

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

MAANTUTKIMUSLAITOS

Tiedote N:o 6

1979

PINTAKALKITUKSEN JA K-LANNOITUKSEN  
VAIKUTUS NURMEN SATOON JA SEN N-,  
P-, K-, Ca- JA Mg- PITOISUUTEEN.

Rauno Peltomaa, Onni Pohjanheimo<sup>1)</sup>

ja Erkki Huokuna<sup>2)</sup>

Tiedote N:o 6

1979

PINTAKALKITUKSEN JA K-LANNOITUKSEN  
VAIKUTUS NURMEN SATOON JA SEN N-,  
P-, K-, Ca- JA Mg- PITOISUUTEEN.

Rauno Peitmaa, Onni Pohjanheimo<sup>1)</sup>  
ja Erkki Huokuna<sup>2)</sup>

#### TIIVISTELMÄ

Tiedotteen aineisto koostuu Etelä- ja Pohjois-Savon koeasemilla suoritetuista tuorerehunurmen pintakalkitus-kaliumlannoitus-kokeista. Satonäytteistä määritettiin kokonaistyyppi, kalsium, magnesium, kalium ja fosfori. Maanäytteistä tehtiin viljavuus-analyysi kokeen alussa ja lopussa. Koevuosia oli Etelä-Savossa kolme ja Pohjois-Savossa neljä.

Keväisin nurmen pintaan annettu kalkitus (3 t/ha) pienensi kuiva-ainesatoja Etelä-Savossa keskimäärin 2.1 % ja Pohjois-Savossa 3.6 %. Sadon alennus ilmeni voimakkaimmin ensimmäisellä niittokerralla, kolmannen niittokerran satoja kalkitus hieman kohotti. Kalkitus alensi molemmilla koepaikoilla ensimmäisen niittokerran sadon fosforipitoisuutta, mutta toisen ja kolmannen niittokerran satojen pitoisuuksiin ei vaikutus ollut yhtä selvä. Etelä-Savon kokeessa käytetty dolomiittikalkki kohotti satojen Mg-pitoisuutta keskimäärin 0.2 mg/g eli 16 %. Koko muokauskerroksen pH-arvoihin pintakalkitus vaikutti varsin vähän.

Kaliumlannoitustasoina olivat 0, 150 ja 300 kg/ha K vuodessa joko kerta-annoksena keväällä tai kolmena yhtä suurena eränä kasvukauden aikana. Kaliumlannoitus kohotti kuiva-ainesatoja vain Pohjois-Savon kokeessa. Lannoituksen jakaminen useaan erään tasoitti eri niittokertojen satojen K- ja Mg-pitoisuuksia varsinkin 150 kg/ha K tasolla. Tällöin ensimmäisen sadon kaliumpitoisuus laski ja magnesiumpitoisuus nousi ja kolmannen sadon vastaaviin pitoisuuksiin vaikutus oli päinvastainen. Viljavuus-analyysin kalium-arvot kohosivat vain hieman 300 kg:n vuotuisella kaliumlannoituksella.

Tiedotteessa on käsitelty myös satojen ottamia ravinnemääriä ja rehun laatua.

- 
- 1) MTTK, Pohjois-Savon koeasema
  - 2) MTTK, Etelä-Savon koeasema

## JOHDANTO

Laajassa tuorerehunurmien typpilannoitusta selvittelleessä koesarjassa ilmeni mm., että runsas typpilannoitus lisäsi maan happamuutta, ja että suurissa sadoissa poistui runsaasti ravinteita, erityisesti kaliumia (RINNE ym. 1974, HIIVOLA ym. 1974, SILLANPÄÄ ja RINNE 1975). Näiden tekijöiden arveltiin voivan vaikuttaa negatiivisesti runsasta typpilannoitusta saavien nurmien tuottokykyyn. Edellä mainitun koesarjan jälkeen perustettiin kenttäkokeita, joissa huomio kiinnitettiin maan pH:n ennallaan pitämiseen tai sen kohottamiseen vuosittaisella nurmen pintakalkituksella ja suositeltavan kaliumlannoituksen määrän ja levitysjankohdan etsimiseen. Viimeksimainitusta aiheesta on julkaistu koetuloksia aikaisemminkin (HEIKKILÄ ja JUOLA 1976, MELA ym. 1977, HAKKOLA 1978). Tässä tiedotteessa käsiteltävät tulokset on saatu kahdella tutkimuskeskuksen koeasemalla suoritetuista pintakalkitus-kaliumlannoituskokeista.

## AINEISTO

### Kenttäkokeet

Koeaineisto koostuu Etelä- ja Pohjois-Savon koeasemien karkeilla kivennäismailla sijainneista kenttäkokeista. Mikkelissä koevuosia oli kolme, 1974-76 ja Maaningalla neljä, 1973-76.

Etelä-Savossa koe perustettiin ensimmäisen ja Pohjois-Savossa pääosin toisen vuoden timoteinurmeen. Pohjois-Savossa jouduttiin -71 perustettua nurmea täydentämään alkukesästä -72. Mikkelissä kasvusto oli koejakson ajan miltei pelkkää timoteita, Maaningalla sensijaan ensimmäisen koevuoden jälkeen timotein ohella enenevästi (10-50 %) juolavehettä.

Kalkitukseen käytettiin Etelä-Savon koeasemalla dolomiittikalkkia (Mg vähintään 7 %) ja Pohjois-Savossa kalkkikivijauhetta. Molemmilla koepaikoilla levitysmäärä oli 3 tonnia hehtaarille vuosittain keväällä nurmen pintaan. Kaliumlannoitustasoina olivat 0, 150 ja 300 kg/ha K. K-lannoituksessa oli lisäksi kaksi levitysjankohtaa, joko kerta-annoksena keväällä tai kolmena yhtä suurena eränä kullekin nitokerralle erikseen. Kaliumlannoitteena oli kalisuola.

Typpilannoitus oli kaikille koejäsenille sama, 3 x 100 kg/ha/a N oususalpietarina. Fosforilannoitus annettiin vuosittain keväällä 30 kg/ha P superfosfaattina.

Koetekijöistä käytetään jatkossa seuraavia lyhenteitä:

**Kalkitus**

$Ca_0$  = ei kalkitusta

$Ca_1$  = 3 tonnia kalkkia hehtaarille vuosittain

**Vuotuinen kaliumlannoitus**

$K_0$  = 0 kg/ha K

$K_{1a}$  = 3 x 50 - " -

$K_{1b}$  = 150 - " -

$K_{2a}$  = 3 x 100 - " -

$K_{2b}$  = 300 - " -

Analyysit

Satonäytteistä analysoitiin kokonaistyyppi, kalsium, magnesium, kalium ja fosfori. Etelä-Savon kokeesta analysoitiin satonäytteet ruuduittain ja Pohjois-Savon kokeesta koejäsenittäin. Etelä-Savon kokeen 1. koevuoden 3. niittokerran sadosta puuttuvat analyysitiedot.

Muokkauskerroksen maanäytteistä tehtiin viljavuusanalyysi koetta perustettaessa sekä kokeen päätyttyä, jolloin maanäytteet otettiin kustakin koeruudusta erikseen.

**TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU**

Kasvukaudet

**E t e l ä - S a v o :** Yleispiirteenä kesistä 1974-76 voidaan mainita, että vuoden -74 kevätkesä oli hyvin viileä. Keski- ja syyskesä olivat sateiset. 1975 oli kevät edullinen, mutta sitten tuli erittäin kylmä kausi. Kesällä oli vähäistä kuivuutta. 1976 alkukesä oli viileä ja keskikesä tavallista sateisempi. Keskilämpötilat ja sademäärät on esitetty taulukossa 1.

**P o h j o i s - S a v o :** Kasvukausi -73 oli alkukesästä tavallista lämpimämpi ja sateisempi. Kesäkuun sademäärä oli 118 mm, mikä oli koko koeaseman 48-vuotisen havaintosarjan suurin. Heinäkuun sademäärä oli sensijaan vain 11 mm, mistä syystä toisen niittokerran satomäärä jäi pieneksi. Kesä -74 oli erittäin sateinen, heinäkuun

sademäärä oli koeasemalla ennätysellinen 187 mm ja touko-syyskuun sademäärä 482 mm lähenteli koko vuoden pitkän ajan keskiarvoa 492 mm. Kasvukausi -75 edusti myös omaa, edellisestä poikkeavaa sääolojen sattumaa. Tavallista lämpimämmän kevään jälkeen sattui toukokuun lopulla ja kesäkuun alkupuolella useita hallaöitä. Lämpö laski säähavaintopaikalla maan pinnalla  $-5,5^{\circ}\text{C}$ :een, mikä aikaisemmin tehtyjen vertailujen perusteella merkitsi sitä, että pellolla, jossa koe sijaitti, lämpötila laski  $-8 - -9^{\circ}\text{C}$ :een. Kesäkuun 12 päivänä, 1. sato korjattiin 13.6., havaittiin timoteissa selviä hallavaurioita ilman kaliumlannoitusta jääneillä ruuduilla. Juolavehnässä vaurio esiintyi lievempänä kuin timoteissa, mikä ilmeisesti lisäsi juolavehnän mahdollisuuksia lisätä kasvustossa osuuttaan, minkä toisessa ja kolmannessa sadossa arvioitiin olevan noin 50 %. Tämän vuoden toisen niittokerran sadoissa ilmenee huomiota herättävän suuri ero kalkitsemattomien ja kalkittujen koejäsenten välillä. Kalkitsemattomilla koejäsenillä sato oli 1110-1570 kg/ha suurempi kuin kalkituilla koejäsenillä. Kolmannessa sadossa ei vastaavaa eroa enää ollut. Asialla voi olla yhteyttä hallavaurioihin ensimmäisen sadon kehittyessä. Kasvukausi -76 oli selvästi keskimääräistä kylmempi. Tästä huolimatta kokeen nurmi tuotti yhtä runsaita jopa osin runsaampiakin satoja kuin edellisinä vuosina. Mielenkiintoinen seikka tässä on se, että nurmi oli runsaasti juolavehnän valtaama. Touko-syyskuun keskilämpötilat ja sademäärät on esitetty taulukossa 1.

