

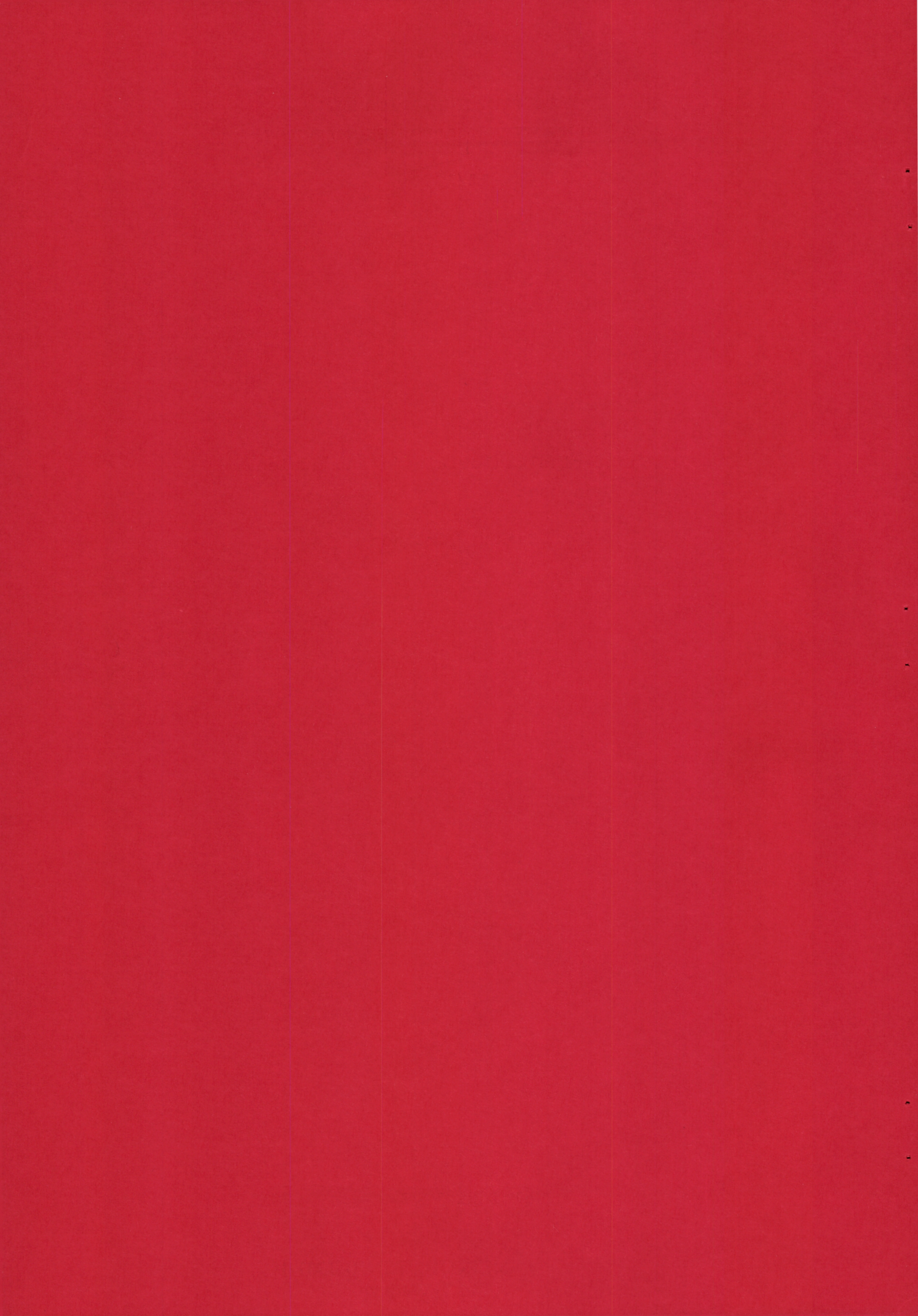
METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

12/1973

Moottorikelkkalevitin ja suometsien  
PK-lannokset

Jaakko Virtanen

Helsinki 1973



## Moottorikelkkalevitin ja suometsien PK-lannokset

Metsien lannoitustoiminnan vilkastuessa on myös koneellisten levityslaitteiden tarve tullut yhä polttavammaksi, varsinkin kun miestyövoiman saanti on monilla alueilla osoittautunut parhaaseen lannoitusaikaan varsin vaikeaksi.

Vuosittain lannoitettavasta alueesta n. 70 % (HEINO 1972, Tapion Vuosikirja 1971) soilla, joilla raskaalla kalustolla liikkuminen on hankalaa. Lisäksi lannoitettavat kuviot ovat varsinkin yksityismetsissä melko pieniä, joten lentokoneiden ja traktoripuhaltimien käyttö on taloudellisesti usein epäedullista (ANTOLA 1970).

