen tapausta, jossa öljysora karhitaan pintakerroksestaan (n.  $60 \text{ kg/m}^2$ ) ja siihen lisätään tasauksen jälkeen uutta öljysoraa. Tällöin tulevat öljysoran karhinnassa kyseeseen lähinnä seuraavat menetelmävaihtoehdot, lovettu lautasrepijä, lautasrepijä ja jyrsin, joita tutkimuksessa on pyritty vertaamaan työsaavutusten ja työn laadun perusteella.

Toisessa tapauksessa tutkittiin öljysoran täydellistä revintää ja sekoittamista kantavaan kerrokseen, jonka jälkeen tielle lisätään uutta kantavan kerroksen materiaalia tai uusi päällyste. Tällöin tulee menetelmänä kyseeseen takarepijän ja lautasrepijän yhdistelmä. Menetelmäs-

sä öljysora rikotaan ensin laatoiksi takarepijällä ja vasta sen jälkeen hienonnetaan lautasrepijällä (hienonnusvaiheessa höylä peruuttaa lautasrepijää revintäasennossa). Menetelmässä työn laatu on kustannuksiin nähden selvästi parempi kuin pelkän taka- tai piikkirepijän käytössä.

Öljysoran revinnän kustannuksiin vaikuttavina muuttujina kirjattiin tutkimuksessa ylös n. 15 muuttujaa. Muuttujista tärkeimmäksi osoittautui öljysoran pintalämpötila, joka vaikuttaa suoranaisesti teräkustannuksiin, välillisesti polttoainekustannuksiin ja kapasiteetin muuttumisen kautta aikaan sidottuihin kustannuksiin (koneen vuokra ja kuljettajan palkka).

2

## MENETELMIEN TYÖSAAVUTUKSET

Menetelmien työsaavutukset mitattiin revintäjakoittain K1- ja K2-kapasiteetin tarkkuudella. Työsaavutuksen muutokset korreloivat parhaiten öljysoran pintalämpötilan perusteella (kuva 1).

Lovetetun lautasrepijän K2-kapasiteetti muuttuu jyrkästi lämpötilan funktiona (kuva 1). Öljysoran pintalämpötilan ollessa yli  $21^{\circ}\text{C}$  (ilman lämpötila n.  $15^{\circ}\text{C}$  ks. kuva 6) on lovetun lautasrepijän työsaavutus paras tutkituista koneista. Öljysoran pintalämpötilan arvoilla alle  $21^{\circ}\text{C}$  lovetun lautasrepijän työsaavutus alenee jyrkästi ja alle  $18^{\circ}\text{C}$  pintalämpötilassa työsaavutus on huonompi kuin jyrsimellä.

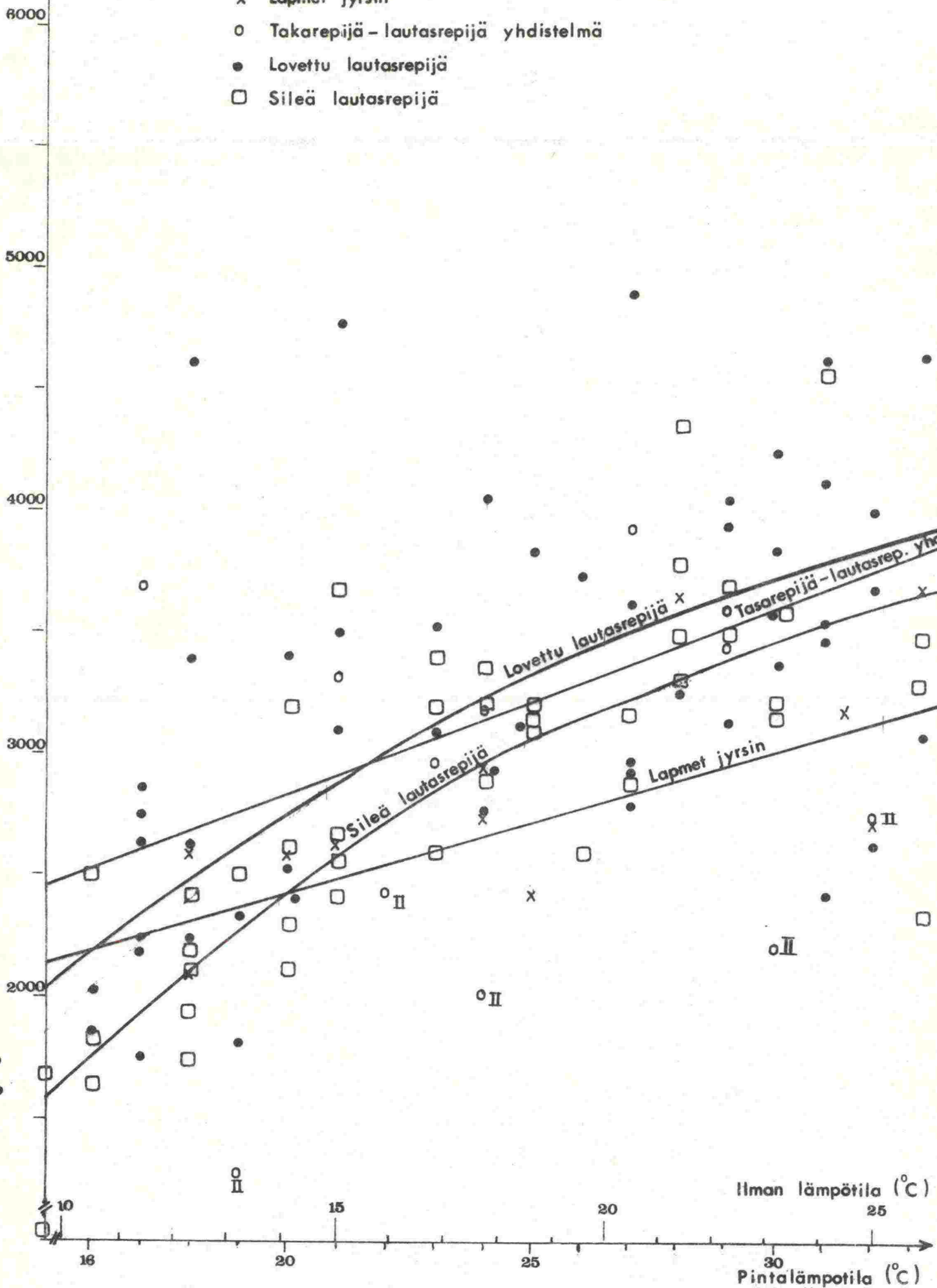
Sileän lautasrepijän K2-kapasiteetti muuttuu samassa suhteessa kuin lovetun lautasrepijän kapasiteetti, mutta se on kaikissa lämpötiloissa n. 15 % heikompi kuin lovetun lautasrepijän työsaavutus. Yli  $20^{\circ}\text{C}$  pintalämpötiloissa lautasrepijän työsaavutus on parempi kuin jyrsimen.

