

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
SUONTUTKIMUSOSASTON TIEDONANTOJA

3/1973

ARKISTO  
Metsäntutkimuslaitos  
Suontutkimus osasto

KOIVULAJIEN RAVINNEPUUTEoireista TURVEMAILLA

Antti Reinikainen

Helsinki 1973







## KOIVULAJIEN RAVINNEPUUTEOIREISTA TURVEMAILLA

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosasto/Koivukeskus  
Antti Reinikainen

### 1. Johdanto

Lannoituksen vakiintuminen metsänparannuskeinona on monipuolistanut lannoitustarpeen määrittämismenetelmille asetettavia vaatimuksia. Ravinteiden lisäämisen tarve on voitava määrittää sekä kasvupaikka- että puulajikohtaisesti. Turvemailla, missä ravinteisuuden vaihtelu on varsin monisuuntaista, vallitsee erityisen selvä ristiriita käytännön ja teorian ravinteisuusdiagnostiikan tavoitteiden kesken (vrt. PAARLAHTI & al. 1971). Käytännön toivomukset kohtuullisen pienestä määrästä lannoitussuosituksia kilpistyvät suokasvupaikkojen ravinteisuuden väljään, monen ravinteen vaihteluun. Viljeltävän puulajivalikoiman laajentaminen ei ole omiaan helpottamaan tilannetta. Useat perustutkimukset (mm. van GOOR 1956, INGESTAD 1962, KOSKELA 1970) viittaavat siihen, että kasvupaikkakohtaisten lannoitussuositusten on voitava paljonkin joustaa viljeltävän puulajin ravinnevaatimusten mukaan. Rauduskoivun (*Betula verrucosa*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) liittäminen turvemailla suosittavien puulajien joukkoon vaatii turvemaiden tähän saakka lähes yksinomaan mäntyä (*Pinus silvestris*) varten rakennetun ravinnediagnostisen metodiikan kehittämistä.



Suometsissä käytössä olevat lannoitussuositukset on rakennettu HUIKARIN (1952) suotyypittelyn pohjalle ja ne perustuvat yksisuuntaiseen ravinteisuussarjaan, jota on lannoituskokeiden tulosten perusteella paikoin monitahoistettu (HUIKARI & PAAVILAINEN 1972). Muita ravinteisuusdiagnostiikan keinoja - maa- ja kasvianalyysiä, juuristoanalyysiä ja puuteoireita - ei toistaiseksi ole kytetty lannoitustarpeen kasvupaikkakohtaiseen määrityskaavaan. Ilmeisesti kaikki nämä lisäkeinot ovat tarpeen kun puulajikohtaisia lannoitussuosituksia lähdetään laatimaan. Puiden ulkoauissa ilmenevien oireiden hyväksikäytöllä voi olla erityistä kantavuutta juuri diagnostiikan tällä tasolla, koska viljeltävää kasvia itseään käytetään tietyn ympäristötekijän - tässä tapauksessa ravinteiden - mittarina. Jos oireasteet pystytään kiinnittämään puutetilan voimakkuuteen siten, että tunnettu oire kuvaa välittömän ravinnevajauksen suuruutta, voidaan symptomien avulla lannoitettaessa välttää kaavamaisessa yleislannoituksessa helposti syntyviä balanssivirheitä. Taimitarhapraktiikan on tietenkin tunnettava puutosilmiöt, jotka voivat olla jonkin verran erilaisia nuorilla taimilla ja vanhemmilla puilla.

Pääravinteiden (N, P, K) puuteoireita Betula-lajeilla on yhdenmukaisesti kuvattu monenlaisilta kasvupaikoilta ja astiakokeista (vrt. esim. TAMM & INGESTAD 1955, PENNINGSFELD 1964, BAULE & FRICKER 1967, REINIKAINEN 1967, 1968).

Typen puutteen on todettu ilmenevän lehtien kalpean kellanvihreänä värityksenä, jonka intensiivisyysaste kentties korreloi puutteen voimakkuuteen (mm. BAULE & FRICKER 1967, värikuva 15) samaan tapaan kuin vastaava symptom



esim. pyökillä (HOLSTENER-JØRGENSEN 1957).

Fosforin puutteen symptomina on kuvattu täysin kehittyneiden lehtien reunoilta epäsäännöllisesti leviävä nekroosi (kuivamalla kuoleminen) ilman kloroottista (keltaista viherkatoista) välivaihetta. (PENNINGSFELD 1964, REINIKAINEN 1967, 1968). Viimeksi mainittu on todennut edellisen kanssa konvergenttina ilmiönä verson tyviosien lehtien ennenaikaisen varisemisen. Lehtien ja nuorten versojen sinipunaisuus antosyaaniväriaineen muodostumisen seurauksena on INGESTADIN (1964) ja PENNINGSFELDIN (1964) astiakokeissa tulkittu fosforinpuuteoireeksi. Kivisuon kenttäkokeissa tämän myös kevät kylmyyteen kytkeytyneen (KOSKELA 1970) symptomien käyttäytymisestä P-lannoituksen suhteen ei saatu selviä tuloksia.