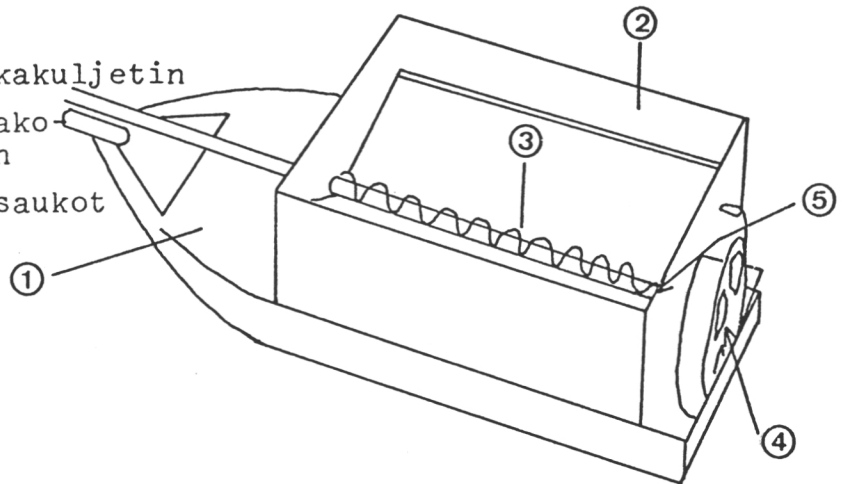
Pari vuotta sitten markkinoille tullut moottorikelkkavetoinen Lynx-lannoitteenlevitin on uusin sarjavalmisteen tulokas keveiden levittimien osalta. Pienikokoisena ja joustavaliikkeisenä työyksikkönä Lynx-moottorikelkkalevitin on osoittautunut varsin soveliaaksi pienille lannoitustyömaille. Erityisesti soilla, jotka yleensä ovat tasaisia ja harvapuustoisia, on moottorikelkkalevitin yltänyt varsin mittaviin levitystuloksiin, huippusaavutusten ollessa yli 10 000 kg päivässä (Metsälehti 1972).

Koville maille moottorikelkkalevittimen käyttö ei ole levinnyt, koska kangasmailla käytetyt typpilannoitteet on ollut edullisinta levittää sulalle maalle.

Koneellisten levittimien yleistyessä on myös lannoitteiden levitystasaisuuteen ryhdytty kiinnittämään enemmän huomiota. Lähinnä koneellisen levityksen työjäljen on arveltu poikkeavan niin paljon käsinlevityksestä, että lannoituksen vaikutus puuston kasvuun tästä syystä saattaisi jäädä heikommaksi (ERKEN ja FAHLROTH 1967).

Näissä merkeissä tutkittiin 1973 kevättalvella myös moottorikelkkalevittimien työjälkeä. Koeyksikössä vetokoneena oli vaihdelaatikolla ja jatkoperällä varustettu Lynx 400 moottorikelkka ja levittimenä Lynx-lannoitteenlevitin. Rakenteeltaan levitin oli yksikertainen keskipakolevitin, joka oli asennettu lannoitesäiliön taakse pystyasentoon, syötön tapahtuessa säiliöstä levittimeen kierukkakuljettimella. Levittimessä oli kaksi säädettävää levitysauskoa, joista lannoite levisi ajouran molemmille puolille (VELSA 1972).

1. Pulkka
2. Säiliö
3. Kierukkakuljetin
4. Keskipakolevitin
5. Levitysauskot



Kuva 1. Lynx-lannoitteenlevitin

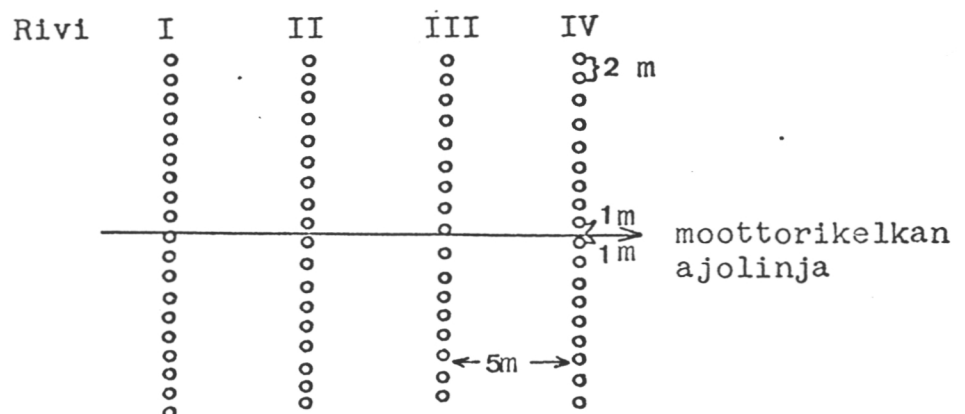
Levitystasaisuutta tutkittiin kokeessa kahdella lannoitteella, jauhemaisella suometsien PK-lannoksella ja uutuu-  
tuna markkinoille tulleella rakeisella suometsien PK:lla. Lannoitteiden ravinnepitoisuus ja raejakautuma on esitetty taulukossa 1. Rakeisella PK:lla pääravinteet jakautuvat melko tasaisesti eri raeluokkien kesken, jauhemaisessa suometsien PK-lannoksessa fosfori rikastuu karkeaan ainekseen ja kali hienoon. Keskimäärin fosforipitoisuus

Lannoite	Raeifraktio, %						P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - KM, %						K <sub>2</sub> O, %					
	Ø, mm						Ø, mm						Ø, mm					
	-6 +4	-4 +2	-2	+0,42 +0,11	-0,42 -0,11	-0,11	-6 +4	-4 +2	-2	+0,42 +0,11	-0,42 -0,11	-0,11	-6 +4	-4 +2	-2	+0,42 +0,11	-0,42 -0,11	-0,11
Jauhem. PK	—	—	—	14,0	7,2	14,8	—	—	—	31,8	14,7	6,4	—	—	—	2,2	9,1	46,4
Rakeinen PK	2,0	92,3	5,7	—	—	—	23,3	22,8	22,7	—	—	—	13,7	14,6	14,4	—	—	—

Taulukko 1. Ravinnepitoisuus ja raejakautuma jauhemaisessa suometsien PK-lannoksessa (0-24-15) ja rakeisessa suometsien PK-lannoksessa (0-23-15).