Jyrsimen työsaavutus on muihin menetelmiin verrattuna stabiilimpi lämpötilan muutosten suhteen. Kapasiteetti

K2 - kapasiteetti  
(m<sup>2</sup>/h)

- 3 -

- x Lapmet jyrsin
- o Takarepijä - lautasrepijä yhdistelmä
- Lovettu lautasrepijä
- Sileä lautasrepijä



Kuva 1. Öljysoran revinnän menetelmien työsaavutukset lämpötilan funktiona.



muuttuu loivasti öljysoran, pintalämpötilan funktiona ja kylmissä lämpötiloissa jyrsimen kapasiteetti on selvästi parempi kuin lautasrepijöillä. Toisaalta työsaavutus jää yli 25°C pintalämpötiloissa 20 - 30 % heikommaksi kuin lautasrepijällä.

Takarepijan käytön työsaavutukseen vaikuttaa pintalämpötila selvästi ja toinen yhtä selvä muuttuja on se kuinka syvälle kantavaan kerrokseen jyrsintä pyritään ulottamaan. Kuvan 1 tuloksissa näkyy selvästi takarepijan osalla kaksi erillistä hajonta-aluetta, joista ylemmässä työsaavutukset ovat lähes 1000 m<sup>2</sup>/h parempia kuin alemmassa. Ero johtuu siitä, että alemmat pisteet (merkintä II) ovat eri työkohteesta, jossa jyrsintä ulotettiin mahdollisimman syvälle kantavaan kerrokseen, kun taas toisessa pyrittiin repimään öljysorakerrosta vain irti kantavasta kerroksesta. Takarepijan työsaavutukset pelkän öljysorapinnan revinnässä ovat hyviä kaikissa lämpötiloissa.

### 3 MENETELMIEN KUSTANNUKSISTA

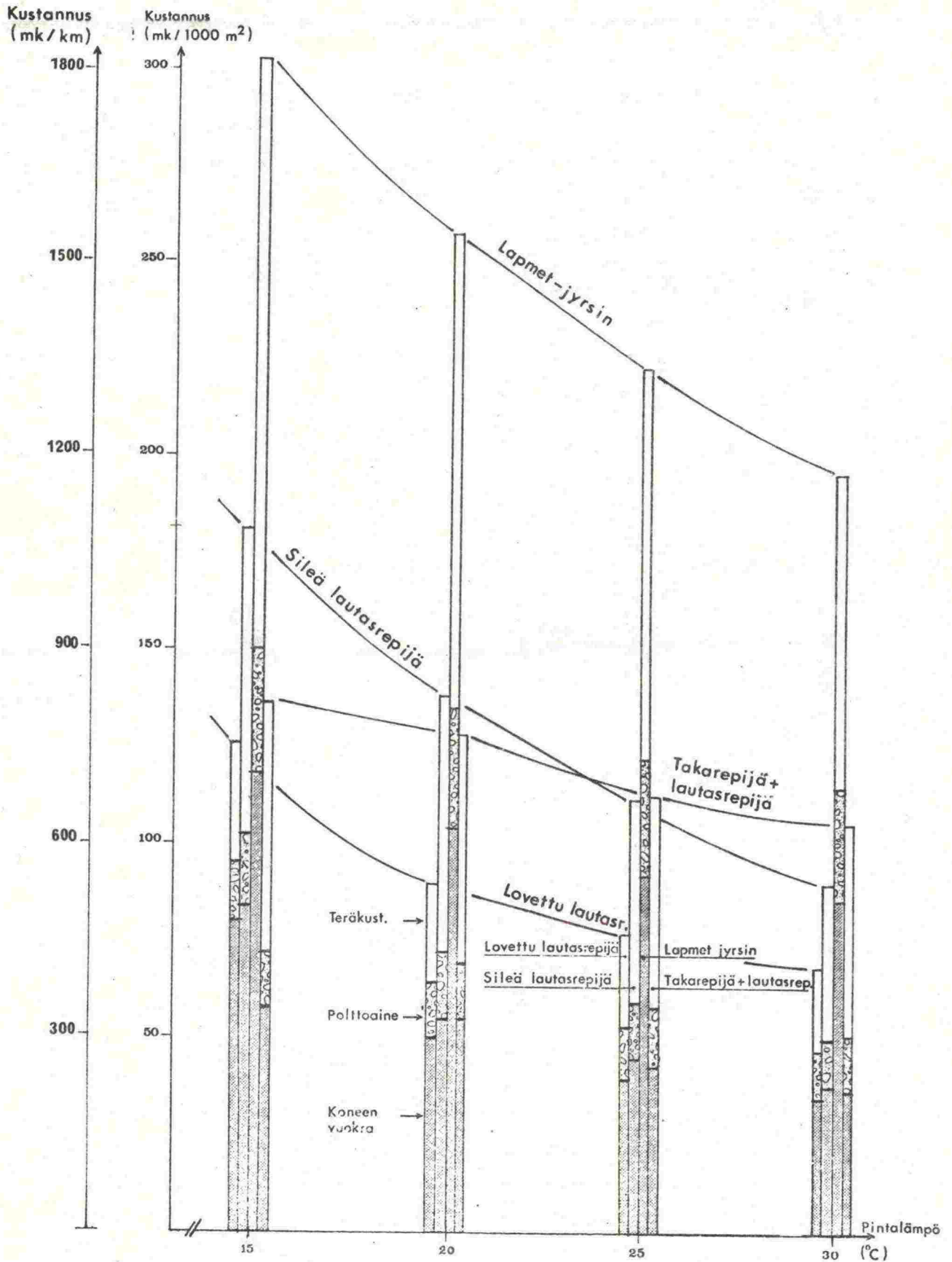
#### 3.1 Kokonaiskustannuksista

Tässä tutkimuksessa on öljysoran revinnän kustannukset ryhmitelty seuraavasti:

- koneen vuokra, joka sisältää pääoma- ja käyttökulut ilman polttoaine- ja teräkustannuksia sekä kuljettajan palkan (25 mk/h)
- polttoainekustannukset
- teräkustannukset

Öljysoran revinnän kaikki kustannustekijät riippuvat tutkimuksen mukaan öljysoran pintalämpötilasta ja kustannukset nousevat kaikissa menetelmissä jyrkästi pintalämpötilan laskiessa alle 20°C.

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan öljysoran revinnän menetelmien kokonaiskustannusten muodostamista ja ver-



Kuva 2: Öljysoran karhinnan yksikkökustannukset (mk/1000 m<sup>2</sup>) eri menetelmissä.

taillaan menetelmien edullisuutta. Luvuissa 3.2 - 3.4 on kunkin kustannustekijän muodostumista tutkittu tarkemmin ja samalla on selvitetty laskentaperusteet.