Kalin puutosilmiöiden suhteen eri tutkijain kuvaukset ja oireiden ulkoasu eri Betula-lajeilla vaihtelevat vähiten. TAMM & INGESTAD (1955), TAMM (1956), WALKER (1956), INGESTAD (1962), PENNINGSFELD (1964), HOYLE (1965), REINIKAINEN (1967, 1968), BAULE & FRICKER (1967) (Betula verrucosa kenttähavaintoja, sama astiakoe) antavat lähes identtiset selvitykset. Lehtien säännöllisen konsentrisesti leviävä reunakloroosi, jota pian seuraa nekroosi, on yhteinen kaikille kuvauksille. Useat mainitsevat lievimpänä asteena lehden reunojen käperlymisen ylöspäin.

Kalsiumin puutosilmiöitä ei Betula-lajeilla, jotka yleensä ovat sopeutuneet korkeaan tuotantoon maaperän alhaisissa pH-arvoissa, tunneta. Rauduskoivun oireettomuudesta koeolosuhteissa (hapan turvealusta), joissa poppelissa ja pyökissä esiintyi symptomeja, on olemassa aktiivinen havainto (PENNINGSFELD 1964).



Magnesiumin puuteoireita koivulla (*B. verrucosa*) on kuvannut vain INGESTAD (1962). Pikkutaimilla astiakokeessa lehdet kellertyivät ja tulivat sekä reunoiltaan että suonten välisiltä alueilta laikukkaan nekroottisiksi kunnes kuolivat. Kuvaus poikkeaa hiukan sekä yleisistä käsityksistä lehtipuiden Mg-puuteoireista (esim. BAULE & FRICKER 1967: poppelilla ja tammella suontenvälinen kloroosi ja sitä seuraava nekroosi) että muutamista näitä muistuttavista meikäläisillä suokasvupaikoilla (ojitettu RiRhSN(1), LK(1), LkN(1)) havaituista syyltään selvittämättömistä oireista (hieskoivulla tiukasti lehtisuonia myötäilevä kloroosi, REINIKAINEN (1968)).

Hivenainepuutetilojen symptomeista tunnetaan koivulla parhaiten Mn-puuteilmiöt. Niitä ovat TAMM & INGESTAD (1955), INGESTAD (1962) ja PENNINGSFELD (1964) kuvanneet miltei identtisesti. Yhdellä REINIKAISEN tutkimalla suokoekentällä (TR) on hieskoivulla tavattu vastaavia oireita tilanteessa, jossa myös männyssä ja Chamaenerionissa esiintyi Mn-puuteoireiksi tulkittuja värianomaloita. Oireena on lehtisuonten välisen alueiden kalpeankeltainen kloroosi (lehtien kuivuminen antoi odottaa itseään). PENNINGSFELDin (1964) edellä mainitussa kokeessa ei rauduskoivulla esiintynyt spesifisiä Cu-, Mo-, Zn- eikä Fe-puuteoireita, kasvun heikentymistä kylläkin esim. Mo-puutteessa.

## 2. Aineisto ja menetelmät

Materiaali on kaksiosainen: (1) REINIKAISEN umpikujaan ajautuneen väitöskirjatyön aineistosta on poimittu raudus- ja hieskoivua koskevat tiedot. Tämä osa käsittää puuteoireiden



inventoinnin 31 ojitettujen turvemaiden lannoituskoekentältä yhteensä 407 näytealalta. Apuaineistona on käytetty muuta em. työn yhteydessä kertynyttä materiaalia, jonka laatu pyritään selittämään taulukoiden ja graafisten esitysten yhteydessä. Koekentät ovat suhteellisen tasaisesti yli maan jakautuneet eteläisimmät Uudenmaan Suomensjärvellä ja pohjoisimmat Rovaniemen mlk:ssa. Suotyyppivalikoima on epätasainen, mutta kaikki HUIKARIN (1952) ravinteisuusluokat ovat edustettuina. (2) KOSKELAN (1969) suunnittelemlta kokeilta, joiden päätarkoitus on ollut tutkia kuusen ja koivulajien hallankestävyyden riippuvuutta kalkitus-lannoitus-käsittelyistä ojitetuilla turvemaidella. Tällä kokeella, jonka järjestelyt selviävät oheisista taulukoista, suoritettiin koivun ja kuusen taimien puuteoireiden inventointi elokuussa 1970.

Oireiden inventoinnissa noudatettiin REINIKAISEN (1966, 1967) esittämiä periaatteita. Arviointimetodi ja kenttälomakkeet suunniteltiin edellä kuvattuja lehtien värisymptomeja varten. Pyrkimyksenä oli saada kvantitatiivinen kuva esiintyvien oireiden voimakkuudesta. Kunkin näytealan kaikista taimista (4) inventoitiin ylimmän eteläpuoleisen sivuhaaran 10-25 lehteä. Fosforin ja kalin puutteen kloroottiset ja nekroottiset oireet sekä antosyaanin värjäämien lehtien runsaus ilmaistiin siten, että laskettiin ko. oiretta osoittavien lehtien määrä prosentteina näyteoksan lehtien määrästä ja näiden lukujen koealakohtaisia keskiarvoja käytettiin oireiden voimakkuuden tunnuslukuina. Typenpuuteoireena pidetty lehtien tasainen kellertyminen, joka näyttää esiintyvän koko oksassa <sup>+</sup> - tasalaatuisena, jouduttiin inventoimaan



toisella tavalla: värityksen intensiivisyys jaettiin silmävaraisesti kolmeen asteeseen ja jokaisesta taimesta arvioitiin, mitä astetta se edusti. Oireasteiden perusteella laskettiin typenpuuteoireindeksi, joka muotoutui siten, että lievimmän (1.) asteen runsausprosentti koealalla sai painokertoimen 1, 2. asteen 2 ja 3. asteen 3. Näillä indekseillä operoitiin.

