



MTTK

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 2/88

TADEUSZ ANISZEWSKI
Kainuun tutkimusasema

**Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan
fenologinen tutkimus**

Phenological study on the trees, bushes and arable peat land

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 2/88

Tadeusz Aniszewski

PUIDEN, PENSAIDEN JA VILJELTÄVÄN TURVEMAAN
FENOLOGINEN TUTKIMUS

Phenological study on the trees, bushes and arable peat land

Kainuun tutkimusasema

92810 PELSONSUO, puh. 981-607132

(Nyk. osoite 88600 SOTKAMO, puh. 986-61741)

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ/SUMMARY

Alkusanat

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Fenologia tieteenä | 1 |
| 1.1. | Fenologian jako | 1 |
| 1.2. | Fenologian perinteitä Suomessa | 2 |
| 1.3. | Maatalousfenologia tieteenä | 4 |
| 1.3.1. | Viljelyskasvi maatalousfenologiassa | 5 |
| 1.3.2. | Maatalousfenologian kaksi tutkimusmenetelmää | 6 |
| 1.3.3. | Sovelletun fenologian merkitys maataloudessa | 7 |
| 2. | Kansainvälinen fenologian projekti | 8 |
| 3. | Suomen osallistuminen IPG-projektiin | 10 |
| 3.1. | Ensimmäinen IPG Suomessa | 10 |
| 3.2. | Fenologinen toimikunta | 11 |
| 3.3. | Kansainväliset fenologiset puutarhat (IPG) Suomessa | 13 |
| 4. | Kansainvälinen fenologinen puutarha (IPG 7) Pelsonsuolla | 14 |
| 4.1. | Fenologisen puutarhan sijainti | 14 |
| 4.2. | Ensimmäiset istutukset | 15 |
| 4.3. | Puutarhan kansainvälinen laajuus ja kasvien istutukset | 16 |
| 4.4. | Pelsonsuon IPG 7:n tutkimuksen lähtökohdat | 17 |
| 5. | Pelsonsuon IPG 7:n tuloksia | 19 |
| 5.1. | Kansainväliseen verkostoon lähetettyjä tuloksia | 19 |
| 5.1.1. | Ulkomaisten puiden ja pensaiden kuolleisuus Pelsonsuolla | 19 |
| 5.1.2. | Havupuiden ensimmäinen verso | 21 |
| 5.1.3. | Lehtien puhkeaminen | 24 |
| 5.1.4. | Lehtien kellastuminen | 24 |
| 5.1.5. | Lehtien putoaminen | 27 |
| 5.1.6. | Kukinta | 30 |
| 5.2. | Kotimainen tutkimus | 30 |
| 5.2.1. | Puiden akklimatisaatio Pelsonsuolla | 32 |
| 5.2.2. | Lehtien puhkeaminen | 34 |
| 5.2.2.1. | Betula pubescens, Kevo | 34 |

| | | |
|----------|---|----|
| 5.2.2.2. | Betula pubescens, Pelsonsuo | 36 |
| 5.2.2.3. | Betula pubescens, Punkaharju | 38 |
| 5.2.2.4. | Betula pubescens, Kökar | 38 |
| 5.2.2.5. | Betula verrucosa, Rokua | 40 |
| 5.2.2.6. | Betula verrucosa (&+R ja X-jalostusmateriaali) | 42 |
| 5.2.2.7. | Quercus robur, Ruissalo | 44 |
| 5.2.2.8. | Lehtien puhkeamisen fenologinen standardi | 47 |
| 5.2.3. | Lehtien kellastuminen | 52 |
| 5.2.3.1. | Betula pubescens, Kevo | 53 |
| 5.2.3.2. | Betula pubescens, Pelsonsuo | 53 |
| 5.2.3.3. | Betula pubescens, Punkaharju | 56 |
| 5.2.3.4. | Betula pubescens, Kökar | 56 |
| 5.2.3.5. | Betula verrucosa, Rokua | 58 |
| 5.2.3.6. | Betula verrucosa (&+R ja X-jalostusmateriaali) | 61 |
| 5.2.3.7. | Quercus robur, Ruissalo | 61 |
| 5.2.3.8. | Lehtien kellastumisen fenologinen standardi | 63 |
| 5.2.4. | Lehtien variseminen | 68 |
| 5.2.4.1. | Betula pubescens, Kevo | 68 |
| 5.2.4.2. | Betula pubescens, Pelsonsuo | 68 |
| 5.2.4.3. | Betula pubescens, Punkaharju | 70 |
| 5.2.4.4. | Betula pubescens, Kökar | 70 |
| 5.2.4.5. | Betula verrucosa, Rokua | 73 |
| 5.2.4.6. | Betula verrucosa (&+R ja X-jalostusmateriaali) | 73 |
| 5.2.4.7. | Quercus robur, Ruissalo | 76 |
| 5.2.4.8. | Lehtien varisemisen fenologinen standardi | 76 |
| 5.3. | Turvallinen kasvukausi | 82 |
| 6. | Turvemaan fenologiset ilmiöt 1966 - 1987 | 85 |
| 6.1. | Turvemaan fenologisen tutkimuksen perinteitä Suomessa | 86 |
| 6.2. | Pelonsuon turvemaan ominaisuuksia | 87 |
| 6.3. | Turvemaan lämmön lähteet | 90 |
| 6.4. | Fenologiset ilmiöt | 92 |
| 6.4.1. | Roudan sulaminen | 92 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 6.4.1.1. | Roudan sulamisen neljä tyyppiä | 93 |
| 6.4.1.2. | Turvemaan roudan sulaminen | 93 |
| 6.4.1.3. | Turvemaan roudan syvyys ja fenologinen standardi | 95 |
| 6.4.1.4. | Roudan sulamisen ajankohta | 98 |
| 6.4.1.5. | Roudan sulaminen ja fenologinen standardi | 98 |
| 6.4.2. | Turvemaan muokkaus ja kylvöaika | 101 |
| 6.4.2.1. | Käsite "oikea kylvöaika" | 101 |
| 6.4.2.2. | Turvemaan lämpökynnykset | 101 |
| 6.4.2.3. | Turvemaan kylvökunto ja fenologinen standardi | 102 |
| 6.4.3. | Kauran biokenoosin muodostuminen turvemaalla | 104 |
| 6.4.4. | Maan fenologinen tila kasvuhäiriön tapahtuessa | 105 |
| 6.4.4.1. | Kasvuhäiriö turvemaalla | 107 |
| 6.4.4.2. | Maan kasvuhäiriön fenologisen tilan määrittäminen | 107 |
| 6.4.4.3. | Nurmen kasvuhäiriö turvemaalla | 108 |
| 6.4.4.4. | Viljan kasvuhäiriö turvemaalla | 109 |
| 6.4.5. | Turvemaan syyslepotila | 109 |
| 6.4.6. | Turvemaan routaantumisen ajankohta | 109 |
| 7. | Loppusanat | 111 |
| | Lähteet | 113 |
| | Liitteet | 121 |

TIIVISTELMÄ/SUMMARY

Tutkimuksessa käsitellään Maatalouden tutkimuskeskuksen Kainuun tutkimus-
asemalla pääasiallisesti vuosina 1966-1987 tehtyjä puita, pensaita ja turve-
maata koskevia fenologisia havaintoja.

Tutkimuksessa analysoidaan sellaisia fenologisia ilmiöitä, kuin havupuiden
ensimmäisen kevätverson ilmestyminen, lehtien puhkeaminen, kukinta, lehtien
kellastuminen ja variseminen. Havaintokohteina olivat IPG-ohjelman mukaisten
kasvien lisäksi Betula pubescensin ekologiset muodot Kevosta, Pelsonsuolta
ja Kökarista. Lisäksi on tarkasteltu joitakin Betula verrucosan mutaatioita
ja Quercus roburia. Analysoimalla fenologisia havaintoja määriteltiin ns.
fenologinen standardi, jota tutkimuksessa on käytetty jonkinlaisena ver-
tailukohteena selviteltäessä turvemaan fenologisia ilmiöitä. Standardin avulla
on määritelty viljelykasveille ns. turvallisen kasvukauden pituus Kainuussa.
Tämä turvallinen kasvukausi, ts. kasvukausi, jolloin ei ilmene kasvuhäiriöitä,
on Kainuussa selvästi lyhyempi kuin tähän mennessä lämpötilan perusteella
on yleisesti väitetty. Hyvänä vuonna turvallisen kasvukauden pituus on 97
vuorokautta, kun taas huonona vuonna vain 71 vuorokautta.

Tutkimuksessa analysoitiin myös turvemaan fenologisia ilmiöitä ja niiden
suhdetta empiirisesti muodostettuihin fenologisiin standardeihin. Tutkimus-
tulokset osoittavat selvästi, että fenologisten ilmiöiden (turvemaan roudan
sulaminen, turvemaan kylvökunto, biokenoosin muodostumisajankohta ja
maan fenologisessa tilassa esiintyvä kasvuhäiriö) ja fenologisen standardin
välillä vallitsee matemaattinen yhteys. Tutkimuksessa esitetään kaavat, joiden
avulla pystytään melko tarkasti määrittelemään ja ennakoimaan kevään ja
kesän kehitys turvemaalla. Sen lisäksi on määritelty turvemaalla viljeltävän
nurmen ja viljan kasvuhäiriöt.

Tutkimus osoittaa, että fenologisille havainnoille löytyy hyödyllisiä sovelluksia
turvemaan kasvitutannossa.

Phenological observations on the trees, bushes and peat land made by the Agricultural Research Centre's Kainuu Research Station, mostly during the years 1966-1987, are treated in this research.

In this study is analyzed such phenological phenomena, for example, first may sprouts of coniferous trees, leafing, flowering, general turning and general falling of leaves. The observations were concentrated in addition to plants in accordance with IPG's programme and also to the Betula pubescens's local ecological forms from Kevo, Pelsonsuo, Punkaharju and Kökar. Furthermore are examined Quercus robur and some mutations of the Betula verrucosa. Through analysis of phenological observations is defined the so-called phenological standard, which in this research also will be used as some object of comparison in the clearing of the arable peat land's phenological phenomena. With the help of the phenological standard, it is possible to define the length of so-called safe growing period for cultivated plants in the Kainuu Region. This safe growing period, in the other words, the growing period when there are no disturbances of growth, is in the Kainuu Region clearly more short than on the grounds of temperature sum as has been claimed up to now. In the case of a good year, safe growing period's length is 97 days and in the case of a worse year it is only 71 days.

This research also analyze phenological phenomena of arable peat land and their relation to the empirically formed phenological standards. The results proved clearly that there is a mathematical relation between the phenological phenomena (peat land frost fusion, peat land sowing condition, time of the formation of peat soil, biocenosis, peat land disturbance of growth) and the phenological standard. With the formulae presented in this research, it is possible almost accurately to define and anticipate development of spring and summer on the peat soils. Also in this research is defined disturbances of grass and cereal's growth in the cultivated peat land.

Generally results of this research are proving that phenological observations have useful applications to the plant production in the peat soils.

ALKUSANAT

Tämän tutkimuksen päätavoitteena on analysoida vuosina 1966-1987 turvemaalla tehtyjä fenologisia havaintoja. Tutkimuksen suorittamisen on mahdollistanut se tärkeä seikka, että Maatalouden tutkimuskeskuksen Kainuun tutkimusasemalla Vaalan Pelsonsuolla on säännöllisesti tehty fenologisia havaintoja. Tästä kuuluu kiitos kaikille tutkimusaseman entisille johtohenkilöille, jotka ovat tehneet havaintoja tai myötävaikuttaneet niiden tekoon. Haluan kiittää myös MTTK:n Kainuun tutkimusaseman tutkimusta avustanutta henkilökuntaa heidän merkittävästä työpanoksestaan.

Parhaat kiitokset kuuluvat Suoviljelysyhdistys ry:lle, joka on taloudellisesti tukenut tämän raportin valmistumista. Tutkimus olisi kuitenkin ollut mahdotonta suorittaa ilman Maatalouden tutkimuskeskuksen myötävaikutusta ja sen eri tutkimusyksiköiden antamaa apua.

Jyväskylän maalaiskunnassa, joulukuussa 1987

1. FENOLOGIA TIETEENÄ

F e n o l o g i a (kr. phainesthai "tulla näkyviin" ja logos "tiede") tutkii luonnossa vuosi vuoden jälkeen toistuvia elämän syntyä ja kehitystä koskevia ilmiöitä. Se tutkii eläviä organismeja ja kuuluu näin ollen biologisiin tieteisiin. Fenologian tutkimuskenttä ulottuu kuitenkin myös biologian ulkopuolelle, sillä se tutkii eläviä organismeja ympäristön vaikutuksen näkökulmasta. Fenologia sijoittuu muihin tieteisiin nähden sekä perus- että soveltaviin tieteisiin, yleisestä biologiasta biotekniikan kautta aina kasvi- ja kotieläintuotantoa palveleviin tieteisiin. Erityisen merkityksellistä on tällä hetkellä fenologisen tutkimuksen soveltaminen maatalousgeofysiikassa, kasvi- ja eläinjalostuksessa, deskriptiivisessä genetiikassa ja geeniteknologiassa sekä jo mainitussa kasvi- ja eläintuotannossa. Erilaiset fenologiset sovellutukset ovat mahdollisia myös kasvi- ja eläinsosiologiassa. Myös joidenkin maiden puolustuslaitokset käyttävät hyväkseen fenologisia tietoja. Niiden hankinta ja soveltaminen lisääntyy koko ajan.

1.1. Fenologian jako

Fenologia tieteenä käsittää laajan ja monipuolisen tutkimus- ja opetusalan. Tästä johtuen fenologisten tietojen hankinta ja soveltaminen ovat olleet suoraan vaikuttamassa siihen, miten fenologia jaetaan eri osatieteisiin. Fenologian tutkimus- aluetta ja -metodeja, sen kehitystä tieteenä ja yhteyttä muihin tieteisiin käsittelee yleinen fenologia (General Pheno-

logy): Lintujen fenologisia ilmiöitä tutkii lintufenologia (Aviphenology), mikromaailman eliöitä pieneliöfenologia (Insect Phenology) ja makromaailman organismeja eläinfenologia (Zoophenology). Erittäin laajan ja merkittävän fenologian osan muodostavat kasvi- (Phytopenology) ja maatalousfenologia (Agrophenology). Muut fenologian osat ovat WANGin (1967) mukaan trooppinen fenologia (Tropical Phenology), ilmastofenologia (Climatological Phenology) ja kukkafenologia (Floral Phenology). Viime aikoina on voimakkaasti kehittynyt kokeellinen fenologia (Experimental Phenology) sekä maaperäfenologia (Pedopenology).

1.2. Fenologian perinteitä Suomessa

Suomessa fenologisen havainnoinnin perinteet ovat vahvat. Historiallisesti niiden alku ulottuu jo Ruotsin-Suomen aikoihin. JOHANSSONin (1954a) mukaan suomalaisen fenologian perinteet ovat yhtä vanhat kuin ruotsalaisen fenologian juuret ja ne ovat uuden ajan maailman vanhimpia. Vanhemmat perinteet ovat ainoastaan Krakovan yliopistolla, jossa ensimmäisiä havaintoja tehtiin vuonna 1490 (WANG 1967). MOBERGIN (1894) ja JOHANSSONin (1954a) mukaan ensimmäisiä fenologisia havaintoja on tehty Suomessa Turussa (prof. J. Leche) ja Pyhäjoella (kirkkoherra N. Mathesius) jo vuonna 1750. Sen jälkeen rovasti S. Castrén havaitsi vuonna 1758 luonnon kehitystä Utsjoella. Fenologisia havaintoja tehtiin Kainuun Paltamossa vuosina 1759-1774 sekä Muhoksella vuosina 1768-1769 ja 1772-1795. Apteekkari J. Julin teki havaintoja Oulussa vuodesta 1776 vuoteen 1786. Fenologista varhaistutkimusta on tehty myös Pälkäneellä vuosina 1788-

1789 ja 1800-1804, Sodankylässä v. 1789 ja Kemissä vuosina 1793-1801. Yksityisiä havaintoja eri paikkakunnilla tehtiin koko ajan.

Suomen Tiedeseura organisoi viime vuosisadalla laajan verkoston, jonka avulla kerättiin fenologisia tietoja. Saatuja tietoja Suomen Tiedeseura on julkaissut vuodesta 1896 lähtien (PIPPING-REUTER 1936, 1937, KIHLMAN 1896, 1900).

1900-luvun alussa fenologisia teoksia, jotka käsittelevät mm. kasvifenologiaa, ovat julkaisseet (BROTHERUS 1908, 1911, 1914a, 1914b, 1919a, 1919b, 1921a, 1921b, 1925a, 1925b, 1935), CAJANDER (1922), LINKOLA (1924, 1931), KAIKKO (1940) ja PIPPING-REUTER (1927a, 1927b, 1935, 1936, 1937, 1941, 1942, 1948, 1952).

1950-luvulla yleistä fenologiaa kehittivät Suomessa mm. JOHANSSON (1954a, 1954b), LEHTORANTA (1951) ja ERKAMO (1961). Sen jälkeen Suomessa on fenologisessa tutkimuksessa havaittavissa hiljainen vaihe, joka perustuu siihen yksinkertaiseen olettamukseen, että luonnossa tapahtuvia fenologisia ilmiöitä pystytään selvittämään ilman fenologiaa, pelkästään fysikaalisilla suureilla. Tämä näkemys on johtanut siihen, että varsinainen fenologinen tutkimus jäi unohduksiin, vaikka maatalousfenologiaa sivuavia kirjoituksia on julkaistu melko runsaasti. Tällaisiin tutkimuksiin kuuluvat seuraavat teokset: VALLE (1953, 1962, 1964, 1966) VALLE & CARDER (1962), LALLUKKA & MUKULA (1977), MUKULA (1978).

1970-luvun loppupuolelta lähtien eri tieteiden parissa viriää fenologisten ilmiöiden tutkimus. Tätä aikaa fenologiassa on

käsitelty mm. seuraavien tutkijoiden töissä: SILFVERBERG (1979), PELKONEN (1981), MIKOLA (1982), SEPPÄLÄ (1976, 1982), HICKS (1985) ja KOUTANIEMI (1985). 1980-luvulla maataloustutkimuksessa kehittyi samanaikaisesti yleisilmastotieteellinen tutkimus-suunta, jota tarkastelevat ELOMAA & PULLI (1985) ja ELOMAA & MUUT (1985). Em. työt ovat fenologiaa lähellä, mutta eivät kuulu varsinaisesti sen alaan.

Nykyään sovellutustasolla, erityisesti maataloustutkimuksessa, tehdään joka vuosi paljon fenologisia havaintoja. Myös metsäalan tutkimus on kiinnostunut fenologisista havainnoista. Syvällinen fenologinen sovellutus molemmilla aloilla on kuitenkin vasta kehittymässä, vaikka metsätieteiden puolella MIKOLAN (1982) ja SILFVEBERGIN (1979) tutkimukset muodostavat hyvää perustaa tällaiselle kehitykselle. Samaa ei valitettavasti voida sanoa perustutkimuksesta, jossa fenologinen näkökulma on riittämätön. Oulun yliopiston kasvitieteen professori Havas kirjoittaa, että Suomessa on fenologisen seurannan perinteitä. Tämän rekisteröinnin suorittaminen järjestelmällisesti ja tieteellisin menetelmin on kuitenkin laiminlyöty (HAVAS 1985). Suomesta puuttuu myös oma fenologinen tieteellinen seura.

1.3. Maatalousfenologia tieteenä

Fenologia varsinaisena tieteenä on suhteellisen nuori. Muutamien tutkijoiden mukaan se sai alkunsa tieteenä vasta 1751, kun ruotsalainen Karl von Linné julkaisi Philosophia Botanican. Siinä käsitellään ensimmäistä kertaa fenologisia havaintoja (MORGEN

1951). Maatalousfenologia on vielä nuorempi huolimatta siitä, että käytännön fenologisia kalentereita käytettiin maataloudessa jo vanhalla ajalla Kiinassa ja myöhemmin myös Roomassa. Maatalousfenologia puolestaan sai tieteenä alkunsa vasta tämän vuosisadan alussa, kun saksalainen IHNEN (1905) tutkimus paikallisesta fenologiasta ilmestyi. Tämän työn tuloksia sovellettiin suoraan maatalouteen, erityisesti kasvinviljelyyn ja kasvinjalostukseen sekä kasviakklimatisaatioon. Maatalousfenologia on siis soveltavana tieteenä varsin nuori ja usein sitä käsitellään epäitsenäisenä tieteenosana, ts. vain osana maatalousmeteorologiaa, joka taas on osa geofysiikasta. Joissakin tutkimuksissa maatalousfenologiaa pidetään ekologian osana. Maatalousfenologian epävarmaan asemaan tieteiden kentässä on vaikuttanut se, että sitä ovat kehittäneet lähinnä kasvitieteilijät, tähtitieteilijät, matemaatikot ja geofyysikot. Sen sijaan maatalousasiantuntijoiden panos maatalousfenologiaan on tähän mennessä ollut suhteellisen vähäinen.

1.3.1. Viljelykasvi maatalousfenologiassa

Kuten fenologiassa niin myös maatalousfenologiassa toimii monivuotinen viljelykasvi tai rikkakasvi (tai mikä tahansa muu kasvi) mittausvälineenä. Kasvi on kaikista "mittareista" tärkein ja lisäksi erittäin herkkä. Päinvastoin kuin tavalliset mittarit (keinotekoiset), kasvi ei tee virheitä. Mittausten rajoittavana tekijänä on tutkijan havaintokyky. Kasvit ovat parhaita kasvupaikan mittareita. Toisin kuten tavallisissa mittareissa (esimerkiksi lämpömittareissa), voidaan kasvin skaalaa

laajentaa ja tarkentaa tietyn kasvupaikan mittarina jopa solun ja solukon asteelle. Tämä on erittäin tärkeä, koska tietyssä biotoopissa esiintyvä ilmiö on luonteeltaan monimutkainen, mutta biologisesti hyvin looginen selvine kehitysketjuineen. Tämän ketjun tunteminen ja sen käyttö maatalousfenologiassa tekee kasvista tarkimman mittarin. Periaatteessa viljelykasvi fenologisena mittarina ei poikkea filosofisesti mittareista, joita käytetään esimerkiksi säähavaintoasemalla. Näiden mittausten yleinen pääperiaate on mahdollisimman yksinkertainen rakenne ja mittareiden samankaltaisuus, jotta mittauksia voitaisiin vertailla keskenään. Myös maatalousfenologiassa tätä ehtoa noudatetaan. Yleisesti käytetään tiettyjä kasveja, jotka tunnetaan a priori ja vain näiden kasvien kehitystä vertaillaan. Maatalousfenologiassa ei ole tärkeää, onko mittarina käytettävä kasvi monivuotinen vai yksivuotinen, onko se viljelykasvi vai ko villinä kasvava kasvi. Periaate on kuitenkin se, että vertailtavilla mittareilla tulee olla samanlainen kasvupaikka. Kolmantena komponenttina on mittaustulos eli aika, joka voidaan esittää joko päivämääränä tai päivämäärää kuvaavana suureena.

1.3.2. Maatalousfenologian kaksi tutkimusmenetelmää

Maatalousfenologia siis tutkii biotoopin ja sen ekotoopin kasvutai kehitysasteita. Tästä syystä sovelletaan kahta tutkimusmenetelmää. Toinen niistä on ns. analyttinen biotoopin tutkimusmenetelmä, joka perustuu jokaisen ilmasto- ja edafisen tekijän erilliseen mittaukseen (esim. mitataan lämpötila, sade, tuuli, evaporaatio, mekaaninen ja kemiallinen maaperän koostumus, hap-

pamuus, auringonpaiste jne.). Tämä fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin perustuva menetelmä on teoreettisesti hyvin tutkittu ja perusteltu, mutta käytännön maa- ja metsätaloudessa se ei anna riittävän varmaa tietoa biotoopin tunnistamiseksi ja varsinkaan se ei anna tietoa biotoopissa tapahtuvista kasvutekijöiden reduktio- ja tuotantoprosesseista. Tämän takia käytetäänkin toista ns. synteettistä menetelmää, joka perustuu kasvutekijöiden biotoopissa aikaansaamaan yhteisvaikutukseen.

1.3.3. Sovelletun fenologian merkitys maataloudessa

Maatalousfenologiassa käytetyt kaksi menetelmää (analyyttinen ja synteettinen) ratkaisevat maataloudellisia ongelmia, kun kysymyksessä on viljelykasvien virallisen lajikeluettelon laatiminen, kasvien akklimatisointi, tietyn alueen mikroilmaston kuvaus tai maatilan fytoilmaston vaihtelun kartoitus, peltotöiden suunnittelu, kasvinsuojelutoimenpiteet, korjuu tai puintityöt. Erittain tärkeää on, että kasvigenetiikassa hyvin usein geenimerkkinä (gene mark) esiintyy tietty fenologinen suure. Myös lajikkeiden vaihtelua, taantumista ja poikkeavaa esiintymistä ekstreemalisissa kasvuoloissa voidaan tutkia maatalousfenologian avulla. On mainittava, että ilman maatalousfenologista tutkimusta koko kasvijaalostuksen toimenpiteet ovat kyseenalaisia. Myöskään kasvin geeniteknologia ei tule toimeen ilman kasvifenologiaa. Maatalousfenologia on nykyään maataloustiedettä, jonka avulla tarkistetaan analyttisesti ja synteettisesti muiden bio- ja kemiallisten maatalousalojen tutkimustuloksia.

2. KANSAINVÄLINEN FENOLOGIAN PROJEKTI

Fenologian kehittyessä tieteenä syntyi jo alkuvaiheessa tarvetta laajentaa tutkimusta eri maihin. Ensimmäinen kansainvälisen fenologian alan yhteistyökokouksen järjesti Mannheimin Ilmatieteen seura Saksassa vuonna 1780 ja yhteistutkimuksen tuloksia julkaistiin pääasiallisesti vuosina 1781-1792. Laajan kansainvälisen yhteistyön kehittyminen liittyy vahvasti belgialaisen fenologin Queteletin nimeen. Hän järjesti tutkimusta samanaikaisesti 80 havaintopaikassa Belgiassa, Hollannissa, Italiassa, Ranskassa, Englannissa ja Sveitsissä. Uusi käänne kansainvälisessä fenologian alan yhteistyössä oli ensimmäinen Kansainvälinen fenologinen konferenssi v. 1935 Gdańskissa. Toisen maailmansodan jälkeen yhteistyötä on kehitetty pääasiallisesti YK:n Maailman ilmatieteen järjestön (WMO) alaisena. 1950-luvun alkupuolella Kansainvälinen ilmatieteen kongressi päätti mm. laajasta kansainvälisestä fenologian ohjelmasta, johon kuului kansainvälisten fenologisten puutarhojen verkoston järjestäminen. NIELSENin (1971) mukaan ehdotuksen puutarhaverkoston perustamisesta teki saksalainen Dr. F. Schnelle, jonka suunnitelmaan kuului järjestää Euroopassa 50-60 kansainvälistä fenologista puutarhaa. Ne sijoittuisivat Kreikasta Pohjois-Skandinaviaan ja Puolasta Irlantiin. Kansainvälisten fenologisten puutarhojen päätehtäväksi määriteltiin tutkia muutamien geneettisesti samankaltaisten puiden ja pensaiden (tree and bush clones) reagointia sääoloihin. Myös kevään tuloa Eurooppaan alettiin tutkia.

Kansainvälisten fenologisten puutarhojen projektin työstä vasta-

si Kansainvälisten fenologisten puutarhojen yhteistyöryhmä (Working Group on International Phenological Gardens), jonka ensimmäisenä esimiehenä oli Dr. Fritz Schelle Offenbachista ja hänen apulaisensa oli Prof. Dr. E. Volkert Hann.-Mündenistä. Ensimmäinen Kansainvälinen fenologinen puutarha (IPG) järjestettiin Offenbachiin vuonna 1959. Vuonna 1960 IPG perustettiin Itävaltaan, vuonna 1962 Tšekkoslovakiaan ja Jugoslaviaan ja seuraavana vuonna Norjaan, Ruotsiin, Sveitsiin ja Kreikkaan. Suomen ensimmäinen IPG perustettiin vuonna 1964.

Vuoteen 1987 mennessä on perustettu kaikkiaan noin 80 IPG:tä 20:ssä eri Euroopan maassa (FREITAG 1987; SCHNELLE 1986). Nykyään tutkimukseen osallistuu aktiivisesti 62 Kansainvälistä fenologista puutarhaa, joista saadaan vuosittain yli 2 400 fenologista havaintoa. Vuonna 1986 järjestettiin Länsi-Saksan Ilmatieteen laitoksen Maatalouden sääpalvelu- ja fenologian toimiston sekä Maatalousmeteorologian osaston alaisuuteen kansainvälisten fenologisten tietojen rekisteri (FREITAG 1987). Suomesta on toistaiseksi osallistunut tähän projektiin kolme IPG:tä. Yksi niistä on Kansainvälinen fenologinen puutarha numero 7 (IPG 7) Pelsonsuolla. Em. rekisteriin saatujen tietojen perusteella voidaan BAUMGARTNERin (1986) ja FREITAGin (1987) mukaan tutkia mm. puiden ja pensaiden geneettistä samankaltaisuutta eri ilmasto-oloissa, kasvupaikan ja paikallisten sääolojen vaikutusta kasveihin, fenologista ja ilmastollista kasvin yksilökuvaa, kasvien alkuperän vaikutusta vuotuisen kasvurytmiinsä ja sopeutumista kasvuoloihin eri ilmastotyypeissä.

3. SUOMEN OSALLISTUMINEN IPG- PROJEKTIIN

Suomi liittyi Kansainvälisten fenologisten puutarhojen yhteistyöprojektiin Norjan ja Ruotsin jälkeen kolmantena pohjoismaana. Suomen osallistuminen projektiin on tapahtunut suoraan suoviljelyyn, halla-, puutarha- ja metsätutkimuskoelaitosten kautta.

3.1. Ensimmäinen IPG Suomessa

Ensimmäinen aloite Suomen mukaantulosta kansainvälisten fenologisten puutarhojen yhteistyöhön tehtiin Suoviljelysyhdistyksen ja Leteensuon koeaseman silloiselle toiminnanjohtajalle MMT Yrjö Pessille hänen vuonna 1963 Offenbachiin suorittamansa vierailun aikana (SCHNELLE 1964a). Kiinnostusta osallistua kansainväliseen tutkimukseen löytyi Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhalaitokselta Piikkiössä, Maatalouden tutkimuskeskuksen Hallankoeasemalta Pelsonsuolla ja Turun yliopistolta. Myös Metsäntutkimuslaitos ilmoitti olevansa hyvin kiinnostunut projektista.

Suomen ensimmäinen kansainvälinen fenologinen puutarha perustettiin keväällä 1964 MTTK:n Puutarhaosastolle Piikkiöön. Alunperin tarkoitus oli perustaa vastaava puutarha myös Pelsonsuolle, mutta se ei ollut vuonna 1964 mahdollista ilman Hallantutkimusvaliokunnan päätöstä (SCHNELLE 1964b). Hallantutkimusvaliokunta käsitteli fenologisten puutarhojen perustamista kos-

kevaa suunnitelmaluonnosta 4. elokuuta 1964. Tämän kokouksen pöytäkirjan 5. pykälään kirjoitettiin mm.: "Valiokunta päätti esittää suosituksen, että professori J. Säkö Maatalouden tutkimuskeskuksesta (kokoonkutsujana), professori P. Kallio Turun yliopistosta ja professori R. Sarvas Metsäntutkimuslaitoksesta ja samalla hallantutkimusvaliokunnan jäsenenä, muodostaisivat toimikunnan kehittämään ja toteuttamaan suunnitelmaa fenologisten puutarhojen perustamiseksi Suomeen" (HALLANTUTKIMUSVALIOKUNTA 1964). Samassa kokouksessa todettiin Piikkiössä jo olevan IPG ja suunniteltiin alustavasti puutarhojen perustamista Punkaharjulle, Ylistaroon, Maaninkaan, Rovaniemelle ja Kevolle. Keskustelussa mainittiin myös mahdollisuus perustaa fenologisia puutarhoja Ruukkiin, Sodankylään tai Pelsolle. Niiden hoitajajana voisi olla Oulun yliopisto. Hallantutkimusvaliokunnan kokouksessa nousi esiin mielipide, että kansainvälisen tutkimuksen lisäksi pitäisi suomalaisissa IPG:ssä suorittaa myös pelkästään kotimaan palvelukseen tulevaa tutkimusta.

3.2. Fenologinen toimikunta

Fenologisen toimikunnan perustava kokous kutsuttiin koolle 14. tammikuuta 1965 Maatalouden tutkimuskeskuksen Puutarhalaitokselle Piikkiöön. Ensimmäisessä kokouksessa olivat läsnä kaikki toimikunnan jäsenet: prof. J. Säkö, prof. R. Sarvas ja prof. P. Kallio. Asiantuntijana oli kokoukseen kutsuttu silloinen maisteri Max Hagman Punkaharjun Metsänjalostusasemalta. Kokous määritteli Fenologisen toimikunnan tehtäväksi kansainvälisten fenologisten puutarhojen suunnittelemisen ja perusta-

misen Suomeen sekä huolehtimaan siitä, että havaintojen teko puutarhoista suoritetaan asiaankuuluvalla tavalla (FTK 1965). Fenologinen toimikunta päätti perustettavien fenologisten puutarhojen lukumäärästä ja niiden sijaintipaikoista Suomessa. Päätettiin perustaa viisi fenologista puutarhaa, joista kaksi Metsäntutkimuslaitokselle (Nauvo ja Punkaharju), kaksi Maatalouden tutkimuskeskukseen (yksi seuraavista paikoista: Ylistaro, Maaninka ja Pelso sekä yksi puutarha Apukkaan) ja yksi Turun yliopistolle (Lapin koeasemalle Kevoon). Samalla Fenologinen toimikunta totesi, että MTTK:n Puutarhantutkimuslaitokselle Piikkiöön v. 1964 perustettu fenologinen puutarha tul- laan pitämään ilman laajennusta ylimääräisenä (FTK 1965). Tähän päätökseen vaikutti puutarhan huono sijainti maastossa. Fenologisen toimikunnan puheenjohtajaksi valittiin professori R. Sarvas ja sihteeriksi prof. J. Säkö. Ensimmäisessä kokouksessaan toimikunta katsoi, että Hallantutkimusvaliokunnan tulisi toimia fenologisia puutarhoja koskevassa tutkimustoiminnassa Suomessa ylimpänä elimenä, jonka tehtävänä on mm. edustaa Suomea tällä alalla kansainvälisesti (FTK 1965).

Ensimmäisestä kokouksesta lähtien Fenologinen toimikunta ei ollut yksimielinen kansainvälisten fenologisten puutarhojen toiminnasta Suomessa. Alussa erimielisyys koski ensisijaisesti tutkimusten laajuutta ja kotimaisen tutkimuksen osuutta. Tästä huolimatta Fenologinen toimikunta on tehnyt merkittävää työtä. Se toimi Hallantutkimusvaliokunnan ja Hallakoeaseman lakkauttamiseen saakka 1970-luvulle. Osa Fenologisen toimikunnan päätöksistä ja ajatuksista ei koskaan päässyt toteutumaan.

3.3. Kansainväliset fenologiset puutarhat (IPG) Suomessa

Kansainvälisten fenologisten puutarhojen eurooppalaiseen tutkimusverkostoon pääsi lopulta kolme fenologista puutarhaa: KEVO (Turun yliopisto), PELSONSUO (MTTK) ja PIIKKIÖ (MTTK). Tähän päätökseen vaikutti ensisijaisesti puutarhojen sijainti ja niiden vertailukelpoisuus muiden maiden fenologisiin puutarhoihin. Suomalaiset fenologiset puutarhat ovat saaneet kansainväliset tunnukset IPG 6 (UTSJOKI-KEVO), IPG 7 (OULU-PELSONSUO) ja IPG 8 (TURKU-PIIKKIÖ-YLTÖINEN). Kansainvälisen tutkimuksen lisäksi IPG 7:ssä Pelsonsuolla on tehty laajaa kotimaista tutkimusta.

4. KANSAINVÄLINEN FENOLOGINEN PUUTARHA (IPG) PELSONSUOLLA

Pelsonsuon Kansainvälinen fenologinen puutarha perustettiin virallisesti keväällä 1968 Maatalouden tutkimuskeskuksen Hallakoeaseman yhteyteen. Sitä ennen Hallakoeasema oli tehnyt jo fenologisia havaintoja suomalaista koivua mittarina käyttäen vuodesta 1961 lähtien. Ensimmäiset puut istutettiin vuonna 1963. Puutarhan kehitykseen vaikutti suuresti MTTK:n Hallakoeaseman silloinen johtaja MMT Arvi Valmari, jolla oli paljon kiinnostusta ja myös uskoa fenologisen tutkimuksen mahdollisuuksiin. Johtaja Valmari korosti voimakkaasti sitä, että kansainvälisen toiminnan lisäksi fenologisessa puutarhassa tulisi olla omaa kotimaista fenologista tutkimusta. Arvi Valmari yhdisti fenologiset havainnot ilmatieteellisiin mittauksiin säteilymittaukset mukaan lukien (VALMARI 1965a, 1965b ja 1966). Tällä tavalla IPG 7:n varsinaisen ohjelman lisäksi Pelsonsuolla alettiin kerätä tietoa, joiden käsittelyn tuloksia voidaan soveltaa suoraan kasvi-tuotantoon. Pelsonsuon fenologisen puutarhan rekisterilomake ("General notices") karttaliitteineen lähetettiin IPG:n yhteistyöryhmälle kesäkuussa 1966. Ensimmäiset kansainväliseen tutkimukseen liittyvät kasvit oli mahdollisuus istuttaa Pelsonsuon puutarhaan vasta kaksi vuotta sen jälkeen.

4.1. Fenologisen puutarhan sijainti

Kansainvälisen fenologisen puutarhan (IPG 7) maantieteellinen sijainti on 64°31'N ja 26°27'E. Puutarha sijaitsee Vaalan kunnan

Pelson kylässä Maatalouden tutkimuskeskuksen koeyksikön ja Ilmatieteen laitoksen havaintoaseman läheisyydessä. Samalle alueelle on luonnollisesti levittäytynyt myös koetoiminta ja käytännön maataloustuotanto. Puutarha sijaitsee tasaisella turvemaan pellolla, jonka korkeus meren pinnasta on 115 m.

IPG:n pinta-ala on noin 20 aaria. Sen sijaintipaikalta on 50-100 m koivumetsään, 30-80 m paikalliselle tielle ja 20-70 m avokanavalle. IPG:n sijaintipaikan valintaan vaikutti mm. se, että paikka oli hyvin helppo valvoa ja se oli elektronisten mittausten ulottuvilla.

4.2. Ensimmäiset istutukset

Kotimaisten puiden ja pensaiden istutukset tulevaa kotimaista tutkimustoimintaa ajatellen aloitettiin Pelsonsuolla vuonna 1963. Vuosina 1963-1973 istutettiin yhteistyössä Turun yliopiston kasvitieteellisen puutarhan kanssa 647 tainta. Niistä puista, joilla on merkitystä tämän tutkimuksen kannalta, on istutettu kansainväliseen fenologiseen puutarhaan mm. seuraavia lajeja:

Betula pubescens lähtöisin Punkaharjusta (v. 1966), Kökarista (v. 1967), Kevosta (v. 1967) ja Pelsosta (v. 1973)

Betula verrucosa alkuperä Rokualta (v. 1971)

Picea abies lähtöisin Pohjois-Skandinaviasta (v. 1973)

Pinus silvestris Pohjois-Skandinaviasta (v.1973)(kuuluu myös ylimääräisen IPG 7:n ohjelmaan)

Quercus robur Ruissalosta (v. 1969).

Sen lisäksi istutettiin suuri määrä säteilyä saaneita kasveja pääasillisesti vuosina 1963-1964. Istutuksen päämääränä oli geneettinen tutkimus. Puutarhan reunaan istutettiin vielä lumisuojaiksi viisi isoa koristetuomipensasta, joiden alkuperä ei ole varmasti tiedossa.