### Maa-analyysit

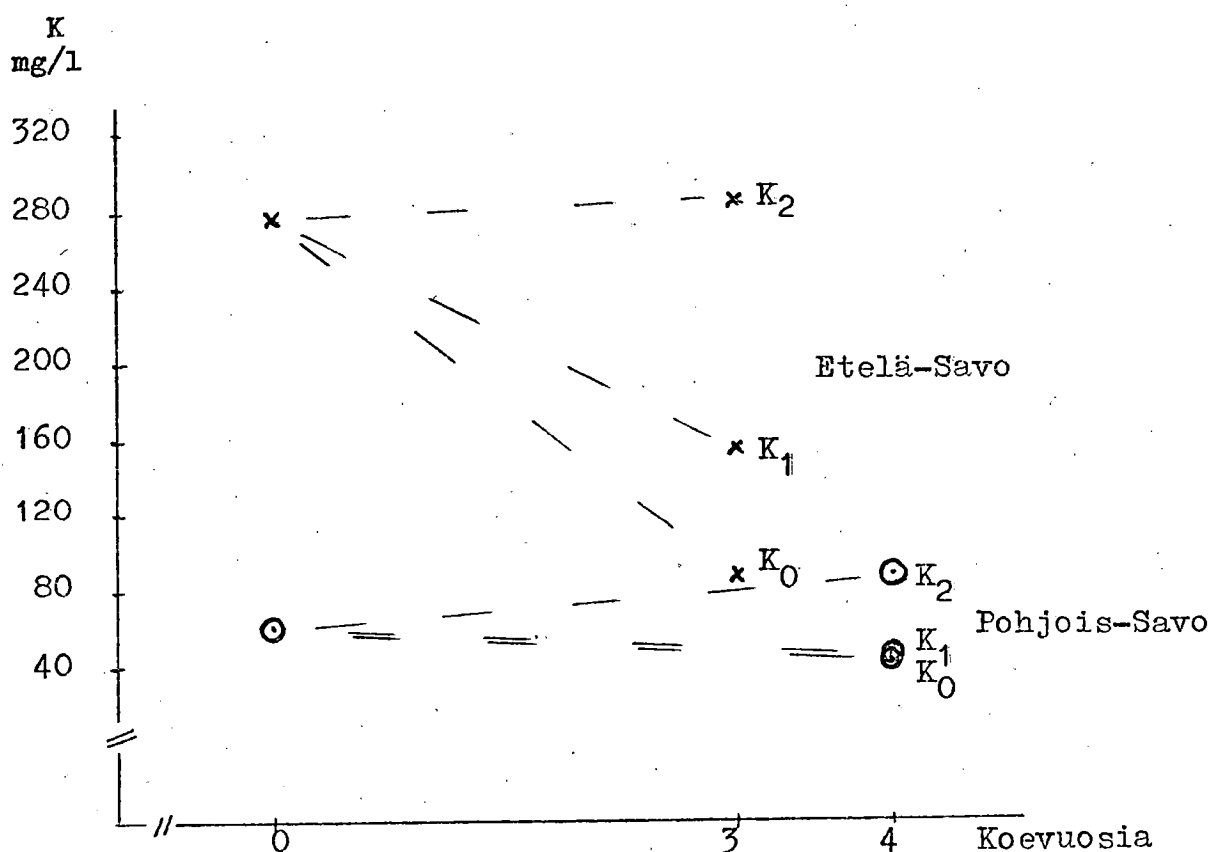
Koepaikan maalaji oli Etelä-Savossa karkea hieta ja Pohjois-Savossa multava hiesuinen hieno hieta.

Kalkituksen vaikutus viljavuusanalyysin pH- ja Ca-arvoihin ilmenee alla olevasta asetelmasta.

|               | Kokeen alussa | Kokeen päättyessä |                 |
|---------------|---------------|-------------------|-----------------|
|               |               | Ca <sub>0</sub>   | Ca <sub>1</sub> |
| pH            |               |                   |                 |
| Etelä-Savo    | 6.2           | 6.0               | 6.4             |
| Pohjois-Savo  | 5.4           | 5.3               | 5.4             |
| Ca mg/l maata |               |                   |                 |
| Etelä-Savo    | 1340          | 1260              | 1650            |
| Pohjois-Savo  | 1700          | 1560              | 1800            |

Kalkituksen vaikutus oli selvä, joskaan ei suuri verrattuna kokeen aikana käytettyihin kalkkimääriin, jotka olivat Etelä-Savossa 9 t ja Pohjois-Savossa 12 t. On kuitenkin huomattava, että analyysitulokset edustavat koko muokkauskerrosta. Pintakalkituksen tehon on aiemmin (KÄHÄRI 1978) todettu vaikuttavan näin lyhyen ajan kokeessa voimakkaimmin 0-2.5 cm:n pintakerroksessa. Dolomiittikalkki kohotti Etelä-Savon kokeessa muokkauskerroksen viljavuusanalyysilukeman 50:sta 102:een.

Kaliumlannoituksen vaikutus viljavuusanalyysin K-arvoihin näkyy pääpiirteiltään kuvasta 1. Koepaikat olivat maan K-tilan osalta selvästi erilaisia. Etelä-Savossa se oli korkea (280 mg/l) eli yli kaksinkertainen Suomen peltojen keskimääräiseen K-lukuun verrattuna. Pohjois-Savossa vastaava arvo oli 60 mg/l. On merkille pantavaa, että kummassakin kokeessa vasta 300 kg kaliumia hehtaarille vuodessa on havaittavasti kohottanut K-arvoja. Tulokset puoltavat käsitystä (RUSSELL 1973, s. 618), että maan ravinnetilan parantaminen kaliumin



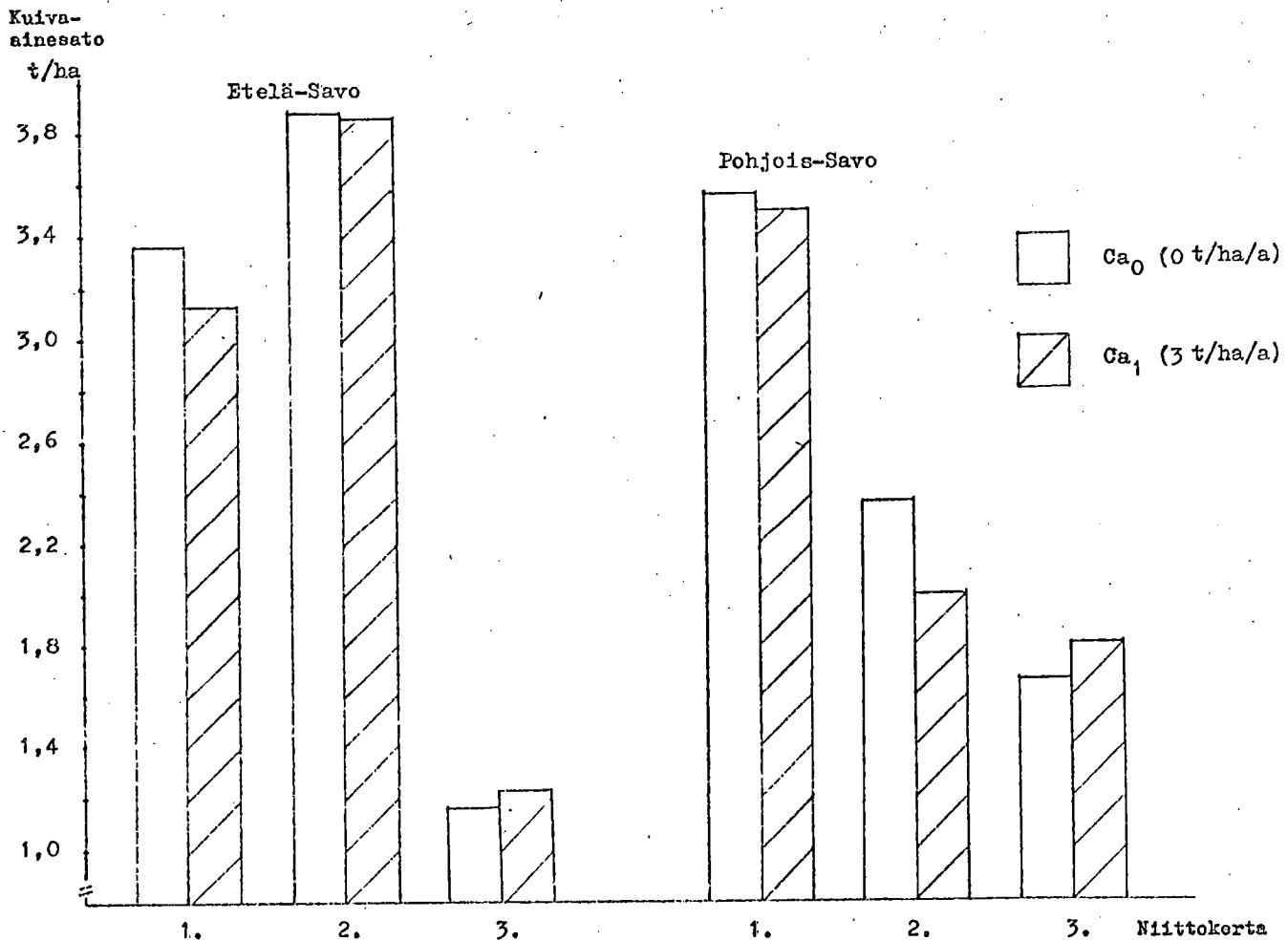
Kuva 1. Viljavuusanalyysin K-arvot kokeen alussa ja lopussa eri K-lannoitustasoilla.

osalta voimaperäisen nurmiviljelyn aikana ei ole käytännössä tarkoituksenmukaista silloin, kun käytetään kalisuolaan verrattavia lannoitteita. Suuri osa kaliumista nousee satoihin ja nostaa sadon K-pitoisuuden liian korkeaksi, kuten tuonnempana esitettävät tulokset osoittavat. Viljavuusanalyysin tulokset ovat kokonaisuudessaan taulukoissa 2 ja 3.

### Satotulokset

Kuiva-ainesadot eri vuosilta on koottu taulukkoon 4. Kuvissa 2, 3 ja 4 on pyritty havainnollistamaan koetekijöiden keskeisimpiä vaikutuksia satomääriin.

