



**MTTK**

**MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS**

**Tiedote 2/85**

**AULIS ANSALEHTO**

Hämeen läänin maatalouskeskus

**ESKO ELOMAA**

Ilmatieteen laitos

**MARTTI ESALA**

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

**ANNELI NORDLUND**

Ilmatieteen laitos

**YRJÖ PILLI-SIHVOLA**

Ilmatieteen laitos

**Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984**

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 2/85

AULIS ANSALEHTO, Hämeen läänin maatalouskeskus

ESKO ELOMAA, Ilmatieteen laitos

MARTTI ESALA, Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

ANNELI NORDLUND, Ilmatieteen laitos

YRJÖ PILLI-SIHVOLA, Ilmatieteen laitos

Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984

Maanviljelyskemian ja -fysiikan osasto

31600 JOKIOINEN

916-84 411

ISSN 0359-7652

## ESIPUHE

Maatalouden sääpalvelun kehittämisprojekti käynnistyi maaliskuussa 1982. Maa- ja metsätalousministeriön nimeämään projektin johtoryhmään kuuluvat ylijohtaja Juhani Paatela, puheenjohtaja, (varalla professori Paavo Elonen) Maatalouden tutkimuskeskuksesta, ylitarkastaja Erkki Paulamäki (toimistopäällikkö Olli Rekola) maa- ja metsätalousministeriöstä, ylijohtaja Olavi Valanko (osastopäällikkö Lauri Pölkki) maatilahallituksesta, osastopäällikkö Seppo Huovila (osastopäällikkö Jorma Riissanen) Ilmatieteen laitoksesta, toimitusjohtaja Jouko J. Salminen (osastopäällikkö Simo Sallasmaa) Maatalouskeskusten Liitosta sekä agronomi Esko Lindstedt (agronomi Antti Palmunen) Maataloustuottajain Keskusliitosta. Johtoryhmän sihteerinä toimii ylimeteorologi Esko Elomaa Ilmatieteen laitoksesta.

Johtoryhmä asetti projektiin työryhmän, johon kuuluvat professori Paavo Elonen, puheenjohtaja, tutkija Martti Esala, sihteerinä, ja tutkija Irmeli Markkula Maatalouden tutkimuskeskuksesta, meteorologi Anneli Nordlund, ylimeteorologi Esko Elomaa ja meteorologi Yrjö Pilli-Sihvola Ilmatieteen laitoksesta, osastopäällikkö Simo Sallasmaa Maatalouskeskusten Liitosta, agronomi Aulis Ansalehto Hämeen läänin maatalouskeskuksesta sekä agronomi Antti Palmunen Maataloustuottajain Keskusliitosta.

Keskeisiä toimintoja työryhmän toiminnassa ovat olleet ulkomaisia maatalouden sääpalveluja koskevan kirjallisuustutkimuksen laatiminen sekä maatalouden sääpalvelukokeilujen järjestäminen Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella. Kesällä 1982 järjestettiin kaksi pienimuotoista kokeilua, toinen Lopella ja toinen Jokioisissa. Kesällä 1983 järjestettiin koko kasvukauden kestänyt maatalouden sääpalvelukokeilu, johon osallistui noin 230 viljelijää. Molempien vuosien kokeiluista on julkaistu raportti.

Kokeilujen tarkoituksena on ollut selvittää maatalouden erikoissääpalvelun toteuttamismahdollisuuksia maassamme ja kerätä kokeilujen seurannan avulla tietoa palvelujen kehittämistarpeista ja -mahdollisuuksista sekä viestintäkanavien toimivuudesta. Kokeilujen toteutuksesta ovat vastanneet Ilmatieteen laitos, Hämeen läänin maatalouskeskus ja Maatalouden tutkimuskeskus.