Lovettu lautasrepijä on kustannuksiltaan selvästi halvin kaikissa lämpötiloissa (kuva 2). Lovetun lautasrepijän edullisuus perustuu lähinnä pieniin terä- ja polttoainekustannuksiin ja yli 20°C pintalämpötiloissa suureen työsaavutukseen. Revinnän kokonaiskustannukset vaihtelevat lovetulla lautasrepijällä 125...70 mk/1000 m<sup>2</sup>.

Sileä lautasrepijä on yli 25°C pintalämpötiloissa toiseksi halvin menetelmä, mutta kylmemmissä olosuhteissa nostaa kapasiteetin putoaminen yksikkökustannukset yli takarepijän kustannusten. Sileä lautasrepijä on lovettua lautasrepijää kalliimpi lähinnä suurempien teräkustannusten ja pienemmän työsaavutuksen vuoksi. Sileällä lautasrepijällä revittäessä vaihtelevat yksikkökustannukset 180...90 mk/1000 m<sup>2</sup>, joten ne ovat noin 30...40 % kalliimmat kuin lovetulla lautasrepijällä.

Lapmet-jyrsimellä ovat revintäkustannukset kaikissa lämpötiloissa lähes kaksinkertaiset muihin menetelmiin nähden. Öljysoran jyrsintä on siten kallis menetelmä, jonka käyttöä ei voitane perustella taloudellisin seikoin, vaan korkeintaan työn laadun ja toimintavarmuuden (kylmissä lämpötiloissa) perusteella. Silloinkin tulee menetelmää valittaessa ottaa huomioon, että kustannukset vaihtelevat 200 - 300 mk/1000 m<sup>2</sup> ja koneita on vain urakoitsijoilla. Toteutunut urakkahintataso 500 - 600 mk/1000 m<sup>2</sup> on lisäksi ollut lähes kaksinkertainen verrattuna tässä esityksessä laskettuihin kustannuksiin, ks. liite . Jyrsimen käytölle olisikin vaadittava erittäin hyvät perustelut, koska urakkahintataso on lähes

nelinkertainen halvimpiin menetelmiin nähden,

Revittäessä öljysoraa takarepijä - lautasrepijäyhdistelmällä muuttuvat kustannukset lämpötilan mukaan muita menetelmiä vähemmän. Tämä johtuu lähinnä teräkulutuksen ja työsaavutuksen vähäisestä muuttumisesta lämpötilan funktiona. Takarepijä - lautasrepijä-yhdistelmän kustannukset vaihtelevat 135...105 mk/1000 m<sup>2</sup>.

### 3.2 Öljysoran revinnän aikaansidotuista kustannuksista

Aikaansidotuilla kustannuksilla tarkoitetaan tässä markkaa per tunti perusteisia kustannuksia (koneen vuokra ja kuljettajan palkka). Näiden kustannusten vaikutus yksikkökustannuksiin riippuu suoraanaisesti työsaavutuksesta.

Taulukossa 1 on esitetty eri menetelmien aikaansidottujen kustannusten muuttuminen lämpötilan (kapasiteetin ks. kuva 1) funktiona. Tuntikustannussarake muodostuu peruskoneen vuokrasta ja kuljettajan palkasta, joiden tarkemmat laskentaperusteet on selvitetty liitteessä.

Aikaansidottujen kustannusten osalta jyrkin on kaikissa lämpötiloissa kallein johtuen koneyhdistelmän suuresta tuntivuokrasta. Lautasrepijoiden kapasiteetin jyrkkä lasku matalissa lämpötiloissa nostaa aikaansidottuja kustannuksia huomattavasti, kun taas korkeissa lämpötiloissa kustannukset ovat alhaiset. Takarepijän aikaansidotut kustannukset ovat alhaisissa lämpötiloissa pienemmät kuin lautasrepijöillä.

TAULUKKO 1. Öljysoran revinnän menetelmien aikaansidottujen kustannusten kehitys lämpötilan funktiona

Työmenetelmä	Pintalämpötila <sup>x</sup> °C	K2-kapasiteetti m <sup>2</sup> /h	Tuntikustannus (ks. liite) mk/h	Aikaan sidottut kustannukset mk/1000 m <sup>2</sup>
Lovettu lautas- repijä	15	1700	135	79
	20	2700	135	50
	25	3300	135	40
	30	3850	135	35
Sileä lautas- repijä	15	1600	135	84
	20	2450	135	55
	25	3050	135	44
	30	3550	135	38
Lapmet- jyrsein	15	2200	261	118
	20	2500	261	104
	25	2800	261	93
	30	3050	261	86
Takarepi- jä + lautas- repijä	15	2300	135	59
	20	2700	135	50
	25	3100	135	44
	30	3600	135	38