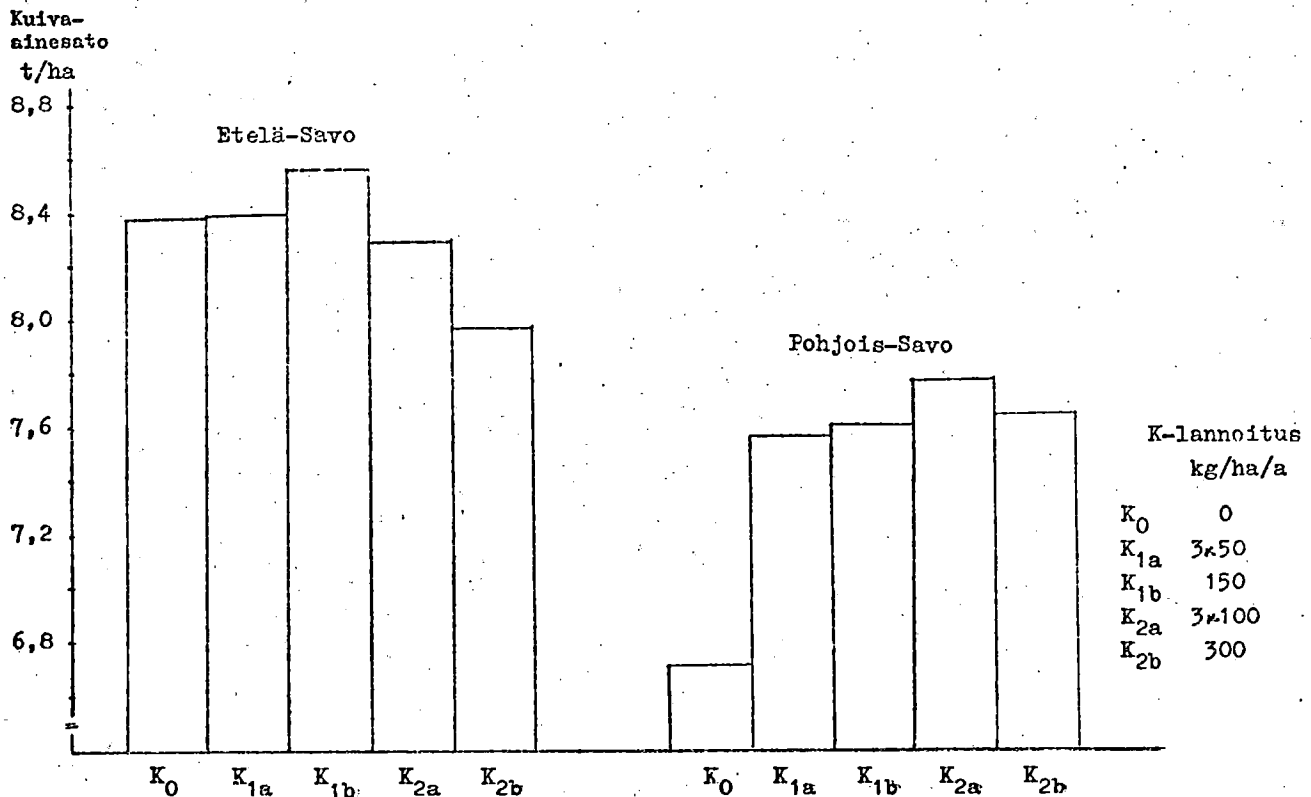
Kalkitus pienensi kuiva-ainesatoja Etelä-Savossa keskimäärin 2.1 % ja Pohjois-Savossa 3.6 %. Pohjois-Savon tulokseen vaikutti voimakkaasti aiemmin mainittu vuoden -75 toinen sato. Kalkituksen satoa alentava vaikutus ilmeni vain 1. ja 2. sadoissa. Kolmannen kor-



Kuva 2. Eri niittokertojen keskimääräiset sadot kalkituilla ja kalkitsemattomilla koejäsenillä, Etelä-Savo 3 vuoden ja Pohjois-Savo 4 vuoden keskiarvot.

juukerran sadoissa vaikutus oli päinvastainen. Molemmilla koepaikoilla tulokset ovat molemmissa kohdissa samansuuntaiset.

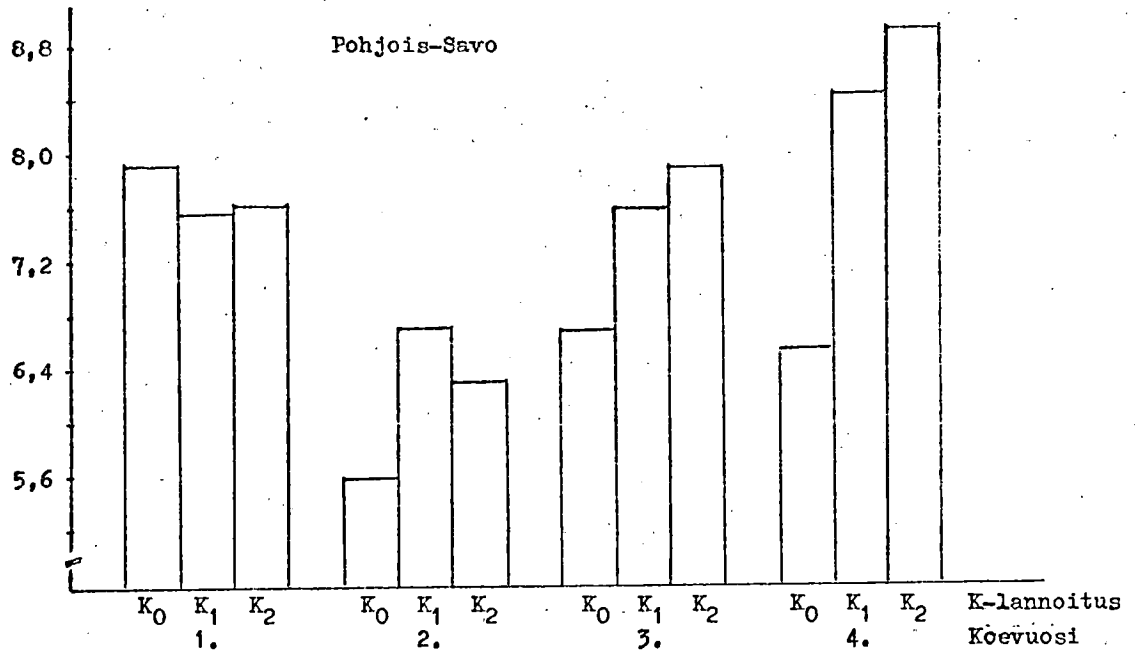
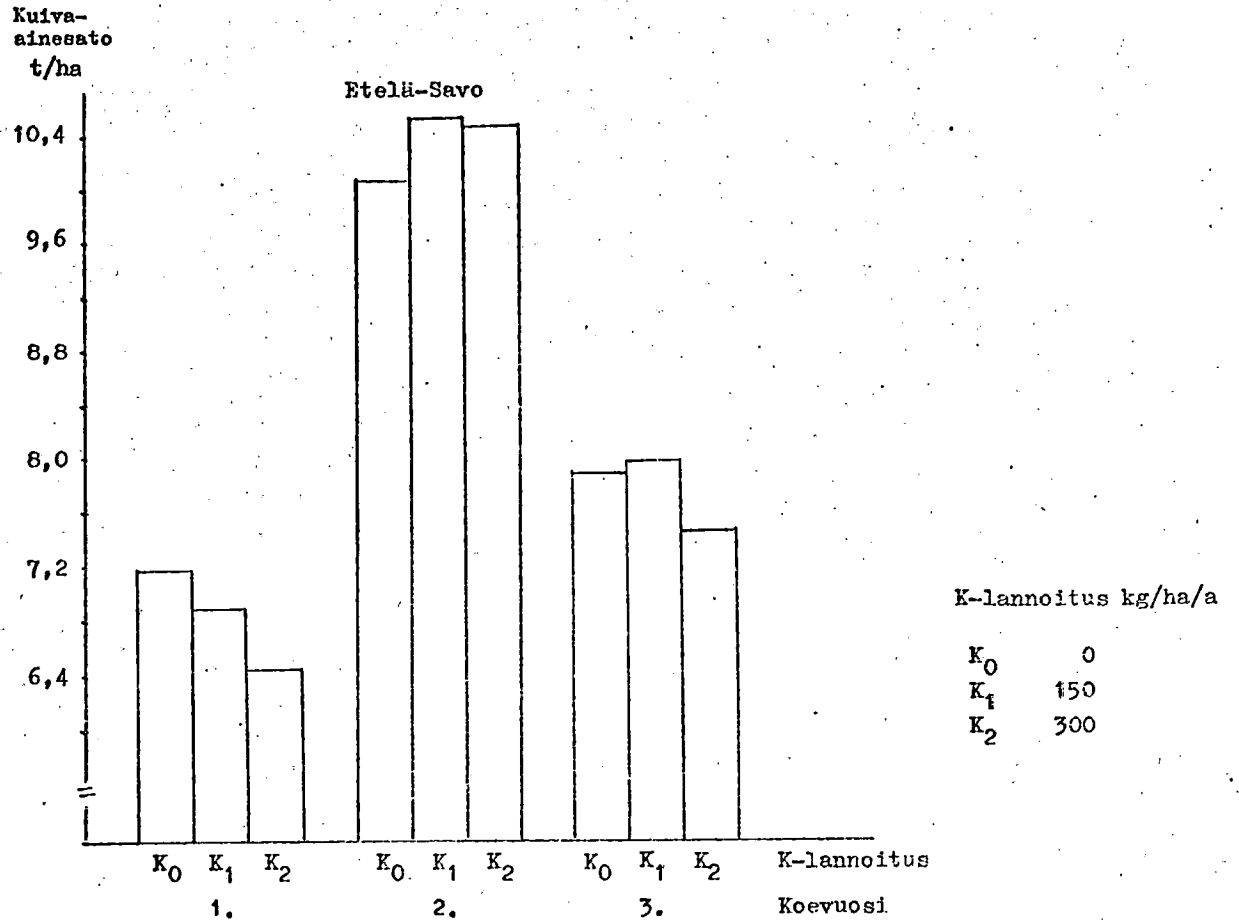
Kaliumlannoituksella ei Etelä-Savossa saatu keskimäärin sadonlisäystä. Suurimmalla K-määrällä vaikutus oli jopa satoa alentava. Pohjois-Savossa 150 kg/ha K kohotti selvästi satoja, tosin vasta toisesta koevuodesta alkaen. Kaksinkertainen K-määrä ei tälläkään koepaikalla tuottanut enää sadonlisää 150 kg K-lannoitukseen verrattuna. Lannoitustapa vaikutti eri tavalla kaliumin kokonaismäärästä riippuen. 150 kg:n tasolla kerta-annos antoi suuremman sadon kuin jaettu lannoitus, 300 kg:n tasolla vaikutus oli päinvastainen.



Kuva 3. Keskimääräiset kuiva-ainesadot eri K-lannoituskoejäsenillä, Etelä-Savo 3 vuoden ja Pohjois-Savo 4 vuoden keskiarvot.