Käsillä oleva raportti esittelee kesän 1984 maatalouden sääpalvelukokeilun toimintaa ja tuloksia. Tämä kokeilu toteutettiin Hämeen läänin maatalouskeskuksen

alueella, ja palvelu annettiin täydessä laajuudessaan siinä muodossa, mitä maatalouden sääpalvelu tulisi yhden maatalouskeskuksen alueella olemaan. Raporttia on tarkoitus käyttää myös palveluhenkilökunnan koulutukseen maatalouden sääpalvelun laajentuessa.

Agronomi Aulis Ansalehto on laatinut tämän julkaisun kohdat 1.4.1. ja 5.2. sekä osittain kohdan 4.4., ylimeteorologi Esko Elomaa kohdat 1.4.2., 2.1., 2.2. sekä osittain kohdan 2.4., tutkija Martti Esala kohdat 3., 4.2. ja 4.3. sekä osittain kohdan 4.4., meteorologi Anneli Nordlund kohdat 1.1., 1.2., 4.1. ja 5.1. sekä osittain kohdat 2.3., 2.4. ja 4.4. sekä meteorologi Yrjö Pilli-Sihvola kohdan 1.3. ja osittain kohdan 2.3. Muut kohdat ovat kirjoittajien yhdessä laatimat.

Työryhmä haluaa kiittää kokeiluun osallistuneita ja erityisesti kyselylomakkeen palauttaneita viljelijöitä saamastaan palautteesta, säähavaintojen tekijöitä säähavainnoista ja maanviljelijöitä Erkki Eerikäinen ja Jouko Toivonen siitä, että automaattiset säähavaintoasemat saatiin pystyttää heidän pelloilleen. Edelleen haluamme kiittää Ilmatieteen laitoksen viikkosääryhmää, Erkki Harjama ja Erkki Laitinen, päivittäisistä viiden vuorokauden sääennusteista, tutkija Pertti Nurmea sääennusteiden osuvuuden testauksesta sekä haihdunnan laskemista ja ennustemenetelmän kehittämistyöstä sekä tutkija Pertti Kukkosta kasteen ennustemenetelmän selvittämisestä. Perunantutkimuslaitosta ja Hämeen Perunan Pältsin koetilaa kiitämme perunaruton ennustamiseksi tehdyistä kasvustohavainnoista, VALIOta säilörehun korjuuaikapalvelun tuloksista, Suomen Sokerin Turengin tehtaita, erityisesti viljelypäällikkö Seppo Kleemolaa, sokerijuurikasta koskevista toimenpideohjeista ja satoennusteista, Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvitauti- ja tuhoeläinosastoja kasvinsuojeluohjeista ja niihin liittyvistä havaintotiedoista, kasvinviljelyosastoa sakolukumäärityksistä ja -tuloksista sekä säilörehunurmien analyysituloksista. Paloheimo Oy:n tilaa, erityisesti tilanhoitaja Aarno Toppia sekä maanviljelijä Heikki Pietilää kiitämme sakolukunäytteiden ottamisesta ja toimittamisesta Maatalouden tutkimuskeskukseen analysoitaviksi, maanviljelijä Hannu Könköä siitä, että olemme voineet ottaa myös hänen tilaltaan sakolukunäytteitä sekä Posti- ja telelaitosta automaattisen puhelinvastaajan järjestämisestä sääpalvelutiedotteiden viestitykseen ja erityisesti Posti- ja telelaitoksen teknistä henkilökuntaa palvelutiedotteiden säännöllisestä lukemisesta puhelinvastaajaan. Lopuksi haluamme kiittää kaikkia niitä tässä nimeltä mainitsemattomia henkilöitä, jotka ovat avustaneet kokeiluamme ja tehneet sen toteuttamisen mahdolliseksi.