### 3.3 Polttoaineen kulutus ja kustannukset

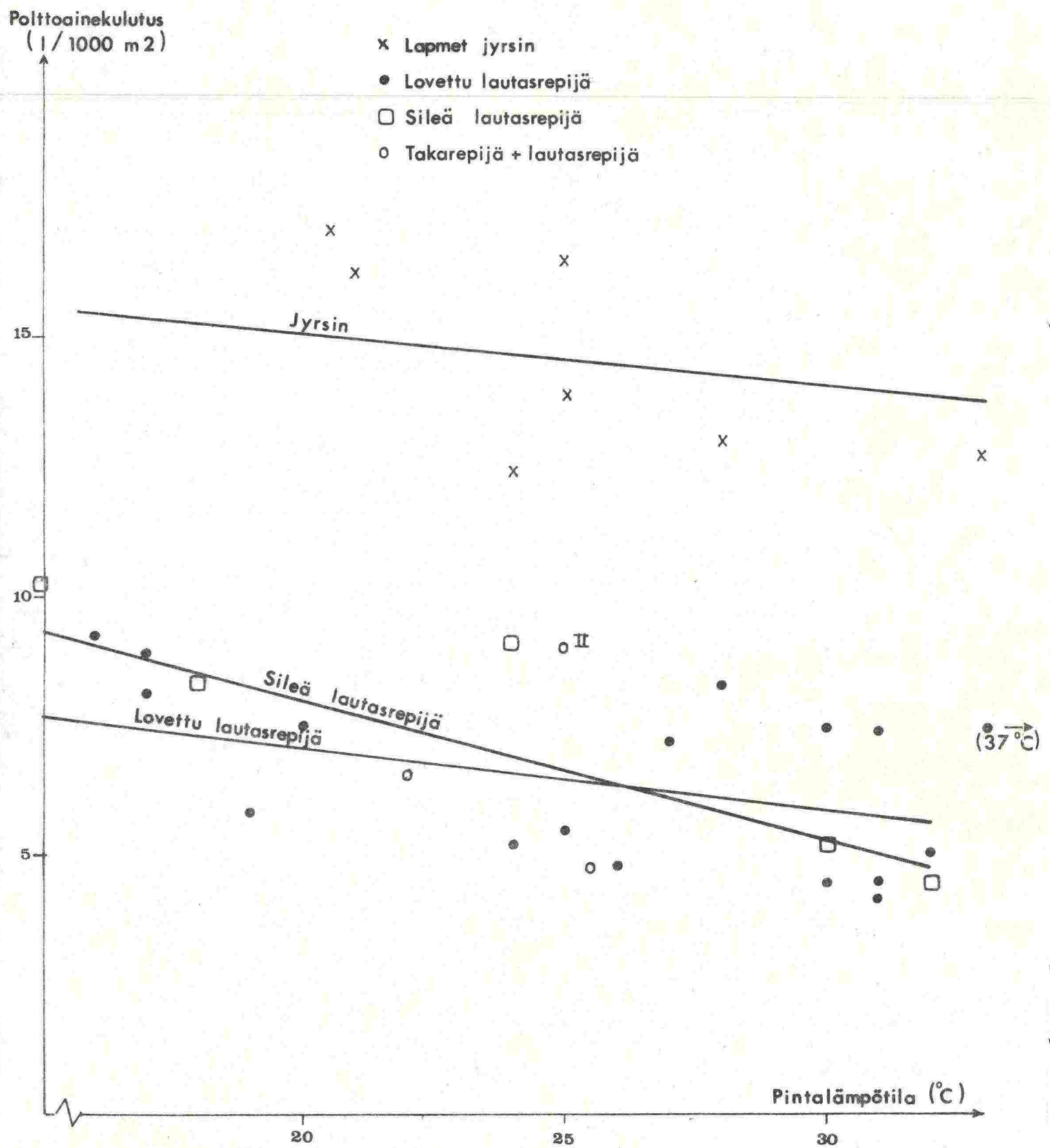
Eri menetelmien polttoaineen kulutuksessa on jyrsimen ja muiden laitteiden välillä selvä tasoero (kuva 3). Jyrsimen polttoaineenkulutus on noin kaksinkertainen muihin menetelmiin nähden, koska laitteessa on kaksi erillistä dieselmoottoria.

Kaikilla menetelmillä paitsi takarepijällä voidaan havaita polttoaineenkulutuksen vähenevän pintalämpötilan noustessa. Erot muutoksen jyrkkyydessä lautasrepijällä saattavat johtua mittausteknisistä seikoista, mutta yleislinja polttoaineenkulutuksen muutoksessa on kuitenkin vakaa.

Takarepijän osalta ei saatu riittävästi mittaustuloksia, jotta lämpötilariippuvuus olisi voitu selvittää, vaan joudutaan tyytymään keskimääräiseen kulutukseen n.  $7 \frac{1}{1000} \text{ m}^2$ . Muilla laitteilla vaihteli polttoaineen kulutus pintalämpötilan mukaan seuraavasti:

-	lovettu lautasrepijä	9 - 5	$\frac{1}{1000} \text{ m}^2$
-	sileä lautasrepijä	9 - 5	$\frac{1}{1000} \text{ m}^2$
-	jyrsin	17 - 9	$\frac{1}{1000} \text{ m}^2$

Polttoaineenkulutuksen merkitys öljysoran revinnän kustannuksiin ilmenee taulukosta 2. Jyrsimen osalta polttoaineen kustannukset per neliö vaihtelivat keskimäärin 29 - 32 mk/1000  $\text{m}^2$ . Muilla laitteilla polttoaineen kustannukset per neliö ovat vain noin puolet jyrsimen vastaavista kustannuksista vaihdellen 12 - 19 mk/1000  $\text{m}^2$ .



Kuva 3 Polttoaineen kulutuksen muuttuminen lämpötilan

TAULUKKO 2. Öljysoran revinnän polttoainekustannusten muuttuminen lämpötilan mukaisesti

Työmenetelmä	Pintalämpötila °C	Ominaiskulu- tus 1/1000 m <sup>2</sup>	Polttoaineen hintaa mk/l	Yksikkö- kustannus <sup>2</sup> mk/1000 m <sup>2</sup>
Lovettu lautasrepijä	15	7,5	2,05	15
	20	7,0	"	14
	25	6,5	"	13
	30	6,5	"	12
Sileä lautasrepijä	15	9	"	18
	20	8	"	16
	25	7	"	14
	30	6	"	12
Jyrsin	15	15,5	"	32
	20	15,0	"	31
	25	14,5	"	30
	30	14,0	"	29
Takarepijä + lautasrepijä	15-30	~ 7,0	"	14