4.3. Puutarhan kansainvälinen laajuus ja kasvien istutukset

IPG 7 (Oulu-Pelsoonsuo) sai toteuttaakseen ns. suppean puutarhan ohjelman (Minimum Programme). Sen toteuttaminen alkoi keväällä 1968, kun puutarhaan saatiin Saksasta Metsäntutkimuksen Maisalan jalostusaseman kautta ensimmäiset geneettisesti yhtenäiset puu- ja pensaskasvit. Ne istutettiin 17. kesäkuuta 1968. Istutetut kasvit ovat:

| | |
|--------------------------|---|
| <u>Picea abies</u> | lähtöisin Thüringenista (Länsi-Saksa), aikainen materiaali |
| <u>Picea abies</u> | lähtöisin Thüringenista (Länsi-Saksa), myöhäinen materiaali |
| <u>Picea abies</u> | Skandinaviasta |
| <u>Pinus silvestris</u> | Pohjois-Puolasta |
| <u>Populus canescens</u> | Baijerista (Länsi-Saksa) |
| <u>Salix aurita</u> | Westfalenista (Länsi-Saksa) |
| <u>Salix smithiana</u> | alkuperältään Oldenburgista (Länsi-Saksa) |

IPG 7:n kasvustoa täydennettiin kansainväliseltä osalta

seuraavana vuonna. 14. toukokuuta 1969 istutettiin seuraavat kasvit:

| | |
|-------------------------|---|
| <u>Picea abies</u> | jonka alkuperästä IPG:n yhteistyöryhmä ei antanut tietoa, mainitsi vain sen olevan myöhäisen materiaali |
| <u>Ribes alpinum</u> | Itävallasta |
| <u>Betula pubescens</u> | Länsi-Saksasta |
| <u>Populus tremula</u> | Länsi-Saksasta |
| <u>Salix acutifolia</u> | Ranskasta |
| <u>Salix glauca</u> | Grönlannista |
| <u>Salix viminalis</u> | Länsi-Saksasta. |

Kansainvälisen ohjelman puitteissa on fenologiseen puutarhaan istutettu yhteensä 11 puu- ja pensaslajia, jotka edustavat 14:ä eri kasvien alkuperää ja 38 puu- ja pensasyksilöä. Ensimmäiset havainnot ja tulokset lähetettiin kansainväliseen verkostoon syksyllä vuonna 1968 ja sen jälkeen niitä on lähetetty vuosittain.

4.4. Pelsonsuon IPG 7:n tutkimuksen lähtökohdat

Kansainvälistä fenologista puutarhaa perustettaessa tarkoituksena oli suorittaa hyvin perusteellista fenologista tutkimusta. Hallatutkimusasema yritti käyttää hyväkseen istutettuja puu- ja pensaskasveja hallaisuuden tutkimiseen. Fenologisia tarkoituksia varten on myös koivujen geneettistä yhtenäisyyttä ja säteilyn vaikutusta koivuihin havainnoitu käytännön tutkimuksessa.

Vaikka puutarhaa luotaessa ei ajateltukaan vielä käyttää suoraan hyväksi tutkimuksen tuloksia käytännön viljelyssä, on koko ajan tehty fenologisia havaintoja myös viljelykasvien parissa sekä mitattu kasvutekijöitä. Fenologinen puutarha Pelsonsuolla on palvellut myös suoraan maataloudellista tutkimusta nimenomaan hallan tutkimuksen kautta. Vuodesta 1961 lähtien kerättyä aineistoa on ollut mahdollista soveltaa käsitteilyn jälkeen käytännön maatalouden viljelytekniikkaan ja paikallisiin pedologisiin ja mikroilmastollisiin tutkimuksiin. Se, että tämä mahdollisuus on huomattu jo IPG 7:ää luotaessa kun sen yhteyteen perustettiin laajaa kotimaista tutkimusta, on merkittävä saavutus koko kansainvälisessä fenologisessa tutkimuksessa. Suomi on tässä suhteessa edelläkävijämaa.

5. PELSONSUON IPG 7:N TULOKSIA

5.1. Kansainväliseen verkostoon lähetettyjä tuloksia

Tutkimus Pelsonsuon Kansainvälisessä fenologisessa puutarhassa on käsitellyt kehitystä koskevia fenologisia havaintoja ja ilmatieteellisiä mittauksia. Havainnot ovat koskeneet puiden ja pensaiden geneettistä muutosta Pohjois-Suomessa. Tutkimuksen kohteena olivat myös biokenoosin, kasvupaikan ja ilmaston vuorovaikutukset ja niiden merkitys kasvien fysiologiseen toimintaan. Kansainvälisen tutkimusohjelman mukaisesti on puutarhaa hoidettaessa vuosittain havainnoitu kasvuston menestymistä (talvehtimistä), ensimmäisen kevätverson ilmestymistä havupuihin, lehtien puhkeamista, lehden värin muutosta ja lehtien varisemista. Kansainväliseen tutkimusohjelmaan on kuulunut myös kukinnan kehityksen ja hedelmän muodostumisen ajankohdan tarkkailu, joka suppean ohjelman (minimum programme) puutarhassa on jäänyt vähemmälle.

5.1.1. Ulkomaisten puiden ja pensaiden kuolleisuus Pelsonsuolla

Pelsonsuon kasvuolot ja erityisesti talviolot ovat usein olleet niin ankarat, että ne ovat merkittävästi harventaneet IPG-ohjelman mukaisesti istutettuja puita ja pensaita (ks. taulukko 1). Kasvikuolleisuuden yleisin syy on ollut päleltuminen solukkoasteella talven aikana. Osa istutetuista kasveista ei ole kyennyt sopeutumaan uuteen kasvuympäristöön. Puutarhasta saadut fenologiset havainnot osoittavat, että huolimatta samaa lajia

TAULUKKO 1. IPG:N OHJELMAN MUKAISESTI ISTUTETTujen PUIDEN JA PENSAIDEN KUOLLEISUUS PELSONSUOLLA VUOSINA 1968-1987
 TABLE 1. ACCORDING TO THE IPG PROGRAMME PLANTED TREES' AND BUSHES' MORTALITY IN PELSONSUO DURING 1968-1987

| Puu tai pensaslaji (tree or bush species) | Alkuperä (origin) | Istutus pvm (planting date) | Lopullisesti todettu kuol- leeksi, pvm (finally stated date of morta- lity) | Arvioitu elinaika Pelson- suolla, pv (estimated lifetime in Pelson- suo, days) | Kuolleisuuden syy (cause of mortality) |
|--|----------------------------|--------------------------------|--|---|---|
| <u>Picea abies</u> | Thüringenistä myöhäinen | 17.6.1968 | 1.6.1969 | 228 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Pinus silvestris</u> | Pohjois- Puolasta | 17.6.1968 | 1.6.1969 | 228 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Pinus silvestris</u> | Pohjois- Puolasta | 17.6.1968 | 1.6.1973 | 1541 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Populus canescens</u> | Baijerista | 17.6.1968 | 1.6.1969 | 197 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Populus canescens</u> | Baijerista | 17.6.1968 | 1.6.1970 | 413 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Salix aurita</u> | Westfalenista | 17.6.1968 | 1.6.1972 | 1295 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Betula pubescens</u> | Länsi- Saksasta | 14.5.1969 | 1.6.1974 | 1797 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Populus tremula</u> | Länsi- Saksasta | 14.5.1969 | 1.6.1972 | 1106 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Salix acutifolia</u> | Ranskasta | 14.5.1969 | 1.6.1971 | 704 | paleltuminen destroyed by frost |
| <u>Salix viminalis</u> | Länsi- Saksasta | 14.5.1969 | 1.6.1971 | 704 | paleltuminen destroyed by frost |

olevien puiden ja pensaiden geneettisestä yhtenäisyydestä yksilöiden sopeutumiskyky uuteen kasvuympäristöön oli hyvin vaihteleva. Pohjois-Puolasta olevien mäntyjen (Pinus silvestris) jotkut yksilöt elivät Pelsonsuolla vain 228 vrk, kun taas toiset jopa 1541 vrk. Sama ilmiö koskee myös Baijerista kotoisin olevaa Harmaata poppelia (Populus canescens), jonka jotkut yksilöt elivät Pelsonsuolla vain 197 vrk ja toiset jopa 413 vrk. Mielenkiintoista on, että Keski-Euroopasta tuotu hieskoivu (Betula pubescens), ts. Suomessa yleisesti menestyvä laji, ei myöskään kasvanut hyvin, vaan kuoli viiden vuoden sisällä istutuksesta. Menestymiseen vaikutti nimenomaan sen geneettinen ominaisuus ja erityisesti oman biotoopin puute.

5.1.2. Havupuiden ensimmäinen kevätverso

IPG:n yhteisöryhmän ohjeiden mukaisesti ensimmäisen kevätversion katsotaan muodostuneen silloin, kun ruskeat suojasolmut irtoavat silmujen reunoista (OHJEET 1968). Tätä ilmiötä kuvaa taulukko 2, piirros 1. Havaintoanalyysi osoittaa, että ensimmäisen kevätversion tulo vaihteli eri vuosina 23-30 vuorokauteen. Aikaisella kuusella (Picea abies, Thüringen) 1. kevätverso ilmestyi aikaisintaan toukokuun viimeisellä viikolla ja viimeistään kesäkuun kolmannella viikolla (kesäkuun 16. päivään mennessä). Lähes samanlainen kevätversion muodostumisajankohta oli alkuperältään pohjoisella kuusella (Picea abies, Nordic), jolla kevätversion ilmestymisaika vaihteli eri vuosina toukokuun 23. päivästä 16. kesäkuuta asti. Sen sijaan myöhäisellä kuusella (Picea abies, myöh.) kevätverso muodostui aikaisintaan 25. toukokuuta ja vii-

TAULUKKO 2. HAVUPUIDEN ENSIMMÄISEN KEVÄTVERSON MUODOSTUMINEN PELSONSUOLLA
 VUOSINA 1968-1987

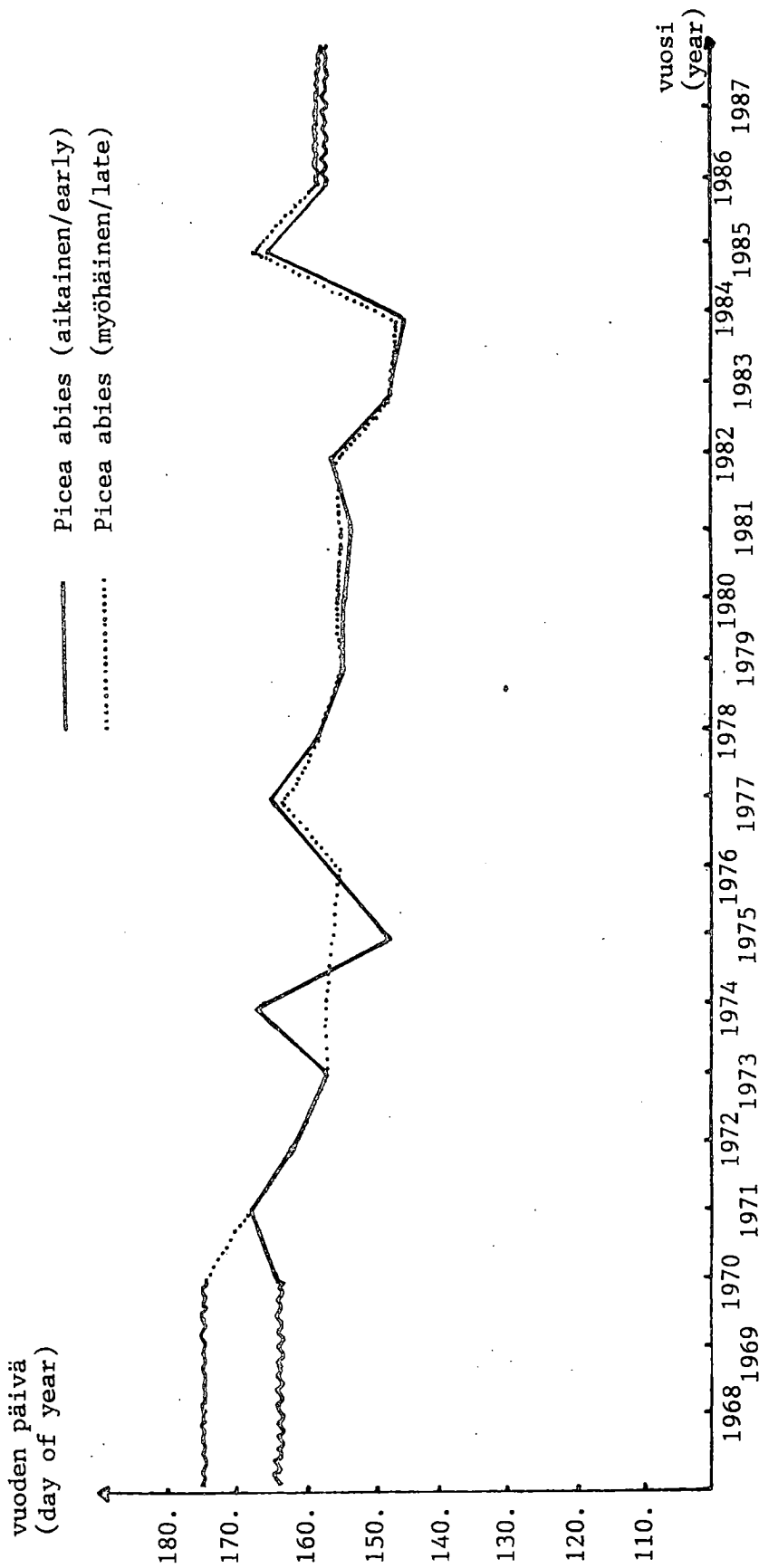
TABLE 2. FIRST MAY SPROUTS OF CONIFEROUS TREES IN PELSONSUO DURING 1968-1987

| Puulaji (species of tree) | Alkuperä (origin) | Istutuksen pv (planting date) | Ensimmäisen kevätversion pvm/date of first may sprouts | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 |
| <u>Picea abies</u> | Thüringen | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1* | | | | | | | 26. | | | | | | | | | | | | | 25. |
| | | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2* | 12. | 15. | 10. | 5. | 16. | 4. | 13. | 6. | 1. | 2. | 1. | 4. | 13. | 4. | f | | | | | |
| <u>Picea abies</u> | Skandin. | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1* | | | | | | | 30. | 31. | 31. | 24. | 23. | | | | | | | | | |
| | | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2* | 12. | 15. | 10. | 6. | 16. | 10. | 5. | 3. | 5. | 10. | 1. | 9. | | | | | | | | |
| <u>Picea abies</u> | myöh. | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 25. |
| | | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2* | 23. | 15. | 10. | 5. | 5. | 3. | 12. | 6. | 1. | 4. | 3. | 4. | 15. | 5. | f | | | | | |
| <u>Pinus silvestris</u> | N-Pol. | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2* | 21. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>Pinus silvestris</u> | Pohj.Sk. | 13.5.1973 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1* | 17. | 24. | 24. | 25. | 24. | 25. | 22. | 29. | 25. | 22. | 22. | 25. | 22. | 25. | 22. | 25. | | | | |
| | | 13.5.1973 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2* | 16. | | | | | | | | | | | | | | | | | | 9. | 2. |

1* = toukokuu / may 2* = kesäkuu / june f = kuollut / dead

PIIRROS 1. HAVUPUIDEN ENSIMMÄISEN KEVÄTVERSON MUODOSTUMINEN
 PELSONSUOLLA VUOSINA 1968-1987

FIGURE 1. FIRST MAY SPROUTS OF CONIFEROUS TREES IN PELSONSUO
 during 1968-1987



meistään Juhannuksen aikoihin. Kaikista havupuista ensimmäisenä kevätverson sai pohjoista alkuperää oleva mänty (Pinus silvestris, Nordic). Tämän männyn kevätverson muodostuminen tapahtui keskimäärin lähes aina (93 %:sti) toukokuussa. Aikaisella kuusella (Picea abies, Thüringen) todennäköisyys kevätverson muodostumisesta toukokuussa on ollut 18 %, pohjoisesta olevalla kuusella (Picea abies, Nordic) vastaavasti 24 % sekä myöhäisellä kuusella (Picea abies, myöh.) tämä todennäköisyys on ollut vain 13 %.

5.1.3. Lehtien puhkeaminen

IPG:n tutkimusohjelmaan kuuluu myös havainnoida lehtien puhkeamisajankohtaa lehtipuissa ja -pensaissa. Yhteistyöryhmän ohjeiden mukaisesti lehtien puhkeamisajankohtana pidetään sitä, kun ensimmäinen lehti lehtiruotia myöten on työntynyt silmusta ulos (OHJEET 1968). Lehtien puhkeamista kuvaa taulukko 3 ja piirros 2. Niiden perusteella voidaan havaita, että parhaiten Pelsonsuolla ovat viihtyneet Ribes alpinum Itävallasta ja Salix glauca Grönlannista. Ribes alpinum lehdet ovat puhjenneet huomattavasti aikaisemmin kuin Salix glaucan. Poikkeuksen tästä muodostavat vuodet 1972 ja 1973, jolloin molempiin pensaisiin puhkesi lehdet samaan aikaan.

5.1.4. Lehtien kellastuminen

Lehtien kellastumisen (värinmuutoksen) ajankohdaksi määritellään se aika, jolloin yli puolet kaikista lehdistä on muuttanut

TAULUKKO 3. LEHTIEN PUHKEAMINEN PELSONSUOILLA
VUOSINA 1968-1987

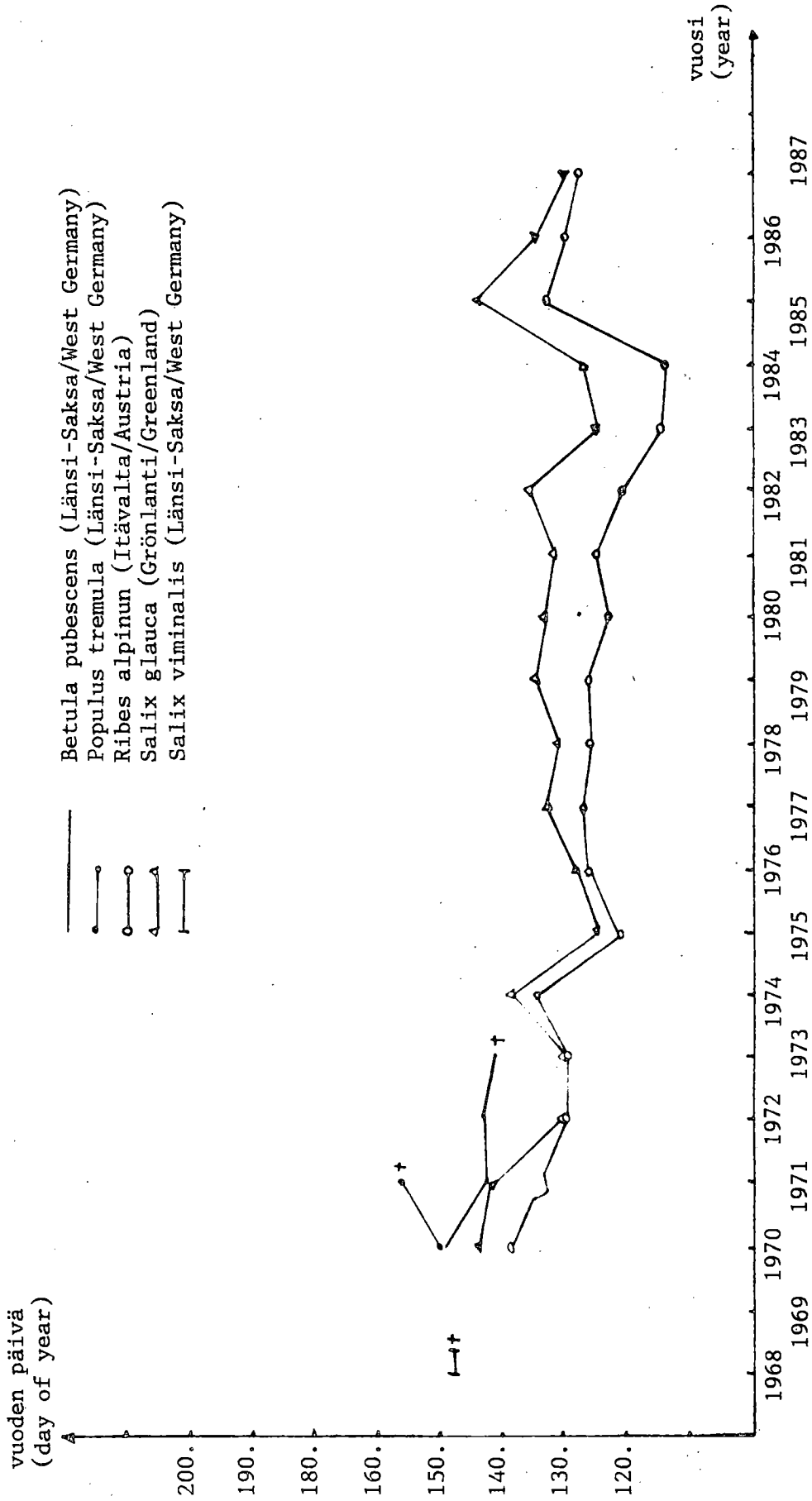
TABLE 3. LEAFING IN PELSONSUO DURING 1968-1987

| Puu- tai pensasaji (tree or bush species) | Alkuperä (Origin) | Istutus pvm (planting date) | Lehtien puhkeaminen, pvm/Date of leafing | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------|--|------|-------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| | | | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | | |
| Betula pubescens | Länsi-Saksa | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Populus tremula | Länsi-Saksa | 14.5.1969 | | | 8. 2. | 2. 1. f | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ribes alpinum | Itävalta | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salix acutifolia | Ranska | 14.5.1969 | | | 29. | 20. | 20. | 25. | 11. | 16. | 16. | 17. | 16. | 16. | 13. | 15. | 11. | 5. | 4. | 23. | 20. | 18. | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salix glauca | Grönlandi | 14.5.69 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Salix viminalis | Länsi-Saksa | 14.5.1969 | | | 3. | 1. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 7. | f | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1* = toukokuu/May 2* = kesäkuu/June f = kuollut/dead . = tieto puuttuu/lack of data

PIIRROS 2. LEHTIEN PUHKEAMINEN PELSONSUOLLA V. 1968-1987

FIGURE 2. LEAFING IN PELSONSUO DURING 1968-1987



väriään (OHJEET 1968). Kansainvälisessä tutkimuksessa on lehtien kellastumista havainnoitu geneettisesti yhtenäisen koivun avulla (ks. taulukko 4). Keski-eurooppalaisen koivun lyhyt elinikä Pelsonsuolla ei ole kuitenkaan antanut mahdollisuutta tutkia sen lehtien kellastumista pitemmällä aikavälillä kuin viisi vuotta. Jopa näinkin rajoitetussa havaintoaineistossa on nähtävissä poikkeuksellisen suuri (136 päivää) kellastumisajankohdan hajonta. Lehtien kellastumisajankohdan muutoksia on tutkittu tarkemmin kotimaisella koivulla puutarhan kotimaisen tutkimusosuuden ohjelman puitteissa.

5.1.5. Lehtien putoaminen

Lehtien yleiseksi putoamisajankohdaksi (varisemisajankohdaksi) lasketaan aika, jolloin yli puolet kaikista lehdistä on varisnut (OHJEET 1968). Pitkäaikaiset lehtien varisemista koskevat tiedot ovat saatavissa vain Ribes alpinumilta ja Salix glaucalta, koska muut kasvit eivät menestyneet kauan puutarhassa (ks. taulukko 5). Ribes alpinum varisti lehtiään aikaisintaan 13. syyskuuta. Eri vuosina vaihtelua tästä päivämäärästä on voinut olla jopa 36 vuorokautta. Samankaltainen lehtien varisemisilmiö on tapahtunut Salix glaucalla. Sillä vaihtelu oli hiukan pienempi (32 vuorokautta). Grönlannista kotoisin oleva Salix varisti lehtiään aikaisintaan syyskuun lopussa (28.9.). Puutarhassa tehdyt havainnot osoittavat, että lehtien varisemisessa voi tapahtua häiriöitä. Ne voivat lisätä epäsäännöllisyyttä tai joskus jopa estää varisemista. Esimerkiksi Salix smithianan lehtien putoaminen tapahtui epäsäännöllisin ajanjak-

TAULUKKO 4. KESKI-EUROOPPALAISEN KOIVUN LEHTIEN KELLASTUMINEN
 PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1973

TABLE 4. GENERAL TURNING OF LEAVES OF CENTRAL EUROPE'S
 BIRCH IN PELSONSUO DURING 1969-1973

| Nimi (species) | Alkuperä (origin) | Istutus pvm (planting date) | Lehtien kellastumisen pvm (Date of general turning of leaves) | | | | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|--|------|------|------|------|------|--|
| | | | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | |
| Betula pubescens | Länsi- Saksa | 14.5.1969 | | | | | | | |
| | | | 3. | | | | | | |
| | | | 4. | 24. | 13. | | 25. | f | |
| 5. | | | | 19. | | f | | | |

3 = elokuu / august
 4 = syyskuu / september
 5 = lokakuu / october
 f = kuoli / dead

TAULUKKO 5. LEHTIEN YLEINEN VARISEMINEN PELSONSUOLLA VUOSINA 1968-1987
TABLE 5. GENERAL FALLING OF LEAVES IN PELSONSUO DURING 1968-1987

| Puu- tai pensaslaji (tree or bush species) | Alkuperä (origin) | Istutuksen pv. (planting date) | Lehtien varisemisen pvm/Date of general falling of leaves | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|--------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| | | | 1968 | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | | |
| <i>Betula pubescens</i> | Länsi-Saksa | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | (x) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 28. | 2. | (x) | 23. | (x) | f | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Populus canescens</i> | Baijeri | 17.6.1968 | 22. | 17. | f | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | f | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Populus tremula</i> | Länsi-Saksa | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 18. | | | 14. | 17. | f | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ribes alpinum</i> | Itävalta | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 13. | 18. | 7. | 3. | | 18- | | 13. | 25. | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix aurita</i> | Westfalen | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 22. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 29. | 19. | 20. | 21. | 3. | f | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix acutifolia</i> | Ranska | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 26. | 16. | f | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix smithiana</i> | Odenburg | 17.6.1968 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | 22. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 26. | 13. | (x) | 15. | | 24. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix glauca</i> | Grönlanti | 14.5.1969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 30. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Salix viminalis</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | 28. | 2. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(x) = ei lehtien putoamista; f = kuollut/dead; . = heikkokuntainen/frail; 4 = syyskuu/September; 5 = lokakuu/October

soin eri vuosina. Tähän ovat vaikuttaneet todennäköisesti Pelsonsuon vaativat kasvuolot ja pitkään kestänyt sopeutumisprosessi uuteen biotooppiin.

5.1.6. Kukinta

Havaintoja kukinnan ajankohdasta on tehty Pelsonsuolla vuosina 1969-1987 Ribes alpinumin suhteen (taulukko 6). Alkukukinnaksi on katsottu se aika, jolloin yli puolet kukista on nuppuasteella ja täyskukinnaksi taas se aika, kun yli puolet kukista on auennut. Em. tutkimusjaksona Ribes alpinum aloitti kukintansa toukokuun puolivälistä aina kesäkuun puoliväliin. Aikaisin kukinta oli vuonna 1975 ja myöhäisin vuonna 1974. On havaittavissa, että alkukukinnasta täyskukintaan tarvittiin enintään 11 päivää (v. 1983) ja vähintään yksi päivä (v. 1971). Mielenkiintoista on se, että 1970-luvulla kukinnan alusta täyskukintaan tarvittiin selvästi vähemmän aikaa kuin 1980-luvulla. Aineiston suppeus ei kuitenkaan anna mahdollisuutta tehdä tässä suhteessa pitkälle meneviä yleistyksiä. Voidaan kuitenkin väittää, että Ribes alpinumin kukinnan ajankohta oli samankaltainen, jopa samanlainen vuonna 1972 kuin se oli vuosina 1985, 1986 ja 1987. Nämä vuodet poikkeavat tässä suhteessa muista vuosista.

5.2. Kotimainen tutkimus

IPG 7:n kotimaisessa tutkimuksessa tutkittiin eri puolilta Suomea tuotujen puiden fenologista kehitystä. Tavoitteena oli saada selville kasvien elinvoima uudessa ympäristössä ja niiden

TAULUKKO 6. RIBES ALPINUMIN KUKINTA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987
 TABLE 6. FLOWERING OF THE RIBES ALPINUM IN PELSONSUO DURING 1969-1987

| Kukinnan vaihe (Flowering stage) | Kukinnan ajankohta/Date of flowering | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1969 | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | |
| Alku-kukinta (First flowering) | | | | | 28. | | 16. | 22. | 23. | 25. | 25. | 29. | 24. | 27. | 17. | 17. | | | | |
| | | | 1. | 5. | | 12. | | | | | | | | | | | 6. | 4. | 1. | |
| Täys-kukinta (Full flowering) | | | | | 30. | | | 24. | 25. | 27. | 28. | | 31. | | 28. | 26. | | | | |
| | | 2. | 3. | 10. | | | | | | | | 3. | | 4. | | | 13. | 10. | 9. | |

1* = toukokuu/May
 2* = kesäkuu/June

sopeutumisen Pelsonsuon ilmastoon. Lisäksi tutkimuksen piiriin kuului homogeenisuus ja geneettinen vaihtelu sekä muut kasvialostukseen vaikuttavat seikat. Kasvuympäristön luonnehdinta fenologisten ilmiöiden avulla on myös tutkimuksesta saatu arvokas tulos. Tarkastelun kohteena olivat seuraavat hieskoivut (Betula pubescens): Kevosta (4 yksilöä), Punkaharjulta (3 yksilöä), Kökarista (4 yksilöä) ja paikallinen hieskoivu Pelsonsuolta. Sen lisäksi tutkimukseen otettiin paikallinen rauduskoivu (Betula verrucosa) (5 yksilöä) sekä erilaista säteilyä saaneita koivuja (Betula verrucosa) (12 yksilöä). Myös amerikkalaista koivua (Betula papyrifera), suomalaista tammea (Quercus robur) ja poppelia (Populus tremula) on alustavasti tutkittu.

5.2.1. Puiden akklimatisaatio Pelsonsuolla

Tutkimusta varten istutetuista puista suurin osa viihtyi Pelsonsuolla varsin hyvin. Kuitenkin heti alusta alkaen Pelsonsuon kasvuympäristö kasvualustoineen (turvemaa) oli liian ankara amerikkalaista alkuperää olevalle (Betula papyriferalle ja Etelä-Suomesta tuodulle Populus tremulalle, jotta ne olisivat sopeutuneet. Wisconsinista oleva Betula papyrifera antoi elonmerkkejä vain vuoden ajan istutuksesta. Populus tremulan yksi yksilö eli vain puoli vuotta, kun taas toinen yksilö jopa 6 vuotta. Molempien kasvien kuolleisuuden syy oli paleltuminen talven aikana, eli geneettisen ja ekologisen sopeutumismekanismin puute. Eräiden puiden alkukehitys osoitti selvästi, että esimerkiksi X-säteilyä saaneet (Betula verrucosa) yksilöt näyttivät vauriointuneen geneettisen ja ekologisen sopeutumismekanismin osalta.

Neljästä näistä istutetusta koivusta kolme kuoli viiden vuoden sisällä, kun taas yksi eli vielä 18 vuoden jälkeenkin. Se kuitenkin muuttui ulkomuodoltaan poikkeavasti. Kysymyksessä on siis mutaatio, jolla on patologinen kasvutapa, mutta toisaalta kestävä ekologinen sopeutumismekanismi.

Etelä-Suomesta tuotujen hieskoivujen (Betula pubescens) sopeutuminen uuteen ympäristöön ei tapahtunut vaivattomasti. Yksilökuolleisuutta on tapahtunut Punkaharjulta (kuoli 33 %) ja Kökarista tuotetuissa koivuissa (kuoli 25 %). Punkaharjulta kotoisin olevia hieskoivuja kuoli sekä 7 vuoden että vielä 18 vuoden jälkeen istutuksesta. On syytä olettaa, että ekologinen sopeutumiskyky ei riittänyt eloonjäämiseen.

Paikallisilla koivuilla ja pohjoisesta tuoduilla koivuilla ei ollut minkäänlaista vaikeutta sopeutua uuteen kasvupaikkaan. Sitä vastoin Ruissalosta tuodulla ja Pelsonsuolle istutetulla Quercus roburilla oli sopeutumisvaikeuksia. Yhtään yksilöä ei kuitenkaan kuollut, vaikka niin oli odotettavissa tutkimushypoteesin mukaan (laji menestyy yleensä Hämeenlinnan korkeudella). Tammi on kestänyt yllättävän hyvin kaikki 18 talvea istutuksesta. Sen vaikeuksiin sopeutua uuteen biokenoosiin on kuitenkin vaikuttanut kasvuolojen ankaruus. Vaikka kasvi ei ole kuollut, sen kasvutapa on patologinen. Kaikki tutkimuskohteena olleet tammet muuttuivat kääpiöpensiksi. Sama ilmiö on kohdannut myös Etelä-Suomesta peräisin olevaa Populus tremulaa, joka kuoli tästä syystä. Quercus robur todennäköisesti jää eloon, koska kasvin kaikki yksilöt ovat selviytyneet hyvin vuosisadan ankarimmasta talves-

ta (1986-1987) vahingoittumatta.

5.2.2. Lehtien puhkeaminen

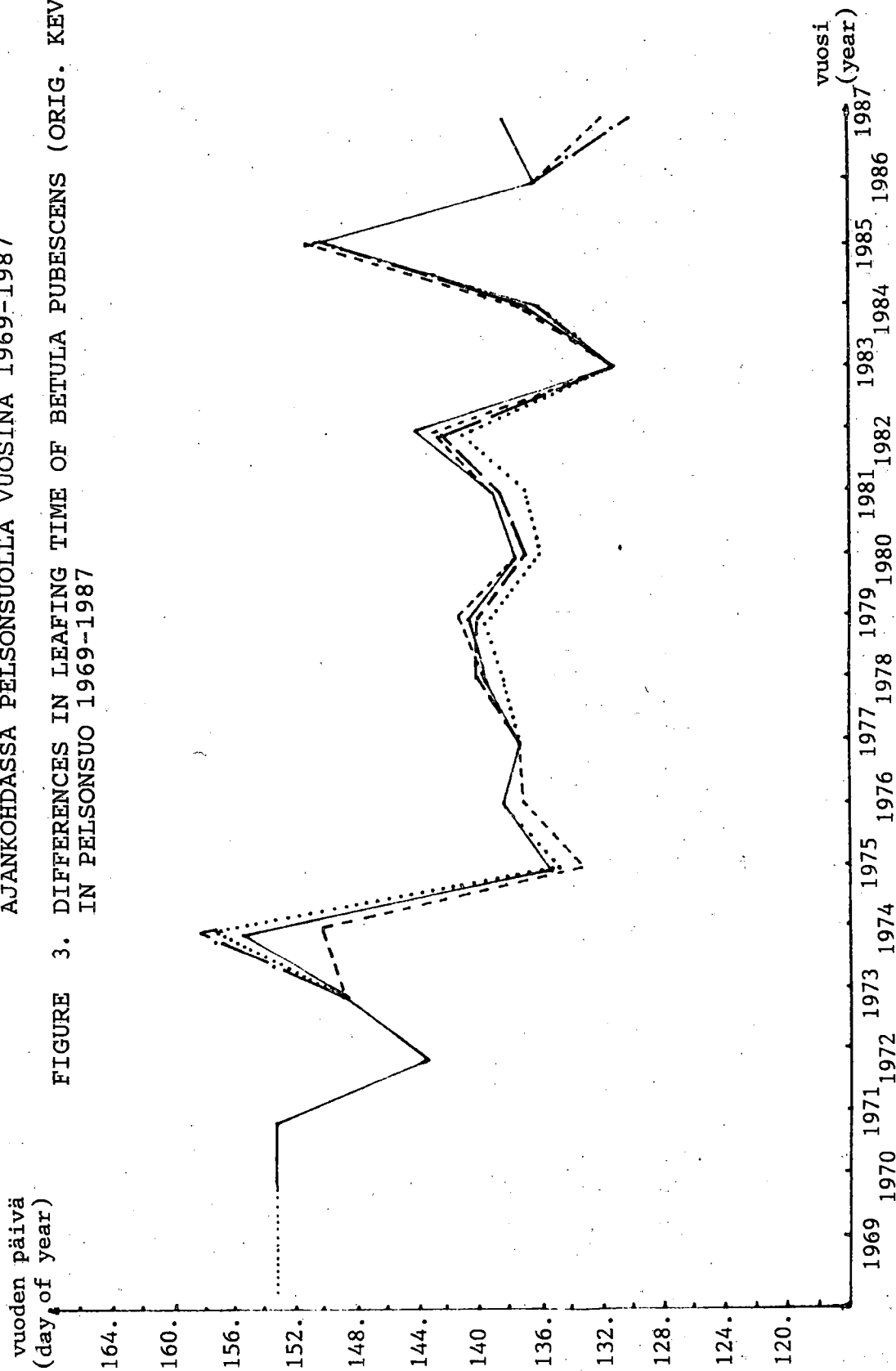
Lehtien puhkeaminen kotimaisiin koivuihin ei ollut Pelsonsuolla yhtenäistä. Eroja esiintyi alkuperältaan saman lajin yksilöillä. Enemmän tai vähemmän vaihtelua ilmeni juuri samassa biokeenoosissa. Tämä osoittaa että fenologiseen tutkimukseen otettu materiaali ei ollut geneettisesti täysin homogeeninen, vaikka se oli yhtenäinen ekologisesti. Toisaalta eri vuosina oli havaittavissa suuria eroja lehtien puhkeamisajankohdassa. Näistä eroista voidaan suoraan päätellä ympäristön vaikutus koivun biofysiologisiin toimintoihin.