(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:nä) on jauhemaisella PK:lla 24 % ja rakeisella 23 %, kalipitoisuuden (K<sub>2</sub>O:na) ollessa molemmilla keskimäärin 15 % (Metsänlannoitus ja kasvinsuojeluopas 1971).

Levityskokeet suoritettiin kahdessa osassa siten, että levityskaistan leveyden määrittämiseksi ajettiin avoimessa maastossa neljän mitta-astiarivin muodostaman kentän halki yhteen suuntaan (kuva 2), työjäljen tasaisuutta mitattiin lannoituskokeissa, jossa mitta-astiat sijoitettiin riviin lannoitettavan saran poikki. Jokainen koe toistettiin 6 kertaa.

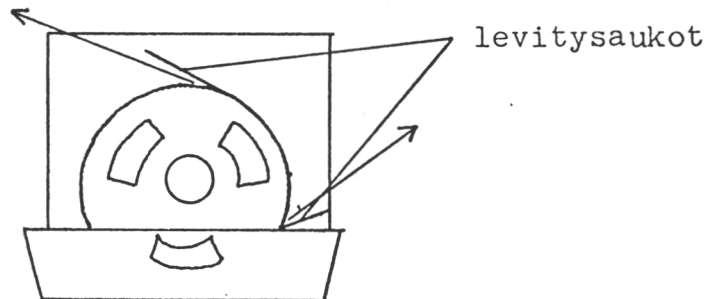


Kuva 2. Mitta-astiakenttä näytteiden keräämiseksi lannoituskokeissa moottorikelkkalevittimellä. Nuoli osoittaa ajosuuntaa.

Kokeissa käytetyt mitta-astiat olivat suupinta-alaltaan  $4 \text{ dm}^2$ , kuvan 2 mukaisessa kokeessa astioita oli 16 kpl/rivi, astioiden välimatkan ollessa 2 m. Tasaisuusmittauksissa astioiden määrä riippui saran leveydestä. Kokeissa astiat oli upotettu hangen pinnan tasolle.

Koeolosuhteet olivat hyvät, pakkasta  $-15^{\circ}\text{C}$ , tuulta ei esiintynyt, lunta 40 cm. Hangen pinta oli varsin kantava, moottorikelkan levitinpulkkinen vajotessa vain n. 10-15 cm.

Moottorikelkkalevittimen levityskaistan leveys suometsien jauhemaisella PK-lannoksella oli n. 10 metriä; hajarakeita ajouran vasemmalla puolen löytyi 5-6 metrin etäisyydeltä, muutamia suuria jyväsiä löytyi vielä seitsemän metrin etäisyydeltä. Ajouran oikealta puolelta hajarakeita löytyi tasaisesti 6-7 metrin etäisyydeltä suurimpien jyväsien löytyessä n. 9 metrin etäisyydeltä.



Kuva 3. Lynx-lannoitteenlevittimen keskipakolevittimen takaa nähtynä.

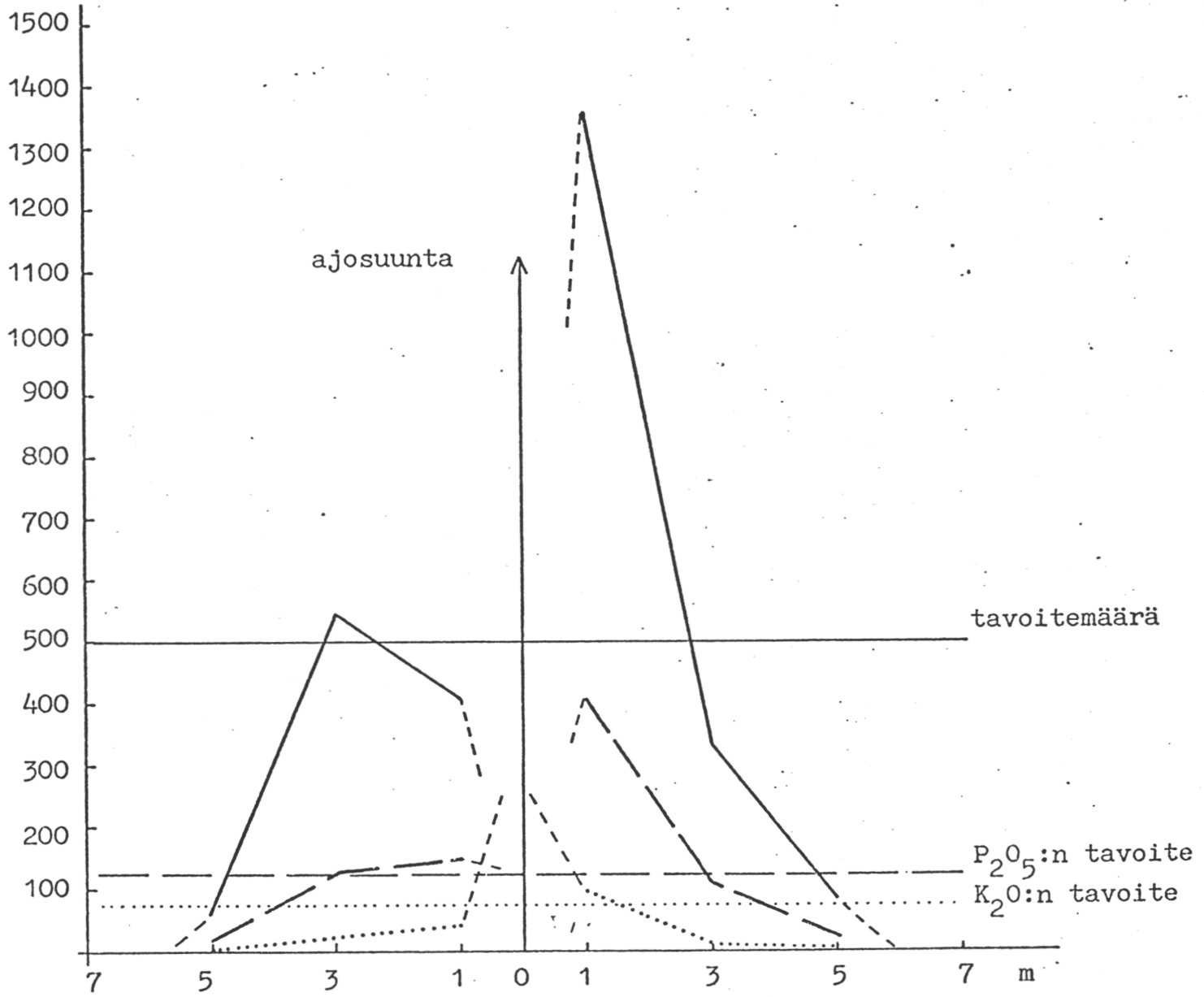
Levityskuvio oli epäsymmetrinen johtuen keskipakolevittimen levitysaukkojen sijainnista. Vasemmalla puolen maksimimäärä saavutettiin kolmen metrin päässä ajourasta. Oikealla puolella, johon lannoite levisi levittimen alapuolella olevasta aukosta, maksimi oli metrin päässä ajourasta,