### 3.4 Terien kuluminen ja teräkustannukset

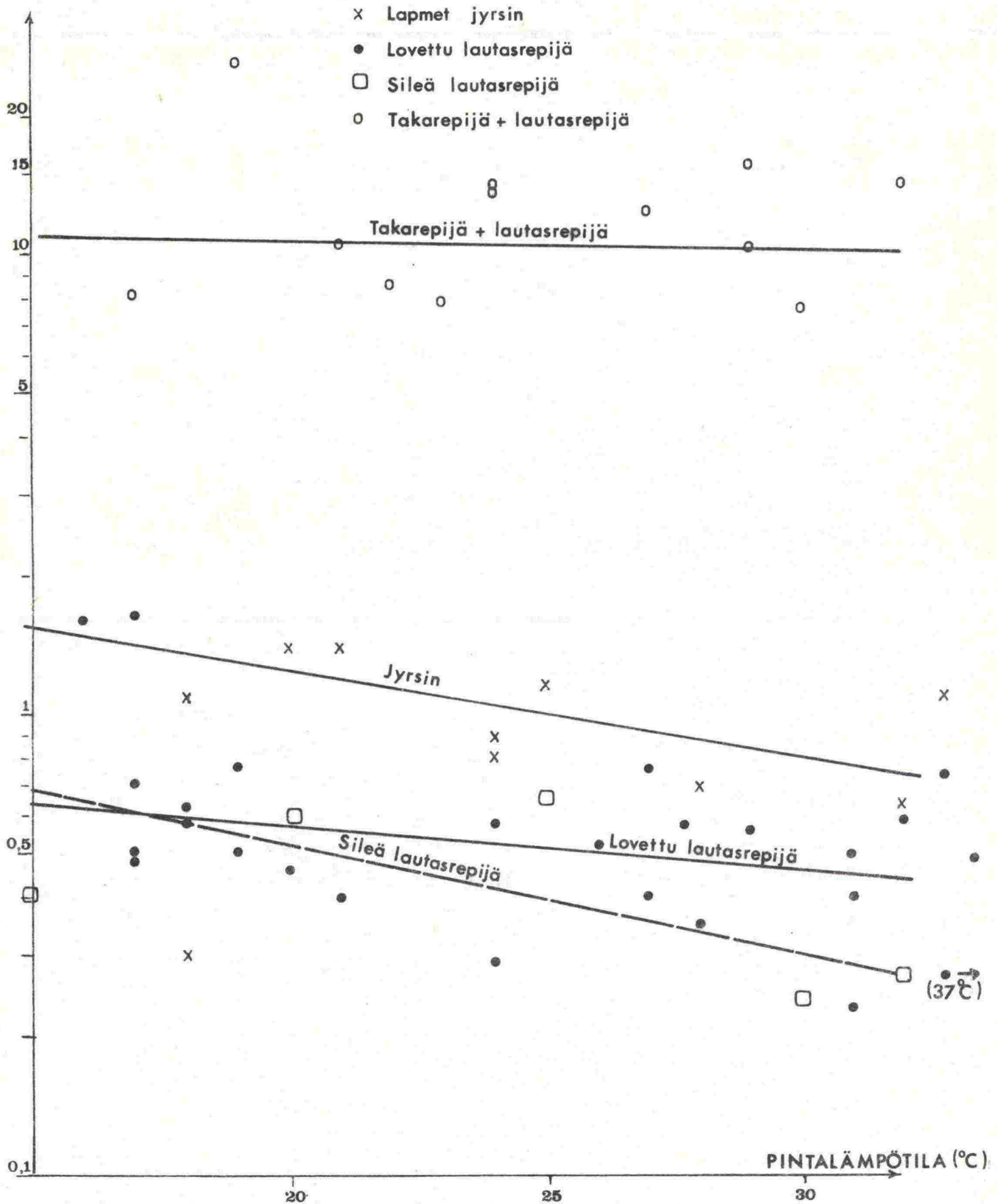
Eri menetelmien välisessä terien kulumisessa on varsin selvät tasoerot (kuva 4). Takarepijään terät kuluvat moninkertaisesti 10 - 11 mm/1000 m<sup>2</sup> verrattuna muihin menetelmiin ja kulumisen lämpötilariippuvuus on miltei olematon. Takarepijä-lautarepijä yhdistelmässä lautasten kuluminen on erittäin vähäistä. Jyrsimen terien kulutus vaihtelee 0,7 - 1,5 mm/1000 m<sup>2</sup> ja lämpötilariippuvuus on jyrkin tutkituista menetelmistä. Lovitun lautasrepijään terien kulutus on tutkituista menetelmistä kaikissa pintalämpötiloissa alhaisin ja se vaihtelee 0,45 - 0,65 mm/1000 m<sup>2</sup>. Sileän lautasrepijään terien kuluminen on samaa suuruusluokkaa kuin lovetullakin, mutta mittausten vähyyden vuoksi ei lämpötilariippuvuuden luotettavuus ole yhtä hyvä kuin muilla menetelmillä.

Terien kulumisesta johtuva terien vaihtotarve on eri menetelmillä keskimäärin seuraava:

- lovetun lautasrepijään terien hitsauksen uusintatarve on n. 16.000 - 25.000 m<sup>2</sup> tutkimuksen aikana keskimäärin n. 20.000 m<sup>2</sup>
- sileän lautasrepijään lautasten vaihtoväli on n. 40.000 m<sup>2</sup> - 80.000 m<sup>2</sup> ollen keskimäärin 50.000 m<sup>2</sup>
- Lapmet jyrsimen terien vaihtoväli on n. 15.000...26.000 m<sup>2</sup> lämpötilasta riippuen
- Takarepijään terien vaihtoväli on n. 6500 - 8000 m<sup>2</sup> ja lautasrepijään terien vaihtotarve on minimaalinen.

Terien kuluminen muodostaa menetelmästä riippuen 25 - 60 % öljysoran revinnän kustannuksista. Kustannukset ovat materiaalikustannuksia, uudet terät tai vanhojen kunnostus, ja työkustannuksia, jotka aiheutuvat vaihdosta ja kunnostuksesta. Kustannuslaskentaperusteet selviävät tarkemmin liitteestä.

TERIEN KULUMINEN  
(mm / 1000 m<sup>2</sup>)



Kuva 4 Öljysoran revinnän aiheuttama terien kuluminen eri menetelmissä

Lovetun lautasrepijän teräkustannukset vaihtelevat 31...20 mk/1000 m<sup>2</sup>. Teräkustannukset ovat pienet, koska menetelmässä ei kuluteta varsinaista terää, vaan siihen tiemestariپییرissä hitsattua kovametalista kulutuspinntaa. Kulutuspinnta uusitaan tarvittaessa ja uusimisen kustannus on vain n. 15 % uuden teräsarjan hinnasta.

Sileän lautasrepijän teräkustannukset ovat noin kaksinkertaiset lovetun repijän kustannuksiin nähden vaihdellen 40...80 mk/1000 m<sup>2</sup>. Ero johtuu lähinnä siitä, että tässä menetelmässä kulutetaan varsinaista lautasterää, jonka uusiminen on huomattavasti kalliimpaa kuin terän kunnostaminen hitsamalla. Eräänä kustannussäästömahdollisuutena saattaisi tulla kyseeseen kovamellisten kulutuspinntanystyjen hitsaaminen lautasen kehälle vastaavin välein kuin lovetetussa terässä on lovia.

Jyrsimen teräkustannukset ovat muihin menetelmiin verrattuna selvästi suuremmat vaihdellen n. 85...150 mk/1000 m<sup>2</sup>. Lämpötilan laskiessa nousevat teräkustannukset erittäin jyrkästi.

Takarepijän terien kuluminen on varsin riippumaton öljysoran pintalämpötilasta ollen keskimäärin 57 mk/1000 m<sup>2</sup>. Takarepijän piikkien vaihdon kustannukset olisivat yli kaksinkertaiset n. 120 mk/1000 m<sup>2</sup>, jos terät vaihdettaisiin aina uusiksi eikä vanhoja kunnostettaisi kuten tutkimuksessa tehtiin.