Materiaalia on käsitelty vain laskemalla eri oireiden runsauslukujen keskiarvot lannoituskäsittelyittäin. Kutakin lannoituskäsittelyä ja puulajia tuli koejärjestelyn mukaan edustamaan maksimaalisesti 16 puuyksilön keskiarvo. Kuolleet taimet jätettiin keskiarvoista pois. Keskiarvot on esitetty puulajeittain, oireittain, koekentittäin ja lannoitustavoittain histogrammeina ja johtopäätökset perustuvat keskiarvojen harkinnanvaraiseen vertailuun.

### 3. Tulokset

#### 31. Aikaisemmat havainnot koivujen puuteoireista

Leivonmäen Kivisuon erikoiskoekentällä Keski-Suomessa vv. 1964-1966 tehdyt havainnot B. verrucosan ja B. pubescensin vitaliteetista sekä kalin- ja fosforinpuuteoireiden esiintymisestä - (typenpuuteoireita ei tavattu ja antosyaaniväri- tystä ei inventoitu) - oikeuttavat seuraaviin päätelmiin:

(1) Tälle kasvittomalle turvealustalle perustetulle kokeelle, jolle oli suoritettu mä-istutus, kehittyi viiden ensimmäisen koevuoden aikana luontaista tietä elinvoimainen koivutaimisto (keskim. 15700 - 11000 - 1.5 m pituista yksilöä/ha), jossa raudus- ja hieskoivun runsaussuhde oli turvemaillla varsin



outo 1:1,3, siis rauduskoivua yllättävän runsaasti. Männyn menestymiseksi on koivutaimistoa jouduttu kahdesti raivaamaan. (2) Taimiston runsausinventointi osoitti selvän eron hies- ja rauduskoivun kesken taimettumisen suhteessa lannoitukseen. Rauduskoivun runsaus oli erittäin merkitsevästi riippuvainen P- ja K-lannoituksesta ja näiden yhdysvaikutus oli positiivinen. Hieskoivun runsaus riippuu P-tekijästä heikommin kuin rauduksen ja oli lisäksi merkitsevästi positiivisesti riippuvainen N-lannoituksesta.

(3) Fosforin- ja kalinpuutteen oireet havaittiin molemmilla lajeilla identtiseksi ja johdantokappaleessa esitetyn kuvauksen mukaisiksi. Oireiden todettiin esiintyvän tänäsuina n. aikavälillä 15.7 - 15.8.

(4) Lajien oireiden runsauden suhtautuminen lannoitukseen ( $4^3$  - faktoriaalinen käsittely N tasot 0, 200, 400, 800 kg oulunsalpietaria; P-tasot 0, 200, 400, 600 kg hienofosfaattia ja K-tasot 0, 100, 200, 400 kg KCl/ha hajalannoituksena v. 1959 6-7 v. ennen oireinventointia) oli pääpiirteittäin samanlainen. Pieniä eroja havaittiin: N- ja K-lannoitukset sekä niiden yhdysvaikutus kärjistivät selvemmin hieskoivun fosforinpuuteoireita kuin rauduskoivun. Hieskoivussa ko. symptomia oli selvästi enemmän. Kalinpuuteoireet kuvastivat ehkä rauduskoivun suurempaa riippuvuutta PK-interaktiosta ja hieskoivun lähempää yhteyttä N-tekijään. Hieskoivun kalinpuuteoireiden runsaudenvaihtelusta lannoitus-tekijät selittivät 93.7%. Kun N-erillisvaikutusta lukuunottamatta kaikki lannoitusvaikutukset olivat tilastollisesti merkitseviä, on selvää, että esim. nämä symptomit kuvastavat nimenomaan ravinnebalanssia.



(5) Kalinpuuteoireiden osalta tarkasteltiin myös raudus- ja hieskoivun oirerunsausten välistä korrelaatiota ja regressiota. Korrelaatio oli erittäin merkitsevä ja jokseenkin kiinteä ( $r = 0.90^{xxx}$ ) ja regressioyhtälö osoitti lajien oireherkkyyden yhtäläiseksi näissä olosuhteissa. Tulokset oireiden esiintymisen fenologisesta rytmistä osoittivat että hieskoivu kenties on herkempi kalinpuutteen indikaattori: etenkin tyypiltään kuivumisluontoinen nekroosi ilmestyi hieskoivuun aikaisemmin ja oli tällä lajilla runsaampi.

(6) Verrattaessa oireiden esiintymistä viljavuusanalyysin antamiin vaihtuvien ravinteiden määriin turpeen 20 cm:n paksuisessa pintakerroksessa todettiin yhteydet kauttaaltaan varsin löyhiksi. Fosforinpuuteoireiden esiintymisen alarajana P-pitoisuuksissa näytti olevan 60 kg P/ha, mikä koeksessa oli summittain myös lannoituksen  $P_0$ - ja  $P_1$ -tasojen välinen raja. Kalinpuuteoireiden runsas esiintyminen (yli aineiston keskiarvon) taas vastasi turpeen K-pitoisuutta. n. 125 K/ha. Oireet tyystin poistanut lannoitus (6 v kesto) oli n. 3.5 x em. tavalla estimoitu ravinnevajaus.