myös lannoitemäärä oikealla puolella ajouraa oli huomattavasti suurempi, maksimin ollessa n. 1 350 kg/ha, vasemmalla puolen maksimi oli n. 550 kg/ha ja kokonaisuudessaankin vasemmalle puolelle levisi vain n. 57 % oikean puolen saamasta lannoitemäärästä.

Jauhemaisessa PK-lannoksessa ravinteet ovat mekaanisena seoksena, lisäksi pääravinteista kali esiintyy erittäin hienojakoisena, fosforin ollessa karkeampi jakoista. Tyyppillisenä keskipakolevittimenä moottorikelkkalevitinkin pyrkii eroittamaan eripainoiset hiukkaset eri etäisyyksille (KARSISTO 1973, HENRY 1966). Jos tavoitemääränä PK-lannoksella pidetään 500 kg/ha, tämä edellyttäisi, että kalia  $K_2O$ :na tulisi olla 75 kg/ha ja fosforia  $P_2O_5$ :tenä 120 kg/ha. Näytteiden analysointi osoitti kuitenkin, että kali jäi pääasiallisesti alle metrin etäisyydelle ajouran molemmille puolille, kolmen metrin etäisyydellä kalia esiintyi vain erittäin pieniä määriä. Fosforin määrä levittimen vasemmalla puolen oli varsin lähellä tavoitemäärää aina 3-4 metriin saakka, oikealla puolen se ylitti 1-3 metrin välillä tavoitemäärän selvästi ja laski sen jälkeen nopeasti. Sitä, missä määrin tällainen ravinteiden lajittuminen puuston kasvuun vaikuttaa, ei ole selvitetty, mutta todennäköistä on, että parasta lannoitusvaikutusta ei jauhemaisella PK-lannoksella keskipakolevittimiä käyttäen saavuteta.

Rakeisella suometsien PK-lannoksella levityskaista oli kolme kertaa leveämpi kuin jauhemaisella PK:lla. Käytettävänä olleessa koe-erässä oli hienojakoista aineosaa huomattavasti, tästä syystä ajouran molemmilla puolilla 1-3 metrin etäisyydellä lannoitemäärä oli varsin suuri. Kuvassa 5 on katkoviivalla kuvattu rakeisen ( $\emptyset > 1$  mm) lannoitefraktion määrää, yhtenäisen murtoviivan kuvatussa kokonais-