Kaliumlannoituksen vaikutus eri vuosina näkyy kuvasta 4. Etelä-Savossa, jossa maan K-taso oli korkea, ei K-lannoitus vaikuttanut vielä kolmantenakaan vuonna, vaikka lannoittamattoman koemaan viljavuuskalium oli kokeen aikana pudonnut 280:sta 85:een mg/l. Pohjois-Savossa K-lannoituksen antama sadonlisäys suureni kokeen vanhetessa. Kuvissa 1 ja 4 esitetyt tulokset viittaavat siihen, että voimaperäisessä nurmiviljelyssä karkeiden kivennäismaiden viljavuusanalyysin





Kuva 4. Kaliumlannoituksen vaikutus satomääriin eri vuosina.

kaliumlukemat pienenevät melko runsaastakin K-lannoituksesta huolimatta. Toisaalta K-lannoituksen vaikutus satotasoon tulee esiin vasta melko alhaisella maan K-tasolla.

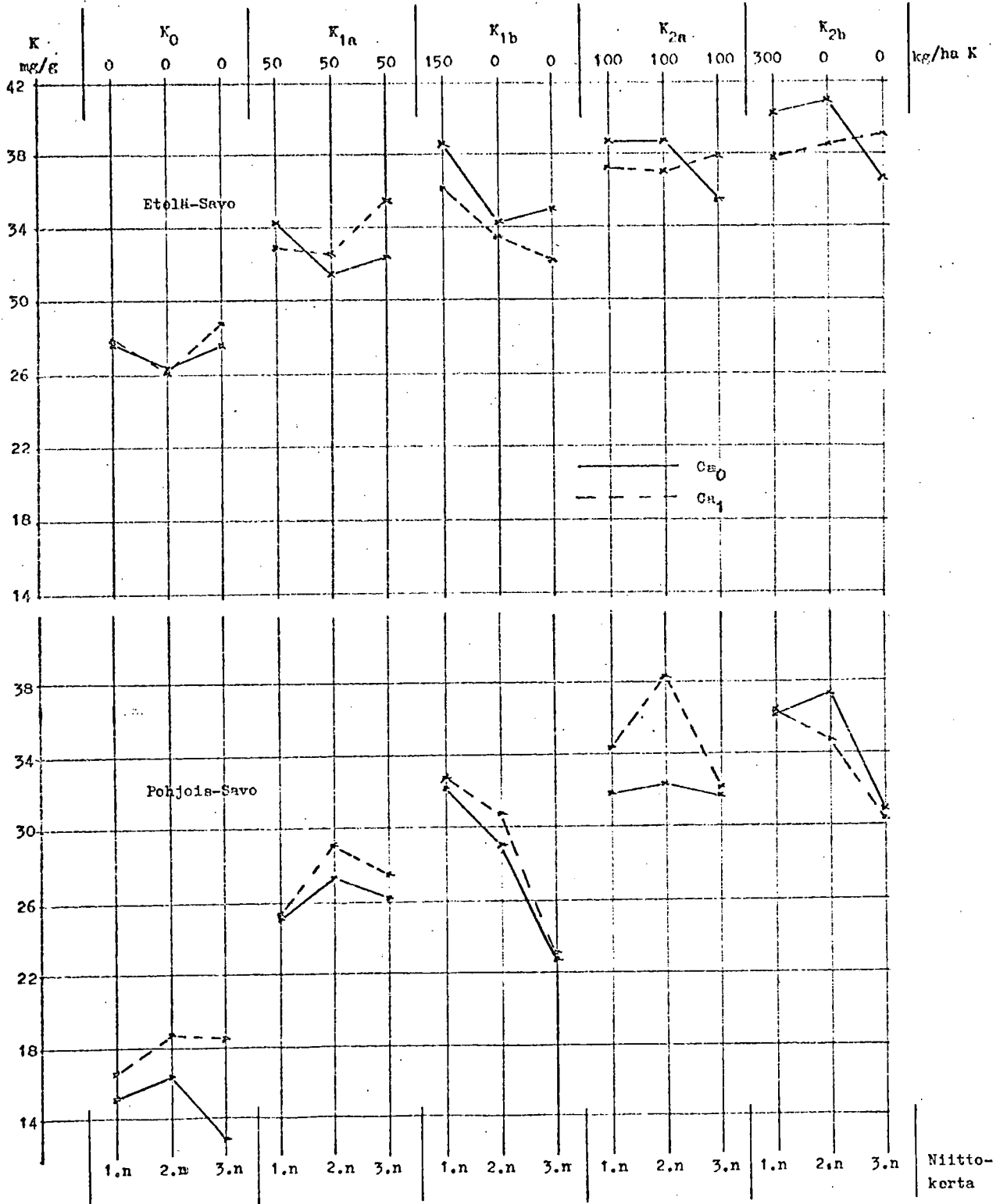
Kuiva-ainesatojen K-pitoisuudet

Kaliumlannoituksen jakaminen kasvukauden eri sadoille vaikutti K-pitoisuuksiin selvimmin, kun lannoitus oli 150 kg/ha K, kuva 5. Tällöin keskimääräiset K-pitoisuudet olivat seuraavat:

|   | K-pitoisuus, mg/g |         |         |
|---|-------------------|---------|---------|
|   | 1. sato           | 2. sato | 3. sato |
| Etelä-Savo                              |                   |         |         |
| K <sub>1a</sub>                         | 33.7              | 32.0    | 33.9    |
| K <sub>1b</sub>                         | 37.3              | 33.8    | 33.6    |
| Erotus K <sub>1b</sub> -K <sub>1a</sub> | 3.6               | 1.8     | -0.3    |
| Pohjois-Savo                            |                   |         |         |
| K <sub>1a</sub>                         | 25.3              | 28.3    | 27.4    |
| K <sub>1b</sub>                         | 32.6              | 30.0    | 22.8    |
| Erotus K <sub>1b</sub> -K <sub>1a</sub> | 7.3               | 1.7     | -4.6    |

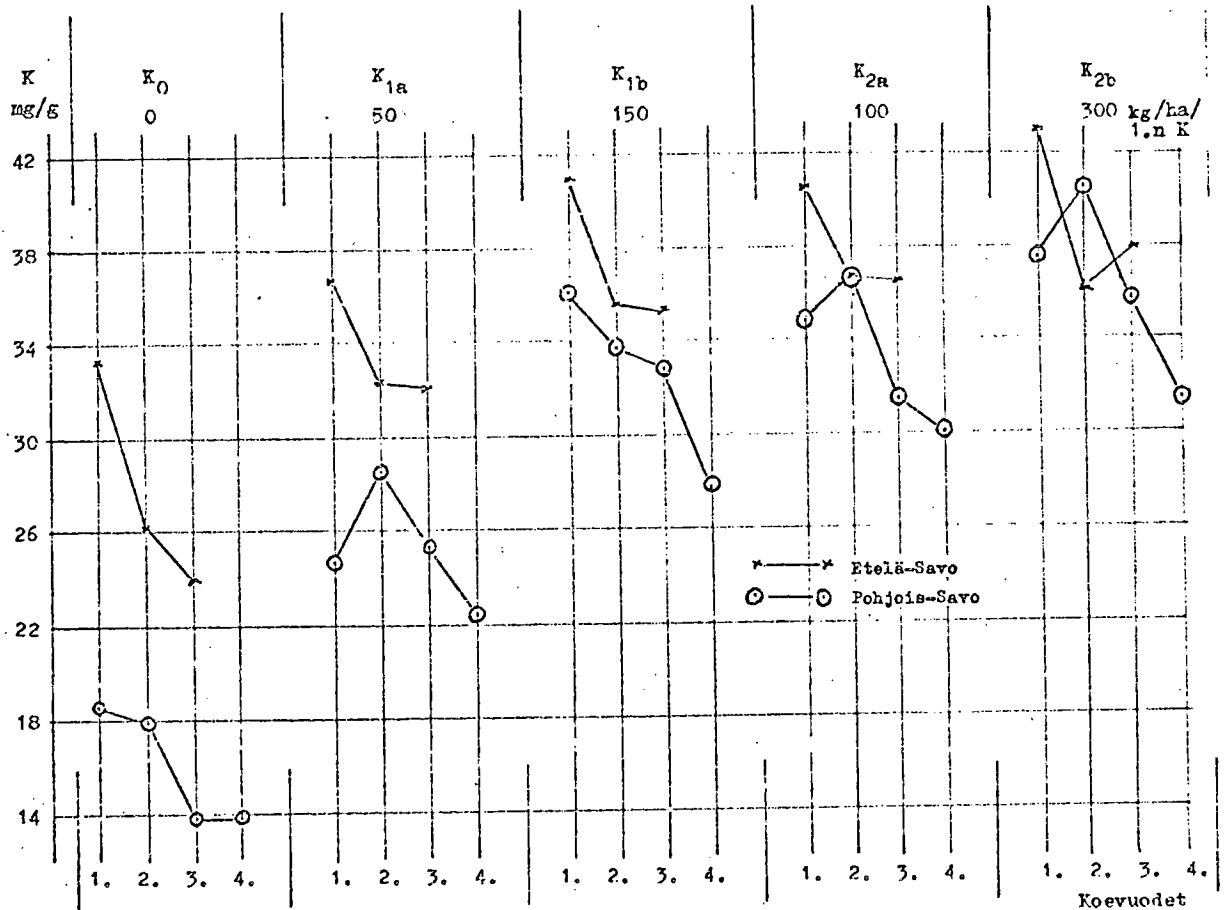
Lannoitustavan vaikutus ilmeni selvästi molempien koepaikkojen ensimmäisen sadon pitoisuuksissa sekä Pohjois-Savon kokeessa myös kolmannen niittokerran sadoissa. Silloin kun lannoitus oli 300 kg/ha K, lannoitustavan vaikutus näkyi selvimmin vasta kolmannen sadon pitoisuuksissa. Ensimmäisen ja toisen sadon K-pitoisuudet olivat tällä lannoitustasolla varsin korkeita, Etelä-Savon kokeessa jopa yli 40 mg/g.

Kalkitus alensi Etelä-Savossa ensimmäisen sadon K-pitoisuutta keskimäärin 1.5 mg/g, mikä oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Pohjois-Savossa vaikutus oli päinvastainen. Koepaikkojen erilaiset maan ravinnetilat lienevät aiheuttaneet sen, ettei kalkituksen vaikutus ollut muidenkaan satojen osalta yhdenmukaista.



