

**METSÄNTUTKIMUSLAITOS**

**ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMAN**

**TIEDONANTOJA 9**



**KULLERVO ETHOLÉN**

**KULOTUSTEKNIIKKAA**

**ROVANIEMI 1975**



## ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osastolla ryhdyttiin v. 1964 tohtori Jaakko LEHDON tutkimuksissa käyttämään erilaisia teknisiä välineitä ja luonnon materiaalin palamista tehostavia aineita kuletetun maanpinnan aikaansaamiseksi. Myöhemmin liekinheitintä on käytetty maankäsittelyyn useilla uudistamiskoealoilla Keski- ja Pohjois-Suomessa. Tähän esitykseen on koottu liekinheitinkulotuksesta tähän mennessä saatuja kokemuksia ja tutkimustuloksia täydentämään asiasta lisääntyvässä määrin ilmestyvää tietoa.

Vanhimmat kokeet on suunnitellut tohtori Jaakko LEHTO ja niiden toteuttamisessa ovat avustaneet Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osaston ja kokeilualuetoimiston työntekijät. Uusimmat kokeet ja tekniset kokeilut on toteutettu Rovaniemen tutkimusaseman henkilökunnan avustuksella. Käytännön toimenpiteistä on vastannut työnjohtaja Heikki POSIO.

Kaikille työhön osallistuneille esitän parhaat kiitokseni.

Rovaniemellä, helmikuussa 1975

Kullervo Etholén

Kulotusten aika tilastojen valossa näyttää Suomessa päättyneeltä (kuva 1). Syynä ei ole itse menetelmän käyttökelvottomuus tai jonkin muun maankäsittelytavan ehdoton paremmuus. Syyt on etsittävässä kokonaan metsänhoidon ulkopuolelta.

Näennäisestä nollatilanteesta huolimatta kulotusajatus elää edelleen. Viime vuosien tutkimuksen ja kannanilmaisut (HUSS, SINKO 1969, VIRO 1969, 1971, POHTILA 1974a ja b, jne.) sekä ennenkaikkea kulotettujen alojen viljelytaimistojen kehitys antavat aiheita odottaa kulotustoiminnan elpyvän joskus uudelleen, joskin mahdollisesti muuttuneessa muodossa. Kulottaminen sanan totutussa merkityksessä ja muut metsien hoidolliset polttamistavat ovat edelleen huomion kohteena muuallakin kuin Skandinaviassa. Kanadassa järjestettiin mm. v. 1969 symposiumi, jossa eri maiden edustajat pohtivat monipuolisesti tulen erilaisia käyttömahdollisuuksia metsätaloudessa.

Kulotuksen käyttöala käsittää kirjallisuustietojen mukaan entisen viljelyalan maankäsittelyn lisäksi sienitautien ja hyönteistuhojen torjuntaan tähtäävää polttamista, kulontorjuntaan ja kulon ennakkoehkäisyyn liittyviä polttotoimenpiteitä, työkoneiden liikkuvuutta haittaavien hakkuujätteen hävittämistä, luontaisen uudistumisen edistämistä, puulajisuhteiden säätelyä jne.

Metsäntutkimuslaitoksessa ryhdyttiin v. 1964 kokeilemaan erilaisia polttamiskeinoja joidenkin tutkimusaiheiden edellyttäessä mustaa ja poltettua maan pintaa. Kun kokeiluissa käytetty liekkiheitin osoittautui tehokkaaksi poltettuja laikkuja tehtäessä, perustettiin seuraavina vuosina useita koesarjoja eri puolille Suomea luontaisen uudistumisen ja viljelyn ongelmien selvittämiseksi. Seuraavassa esitetään lyhyesti käytetyt polttamismenettelyt ja tuloksia eräistä istutuskoesarjoista.