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ESIPUHE	1
TIIVISTELMÄ	3
JOHDANTO	4
1. TOIMINNAN RAKENNE	4
1.1. Yleistä	6
1.2. Palveluhenkilökunnan koulutus	7
1.3. Tekninen varustus ja viestintä	8
1.4. Kokeilualue	8
1.4.1. Alueen maatalous	10
1.4.2. Alueen ilmasto	12
2. SÄÄHAVAINNOT JA -ENNUSTEET	12
2.1. Havaintotoiminta	12
2.1.1. Sää- ja ilmastohavainnot	12
2.1.2. Automaattisten säähavaintoasemien havainnot	15
2.1.3. Maatalousmeteorologiset havainnot	16
2.2. Tilastot ja säätekijäin seuranta	16
2.2.1. Yleiskatsaus kasvukauden säähän	17
2.2.2. Sää- ja ilmastotilastot	17
2.2.2.1. Ilman lämpötila	23
2.2.2.2. Ilman suhteellinen kosteus	24
2.2.2.3. Sade	26
2.2.2.4. Haihdunta ja sadannan vajuus	34
2.2.2.5. Auringonpaiste	34
2.2.2.6. Auringon kokonaissäteily	36
2.2.2.7. Säteilytase	38
2.2.2.8. Maan lämpötila	39
2.2.2.9. Kaste	41
2.3. Sääennusteet	41
2.3.1. Ennustetut säätekijät	43
2.3.2. Ennusteiden laadinta ja palvelutiedotteen kokoaminen	44
2.3.3. Ennustemenetelmät	44
2.3.3.1. Sään seuranta ja kehityksen arviointi	44
2.3.3.2. Numeeriset ennustemallit	44
2.3.3.3. Todennäköisyysennusteet ja sääpalvelun hyödyntäminen	46

	Sivu
2.3.4. Ennusteiden osuvuuksista	48
2.3.4.1. Testirajat	49
2.3.4.2. Ilman lämpötila	51
2.3.4.3. Ilman suhteellinen kosteus	54
2.3.4.4. Sade	54
2.3.4.5. Hallavaroitukset sanallisissa ennusteissa	57
2.4. Maatalousmeteorologisten laskenta- ja ennustemallien kehittäminen	59
2.4.1. Haihdunta	59
2.4.2. Kaste	70
2.4.3. Kasvintuotantomallit	71
3. MAATALOUSTUTKIMUS JA -NEUVONTA	73
3.1. Kasvukausi 1984	73
3.2. Havainnot ja kasvukauden seuranta	77
3.3. Ilmatieteen laitoksen havainto- ja tilastomateriaalin käyttö	82
3.4. Toimenpidesuosituksien	84
4. PALAUTE	86
4.1. Puhelinvastaajan käyttö	86
4.2. Käyttäjien palaute	87
4.3. HÄME-84 maatalousnäyttelyn yleisöpalaute	97
4.4. Palveluhenkilökunnan kokemukset	98
4.4.1. Ilmatieteen laitos	99
4.4.2. Hämeen läänin maatalouskeskus	100
4.4.3. Maatalouden tutkimuskeskus	101
5. PALVELUN KUSTANNUS/HYÖTY-ARVIO	103
5.1. Kokeilun ja palvelun kehittämisen kustannukset	103
5.2. E erityissääpalvelusta saadut hyödyt ja tappiot Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella	104
KIRJALLISUUSLUETTELO	105
LIITTEET	107

## TIIVISTELMÄ

Maatalouden sääpalvelun kehittämistyöryhmä järjesti Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella kesällä 1984 avoimen palvelukokeilun. Kokeilun tarkoituksena oli selvittää kaikille alueen viljelijöille (n. 8800) suunnatun sääpalvelun toimintaedellytyksiä ja käyttöä sekä kerätä kokemuksia palvelun edelleen kehittämiseksi. Kokeilu oli jatkoa vuonna 1982 ja 1983 samalla alueella toteutetuille rajoitetuille kokeiluille.