(7) Vähäinen lehtianalyttinen aineisto (materiaali kerätty elokuussa 1966) osoitti, että visuaalisesti erotetut oireasteet ilmenivät kalinpuutetapauksissa tilastollisesti merkitsevästi myös lehtien K-pitoisuuksissa. Fosforinpuutetapauksissa ei vastaavaa suhdetta havaittu, vaikka  $P_0$  lannoitustasolla lehtien P-pitoisuudet olivatkin merkitsevästi alhaisemmat kuin  $P_{1-3}$ -tasoilla. Koska lehtibiomassat olivat jääneet mittaamatta, ei ravinnevajauksia lehtianalyysitulosten perusteella voida arvioida.

$P_1 =$   
66 kg  $P_{205}$ /ha

Eri suotyyppien lannoituskokeita käsittävän materiaalin perusteella taas voidaan koivulajeista,, - jotka tässä aineistossa edustavat hetrogeenista, luontaisesti syntyntä taimi-pienpuustoainesta - todeta seuraavaa:

(1) Fosforin ja kalinpuutteen symptomit esiintyvät koko kasvupaikkavalikoimalla edellä kuvattujen kaltaisina. Muiden ravinteiden puuteoireita tavattiin hyvin vähän. Rahkaisuustason koekentillä esiintyvät muutamat koivuyksilöt olivat typenpuuteoireellisia. Mg- ja Mn-puuteoireiksi tulkituja ilmiöitä tavattiin hieskoivussa muutamalla koekentällä (kts. sivu 4).

(2) Rauduskoivun luonnonvarainen esiintyminen ojikoilla ja muuttumilla näyttää lannoituksen jälkeenkin jäävän vähäiseksi. Niinpä kertynyt materiaali ei olekaan riittävää puuteoireita koskevien johtopäätösten tekoon. Vähät havainnot osoittavat rauduskoivun ja hieskoivun käyttäytyvän samaan tapaan.

(3) Normaalisti käsitellyillä lannoitetuilla metsäojitusalueilla hieskoivun fosforinpuuteoireet ovat huomattavasti harvinaisempia kuin Kivisuon erikoiskoekentällä. Niitä tavataan rahkoittuneiden soiden harvalukuisissa taimissa sekä korkeampien ravinteisuusluokkien rimpisillä soilla. Heikkoinkin P-lannoitus riittää poistamaan ne vuosikausiksi.

(4) Kalinpuuteoireet ovat varsin yleisiä kaikenkokoisilla hieskoivuilla. Rahka- ja tupasvilla-tasojen soilla niitä ei juuri tavata. Rimpisillä soilla tarvitaan varsin suuria K-määriä.(400-500 kgKCl/ha) poistamaan oireet pitkäksi ajaksi. PK-vuorovaikutussuhde on selvä. P-lannoitus kärjistää K-puutetta, mikä näkyy oireitten voimistumisena. Indikaatioita yksipuolisen P-lannoituksen haitallisuudesta K-taloudelle



on saatu karuimpienkin soiden P-lannoitusruuduilta.

(5) Mänty näyttää olevan hieskoivua oireherkempi kalinpuutostapauksissa.

### 32. Hallakokeiden tuloksiin perustuvat päätelmät

Diagrammeissa 1-4 on esitetty neljän selväpiirteisimmän ja yleisimmän koivulajin ravinnepuuteoireen runsaudet elokuussa 1970. Varsinkin Muhoksen koekentän diagrammien ulkoonäköön on suurella taimikuolleisuudella osuutensa.

Typenpuuteoireeksi arveltu lehtien kellertyminen (ositteinen kloroosi) on laskettujen indeksien valossa varsin yleistä myös N-lannoitetuilla ruuduilla. N-lannoitus näyttää kuitenkin vähentäneen symptomien runsautta keskimäärin 40-50%:lla. Koivulajit käyttäytyvät lähes yhdenmukaisesti. Liekö sattuma, että vahvasti rahkoittuneilla Kivisuon ja Alkkian kentillä symptomeja tavataan enemmän kuin Muhoksen tapauksessa ja että Vilppulan hiukan korkeampaa ravinteisuustasoa edustavalla kokeella typenpuuteoireita esiintyy vähiten.

Lehtien sinipunainen antosyaaniväriytys osoittautuu ilmiöksi, jota ei ainakaan tämän aineiston perusteella voida pitää fosforinpuutteen symptomina. Lähes kaikissa tapauksissa P-lannoitus on selvästi lisännyt tämän oireen määrää (KOSKELAN 1970 aineisto viittaa myös tähän). N-lannoituksen vaikutus näyttää samansuuntaiselta. K- ja Ca-vaikutuksissa ei ole yhtenäistä trendiä. Vegetatiivista rehevyyttä lisäävien P- ja N-käsittelyjen vaikutus viittaa siihen, että

antosyaaniväritys on näillä kokeilla kylmyyssyntyinen ja ehkä voimakkaammin riippuvainen paleltumiselle alttiiden monien solukoitten määrästä kuin näiden sisäisestä ionitasapainosta.