Kuva 5. Kuiva-ainesatojen kaliumpitoisuudet eri niittokerroilla.

Vaihtelut ensimmäisten satojen kivennäisainekoostumuksessa ovat yleensä suurimmat ja siten rehun laatuun eniten vaikuttavat. Kuvassa 6 on esitetty näissä kokeissa ensimmäisten satojen K-pitoisuudet eri vuosina. Kuvasta voidaan todeta, että kaliumlannoitus kohotti voimakkaimmin rehun kaliumpitoisuutta nurmen ollessa nuori.



Kuva 6. Ensimmäisten niittokertojen satojen kaliumpitoisuudet eri vuosina Etelä- ja Pohjois-Savossa.

Kaliumlannoituksen antaminen useassa erässä kasvukauden aikana piti eri niittokertojen satojen K-pitoisuudet jokseenkin tasaisina. Tällöin ensimmäisen sadon pitoisuudet alenivat ja kolmannen vastavasti nousivat verrattuna keväällä kertalannoituksen saaneisiin satoihin. Tulokset ovat sopusoinnussa nykyiseen lannoituskäytäntöön nähden. Käytetäänhän meillä pääosin moniravinteisiä lannoitteita. Tulokset osoittavat myös, että maan kaliumtilanteella on karkeilla kivennäismailla huomioonotettava vaikutus siihen, miten K-lannoitus

kohottaa satojen pitoisuuksia. Toisin sanoen mitä alhaisempi on maan K-taso, sitä suurempi on lannoituksen vaikutus sadon pitoisuuteen, mutta mitä korkeampi on maan K-taso, sitä varovaisempi on syytä olla K-lannoituksessa.

#### Kuiva-ainesatojen Mg-pitoisuudet

Kaliumlannoituksen vaikutus eri niittokertojen satojen Mg-pitoisuuksiin oli voimakkaampaa Pohjois-Savon kokeessa kuin Etelä-Savossa, kuva 7. Etelä-Savossa olivat maan Mg-arvot pieniä, ja siten rehun Mg-pitoisuudet  $K_0$  jäsenenkin sadoissa varsin pieniä, ensimmäisessä sadossa ilman kalkitusta kolmen vuoden keskiarvo 1.33 mg/g.

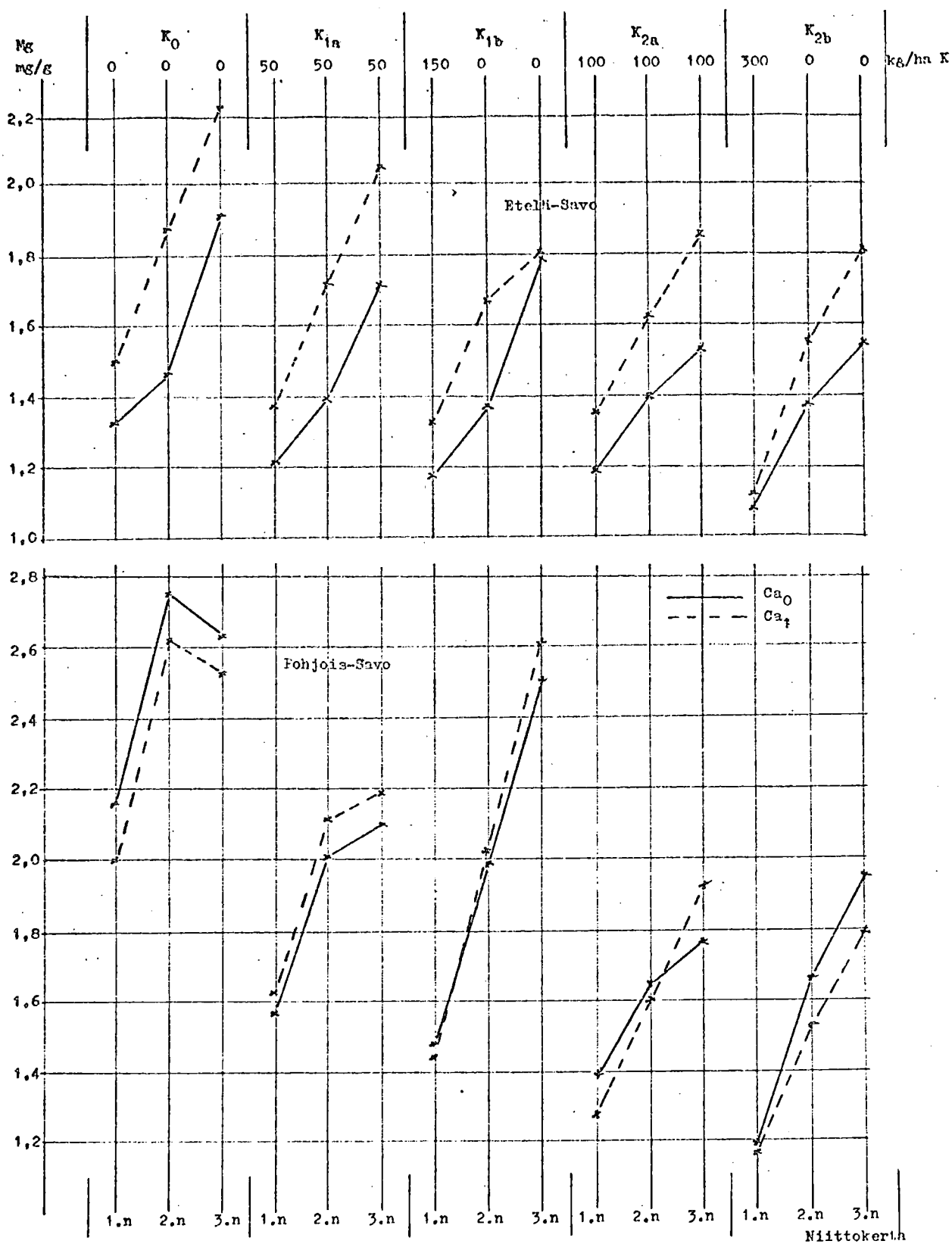
Levitysajankohta vaikutti 150 kg:n kaliumlannoitustasolla sadon Mg-pitoisuuksiin seuraavasti:

|                        | Mg-pitoisuus, mg/g |         |         |
|------------------------|--------------------|---------|---------|
|                        | 1. sato            | 2. sato | 3. sato |
| Etelä-Savo             |                    |         |         |
| $K_{1a}$               | 1.29               | 1.55    | 1.88    |
| $K_{1b}$               | 1.25               | 1.51    | 1.80    |
| Erotus $K_{1b}-K_{1a}$ | -0.04              | -0.04   | -0.08   |
| Pohjois-Savo           |                    |         |         |
| $K_{1a}$               | 1.59               | 2.06    | 2.14    |
| $K_{1b}$               | 1.46               | 2.05    | 2.55    |
| Erotus $K_{1b}-K_{1a}$ | -0.13              | -0.01   | 0.41    |

K-lannoituksen jakaminen kolmeen erään kasvukauden aikana tasoitti eri niittokertojen satojen Mg-pitoisuuksia Pohjois-Savon kokeessa, mutta vastaavaa vaikutusta ei voida todeta Etelä-Savon kokeessa.

Kalkituksen vaikutus näkyi selvimmin Etelä-Savon kokeessa, jossa käytettiin dolomiittikalkkia. Eri satojen keskimääräiset pitoisuudet olivat:

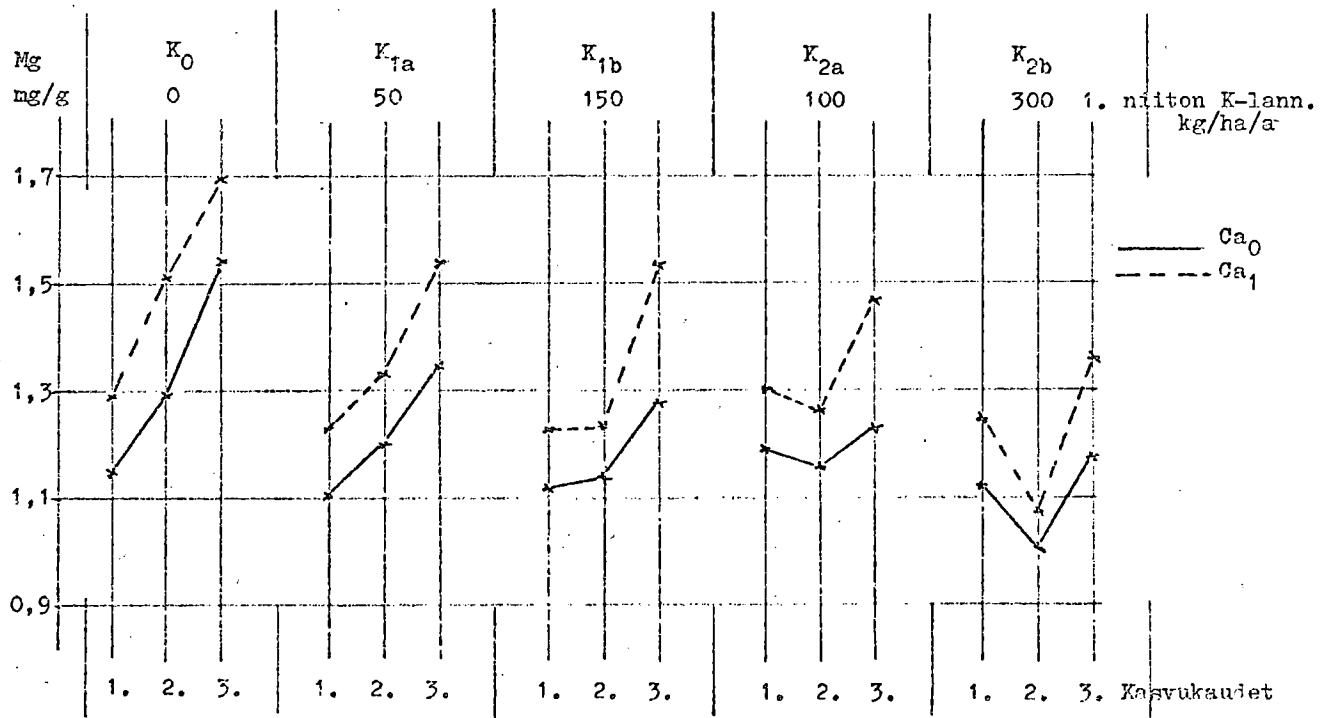
|        | Mg mg/g |         |         |
|--------|---------|---------|---------|
|        | 1. sato | 2. sato | 3. sato |
| $Ca_0$ | 1.20    | 1.40    | 1.70    |
| $Ca_1$ | 1.35    | 1.68    | 1.95    |



Kuva 7. Kuiva-ainesatojen magnesiumpitoisuudet eri niittokerroilla.