Ilmatieteen laitos laati kaikkina viikonpäivinä erityisesti maatalouden tarpeisiin ja alueelle tarkennetut kahden ja viiden vuorokauden sääennusteet. Säähavaintoja saatiin päivittäin kolmella alueella jo sijainneelta säähavaintoasemalta, ja lisäksi palvelua varten perustettiin kaksi uutta automaattista havaintoasemaa, toinen perunaviljelykselle ja toinen nurmikasvustoon. Erikoishavaintoja saatiin lisäksi neljältä asemalta. Havainnot viestitettiin puhelimitse tai teleksillä. Havainnoista laskettiin päivittäin mm. lämpösummia eri kynnysarvoille, potentiaallinen kokonaihaihdunta ja sadannan vajoaus. Säteilytase laskettiin kolmelta asemalta. Lisäksi seurattiin lumen ja roudan sulamista, maanlämpötiloja eri syvyyksiltä sekä kasteen esiintymistä nurmikolla.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa tehtiin leipäviljojen sakoluku- ja kosteusmäärittäyksiä, havaintoja perunaruton riskiarvojen laskemiseksi, maan kosteusmittauksia sekä seurattiin kasvitauti- ja tuhoeläintilannetta ja annettiin tarvittaessa toimenpideohjeita. Lisäksi saatiin säilörehun korjuuaikapalvelun analyysitiedot VALIOLta ja MTTK:n kasvinviljelyosastolta sekä sokerijuurikkaan sokeripitoisuusanalyysien tulokset ja satoarviot Suomen Sokerin Turengin tehtailta.

Hämeen läänin maatalouskeskuksen kasvinviljelyagronomi laati sääennusteiden, edellä kuvatun havaintomateriaalin sekä oman kokemuksen pohjalta "ajankohtaista maataloudessa" -katsauksen.

Sääennusteet ja "ajankohtaista maataloudessa" -katsaus luettiin joka päivä, myös viikonloppuisin, noin kello 8.00, 13.00 ja 18.00 automaattiseen puhelinvastaajaan, jonka numero oli 97061. Lisäksi neljä alueella ilmestynyttä sanomalehtä julkaisi viiden vuorokauden sääennusteen ja ajankohtaiskatsauksen tiistaisin ja perjantaisin. Kokeiluryhmän sisäiseen tiedonvälitykseen käytettiin Videotex-järjestelmää.

Sääennusteita pystyttiin tarkentamaan tihennetyn havaintoverkoston avulla. Sääennusteissa kiinnitettiin erityistä huomiota maataloudelle tärkeiden tekijöiden kuten hallan ja ilman suhteellisen kosteuden ennustamiseen. Sade-ennusteita pyrittiin tarkentamaan antamalla sateen esiintymiselle todennäköisyysarviot. Hallaennusteiden osuvuus oli parempi kuin yleisen sääpalvelun hallaennusteiden. Sade-ennusteiden osuvuus oli samaa luokkaan kuin Ilmatieteen laitoksen tavallisissa ennusteissa, mutta kokeilussa sateen todennäköisyysarviointi ulotettiin myös toiselle vuorokaudelle.

Palvelunumeron käyttöä seurattiin useassa eri jaksossa, jolloin soittomäärät rekisteröitiin tunneittain. Seurantajaksojen luvuista painotetusti laskien saatiin palvelun käyttöasteeksi 6,7 %, eli alueen 8800 viljelijästä keskimäärin 586 käytti päivittäin palvelua koko kauden ajan. Huippukäyttömäärä oli 1571 puhelua/vrk (5. heinäkuuta).

Palautteen saamiseksi lähetettiin kaikille 230:lle jo vuonna 1983 mukana olleille sekä 262:lle satunnaisesti valitulle uudelle viljelijälle samanlainen kyselylomake. Palvelua käytettiin kuten edellisenä vuonna eli heinä- ja viljankorjuuaika, kasvinsuojelutyöt sekä kylvöaika koettiin tärkeimmiksi palveluajoina.

Lähes kaikki viljelijät katsoivat palvelusta olleen heille hyötyä. Rahallisen hyödyn arvioiminen on kuitenkin vaikeaa. Keskimääräinen hyötyarvio oli muutamia satoja markkoja hehtaaria kohti. Suurin osoitettavissa oleva hyöty saatiin porkkanan kasvinsuojeluruiskutuksessa 10 000 mk/ha. Heinätöissä saatiin keskimäärin 1 000 markan hyöty hehtaarilta ja puinnissa 300-5 000 mk/ha. Joitakin tappioita oli tullut: neljässä tapauksessa viljojen puinnissa, yhdessä tapauksessa heinätöissä ja yksi tappioilmoitus tuli viljojen lannoituksesta.