Fosforipuutenekroosiksi nimetty lehtien kuivumisilmiö vähenee etenkin hieskoivulla P-lannoituksen vaikutuksesta. N-tekijä vaikuttaa samaan suuntaan joskin lievemmin. Kivisuon kentän jokseenkin selvät K(vähentävä)- ja Ca(lisäävä)-vaikutukset selittyvät siten, että ko. kokeessa on aineistoon joutunut myös kalinpuutenekroositapauksia. Fosforin puutenekroosia tavataan vähiten luontaisesti "runsaaravinteisimmalla" Vilppulan kentällä ja eniten rakkaisimmalla Kivisuon kentällä.

Kalinpuutteen symptomeista on diagrammeina esitetty ainoastaan kloroosin lievimmän asteen runsaus. Vilppulan kenttää lukuunottamatta kalinpuuteoireita esiintyi vain yksittäistapauksina. Koivulajien mahdollinen kalinpuute saattaa olla karuimmilla soilla oireetonta samaan tapaan kuin männyilläkin silloin kun ravinneminimitekijäin tärkeysjärjestys on esim.  $P > N > K$ . Vilppulan Kaakkosuon koe-kentällä myös männyssä esiintyi selviä kalinpuutteen symptomeja. Oireet näyttävät olevan rauduskoivulla yleisempiä kuin hieksellä. Niiden reagointi lannoitukseen on selvä. Käytetty K-määrä poistaa ne ja P-lannoitus kärjistää niitä voimakkaasti.

Tiivistelmänä oireiden esiintymisestä hallakoekenttien koivut<sup>r</sup>aimissa voidaan todeta seuraavaa: (1) tulokset epävarmoja, koska koe on osittain tarkoitukseen soveltumaton



(2) antosyaanin aiheuttamaa lehtien punertumista ei turve-  
maiden koivuilla voida pitää spesifisenä ravinnepuuteoiree-  
na, (3) typenpuutekloroosia ja fosforinpuutenekroosia tavat-  
tiin jokseenkin runsaasti myös ko. ravintein lannoitetuilla  
aloilla, (4) kalinpuuteoireet antoivat yksiselitteisemmän  
tuloksen.

#### 4. Tarkastelua

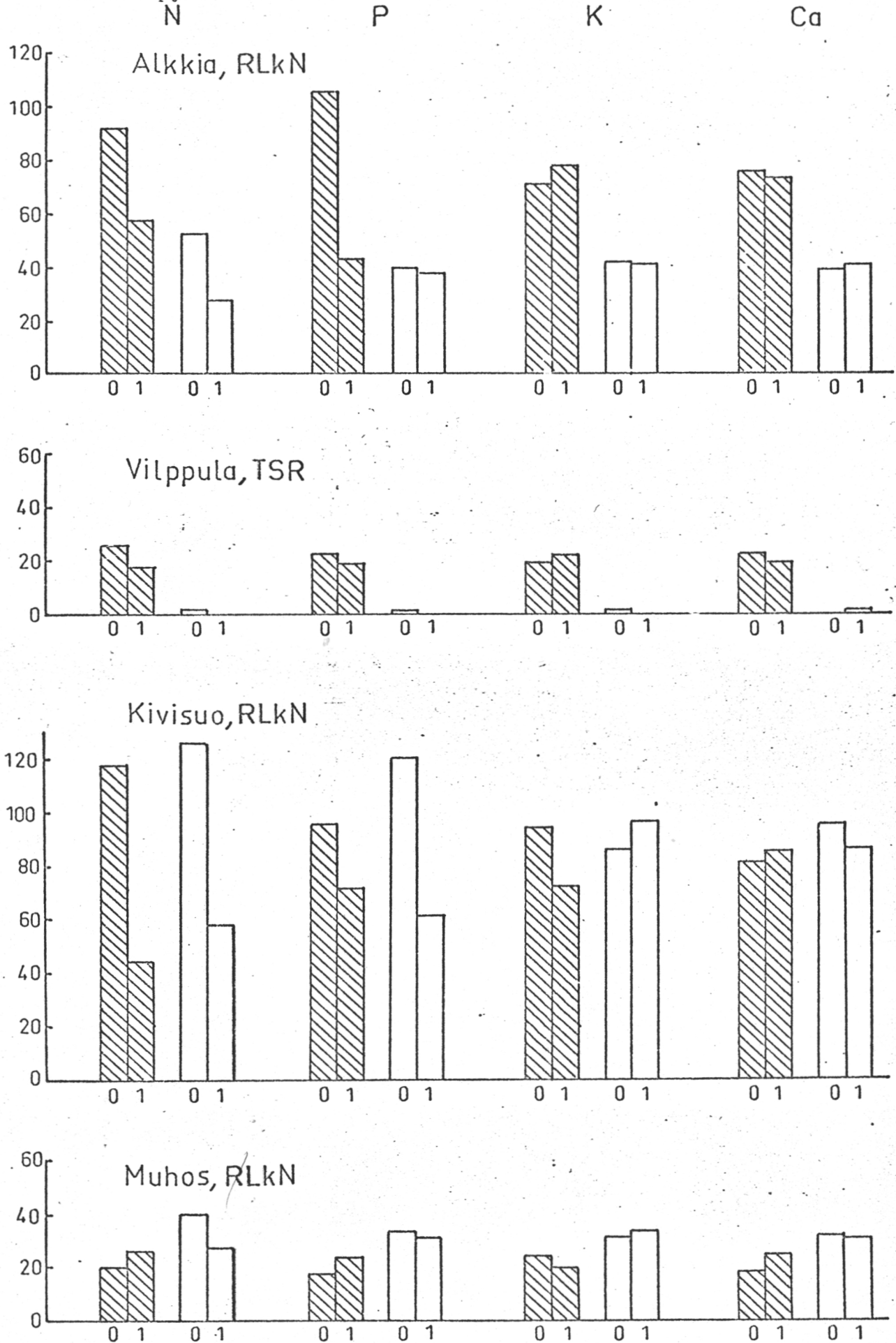
Kesävihannat lehtipuut ovat tunnetusti kiitollisimpia vi-  
suaalisiin symptomeihin perustuvan ravinnediagnostisen jär-  
jestelmän kannalta. Hies- ja rauduskoivun lehtisymptomit  
ovat verraten yksinkertaisesti kvantitatiivisesti arvioita-  
vissa. Tämänhetkiset tietomme riittävät tyydyttävästi koi-  
vujen symptomien kvalitatiiviseen identifiointiin. Oireiden  
diagnostinen käyttö lannoitustarpeen määrittämisessä on  
sen sijaan vielä hataralla pohjalla. Nopeata korjausta vaa-  
dittaisiin seuraavissa kohdissa: (1) symptomien voimakkuus-  
asteet olisi voitava kiinnittää lehtianalyysin antamiin leh-  
tien ravinnekonsentraatioihin oireiden esiintymisen fenologi-  
sesti edullisimpana aikana (n. 15.7-15.8). (2) oireiden voi-  
makkuuden ja puiden kasvun väliset korrelaatiot olisi selvi-  
tettävä, jotta kasvua rajoittavat puutetilat voitaisiin  
visuaalisesti todeta, (3) koivuvaltaisilla koekentillä sekä  
käytännön ojitus- ja lannoitusalueilla olisi kerättävä havain-  
toaineistoa symptomeista ja tiedot liitettävä kasvisosiolo-  
gisin perustein laadittuihin lannoitustarpeen määritys-  
kaavioihin.