Dolomiittikalkki kohotti timotein Mg-pitoisuutta keskimäärin 0.2 mg/g eli 16 %, mikä oli myös tilastollisesti merkitsevä.

Eri vuosien ensimmäisen niittokerran satojen pitoisuudet on esitetty kuvassa 8. Siitä voidaan todeta Mg-pitoisuuden nousu nurmen vanhetessa. Varsin selvä tämä suuntaus on 0 ja 150 kg:n K-lannoitustasoilla. Kalkituksen vaikutus oli eri vuosina samanlainen, kuva 8. Kevät- ja syysadon välillä olevaa eroa Mg-pitoisuudessa ei kalkitus tasoittanut, kuva 7.



Kuva 8. Ensimmäisen niittokerran sadon magnesiumpitoisuudet Etelä-Savossa kalkitsemattomilla ja kalkituilla koejäsenillä eri vuosina.

Voimaperäisessä tuorerehun tuotannossa on aihetta kiinnittää huomiota sadon Mg-pitoisuuteen, erityisesti kasvukauden ensimmäisen sadon osalta. Karkeilla kivennäismailla tarpeettoman runsas kaliumlannoitus keväällä voi tuottaa satoa, jonka Mg-pitoisuus on tyydyttävää pienempi ja K- ja Mg-pitoisuuksien suhde haitallisen korkea. Rajoittamalla K-lannoitus vain riittävään ja huolehtimalla riittävästä kasvien magnesiumin saannista voidaan tällainen vika rehun laadussa välttää. Etelä-Savon kokeessa dolomiittikalkki kohotti timotein Mg-pitoisuutta. Samanlaisia tuloksia on saatu magne-

siumsulfaatilla (JOKINEN 1977). Nurmiheinään perustuva voimape-  
räinen rehuntuotanto vaatisi kuitenkin käytäntöä ajatellen magnesium-  
kysymyksen osalta jatkotutkimuksia.

#### Kuiva-ainesatojen Ca-pitoisuudet

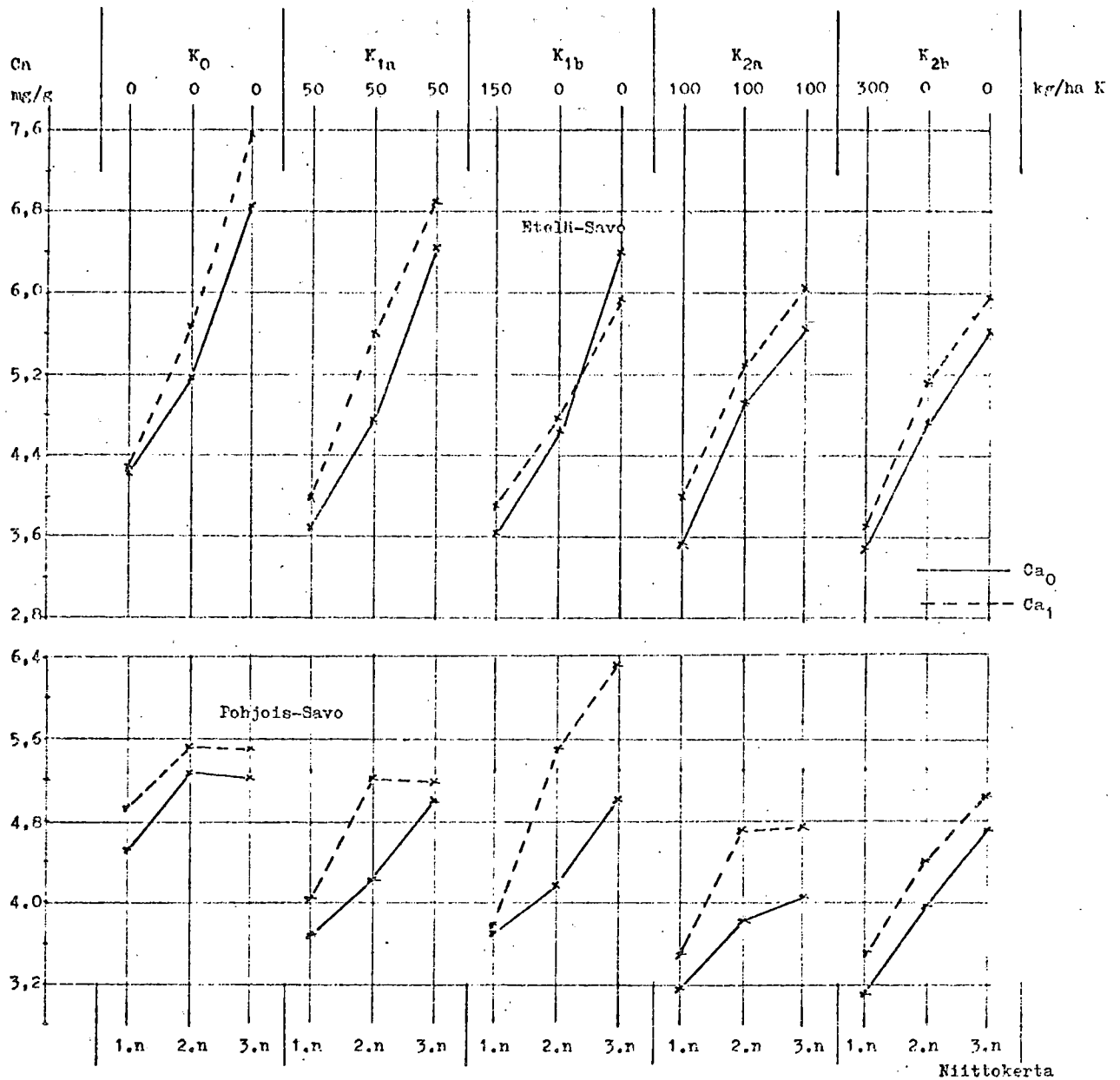
Etelä-Savon kokeessa kalkituksen vaikutus rehun kalsiumpitoisuuteen oli tilastollisesti merkitsevä ainoastaan ensimmäisellä niittokerro-  
ralla. Kalsiumpitoisuus tosin nousi muillakin niittokerroilla, mutta erot eivät muodostuneet tilastollisesti merkitseviksi. Alla olevaan asetelmaan on koottu rehun keskimääräiset kalsiumpitoisuudet eri niittokerroilla.

|                 | Ca-pitoisuus, mg/g |         |         |
|-----------------|--------------------|---------|---------|
|                 | 1. sato            | 2. sato | 3. sato |
| Etelä-Savo      |                    |         |         |
| Ca <sub>0</sub> | 3.7                | 4.8     | 6.2     |
| Ca <sub>1</sub> | 4.0                | 5.4     | 6.5     |
| Pohjois-Savo    |                    |         |         |
| Ca <sub>0</sub> | 3.6                | 4.3     | 4.8     |
| Ca <sub>1</sub> | 3.9                | 5.1     | 5.4     |

Pohjois-Savossa kalkitus nosti satojen Ca-pitoisuutta keski-  
määrin 13.1 %, kun nousu Etelä-Savossa jäi 7.4 %:iin.

Kaliumlannoituksen Ca-pitoisuutta alentava vaikutus tuli selvästi esille ensimmäisissä sadoissa, kuva 9. Etelä-Savon kokeessa vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä myös kolmannen niittokerran sadoissa.



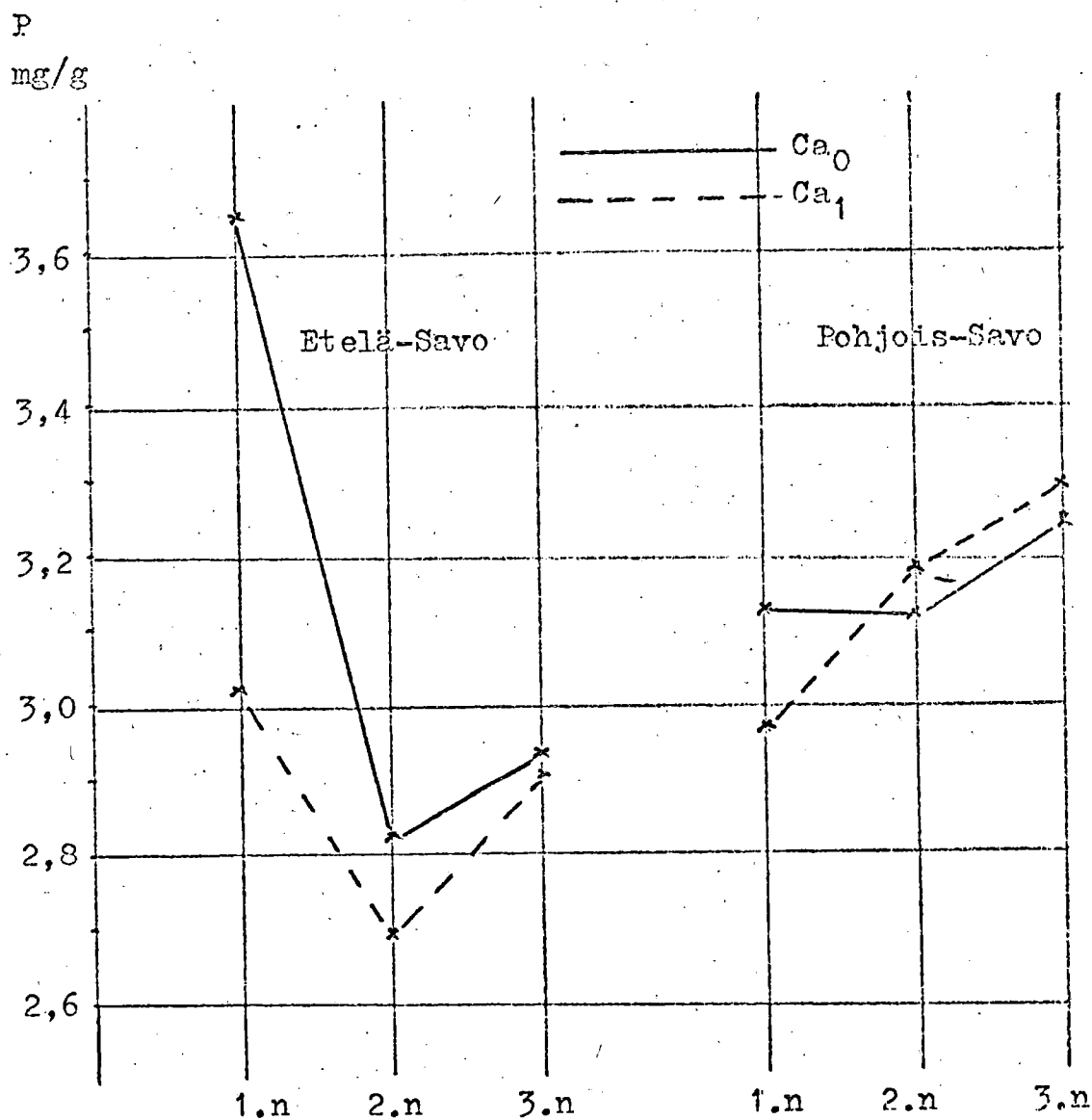


Kuva 9. Kuiva-ainesatojen kalsiumpitoisuudet eri niittokerroilla.