Sääpalvelun suurimpina etuina pidettiin tiedotusten saamista kellonajoista riippumatta sekä sääennusteiden alueellista tarkennusta. Muutamaa poikkeusta lukuunottamatta viljelijät pitivät maatalouden sääpalvelun toteuttamista jatkossa hyödyllisenä tai erittäin hyödyllisenä.

Teknisenä toteutuksena Posti- ja telelaitoksen ylläpitämä puhelinvastaaaja oli hyvin toimintavarma. Puhelinvastaaajan toimintaa valvottiin jatkuvasti. Niinkään Posti- ja telelaitoksen Videotex-järjestelmä oli hyvä palvelun antajien välisessä tiedonsiirrossa. Palvelun antajat kokivat edelleen puutteeksi sen,



että useita maatalouden ja ilmatieteen alan ennuste- ja seurantamenetelmiä ei ole vielä kukaan päästänyt kehittämään. Myös jatkokoulutuksen antaminen niin palvelumeteorologeille kuin palvelun käyttäjille koetaan tärkeäksi. Säähavaintojen automatisointiin ja viestityksen varmistamiseen tulee jatkossa kiinnittää lisähuomiota.

Palvelun välittömät kustannukset olivat noin 400 000 mk. Palvelunumeron soittaminen maksoi viljelijälle noin yhden markan, josta puolet tuloutetaan palvelun järjestäjille. Tämä ei riitä kattamaan kustannuksia, mutta noin 80 % viljelijöistä ilmoitti käyttävänsä palvelua yhtä paljon kuin tänä vuonna, vaikka palvelusta tulevaisuudessa veloitettaisiin noin 3 mk/puhelu. Noin 10 % vastaajista maksaisi vielä tehokkaammasta palvelusta enemmänkin. Tämän hetken kustannusarvion mukaan tällä veloituksella pystyttäisiin peittämään palvelusta aiheutuneet suorat kulut. Palvelun kehittämis- ja laajentamiskustannukset tulee kuitenkin järjestää muulla rahoituksella.

#### JOHDANTO

Maatalouden sääpalvelun kehittämisprojekti jatkui vuonna 1984. Tutkimukseen ja sääpalvelukokeiluun saatiin rahoitusta maa- ja metsätalousministeriöstä. Palvelun kehitystyönä järjestettiin kasvukauden aikana Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella avoin palvelukokeilu yhteistyönä Maatalouden tutkimuskeskuksen, Hämeen läänin maatalouskeskuksen ja Ilmatieteen laitoksen kesken. Kokeilun tarkoituksena oli selvittää alueellisen maatalouden sääpalvelun toimintamahdollisuudet sekä palvelun käyttöaste.

Kokeilualueelle tehtiin 2.5.-30.9.1984 välisenä aikana Ilmatieteen laitoksessa alueellisesti tarkennetut sääennusteet. Hämeen läänin maatalouskeskuksessa ja Maatalouden tutkimuskeskuksessa laadittiin viljelijäin käyttöön maataloudelliset ajankohtaishatsaukset, jotka pohjautuivat säätietoihin ja kasvukauden kehityksen sekä kasvitauti- ja tuholaisilanteen seurantaan.

Palvelun piiriin kuuluivat kaikki alueen noin 8800 viljelijää, jotka saivat palvelutiedotteen automaattisen puhelinvastaajan välityksellä. Lisäksi julkaistiin neljässä alueella ilmestyvässä päivälehdessä viiden vuorokauden sääennuste ja toimenpidesuositus kaksi kertaa viikossa. Palvelua annettiin kaikkina viikon päivinä. Kokeilun päätyttyä kartoitettiin viljelijäin mielipiteet.