### Polttamistekniikka:

Laboratoriossa tehtyjen alustavien kokeilujen jälkeen ensimmäisissä ns. polttolaikutuskokeissa maastossa levitettiin poltettavaan kohtaan kiinteätä tai nestemäistä palavaa ainetta, joka yhdessä luonnonmateriaalin kanssa palaessaan sai aikaan poltetun laikun. Tällaisina aineina kokeiltiin jauhemaisia kaliumkloraattia, heksametyltetramiinia ja kalsiumkarbidia, liisterimäistä napalmia sekä nesteistä petroolia, denaturoitua spritiä, polttoöljyä ym. Mikään käytetyistä aineista ei osoittautunut käyttökelpoiseksi laajempien pinta-alojen polttamisessa, joten ryhdyttiin käyttämään öljyllä tai nestekaasulla toimivia sytytinlaitteita ja liekinheittämiä, joiden liekki työntyi paineella alaspäin kunnan sisään. Jatkuvaan työskentelyyn osoittautui sopivimmaksi moottoriselkäräiskusta pelkällä suukappaleen vaihdolla liekinheittäimeksi muutettava liekinheitin. Siinä käytetään polttoaineena kevyttä polttoöljyä, naftaa tai petroolia. Liekin lämpötila voi olla 1000° ja laitteen teho 100 000 kcal/h. Metsähallituksen kehittämisjaosto on suorittanut polttolaikutuksesta tällä laitteella tutkimuksen (KOESELOSTUS 58, 1971), jossa on selvitetty työajan ja polttoaineen menekkiä kosteissa syysolosuhteissa työskenneltäessä.

Liekinheittimellä polttamista on tehty koealoilla pääasiassa polttolaikutuksena tavoitteena yleinen viljelytiheys 2000 - 2500 laikkua hehtaarilla, mutta eräissä kokeissa on poltettu myös yhtenäisiä kastoja tai pintakerros kauttaaltaan.

Pintamateriaalin ollessa kuivaa lähtee tuli leviämään sytytyspisteestä joka suuntaan, ellei liekinheittimen sytyttämää tulta rajoiteta välittömästi vain poltettavaan kohtaan. Reppuruiskut ja niiden hienojakoinen suihku ovat osoittautuneet tehokkaiksi tulen rajoittamisessa. Sammutustehoa voidaan lisätä kostutusaineen avulla. Edellä sanottu koskee polttoa, jossa tuli on tarkoitus pitää koko ajan hallinnassa ja halutaan polttaa vain osa maanpintaa. Jos sen sijaan liekinheitintä käytetään vain tehostamaan tavallista koko pinnan kulotusta, ovat sammutus-, rajoittamis- ja suojaustoimenpiteet samat kuin normaalissa kulotuksessa. Liekinheitintä voidaan tässä tapauksessa käyttää suojakaistan polttoon ennakolta

kosteampana aikana, vastatulen tekoon jne.

### Istutuskokeet:

Esiteltävät istutuskokeet kuuluvat eri tarkoituksiin perustettuihin viljelykokeisiin, mutta niissä on kaikissa viljelykohtina käytetty poltettua laikkuja ja kuokkalaikkuja, useimmissa myös herbisidilaikkuja. Kokeiden tarkoituksena ei ole ollut selvittää ensisijaisesti kulotetun pinnan ominaisuuksia viljelyalustana, josta on jo olemassa runsaasti hyvin perusteellisia tutkimustuloksia, vaan tarkastella käytetyn teknisen polttamisen menetelmän mahdollisia erityisvaikutuksia vaihtelevissa koeolosuhteissa. Kokeiden pinta-alat ovat yleensä usean hehtaarin suuruisia ja toistoja on 15. Pallasjärven koealat sijaitsevat 300 - 320 m, Kivalon koealat 260 - 280 m meren pinnan yläpuolella eli suhteellisen vaikealla lakialueella. Mäntykoealat on perustettu aukeille hakkuualoille, kuusi sen sijaan verhopuustojen alle. Kaikki alat sijaitsevat kuivahkoilla kankailla.

### Tulokset:

Elossaolosadannes: Taulukossa 1 on esitetty vertailu poltettuun ja kuokittuun laikkuun istutettujen taimien eloonjäännistä eri kokeissa vaihtelevan aikavälin kuluttua istutuksesta. Lisäksi kuvassa 2 eloonjäännin kehitystä on havainnollistettu Pallasjärven suurialaisen kokeen (mänty 13.5 ha) tuloksia esittäväällä käyrillä, joissa on mukana myös herbisidikoejäsen. Tulokset osoittavat, että Pallasjärvellä mänty on kaikissa kokeissa säilynyt elossa poltetulla pinnalla jonkin verran paremmin kuin kuokkalaikuissa, etelämpänä päinvastoin. Kaikissa mäntykokeissa voidaan todeta ilmiö, joka on todettu eräissä muissa tutkimuksissa (POHTILA 1974b, ETHOLÉN 1974), että männyn istutustaimien kuolleisuus palaneella pinnalla välittömästi istutusta seuraavina kahtena kasvukautena on suurempi kuin muita maankäsitteilyjä käytettäessä. Kuusen taimien kuolleisuus on poltetuilla pinnoilla keskimäärin niukasti suurempi kuin kuokkalaikuissa, mutta ensimmäisten kasvukausien kuolleisuudet eivät paljon poikkea toisistaan.