TAULUKKO 3. Öljysoran revinnän teräkustannusten muuttuminen lämpötilan mukaisesti

Menetelmä	Pintalämpötila °C	Terien kuluminen (mm/1000 m <sup>2</sup> )	Keskimääräinen vaihtoväli (1000 m <sup>2</sup> )	Terien vaihdon/kunnostuksen		Yksikkökustannus (mk/1000 m <sup>2</sup> )
				kesto (h)	hintaa (mk)	
Lovettu lautasrepijä	15	0,65	16	4 <sup>x)</sup>	500	31
	20	0,55	19	4	500	26
	25	0,50	22	4	500	23
	30	6,45	25	4	500	20
Sileä lautasrepijä	15	0,75	41	1,5	3300	80
	20	0,50	50	"	"	66
	25	0,40	60	"	"	55
	30	0,30	80	"	"	41
Lapmet jyrsein	15	1,5	15	1,5	2200	147
	20	1,2	19	"	"	116
	25	1,0	23	"	"	96
	30	0,8	26	"	"	84
Takarepijä lautasrepijä yhdistelmä	15-30	10	7	8 <sup>x)</sup>	400	57

x) Sisältää sekä vaihdon että kunnostuksen aikamenekin

#### ÖLJYSORAN REVINNÄN MENETELMIEN LAATUTEKIJÖISTÄ

Menetelmien välisiä laatueroja arvioitiin tutkimus-  
selvittämällä revityn öljysoramassan rakeisuus ja ar-  
vioimalla tulosta silmämääräisesti.

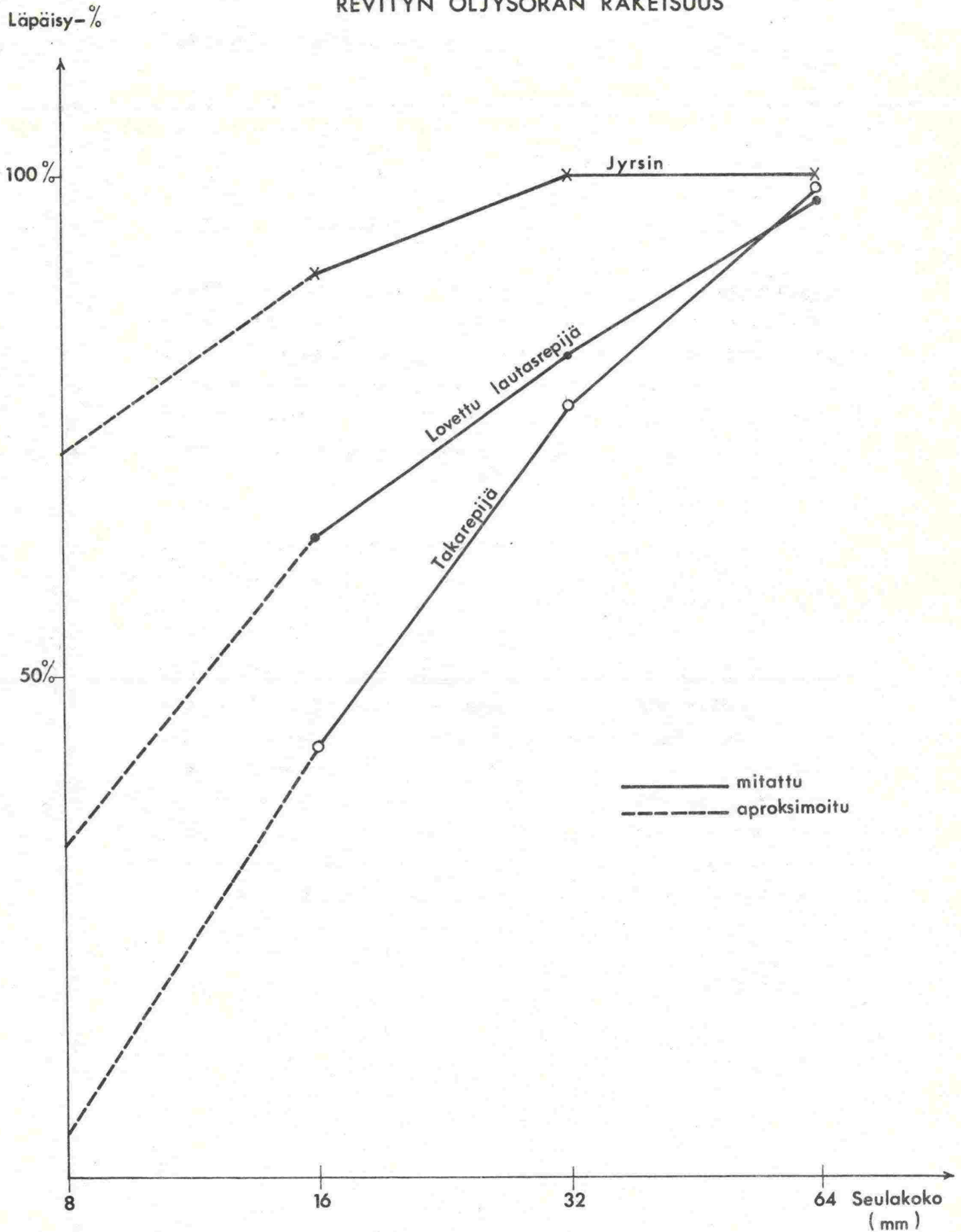
Jyrsin murskaa revityn öljysoramassan selvästi hie-  
norakeisimmaksi ja menetelmässä kaikki rakeet ovat  
alle 32 mm (kuva 3). Vielä 16 mm kohdalla on läpäi-  
syprosentti 80. Menetelmässä voidaan jyrshintäsyvyys  
säättää erittäin tarkasti joko manuaalisesti tai auto-  
maattisesti eikä tutkimuksen aikana revintä ylettynyt  
milloinkaan koko vanhan öljysorakerroksen läpi.

Lovetulla lautasrepijällä revittäessä jää lopputuo-  
te jo selvästi karkeammaksi kuin jyrsimellä. Lämpäi-  
syprosentti 32 mm kohdalla on 82 ja 16 mm kohdalla  
enää 64. Tutkimuksen aikana revintä ulottui muuta-  
mia kertoja läpi vanhan öljysorakerroksen.

Takarepijällä revittäessä on lopputuotteen raekoko  
selvästi karkein ja 16 mm kohdalla on läpäisypro-  
sentti enää 43 %.

Sileän lautasrepijän kohdalla ei seulontakokeita  
tehty v. 1979.