## 1. TOIMINNAN RAKENNE

### 1.1. Yleistä

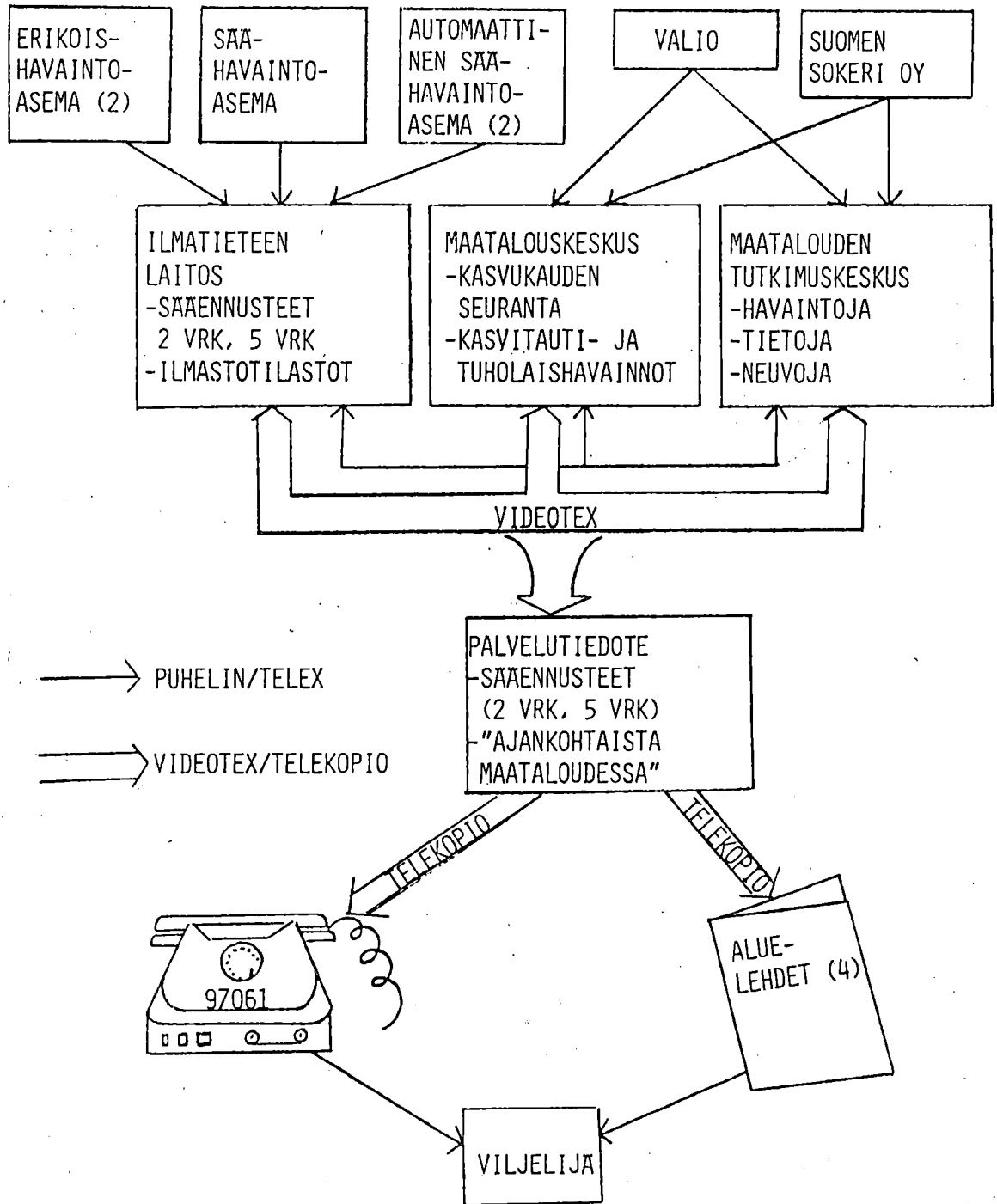
Maatalouden sääpalvelukokeilu noudatti kasvukautena 1984 pitkälti niitä suunnitintoja, jotka toteutettiin jo kesän 1983 sää- ja neuvontapalvelukokeilussa. Palvelua kehitettiin vuoden 1983 kokeilusta saadun palautteen perusteella viljelijöiden toivomusten mukaan.