5.2.2.1. Betula pubescens, Kevo

Vuosina 1969-1987 tehdyistä 60 havainnosta voidaan tehdä johtopäätös, että Pelsonsuolla lehtien puhkeaminen tapahtui aikaisintaan 10. toukokuuta ja myöhäisintään 7. kesäkuuta (ks. piirros 3). Havaintojen perusteella Kevosta kotoisin oleva koivu sai ensimmäisenä lehdet vuonna 1983 ja vuonna 1987. Nämä vuodet poikkeavat kuitenkin selvästi toisistaan. Vuonna 1983 kaikkien neljän Betula pubescens, Kevo yksilöiden lehtien puhkeaminen tapahtui samana päivänä (11.5.1983), kun taas vuonna 1987 samojen yksilöiden väliset erot olivat huomattavat: yhdelle yksilölle lehti puhkesi jo 10.5., kahdelle yksilölle 12.5. ja viimeiselle vasta 18.5. Näin ollen vuoden 1987 keväällä lehtien puhkeaminen tapahtui 8 päivän sisällä. Havaintojen valossa myöhäisin koivun

PIIRROS 3. BETULA PUBESCENSIN (KEVO) EROT LEHTIEN PUHKEAMISEN
AJANKOHDASSA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 3. DIFFERENCES IN LEAFING TIME OF BETULA PUBESCENS (ORIG. KEVO)
IN PELSONSUO 1969-1987



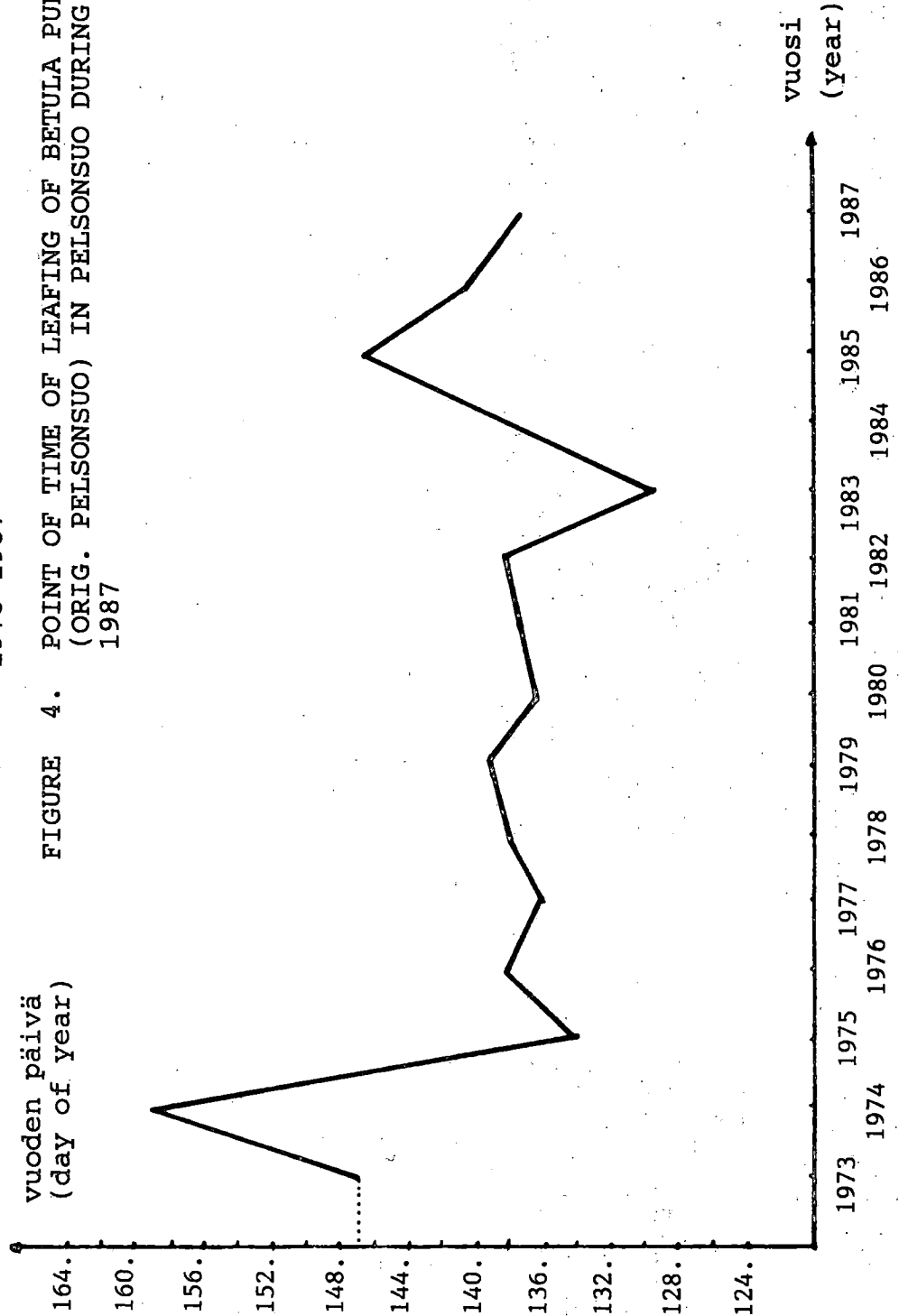
lehtien puhkeaminen tapahtui vuonna 1974. Tällöin yksi yksilö sai lehdet 30.5., yksi 4.6., yksi 5.6. ja viimeinen vasta 7.6. Silloinkin lehtien ilmestyminen tapahtui 8 päivän aikana. Kuitenkin lehden puhkeamisen myöhäisyydestä johtuen vuosi 1974 oli hyvin poikkeava. 19 havaintovuoden aikana lehtien puhkeaminen tapahtui vain kolme kertaa kesäkuun puolella. Vuoden 1974 lisäksi näin oli vuonna 1970 ja 1971. On syytä olettaa, että tähän on vaikuttanut joku hyvin poikkeava ekologinen tekijä. Voidaan olettaa, että adaptaatio biokenoosiin voisi olla yhtenä syynä v. 1970 ja 1971. Vuonna 1974 tähän lienee kuitenkin vaikuttanut joku muu ekologinen tekijä, koska jo vuonna 1972 ja 1973 lehtien puhkeaminen on tapahtunut peräkkäin "tavalliseen aikaan" (eli toukokuun puolella) kaikilla yksilöillä. Tutkimuksen aikaan (1969-1987) hieskoivun (Betula pubescens, Kevo) samana vuonna tapahtuvassa lehtien puhkeamisessa oli suurin vaihtelu eri yksilöiden välillä 8 päivää (v. 1974, v. 1987). Vaihtelua ei ollut vuosina 1970-1973 eikä v. 1983 ja v. 1986. Koivun yksilöillä erot lehtiin puhkeamisen ajankohdan välillä olivat useimmiten 1-3 päivää (52.7 % tapauksista) ja 4-8 päivää (10.5 %). 36.8 % kaikista havainoista osoittaa, ettei ollut eroja lehtien puhkeamisen ajankohdan välillä.

5.2.2.2. Betula pubescens, Pelsonsuo

Havaintoja paikallisen hieskoivun lehtiin puhkeamisesta saatiin 15:ltä eri vuodelta (piirros 4). Niiden perusteella voidaan tietyin varauksin väittää, että lehtiin puhkeaminen tapahtuu Pelsonsuolla aikaisintaan toukokuun 9. päivänä (v. 1983) ja

PIIRROS 4. BETULA PUBESCENSIN (PELSONSUO) LEHTIEN
 PUHKEAMISEN AJANKOHTA PELSONSUOLLA VUOSINA
 1973-1987

FIGURE 4. POINT OF TIME OF LEAFING OF BETULA PUBESCENS
 (ORIG. PELSONSUO) IN PELSONSUO DURING 1973-
 1987



myöhäisintään kesäkuun 8. päivänä (v. 1974). Mielenkiintoista on, että vuonna 1987 kyseisen koivun lehtien puhkeamisaika sijoittuu em. päivämäärien väliin. Kokonaisuudessaan lehtien puhkeaminen koivuun voi vaihdella Pelsonsuolla kuukauden ajanjakson puitteissa: toukokuun toisesta viikosta kesäkuun toiseen viikkoon. Täytyy todeta, että lehtien puhkeaminen kesäkuussa on harvinaista. Se on tapahtunut vain kerran, ts. vuonna 1974. Lehtien puhkeaminen 93 %:sti on tapahtunut toukokuun puolella. 20 %:ssa havaintoja lehtien puhkeaminen tapahtui ennen 15. päivää ja 67 %:ssa ennen toukokuun 20. päivää.

5.2.2.3. Betula pubescens, Punkaharju

30 havainnon perusteella voidaan todeta, että Punkaharjusta kotoisin oleva hieskoivu puhkeaa lehtiin Pelsonsuolla aikaisintaan toukokuun 8. päivänä (v. 1983) ja myöhäisintään kesäkuun 3. päivänä (v. 1970 ja v. 1971). On kuitenkin pantava merkille, että Betula pubescens, Punkaharju, saa Pelsonsuolla lehdet 94 %:lla todennäköisyydellä aina toukokuussa. Ennen 15. toukokuuta lehdet ilmestyivät 13 %:iin puista ja ennen 20. toukokuuta jo jopa 70 %:iin puista. Punkaharjusta kotoisin olevan hieskoivun lehtiin puhkeaminen ei ollut tasaista kaikilla tutkituilla yksiköillä. Ajankohdan erot olivat suurimmillaan 7 päivää (v.1977). Tavallisimmin (95 %:sti) erot olivat kuitenkin yhdestä kolmeen päivään (ks. piirros 5).

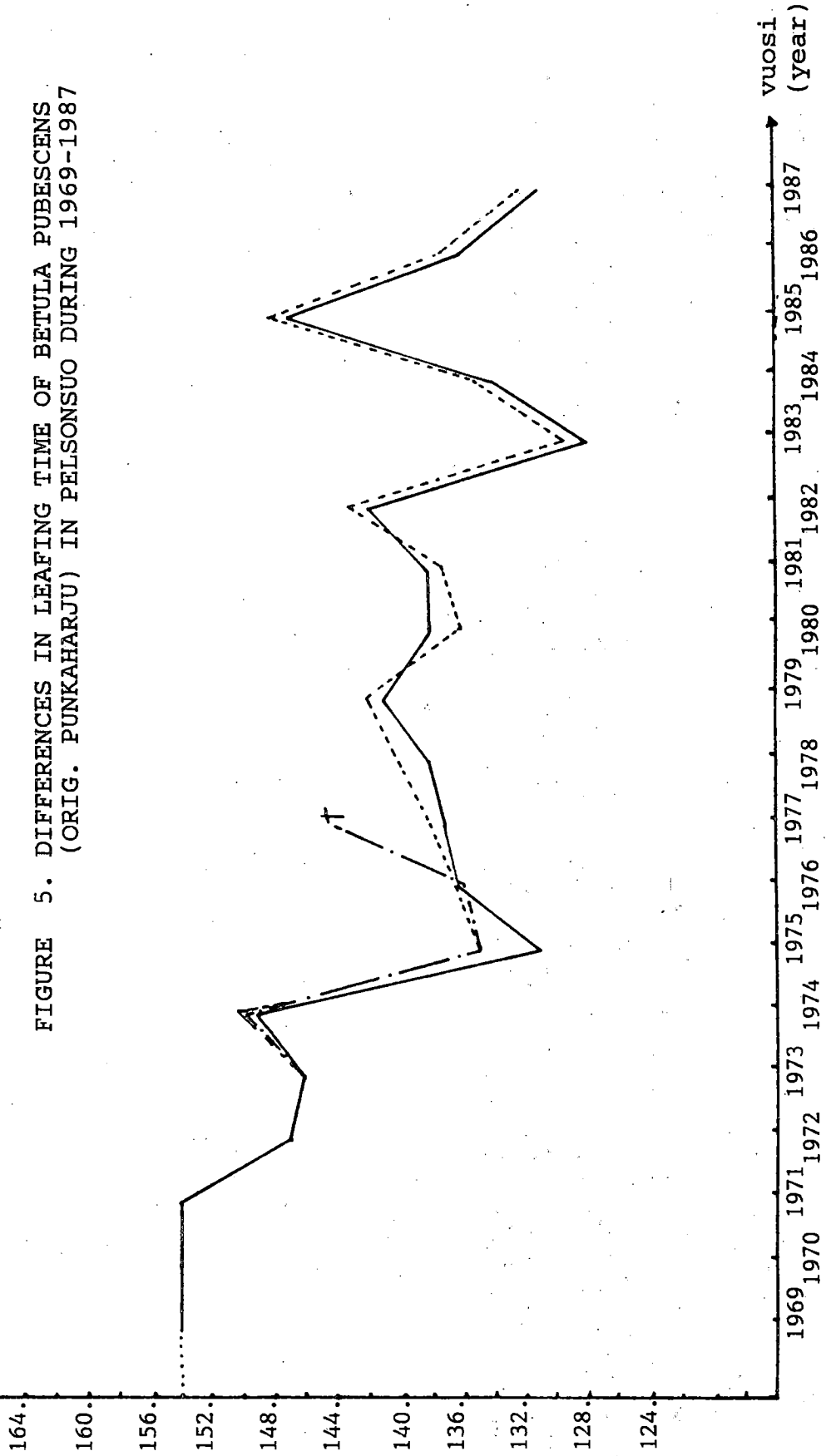
5.2.2.4. Betula pubescens, Kökar

Kökarista kotoisin oleva hieskoivu edusti tutkimuksessa etelä-

PIIRROS 5. BETULA PUBESCENSIN (PUNKAHARJU) EROT LEHTIEN
 PUHKEAMISEN AJANKOHDASSA PELSONSUOLLA VUOSINA
 1969-1987

vuoden päivä
 (day of year)

FIGURE 5. DIFFERENCES IN LEAFING TIME OF BETULA PUBESCENS
 (ORIG. PUNKAHARJU) IN PELSONSUO DURING 1969-1987



vuosi
 (year)

ja länsisuomalaista ekologista ja geneettistä alkuperää. Kyseisestä koivusta saatiin eri vuosilta yhteensä 59 havaintoa lehtiin puhkeamisesta. Tietoja on kerätty neljältä eri yksilöltä. Havainnoista käy ilmi, että Betula pubescens, Kökar saa lehdet Pelsonsuolla aikaisintaan 10. toukokuuta (v. 1983) ja myöhäisintään 5. kesäkuuta (v. 1974) (ks. piirros 6). Useimmiten lehtien puhkeaminen on tapahtunut kuitenkin aina toukokuussa. Tämä väite voidaan todistaa 92 %:n todennäköisyydellä. On pantava myös merkille, että ennen 15. toukokuuta lehtien puhkeamisen todennäköisyys on vain 8.5 %, ennen 20. toukokuuta 51 % ja ennen 25. toukokuuta se on jopa 70 %. Lehtien puhkeaminen ei tapahtunut samanaikaisesti kaikilla yksilöillä. Suurin ero yksilöiden välillä oli 6 päivää (v. 1974). 80 %:ssa kaikista tapauksista erot olivat vain yhdestä kolmeen päivään. 22 %:ssa kaikista havainnoista eroja ei ollut ollenkaan, ts. materiaali oli geneettisesti ja ekologisesti hyvin homogeeninen.

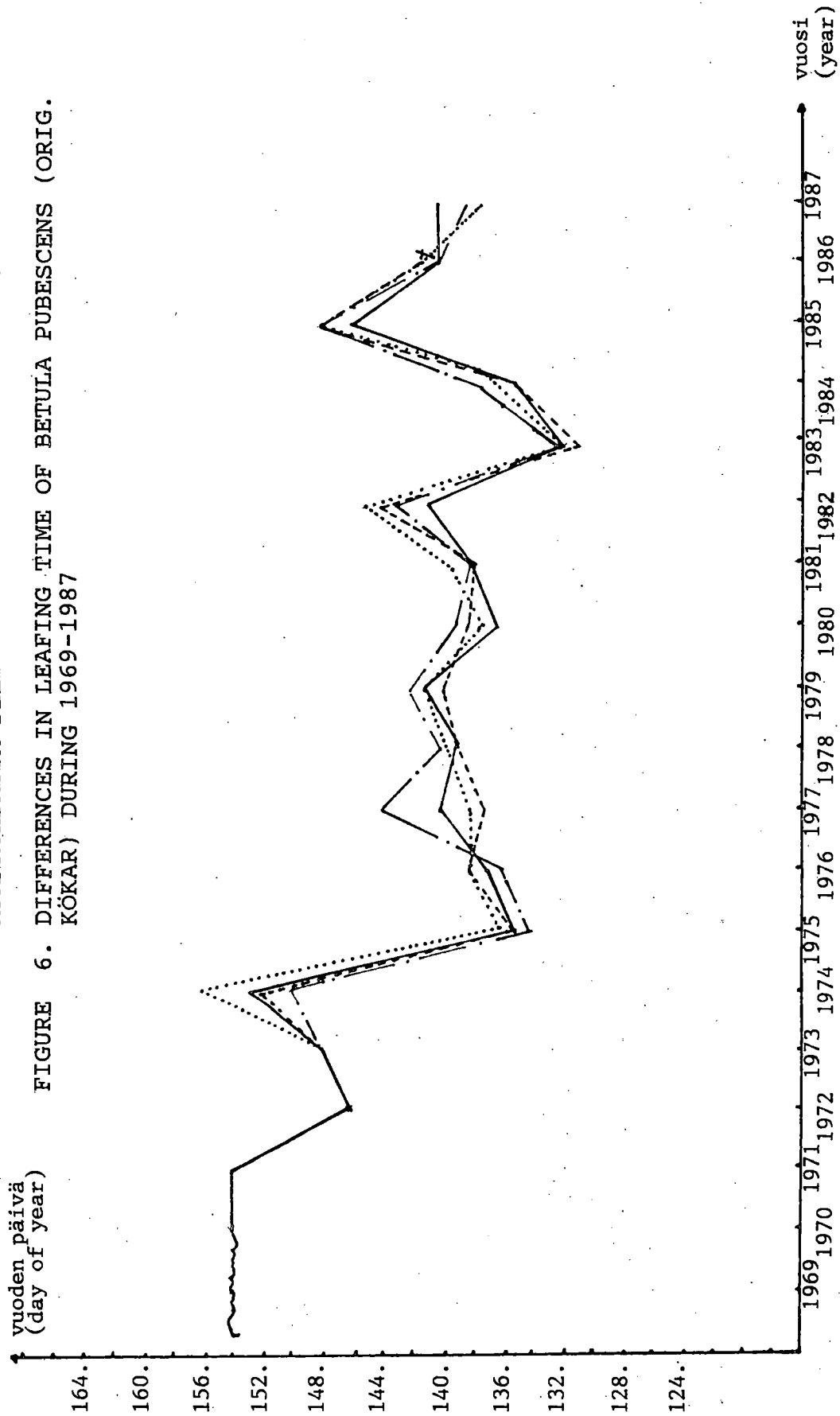
5.2.2.5. Betula verrucosa, Rokua

Fenologisesti voidaan tutkittua rauduskoivua pitää paikallisena Betula verrucosa -lajin standardina, koska sen alkuperäinen kasvupaikka sijaitsi Rokualla, jonne Pelsonsuolta on linnuntietä mitattuna 7 km. Merkille on pantava myös, että fenotyyppisesti koivu ei poikennut millään tavalla muista tutkimukseen otetuista Betula verrucosa -koivuista.

16 vuoden aikana tehdyn 72 fenologisen havainnon perusteella

PIIROS 6. BETULA PUBESCENSIN (KÖKAR) EROT LEHTIEN PUHKEAMISEN AJANKOHDASSA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 6. DIFFERENCES IN LEAFING TIME OF BETULA PUBESCENS (ORIG. KÖKAR) DURING 1969-1987



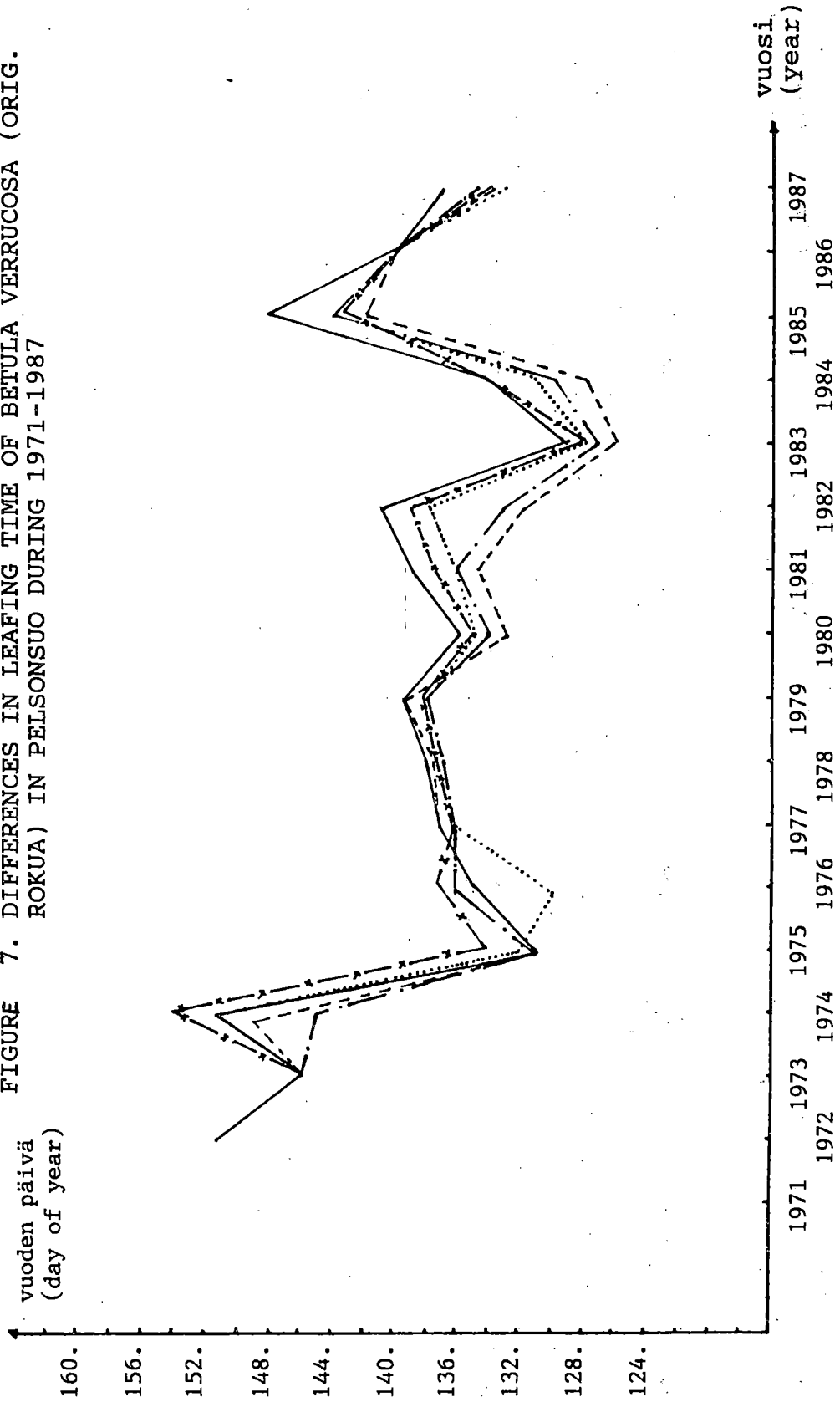
voidaan todeta, että Betula verrucosa (Rokua) ilmesty lehtiä aikaisintaan 6. toukokuuta (v. 1983) ja myöhäisintään 3. kesäkuuta (v. 1974) (ks. piirros 7). Kuitenkin Betula verrucosa (Rokua) kohdalla lehdet ovat ilmestyneet melko säännöllisesti toukokuun puolella. Kesäkuun puolella puhkeaminen on tapahtunut tutkimusaikana vain kerran, vuonna 1974, jolloin yksi koivun yksilö sai lehtiä vasta kesäkuun 3. päivänä. Ennen 15. toukokuuta lehtien puhkeamisen todennäköisyys oli 29 %, mutta ennen 20. toukokuuta jo jopa 76 %. Kerättyjen havaintojen analyysi osoittaa selvästi, ettei Betula verrucosa (Rokua) ollut geneettisesti homogeeninen. Eri koivuyksilöiden välillä on esiintynyt suurta vaihtelua lehden puhkeamisajankohdan suhteen. Suurimmillaan samana vuonna vaihtelua oli eri yksilöillä 8 päivää. Analyysi osoittaa, että 31 %:lla kaikista tutkituista fenologisista ilmiöistä oli vaihtelua yksilöiden välillä yhdestä kolmeen päivään. Kuitenkin useimmiten vaihtelua eri yksilöiden välillä on ollut neljästä kahdeksaan päivään (56 %). Sen sijaan 13 %:ssa kaikista havainnoista vaihtelua ei esiintynyt yksilöiden välillä ollenkaan.

5.2.2.6. Betula verrucosa (& + R + X -jalostusmateriaali)

Tutkimukseen otetuista 12 muusta koivusta (Betula verrucosa) 10 oli käsitelty mutaatiota aiheuttavalla sädetyksellä. Kahta yksilöä ei käsitelty aivan samalla tavalla ja ne toimivat kontrollimittarina. Kokeilun tarkoituksena oli synnyttää geneettistä variaatiota, eli koivuyksilöiden mutaatiota. Koe onnistui hyvin. Lehtien puhkeamisajankohdassa esiintyi eroja. Niitä kuvaa piir-

PIIRROS 7. EROT BETULA VERRUCOSAN (ROKUA) LEHTIEN PUHKEAMISEN AJANKOHDASSA PELSONSUOLLA VUOSINA 1971-1987

FIGURE 7. DIFFERENCES IN LEAFING TIME OF BETULA VERRUCOSA (ORIG. ROKUA) IN PELSONSUO DURING 1971-1987



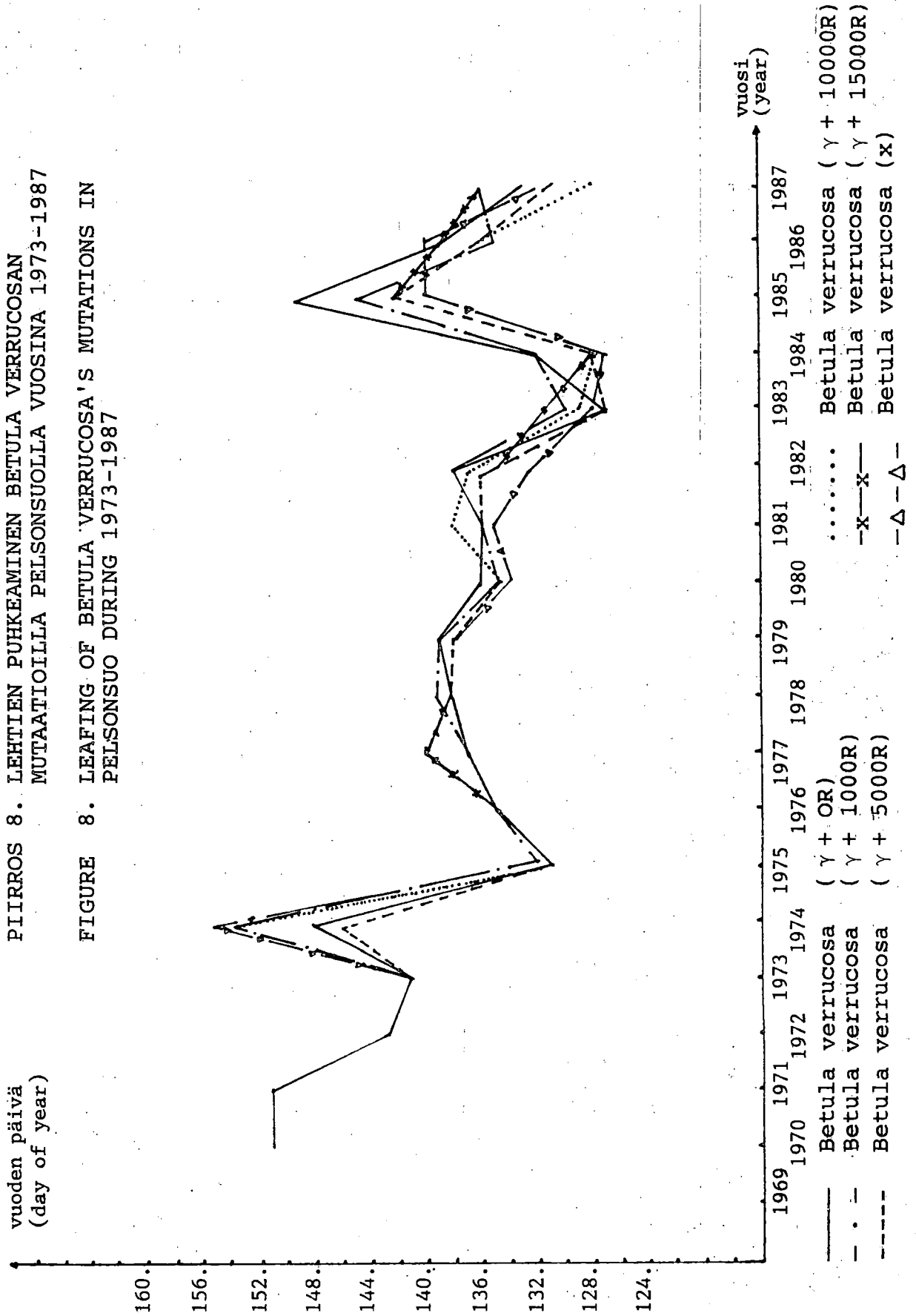
ros 8, jossa lehtien puhkeamisajankohta on esitetty keskiarvona. Kerätyn aineiston perusteella voidaan väittää, että koivumutaatioilla lehdet puhkeavat Pelsonsuolla aikaisintaan 7. päivänä toukokuuta (v. 1983) ja myöhäisintään 6. päivänä kesäkuuta (v. 1974) eli noin vuorokausi myöhemmin kuin paikalliskoivu. Betula verrucosalla lehden puhkeamisessa on kuitenkin havaittavissa mutaatioiden välisiä selviä eroja. Erot ovat huomattavimpia silloin, kun kevät on ollut vaikeampi. Esimerkiksi vuonna 1974 eroa mutaatioiden (\bar{X}) välillä oli 10 päivää ja vuonna 1985 8 päivää. Merkille on pantava, että myös v. 1987 mutaatioiden välillä oli lehden puhkeamisessa eroja. Ne olivat jopa 8 päivää, eli saman verran kuin vuonna 1985. Kuitenkin vuonna 1987 kaikki koivumutaatioiden yksilöt saivat lehtiä selvästi aikaisemmin kuin vuonna 1985. Muina vuosina em. koivujen väliset lehtifenologiset erot vaihtelivat 0-5 päivään.

5.2.2.7. Quercus robur, Ruissalo

Tammen patologinen kasvu Pelsonsuolla vaikutti siihen, ettei ollut mahdollista jokaiselta vuodelta saada luotettavia lehden puhkeamisajankohdan havaintoja. Vuosien 1969-1987 väliseltä ajalta on kerätty kuitenkin 31 eri havaintoa, joiden tarkastelu osoittaa tammen lehden puhjenneen aikaisintaan toukokuun 22. päivänä (v. 1984) ja myöhäisintään 27. kesäkuuta (v. 1985). Havainnoista käy ilmi, että lehtien puhkeaminen tapahtui 80 %:sti kesäkuun aikana. Ennen 10. päivää kesäkuuta lehtien puhkeamisajankohdan frekvenssi oli 48 % ja vastaavasti ennen 20. kesäkuuta tämä luku oli 84 % (ks. piirros 9.)

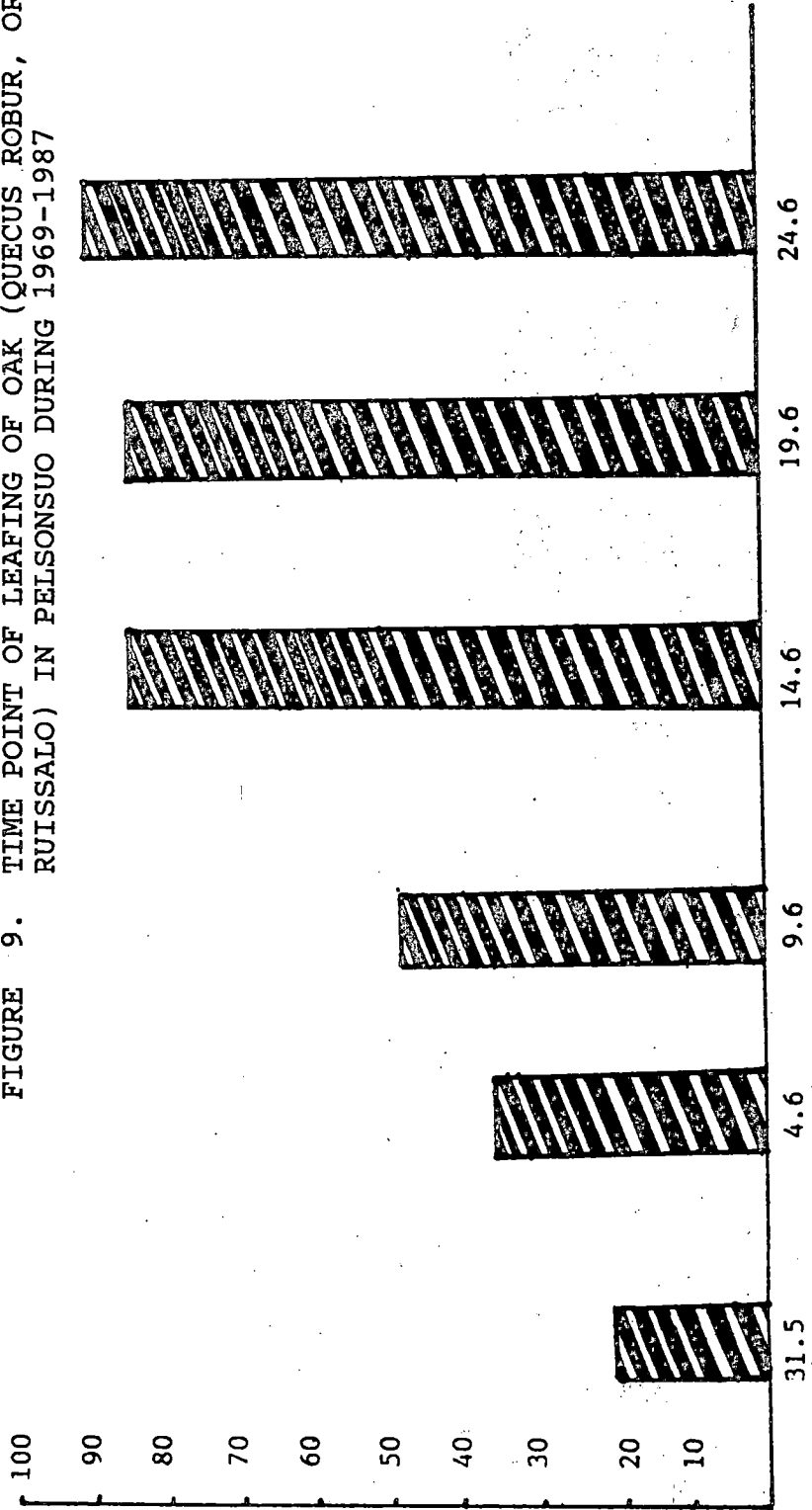
PIIRROS 8. LEHTIEN PUHKEAMINEN BETULA VERRUCOSAN
MUTAATIOILLA PELSONSUOLLA VUOSINA 1973-1987

FIGURE 8. LEAFING OF BETULA VERRUCOSA'S MUTATIONS IN
PELSONSUO DURING 1973-1987



havaintoja
observations
PIIRROS 9. TAMMEN (QUERCUS ROBUR, RUISSALO) LEHTIEN PUHKEAMIS-
AJANKOHTA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 9. TIME POINT OF LEAFING OF OAK (QUERCUS ROBUR, ORIG.
RUISSALO) IN PELSONSUO DURING 1969-1987



5.2.2.8. Lehtien puhkeamisen fenologinen standardi

Ekologisesta syystä paikalliskoivu Betula pubescens, Pelsonsuo sopii parhaiten fenologiseksi standardiksi. Tähän vaikuttavat erityisesti tottuminen kasvupaikkaan ja tiettyyn kasvurytmiin. Paikallisella koivulla ei ole vaaraa kasvupaikan vaihtelun epäedullisesta vaikutuksesta kasvurytmiin ja vuorovaikutuksiin uudessa biokenoosissa. Muiden puiden sopeutuminen Pelsonsuon ilmastoon katsottiin tapahtuneen vuoteen 1974 mennessä ja silloin aloitettiin myös fenologisesti vertailla standardia ja muita kasveja. Tätä vertailua olisi ollut mahdollista tehdä jo aikaisemmin, mutta todennäköisesti se ei olisi ollut metodologisesti perusteltua.

Taulukko 7 ja piirros 10 kuvaavat kotimaisten puiden ja pensaiden lehtien puhkeamisajankohdan poikkeamat fenologisesta standardista Pelsonsuolla vuosina 1974-1987. Suuret poikkeamat hieskoivun (Betula pubescens) lehtien puhkeamisessa olivat havaittavissa keväällä 1983, 1974 ja 1985, eli silloin kun kevät joko edullisen tai haitallisen kehityksen vuoksi oli hyvin poikkeava. Esimerkiksi vuoden 1983 keväällä hieskoivun lehtien puhkeaminen tapahtui standardiin verrattuna viidestä (Betula pubescens, Punkaharju ja Betula pubescens, Kökar) jopa 11 päivään (Betula pubescens, Kökar) myöhässä. Tämä tarkoittaa sitä, että fenologinen standardi reagoi paljon nopeammin entsyymaattisella tasolla edullisempiin kevätoloihin kuin Kevon hieskoivut ja myös paljon nopeammin kuin hieskoivut Punkaharjusta ja Kökarista. Kun taas kevään kasvuolot olivat hyvin epäedullisia

TAULUKKO 7. KOTIMAISTEN PUIDEN JA PENSAIDEN POIKEAMAT FENOLOGISESTA STANDARDISTA
(LEHTIEN PUHKEAMINEN) PELTSUOLLA VUOSINA 1974-1987

TABLE 7. DEVIATIONS OF DOMESTIC TREES AND BUSHES FROM THE PHENOLOGICAL STANDARD
(LEAFING) IN PELTSUO DURING 1974-1987

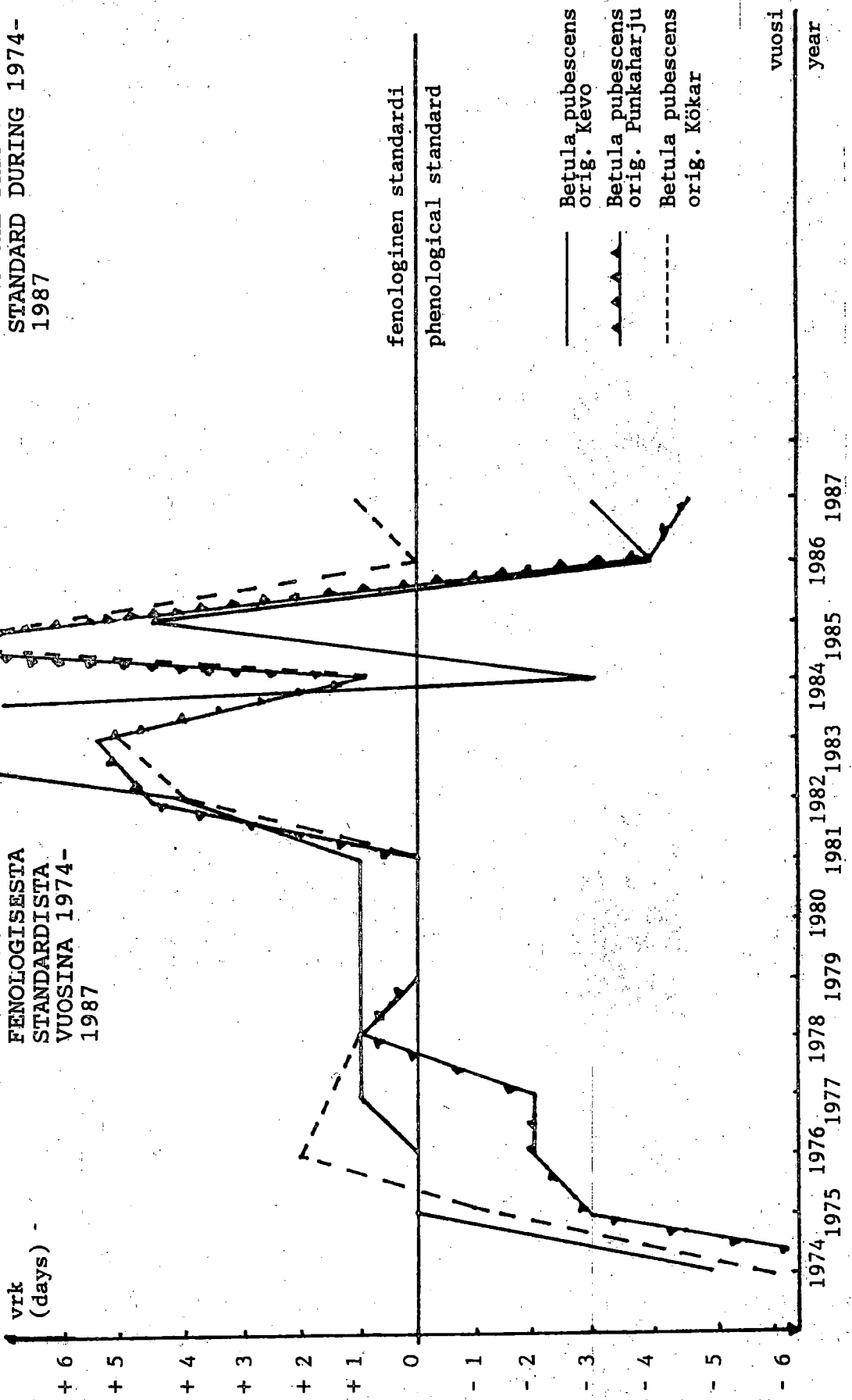
(*Betula pubescens*, orig. Peltso = 0)

| Puu/pensas Tree/bush | Vuosi/poikkeama Year/deviation | | | | | | | | | | | | | | $\bar{x}_n=i4$ |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|
| | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | |
| <i>Betula pubescens</i> , Kevo | -5 | 0 | 0 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +4 | +11 | -3 | +4 | -4 | -3 | +0.6 |
| <i>Betula pubescens</i> , Punkaharju | -9 | -3 | -2 | -2 | +1 | 0 | 0 | 0 | +4 | +5 | +1 | +8 | -4 | -5 | -0.4 |
| <i>Betula pubescens</i> , Kökar | -6 | -1 | +2 | -2 | +1 | 0 | 0 | 0 | +4 | +5 | +1 | +8 | 0 | +1 | +0.9 |
| <i>Betula verrucosa</i> , Rokua | -9 | -3 | -4 | +1 | -1 | -1 | -1 | 0 | -1 | -1 | -7 | -1 | -1 | -3 | -2.2 |
| <i>Betula verrucosa</i> f+OR | -14 | -4 | -3 | +1 | 0 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -13 | -4 | -4 | -5 | -3.5 |
| <i>Betula verrucosa</i> , &+1000R | -5 | -3 | -3 | +1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | +1 | -7 | -1 | -6 | 0 | -1.9 |
| <i>Betula verrucosa</i> &+5000R | -13 | -4 | -3 | +1 | 0 | -2 | -1 | -1 | -2 | -2 | -11 | -4 | -5 | -7 | -3.9 |
| <i>Betula verrucosa</i> &+10000R | -5 | -4 | -3 | +1 | 0 | -2 | -1 | +1 | -1 | 0 | -11 | -4 | -5 | 0 | -2.4 |
| <i>Betula verrucosa</i> &+15000R | -9 | -5 | -3 | 0 | +1 | -3 | -1 | -1 | -7 | -2 | -12 | -5 | -1 | +2 | -3.3 |
| <i>Quercus robur</i> | +7 | x | x | x | +16 | +15 | +19 | +7 | +13 | +25 | +5 | 0 | +9 | +22 | +12.5 |

x = tieto puuttuu/lacked data

FIGURE 10. DEVIATIONS OF LEAFING OF BETULA PUBESCENS FROM THE PHENOLOGICAL STANDARD DURING 1974-1987

PIIRROS 10. LEHTIEN PUHKEAMISEN POIKKEAMAT BETULA PUBESCENSILLA FENOLOGISESTA STANDARDISTA VUOSINA 1974-1987



kuten vuonna 1985, koivut Kevosta reagoivat entsyymaattisella tasolla hieman myöhästyneenä fenologiseen standardiin verrattuna, mutta selvästi aikaisemmin kuin koivut Punkaharjusta ja Kökarista. Voidaan siis todeta, että pohjois- ja etelätyypin hieskoivun välillä on havaittavissa eroa standardiin nähden. Tätä havaintoa voitaisiin käyttää hyväksi kehitystä arvioitaessa. Tässä tapauksessa kuitenkin n. 15 vertilua fenologiseen standardiin ei liene riittävä määrä johtopäätöksien tekoon.