K i r j a l l i s u u s

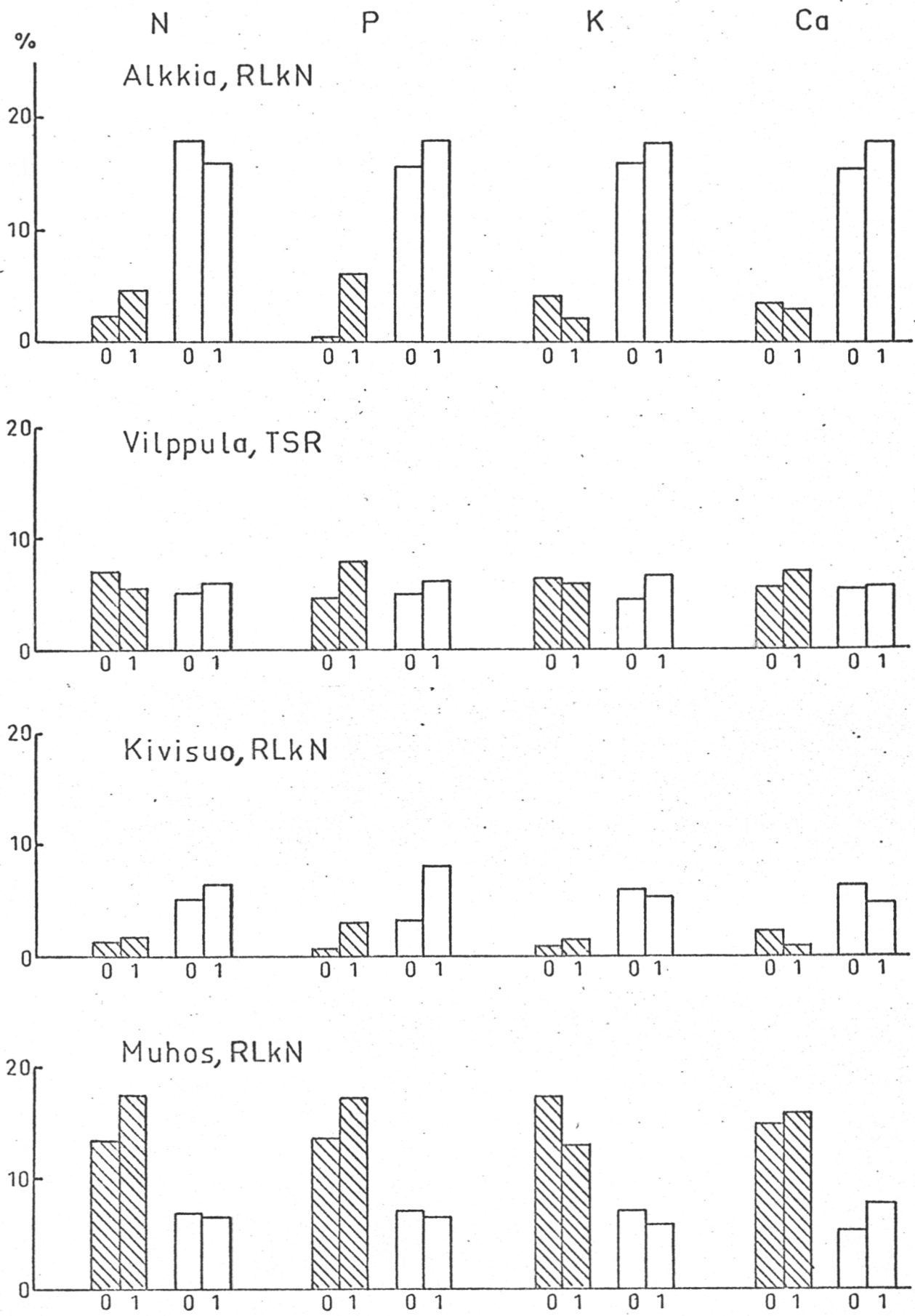
- BAULE, H. & FRICKER, C. 1967. Die Düngung von Waldbäumen.
- GOOR, G.P. van. 1956. Phosphorsäure 16.
- HOLSTENER-JØRGENSEN, H. & KLUBIEN, E. 1957. D. Skogsfor. Tidskr.
- HOYLE, M.C. 1965. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 475-480.
- HUIKARI, O. 1952. SF 75: 1-22.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1972. Metsän lannoitus.
- INGESTAD, F. 1962. Medd. fr. St. Skogsf.inst. 51.
- KOSKELA, V. 1970. FF 78.
- PAARLAHTI, K. & REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. MTJ 74.5
- PENNINGSFELD, F. 1964. Phosphorsäure 24: 199-212.
- REINIKAINEN, A. 1966. Lis.työ, konekirj. MTL
- "- 1967. Proc. of the Coll. on Forest. Fert.
- "- 1968. In: Jamalainen; Kasvien puutostaudit.
- TAMM, C.-O. & INGESTAD, T. 1955. VNN 11: 82-83.
- WALKER, L.C. 1956. For. Sci. 2.