### REVITYN ÖLJYSORAN RAKEISUUS



Kuva 5 Revityn öljysoramateriaalin rakeisuuskäyrät

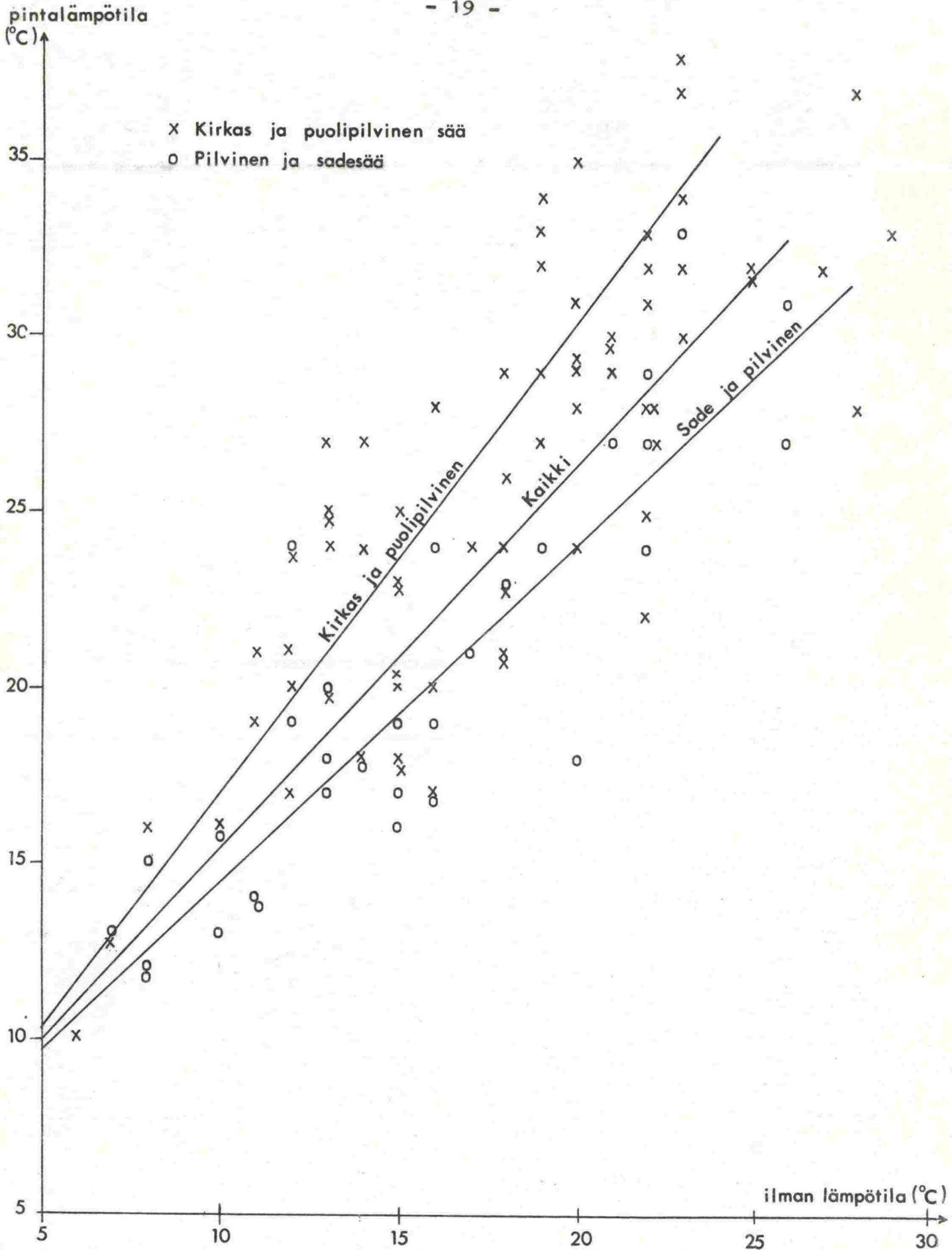
## ILMAN LÄMPÖTILAN MERKITYS ÖLJYSORAN REVINNÄN KUSTANNUKSIIN JA OHJELMOINTIIN

Öljysoran pintalämpötilan vaikutus revinnän kustannuksiin on menetelmästä riippuen 50 - 100 mk/1000 m<sup>2</sup> joten revinnän ajoittamisella keskikesään on mahdollista saada aikaan jopa 30 % kustannussäästöjä.

Ohjelmoinnin tarpeita varten on tutkimuksessa pyritty selvittämään öljysoran pintalämpötilan ja ilman lämpötilan riippuvuus, joka on esitetty kuvassa 6. Öljysoran pintalämpötila on kuvan mukaan keskimäärin 6 astetta korkeampi kuin ilman lämpötila. Aurinkoinen sää nostaa pintalämpötilan keskimäärin 10 astetta ilman lämpötilaa korkeammaksi.

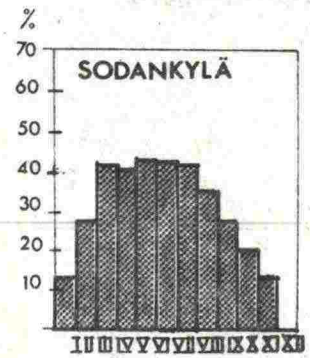
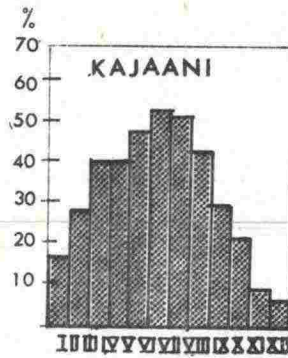
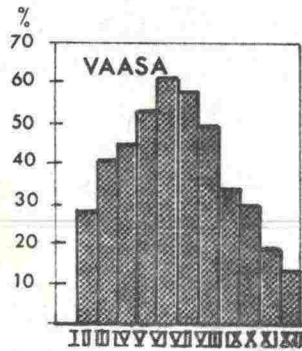
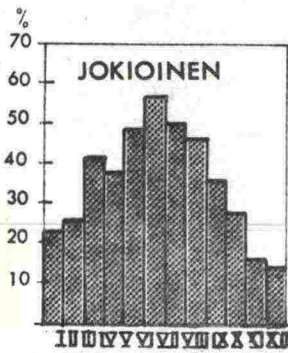
Olosuhteita voidaan pitää öljysoran revinnälle edullisina, jos pintalämpötila on yli 22°C, joten ilman lämpötilan tulisi olla n. 17°C tai enemmän.

Kuvan 7 perusteella ovat kesä-, heinä- ja elokuu selvästi edullisimmat revintäkuukaudet ja tätä vielä korostaa auringonpaisteen keskittyminen samoihin ajankohtiin. Öljysoran revinnän ja teon ohjelmoinnilla on siten saavutettavissa selviä kustannussäästöjä, jos työt voidaan toteuttaa optimiolosuhteissa. Ohjelmoinnissa kannattanee jopa ottaa huomioon useamman repijän yhtäaikainen käyttö ennemmin kuin optimiajan ulkopuolella tapahtuva revintä yhdellä koneella.