Tarkasteltaessa hieskoivujen lehtien puhkeamista (\bar{x}) pitkällä aikavälillä, voidaan hieman yllättäen todeta, että Betula pubescens, Punkaharju poikkeaa vain vähän Betula pubescensista, Kevo, ja Betula pubescensista, Kökar. Keskimääräisesti laskettuna ko. hieskoivulla lehtien puhkeamisen ajankohta on melkein sama kuin fenologisena standardina käytettävällä hieskoivulla (Betula pubescens, Pelsonsuo). Kasvulle suotuisana vuonna Betula pubescens, Punkaharju, puhkeaa lehtiin noin kaksi vuorokautta aikaisemmin kuin fenologinen standardi, kun taas epäedullisissa oloissa tämä tapahtuu vuorokautta myöhemmin. Betula pubescensin, Punkaharju, ja fenologisen standardin samankaltaisuus johtuu todennäköisesti siitä, että ne edustavat samantyyppistä ("Sisä-Suomen") koivun ekologista ja geneettistä tyyppiä. Betula pubescensin, Kevo, keskimääräinen lehtiin puhkeamisajankohta on noin vuorokautta myöhäisempi kuin fenologisella standardilla, mutta kevään edetessä suotuisasti se tapahtuu noin vuorokautta aikaisemmin. Kevään kehittyessä epäedullisesti lehdet ilmestyvät keskimääräisesti noin kahta vuorokautta myöhemmin kuin fenologisella standardilla. Samankaltaisesti on reagoanut myös

Betula pubescens, Kökar, huolimatta siitä, että se on eteläsuomalainen hieskoivutyyppejä.

Hieskoivujen (Betula pubescens) lehtien puhkeamisen ajankohdan vertailu fenologiseen standardiin osoittaa, että alkukevät v. 1987 oli Pelsonsuolla pohjoisille oloille hyvin tavallinen (esim. v. 1986 kevätoloja muistuttava). Silloin ainoastaan Betula pubescens, Kökar, myöhästyi hieman (vuorokauden) fenologiseen standardiin verrattuna.

Paikallista rauduskoivua (Betula verrucosa) voidaan pitää fenologisena standardina rauduskoivujen fenologisten ilmiöiden mittaamisessa. Vertailtaessa hieskoivua fenologiseen standardiin, rauduskoivun fenologinen standardi poikkeaa varhaisempaan suuntaan. Tämä tarkoittaa sitä, että rauduskoivun lehdet puhkeavat aikaisemmin kuin hieskoivun. Keskimääräisesti kysymyksessä on kahden päivän ero.

Radioaktiivinen koivujen käsittely nopeutti huomattavasti rauduskoivujen lehtien puhkeamista (ks. taulukko 7). Tätä ilmiötä voidaan edelleen tutkimalla soveltaa jalostustyön lisäksi myös kasvi- ja ympäristösuojeluun. Vaikeissa oloissa tiettyjen kasvien fenologinen ilmiö voi toimia myös säteilyn mittarina. Tämä myös selittää sen, miksi Betula verrucosan tietyt koejäsenet ovat saaneet vuonna 1987 lehdet niin aikaisin.

Ruissalosta kotoisin oleva tammen (Quercus robur) lehtien puhkeaminen on ollut koivuihin verrattuna hyvin myöhäinen.

Tieteellisesti ei ole kyetty selittämään vuoden 1985 tapausta, jolloin tammi sai poikkeuksellisesti lehtensä hieskoivun fenologisen standardin kanssa samanaikaisesti. Tämä on ollut koko tutkimusajalta aikaisin lehtiin puhkeaminen tammella. Keskimääräisesti tammeen puhkesi lehdet Pelsonsuolla n. kaksi viikkoa myöhemmin kuin hieskoivun (Betula pubescens) fenologiseen standardiin ja yli kaksi viikkoa myöhemmin kuin rauduskoivun (Betula verrucosa) fenologiseen standardiin. Tutkimuksen kannalta paras tulos tammen osalta on se, että kasvi on talvehtinut hyvin ja säilyttänyt vielä elinvoimansa Pelsonsuolla.

5.2.3. Lehtien kellastuminen

Lehtien kellastumista on tutkittu samoilla menetelmillä kuin IPG:n varsinaisia kasveja. Analyttisessä mielessä lehtien kellastumista voivat aiheuttaa ainakin kaksi eri tekijäryhmää. Toisen ryhmän muodostavat fysiologiset ja toisen patologiset tekijät. Fysiologiseen ryhmään kuuluvista kellastumista aiheuttavista tekijöistä tulee mainita luonnollinen kasvien fysiologinen vaihe (vanhentuminen) ja fysiologinen kasvurytmi. Nämä ovat luonnollisia kasvin feno- tai jopa genotyypille ominaisia tekijöitä. Sen sijaan patologiseen ryhmään kuuluvia tekijöitä voidaan pitää riskitekijöinä. Fenologian kannalta ei ole tärkeää niinkään tekijä, joka aiheutti kellastumista vaan itse kellastumisprosessi, sen säännöllisyys tai epäsäännöllisyys lyhyellä sekä pitemmällä aikavälillä.

5.2.3.1. Betula pubescens, Kevo

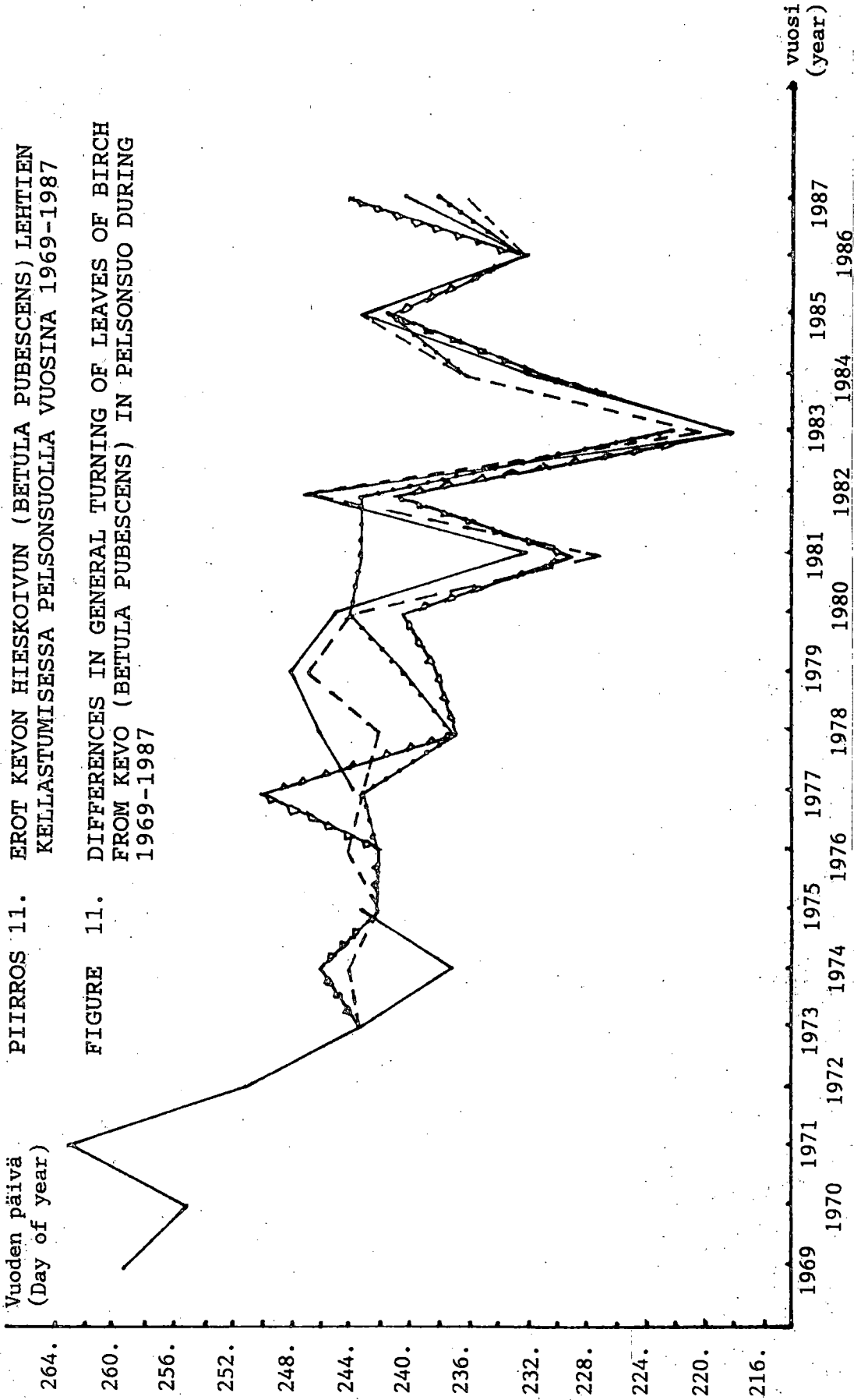
Havaintoja, jotka koskevat Kevosta kotoisin olevan hieskoivun lehtien kellastumista vuosina 1969-1987, on tehty kaikkiaan 59. Niiden perusteella voidaan todeta, että Pelsonsuolla lehdet alkavat kellastua aikaisintaan elokuun 6. päivänä. Tutkittuna ajanjaksona ei esiintynyt yhtään tapausta, jolloin kellastuminen olisi alkanut syyskuun 20. päivää myöhemmin. Lehden kellastumishajonta 19 vuoden ajalta tehtyjen havaintojen perusteella on 45 vuorokautta (n. 6.5 viikkoa) laskettuna vuoden 218:nnesta päivästä alkaen (ks. piirros 11). On pantava merkille, että Kevon hieskoivun lehdet kellastuvat 71.2 %:n todennäköisyydellä elokuun aikana. Ennen syyskuun 10. päivää tapahtuvan kellastumisen todennäköisyys on jo 97 %.

5.2.3.2. Betula pubescens, Pelsonsuo

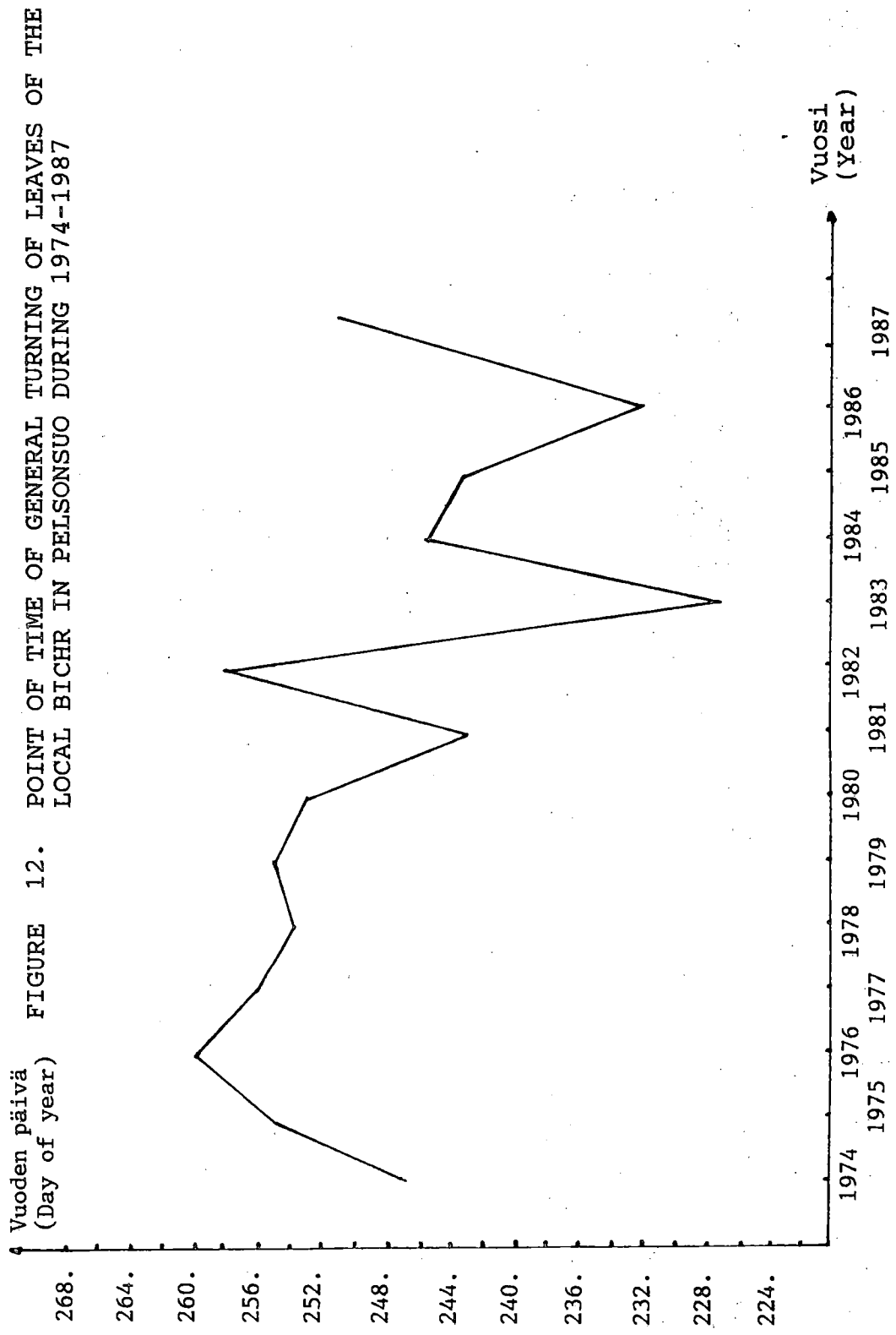
Paikallisen hieskoivun lehtien kellastuminen oli tutkittuna ajanjaksona epäsäännöllinen: se tapahtui aikaisintaan 15. elokuuta ja myöhäisintään 17. syyskuuta. Kellastumisoireet ilmestyivät vuoden 227:n päivän jälkeen ja ne saattoivat olla myöhässä jopa yli kuukauden (kuitenkin korkeintaan 33 vuorokautta). Paikalliselle hieskoivulle on tyypillistä, että lehdet kellastuvat 79 %:n todennäköisyydellä aina syyskuussa. Todennäköisyys, että tämä ilmiö tapahtuu elokuussa, on n. 21 kertaa sadan vuoden aikana. Piirros 12 kuvaa hieskoivun kellastumisajankohtaa Pelsonsuolla. Siitä käy ilmi, että suurin poikkeama oli vuosina 1983 ja 1976. Vuosi 1987 ei poikennut tässä suhteessa keskimääräisestä vuodesta.

PIIRROS 11. EROT KEVON HIESKOIVUN (BETULA PUBESCENS) LEHTIEN
KELLASTUMISESSA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 11. DIFFERENCES IN GENERAL TURNING OF LEAVES OF BIRCH
FROM KEVO (BETULA PUBESCENS) IN PELSONSUO DURING
1969-1987



PIIRROS 12. PAIKALLISEN HIESKOIVUN LEHTIEN KELLASTUMISAJANKOHTA
 PELSONSUOLLA VUOSINA 1974-1987



5.2.3.3. Betula pubescens, Punkaharju

Vuosina 1969-1987 tehtyjen lehtien kellastumista koskevien 35 havainnon perusteella voidaan väittää, että Punkaharjusta koitoisin olevan hieskoivun lehdet kellastuvat Pellonsuolla aikaisintaan elokuun 19. päivänä (v. 1986) ja myöhäisintään lokakuun 1. päivänä (v. 1974). Suurin aikaero eri vuosina on ollut 41 vuorokautta. Ko. koivulla lehdet kellastuivat 86 %:n todennäköisyydellä syyskuussa, kun taas elokuussa ne kellastuivat vain 9 %:n todennäköisyydellä ja lokakuussa enää 5 %:n todennäköisyydellä.

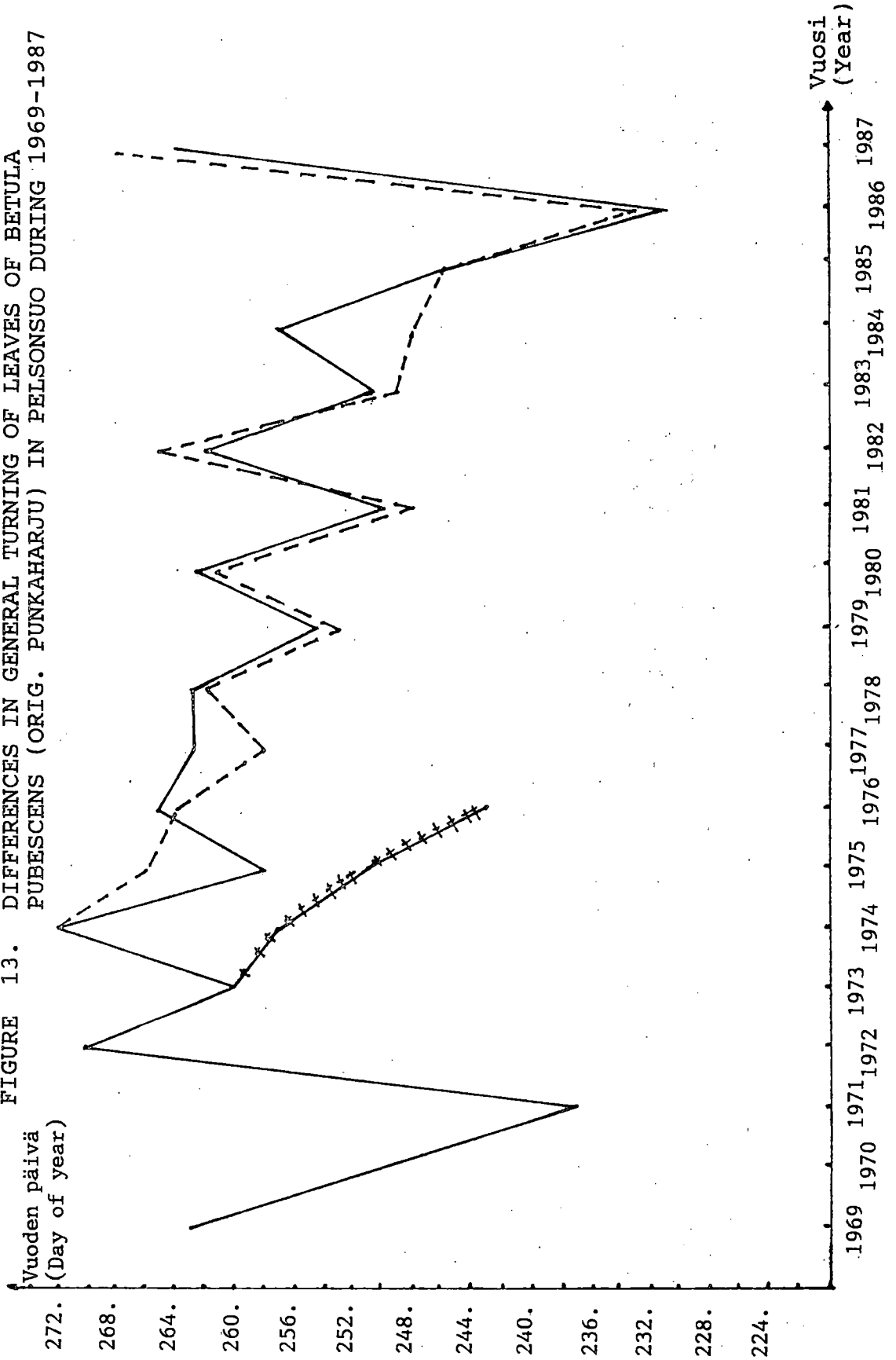
On huomattava, että Betula pubescensin, Punkaharju, yksilöt muuttivat lehtiensä väriä eri aikana. Lehtien kellastumisen ajankohta vaihteli suuresti (ks. piirros 13) yhtenä ja samana vuonna. Suurin vaihtelu (23 vrk) oli vuonna 1976, kun taas esim. vuonna 1985 vaihtelua ei tapahtunut lainkaan. 74 % kaikista havainnoista osoittaa, että koivun yksilöiden välinen vaihtelu samana vuonna oli 0-4 vrk, kun taas 11 % havainnoista osoittaa vaihtelun olleen 5-10 vrk. Kuintenkin myös yli 10 vuorokauden mittainen vaihtelu on mahdollinen. Sitä todistavat 16 % kaikista tämän koivulajin lehtikellastumisesta tehdyistä havainnoista.

5.2.3.4. Betula pubescens, Kökar

Suoritettun 61 havainnon analyysi osoittaa, että Pellonsuolla tämän etelä-suomalaista tyyppiä olevan hieskoivun lehdet muut-

PIIRROS 13. EROT LEHTIEN KELLASTUMISESSA BETULA PUBESCENSISILLÄ
(PUNKAHARJU) PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 13. DIFFERENCES IN GENERAL TURNING OF LEAVES OF BETULA
PUBESCENS (ORIG. PUNKAHARJU) IN PELSONSUO DURING 1969-1987



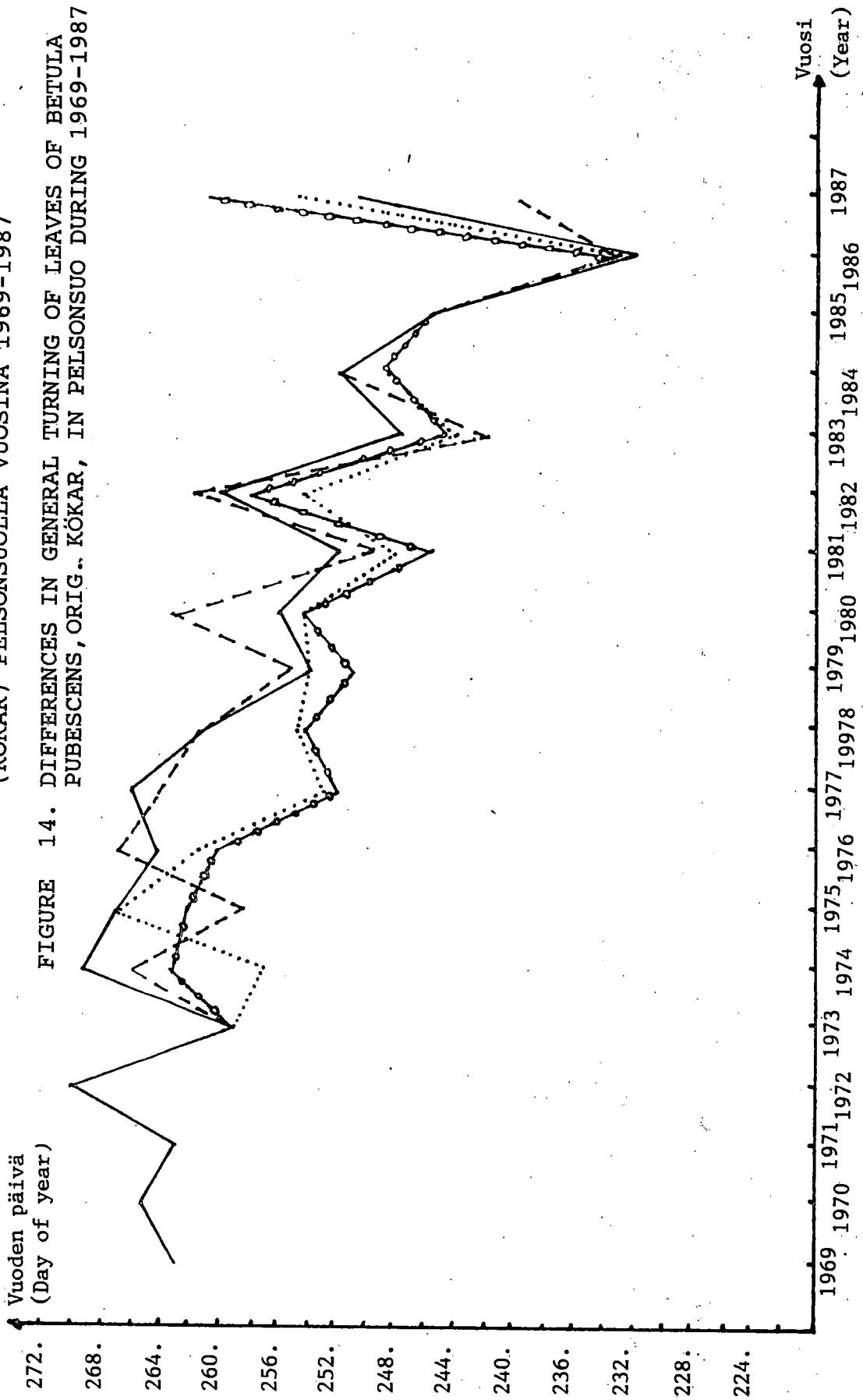
tavat väriään aikaisintaan 20. päivänä elokuuta (v. 1986) ja myöhäisintään 27. syyskuuta (v. 1972). Eri vuosina kellastumisajankohta vaihteli 38 vuorokautta vuoden 232:n päivän jälkeen. Yleisimmin Kökarista olevan koivun lehdet kellastuivat syyskuussa (90 %:n todennäköisyydellä), kun taas elokuussa tämän ilmiön todennäköisyys oli vain 10 %. Eri vuosina eri koivuyksilöiden lehtivärimuutoksen ajankohta vaihteli suuresti (ks. piirros 14). 0-4 vrk:n vaihtelua oli 37 %:ssa tapauksia, 5-10 vrk:n 47 %:ssa ja yli 10 vrk:n vielä 16 %:ssa tapauksia.

5.2.3.5. Betula verrucosa, Rokua

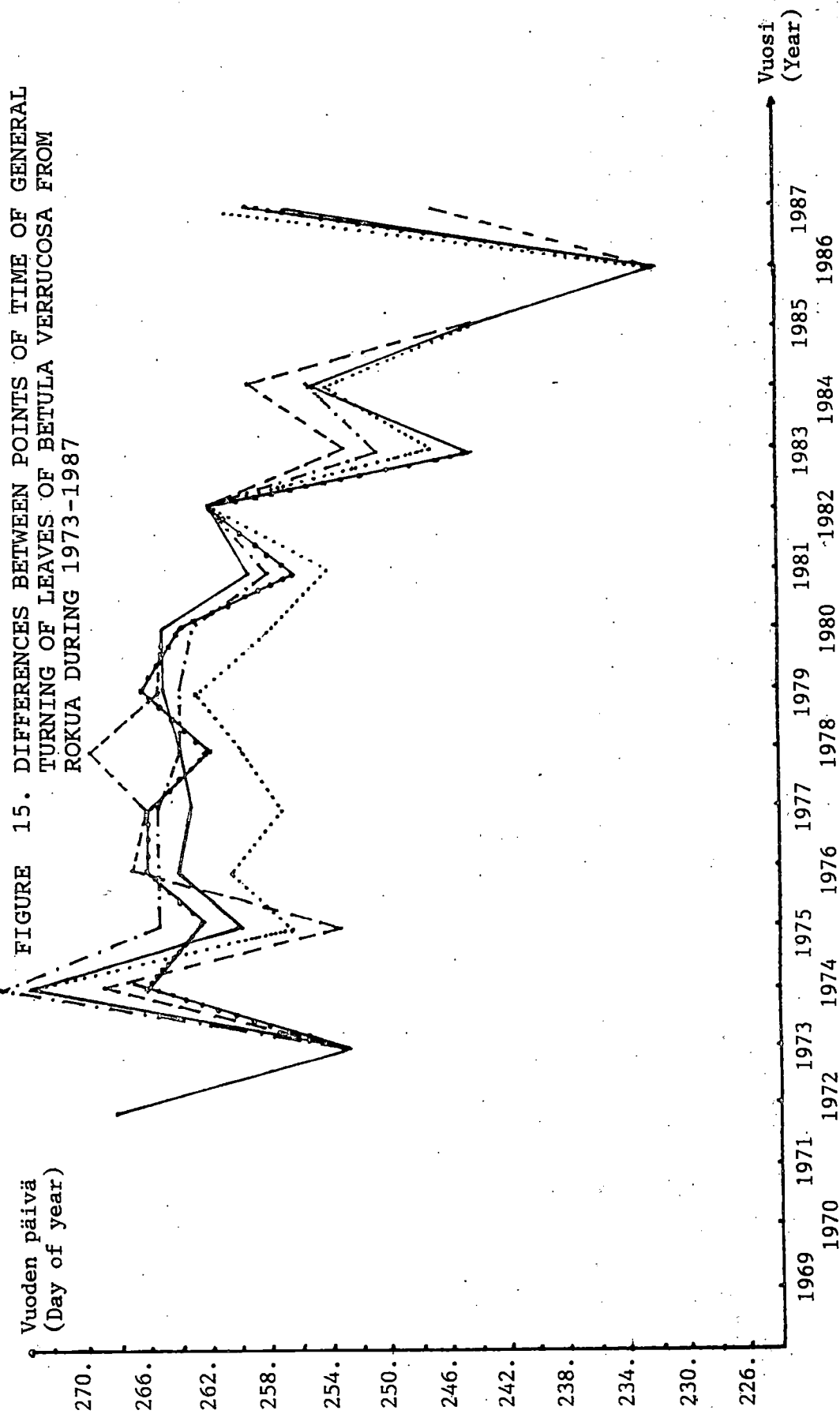
Värimuutos paikallisen rauduskoivun (Betula verrucosa) lehdissä ei ollut ajallisesti säännöllinen (ks. piirros 15). Tehdyn 58:n eri havainnon pohjalta voidaan todeta, että lehtien kellastumisoireet ovat ilmenneet aikaisintaan elokuun 20. päivänä (v. 1986) ja myöhäisintään 3. päivänä lokakuuta (v. 1974). 232:sta vuoden päivästä lukien myöhästymisen voi olla jopa 44 vuorokautta (6.3 viikkoa). Mitä todennäköisimmin Betula verrucosan (Rokua) lehtien kellastuminen tapahtuu kuitenkin syyskuussa. Tätä osoittaa 90 %:n matemaattinen todennäköisyys. Elokuussa ilmenevän värinmuutoksen todennäköisyys on 8.5. % ja lokakuussa vastaavasti vain 1.5 %. Mielenkiintoista on, että värinmuutoksen ajankohta on vaihdellut yllättävän suuresti eri koivuyksilöiden välillä. 37 % kaikista havainnoista vahvistaa ko. vaihtelun olleen 0-4 vuorokautta, 44 % 5-10 vuorokautta ja 19 %:ssa vaihtelu oli yli 10 vuorokautta.

PIIRROS 14. EROT LEHTIEN KELLASTUMISESSA BETULA PUBESCENSISILLA
(KÖKAR) PELTSUOSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 14. DIFFERENCES IN GENERAL TURNING OF LEAVES OF BETULA
PUBESCENS, ORIG.. KÖKAR, IN PELTSUO DURING 1969-1987



PIIRROS 15. BETULA VERRUCOSAN (ROKUA) VAIHTELU LEHTIEN
KELLASTUMISAIKOJEN VÄLILLÄ PELSONSUOILLA
VUOSINA 1973-1987



Vuoden päivä
(Day of year)

Vuosi
(Year)

5.2.3.6. Betula verrucosa (& + R ja X -jalostusmateriaali)

Lehtien kellastumisajankohdan keskiarvoa ja vaihtelua & + R ja X -jalostusmateriaalilla kuvaa piirros 16. Rauduskoivun lehdissä värin muutos on merkittävä. Aikaisintaan kellastumisoireet ilmaantuvat elokuun 15. päivänä ja viimeistään 29. päivänä lokakuuta. Vuoden alusta 227:nneestä päivästä laskien ko. jalostusmateriaalin kellastumisoireiden ilmeneminen vaihteli jopa 75 vuorokautta.

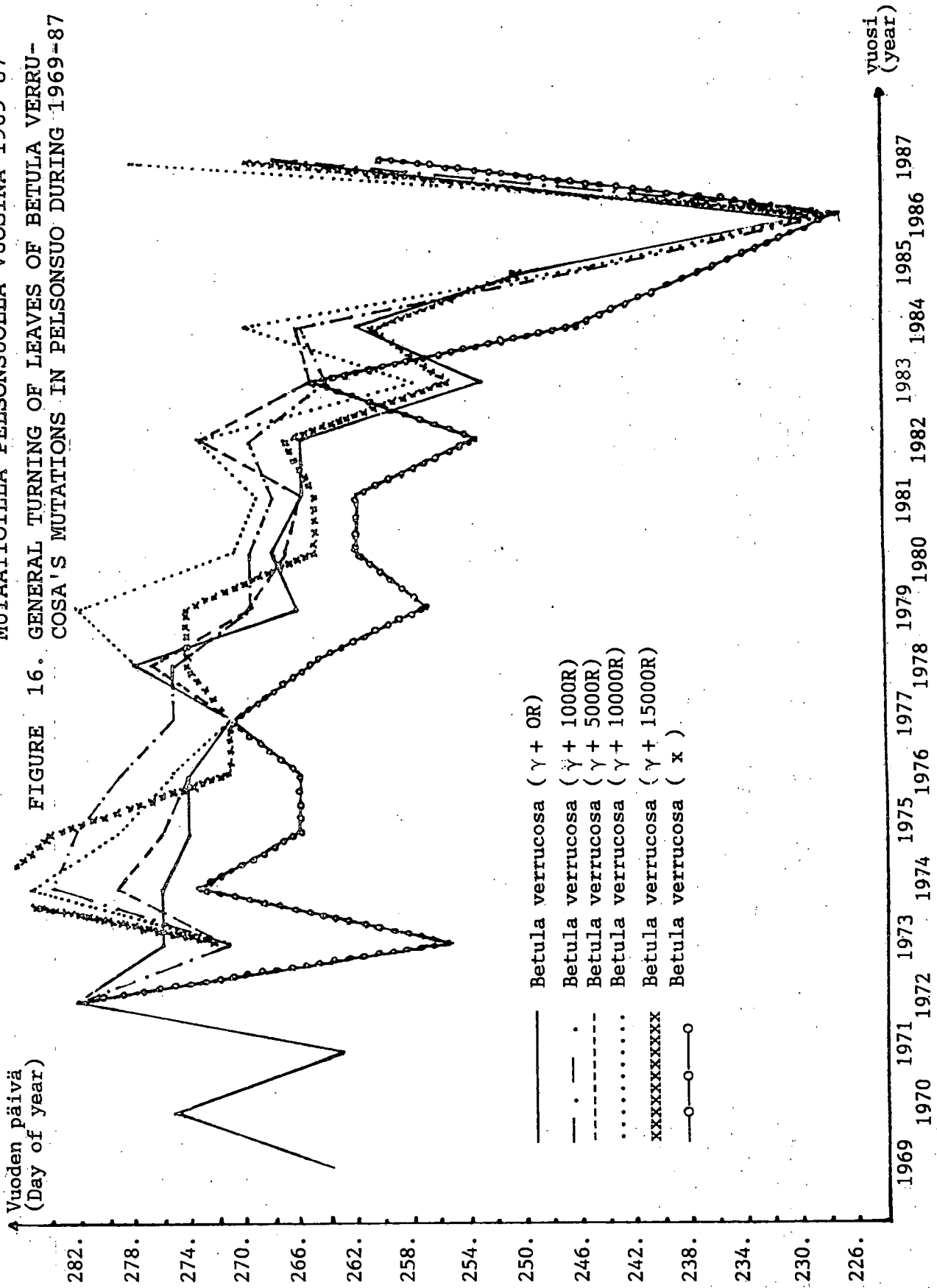
Jalostusmateriaalista fenologisesti poikkeaa huomattavassa määrin X-materiaali, jolla lehtien kellastumisen ajankohta oli selvästi muita varhaisempi lukuunottamatta vuotta 1983. Myös vuonna 1986 lehdet kellastuivat poikkeavaan aikaan. Tästä todisti nimenomaan lehtivärin muuttumisen varhaisuus. Ko. vuonna koejäsenten väliset erot jalostusmateriaalilla olivat hyvin pieniä, kaikista pienimpiä. Näin ollen lehtien kellastumiseen vaikuttava tekijä ilmeni voimakkaana. Toisaalta on esimerkkejä tapauksista, jolloin jalostusmateriaalin lehdet kellastuivat huomattavasti myöhemmin kuin paikallisen rauduskoivun lehdet (v. 1974).

5.2.3.7. Quercus robur, Ruissalo

Kellastumista koskevien 45:n eri vuosina tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että ko. fenologinen ilmiö tapahtuu tammella Pelsonsuolla aikaisintaan syyskuun 2. päivänä (v. 1986) ja myöhäisintään lokakuun 6. päivänä (v. 1980). Kaikista

PIIRROS 16. LEHTIEN KELLASTUMINEN BETULA VERRUCOSAN
MUTAATIOILLA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-87

FIGURE 16. GENERAL TURNING OF LEAVES OF BETULA VERRU-
COSA'S MUTATIONS IN PELSONSUO DURING 1969-87



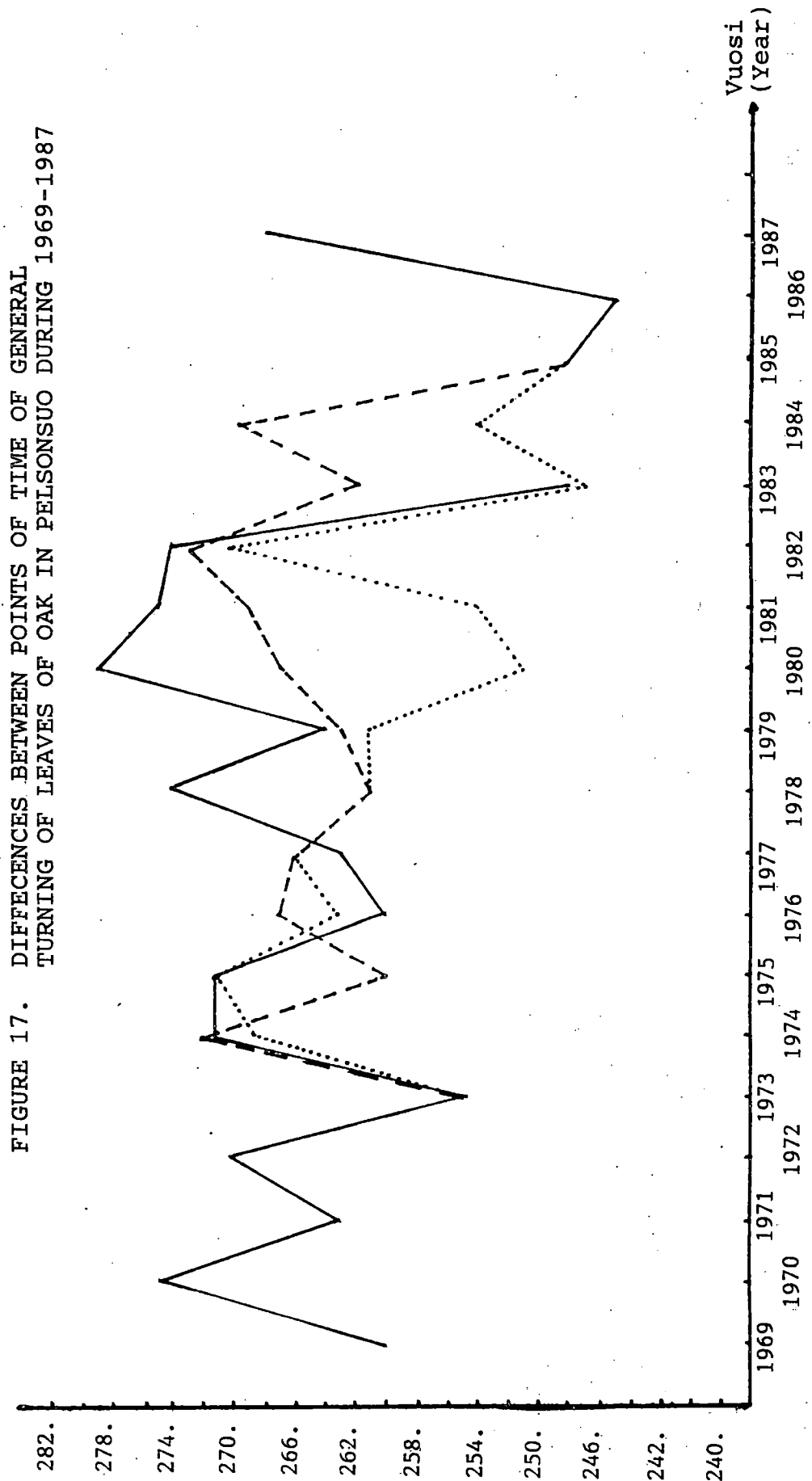
tehdyistä havainnoista 93 % osoittaa, että tammen lehdet kellastuvat syyskuussa. Lokakuussa kellastuminen on todennköistä vain 7 %:sti. Tammen yksilöillä lehtiväriin muuttumisaikaa koskevat erot olivat samana vuonna suhteellisen suuret (ks. piirros 17). Vaihtelua oli 0-4 vrk 63 %:ssa tapauksia, 5-10 vrk vain 5 %:ssa, kun taas yli 10 vrk:n vaihtelua oli jopa 31 %:lla tapauksia. Samana vuonna suurin yksilöiden välinen vaihtelu oli 27 vuorokautta (v. 1980).