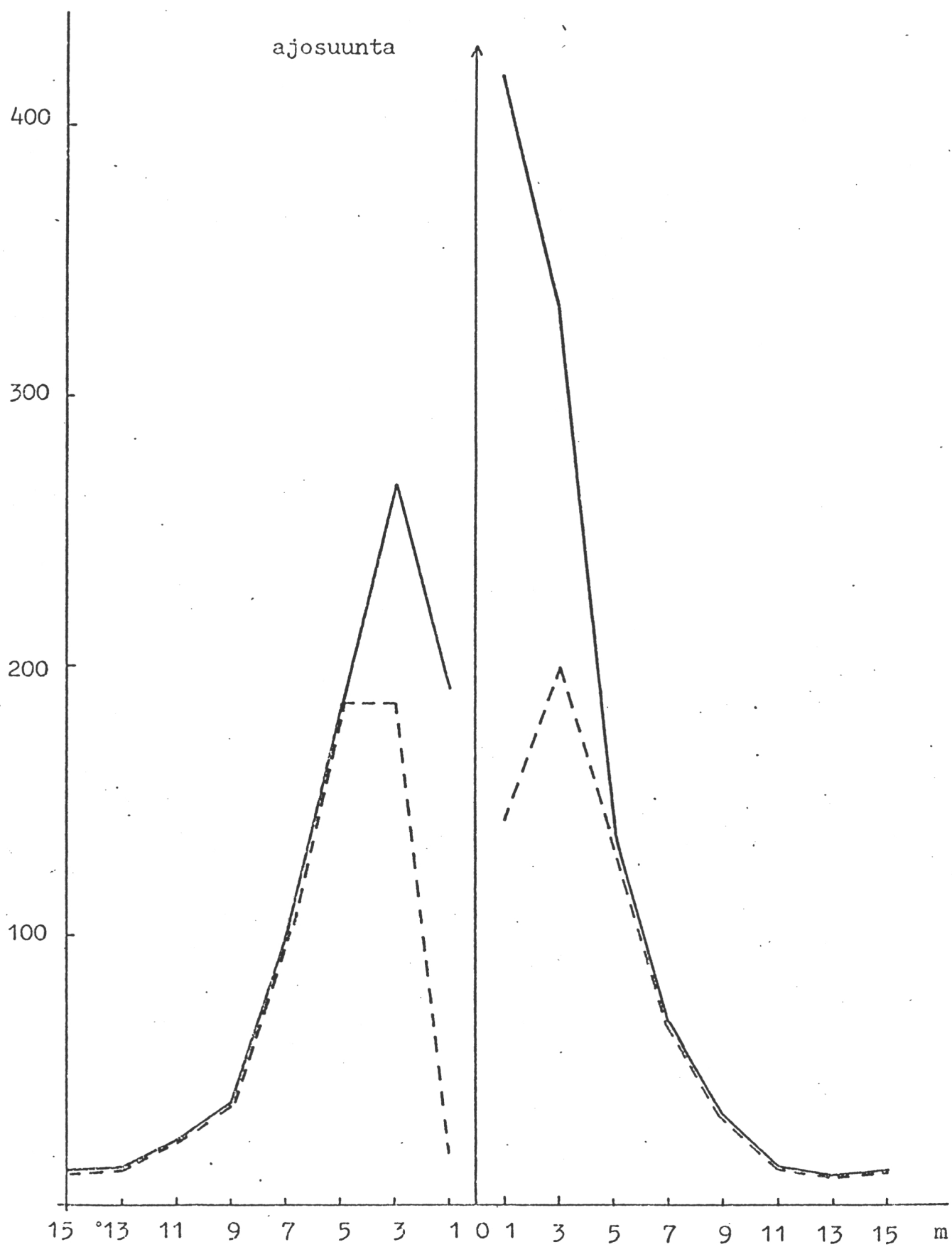
kg/ha



Kuva 4.



kg/ha



Kuva 5.

lannoitemäärää. Vielä kolmen metrin päässä ajourasta jauhemaisen fraktion osuus oli 30-40 %, viiden metrin etäisyydellä ei jauhemaista ainetta esiintynyt enää lainkaan. Jauhemaisesta ainesosasta johtui myös levityskuvion epäsymmetrisyys, ajouran oikean puolen saadessa selvästi enemmän lannoitetta. Rakeisen aineosan leviämiskuvio oli huomattavasti tasaisempi ja maksimimäärien ollessa kummallakin puolella ajouraa n. 200 kg/ha. Jauhemaisen aineosan määrän on jatkuvassa valmistusprosessissa arvioitu jäävän huomattavasti pienemmäksi kuin käytetyssä koe-erässä, joten levityskuvio rakeisella PK-lannoksella tullee olemaan kuvassa 5 katkoviivalla kuvatun kaltainen.