Diagr. 1. Typenpuuteoireiden runsaus (oireindeksi, ks. teksti) lannoitus-  
 tasoittain esiteltynä (1 = lannoitettu ko. ravinteella, 0 = lan-  
 noittamaton, sisältää kokeen muiden lannoitteiden vaikutuksen  
 keskiarvona). Rauduskoivu = varjostetut pylvää, hieskoivu =  
 valkeat pylvää.

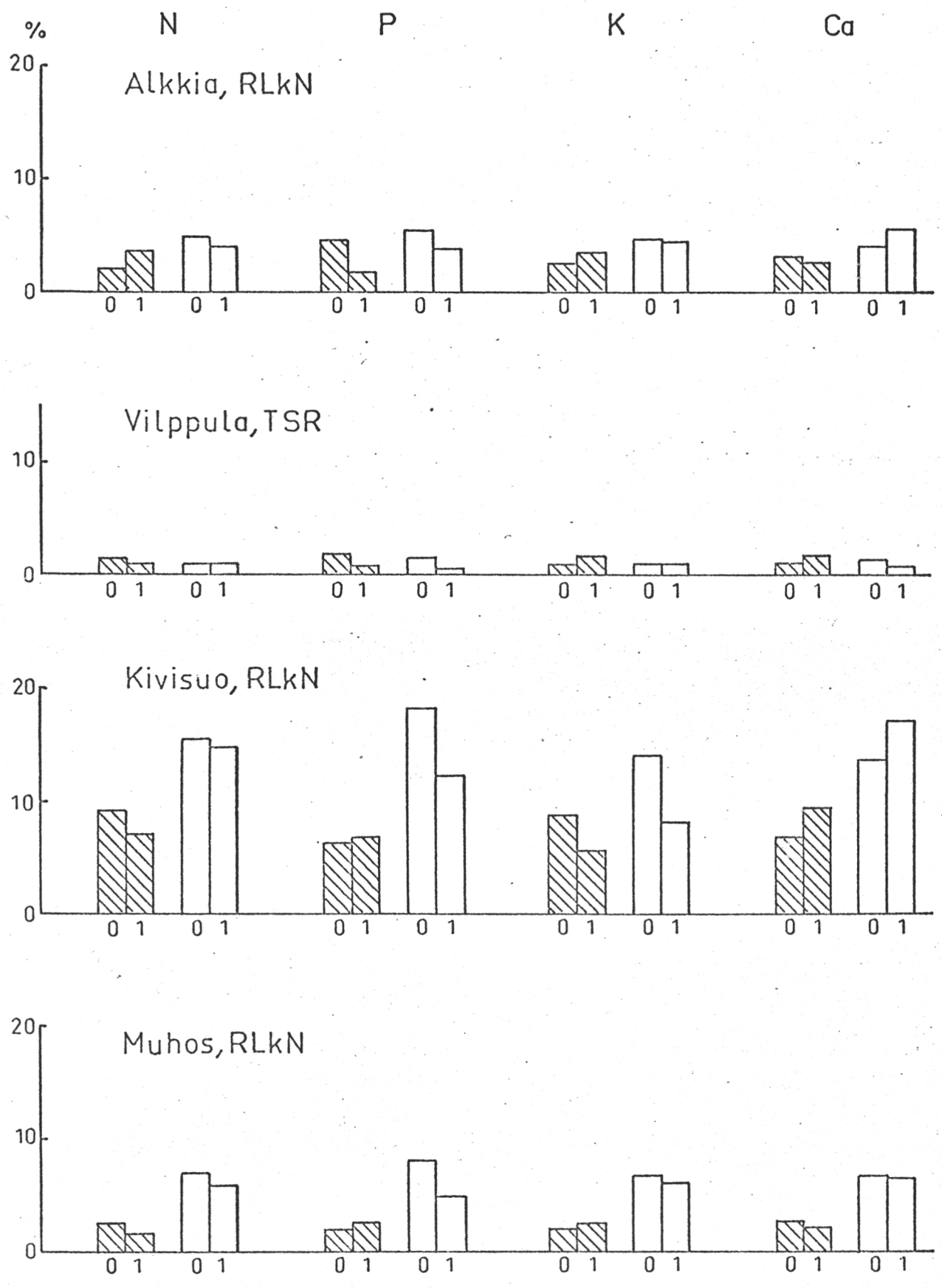


Diagr. 2. Antosyaanivärisymptomin runsaus (punaisia lehtiä %:na näyteoksan lehdistä) lannoitustasoinnain esitettyinä. Selitykset: ks. diagr. 1.

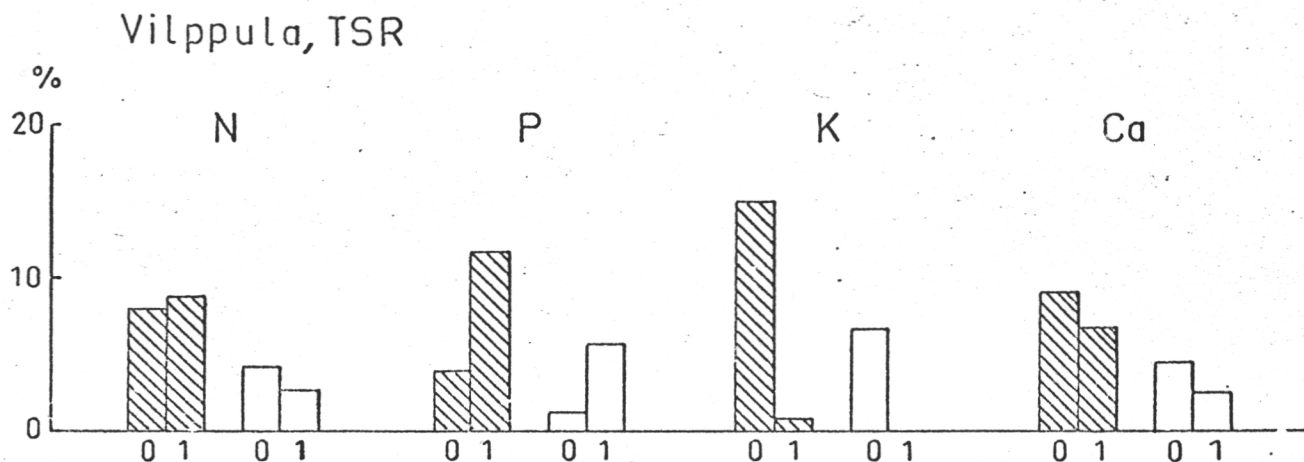




Diagr. 3. Fosforinpuutenekroosin runsaus (nekroottisia lehtiä, ~~%~~ näyteok-  
sen lehdistä) lannoitustasoittain esitettynä. Selitykset:  
ks. diagr. 1.



Diagr. 4. Kalinpuutekloroosin runsaus (kloroottisia lehtiä  $\frac{1}{2}$  ha näyteoksen lehdistä) lannoitustasoinnain esitettyinä. Selitykset: ks. diagr. 1.