5.2.3.8. Lehtien kellastumisen fenologinen standardi

Syksyisen lehtien värimuutoksen osalta on paikallinen hieskoivu (Betula pubescens, Pelsonsuo) ekologisesta syystä paras fenologinen standardi muille hieskoivuille. Taulukko 8 ja piirros 18 kuvaavat tästä standardista esiintyviä poikkeamia koivujen lehtien värimuutoksen ajankohdan kannalta (vuosina 1974-1987). Piirroksista ilmenee, että Kevon hieskoivu (Betula pubescens, Kevo) muuttaa väriään 79 %:n todennäköisyydellä aikaisemmin kuin fenologinen standardi. Keskimääräisesti näin on em. koivulla lähes 9 vrk aikaisemmin kuin fenologisella standardilla. Eri vuosien välillä on havaittavissa selvää vaihtelua. On pantava merkille myös, ettei v. 1974-1987 esiintynyt yhtään tapaus- ta, jolloin standardin lehtien värimuutos olisi tapahtunut aikai- semmin kuin Betula pubescensin, Kevo. Joka vuosi lukuunottamat- ta vuosia 1983, 1985 ja 1986, jolloin havainnoitava ilmiö oli samanaikainen, fenologinen standardi oli tässä suhteessa selväs- ti myöhäisempi.

PIIROS 17. EROT TAMMEN LEHTIEN KELLASTUMISAJANKOHDASSA
PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

Vuoden päivä
(Day of year)



TAULUKKO 8. KOTIMAISTEN KOIVUJEN POIKKEAMAT FENOLOGISESTA STANDARDISTA
(LEHTIEN VÄRIMUUTOS) PELSUNSUOLLA VUOSINA 1974-1987

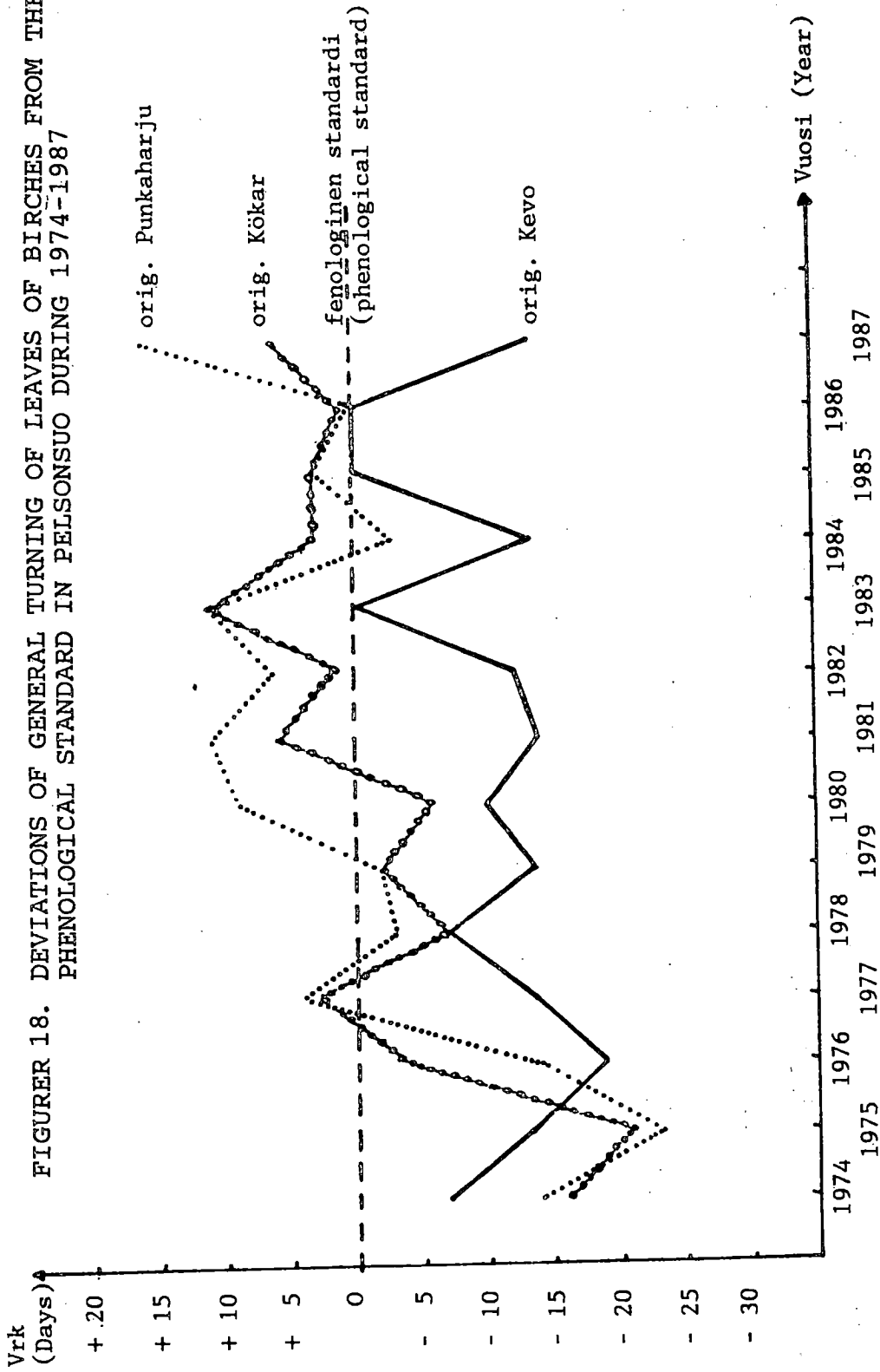
TABLE 8. DEVIATIONS OF DOMESTIC BIRCHES FROM THE PHENOLOGICAL STANDARD
(GENERAL TURNING OF LEAVES) IN PELSUNSUO DURING 1974-1987

Betula pubescens orig. Pelsunsoo = 0

| Puu Tree | Vuosi/poikkeama Year/deviation | | | | | | | | | | | | | | $\bar{X}_{n=14}$ |
|--------------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | |
| Betula pubescens orig. Kevo | - 7 | -13 | -17 | -13 | - 7 | -13 | -10 | -14 | -12 | 0 | -13 | 0 | 0 | -13 | -9.4 |
| Betula pubescens orig. Punkaharju | -14 | -23 | -13 | + 4 | - 3 | - 2 | + 9 | +11 | + 6 | +11 | - 3 | +3 | 0 | +16 | +0.1 |
| Betula pubescens orig. Kökar | -16 | -21 | - 4 | + 3 | - 7 | - 2 | - 6 | + 6 | + 1 | +11 | + 3 | +3 | +1 | + 6 | -1.6 |

PIIRROS 18. LEHTIEN VÄRIMUUTOSTEN POIKKEAMAT FENOLOGISESTA STANDARDISTA KOIVUILLA PELSONSUOLLA VUOSINA 1974-1987

FIGURER 18. DEVIATIONS OF GENERAL TURNING OF LEAVES OF BIRCHES FROM THE PHENOLOGICAL STANDARD IN PELSONSUO DURING 1974-1987



Punkaharjun hieskoivu (Betula pubescens, Punkaharju) oli 50 %:n todennäköisyydellä fenologista standardia myöhäisempi. Keskimääräisesti se myöhästyi standardiin verrattuna n. vuorokauden. Viivästyminen ei tapahtunut kuitenkaan säännöllisesti. Joinakin vuosina hieskoivu saattoi kellastua jopa 23 vuorokautta aikaisemmin, joinakin vuosina taas jopa 16 vuorokautta standardia myöhemmin.

Kökarista kotoisin oleva hieskoivu muutti väriään 57.1 %:n todennäköisyydellä fenologista standardia myöhemmin. Keskimäärin se oli myöhässä kaksi vuorokautta, vaikka eri vuosina vaihtelua esiintyi suuresti. Betula pubescens, Kökar saattoi tutkimuksen aikana muuttaa lehtiensä väriä jopa 21 vuorokautta aikaisemmin tai vieläpä 11 vuorokautta myöhemmin kuin fenologinen standardi.

Eri alkuperää olevien koivujen vertailu osoittaa selvästi, että pohjoisemmasta paikasta siirretty hieskoivu muuttaa lehtien väriä säännöllisemmin ja aikaisemmin kuin fenologinen standardi, kun taas etelästä tuodut koivut ovat hyvin epäsäännöllisiä tässä suhteessa. Kysymyksessä voi olla myös rajallinen vaihtelu ja toisaalta enemmän tai vähemmän myöhäisempi lehtien värinmuutos kuin standardilla. Mitä etelämmästä paikasta kasvia siirretään pohjoiseen, sitä epäsäännöllisempi sillä on lehtien värin muutoksen ajankohta. Betula pubescensin, Kevo, perusteella voidaan varovasti esittää sellainen hypoteesi, että pohjoisesta etelään siirretyt kasvit reagoivat päinvastaisesti eli niillä lehtivärin muutos tapahtuu säännöllisemmin.

5.2.4. Lehtien variseminen

Kuten lehtien värinmuutos, myös lehtien variseminen on yleensä normaali fysiologinen ilmiö. Tämän ilmiön ja lehtien kellastumisen välillä vallitsee yhteys. Lehtipuiden varisemista koskevia havaintoja on tehty samoilla tutkimusmenetelmillä kuin kansainvälisessä tutkimuksessa. Yleinen lehtien putoaminen vaihteli melko suuresti kaikilla tutkituilla yksilöillä.

5.2.4.1. Betula pubescens, Kevo

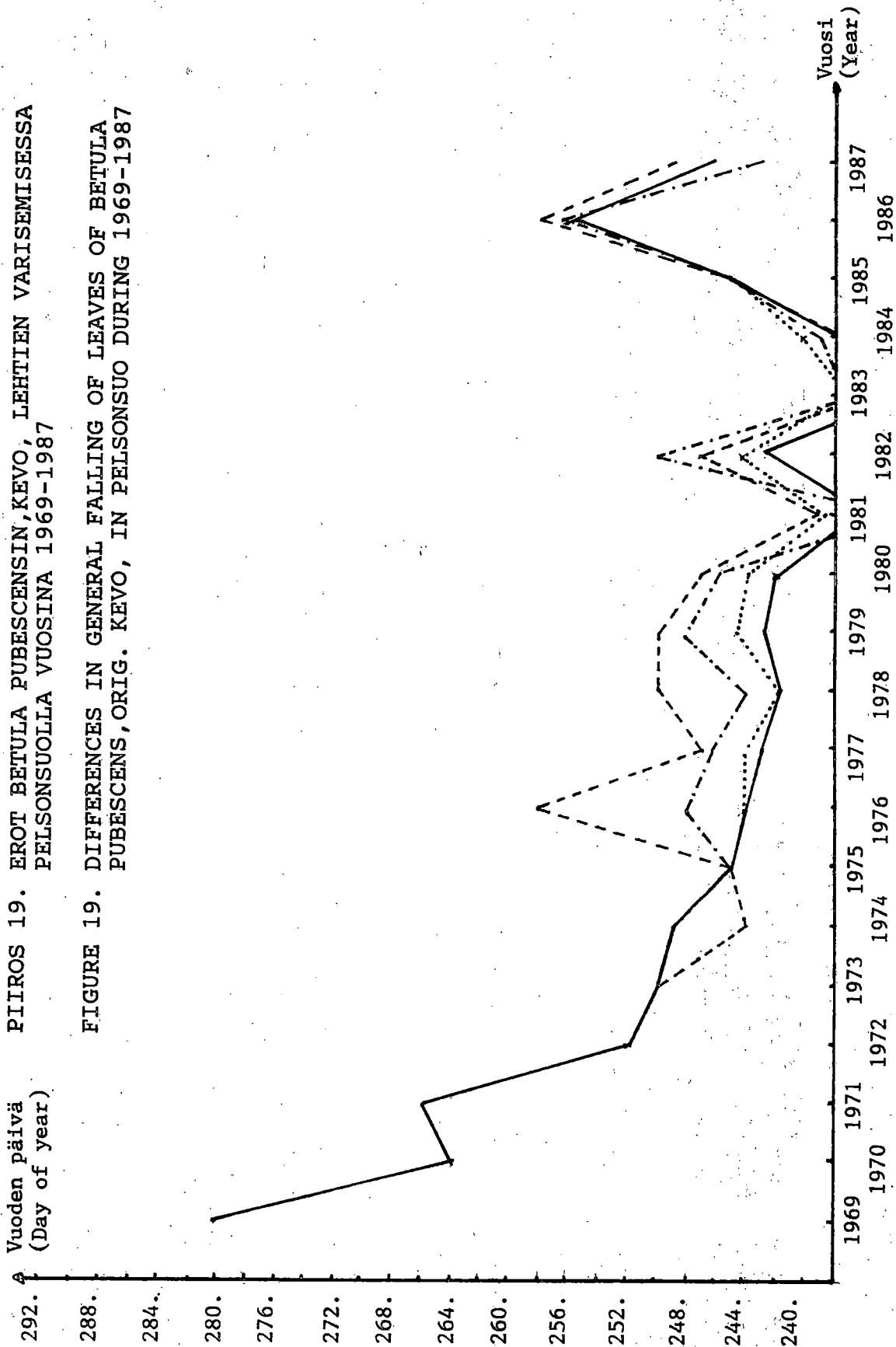
Vuosina 1969-1987 lehtien varisemisen ajankohtaa koskevien 60 havainnon analyysi osoittaa, että Kevon hieskoivu varistaa lehtensä Pelsonsuolla epäsäännöllisesti elokuun 12. ja lokakuun 8. päivän välillä. Siis teoreettinen lehtien varisemisajankohta voi vaihdella 57 vuorokautta. Matemaattisesti voidaan osoittaa, että yleinen ja todennäköisin lehtien varisemisaika on syyskuu, jolloin se on tapahtunut n. 7 kertaa 10 vuoden aikana. Todennäköisyys lehtien varisemisesta elokuussa on suhteellisen pieni (23 %). Lähes olematon todennäköisyys (2 %) vallitsee sen suhteen, että variseminen tapahtuisi lokakuussa. Koko tutkimusajankana Betula pubescens, Kevo, varisti lehtensä vain kerran lokakuussa, vuonna 1969. Kevon hieskoivun lehtien varisemisajankohtaa kuvaa piirros 19, josta käy ilmi, että koivun yksilöiden väliset erot ovat selvästi havaittavissa.

5.2.4.2. Betula pubescens, Pelsonsuo

Tämän koivun lehtien varisemista koskeva aineisto osoittaa, että

PIIROS 19. EROT BETULA PUBESCENSIN, KEVO, LEHTIEN VARISEMISESSA
 PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 19. DIFFERENCES IN GENERAL FALLING OF LEAVES OF BETULA
 PUBESCENS, ORIG. KEVO, IN PELSONSUO DURING 1969-1987



lehtien putoaminen tapahtuu ajalla 5. - 27. syyskuuta.

Vaihtelua on vain neljättä viikkoa. Havaintoanalyysi osoittaa myös, että paikallinen hieskoivu jopa 86 %:n todennäköisyydellä varistaa lehtensä syyskuun 15. ja 27. päivien välillä.

Piirros 20 osoittaa mm. että lehtien varisemisaika oli yllätyksellisesti sama vuosina 1975, 1978, 1979 ja 1984.

5.2.4.3. Betula pubescens, Punkaharju

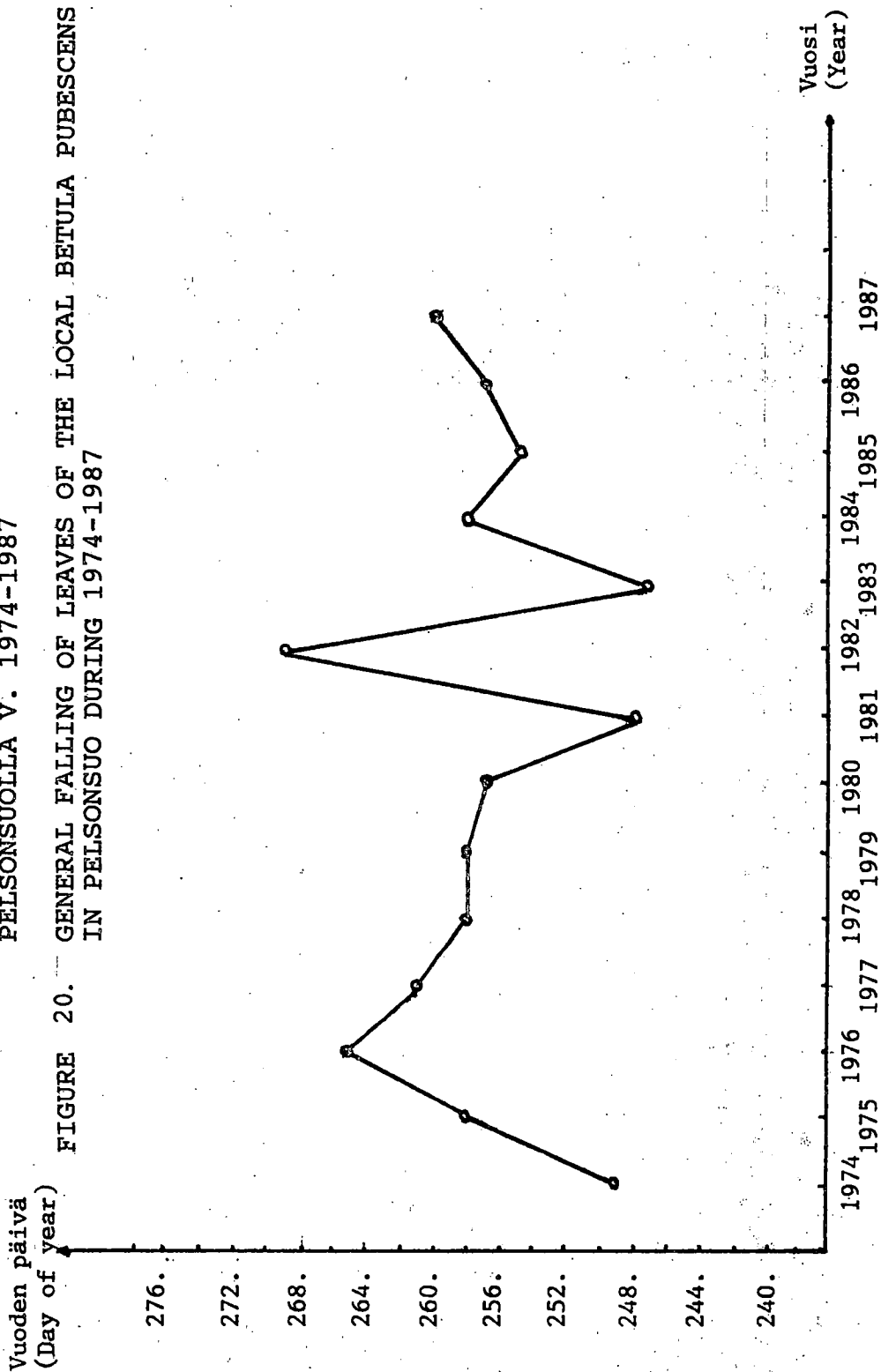
Punkaharjusta oleva hieskoivu varistaa lehtensä Pelsonsuolla aikaisintaan syyskuun 10. ja viimeistään lokakuun 17. päivänä. Varisemisen ajankohta vaihtelee eri vuosina jopa 37 vuorokautta. Lokakuussa tapahtuva lehtien variseminen on todennäköistä 33 %:n varmuudella (joka kolmas vuosi). Yleensä lehtien putoaminen tapahtuu kuitenkin syyskuun toisella puoliskolla. Syyskuun 15. ja 30. päivän välillä variseminen tapahtuu 58 %:n todennäköisyydellä, eli keskimäärin joka toisena vuonna lehdet varisevat juuri tällöin. Punkaharjun hieskoivun eri yksilöiden välillä vallitsee lehtien varisemisajassa eroja (ks. piirros 21). Samana vuonna se voi vaihdella eri yksilöillä jopa 23 vuorokautta.

5.2.4.4. Betula pubescens, Kökar

Eri vuosilta kerätyn 60 havaintoa sisältävän aineiston perusteella voidaan todeta, että lehtien variseminen tapahtuu syyskuun alusta aina lokakuun 20. päivään saakka. Vaihtelua esiintyi noin 50 vuorokautta. Kökarin hieskoivun lehtien variseminen

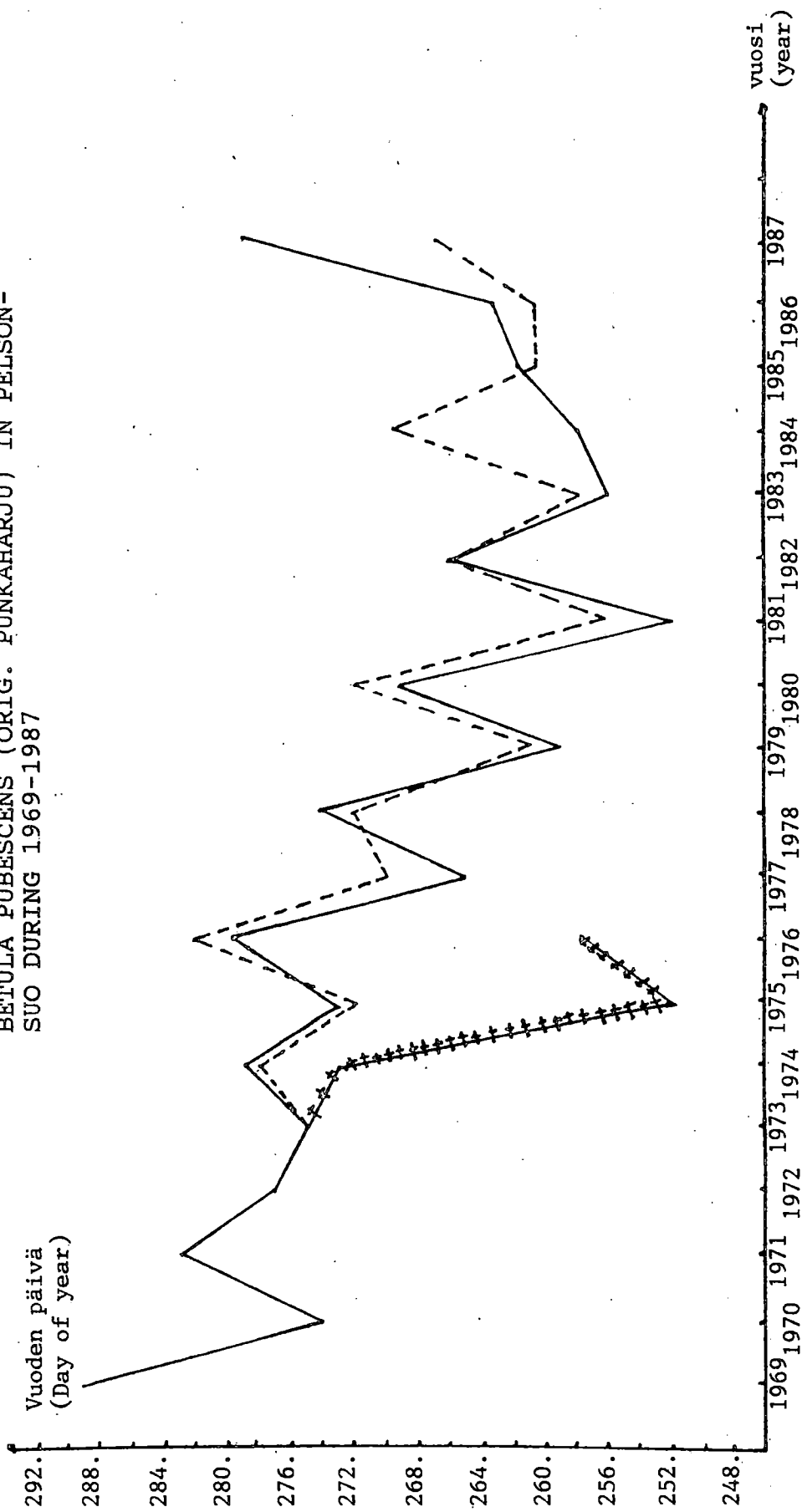
PIIRROS 20. PAIKALLISEN BETULA PUBESCENSIN LEHTIEN VARISEMINEN
 PELSONSUOLLA V. 1974-1987

FIGURE 20. GENERAL FALLING OF LEAVES OF THE LOCAL BETULA PUBESCENS
 IN PELSONSUO DURING 1974-1987



PIIRROS 21. EROT BETULA PUBESCENSIN (PUNKAHARJU) LEHTIEN VARISEMISESSA PELSONSUOLLA VUOSINA 1969-1987

FIGURE 21. DIFFERENCES IN GENERAL FALLING OF LEAVES OF BETULA PUBESCENS (ORIG. PUNKAHARJU) IN PELSON-SUO DURING 1969-1987



on kuitenkin todennäköisintä (62 %:sti) syyskuun kahden viimeisen viikon aikana. Lokakuussa se tapahtuu satunnaisesti n. kerran 10 vuodessa. Kökarin hieskoivun lehtien variseminen Pelsonsuolla ei tapahdu kaikilla yksilöillä samanaikaisesti. Erot ovat tässä suhteessa huomattavat (ks. piirros 22).

5.2.4.5. Betula verrucosa, Rokua

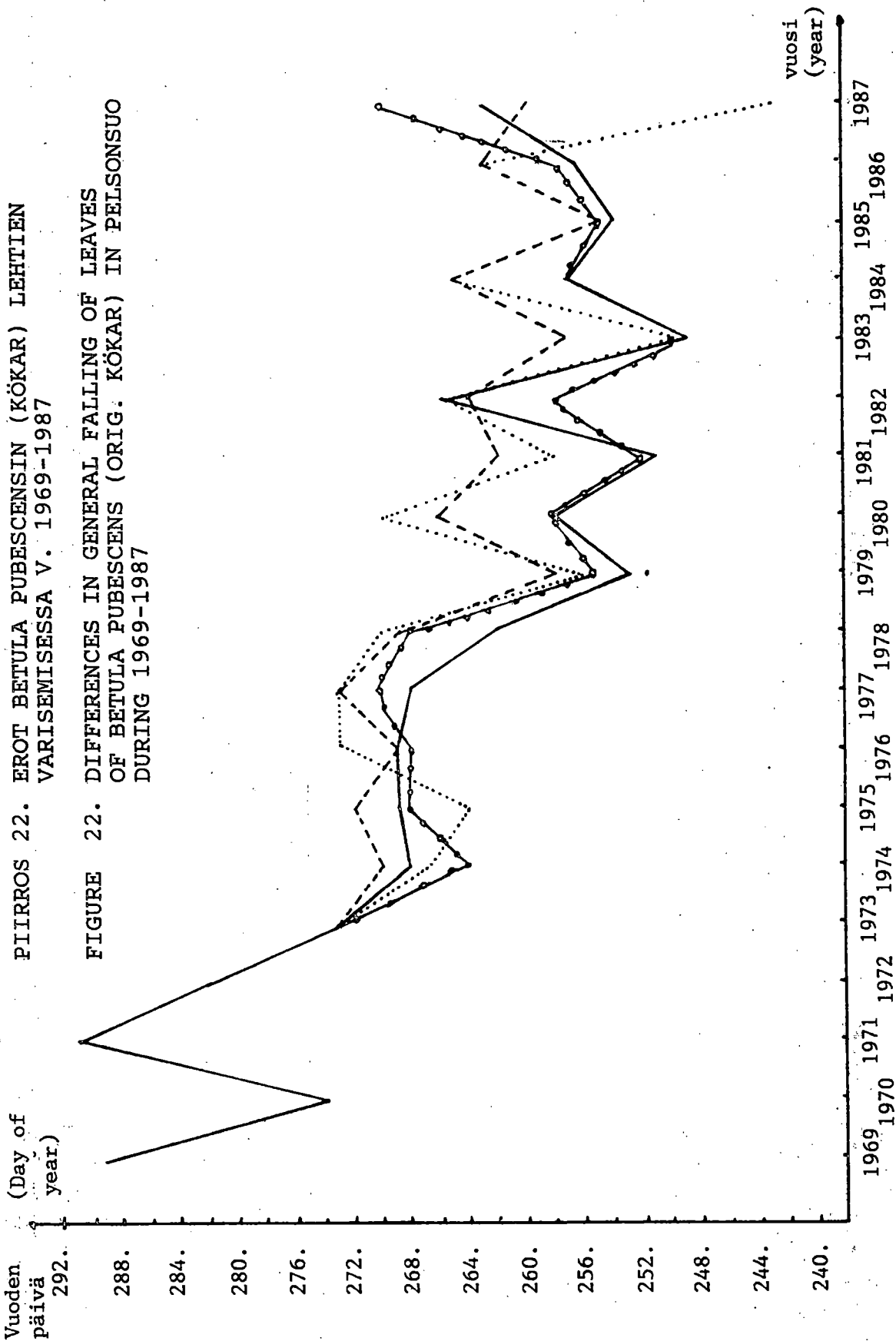
Paikallisen rauduskoivun lehtien variseminen vaihtelee eri vuosina korkeintaan 25 vuorokautta. Se alkaa aikaisintaan syyskuun 10. päivänä. Aineistoanalyysin perusteella voidaan todeta, että syyskuun 15. päivään saakka lehtien variseminen tapahtuu vain 20 %:n todennäköisyydellä. Lokakuussa tapahtuvan varisemisen todennäköisyys ei ylitä edes 5 %:n rajaa. Niinpä varisemisen voidaan odottaa tapahtuvan useimmiten syyskuun toisella puoliskolla. Em. aineiston analyysi osoittaa myös, että paikallisen rauduskoivun lehtien putoamisaika ei ole sama kaikilla yksilöillä (piirros 23). Samana vuonna eri yksilöiden välillä tapahtuvat vaihtelut voivat olla jopa 17 vuorokautta.

5.2.4.6. Betula verrucosa (& + R ja X -jalostusmateriaali)

Radioaktiivisesti käsitellyillä rauduskoivun yksilöillä lehtien variseminen alkaa aikaisintaan syyskuun 12. päivänä. Eri vuosien välillä alkaminen voi vaihdella jopa 50 vuorokautta. Tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että se ei kuitenkaan tapahdu marraskuun 1. päivän jälkeen. Kaikkein todennäköisimmin variseminen tapahtuu aina lokakuussa (63 %). Kuitenkin 10 vuoden

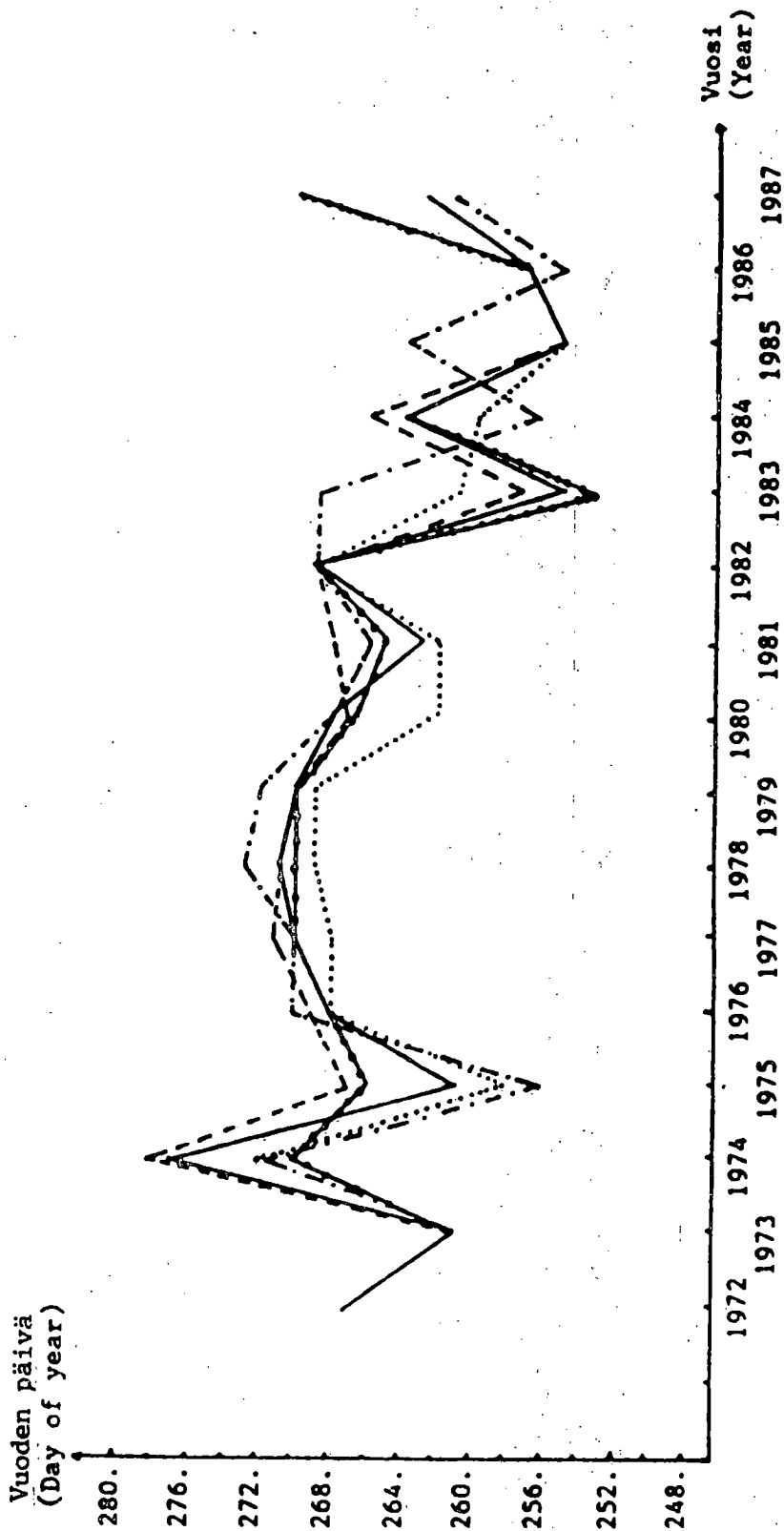
PIIRROS 22. EROT BETULA PUBESCENSIN (KÖKAR) LEHTIEN
 VARISEMISSA V. 1969-1987

FIGURE 22. DIFFERENCES IN GENERAL FALLING OF LEAVES
 OF BETULA PUBESCENS (ORIG. KÖKAR) IN PELTSOVSUO
 DURING 1969-1987



PIIRROS 23. EROT BETULA VERRUCOSAN (PELSONSUO) LEHTIEN VARISEMISESSÄ VUOSINA 1973-1987

FIGURE 23. DIFFERENCES IN GENERAL FALLING OF LEAVES OF THE LOCAL BETULA VERRUCOSA IN PELSONSUO DURING 1973-1987



aikana lehdet varisivat muulloin kuin lokakuussa keskimäärin neljä kertaa. Suoritettu analyysi todistaa myös, että koivujen säteilyttäminen myöhästyttää koivujen lehtien varisemista. Toisaalta tämä käsittely lisää epäsäännöllisyyttä ja varisemisen ajankohdan epävarmuutta (piirros 24). Lehtien varisemisen suhteen esiintyy suurta kirjavuutta eri koejäsenten välillä.

5.2.4.7. Quercus robur, Ruissalo

Suoritettujen 43 havainnon analyysi osoittaa, että tammen lehtien variseminen ei ollut säännöllistä. Esimerkiksi vuonna 1976 sekä vuonna 1984 eräät tammen yksilöt eivät varistaneet lehtiään ollenkaan. Tähän ovat vaikuttaneet Pelsonsuon vaativat kasvuolot ja tammen kasvupatologiasta johtuvat seikat. Toisaalta tammen lehtien putoamisen ajankohta oli hyvin erilainen sekä eri vuosina että samana vuonna eri yksilöillä (piirros 25).

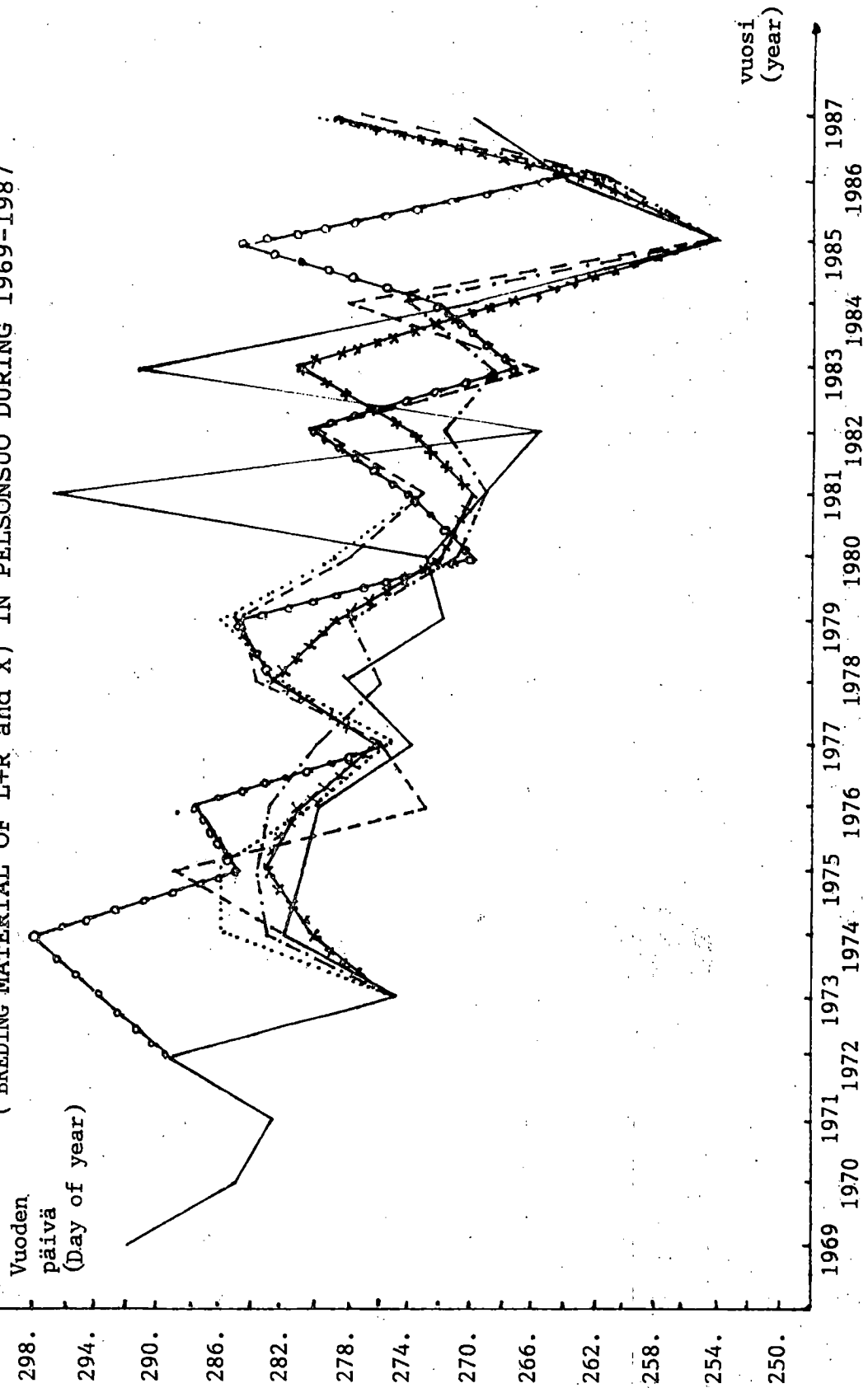
Suoritetun analyysin perusteella voidaan vahvistaa, että tammen lehtien varisemisen aikarajat Pelsonsuolla ovat syyskuun 15. ja lokakuun 20. päivä. Kuitenkin 77 %:n todennäköisyydellä tammen lehdet varisevat lokakuussa.