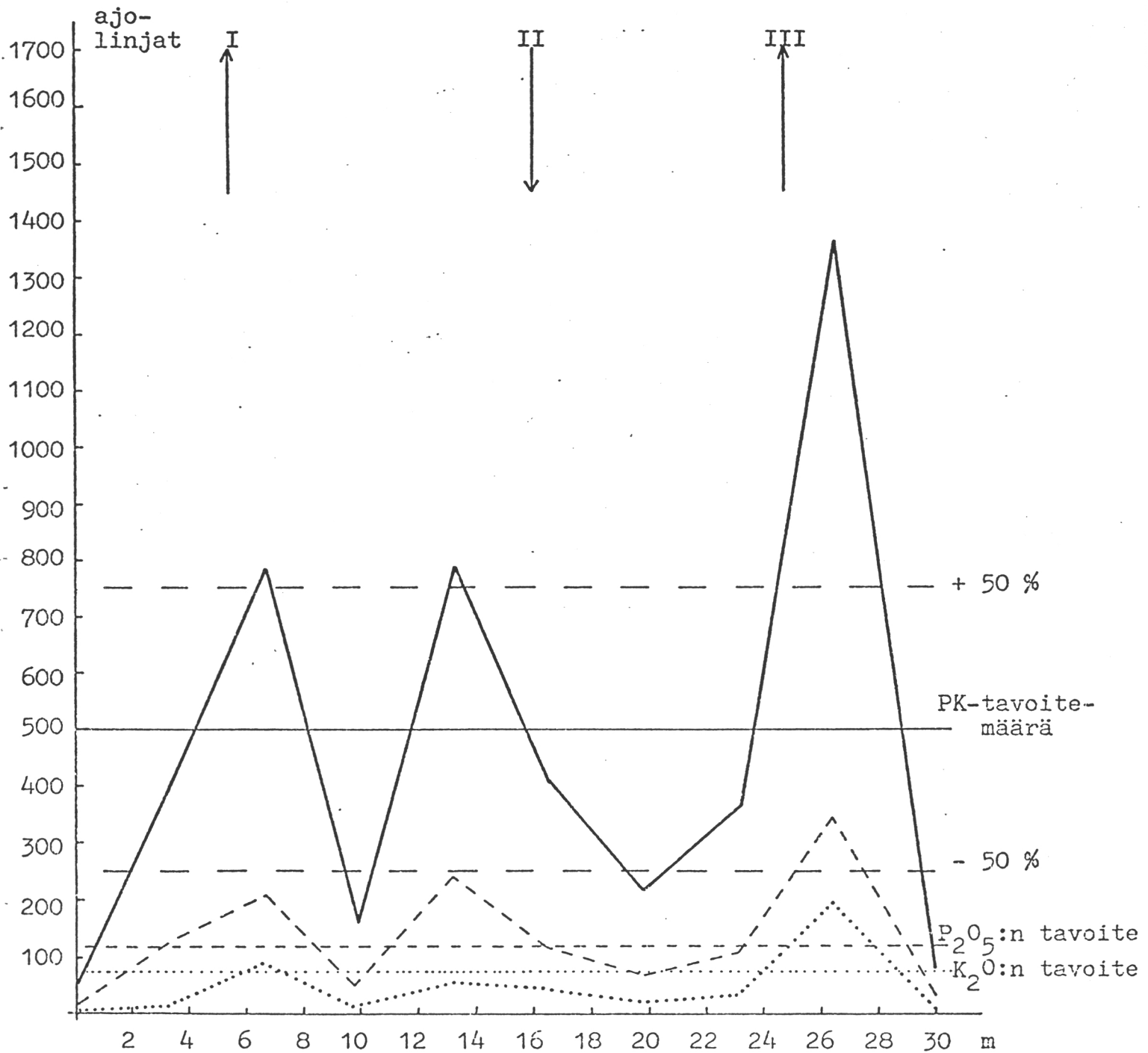
Huolimatta jauhemaisesta aineosasta ei pääravinteiden jakautumassa ollut sanottavia muutoksia, vaan ravinteita esiintyi tasaisesti oikeassa suhteessa koko levityskaistan leveydeltä.

Läpimitaltaan yli 4 mm rakeiden osuus oli n. 2 % raemäärästä. Näitä rakeita esiintyi pääasiallisesti yli 13 metrin etäisyydellä ajourasta, lisäksi hajarakeet, joita löytyi aina 20 metrin etäisyydeltä ajourasta, kuuluivat tähän raefraktioon. Levitystyön kannalta suurten rakeiden esiintyminen lisää siis vaaraa lannoitteen joutumisesta ojiin, joten jatkuvassa valmistuksessa yli 4 mm raefraktion esiintyminen tulisi pyrkiä estämään kokonaan, jotta lannoite olisi mahdollisimman sopiva keskipakolevittimillä levitettäväksi.

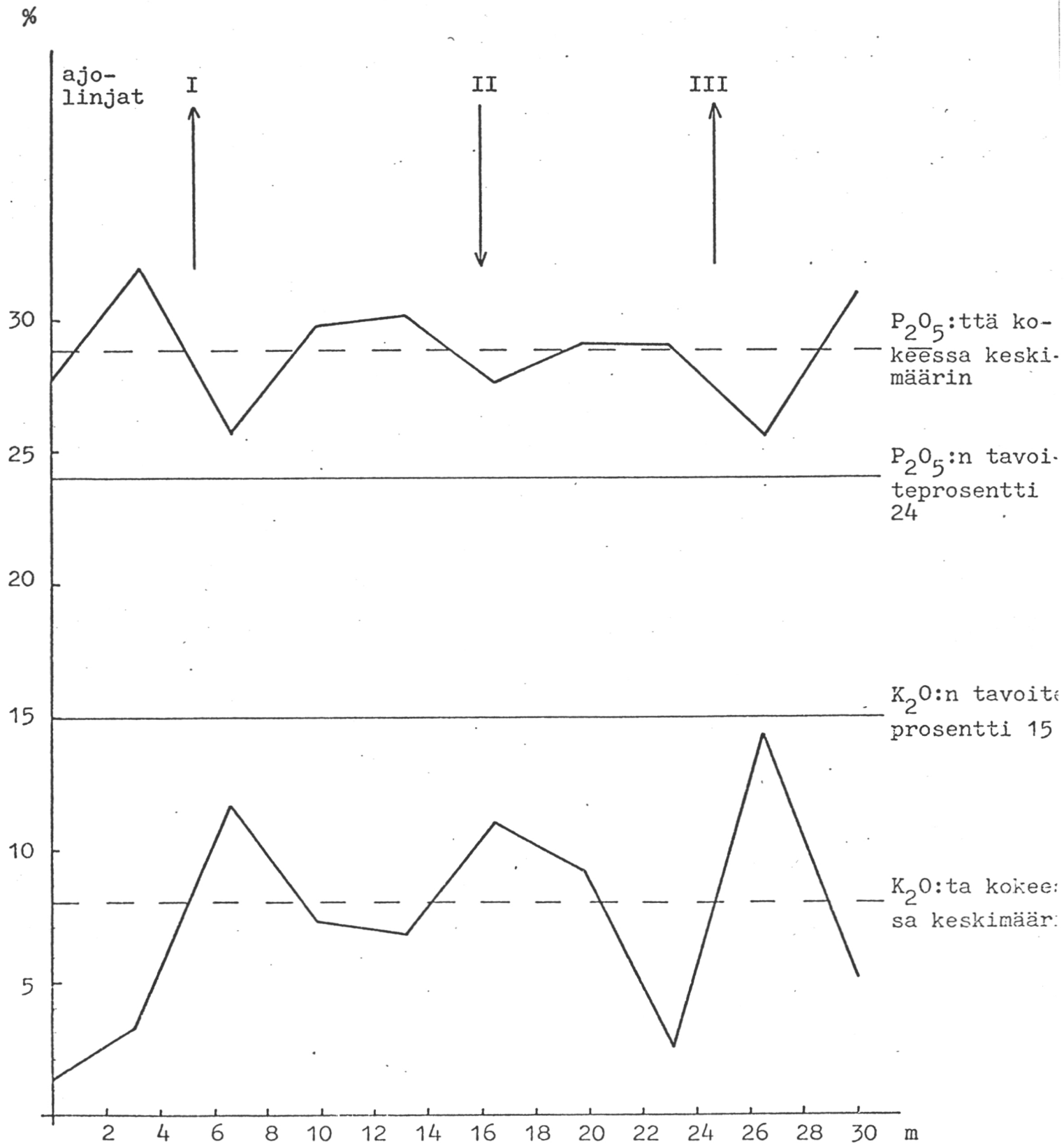
Lannoitustasaisuuskokeissa levitystasaisuutta pyrittiin kuvaamaan poikkeamaprosentin avulla (BALLARD ja WILL 1971), joka saatiin seuraavasti:

$$P_p = \frac{\text{enemmän kuin 50 \% tavoitemäärästä eroavien näytteiden määrä}}{\text{kokonaisnäytemäärä}} \cdot 100 (\%)$$

kg/ha



Kuva 6.



Kuva 7.

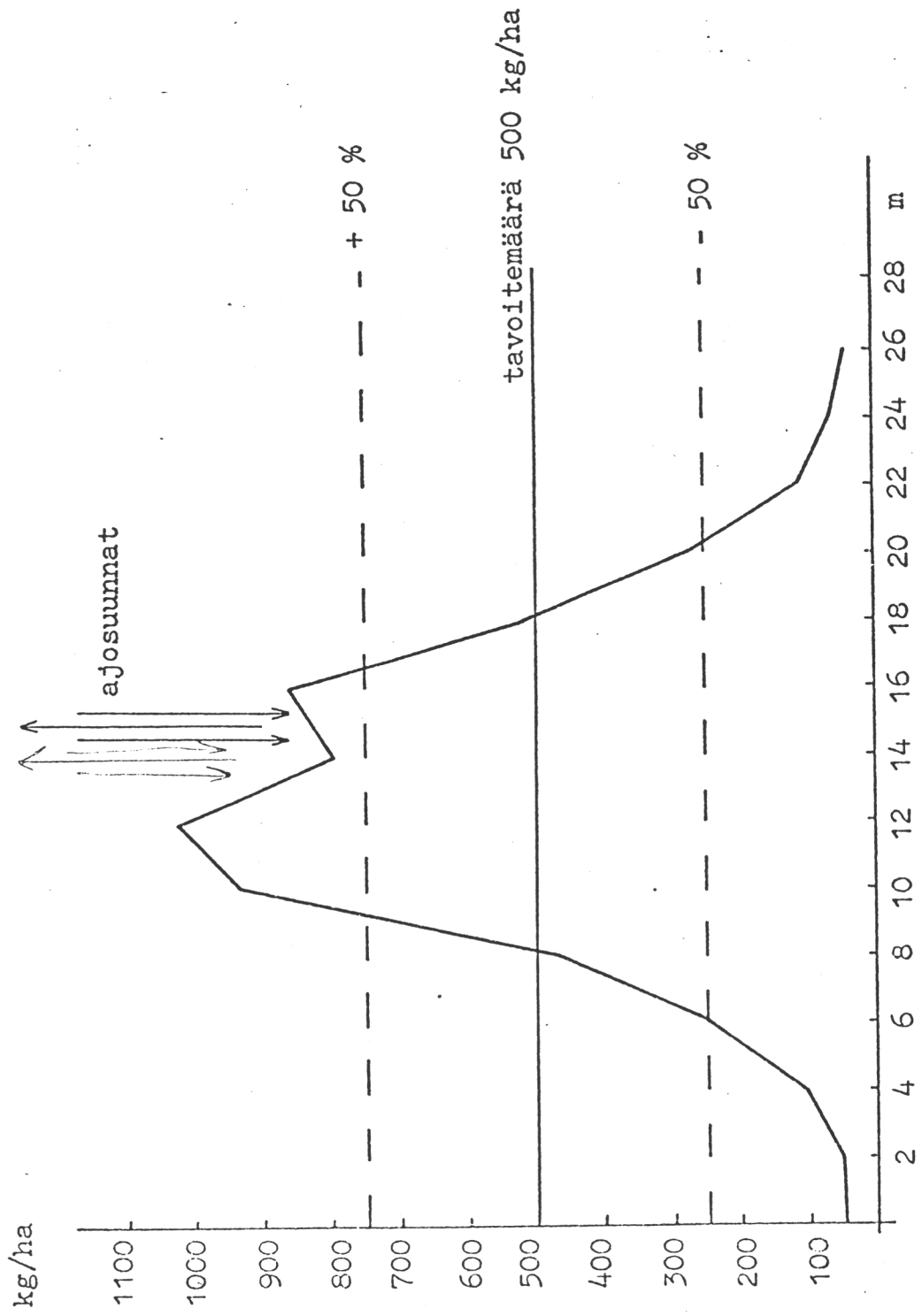
Poikkeamaprosentin suurin etu on lähinnä siinä, että se ilmaisee näytteen hajontaa todelliseen haluttuun lannoitemäärään nähden.