#### Kuiva-ainesatojen P-pitoisuus

Satotulosten tarkastelun yhteydessä todettiin (vrt. kuva 2), että kalkitus aikaansai sadonlisää vasta kolmannen niittokerran satoon. Pohjois-Savossa kalkitus kohotti myös kolmannen sadon fosforipitoisuutta, mutta ei Etelä-Savossa, jossa tosin ilmeni P-pitoisuuden tasoittumista Ca<sub>0</sub>- ja Ca<sub>1</sub>-koejäsenten välillä kesän kuluessa, kuva 10. Kalkitus alensi selvästi ensimmäisen niittokerran sadon P-pitoisuuksia molemmilla koepaikoilla. Toisen sadon fosforipitoisuutta kalkitus alensi Etelä-Savossa, mutta Pohjois-Savossa se kohotti sitä.

Kalkitus alensi siis erityisesti ensimmäisen niittokerran sadon fosforipitoisuutta. Se ilmeisesti heikensi superfosfaatin fosforin käyttökelpoisuutta kasveille. Kalkin ja superfosfaatin levittäminen keväällä nurmen pintaan lienee aikaansaanut monokalsiumfosfaatin muuttumista niukkaliukoisemmiksi yhdisteiksi. Näiden kokeiden perusteella voidaan päätellä, ettei kalkin levitystä ole tarkoituksenmukaista tehdä nurmen pintaan samaan aikaan fosforilannoituksen kanssa.



Kuva 10. Eri niittokertojen keskimääräiset fosforipitoisuudet kalkitsemattomilla ja kalkituilla koejäsenillä.

Kuiva-ainesatojen N-pitoisuus

Eri satojen keskimääräiset typpipitoisuudet olivat seuraavat:

|         | N-pitoisuus, % |              |
|---------|----------------|--------------|
|         | Etelä-Savo     | Pohjois-Savo |
| 1. sato | 2.72           | 2.77         |
| 2. sato | 2.40           | 3.17         |
| 3. sato | 3.12           | 3.56         |

Typpilannoitus oli kokeissa 100 kg/ha N. Kalkituksella tai kaliumlannoituksella ei satojen typpipitoisuuksiin ollut mainittavaa vaikutusta. Ainoastaan Pohjois-Savon K<sub>0</sub>-jäsenen ensimmäisen niitto-kerran sadoissa N-pitoisuudet kohosivat kaliumlannoituksen saaneita koejäseniä korkeammiksi koejakson kahtena viimeisenä vuonna. Vastavien satojen K-pitoisuudet olivat K<sub>0</sub>-jäsenillä varsin alhaisia (kuva 6), joten kaliumin puute lienee rajoittanut normaalia sadonmuodostusta.

Satojen ottamat K-, P- ja N-määrät

## Kalium

Sadoissa poistui kaliumia seuraavasti, kg/ha/a K

|              | K <sub>0</sub> | K <sub>1a</sub> | K <sub>1b</sub> | K <sub>2a</sub> | K <sub>2b</sub> |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Etelä-Savo   |                |                 |                 |                 |                 |
| keskiarvo    | 218            | 281             | 312             | 321             | 337             |
| vaihteluväli | 187-250        | 248-318         | 268-338         | 295-356         | 310-365         |
| Pohjois-Savo |                |                 |                 |                 |                 |
| keskiarvo    | 113            | 201             | 222             | 262             | 269             |
| vaihteluväli | 82-151         | 171-232         | 184-265         | 224-333         | 229-327         |

Edellä esitetyt tulokset käsittävät Etelä-Savon osalta kaksi ja Pohjois-Savon osalta neljä koevuotta.

Satojen ottamat kaliummäärät riippuvat satomääristä ja satojen K-pitoisuuksista, joihin puolestaan karkeilla kivennäismailloilla vaikuttavat maan K-tila ja käytetyn kaliumlannoitteen määrä. Tämänkin koesarjan tuloksista voidaan päätellä, että voimaperäisessä tuore-rehutuotannossa sadoissa poistuva kaliummäärä on lähellä 200 kg/ha/a. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan (SIPPOLA 1978) timoteinurmista

maan viljavuuskaliumin arvot ovat maassamme karkeilla kivennäis-  
mailla alle 100 mg/l, joten kaliumlannoitus on ko. tuotannossa  
tarpeen. Kaliumin ns. varastolannoitus ei tällöin kuitenkaan vai-  
kuta sovelialta. Jotta typen ja kaliumin suhteen päästäisiin yksin-  
kertaisempaan lannoituskäytäntöön, näyttäisi karkeille kivennäis-  
maillekin tarpeelliselta saada samantyyppinen tuorerehunurmien  
seoslannoite, jota on turvemaille jo aiemmin esitetty (HAKKOLA,  
1978 s. 21).

### Fosfori

Satojen ottamat keskimääräiset P-määrät olivat kalkitsemattomilla  
ja kalkituilla koejäsenillä seuraavat:

|                 | Etelä-Savo | Pohjois-Savo |
|-----------------|------------|--------------|
|                 | kg/ha/a P  |              |
| Ca <sub>0</sub> | 27.2       | 23.7         |
| Ca <sub>1</sub> | 24.0       | 22.7         |

Superfosfaattina annettiin 30 kg/ha/a P, mikä siis oli hieman enemmän  
kuin sadoissa poistui. Kalkituksesta ja lannoituksesta huolimatta  
maan viljavuusarvot laskivat fosforin osalta kokeen aikana, taulukot  
2 ja 3.

### Typpi

Sadot sisälsivät keskimäärin typpeä Etelä-Savon kokeessa 226 kg/ha/a  
ja Pohjois-Savossa 223 kg/ha/a. Eri niitokertojen sadoissa poistuvat  
typpimäärät olivat (kg):

|        | Etelä-Savo |           |            | Pohjois-Savo |           |            |
|--------|------------|-----------|------------|--------------|-----------|------------|
|        | satoja     | keskiarvo | vaiht.väli | satoja       | keskiarvo | vaiht.väli |
| 1.sato | 3          | 88        | 76-113     | 4            | 97        | 72-125     |
| 2.sato | 3          | 89        | 59-108     | 4            | 71        | 32-116     |
| 3.sato | 2          | 39        | 27-63      | 4            | 55        | 33-69      |

Oulunsalpietarilannoitteena annettiin 100 kg/ha N kullekin sadolle.  
Kolmannelle sadolle on 100 kg typpeä ollut keskimäärin tarpeettoman  
suuri määrä.

## Rehun laatu

Näiden kokeiden rehun laatua voidaan tehtyjen analyysien perusteella tarkastella typpi- tai raakavalkuaispitoisuuden ja ns. kivennäisainepitoisuuksien suhteen.

Yksittäisten alkuaineiden osalta on eläinten terveyden kannalta määriteltä eräitä pitoisuussuosituksia. Kaliumin pitoisuuden ylärajaksi on esitetty 30 mg/g ja magnesiumin alarajana 2 mg/g (ANON. 1973). Näiden kriteerien perusteella voidaan todeta, että runsas K-lannoitus heikensi erityisesti ensimmäisen niittokerran sadon laatua. Etelä-Savossa, jossa maan K-arvot olivat korkeita, ensimmäisen sadon K-pitoisuus ylitti 30 mg/g rajan jo 50 kg kaliumlannoituksella, kun Pohjois-Savossa vastaava ylitys tapahtui 100 kg:n K-lannoituksella (kuva 5). Toisaalta K-lannoitus alensi voimakkaammin rehun Mg-pitoisuutta Pohjois- kuin Etelä-Savossa (kuva 7).

Viime aikoina on yhä enemmän kiinnitetty huomiota ravinteiden suhteisiin rehun laatua arvioitaessa. Mielenkiintoisen tarkasteluprusteen tarjoaa hollantilainen (ANON. 1973) nomogrammi. Sillä pyritään ennakoimaan naudan veren seerumin Mg-pitoisuus laidunrehun sisältämän raakavalkuais-, kalium- ja magnesiumpitoisuuksien perusteella. Edellä mainittua nomogrammia hyväksikäyttäen on kyseessä olevalle aineistolle saatu seuraavia keskimääräisiä indeksejä ilmaistuna veren seerumin Mg-pitoisuutena mg/l:

|                     | 1. sato         |                 | 2. sato         |                 | 3. sato         |                 |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                     | Ca <sub>0</sub> | Ca <sub>1</sub> | Ca <sub>0</sub> | Ca <sub>1</sub> | Ca <sub>0</sub> | Ca <sub>1</sub> |
| <b>Etelä-Savo</b>   |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| K <sub>0</sub>      | 17              | 20              | 22              | 26              | 22              | 25              |
| K <sub>1a</sub>     | 9               | 13              | 17              | 20              | 16              | 18              |
| K <sub>1b</sub>     | n. 1            | 10              | 15              | 21              | 14              | 17              |
| K <sub>2a</sub>     | n. 2            | 8               | 14              | 18              | 10              | 13              |
| K <sub>2b</sub>     | 0               | 5               | 11              | 16              | 9               | 10              |
| <b>Pohjois-Savo</b> |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
| K <sub>0</sub>      | 30              | 30              | yli 30          | yli 30          | yli 30          | 29              |
| K <sub>1a</sub>     | 22              | 22              | 23              | 23              | 23              | 24              |
| K <sub>1b</sub>     | 15              | 14              | 22              | 21              | 28              | 28              |
| K <sub>2a</sub>     | 14              | 10              | 15              | 9               | 16              | 18              |
| K <sub>2b</sub>     | 5               | 5               | 11              | 10              | 18              | 17              |

Edellä mainitussa kirjallisuusviitteessä on indeksit jaettu kolmeen ryhmään siten, että: 0-10 on laidunhalvauksen vaara ilmeinen ellei eläimille anneta Mg-lisää, 10-20 laidunnettaessa vielä Mg-lisän tarvetta ja yli 20 laiduntaminen turvallista.