5.2.4.8. Lehtien varisemisen fenologinen standardi

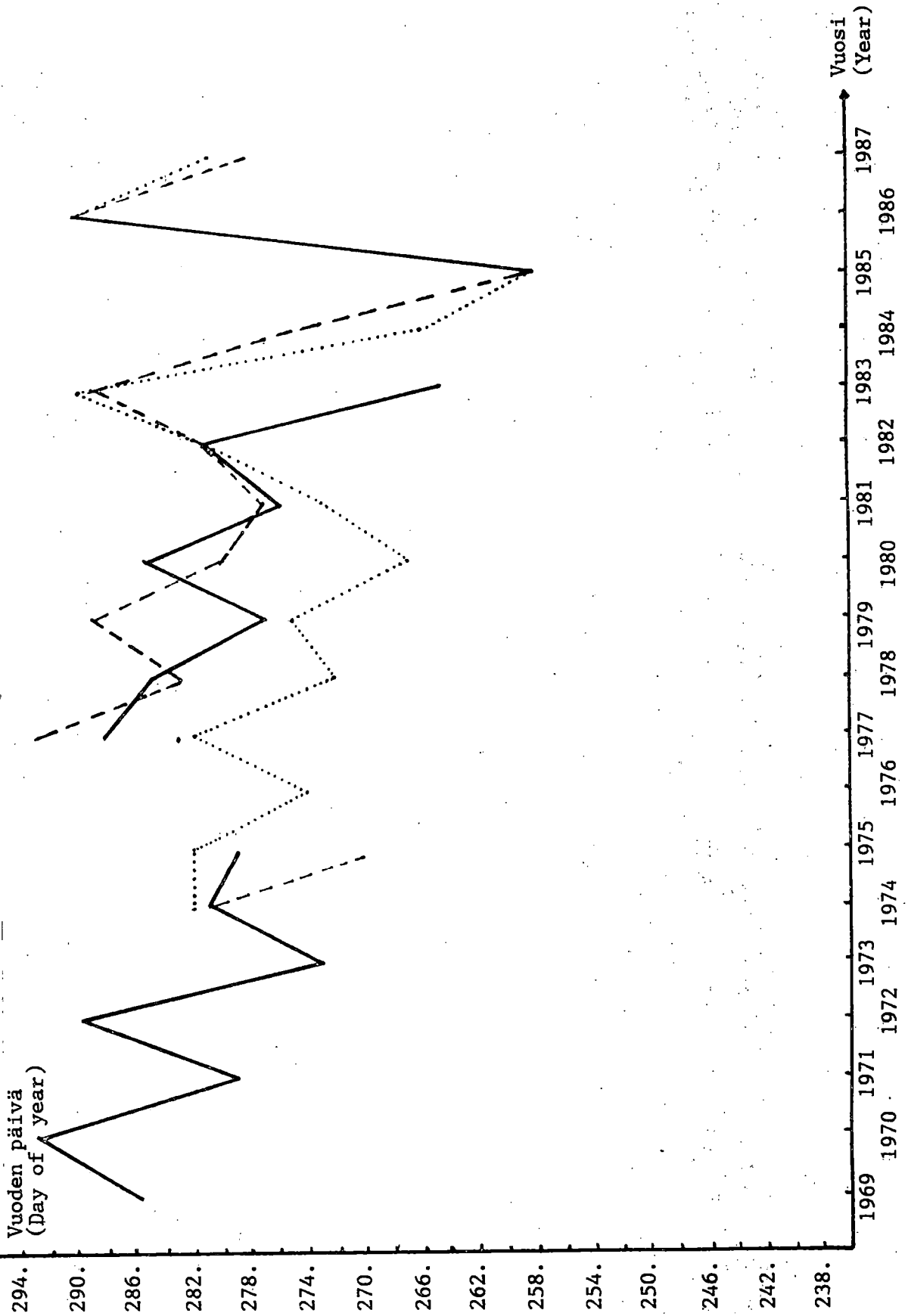
Ekologisesta syystä fenologisena standardina voidaan pitää paikallista hieskoivua (Betula pubescens, Pelsonsuo). Taulukko 9 ja piirros 26 kuvaavat poikkeamia lehtien varisemisessa muilla hieskoivuilla verrattuna fenologiseen standardiin. Keksimääräisesti Betula pubescens, Kevo, varisti lehtiä n. 10-11 vuorokautta

PIIRROS 24. EROT BETULA VERRUCOSAN (L+R ja X -JALOSTUSMATERIAALI) LEHTIEN
VARISEMISESSA PELSONSUOLLA V. 1969-1987

FIGURE 24. DIFFERENCES IN GENERAL FALLING OF LEAVES OF BETULA VERRUCOSA
(BREEDING MATERIAL OF L+R and X) IN PELSONSUO DURING 1969-1987



PIIRROS 25. EROT TAMMEN LEHTIEN VARISEMISAJANKOHDASSA PELSONSUOLLA V. 1969-1987
 FIGURE 25. DIFFERENCES BETWEEN POINTS OF TIME OF GENERAL FALLING OF LEAVES OF
 OAK IN PELSONSUO DURING 1969-1987



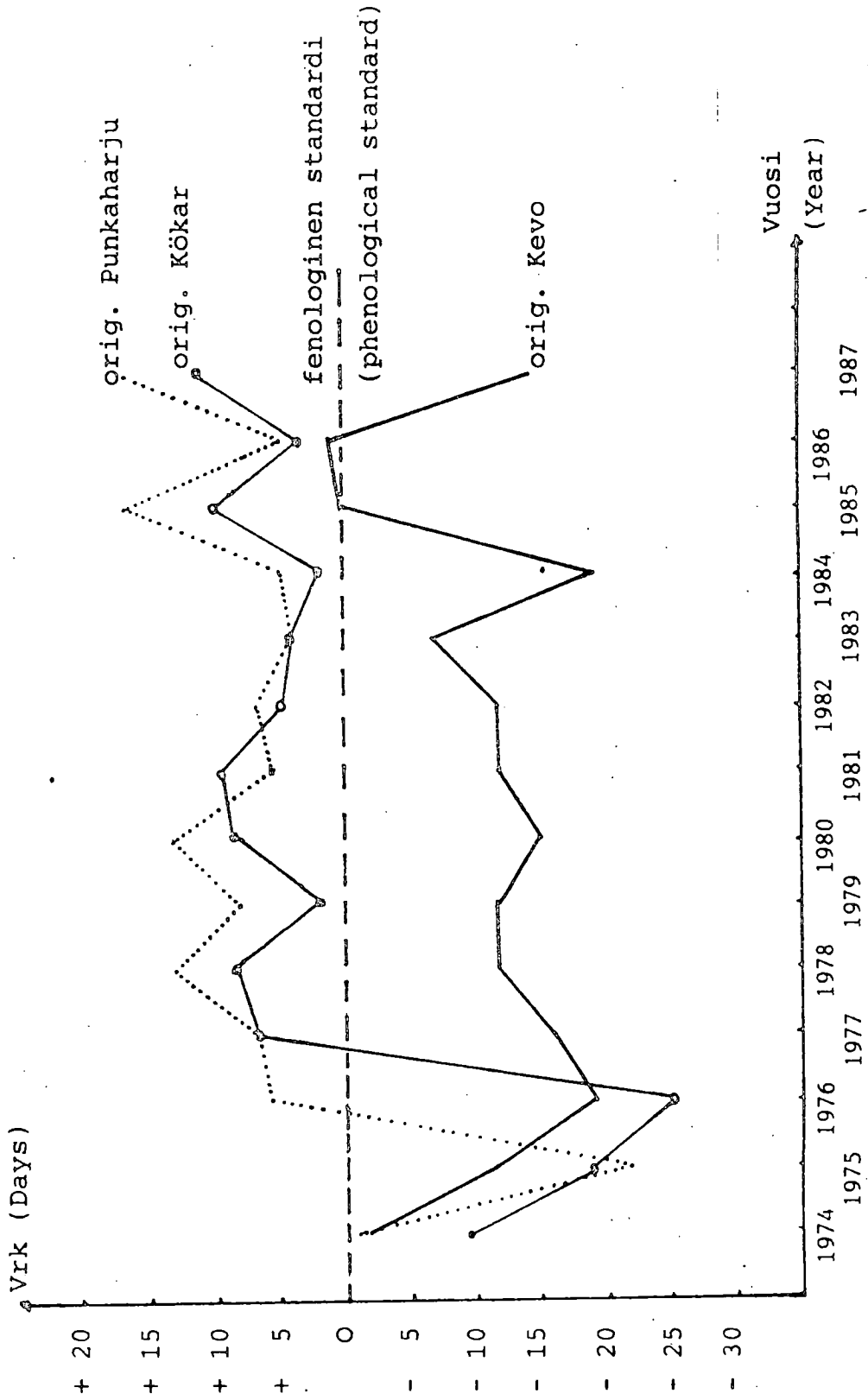
TAULUKKO 9. KOTIMAISTEN KOIVUJEN POIKKEAMAT FENOLOGISESTA STANDARDISTA
(LEHTIEN VARISEMINEN) PELTSUOLLA VUOSINA 1974-1987

TABLE 9. DEVIATION OF DOMESTIC BIRCHES FROM THE PHENOLOGICAL STANDARD
(GENERAL FALLING OF LEAVES) IN PELTSUO DURING 1974-1987
(Betula pubescens orig. Peltso = 0)

| Puu (tree) | Vuosi/poikkeama; Year/deviation | | | | | | | | | | | | | | $\bar{x}_{n=14}$ |
|---|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | |
| <u>Betula pubescens</u> Orig. Kevo | -2 | -12 | -19 | -16 | -12 | -12 | -15 | -12 | -12 | -7 | -19 | 0 | +1 | -14 | -10.8 |
| <u>Betula pubescens</u> Orig. Punka- harju | -1 | -22 | +6 | +7 | +13 | +8 | +13 | +6 | +7 | +4 | +5 | +17 | +5 | +12 | +5.7 |
| <u>Betula pubescens</u> Orig. Kökar | -9 | -19 | -25 | +7 | +8 | +2 | +8 | +9 | +5 | +4 | +2 | +10 | +3 | +11 | +1.1 |

PIIRROS 26. LEHTIEN VARISEMISEN POIKKEAMAT FENOLOGISESTA STANDARDISTA KOIVUILLA
PELSONSUOLLA VUOSINA 1974-1987

FIGURE 26. DEVIATIONS OF GENERAL FALLING OF LEAVES OF BIRCHES FROM THE PHENOLOGICAL
STANDARD IN PELSONSUO DURING 1974-1987



aikaisemmin kuin fenologinen standardi. Betula pubescens, Punkaharju, teki sen jo 5-6 vuorokautta ja Betula pubescens, Kökar, 0-1 vuorokautta myöhemmin kuin fenologinen standardi. Matemaattisesti voidaan osoittaa, että hieskoivu Kevosta on 86 %:n todennäköisyydellä aina aikaisempi kuin fenologinen standardi. Tutkittuna ajankohtana ainoastaan kerran (vuonna 1986) Betula pubescens, Kevo, varisti lehtiään vuorokautta myöhemmin kuin standardi. Vuonna 1985 Kevon hieskoivun varisemisajankohta oli sama kuin fenologisen standardin.

Betula pubescens, Punkaharju oli puolestaan 86 %:n todennäköisyydellä myöhäisempi kuin fenologinen standardi. Tutkimusaikana esiintyi kaksi tapausta, jolloin Punkaharjun hieskoivu ei ollut varisemisen suhteen myöhäisempi kuin standardi. Toinen poikkeus tapahtui vuonna 1974 ja toinen vuonna 1975. Myöhäisempi kuin fenologinen standardi on ollut myös Betula pubescens, Kökar, mutta myöhäisyyden todennäköisyys standardiin nähden oli pienempi, ts. n. 79 %. On selvä, että fenologiseen standardiin verrattuna eteläisemmät koivut ovat myöhäisemmät. Sen sijaan Betula pubescensin, Kökar, ja Betula pubescensin, Punkaharju, välinen suhde on hieman yllättävä ja vaikeasti selitettävä.

Rokuan rauduskoivun yleinen lehtien putoaminen ei ollut aikaisempi kuin hieskoivun fenologisella standardilla. Rauduskoivun jalostusmateriaali oli selvästi standardia myöhäisempi. Säteily siis vaikutti suoraan lehtien varisemisen ajankohtaan hidastaen sen tuloa. Standardiin verrattuna säteily ei kuitenkaan pidentänyt lehtien fysiologisen toiminnan aikaa.

5.3. Turvallinen kasvukausi

Pelsonsuon Kansainvälisen fenologisen puutarhan tulosten käytännön hyöty on siinä, että niiden perusteella voidaan määrittellä turvallisen kasvukauden rajat. Ne voivat olla myös hyödyllisiä viljelytekniesten toimenpiteiden oikeaa ajankohtaa pääteltäessä.

Entsyaattisella tasolla (= entsyymitoiminnan näkökulmasta) voidaan erottaa koivun fenologisesta standardista vähintään kaksi jaksoa. Toinen niistä on entsyymitoiminnan aktiivinen jakso (lehtien puhkeaminen) ja toinen taas entsyymitoiminnan passiivinen jakso (lehtien kellastuminen). Fenologisen standardin Betula pubescens, Pelsonsuo, molempien jaksojen alkua kuvaa piirros 27.0. Entsyaattinen aktiivijakso alkaa Pelsonsuolla aikaisintaan silloin kun

$$y = \bar{x} - 0.23 y \mp \&$$

ja viimeistään kun

$$y_1 = \bar{x} + 0.22 y \mp \&$$

jossa $\bar{x} = 159$. päivä vuodessa (standardin keskiarvo) ja $\& =$ tutkimusajan havaintovirhe ($\&\bar{x} = 0.25 - 1$ vrk).

Vastaavasti entsyaattinen passiivinen jakso alkaa aikaisintaan silloin kun

$$F = 1.5 \bar{x} - 0.1 F \mp \&$$

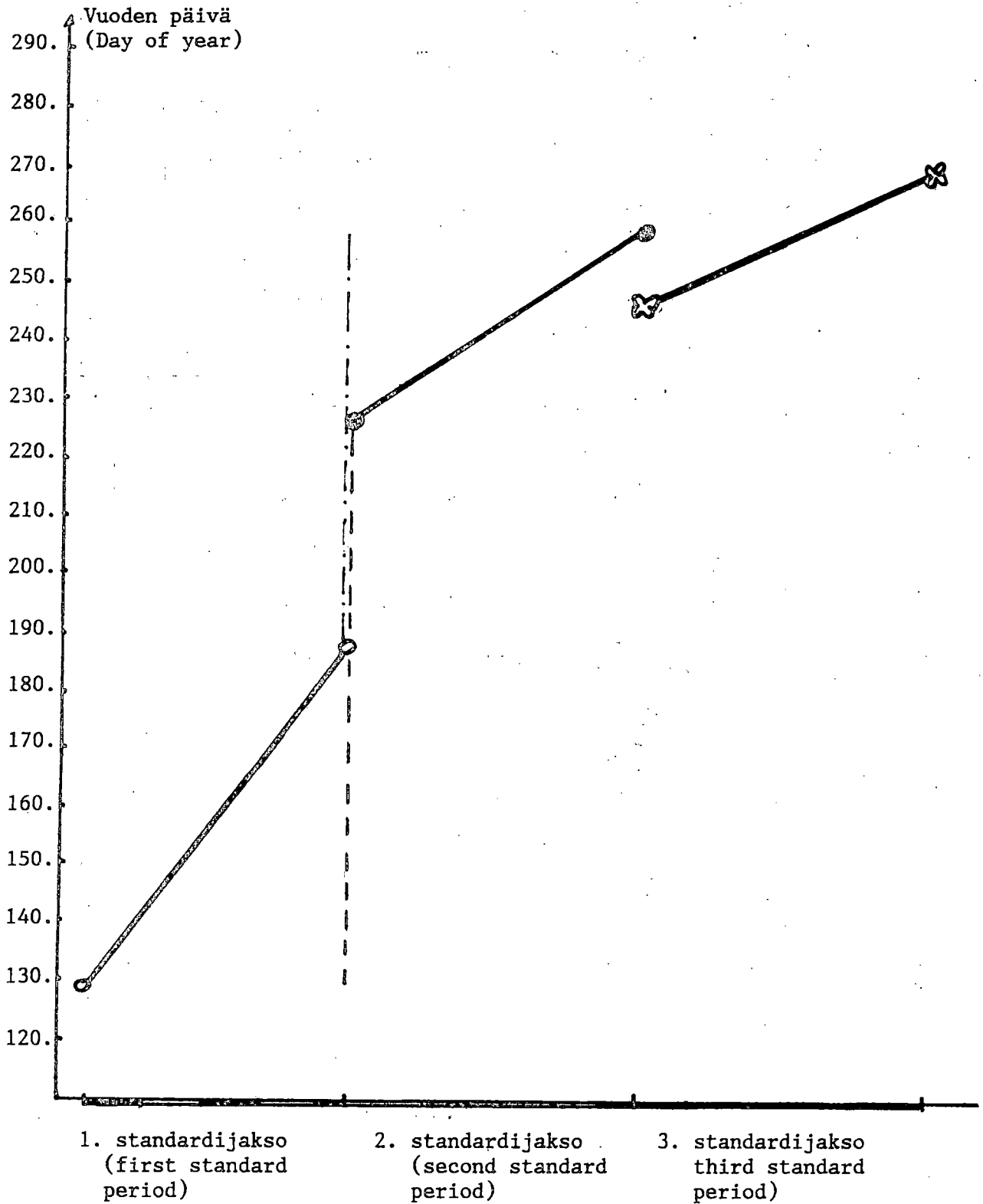
ja viimeistään kun

$$F_1 = 1.5 \bar{x} + 0.1 F \pm \&.$$

Vastaavat laskelmat osoittavat, että hyvänä vuonna normaali (aktiivinen) entsyaattinen toiminta Pelsonsuolla on jaksolla

PIIROS 27.0 FENOLOGISEN STANDARDIN BETULA PUBESCENS,
PELSONSUO, KEHITYSJAKSOT

FIGURE 27.0 DEVELOPMENT PERIODS OF THE PHENOLOGICAL
STANDARD OF BETULA PUBESCENS, PELSONSUO



$$a = F - y = 97 \text{ vuorokautta}$$

ja huonona vuonna taas

$$a_1 = F_1 - y_1 = 71 \text{ vuorokautta.}$$

IPG:n tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että Kainuun pelsonsuolla varsinaisen kasvukauden pituus on 71-97 vuorokautta. Se on se kasvukausi, jolloin kasvifysiologinen toiminta tapahtuu ilman häiriöitä. Tätä kasvukautta voidaan kutsua "turvalliseksi" kasvukaudeksi, koska sen rajalla kasvin menestyminen on kaikkien luonnollisten kasvutekijöiden yhteisvaikutuksen osalta varmaa. Turvallisen kasvukauden pituus Pelsonsuolla on selvästi lyhyempi kuin tähän mennessä lämpötilan perusteella on yleisesti suositeltu. Sen on huonona vuonna vain 49 % meteorologien laskeman ja kasvinjalostajien käyttämän termisen kasvukauden pituudesta ja erittäin hyvänä vuonna vain 67 % siitä. Toisin sanoen Pelsonsuolle ja Kainuulle annettu terminen kasvukausi (lämpötila $5^{\circ} \text{C} \text{ <---> } 5^{\circ} \text{C}$) on pituudeltaan 145 vuorokautta (KOLKKI 1966; RAVANTTI 1986). Tämän tutkimuksen perusteella näin iso luku on kasvien kehityksen ja viljelyvarmuuden kannalta katsoen täysin hyödytön ja harhaan johtava.

6. TURVEMAAN FENOLOGISET ILMIÖT 1966-1987

Tähän mennessä esitetyt Kansainvälisen fenologisen puutarhan tulokset osoittavat Pelsonsuon kasvuolojen olevan omaperäiset ja monille etelästä tuoduille kasveille liian ankarat. Syynä tähän ovat kasvutekijät, joista yhden muodostaa biokenoosin kasvualusta eli turvemaa. Turvemaata voidaan pitää myös biokenoosin kiinteänä osana, koska sen elävä aines on osa ekosysteemissä tapahtuvaa energian vaihtoa. Sen lisäksi maan ja kasvuston välinen suhde on monimutkainen energeettinen prosessi, jolle ovat ominaisia lukemattomat välittömät ja välilliset vaikutukset sekä prosessin itseohjaavuus. Viljelysmaalla (myös turvemaalla) on omat energeettiset ominaisuutensa ja sen takia sen tutkimisessa tarvitaan bioenergeettistä näkökulmaa (KOWDA 1973, 1984).

Turvemaassa tapahtuvat prosessit siis vaikuttavat biokenoosiin ja biokenoosin prosessit taas vaikuttavat tietyin varauksin kasvualustaan. Juuri tätä ominaisuutta on sovellettu yhdistetäessä kasvuston ja maan fenologia. Turvemaan fenologisten ilmiöiden analyysi olisi mahdoton ilman IPG 7:ssä suoritettua puiden ja pensaiden (erityisesti kotimaisten) sekä monivuotisten viljelykasvien fenologista havainnointia ja analyysia. Tämän analyysin mahdollisti osaltaan turvemaan eräiden viljelystoimenpiteiden ajankohdan pitkäaikainen havainnointi ja ilmastolliset mittaukset. Analyysin kohteena olleet havainnot ja mittaukset muodostivat laajan empiirisen aineiston. Sen käsit-

telyn tieteellisenä tarkoituksena on tutkia tiettyä kokonaisuutta (ekosysteemin osana) ja joitakin toisiinsa vaikuttavia prosesseja. Näin ymmärretty maan ekologian tutkimus on ajankohtainen ja sen tulokset tuovat ilmi uusia näkökulmia käytännön viljelyyn.

6.1. Turvemaan fenologisen tutkimuksen perinteitä Suomessa

Turvemaan fenologisella ilmiöllä tarkoitetaan vuoden aikana turvemaassa tapahtuvaa biokenoosin yhteisvaikutuksesta johtuvaa muutosta. Muutos on aina monimutkainen prosessi, koska sen aiheuttaa kaikkien muiden kasvutekijöiden hetkellisen yhteisvaikutuksen summa tai erotus. Tästä syystä on mm. vaikea tutkia maan fenologista ilmiötä perinteellisillä analyyttisillä menetelmillä: huolimatta siitä, että tunnetaan erikseen kasvutekijöiden vaikutus, ei tiedetä niiden yhteisvaikutuksesta määrällisesti eikä laadullisesti. Kasvutekijät voivat liittoutua lukemattomiksi uusiksi yhdistelmiksi ja muutosta tapahtuu koko ajan, koska sen energeettinen kapasiteetti vaihtelee energian muodon vaihdellessa. Käyttämällä analyyttistä menetelmää maata tutkittaessa on havaittavissa ristiriitaa maan hetero- ja homogeenisuuden välillä. Maa on heterogeeninen systeemi, joka tutkimuksen myötä on tehtävä homogeeniseksi systeemiksi. Analyysimenetelmää käyttämällä ei pystytä tutkimaan maata muuten kuin homogeenisena systeeminä. Tämä on jopa metodologisesti oikein niin kauan kunnes tutkimuksessa ei käytetä heterogeenista systeemiä koskevia parametreja. Silloin menetelmä on vaihdettava synteettiseksi menetelmäksi. Em. koskee myös

turvemaata, jota Suomessa on tutkittu tähän mennessä varsin paljon ja perusteellisesti sen kemiallis-fysikaaliselta osalta. Myös turvemaan tuottavuutta ja kasvien viljelytekniikkaa on tutkittu. On syytä mainita tässä yhteydessä TANTUN (1915), WARENIN (1925), TUORILAN (1926), KIVISEN (1933, 1948), ISOTALON (1952), RAUTIAISEN (1952), KAILAN (1956) ja PESSIN (1956) tutkimukset. Oman panoksensa turvemaan tutkimukseen Suomessa on antanut Suoviljelysyhdistys ry., Hallakoeasema, Suoseura ry. ja MTTK:n Maantutkimusosasto. Nuoremmista tutkimuksista on syytä mainita URVAS (1985, 1986), SOINI (1985), SOINI & URVAS (1984), URVAS & SOINI (1984), HEIKKILÄ (1984), VUORINEN (1977, 1978, 1981, 1986). Turvemaahan perehtyneiden tutkijoiden runsaus osoittaa, että turvemaata on edelleen merkittävä tutkimuskenttä. Turvemaan tutkimuksessa Suomella on vahvoja perinteitä. Sen sijaan varsinaista turvemaan ekologiaa koskevaa soveltavaa tutkimusta ei ole tehty ja pedofenologia on Suomessa lähes neitseellinen tutkimuskenttä.

6.2. Pelsonsuon turvemaan ominaisuuksia

Koealue Pelsonsuolla on "korkeaan" turpeeseen kuuluvaa aluetta. Maalaji on saraturve (Ct), joka on parannettu ennen puutarhan perustamista hiekan (Hk) ja hiedan (Ht) seoksella. Siinä hiukasten koot olivat 0.06 - 0.2 mm. Parannusainetta on annettu 300 m³ /ha. Ko. turvemaan morfologinen laatu oli erittäin hyvä, koska sen turpeen mineralisointi oli vuonna 1986 Pelsonsuolla suoritettun tutkimuksen mukaan yli 50 % ja ominaispaino 0.26 g/cm³. Turvemaan veden suurimmaksi kokonaistilavuudeksi on muok-

kauskerroksessa määritelty 310 %.

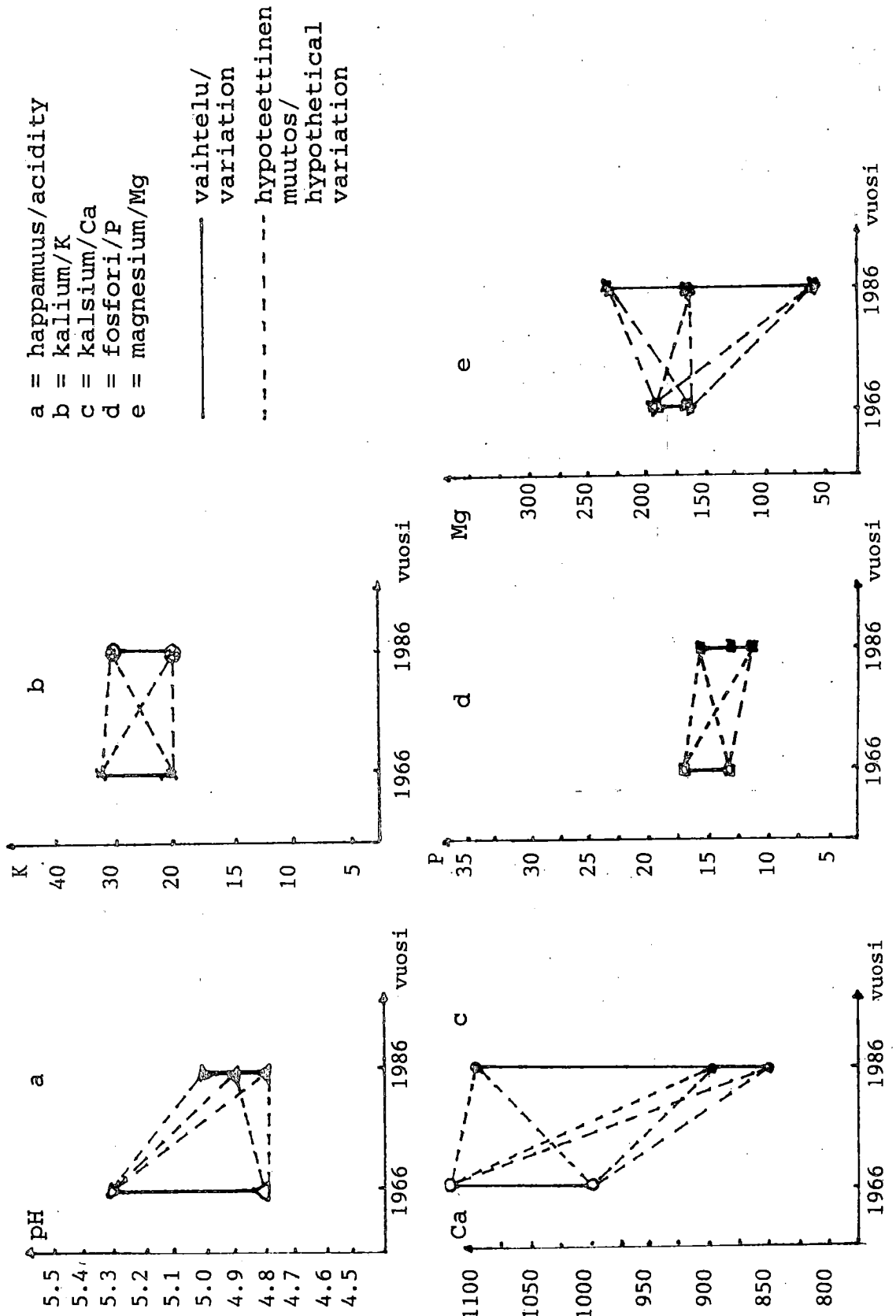
Turvemaan pohjaveden korkeus on Pelsonsuolla keskimäärin 120 cm. Koealueella on avosysteemiin perustuva ojitus. Sarkojen leveys on keskimäärin 20 metriä. Sarkojen reunoissa esiintyy epäsäännöllisesti ohutta hietamuodostumaa, joka on peräisin ojien pohjasta.

Piirroksat 27 a-e kuvaavat turvemaan viljavuuslukujen muutoksia vuosina 1966-1986. 20 vuoden aikana sekä happamuuden että perusravinteiden tila huononi hyvin lievästi. Huonontuminen koski kaikkia pääravinteita. Tänä aikana maan pH-arvo laski keskimääräisesti 0.20 yksikköä eli noin 0.01 yksikköä vuodessa. Kalsiumin osalta luku oli 1.85 mg/l, kaliumilla 0.105 mg/l, fosforilla 0.11 mg/l ja magnesiumilla 0.2 mg/l vuodessa.

Kansainvälisen fenologisen puutarhan alueella on puiden ja pensaiden lisäksi kasvanut luonnon nurmikkoa, jota hoidettiin leikkaamalla ja lannoittamalla vuosittain. Viljelyalueella taas viljeltiin pääasiallisesti nurmea. Maassa tapahtuneet muutokset ovat hyvin vertailukelpoisia puutarha- ja viljelyalueella. Ainoa suuri ero on, että puutarhan aluetta ei käsitelty kalkilla perustamisen jälkeen, kun taas viljelyalue kalkittiin vuosina 1966-1986 neljä kertaa. Puutarhalla myös puiden ja pensaiden maan valo- ja biokenoosisuhde oli toinen kuin viljellyllä alueella.

PIRROS 27 a-e. VILJAVUUSLUKIJEN MUUTOS VUOSINA 1966-1986

FIGURE 27 a-e. SOIL PRODUCTIVITY VARIATION DURING THE YEARS 1966-1986

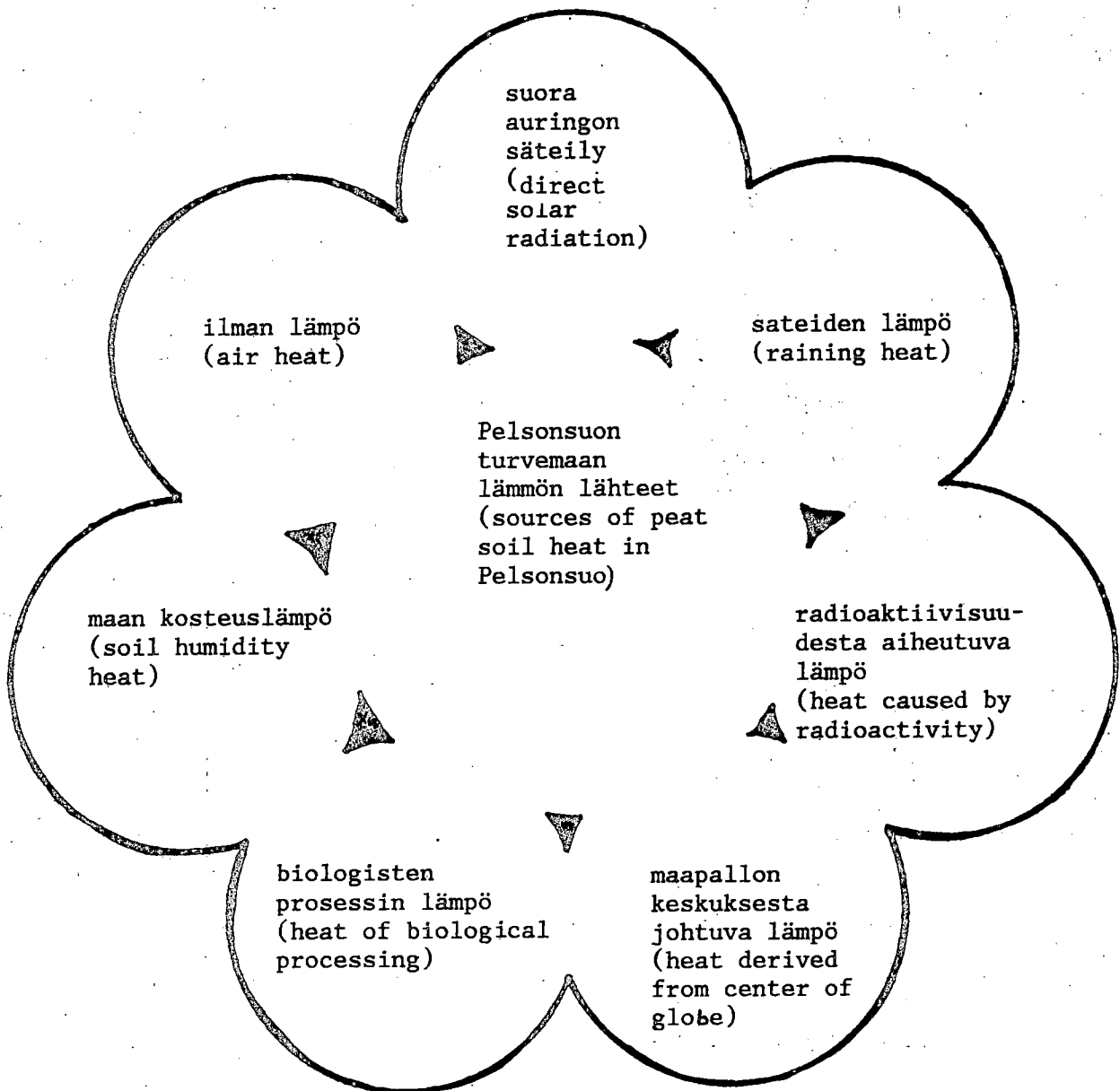


6.3. Turvemaan lämmön lähteet

Viljelysmaassa tapahtuvissa prosesseissa ratkaisevana tekijänä on lämpö. Tämä koskee erityisesti niitä turvemaan ilmiöitä, jotka johtuvat vuodenaikojen vaihtelusta. Piirros 28 kuvaa turvemaan lämmön lähteitä, joista tärkeimmät ovat auringon energia, ilman sekä sateiden lämpö. Myös biologisessa prosessissa vapautuva lämpö on vakavasti otettava tekijä.

Piirroksessa 28 mainitut energian lähteet vaikuttavat turvemaan lämpökapasiteettiin, joka vaihtelee ajoittain näiden tekijöiden suoranaisestä tai välillisestä vaikutuksesta. Pelsonsuon turvemaahan on tyypillinen heikosti lämpöä saava ja hitaasti kuivuva turvemaahan. Tällaista maata kutsutaan myös "kylmäksi" maaksi. Tosin hiedan ja hiekan käyttö on vaikuttanut myös tutkitun maan lämpöominaisuuksiin muokkauskerroksessa. Kuiva hiekka johtaa lämpöä keskimäärin n. 75 % enemmän kuin kuiva turve. Märkä hiekka puolestaan johtaa lämpöä jopa 275 % enemmän kuin märkä turve. Tästä syystä Pelsonsuon turvemaan muokkauskerroksessa on märän turvemaan lämmön johtavuus lähes sama kuin veden lämmön johtavuus eli n. $0.5 \text{ J/ms}^{\circ\text{C}}$. Se on n. 25 kertaa suurempi kuin maan kuivan ilman lämmön johtavuuskyky. Huolimatta hiekan positiivisesta vaikutuksesta Pelsonsuon turvemaan lämmön johtavuuteen, on turvemaan johtavuus huono. Tämä tarkoittaa sitä, että turvemaahan ottaa lämpöä hitaasti ja luovuttaa sen myös hitaasti. Vuosina 1966-1987 on tässä suhteessa tapahtunut hyvin pieni muutos parempaan, mikä johtuu myös turpeen mineralisoinnista. Muutos ei kuitenkaan ole ollut niin suuri kuin hiekan vaikutus.

PIIRROS 28. PELSONSUON TURVEMAAN LÄMMÖN LÄHTEET 1966-1987
FIGURE 28. SOURCES OF PEAT SOIL HEAT IN PELSONSUO DURING 1966-1987



Turvemaan heikko lämmön johtavuus aiheuttaa sen, että auringon säteilystä syntyvä maanpinnan lämpö sekä ilman lämpö siirtyvät maahan hitaasti. Kosteus nopeuttaa turvemaan lämmön johtavuutta, muttei toisaalta itse vastaavasti nopeuta turpeen lämpenemistä. Kuivassa turvemaassa on litrassa turvetta n. kaksi kertaa vähemmän lämpöä kuin kuivassa hiekassa. Märässä maassa puolestaan (kosteus 100 %) on litrassa turvetta 25 % enemmän lämpöä kuin vastaavassa hiekkamäärässä. Näin ollen juuri kosteus siirtää lämpöä maahan. Turvemaan lämpenemisen syynä Peltosuolla ei kuitenkaan ole kosteus vaan kosteuden avulla siirtyvä ilman lämpö.

Tutkimuksen kannalta heikkoutena voidaan pitää luonnon säteilyn ja maan sisältä tulevan lämmön mittaamisen puutetta. Tästä syystä ei tiedetä, mikä on näiden tekijöiden varsinainen vaikutus maan tilaan ja kasvustoon. Sen selvittäminen olisi erittäin tärkeä tutkittavan puutarhan kannalta.

6.4. Fenologiset ilmiöt

Analyysin kohteena ovat ne ilmiöt, jotka toistuvat turvemaassa vuodesta vuoteen. Näitä ovat roudan sulaminen, muokkaus- ja kylvövalmius, biokenoosin muodostuminen, kasvun häiriötila, syysvalmius ja maan routaantuminen.

6.4.1. Roudan sulaminen

Roudan sulaminen tarkoittaa maan lämpenemistä. SWIECICKI (1981)

kirjoittaa, että routa sulaa silloin, kun maan ja ilman välinen kierron lämpötase on maan kohdalla positiivinen ja ilman kohdalla negatiivinen (lämmön siirtoa maahan tapahtuu enemmän kuin päinvastoin). Keski-Euroopassa roudan sulaminen (yleensä kysymyksessä on pintarouta) alkaa maaliskuun alussa. Suomessa se tapahtuu aikaisintaan huhtikuussa.