Jauhemaisella PK-lannoksella suoritettiin levitys 30 metriä leveälle saralle ajamalla kolme ajouraa 10 metrin välein. Poikkeamaprosentti oli 40.0 % lannoitemäärän vaihdellessa 58-1356 kg/ha välillä. Tavoitemääränä oli 500 kg/ha, jolloin fosforin tavoitemäärä ( $P_2O_5$ :tenä) olisi ollut 120 kg/ha ja kalin ( $K_2O$ :na) 75 kg/ha. Todellisuudessa fosforin määrä ylitti selvästi tavoitemääränsä, kalin puolestaan jäädessä yhtä selvästi tavoitemäärästään, keskimäärin lannoitettu oli 460 kg/ha.

Fosforin ja kalin suhteiden vaihtelu oli saran poikkisuunnassa varsin huomattava. Kun etäisyys moottorikelkkalevittimen ajolinjaan kasvoi, fosforin osuus kokonaislannoitemäärässä lisääntyi, kalin vastaavasti vähetessä. Keskipakolevittimen ominaisuudet aiheuttivat siis selvästi jauhemaisen PK-lannoksen aineosien erilleen joutumista. Vaikka lannoitteen levityksessä ajolinjat sijaitsivatkin niin lähellä toisiaan, että osa alueesta sai kaksinkertaisen lannoitepeiton, tämä ei kuitenkaan juuri tasoittanut ravinteiden leviämistä. Lannoitteen kokonaisvaikutuksen kannalta levitystulos ei todennäköisesti ole paras mahdollinen, sillä niillä osilla sarkaa, missä fosforin osuus lannoitteen kokonaismäärästä oli suurimmillaan, kalin osuus oli pienimmillään ja vastaavasti, kun kalin osuus oli suurimmillaan, fosforia esiintyi vähiten.

Rakeisella PK-lannoksella suoritettiin levityskoe ajamalla käsiteltävän saran keskilinjalla samaa ajouraa pitkin kolme kertaa lannoitettavan alueen halki. Ravinteiden jakaantumista ei rakeisella PK-lannoksella tapahtunut, mutta levitystavasta johtuen poikkeamaprosentti nousi lähes 70:een.

HAAPASUO: Moottorikelkkakoe  
Rakeinen PK



Kuva 8.

Samaten alle 30 metriä leveillä saroilla ojiin joutui varsin huomattava määrä lannoitetta. Käytetyssä lannoitekoe-erässä jauhemainen aines vaikutti varsin paljon lannoitejakautumaan, määrän vaihdellessa saran poikkisuunnassa 42 kilosta 1027 kiloon per hehtaari. Erityisesti ajolinjan molemmin puolin esiintyi korkeita arvoja (kuva 8), mutta keskimäärin lannoitemäärä oli 423 kg/ha.

Rakeisella PK-lannoksella lannoituksen tasaisuuden parantaminen on kuitenkin teknisesti varsin helposti suoritettavissa. Kapeilla saroilla levitys tulisi suorittaa saran reunoilta keskisaralle päin, ja vasta n. 40 metriä leveillä saroilla kannattaisi siirtyä levittämään lannoitetta saran keskeltä reunoille päin. Työn tasaisuuden parantamiseksi ja tavoitemäärien, jotka ovat yli 200 kg/ha, saavuttamiseksi lannoitettavan alueen kahteen kertaan käsittely on nykyisellä levitintyyppillä vielä välttämätöntä myös rakeisella lannoitteella.

Siirtyminen rakeiseen lannoitteeseen parantaa kuitenkin selvästi moottorikelkkalevittimen työskentelymahdollisuuksia huonoissa sääolosuhteissa sekä varmistaa sen, että ravinteiden jakautumista levityksen yhteydessä ei pääse tapahtumaan.

## KIRJALLISUUTTA

- A n t o l a, A. 1970. Suomalaista metsänparannustekniikkaa ja kalustoa. Metsäojitussäätiön julkaisu. Otava 1970.
- B a l l a r d, R. ja W i l l, G. 1971. Distribution of aerially applied fertilizer in New Zealand Forests. New Zealand Jour. For. Sci 1/1971.
- E r k é n, T. ja F a h l r o t h, S. 1967. Gödslingsförsök på fastmark. Skogen 24/1967.
- H e i n o, E. 1973. Metsänhoitotyömenetelmät metsäteollisuuden ja metsähallituksen metsissä vuonna 1971. Metsätehon katsaus 20/1972.
- H e n r y, J. 1966. Investigation of a Centrifugal Device For Spreading Granular Materials From Aircraft. Transaction of ASAE, General Edition 9/1966.
- K a r s i s t o, K. 1973. Lannoitteiden levitystasaisuudesta moottorikelkkaa käytettäessä. Pyhäkosken tutkimus- aseman tiedonantoja 5.
- Metsälehti 1972. Uutta tekniikkaa metsänlannoitukseen. Metsälehti 43/1972.
- Metsänlannoitus ja kasvinsuojeluopas 1971. Rikkihappo Oy. Helsinki, 1971.
- Tapion Vuosikirja 1971. Helsinki, 1972.
- Velsa 1972. Lynx 300 ja 400. Käsikirja Lynx 300 ja 400 moottorikelkoille. Seinäjoki, 1972.