Kalkituksen rehun laatua parantava vaikutus ilmeni Etelä-Savon kokeessa ensimmäisen ja toisen sadon arvoissa, mikä johtui dolomiittikalkin rehun Mg-pitoisuutta kohottavasta ja K-pitoisuutta alentavasta vaikutuksesta.

Kaliumlannoituksen vaikutus näkyi tätäkin kriteeriä käytettäessä selvimmin ensimmäisessä sadossa. Etelä-Savossa oli tämän sadon laatuindeksi alle kymmenen jo 150 kg:n vuotuisella K-lannoituksella, Pohjois-Savossa vastaavia arvoja ilmeni 300 kg:n lannoitustasolla. Kaliumlannoituksen rehun laatuindeksejä alentava vaikutus oli voimakkaimmillaan ensimmäisenä ja toisena koevuonna.

#### Kirjallisuutta

- ANON. 1973. Tracing and treating mineral disorders in dairy cattle. Prepared by the Committee on Mineral Nutrition. 61 p. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen.
- HAKKOLA, H. 1978. Nurmikasvikokeiden tuloksia. Maatalouden tutkimuskeskus, Pohjois-Pohjanmaan koeaseman tiedote 5: 1-29.
- HEIKKILÄ, R. & JUOLA, P. 1976. Säilörehunurmen kalilannoitus hieta- ja metsäsaraturvemaalla. Suoviljelysyhd. Vuosik. 81: 51-58.
- HIIVOLA, S.-L., HUOKUNA, E. & RINNE, S.-L. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on the quantity and quality of yields of meadow fescue and cocksfoot. Selostus: Runsaan typpilannoituksen vaikutus nurminadan ja koiranheinän satoihin. Ann. Agric. Fenn. 13: 149-160.
- JOKINEN, R. 1977. Kalkituksen ja runsaan kaliumlannoituksen vaikutus magnesiumlannoituksella saatavaan tulokseen. Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tiedote 2: 1-29.
- KÄHÄRI, J. 1978. Vallens ytkalkning. Nord. Jordbr.forskn. 60: 728-729.
- MELA, T., HAKKOLA, H. & ÄYRÄVÄINEN, K. 1977. Typpi- ja kalilannoituksen jaotuksen vaikutus nurmen satoon ja nurmirehun laatuun. Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitoksen tiedote 6: 1-27.
- RINNE, S.-L., SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S.-L. 1974. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents in ley grasses. Selostus: Runsaan typpilannoituksen vaikutus säilörehunurmen kalium-, kalsium-, magnesium- ja fosforipitoisuuteen. Ann. Agric. Fenn. 13: 96-108.
- RUSSELL, E.W. 1973. Soil condition and plant growth. 849 p. 10th Ed. London.
- SILLANPÄÄ, M. & RINNE, S.-L. 1975. The effect of heavy nitrogen fertilization on the uptake of nutrients and on some properties of soils cropped with grasses. Selostus: Runsaan typpilannoituksen vaikutus nurminadan ja koiranheinän ravinteiden ottoon ja maan ravinnetilaan. Ann. Agric. Fenn. 14: 210-226.
- SIPPOJA, J. 1978. Kivennäisainetutkimuksen tuloksia. Timoteipeltojen happamuus, kalium, fosfori ja magnesium selvitetty. Koetoim. ja Käyt. 19.12.1978.

Taulukko 1. Keskilämpötila °C ja sademäärä mm kesäkuukausina

|                      | Pitkän ajan (1931-60)<br>keskiarvot |    | 1973 |     | 1974 |     | 1975 |    | 1976 |     |
|----------------------|-------------------------------------|----|------|-----|------|-----|------|----|------|-----|
|                      | °C                                  | mm | °C   | mm  | °C   | mm  | °C   | mm | °C   | mm  |
| <u>Etelä-Savo:</u>   |                                     |    |      |     |      |     |      |    |      |     |
| Touko                | 8.6                                 | 40 |      |     | 6.3  | 38  | 11.2 | 32 | 10.8 | 19  |
| Kesä                 | 13.9                                | 57 |      |     | 14.7 | 44  | 13.0 | 34 | 11.3 | 74  |
| Heinä                | 16.7                                | 69 |      |     | 16.0 | 70  | 17.0 | 32 | 14.1 | 69  |
| Elo                  | 14.6                                | 73 |      |     | 14.0 | 182 | 14.6 | 56 | 14.6 | 48  |
| Syys                 | 9.4                                 | 61 |      |     | 11.5 | 80  | 11.3 | 99 | 11.3 | 41  |
| <u>Pohjois-Savo:</u> |                                     |    |      |     |      |     |      |    |      |     |
| Touko                | 7.7                                 | 35 | 9.1  | 39  | 5.6  | 52  | 10.1 | 29 | 10.1 | 18  |
| Kesä                 | 13.7                                | 56 | 15.7 | 118 | 14.6 | 33  | 12.8 | 64 | 10.9 | 111 |
| Heinä                | 16.7                                | 67 | 19.1 | 11  | 16.4 | 187 | 16.2 | 24 | 14.4 | 82  |
| Elo                  | 14.8                                | 65 | 13.8 | 93  | 14.2 | 132 | 13.6 | 76 | 13.6 | 36  |
| Syys                 | 9.4                                 | 58 | 5.4  | 52  | 11.6 | 78  | 11.4 | 73 | 6.2  | 74  |

Taulukko 2. Etelä-Savon kokeen viljavuusanalyysien tulokset.

|    | Kokeen alussa 1) | Kokeen päättyessä 2) |                 |                 |                 |                 |
|----|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|    |                  | K <sub>0</sub>       | K <sub>1a</sub> | K <sub>1b</sub> | K <sub>2a</sub> | K <sub>2b</sub> |
|    |                  |                      |                 | Ca <sub>0</sub> |                 |                 |
| pH | 6,2              | 6,0                  | 6,1             | 6,0             | 6,0             | 6,1             |
| Jl | 0,9              | 0,7                  | 0,8             | 0,7             | 1,1             | 1,0             |
| Ca | 1370             | 1280                 | 1360            | 1250            | 1200            | 1210            |
| K  | 280              | 85                   | 130             | 150             | 260             | 285             |
| Mg | 55               | 55                   | 65              | 55              | 55              | 50              |
| P  | 12,8             | 8,9                  | 10,3            | 9,6             | 10,1            | 9,4             |
|    |                  |                      |                 | Ca <sub>1</sub> |                 |                 |
| pH | 6,1              | 6,3                  | 6,5             | 6,4             | 6,4             | 6,4             |
| Jl | 0,8              | 0,6                  | 1,0             | 0,9             | 1,4             | 1,2             |
| Ca | 1300             | 1480                 | 1800            | 1660            | 1710            | 1590            |
| K  | 275              | 90                   | 160             | 185             | 270             | 330             |
| Mg | 50               | 90                   | 100             | 105             | 110             | 105             |
| P  | 12,9             | 9,3                  | 11,1            | 9,9             | 9,6             | 8,9             |

1) kukin tulos 10 maanäytteen keskiarvo

2) " " 4 " "

Taulukko 3. Pohjois-Savon kokeen viljavuusanalyysien tulokset.

|    | Kokeen alussa 1) | Kokeen päättyessä 1) |                 |                 |                 |                 |
|----|------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|    |                  | K <sub>0</sub>       | K <sub>1a</sub> | K <sub>1b</sub> | K <sub>2a</sub> | K <sub>2b</sub> |
|    |                  |                      |                 | Ca <sub>0</sub> |                 |                 |
| pH | 5,4              | 5,3                  | 5,3             | 5,3             | 5,3             | 5,2             |
| Jl | 0,8              | 1,4                  | 1,3             | 1,2             | 1,7             | 1,8             |
| Ca | 1720             | 1520                 | 1600            | 1580            | 1600            | 1500            |
| K  | 65               | 45                   | 50              | 45              | 80              | 100             |
| Mg | 135              | 125                  | 130             | 130             | 135             | 130             |
| P  | 5,6              | 3,9                  | 3,4             | 3,4             | 3,4             | 4,0             |
|    |                  |                      |                 | Ca <sub>1</sub> |                 |                 |
| pH | 5,4              | 5,5                  | 5,4             | 5,4             | 5,3             | 5,4             |
| Jl | 0,8              | 1,5                  | 1,3             | 1,2             | 1,6             | 1,7             |
| Ca | 1680             | 1980                 | 1780            | 1700            | 1650            | 1870            |
| K  | 60               | 45                   | 50              | 43              | 95              | 80              |
| Mg | 130              | 140                  | 130             | 125             | 115             | 130             |
| P  | 5,4              | 3,8                  | 3,6             | 3,2             | 3,1             | 3,9             |

1) kukin tulos 3 maanäytteen keskiarvo



Taulukko 4. Kuiva-aine sadot eri vuosina, kg/ha

|                 | 1973 | 1974 | 1975  | 1976 |
|-----------------|------|------|-------|------|
| Etelä-Savo      |      |      |       |      |
| Ca <sub>0</sub> |      | 6926 | 10366 | 7932 |
| Ca <sub>1</sub> |      | 6626 | 10476 | 7594 |
| K <sub>0</sub>  |      | 7180 | 10065 | 7905 |
| K <sub>1a</sub> |      | 6965 | 10450 | 7755 |
| K <sub>1b</sub> |      | 6840 | 10620 | 8210 |
| K <sub>2a</sub> |      | 6765 | 10445 | 7685 |
| K <sub>2b</sub> |      | 6130 | 10525 | 7260 |
| Pohjois-Savo    |      |      |       |      |
| Ca <sub>0</sub> | 7216 | 6221 | 8220  | 8320 |
| Ca <sub>1</sub> | 7716 | 6258 | 6896  | 8312 |
| K <sub>0</sub>  | 7915 | 5601 | 6720  | 6590 |
| K <sub>1a</sub> | 7920 | 6492 | 7500  | 8355 |
| K <sub>1b</sub> | 7250 | 6950 | 7705  | 8535 |
| K <sub>2a</sub> | 7490 | 6559 | 8180  | 8860 |
| K <sub>2b</sub> | 7755 | 6092 | 7685  | 9015 |