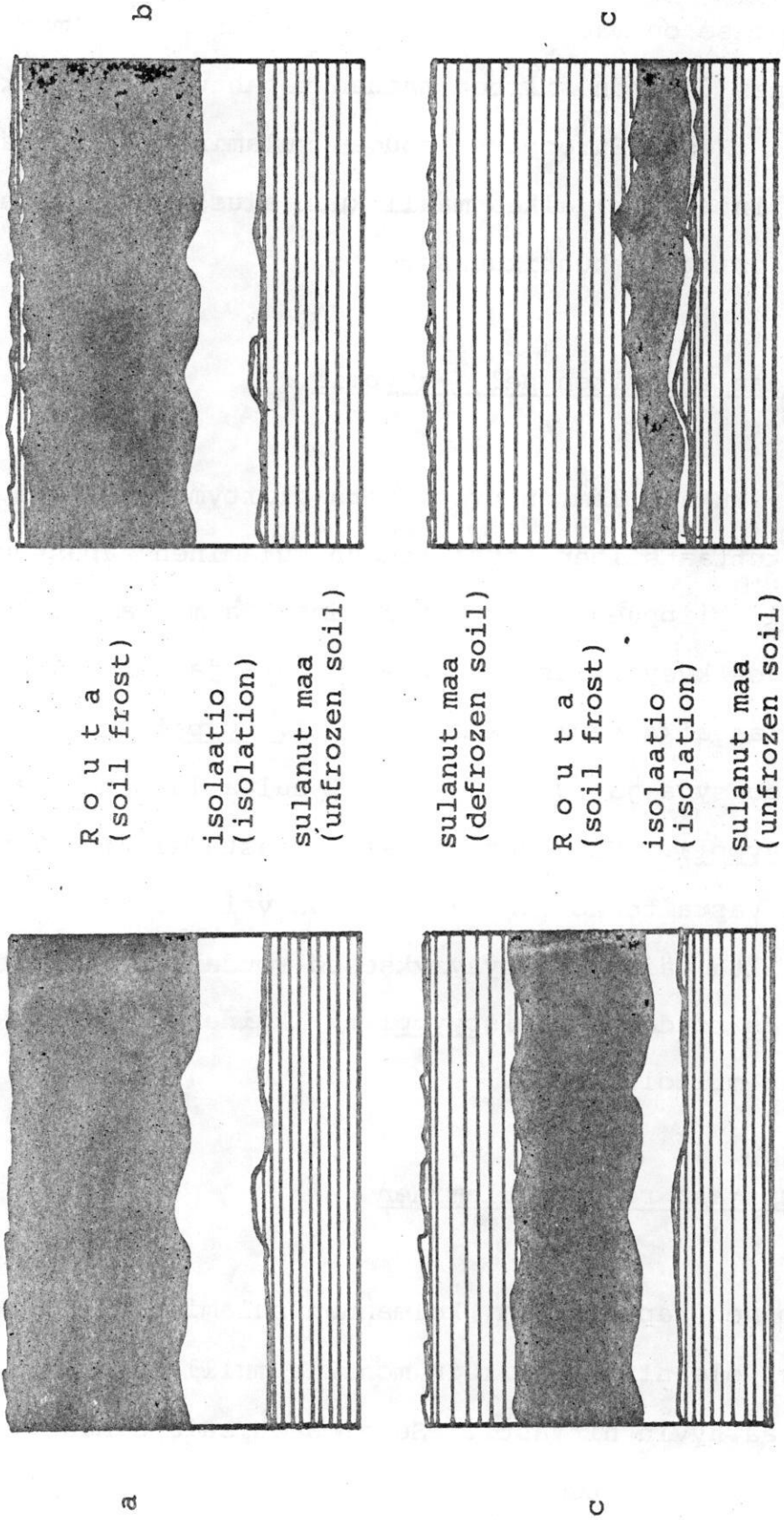
6.4.1.1. Roudan sulamisen neljä tyyppiä

UGGLAn (1976) mukaan lämmön pystysuora siirtyminen molempiin suuntiin vaikuttaa siihen, että roudan sulaminen tapahtuu neljällä eri tavalla riippuen siitä, mikä lämpö ja mistä päin siihen vaikuttaa. Jos kysymyksessä on pieni routa ja paksu lumipeite, voi routa sulaa aikaisemmin kuin lumi (1. tyyppi). Jos routa päinvastoin on syvä ja lumipeite ohut, sulaa lumi routaa aikaisemmin (2. tyyppi). Kun routa sulaa pinnasta aikaisin, mutta maan syvällä vasta toukokuun ja kesäkuun vaihteessa (ts. routa ei sula alhaalta päin), on kysymyksessä roudan sulamisen kolmas tyyppi. Neljäs roudan sulamistyyppi on ikuinen routa, joka ei sula kokonaan milloinkaan.

6.4.1.2. Turvemaan roudan sulaminen

Roudan sulaminen tapahtuu em. kolmannen sulamistyyppin mukaisesti. Routa ei ole niin syvä kuin monilla muilla maalajeilla, mutta se sulaa hyvin hitaasti. Se ei näet sula alhaalta päin, koska roudan ja roudattoman maan välille syntyy Pelsonsuolla selvä isolaatiokerros (piirros 29). Poikkeukselliset mittaukset,

PIIRROS 29. ROUDAN SULAMINEN TURVEMAASSA PELSONSUOLLA
FIGURE 29. SOIL FROST FUSION IN PELSONSUO'S PEAT LAND



R o u t a
(soil frost)

isolaatio
(isolation)

sulanut maa
(unfrozen soil)

sulanut maa
(defrozen soil)

R o u t a
(soil frost)

isolaatio
(isolation)

sulanut maa
(unfrozen soil)

a = routa maassa (frost in soil)
 b = roudan sulaminen alkaa (initial stage of soil frost fusion)
 c = roudan sulamisen puoliväli (middle stage of soil frost fusion)
 d = roudan sulamisen loppuvaihe (ending of soil frost fusion)

jotka voisivat osoittaa maan sulamisen tapahtuneen alhaalta päin (MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS 1987, 1986, 1985, 1984, 1983), johtuvat lähinnä roudan syvyysasteista.

6.4.1.3. Turvemaan roudan syvyys ja fenologinen standardi

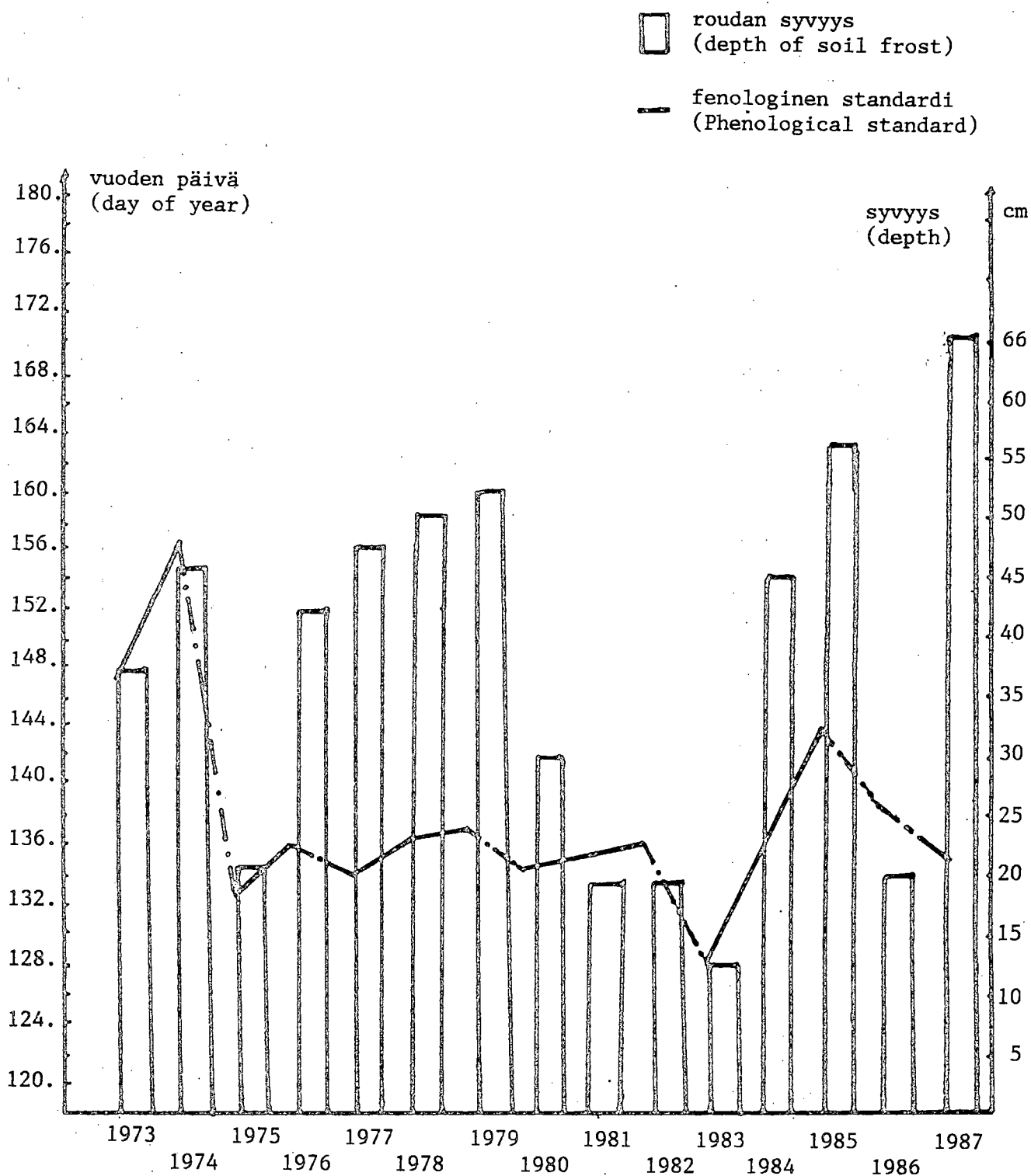
Tutkimusaikana roudan syvyys vaihteli Pelsonsuolla 13:sta 63 cm:iin (piirros 30). Routa oli syvimmillään v. 1966, 1987 ja 1985. Vuosina 1983, 1982 ja 1981 se oli turvemaalla ohuin. Roudan syvyyshän vaikuttaa roudan sulamisprosessin pituuteen.

Piirros 30 kuvaa roudan syvyyttä ja hieskoivun fenologista lehtien puhkeamista. Suoritettu analyysi osoittaa, että roudan syvyyden ja lehtien puhkeamisen ajankohdan välillä vallitsee selvä korrelaatio. Koko korrelaatioketjussa poikkeaa selvästi vuosi 1987, jolloin fenologisessa standardissa on lehtien puhkeaminen tapahtunut odotettua selvästi (n. 3 kertaa) aikaisemmin. Koko aineistoa verrattaessa tämä on ainoa tapaus. Koska vuosi 1987 oli "katovuosi", voidaan tietyllä varauksella väittää, että roudan syvyyden ja lehtien fenologiseen standardiin puhkeamisajankohdan välisen suhteen vinoutuma on tulevan katovuoden tunnusmerkki. Tämä väite on vielä empiirisiin tutkimuksiin todistettava, koska nyt käsillä olevaa tutkimusta tehtäessä oli mahdollisuus havainnoida vain yhtä "katovuotta".

Yhteys roudan syvyyden ja lehtien puhkeamisen fenologiseen standardiin välillä voidaan kirjoittaa seuraavasti:

PIIRROS 30. ROUDAN SYVYYS JA LEHTIEN PUHKEAMINEN
FENOLOGISEEN STANDARDIIN PELSONSUOLLA
VUOSINA 1973-1987

FIGURE 30. DEPTH OF SOIL FROST AND PHENOLOGICAL
STANDARD (LEAFING) IN PELSONSUO DURING
1973-1987



$$\frac{RS}{L_{fp}} = s \quad \text{jossa}$$

- RS - roudan syvyys cm:ssä
 L_{fp} - fenologisen standardin lehtiinpuhkeamisen ajankohta (vuoden päivä ilmaistuna numeroin)
s - roudan syvyyden ja fenologisen standardin välinen kerroin

Aineiston pohjalta suoritettu analyysi osoittaa, että kertoimen s-arvo vaihtelee eri aikoina (ks. taulukko 10). Taulukossa esitettyjen arvojen avulla pystytään melko tarkasti arvioimaan fenologisen standardin kehitys keväällä ja myös roudan sulamisajan kohta.

TAULUKKO 10. Fenologinen standardi, s-kertoimen arvot sekä vastaava roudan syvyys

TABLE 10. Phenological standard, value of s-coefficients and corresponding depth of soil frost

| Fenologinen standardi Phenological standard Päivä Day | s-arvo s-value cm/pv cm per day | Roudan syvyys Depth of frost cm |
|--|--|---------------------------------------|
| 120. - 129. | 0.10 | 1.0 - 16.0 |
| 130. - 139. | 0.15 | 17.0 - 24.0 |
| 140. - 145. | 0.20 | 25.0 - 33.0 |
| 146. - 149. | 0.25 | 34.0 - 41.0 |
| 150. - 159. | 0.30 | 42.0 - 52.0 |
| 160. - 169. | 0.35 | 53.0 - 63.0 |
| 170. - 179. | 0.40 | 64.0 - 74.0 |
| 180. - | ei pystytty määrittelemään/is undefined | |

S-arvo sekä roudan syvyyden ja fenologisen standardin rajat

voitaisiin tulevaisuudessa tarkentaa päivän tarkkuudella, jos aineisto käsittäisi luettavia havaintoja 100 vuodesta.

6.4.1.4. Roudan sulamisen ajankohta

Routa sulii aikaisintaan 4. päivänä toukokuuta (v. 1983) ja myöhäisintään heinäkuun 2. päivänä (v. 1966). Roudan sulamisajan-ajankohdassa oli siis vaihtelua 59 vuorokautta. Tutkitun ajanjakson perusteella routa sulaa toukokuussa 23 %:n ja heinäkuussa 4 %:n todennäköisyydellä. Roudan sulaminen kesäkuussa on kuitenkin kaikkein todennäköisin (73 %:sti). Ennen 15. kesäkuuta routa sulaa keskimääräisesti joka kolmas vuosi.

6.4.1.5. Roudan sulaminen ja fenologinen standardi

Piirros 31 kuvaa suhdetta, joka vallitsee turvemaan roudan sulamisajankohdan ja lehtien fenologiseen standardiin puhkeamisen välillä vuosina 1973-1987. Näiden kahden tapahtuman välillä vallitsee selvä riippuvuussuhde, joka on muuttunut ajan kuluessa. Aineiston perusteellinen analyysi osoittaa, että routa sulaa aikaisemmin kuin lehti puhkeaa paikalliseen koivuun vain silloin kun sulaminen tapahtuu ennen vuoden 130. päivää. Näin on tapahtunut esimerkiksi vuonna 1983. Roudan sulamisen ajankohdan ja lehtien puhkeamisajankohdan (fenologinen standardi) välinen riippuvuussuhde voidaan kirjoittaa seuraavasti:

$$\frac{A}{L_{fp}} = \& \quad \text{jossa}$$

A - roudan sulamisajankohta (vuoden päivä numeroin)

L_{fp} - lehtien fenologiseen standardiin puhkeamisen ajankohta
(vuoden päivä numeroin)

$\&$ - fenologinen kerroin

Kansainvälisen fenologisen puutarhan aineiston perusteella on empiirisesti laskettu fenologiset kertoimet (taulukko 11).

Niiden avulla voidaan tulevaisuudessa määrittellä melko tarkasti roudan sulamisen ajankohta, jos vain L_{fp} -arvo on tiedossa. Se taas voidaan laskea roudan syvyyden perusteella jopa talven aikana.

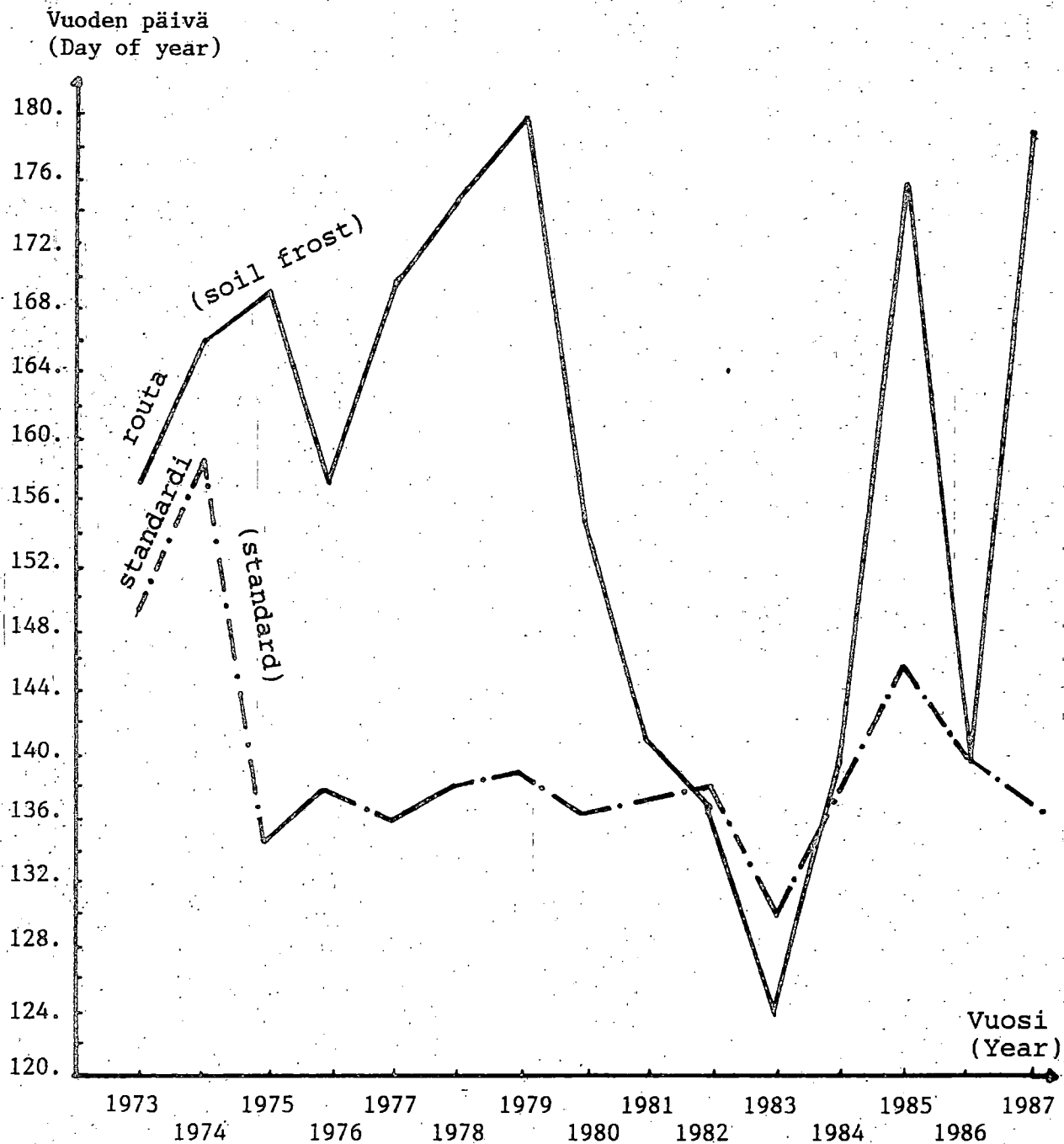
TAULUKKO 11.: Turvemaan roudan sulamisen fenologiset kertoimet

TABLE 11. Phenological coefficients of frost fusion in peat soil

| Roudan sulamisen aika Time of frost fusion Päivä Day | $\&$ -arvo $\&$ -value |
|---|---------------------------|
| 120. - 129. | 0.95 |
| 130. - 139. | 1.00 |
| 140. - 149. | 1.05 |
| 150. - 159. | 1.10 |
| 160. - 169. | 1.20 |
| 170. - 179. | 1.30 |
| 180. - ei pystytty määrittelemään/ is undefined | |

PIIRROS 31. ROUDAN SULAMISEN AJANKOHTA JA LEHTIEN PUHKEAMINEN
FENOLOGISEEN STANDARDIIN V. 1973-1987

FIGURE 31. FUSION OF SOIL FROST AND PHENOLOGICAL STANDARD
(LEAFING) DURING 1973-1987



6.4.2. Turvemaan muokkaus- ja kylvöaika

Fenologisessa mielessä turvema on muokkaus- ja kylvökunnossa silloin, kun sekä määrällisesti että laadullisesti kaikki maahan vaikuttavat tekijät (mm. lämpötila, kosteus, mururakenne, mikro-organismien toiminta ja ilma) ovat parhaassa mahdollisessa kunnossa. Turvemaalla Pelsonsuolla ihanteellinen tilanne tässä asiassa saavutetaan vasta roudan sulamisen jälkeen.

6.4.2.1. Käsite "oikea kylvöaika"

Valitettavasti Kainuussa ja Pohjois-Suomessa kasvukausi on niin lyhyt, että em. ihanteellista tilannetta ei läheskään aina voida odottaa, vaan on ryhdyttävä suorittamaan kevätpeletyöt silloin kun se vain teknisesti on mahdollista. Tämä johtaa hyvin usein niin sanottuihin kylvöihin "roudan päälle". Kauran osalta tällaiset kylvöt onnistuvat joskus varsin hyvin, mutta ohran kylväminen roudan päälle ei onnistu oikein edes turvemaalla. KOROVIN (1984) korostaa, että kylvöt kylmään maahan alentavat aina jonkin verran satoa. Pohjois-Suomessa kauran kylvö roudan päälle on hyvin usein ainoa mahdollisuus viljellä sitä. Tästä syystä siellä turvemaan muokkaus- ja kylvövalmiuden ajankohtana pidetään juuri sellaista maan kuntoa, joka sallii pellolle pääsyn ilman lisääntynyttä tuotannollista riskiä.

6.4.2.2. Turvemaan lämpökynnykset

ANISZEWSKI (1985) on analysoinut peltotöiden ajankohtaa Kai-

nuussa termisestä näkökulmasta. Artikkelissa mainitaan neljä lämpökynnystä (100°C, 200°C, 270°C ja 350°C), joista erityisesti kaksi ensimmäistä ovat tärkeitä. Kevättyöt on artikkelin mukaan aloitettava silloin kun lämpökynnys 100°C (voi vaihdella 150°C:een) saavutetaan. Pelsonsuolla tämä tapahtuu aikaisintaan vuoden 130:ntenä päivänä ja viimeistään 150:ntenä päivänä. Kylvö suoritetaan silloin, kun se on mahdollista, mutta siten, että oraiden tullessa pintaan saavutettu lämpökynnys on 200°C. PESSIN (1957) tutkimuksen mukaan juuri aikainen kylvö on Pelsonsuolla ainoa paras mahdollinen.

6.4.2.3. Turvemaan kylvökunto ja fenologinen standardi

Piirros 32 kuvaa turvemaan kylvökuntoa ja fenologisen standardin lehtien puhkeamisen ajankohtaa. Turvemaan kylvökunnoksi on katsottu se aika, jolloin kaura kylvettiin. Kauran kylvöajan ja lehtien puhkeamisen välillä on havaittu fenologista yhteyttä. Aineiston analyysin perusteella voidaan todeta, että

$$M = \frac{R}{L_{fp}} \quad \text{jossa}$$

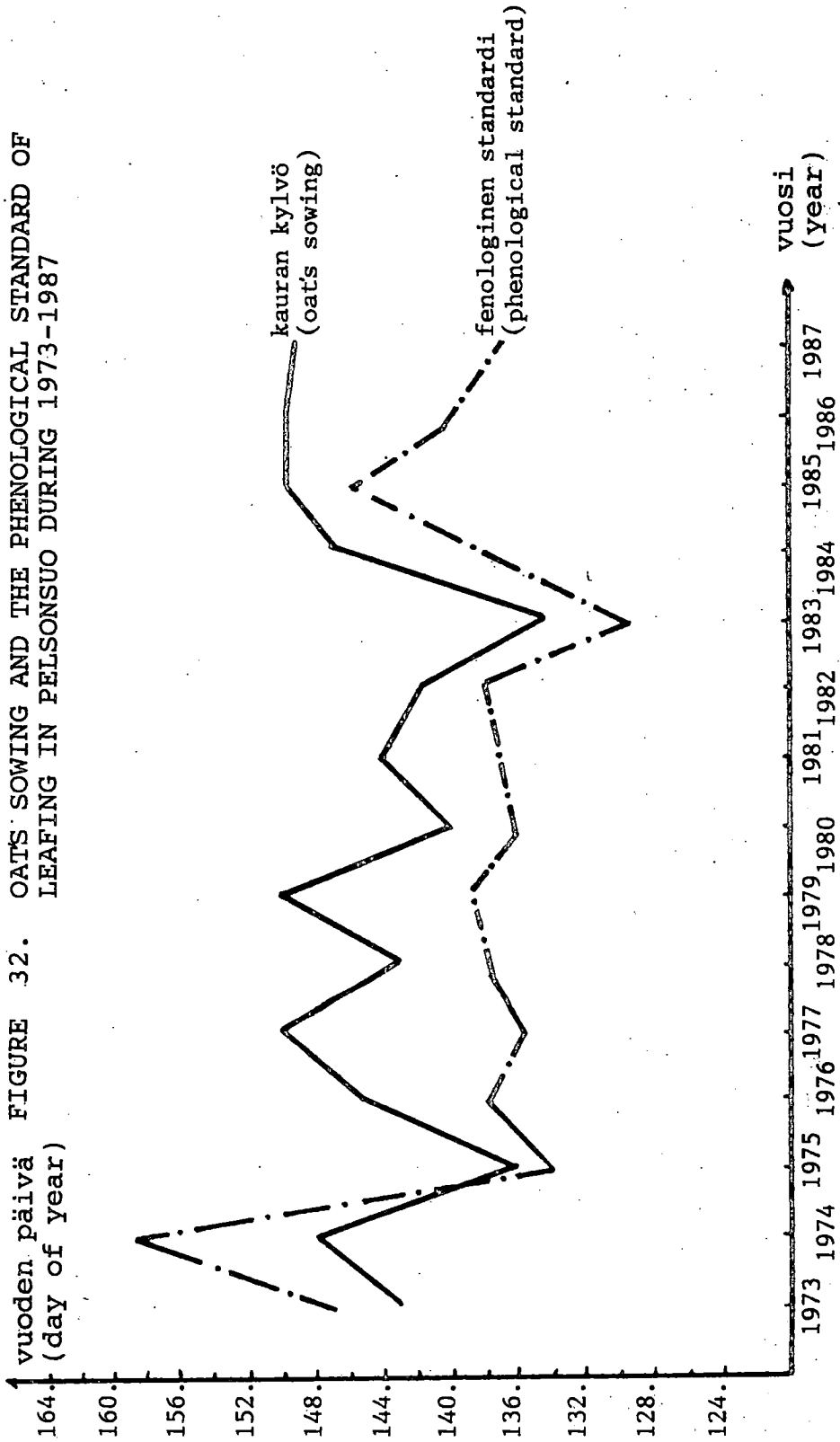
M - maan kunnan fenologinen kerroin

R - kauran kylvöaika (vuoden päivä numeroina)

L_{fp} - lehtien puhkeamisen aika fenologiseen standardiin (vuoden päivä numeroina)

Näin ollen maan kylvökunnan ajankohta voidaan määritellä käyttäen apuna paikallisen hieskoivun lehtiin puhkeamisen ajankohtaa (ks. taulukko 12).

PIIRROS 32. KAURAN KYLVÖ JA LEHTIEN PUHKEAMISEN FENOLOGINEN STANDARDI PELSONSUOLLA VUOSINA 1973-1987



TAULUKKO 12. Turvemaan muokkaus ja kylvökunnan fenologiset kertoimet

TABLE 12. Phenological coefficients of peat soil tilling and sowing condition

| Fenologisen standardin aika Time of phenological standard (vuoden päivä) (Day number of year) | M-arvo Value of M |
|--|----------------------|
| 130. - 139. | 1.05 |
| 140. - 149. | 1.00 |
| 150. - 159. | 0.95 |

Turvemaa on valmis muokattavaksi ja kylvettäväksi aikaisemmin kuin lehdet puhkeavat fenologiseen standardiin silloin, kun lehtien puhkeaminen tapahtuu 150:n ja 159:n vuoden päivän välillä.

6.4.3. Kauran biokenoosin muodostuminen turvemaalla

Kauran kylvön jälkeen turvemaalla muuttuvat lämpö- ja vesitalousolosuhteet. Myös maan luonne muuttuu. Maan pinnasta tulee kasvupaikka ja muodostuu kauran biokenoosi. Aineiston analyysi osoittaa, että em. turvemaan fenologinen aika on suhteessa hieskoivun lehtien puhkeamisajankohtaan. Tämä suhde voidaan merkitä:

$$x = \frac{K}{L_{fp}} \quad \text{jossa}$$

K - kauran orastumisaika turvemaalla (vuoden päivä numeroin)

L_{fp} - hieskoivun lehtien puhkeamisajankohta (vuoden päivä numeroin)

x - biokenoosin muodostumisen kerroin

Turvemaan kauran orastumisajankohtaa kuvaa taulukko 13 ja piirros 33. Niistä käy selvästi ilmi, että turvemaan biokenoosin muodostumisen ajankohta on sama kuin fenologisen standardin silloin, kun lehdet puhkeavat fenologiseen standardiin 150:n ja 159:n vuoden päivän välillä, ts. toukokuun 30. ja kesäkuun 7. päivän välisenä aikana.

TAULUKKO 13. Turvemaan biokenoosin muodostumisen fenologinen aika

TABLE 13. Phenological time of formation of peat soil biocenosis

| Fenologisen standardin aika Time of phenological standard (Vuoden päivä) (Day number of year) | x-arvo Value of x |
|--|----------------------|
| 130. - 139. | 1.10 |
| 140. - 149. | 1.05 |
| 150. - 159. | 1.00 |

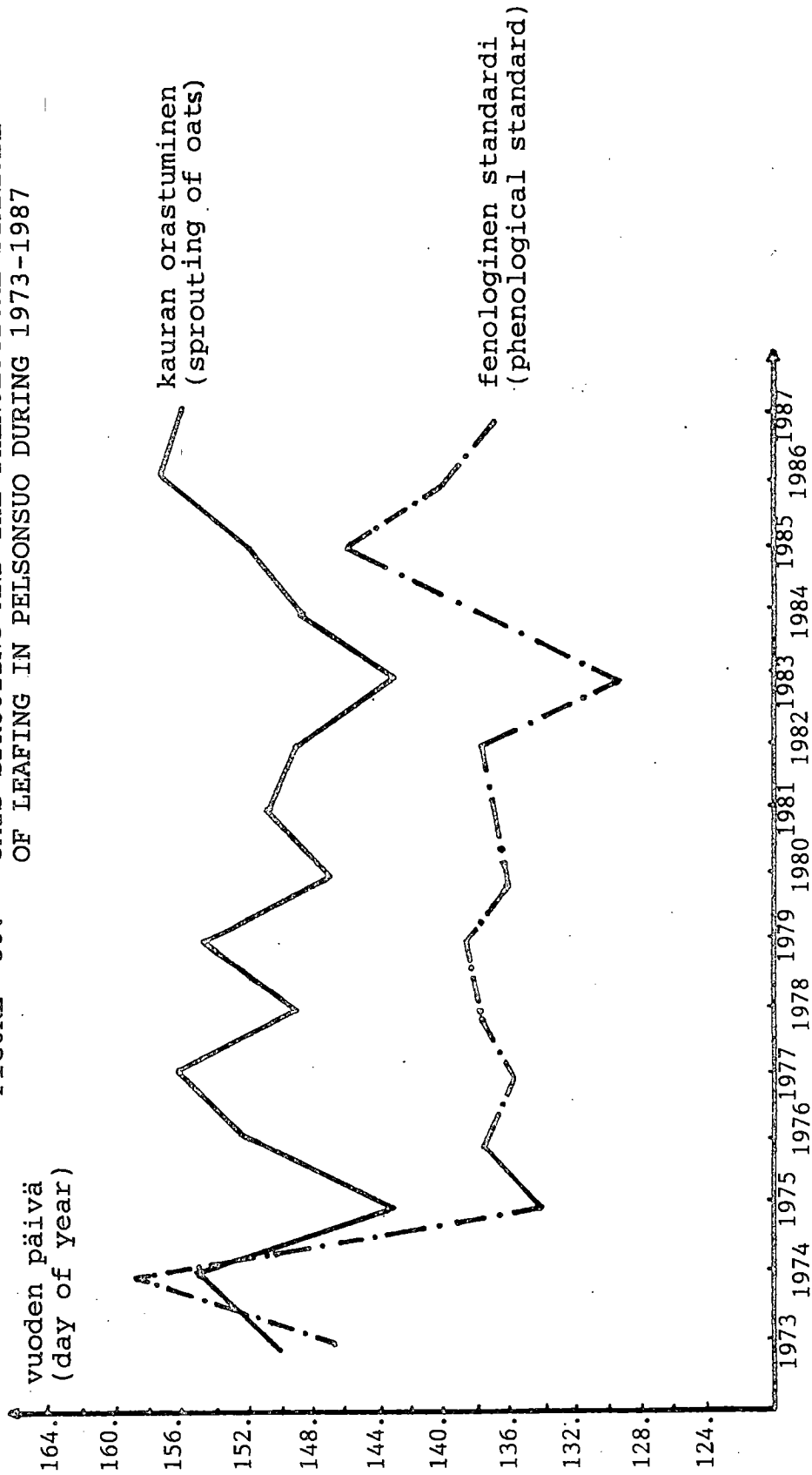
X-arvon ja fenologisen havainnon avulla voidaan tarkistaa, onko kylvä suoritettu oikeaan aikaan.

6.4.4. Maan fenologinen tila kasvuhäiriön tapahtuessa

Biokenoosissa esiintyvää kasvuhäiriötä aiheuttavat hyvin erilaiset tekijät, jotka johtuvat biokenoosin lämpö-, vesi-, ravinto- tai sisäisestä kulutuksesta. Erillisenä niiden mittaus ei aina

PIIRROS 33. KAURAN ORASTUMINEN JA FENOLOGISEN STANDARDIN
LEHTIEN PUHKEAMINEN PELSONSUOLLA VUOSINA
1973-1987

FIGURE 33. OAT'S SPROUTING AND THE PHENOLOGICAL STANDARD
OF LEAFING IN PELSONSUO DURING 1973-1987



onnistu, vaikka se onkin pedologiselle tutkimukselle haasteellinen tehtävä. Häiriöitä ei kuitenkaan esiinny, jos kaikki em. seikat ovat biokenoosissa tasapainossa.

6.4.4.1. Kasvuhäiriö turvemaalla

Turvemaalla kasvuhäiriö voidaan havaita paikallisen hieskoivun lehtien fysiologisesta tilasta. Kun se kellastuttaa lehtiään, on kysymyksessä poikkeava fysiologinen toiminta ja varsinkin entsyymitoiminta on erilainen. Se myös tarkoittaa, että kasvukausi on loppumassa ja turvallinen kasvukausi on päättynyt. Käytännön viljelyssä se merkitsee korjuuajan alkamista.

6.4.4.2. Maan kasvuhäiriön fenologisen tilan määrittäminen

Korjuun ajankohta voidaan turvemaalla määrittellä melko tarkasti fenologisten havaintojen perusteella. Maa on sopiva korjuuseen aikaisintaan silloin, kun

$$F_2 = 1.5 \cdot \frac{\bar{X}}{x_1} \bar{X} - 0.1 F_2 \pm \&$$

ja myöhäisintään silloin, kun

$$F_3 = 1.5 \cdot \frac{\bar{X}}{x_1} \bar{X} + 0.1 F_3 \pm \&$$

jossa \bar{X} on 159. päivä

x_1 on lehtien puhkeamisen fenologinen standardi (havainto, vuoden päivä numerona)

& on havaintojen epätarkkuudesta aiheutuva virhe

Pelsonsuolla aikaisimmat turvemaan kasvukauden häiriöt on havainnointu vuoden 227:ntenä päivänä (15.8.) ja myöhäisimmät 259:ntenä päivänä (17.9.). Em. kaava perustuu empiiriseen aineistoon ja se auttaa turvemaan viljelijöitä pelkästään fenologisiin tietoihin perustuen määrittelemään jo alkukesästä, milloin on syytä tehdä syyskorjuutyöt.

6.4.4.3. Nurmen kasvuhäiriö turvemaalla

Pelsonsuolla voidaan määritellä nurmen toisen niiton korjuuaika. Se voidaan suoraan laskea F_2 ja F_3 :n kaavoista ottamalla kuitenkin huomioon, että vaikka häiriöitä ei esiintyisi ollenkaan syksyllä turvemaalla, on nurmen toisen niiton korjuu suoritettava voimassa olleiden ohjeiden mukaisesti elokuun loppuun mennessä. Fenologinen aineisto turvemaalla osoittaa, että tavallisesti nurmen toisen niiton ajankohta vaihtelee vuoden 227. päivästä aina 249. päivään. Hyvänä kesänä on teoreettinen mahdollisuus, että korjuuaika olisi aikaisemmin kuin 227. vuoden päivä (riippuen fenologisesta standardista). Sen sijaan 249. päivää ei saa ylittää, koska sen jälkeen nurmen talvehtiminen kärsii. Tämän analyysin mukaan juuri nurmen toisen niiton korjuuajan takaraja poikkeaa muista aikaisemmista tutkimuksista ja suosituksista 5 päivää. Tämä tarkoittaa sitä, että Kainuussa voidaan, toisin kuin tähän mennessä, suorittaa nurmen toisen niiton korjuu turvemaalla vielä 5. päivä syyskuuta silloin, kun F_2 :sta laskettu aika on myöhäisempi kuin 249. vuoden päivä.

6.4.4.4. Viljan kasvuhäiriö turvemaalla

Turvemaan fenologia antaa vihjeitä siihen, että laadun kannalta katsottuna viljan korjuun pitäisi tapahtua turvallisen kasvukauden aikana ja viimeistään kun kasvuhäiriöitä alkaa esiintyä. Kainuussa ei vielä ole sellaisia lajikkeita, jotka voisivat tulleentua ennen 227. päivää (häiriöiden ilmestyminen). Sen takia viljan korjuu on suoritettava silloin kun ohran tai kauran kosteus ylittää tavallisen vaatimustason. Vuoden 259. päivä olisi laadullisesti katsoen puinnin takaraja. Laadultaan välttävää satoa saa vielä 269. päivään saakka, jonka jälkeen puinti on teknisesti vaikeaa ja sato laadullisesti heikkoa.

6.4.4.5. Turvemaan syyslepotila

Turvemaan syyslepotila alkaa välittömästi korjuun jälkeen, jolloin suoritetaan syyskyntö. Kyntöä voidaan suorittaa 269. päivään saakka eli 27. päivään syyskuuta. Sen jälkeen kyntö ei yleensä onnistu, tai onnistuu vain hyvin harvoin poikkeuksellisen "hyvänä" vuonna.

6.4.6. Turvemaan routaantumisen ajankohta

Pelsonsuon turvemaan routaantuminen on talvilepotilan alkamista. Siihen vaikuttaa turvemaan lämmön sisäinen talous, eli samat tekijät kuin roudan sulamiseen, mutta päinvastaisessa järjestyksessä. Turvemaan routaantumista voi esiintyä pintakerroksessa heti 270. päivästä lähtien, eli silloin kun lehtien variseminen

fenologisessa standardissa viimeistään tapahtuu. Yleisesti routa ei sula enää samana vuonna pintakerroksesta vuoden 325. päivän jälkeen, eli 55 päivää myöhemmin, kuin fenologinen standardi varistaa lehtiään.

7. LOPPUSANAT

Vuosina 1966-1987 tehdyistä fenologisista havainnoista koostuva aineisto on riittävä fenologisten ilmiöiden kartoittamiseksi turvemailloilla. Kuitenkaan se ei riitä tulosten täydellisen varmuuden saamiseen. Siihen tarvittaisiin aineisto, joka on kerätty sadan vuoden ajalta. Jotkut tutkijat esittävät jopa 200-300 vuoden aineistoa tulosten verifioimiseksi. Tässä tutkimuksessa esitetyt tiedot ja kaavat perustuvat kuitenkin todennäköisyyteen, eli näin ollen ne ovat käyttökelpoisia.