### Pituuskehitys:

Koetaimien pituuskehityksessä voidaan todeta verrattain selvästi, että polttolaikkuihin istutetut taimet ovat yleensä pitempiä, kuin muissa koejäsenissä. Pallasjärven kokeessa, jossa pituushavaintoja on kolmelta vuodelta (kuva 3), voitaneen eri koejäsenien välisten pituuserojen pieneneminen yhdeksäntenä kasvuvuonna tulkita palamisen aikaansaaman lannoitusvaikutuksen päättymiseksi.

### Humuskerroksen muuttuminen:

Liekinheittimellä polttaminen varhain keväällä tai myöhään syksyllä kuten useimmissa esillä olevissa kokeissa on tehty, saa aikaan normaalisti kevyesti palaneen pinnan, koska humuksen syvemmät kerrokset vaativat märkinä kohtuuttoman pitkäaikaista kuumentamista. Kun kuitenkin palanut kunta vuosien kuluessa "tekeytyy" ja säilyy Lapissa kauan ilman pintakasvillisuutta, mitattiin kehityksen toteutukseksi eräissä kokeissa 7 - 8 vuoden kuluttua polttamisesta laikkujen humuspaksuuksia. Jos käsittelemättömän pinnan humuspaksuudeksi merkitään 100, saadaan Pallasjärven eri kokeiden kevyesti poltettujen pintojen humuspaksuudeksi mainitun ajan kuluttua suhdeluvut 54, 53 ja 70. Vastaaviksi tulkittavat luvut Norrlannin normaaleilta kulotusaloilta IV ja V boniteettiluokista (HUSS, SINKO 1969) olisivat 68 ja 63. Liekinheittimellä voidaan aikaansaada myös syvään eli hyvin palaneita laikkuja tai pintoja, jos poltto tehdään humuskerroksen kuivana ollessa tai liekki kohdistetaan kauemmin samaan pisteeseen.

### Polttamisen lämpövaikutus:

Palamisen tiedetään kohottavan maanpinnan ja sen alla olevan maan lämpötiloja. Eräissä Lapin viljelykokeissa selvitettiin polttamisen ja joidenkin muiden pintakäsittelytapojen lämpövaikutuksia. Kuvassa 4 on esitetty vertailu poltetun ja kuokalla laikutetun pinnan keskilämpötilojen vertailu kolmena keskikesän viikkona. Vuorokauden keskilämpötilat ovat poltetulla pinnalla keskimäärin 1.5° suuremmat kuin kuokkalaikuissa. Keskipäivän huippulämpötila oli polttolaikussa 47° ja kuokkalaikussa 28°. Keskipäivän keski-

lämpötilojen erot poltetun ja kuokitun laikun välillä ovat huomattavasti suuremmat kuin koko vuorokauden keskiarvot, kuten selviää myös VIRON (1969) esittämistä luvuista.

Tarkastelua:

Edellä selostettujen istutuskokeiden sekä tässä käsittelemättömien kylvökokeiden ja luontaisen uudistamisen maankäsittelykokeiden perusteella voidaan päätellä, että liekinheittimellä kulotettu maanpinta vastaa viljelyalustana normaalilla tavalla kulotettua pintaa, eikä koealoilla ole ilmennyt mitään odottamattomia kielteisiä ilmiöitä. Näinollen teknisesti poltettuihin pintoihin voidaan hyvin pitkälle soveltaa sitä laajaa tutkimustietoutta, mitä perinteisestä kulotuksesta on tehty.