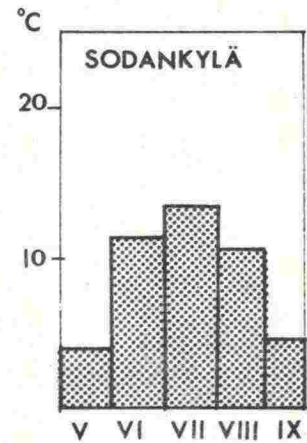
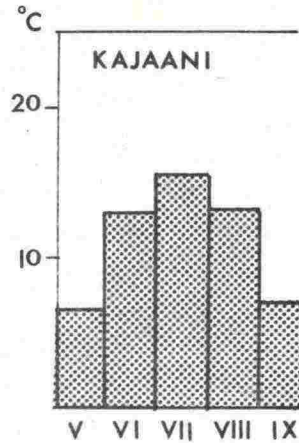
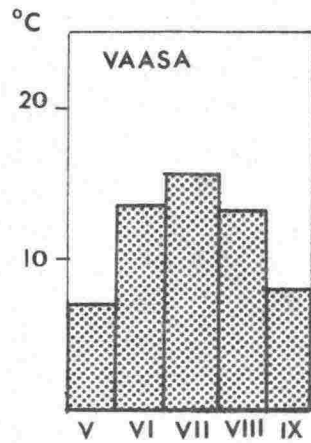
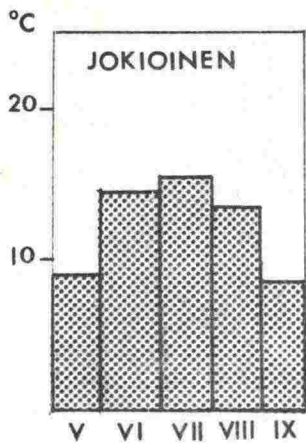


Kuva 6 Öljysoran pintalämpötilan ja ilman lämpötilan riippuvuus

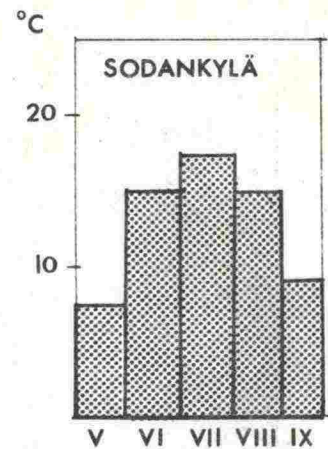
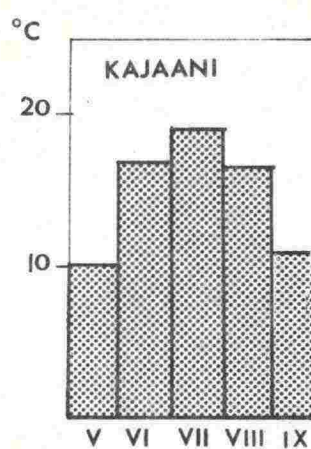
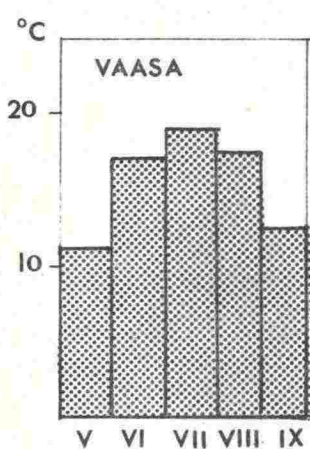
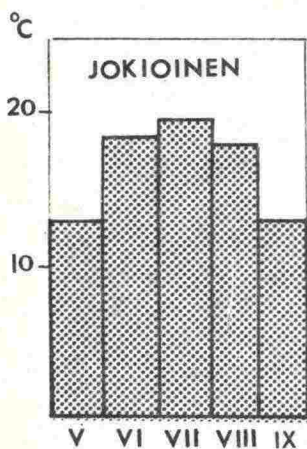




a. Suhteellinen auringonpaisteiden kuukausikeskiarvo (%) v.1963-72/  
Ilmatieteen laitos, tutkimuslause nro 56



b. Touko-Syyskuu keskimääräinen lämpötila °C klo 8.00  
v. 1961-75/Ilmatieteen laitos



c. Touko-Syyskuu keskimääräinen lämpötila °C klo 14.00 v.1961-75/  
Ilmatieteen laitos

Kuva 7 Ilman keskimääräisiä lämpötiloja ja auringon paisteen määrä  
eräissä osissa Suomea

## Kustannusten laskentaperusteet

1

## Aikaansidotut kustannukset

- a) Kuljettajan palkka 25 mk/h
- b) Laitoksen oman tiehöylän tuntikustannukset (lautasrepijät ja takarepijät)/lähde konepankki

TH 18

- käyttökustannukset (ilman polttoainetta) 55 mk/h
- pääomakustannus 55 mk/h
- 
- 110 mk/h

## c) Lamet jyrsimen tuntivuokra

Jyrsin

- hankintahinta H n. 300 000 mk
- jäännösarvo R mk
- pitoaika n 8 v
- $n_n$  7 200 h
- keskimäärin sitoutunut
- pääoma Hk 168 000 mk

$$(H_k = \frac{n + 1}{2n} \cdot (H - R) + R)$$

- Pääomakustannus
- poistot  $H/n_n$  44 mk/h
- tuotto  $(0,16 \cdot H_k)/n_n$  30 mk/h
- vakuutukset 2 mk/h
- Käyttökustannus ilman polttoainetta ja teräkustannuksia
- korjaus ja huolto  $0,5 H/n_n$  21 mk/h
- voiteluaineet 3 mk/h
- 
- 100 mk/h

Peruskone TH 16

161 mk/h

(sisältää kuljettajan palkan)

## Teräkustannukset

## a) Lovettu lautasrepijä

- terätukin vaihdon kesto n. 0,3 h
- terätukin kunnostuksen kesto n. 0 h
- terätukin kunnostuksen hinta 500 mk  
(sisältää työpalkat ja materiaalit)
- uuden lovetun lautaspakan hinta  
(lautasia 23 kpl) n. 3500 mk
- keskimääräinen terätukin vaihtoväli  
n. 20.000 m<sup>2</sup>

## b) Sileä lautasrepijä

- terätukin vaihdon kesto n. 0,3 h
- lautasten vaihdon kesto n. 1 h
- lautassarjan hinta (23 kpl) n. 3300 mk
- keskimääräinen lautasten vaihtoväli  
n. 50 000 m<sup>2</sup>

## c) Jyrsin

- terien vaihdon kesto n. 1,5 h
- teräsarjan hinta 38 x 57 mk/kpl = 2200 mk  
(jyrsimeen on asennettu vain joka toinen terä silloin kun revitään öljysoraa)
- keskimääräinen vaihtoväli n. 20 000 m<sup>2</sup>

## d) Takarepijä - lautasrepijä-yhdistelmä

- takarepijän terien (5 kpl) vaihdon kesto n. 0,3 h
- takarepijän uuden terän hinta 180 mk/kpl
- takarepijän piikin kunnostuksen hinta n. 80 mk/kpl  
(sisältää työn ja materiaalin)
- keskimääräinen vaihtoväli n. 7000 m<sup>2</sup>