Kansainvälisessä fenologisessa puutarhassa (IPG 7) tehdyt fenologiset havainnot suovat mahdollisuuden mm. vertailla puiden ja pensaiden alkuperän vaikutusta fysiologiseen kehitysrytmiin. Vertailun avulla voidaan määritellä fenologinen standardi, jonka fysiologinen kehitys on pohjana muiden kasvien kehitystä tarkasteltaessa. Tällainen vertailu edesauttaa huomaamaan luonnossa tapahtuvia patologisia ilmiöitä tarvitsematta käyttää monimutkaisia ja kalliita mittareita. Myös luonnossa ilmevät biologisen elämän riskitekijät (kuten säteily, myrkyllisyys, ilman epäpuhtaudet jne.) voidaan todeta ja jopa mitata fenologisin havainnoin.

Fenologisen tutkimuksen sovellutuksia on muitakin. Yksi niistä on tässä tutkimuksessa määritelty ns. "turvallinen kasvukausi". Sen pituuden tunteminen paikallisissa oloissa voi vähentää huomattavasti viljelyriskiä.

Tutkimuksessa määritellyn "turvallisen" kasvukauden pituus osoittaa selvästi, ettei Kainuussa kasvituotannossa voida hyödyntää koko kasvukauden aikaa.

Monivuotisten fenologisten havaintojen perusteella voidaan ennustaa tulevan kasvukauden kehitys. Tässä tutkimuksessa on mm. saatu tulokseksi, että turvemaan fenologian avulla on mahdollista tarkasti laskea viljelytoimenpiteiden oikea ajankohta. Sen määrittäminen on erityisen tärkeää turvemaan maanviljelijöille. Tieteelliseltä kannalta on välttämätöntä tutkia tarkemmin joidenkin viljelykasvien kehitystä verrattuna fenologisiin standardeihin. Näin voitaisiin lisätä fenologisten tietojen soveltamista käytännön maatalouteen.

LÄHTEET

- ANISZEWSKI, T. 1985. Peltotöiden lämpötilakynnys Kainuussa. KOETOIM. JA. KÄYT. 43:37.
- BAUMGARTNER, A. 1986. Phänologie und Internationale Phänologische Gärten (Einführungsvortrag). ARBOR. PHAENOL. NR. 31, p. 1-6.
- BROTHERUS, V.F. 1908. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1906. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.66. Helsingfors.
- 1911. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1907. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.71, nr. 1. Helsingfors.
 - 1914a. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1908. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.76, nr.2. Helsingfors.
 - 1914b. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1909. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.76, nr.3. Helsingfors.
 - 1919a. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1910. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.77, nr.6. Helsingfors.
 - 1919b. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1911. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.77, nr.7. Helsingfors.
 - 1921a. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1914. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.80, nr. 1. Helsingfors.
 - 1921b. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1915. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.80, nr. 2. Helsingfors.
 - 1925a. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1916. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.80, nr.4. Helsingfors.
 - 1925b. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1917. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF

- FINSKA VET. SOC. H.80, nr 5. Helsingfors.
- 1935. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finland 1912. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.78, nr. 4. Helsingfors.
- CAJANDER, E. 1922. Maataloudellinen muokkauskausi eri jaksoineen Suomessa. SUOM. MAAT.TIET. SEUR. JULK. Vihko 6.
- ELOMAA, E. & PULLI, S. 1985. Variationer i globalstrålning, effektiva temperatursumma, nederbörd, potentiella evapotranspiration och nederbördsunderskott i relation till växtproduktion i södra Finland. ENERGIODL. NJF SEM. 77: 19-27. Uppsala.
- MUKULA, J. & RANTANEN, O. 1985. Eräiden ilmastotietojen käyttösovellutuksia maataloudessa. SUOM. AKAT. JULK. 1: 182-198.
- ERKAMO, V. 1951. Symphänologische Beobachtungen. SOC. SCI. FEN. COMMENT. BIOL. 11 (17), 25 pp.
- FREITAG, E. 1987. Organization, Structure and Consequences of an IPG Data Base. ARBOR. PHAENOL. Nr. 32, p. 8-11.
- FTK 1965 = Fenologisen toimikunnan kokous. Pöytäkirja 14.1. 1965. Jäljennös. Pelsonsuo.
- HALLANTUTKIMUSVALIOKUNTA. 1964. Hallantutkimuksen valiokunnan pöytäkirja 1/64. Hallakoeasema, Pelsonsuo. § 3.
- HAVAS, P. 1985. Fenologisen seurannan kehittäminen Suomessa. Teoksessa: HELMINEN, J. (toim.), Kansallinen ilmastokokous: seminaariraportti. SUOM. AKAT. JULK. 7:236-241.
- HICKS, S. 1985. Modern Pollen Deposition Records from Kuusamo. I. Seasonal and Annual Variation. GRANA 24:167-184.
- HEIKKILÄ, R. 1984, Nurmiviljely turvemaidilla. KOETOIM. JA KÄYT. 41:11.
- IHNE, E. 1905. Phänologische Karte des Frühlingsseinzuges in Mitteleuropa. Petermanns. Mitt.
- ILMATIETEEN LAITOS. 1986. Kuukausikatsaus. Numerot I-XII. Helsinki.
- 1987. Kuukausikatsaus. Numerot I-X. Helsinki.
- ISOTALO, A. 1952. Rahkasoiden viljelyksestä. SUO 3:13-16.
- JOHANSSON, O.V. 1954a. Die Phänologie in Finnland 1750-1950. SOC. SCI. FEN. COMMENT. BIOL. 11, 55 pp.

- 1954b. Phänologie und Mikroklima. SOC. SCI. FEN. COMMENT. BIOL. XI, 10, pp. 1-18.
- KAIKKO, J. 1940. Koivun lehtiminen, lehtisato ja vihanta-aika Suomessa. Eripainos SUOM. MAAT.TIET. SEUR. AIKAKAUSKIRJ. TERRA 52. Helsinki.
- KAILA, A. 1956. Phosphorus in various depths of some virgin peat lands. MAATAL.TIET. AIKAK. 28:90-104.
- KIHLMAN, A.O. 1896. Fravaux. géographiques exécutés en Finlande jusqu'en 1895. Phénologie. FENNIA 13. Helsingfors.
- 1900. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1895. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H. 58. Helsingfors.
- KIVINEN, E. 1933. Suokasvien ja niiden kasvualustan kasvinravintoainesuhteista. ACTA AGR. FENN 27:1-141.
- 1948. Suotiede. Porvoo.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931-60. SUOM. METEOROL. VUOSIK. 65:1a:1-42.
- KOROVIN, A.I. 1984. Rasteniya i ekstremalnyje temperatury. Leningrad.
- KOUTANIEMI, L. 1985. Characteristics of a seasonally frozen river, the Oulanka river, NE-Finland. In: SPENCER. T. (ed.) First International Conference on Geomorphology. 15-21 September 1985. Abstracts of papers, p. 335. Manchester.
- KOWDA, V.A. 1973. Osnovy učenija o počvah Moskva.
- 1984. Podstawy nauki o glebach. Warszawa.
- LALLUKKA, U. & MUKULA, J. 1977. Sääolot ja niiden vaikutus kasvitutontoon Etelä-Suomessa 1966-1976. J. SCI. AGRIC. SOC. FINL. 49:415-433.
- LEHTORANTA, L., 1951. Der Frühlingszug des Stars, Sturnus, vulgaris L., im Lichte, der Phänologische Beobachtungen 1785-1930 in Finnland. SOC. SCI. FEN. COMMENT. BIOL. 11 (3), 20 pp.
- LINKOLA, K. 1924. Kesien aikaisuudesta Lounais-Suomessa vuosina 1750-1923. Talonpoika I Lounais-Suomi. Turku.
- 1931. Kasvifenologialle laajempi ohjelma. LUONNON YSTÄVÄ, 35:113-117.

- MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS. 1987. Kainuun tutkimusasema. Tutkimustuloksia vuodelta 1986. Pelsonsuo.
- 1986. Kainuun tutkimusasema. Tutkimustuloksia vuodelta 1985. Pelsonsuo.
 - 1985. Kainuun tutkimusasema. Tutkimustuloksia vuodelta 1984. Pelsonsuo.
 - 1984. Kainuun koeasema. Tutkimustuloksia vuodelta 1983. Vaala.
 - 1983. Kainuun koeasema. Tutkimustuloksia vuodelta 1982.
- MIKOLA, J. 1982. Bud-set phenology as an indicator of climatic adaptation of Scots pine in Finland. SILVA FENN. 16: 2, p. 178-184.
- MOBERG, A. 1894. Fenologiska iakttagelser in Finland 1750-1845. SUPPL. NR. 19. BIDR. TILL. KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.55. Helsingfors.
- MOLGA, M. 1980. Meteorologia rolnicza. Warszawa.
- MORGEN, A. 1951. Beiträge zur Geschichte der Phänologie zum zweihundertsten Jahr ihrer Begründung. ANGEW. METEOROL. 1 (2): 36:43. Berlin.
- MUKULA, J. 1978. Ohjaavatko riskitekijät tuotantoa. PELLERVO 79-22.
- NIELSEN, P. CHR. 1971. Phenological Gardens. Lecture at Unesco Seminar on Techniques of Measurements of Primary Productivity 14. September - 11. October 1969 by P. Chr. Nielsen. ARBOR. PHAENOL. Nr. 15, p. 6-10.
- OHJEET 1968 = Anl. zu Nr. 5 des Rundscheibens vom 19.2.1968. ARBOR. PHAENOL. Nr. 2/1960.
- PELKONEN, P. 1981. Investigation on seasonal CO₂ uptake in Scots pine: I. CO₂ exchange in Scots pine after wintering period. II. The autumn fall in CO₂ uptake in Scots pine. Helsinki.
- PESSI, Y. 1956. Studies on the effect of the admixture on mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat land. VALT. MAATAL. KOETOIM. JULK. 147:1-189.
- 1957. On the influence of the time of sowing upon the crop yield of spring cereals. VALT. MAATAL. KOETOIM. JULK. 156:1-33.

- PIPPING, M. 1927a. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1918, 1919 und 1920. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.80, nr 7. Helsingfors.
- 1927b. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1921, 1922 und 1923. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.80, nr 8. Helsingfors.
- PODOLSKY, A.S. 1986. New Methods for Forecasting the Development Dates of Plants and Poikiloterm Organism. ARBOR. PHAENOL. Nr.31, p. 103-110.
- 1984. New Phenology, Elements of Mathematical Forecasting in Ecology. New York..
- RAUTIAINEN, L. 1952. Puunjäänteitä sisältävien turpeiden kemiallisesta koostumuksesta. SUO 3: 33-36.
- RAVANTTI, S. 1986. Nurmikasvien jalostusmahdollisuuksia Kainuussa. Kuva 6. Tietoja kasvukauden aikaisista sääoloista Suomessa, s. 36. MTTK. Kainuun tutkimusasema. Ajan-kohtaiset kirjoitukset. Talvi-kevät, kesä-syky. Pel-sonsuo, s. 22-37.
- REUTER, M. 1935. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1912. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H. 78, nr 5. Helsingfors.
- 1936. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1896, 1897, 1898 und 1899. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NA-TUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H. 85, nr 4. Hel-singfors.
- 1937. Pflanzenphälogogische Beobachtungen in Finnland 1900, 1901 und 1902. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H. 85, nr 5. Helsingfors.
- 1941. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1931-1935. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.87, nr 4. Helsingfors.
- 1942. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1936-1940. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H. 89, nr 1. Helsingfors.
- 1948. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland 1941-1945. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.92, nr. 1. Helsingfors.
- 1952. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland

- 1946-1950. BIDR. TILL KÄNN. AF FINL. NATUR OCH FOLK, UTG. AF FINSKA VET. SOC. H.92, nr 2-3. Helsingfors.
- SCHNELLE, F. 1964a. Kirje Dr. Yrjö Pessille. Jäljennös. 605 Offenbach (Main) den 17. Jan. 1964. Deutscher Wetterdienst. Zentralamt. 2 s.
- 1946b. Kirje Dr. Arvi Valmarille. Kopio. 605 Offenbach (Main) den 18. Marz 1964. Deutscher Wetterdienst. Zentralamt. 1 s.
 - 1986. Ergebnisse aus den Internationalen Phänologischen Gärten in Europa. - Mittel 1973-1982. Sondedruck aus "WETTER UND LEBEN" Jahrgang 38, s. 5-17.
- SEPPÄLÄ, M. 1976. Seasonal thawing of a palsa at Enontekiö, Finnish Lapland, in 1974. TURUN YLIOPISTON MAANTIETEEN LAITOKSEN JULK. 79.
- 1982. Palsarnas periodiska avsmältning in Finska Lappland. GEOGRAFISK TIDSKRIFT 82 (1982), p. 39-44.
- SILFVERBERG, K. 1979. Phenology and initial development of a growth disorder in Scots Pine on boron deficient peatland. METSÄNTUTKIMUSLAITOS. 19 pp.
- SOINI, S. 1985. Saraturpeen ja timotein kivennäisainepitoisuudet Suomessa. SUO 36:9-17.
- \$ URVAS, L. 1984. Timotein kaliumotto turvemaalla. KOETOIM. JA KÄYT. 47:46.
- SUOMEN METEOROLOGINEN VUOSIKIRJA. 1966. Ilmastohavainnot 1965. Nide 65, osa 1a-1965, p. 66-67. Helsinki.
- 1967. Ilmastohavainnot 1966. Nide 66 osa 1a-1966, p. 66-67. Helsinki.
 - 1968. Ilmastohavainnot 1967. Nide 67 osa 1a-1967, p. 66-67. Helsinki.
 - 1970. Ilmastohavainnot 1968. Nide 68 osa 1a-1968, p. 66-67, Helsinki.
 - 1970. Ilmastohavainnot 1969. Nide 69 osa 1a-1969, p. 66-67. Helsinki.
 - 1971. Ilmastohavainnot 1970. Nide 70 osa 1a-1970, p. 66-67. Helsinki.
 - 1972. Ilmastohavainnot 1971. Nide 71 osa 1a-1971, p. 86-87. Helsinki.

- 1973. Ilmastohavainnot 1972. Nide 72 osa 1a-1972, p. 102-103. Helsinki.
- 1974. Ilmastohavainnot 1973. Nide 73 osa 1a-1973, p. 102-103. Helsinki.
- 1975. Ilmastohavainnot 1974. Nide 74 osa 1a-1974, p. 104-105. Helsinki.
- 1976. Ilmastohavainnot 1975. Nide 75 osa 1a-1975, p. 104-105. Helsinki.
- 1977. Ilmastohavainnot 1976. Nide 76 osa 1a-1976, p. 104-105. Helsinki.
- 1978. Ilmastohavainnot 1977. Nide 77 osa 1a-1977, p. 102-103. Helsinki.
- 1979. Ilmastohavainnot 1978. Nide 78 osa 1a-1978, p. 104. Helsinki.
- 1980. Ilmastohavainnot 1979. Nide 79 osa 1a-1979, p. 102-103. Helsinki.
- 1981. Ilmastohavainnot 1980. Nide 80 osa 1a-1980, p. 102-103. Helsinki.
- 1985. Ilmastohavainnot 1981. Nide 81 osa 1-1981, p. 114-115. Helsinki.
- 1985. Ilmastohavainnot 1982. Nide 82 osa 1-1982, p. 114-115. Helsinki.
- 1985. Ilmastohavainnot 1983. Nide 83 osa 1-1983, p. 114-115. Helsinki.
- 1985. Ilmastohavainnot 1984. Nide 84 osa 1-1984, p. 114-115. Helsinki.
- 1986. Ilmastohavainnot 1985. Nide 85 osa 1-1985, p. 114-115. Helsinki.

SWIECICKI, C. 1981. Gleboznawstwo melioracyjne. Warszawa.

TANTTU, A. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsistymisestä. ACTA FOREST. FENN. 5:1-211.

TUORILA, P. 1926. Maanparannuksen ja lannoituksen vaikutuksesta viljeltyjen soitten happamuuteen ja tämän sekä maan kasvukunnon välisestä suhteesta. SUOMEN SUOVILJELYSYHDISTYKSEN TIET. JULK. 30:97-145.

UGGLA, H. 1976. Gleboznawstwo rolnicze. Warszawa.

URVAS, L. 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoisuuteen. SUO 36:61-64.

- 1986. Timotein (*Phleum pratense* L.) sinkkipitoisuus turvemaalla. SUO 37:7-10.
 - & SOINI, S. 1984. The effect of intensive grass cultivation of the plant nutrient balance in peat soil. PROC. 7th INTER. PEAT CONGR., Dublin, Vol. 4:71-85.
- VALLE, O. 1953. Mihin suuntaan maamme lämpöolot ovat kehitty-
mässä. PELLERVO 54:108-109.
- 1962. Sääolot ja niiden vaikutus kasvituotantoon Etelä-Suomessa 1958-1961. MAATAL. JA KOETOIM. 16:38-50.
 - 1964. Syväroutaisten talvien vaikutus kylvötöiden alkami-
seen. KOETOIM. JA KÄYT: 21-12.
 - 1966. Sääolot ja niiden vaikutus kasvituotantoon 1962-
1965. MAATAL. JA KOETOIM. 20:29-39.
 - & CARDER, A.C. 1962. Comparision of the climate at Tikkuri-
la, Finland and at Beaverlodge, Alberta, Canada with parti-
cular reference to the growth and development of cereal
crops. ACTA AGR. FEN. 100, 1:1-31.
- VALMARI, A. 1965a. Kirje professori Jaakko Säkölle. Fenolo-
giset puutarhat. Kopio. Pelso 12.1.1965, 3 s.
- 1965b. Kirje professori Jaakko Säkölle. Fenologiset puu-
tarhat. Kopio. Pelso 29.1.1965, 2 s + liite.
 - 1966. Kirje professori Risto Sarvakselle. Fenologinen
puutarha. Pelso 14.5.1966, 1 s.
- VUORINEN, M. 1977. Kyntökerroksen lämpötilamittauksia Pelson-
suolla 1963-76 hieta- ja turvemaassa. Hallakoeaseman tie-
dote n:o 2.
- 1978. Syyshallojen vaikutuksista Pelsonsuolla. Kainuun
koeaseman tiedote n:o 3.
 - 1981. Säähavaintoja Vaalan Pelsolta vuodesta 1951. Kai-
nuun koeaseman tiedote n:o 5.
 - 1986. Turvemaiden kalkitus. SUOMEN SUOVILJELYSYHDISTYK-
SEN VUOSIKIR. 90:58-67.
- WANG, J.Y. 1967. Agricultural Meteorology. California.
- WARÉN, H. 1925. Soiden käytännöllis-tieteellinen tutkiminen
Suomen Suoviljelysyhdistyksen menetelmien mukaan. SUOMEN
SUOVILJELYSYHDISTYKSEN TIET. JULK: 6:1-44.

LIITE 1. Fenologisen standardin pluskeskilämpötilasumma
vuoden alusta Pelsonsuolla vuosina 1970 - 1987.

APPENDIX 1. Plus mean temperature sum from the beginning of
the year of the phenological standard in Pelsonsuu
during 1970 - 1987

| Vuosi | Lehtien pukkeaminen | Lehtien kellastuminen | Lehtien variseminen |
|-------|------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Year | Leafing | General turning of leaves | General falling of leaves |
| | °C (air, 2 m) | oC (air, 2 m) | °C (air, 2 m) |
| 1970 | 244.0 | 1651.0 | 1756.0 |
| 1971 | 229.0 | 1460.0 | 1576.0 |
| 1972 | 189.0 | 1796.0 | 1854.0 |
| 1973 | 216.0 | 1642.0 | 1670.0 |
| 1974 | 267.0 | 1448.0 | 1451.0 |
| 1975 | 138.0 | 1177.0 | 1572.0 |
| 1976 | 160.0 | 1443.0 | 1466.0 |
| 1977 | 98.0 | 1410.0 | 1442.0 |
| 1978 | 144.0 | 1480.0 | 1516.0 |
| 1979 | 163.0 | 1642.0 | 1672.0 |
| 1980 | 152.0 | 1499.0 | 1684.0 |
| 1981 | 153.0 | 1364.0 | 1367.0 |
| 1982 | 129.0 | 1436.0 | 1536.0 |
| 1983 | 258.0 | 1496.0 | 1555.0 |
| 1984 | 245.0 | 1575.0 | 1656.0 |
| 1985 | 138.0 | 1061.0 | 1085.0 |
| 1986 | 160.0 | 1418.0 | 1599.0 |
| 1987 | 120.0 | 1384.0 | 1463.0 |

LIITE 2. Fenologisen standardin sadesumma Pelsonsuolla
vuosina 1970 - 1987

APPENDIX 2. Precipitation sum of the phenological standard
in Pelsonsuo during 1970 - 1987

| Vuosi Year | Lehtien puhkeaminen Leafing mm | Lehtien kellastuminen General turning of leaves mm | Lehtien variseminen General falling of leaves mm |
|---------------|---|--|--|
| 1970 | 135.0 | 346.0 | 383.0 |
| 1971 | 183.0 | 420.0 | 446.0 |
| 1972 | 153.0 | 416.0 | 433.0 |
| 1973 | 173.0 | 363.0 | 376.0 |
| 1974 | 172.0 | 452.0 | 453.0 |
| 1975 | 141.0 | 248.0 | 255.0 |
| 1976 | 121.0 | 338.0 | 350.0 |
| 1977 | 215.0 | 468.0 | 480.0 |
| 1978 | 79.0 | 250.0 | 277.0 |
| 1979 | 157.0 | 364.0 | 375.0 |
| 1980 | 95.0 | 303.0 | 312.0 |
| 1981 | 113.0 | 464.0 | 471.0 |
| 1982 | 148.0 | 400.0 | 423.0 |
| 1983 | 250.0 | 454.0 | 462.0 |
| 1984 | 93.0 | 327.0 | 348.0 |
| 1985 | 148.0 | 447.0 | 453.0 |
| 1986 | 151.0 | 340.0 | 403.0 |
| 1987 | 140.0 | 475.0 | 508.0 |

LIITE 3. Turvemaan roudan sulamisen ja roudantumisen plus
keskilämpötila vuoden alusta Pelsonsuolla
vuosina 1970 - 1987

APPENDIX 3. Plus temperature sum of peat soil frost fusion and
formation in Pelsonsuo during 1970 - 1987

| Vuosi Year | Roudan sulaminen Soil frost fusion °C (air, 2 m) | Maan roudantuminen Formation of soil frost °C (air, 2 m) |
|---------------|--|---|
| 1970 | 306.0 | 1823.0 |
| 1971 | 546.0 | 1583.0 |
| 1972 | 479.0 | 1917.0 |
| 1973 | 338.0 | 1730.0 |
| 1974 | 362.0 | 2171.0 |
| 1975 | 488.0 | 1749.0 |
| 1976 | 338.0 | 1730.0 |
| 1977 | 417.0 | 1526.0 |
| 1978 | 550.0 | 1615.0 |
| 1979 | 658.0 | 1789.0 |
| 1980 | 307.0 | 1820.0 |
| 1981 | 189.0 | 1780.0 |
| 1982 | 214.0 | 1603.0 |
| 1983 | 118.0 | 1930.0 |
| 1984 | 360.0 | 1832.0 |
| 1985 | 479.0 | 1759.0 |
| 1986 | 160.0 | 1769.0 |
| 1987 | 550.0 | 1682.0 |

LIITE 4. Turvemaan pluskeskilämpötila vuoden alusta Pelsonsuolla vuosina 1970 - 1987

APPENDIX 4. Peat soil plus mean temperature sum from the beginning of the year in Pelsonsuo during 1970 - 1987

| Vuosi | Kun turvemaan lämpötila on +5 °C 10 cm:n syvyydellä | Kun turvemaan lämpötila on alle 5 °C 10 cm:n syvyydellä |
|-------|--|---|
| Year | When peat soil temperature in the depth of 10 cm is +5 °C | When peat soil temperature in the depth of 10 cm is less than +5 °C |
| 1970 | 179.0 | 1613.0 |
| 1971 | 180.0 | 1274.0 |
| 1972 | 156.0 | 1674.0 |
| 1973 | 193.0 | 1610.0 |
| 1974 | 226.0 | 1575.0 |
| 1975 | 153.0 | 1460.0 |
| 1976 | 142.0 | 1386.0 |
| 1977 | 237.0 | 1228.0 |
| 1978 | 168.0 | 1503.0 |
| 1979 | 215.0 | 1567.0 |
| 1980 | 183.0 | 1632.0 |
| 1981 | 189.0 | 1372.0 |
| 1982 | 175.0 | 1479.0 |
| 1983 | 174.0 | 1854.0 |
| 1984 | 394.0 | 1586.0 |
| 1985 | 227.0 | 1456.0 |
| 1986 | 295.0 | 1556.0 |
| 1987 | 262.0 | 1266.0 |

LIITE 5. Lumen sulamisen ja nurmikon kasvun alun pluskeskilämpötilasumma Pelsonsuolla vuosina 1970 - 1987

APPENDIX 5. Plus mean temperature of snow fusion and lawn's growth beginning in Pelsonsuo during 1970 - 1987

| Vuosi | Lumen sulaminen | Nurmikon kasvun alku |
|-------|-----------------|--------------------------|
| Year | Snow fusion | Growth beginning of lawn |
| | °C (air, 2 m) | °C (air, 2 m) |
| 1970 | 45.0 | 64.0 |
| 1971 | 50.0 | 81.0 |
| 1972 | 109.0 | 136.0 |
| 1973 | 10.0 | 18.0 |
| 1974 | 40.0 | 71.0 |
| 1975 | 27.0 | 36.0 |
| 1976 | 10.0 | 81.0 |
| 1977 | 16.0 | 43.0 |
| 1978 | 10.0 | 24.0 |
| 1979 | 10.0 | 26.0 |
| 1980 | 46.0 | 54.0 |
| 1981 | 90.0 | 189.0 |
| 1982 | 12.0 | 26.0 |
| 1983 | 57.0 | 68.0 |
| 1984 | 48.0 | 60.0 |
| 1985 | 75.0 | 90.0 |
| 1986 | 40.0 | 64.0 |
| 1987 | 16.0 | 73.0 |

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailta. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallqödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. Humuspitoiset lannoitteet. p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetmetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus keväthehän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESPOO - INKOO. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

1. Tiivistelmät eräistä MTTK:n julkaisuista 1983. 74 p.
2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuonetomaatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien vertailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla ja tomaattilla. 21 p.
6. VIJORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehunä. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. & HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella. 54 p.
9. VALMARI, A. Roudan kehittymisen tilastollinen malli. 33 p.
10. HAKKOLA, H. Kuonakalkituskokeiden tuloksia 1978-83. 42 p.
11. SIPPOLA, J. & SAARELA, I. Eräät maa-analyysimenetelmät fosforilannoitustarpeen ilmaisijoina. 20 p.
12. RAVANTTI, S. Terhi-punanata. 37 p.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Kolme ravinesuhdetta Suomen maalajeissa. 10 p.
14. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. 101 p.
15. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1976-1983. 202 p. + 4 liitettä.
16. JUNNILA, S. Ympäristötekijöiden vaikutus herbisidien käyttäytymiseen maassa. Kirjallisuustutkimus. 15 p. + 4 liitettä.
17. PESSALA, R., HAKKOLA, H. & VALMARI, A. Kylvöajan merkitys porkkanan viljelyssä. 22 p.
18. NISULA, H. Uusimpia tuloksia Ruukin lihanautakokeista. 39 p.
19. SAARELA, I. Kevätöljykasvien boorilannoitus. 122 p. + 2 liitettä.
20. URVAS, L. Maaperäkarttaselitys. PORI - HARJAVALTA. 28 p. + 14 liitettä.
21. LEHTINEN, S. Avomaavihannesten lannoitus- ja kastelukokeet 1978-1983. 62 p. + 17 liitettä.
22. ANISZEWSKI, T. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima eräillä MTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTK:n kolmen tutkimusaseman näytteiden analyysi. p. 1-38.
- PALDANIUS, E. & SIMOJOKI, P. Rikkakasvien siementen määrä ja elinvoima Satakunnan ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemien maanäytteissä. p. 39-56.

23. RINNE, S-L. & SIPPOLA, J. Maatalouden jätteen kompostointi. 52 p.
I Typpi - ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
III Kompostin arvo lannoitteena

1985

1. Tiivistelmiä MTTK:n tutkimuksista ja julkaisuista 1984. 67 p.
2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.
3. ETTALA, E. Säilörehu Maatalouden tutkimuskeskuksen lypsykarjakokeissa
1970 - luvulla. 270 p.
4. ETTALA, E. Laidun lypsykarjaruokinnassa. 220 p.
5. TUORI, M. & NISULA, H. Ruokintarutiinien merkitys naudoilla. Kirjallisuus-
tutkimus. 38 p.
6. TURTOLA, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoitustason vaikutus
typen ja fosforin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
7. AURA, E. Avomaan vihannesten veden ja typen tarve.
Nitrogen and water requirements for carrot, beetroot, onion and cabbage. 61 p.
8. Puutarhaosaston tutkimustuloksia. Taimitarha ja dendrologia. 94 p.
9. KEMPPAINEN, E. Kuivikkeen vaikutus lannan arvoon.
Kuivikkeiden ammoniakki sitomiskyky. 25 p.
10. JAAKKOLA, A., HAKKOLA, H., HIIVOLA, S-L., JÄRVI, A., KÖYLIJÄRVI, J. &
VUORINEN, M. Terästeollisuuden kuonat kalkitusaineina. 44 p.
11. JAAKKOLA, A., ETTALA, E., HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R. & VUORINEN, M.
Siilinjärven kalkki kalkitusaineena. 53 p.
12. TAKALA, M. Asumajätevesien imeyttäminen maahan ja energiapajun viljely
imeytyskentällä. 36 p.
13. JOKINEN, R. & HYVÄRINEN, S. Eri maalajien magnesiumpitoisuus ja sen
vaikutus ravinnesuhteisiin Ca/Mg ja Mg/K. 15 p.
14. JUNNILA, S. Rikkakasvien siementen itämislepo. Kirjallisuuskatsaus. 29 p.
15. MÄKELÄ, K. Talven aikana kuolleiden ryhmäruusujen versoissa esiintyvä
sienilajisto vuosina 1976-1982. 13 p. + 8 liitettä.
16. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden
tuloksia 1977-1984. 168 p. + 4 liitettä.

17. SÄKÖ, J. Maatalouden tutkimuskeskuksen puutarhaosastolla Piikkiössä kokeillut ja kokeiltavana olevat omenalajikkeet.
Perusrungon merkitys omenapuiden talvehtimisessä 1983-84.
SÄKÖ, J. & LAURINEN, E. Omenapuiden harjuistutus.
HIIRSALMI, H. & SÄKÖ, J. Mansikan jalostus johtanut tulokseen.
18. ETTALA, E., SUVITIE, M., VIRTANEN, E., PITKÄNEN, T., ZITTING, M.,
NÄSI, M., TUOMIKOSKI, T. & NISKANEN, M. Metsä - ja maatalouden sivu-
tuotteet lihamullien rehuna. 51 p.
19. MANNER, R. & AALTONEN, T. Pitko-syysvehnä. 6 p + 27 liitettä.
20. MANNER, R. & AALTONEN, T. Kartano-syysruis. 5 p + 13 liitettä.
21. ANISZEWSKI, T. Lupiini viljelykasvina. 134 p.
22. HUOKUNA, E., JÄRVI, A., RINNE, K. & TALVITIE, H. Nurmipalkokasvit puhtaana
kasvustona ja heinäseoksena. p. 1-12.
HUOKUNA, E. Apilan pahkahomeen esiintymisestä. p. 13-20.
HUOKUNA, E. & HÄKKINEN, S. Englanninraiheinä säilörehunurmissa. p. 21-26.
23. VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., LARPES, E., MICORDIA, A. & LAMPILA, M.
Eri säilöntäaineet esikuivatun ja tuoreen säilörehun valmistuksessa
sekä kiinteä ja nouseva väkirehun annostus mullien kasvatuksessa. p. 1-32.
VIRKKUNEN, H., KOMMERI, M., SORMUNEN-CRISTIAN, R. & LAMPILA, M.
Eri säilöntäaineet nurmirehun säilönnässä. p. 33-45.
24. RISSANEN, H., ETTALA, E., MELA, T. & MUSTONEN, L. Laitumen sadetuksen
ja väkirehujen käytön vaikutus lehmien tuotoksiin. p. 1-21.
RISSANEN, H., KOSSILA, V. & VASARA, A. Urean, Urea-Foeforihappo-Viher-
jauhoyhdisteen (UPV) ja soijan vertailu raakavalkuaislähteinä maidontuo-
tantokokeissa lehmillä. p. 22-30.
KOSSILA, V., KOMMERI, M. & RISSANEN, H. Monokalsiumfosfaatti ja ureafos-
faatti sekä käsittelemätön olki ja ammoniakilla käsitelty olki mullien
ruokinnassa. p. 31-40.
25. KORTET, S. Puna-apilan paikalliskantojen ekologia. 66 p.
26. MEHTO, U. Viljojen rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. Kirjallisuus-
tutkimus. 77 p.
27. HUHTA, H. & HEIKKILÄ, R. Rehuviljan viljely Pohjois-Karjalassa.
24 p. + 2 liitettä.

2. KEMPPAINEN, E. Karjanlannan hoito ja käyttö Suomessa. 102 p. + 6 liitettä.
3. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Lietelanta nurmen peruslannoitteena. 25 p.
4. NIEMELÄINEN, O. Nurmmikkoheinien ominaisuudet. Kirjallisuustutkimus. Tuloksia punanatojen ja niittynurmikan virallisista nurmikon lajikekokeista vuosilta 1977-84. 48 p.
5. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1978-1985. 128 p.+ 4 liitettä.
6. NIEMELÄINEN, O. & PULLI, S. Puna-apilalajikkeiden siemenmuodostus. Tuloksia apilan virallisista siemenviljelyn lajikekokeista vuosilta 1978-84. 42 p.
7. NIEMELÄINEN, O. Syksyn, talven ja kevään lämpö- ja valo-olojen vaikutus koiranheinän, niittynurmikan ja punanadan röyhymuodostukseen. Kirjallisuustutkimus. 51 p.
8. ERVIÖ, L-R. & ERKAMO, M. Pakettipellon viljelyn uudelleen aloittaminen herbisidien avulla.
ERVIÖ, L-R. Korren vahvistaminen timotein siemenviljelyksillä.
HIIVOLA, S-L. Klormekvatin käyttö timotein siemennurmilla.
ERVIÖ, L-R. & HIIVOLA, S-L. Herbisidien käytön vähentäminen viljakasvustossa.
9. KEMPPAINEN, E. & HAKKOLA, H. Säilörehun puristeneste ja virtsa lannoitteina. 43 p.
10. MATTIKAINEN, A. & HUHTA, H. Nurmikasvilajikkeet Karjalan tutkimusasemalla. 24 p.
11. SOVERO, M. Nopsa-kevätrypsi. 15 p. + 2 liitettä.
12. NIEMELÄ, P. Kuiviketurpeen soveltuvuus turkistarhoilla kertyvän sonnan ja virtsan käsittelyyn. 15 p + 4 liitettä.
13. PULLI, S., Vestman, E., TOIVONEN, V. & AALTONEN, M. Yksivuotisten tuorerehukasvien sopeutuminen Suomen kasvuoloihin. 51 p.
14. SIMOJOKI, P., RINNE, S-L., SIPPOLA, J., RINNE, K., HIIVOLA, S-L. & TALVITIE, H. Hernekaurasta saatava typpilannoitusohyöty. 27p. + 22 liitettä.

15. SÄKÖ, J. & YLI-PIETILÄ, M. Hedelmäpuiden ja marjakasvien talvehtiminen talvella 1984-85. 28 p.
16. MANNER, R. & KORTET, S. Niina-ohra. 31 p. + 1 liite.
17. TURTOLO, E. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin, lannoituksen ja sadetuksen vaikutus kaliumin, kalsiumin, magnesiumin, natriumin, sulfaattirikin sekä kloridin huuhtoutumiseen savimaasta. 43 p.
18. TOIVONEN, V. & LAMPILA, M. Juurikasvisäilörehujen valmistus, laatu, rehuarvo ja mahdollinen käyttö etanolin valmistuksessa. 106 p. + 23 liitettä.
19. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja -ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 1. Kolmen ensimmäisen lypsykauden tuotantotulokset. 114 p. + 5 liitettä.
20. ETTALA, E. & VIRTANEN, E. Ayshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja -ja heinä-vilja-urearuokinnalla. 2. Lehmien syöntikyky, ravinnonsaanti ja rehun hyväksikäyttö sekä hedelmällisyys ja kestävyys kolmen ensimmäisen tuotantovuoden aikana. 293 p.+ 23 liitettä.
21. RAVANTTI, S. Iki-timotei. 33 p.+ 1 liite.
22. URVAS, L. & VIRRI, K. Maaperäkarttaselitys. Turku-Rymättylä. 34p.+ 7 liitettä.
23. VUORINEN, M. Kalkituskokeiden tuloksia saraturvemaalta 1977-83. 22 p.

1987

1. Tiivistelmiä MTTK:N tutkimuksista ja julkaisuista 1986. 72 p.
2. PALDANIUS, E. Oljen kompostointi erilaisia seosmateriaaleja typpilähteinä käyttäen. 55 p. + 1liite.
3. LEIVISKÄ, P. & NISSILÄ, R. Säämittauksen tuloksia Pohjois-Pohjanmaan tutkimus-
asemalla Ruukissa. 31 p.
4. HAKKOLA, H., HEIKKILÄ, R., RINNE, K. & VUORINEN, M. Odelman typpilannoitus,
sängänkorkeus ja niittoaika. 39 p.
5. NIEMELÄ, T. & NIEMELÄINEN, O. Kasvualustan tiivistyminen ja nurmikon kuluminen
nurmikon stressitekijöinä. Kirjallisuuskatsaus. p. 1-30.
NIEMELÄ, T. Siirtonurmikon kasvatus ja käyttö. Kirjallisuuskatsaus. p.31-42.
6. LUOMA, S., RAHKO, I. & HAKKOLA, H. Kiinankaalin viljelykokeiden tuloksia
1981-85. 25 p.
7. MUJTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden
tuloksia 1979-1986. 165 p. + 9 liitettä.

9. YLI-PIETILÄ, M., SÄKÖ, J. & KINNANEN, H. Puuvartisten koristekasvien talvehtiminen talvella 1984-85. 38 p.
10. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Porkkanan ja punajuurikkaan sadetus, typpi-lannoitus ja kalkitus poutivalla hiekkamaalla. 30 p.
11. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet p. 1-8
Domestic Varieties p. 9-17.
12. TUOVINEN, T. Omenakääriäisen ennustemenetelmä p. 1-17
Pihlanmarjakoin ennustemenetelmä p. 18-32.
13. MÄKELÄ, K. Peittauksen vaikutus kotimaisen heinäsiemenen itävyyteen, orastuvuuteen ja sienistöön. 15 p.
14. Osa 1. YLÄRANTA, T. Radioaktiivinen laskeuma ja säteilyvalvonta
PAASIKALLIO, A. Radionuklidien siirtyminen viljelykasveihin
62 p.
14. Osa 2. KOSSILA, V. Radionuklidien siirtyminen kotieläimiin ja eläin-
tuotteisiin sekä vaikutukset eläinten terveyteen ja tuotantoon. 109 p.
15. RAVANTTI, S. Alma-timotei. 38 p. + 2 liitettä.
16. LEHMUSHOVI, A. Ryhmäruusujen lajikekokeet vuosina 1981-84. 29 p.

18. HIIRSALMI, H., JUNNILA, S. & SÄKÖ, J. Ahomansikasta suomalainen vil-
jelylajike. p. 1-8.
Mesimarjan jalostus johtanut tulokseen. p. 9-21.
19. TALVITIE, H., HIIVOLA, S-L. & JÄRVI, A. Satojen ja satovahinkojen ar-
viointitutkimus. 87 p.
20. KEMPPAINEN, R. Puna-apilan ympäys Rhizobium-bakteerilla.
Inoculation of red clover by Rhizobium strain. 24 p.

1988

2. ANISZEWSKI, T. Puiden, pensaiden ja viljeltävän turvemaan fenologinen tutkimus. Phenological study on the trees, bushes and arable peat land. 120 p. + 5 liitettä.