Kulotusteknisesti liekinheittimen käytöllä saavutetaan eräitä oleellisia etuja tavanomaiseen kulotukseen verrattuna. Luettelomaisesti niitä voidaan luetella seuraavasti:

- Kulotusta voidaan suorittaa myös kostealla säällä jopa sateella, eikä siten olla sidottuja harvoin sopiviin kulotuspäiviin.
- palamisen tehokkuutta voidaan säädellä metsätyypin ja viljelytavan vaatimalla tavalla,
- kulotusta voidaan käyttää maan käsittelemiseksi pienillä, metsän ympäröimillä aloilla, siemen- ja verhopuustojen alla joko osittain tai koko maanpinta käsitellen,
- luonnontaimet ja alikasvos voidaan säästää osittaiskulotuksessa ja samalla heikentää tehokkaasti vesottumista,
- kulotusta voidaan käyttää sienitautien ja hyönteistuhojen ennakotorjuntaan polttamalla hakkuujätteitä ja kunttaa,
- varsinaista kulotusta voidaan tehostaa liekinheittimellä polttamalla ennakoita sopivalla säällä suojavyöhykkeitä, käyttämällä niitä sytyttämiseen ja lisäpolttoon, vastatulen tekoon jne.
- kalustokustannukset ovat minimaaliset, koska tarvittavia laitteita käytetään myös kasvinsuojelu- ja vesakkoruiskutuksiin.

Suoritetut kokeet eivät siis ole antaneet aihetta olettaa, että tulen vaikutus maan lämpö-, vesi- tai ravinnetilaan olisi liekin-



heittimellä poltettaessa erilainen kuin luonnonmateriaalien vapaasti palaessa. On kuitenkin syytä tarkastella lähemmin ns. heikkoa kulottamista eli liekinheittimellä kosteissa olosuhteissa syntyvää "kevyttä polttoa". VIRO (1971) nimittää heikkoa kulotusta rahan tuhlaukseksi ja itsepetokseksi. Tässä suhteessa menetelmät eroavat toisistaan, sillä luonnonpalossa kuumuus ei vaikuta sanottavasti alaspäin ja vaikutus jää niin ollen heikoksi, mutta liekinheittimellä liekki tunkeutuu myös palamatta jäävään kunttakerrokseen, millä on merkitystä laikun myöhempään lahoamiseen, pintakasvillisuuden kehitykseen jne. Kun lisäksi Lapissa pintakasvillisuuden tulo muutenkin on hitaampaa kuin etelämpänä ja ohuen kunttakerroksen säilyminen roudan suojana monasti suotavaa, voitaneen "itsepetosta" pitää anteeksiannettavana rikkeenä.

Kulotuksen ja vielä suuremmissa määrin osittaisen kulotuksen etuna maata rikkoviin maankäsittelyihin verrattuna voidaan pitää sitä, että vesottuminen on vähäisempää. Täten taimistonhoitokustannusten pieneneminen tavallaan kompensoi maankäsittelyn kustannuksia.

Kulotuksen käyttöä runsasravinteisilla kasvupaikoilla ei pidetä suositeltavana pääasiassa siksi, että pintakasvillisuus valtaa alat nopeasti ja aikaisempaa runsaampana. Osittaiskulotuksen jälkeen voidaan poltetut kohdat tarvittaessa kohtuullisin kustannuksin käsitellä herbisideillä, mikä merkitsee kulotusmahdollisuutta myös viljavilla kasvupaikoilla.

Kirjallisuus:

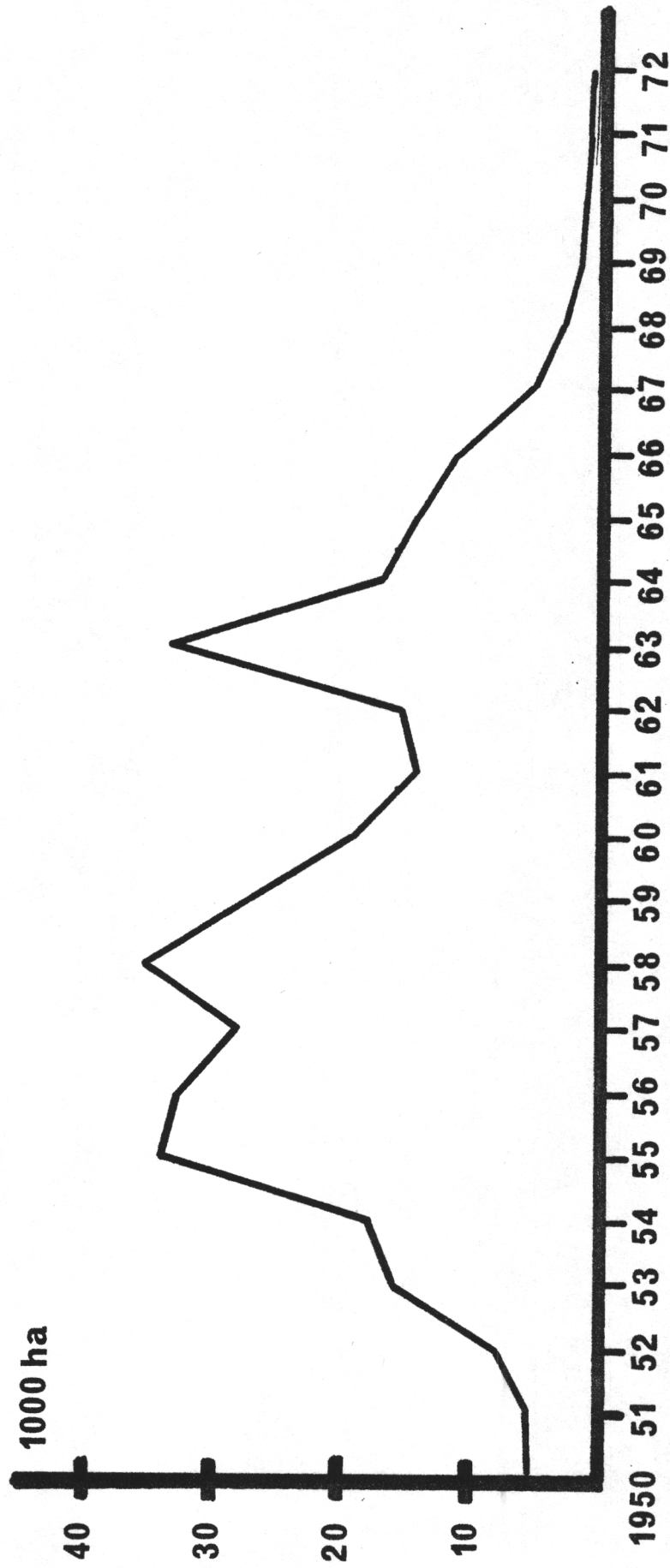
- ETHOLÉN, K. 1974. Istutustavan vaikutus männyn viljelytulokseen. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6.
- HUSS, E., SINKO, M. 1969. Effekt av hyggesbränning. Institutionen för skogsförnygring. Rapp. och uppsats. 17.
- POHTILA, E. 1974a. Tuloksia metsänviljelyn runkotutkimuksesta. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 6.
- "- 1974b. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonant. 11.
- VIRO, P.J. 1969. Prescribed burning in forestry. Metsäntutkimusl. julk. 67.7.
- "- 1971. Tulen käyttö metsän uudistamisessa. Suomal. tiedeakatemia. Esitelmät ja pöytäkirjat.

Taulukko 1. Istutustaimien elossaolosadannes (%) poltto- ja kuokkalaikuissa eräissä viljelyalustakokeissa

Koepaikka Viljelyvuosi	Poltettu laikku									Kuokkalaikku								
	Viljelystä kulunut vuosia																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MÄNTY																		
Pallasjärvi						23.9	19.9			73.2		65.8			20.5			
1965		72.1		77.1														
1966	87.6	78.9	78.3			67.6	67.5	65.5	98.6	80.4	78.4			53.2		13.6		
1967		72.1				35.2			73.7					32.6		47.5		45.7
Kivalo									85.8					49.1				
1967	81.3				46.8													
Vilppula																		
1966	80.3	62.6	32.4			19.0			92.0	76.8	32.2			20.4				
KUUSI																		
Kivalo																		
1967	98.3	96.3		77.7	72.0				98.4	99.0		81.6		67.8				
1967	98.3			89.5	83.7				99.7			90.0		85.7				
1967	98.9	96.6		85.9	70.9				99.8	98.8		94.6		74.4				
Vesijako																		
1967	74.4	82.1			79.5				82.5	88.7				76.6				
Vilppula																		
1966	93.1	85.5	85.1			82.0	75.5		97.4	94.4	94.0			89.1	88.7			