*ei ole mahdollista saada tarkempaa, sopii kyllä tulkintaan*

Taulukko 1. Hallakokeiden järjestely

Lannoitteet:

N = oulunselpietari, 25 % N

P = hienofosfaatti, 33 %  $P_2O_5$

K = kalisuola 60 %  $K_2O$

Ca = dolomiittikalkki, 51.8 % CaO

Käsittelyt:

- A O
- B N 400 kg/ha
- C P 300 -"-
- D K 200 -"-
- E Ca 4000 -"-
- F N 400, P 300 kg/ha
- G N 400, K 200 -"-
- H N 400, Ca 4000 -"-
- I P 300, K 200 -"-
- K P 300, Ca 4000 -"-
- L K 200, Ca 4000 -"-
- M N 400, P 300, K 200 kg/ha
- N N 400, P 300, Ca 4000 -"-
- O N 400, K 200, Ca 4000 -"-
- P P 300, K 200, Ca 4000 -"-
- Q N 400, P 300, K 200, Ca 4000 kg/ha

Laikkulannoitus  $1 m^2$ . Ruudun koko 5 x 5 m, ruutuun 4 tainta 2 x 2 m.

HUOM. Suotyypit ja tyyppinimien lyhennykset ovat HEIKURAISEN (1960) oppikirjan mukaiset.