**Kuva 1**

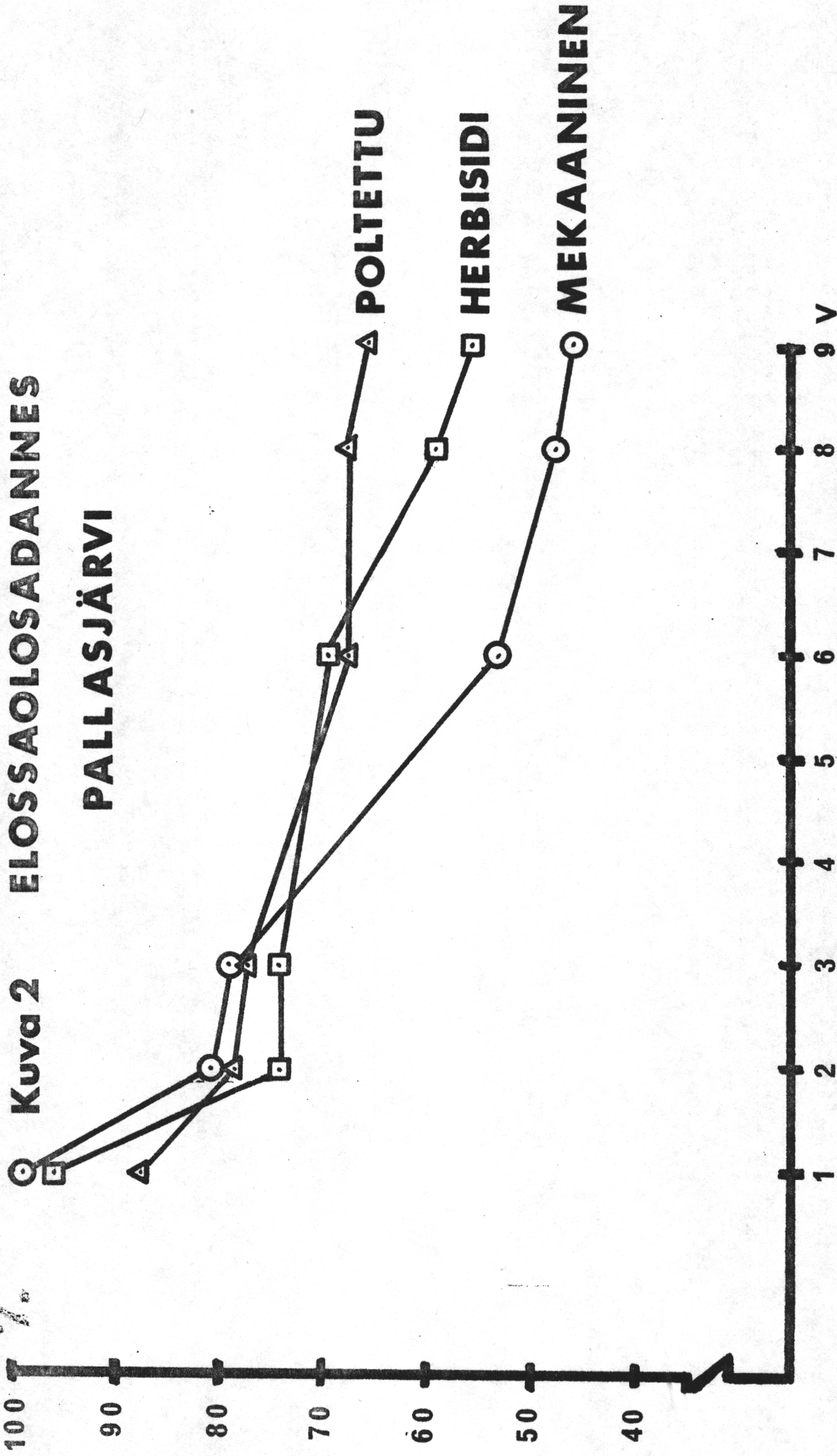
**KULOTUKSEN KOKONAISPINTA-ALAT SUOMESSA  
1950-1972**



# Kuva 2 ELOSSAOLOSADANNES

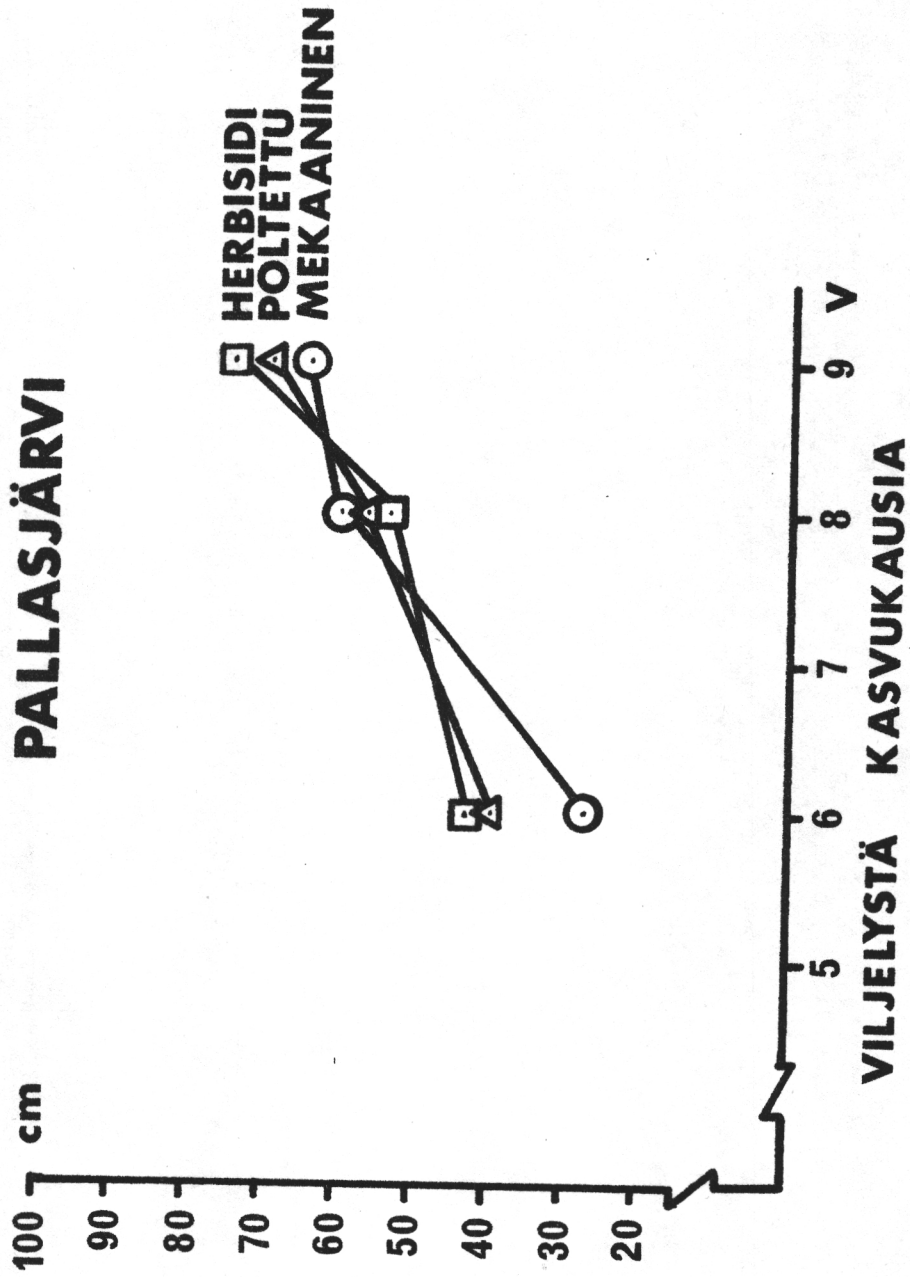
## PALLASJÄRVI

%



## VILJELYSTÄ KASVUKAUSIA

# Kuva 3 PITUUSKEHITYS, MÄNTY



**Kuva 4 VUOROKAUDEN KESKILÄMPÖTILAT**  
**POLTETUISSA JA KUOKITUISSA LAIKUISSA**  
**IMARI 1971**