Maatalouden sääpalvelu, joka toteutettiin 2.5.-30.9.1984 Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella, oli aikaisempia kokeiluja laajempi sekä käyttäjäkunnaltaan että palvelutiheydeltään. Palvelu oli avoin kaikille alueen noin 8800 viljelijälle. Viljelijöille tiedotettiin tulevasta palvelusta maaliskuun lopulla maatalouskeskuksen oman tiedotuslehden Kotovainion välityksellä. Lisäksi palvelusta tiedotettiin alueen lehdistössä ja postikortilla, joka jaettiin maatalouksiin kesäkuun alussa. Viljelijät saivat palvelun soittamalla automaattiseen puhelinvastaajaan sekä kaksi kertaa viikossa alueen päivälehdistä. Palvelun avoimuuden lisäksi oli uutta se, että palvelu toimi myös viikonloppuisin, jolloin sääennusteet laadittiin kuten arkisin. Parin lähivuorokauden ennusteet uusittiin kolme kertaa päivässä, noin kello 7.30, 12.30 ja 18.00. Viiden vuorokauden sääennusteet laadittiin joka päivä klo 12.30 mennessä, myös viikonloppuisin. Tiedotteen kolmannen osan muodosti "ajankohtaista maataloudessa" -katsoaus, joka laadittiin tai tarkastettiin arkisin joka päivä ja joskus myös viikonloppuisin. Sääennusteista vastasi Ilmatieteen laitos ja maataloudellisen toimipidesuosituksen laati Hämeen läänin maatalouskeskus yhteistyössä Maatalouden tutkimuskeskuksen kanssa.

Sääennusteiden alueellisen tarkentamisen perustana oli tihennetty päivittäin viestittävä säähavaintoverkosto. Maatalouden asiantuntijoiden avuksi tehtiin, kerättiin ja välitettiin lisäksi runsaasti erikoishavaintoja kasvukauden seurantaan liittyen.

Palvelua antavien laitosten keskinäisessä tiedonvälityksessä oli ensiarvoisen tärkeänä tiedotuskanavana Posti- ja telelaitoksen ylläpitämä Videotex-teletietopalvelujärjestelmä.

Maatalouden sääpalvelukokeilun 1984 toimintakaavio on kuvassa 1. Esimerkki palvelutiedotteesta 14.9.1984 on liitteenä 1 (s. 107).



Kuva 1. Maatalouden sääpalvelun toimintakaavio.

## 1.2. Palveluhenkilökunnan koulutus

Maatalouden sääpalvelussa kahden vuorokauden sääennusteet tehtiin Ilmatieteen laitoksen Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä, joka aloitti toimintansa 1.6.1984 Helsinki-Vantaan lentosääkeskuksen laajennetuissa tiloissa. Palvelu hoidettiin hieman supistettuna ja erikoisjärjestelyin 2.5.-1.6. välisenä aikana. Palvelun käynnistyminen uudessa toimipisteessä aiheutti tarpeen kouluttaa palvelusta vastaava henkilökunta sekä uusien teknisten viestintälaitteiden käyttöön että maatalouden erikoissääennusteiden tekoon.

Sääpalvelua antoi 21 meteorologia, joista vain yhdellä oli edelliseltä kesältä kokemusta maatalouden erikoisennusteiden teosta. Avustavaa henkilökuntaa oli sijaisineen koulutettavana 25 henkilöä.

Palvelumeteorologeille annettiin maatalousmeteorologista koulutusta yhteensä 5.5 työpäivää. Koulutus jakaantui kolmeen jaksoon: Maatalouden sääpalvelun perusteista sekä vuosien 1982 ja 1983 sääpalvelukokeiluista kerrottiin syksyllä 1983 puolen päivän verran. Helmikuussa järjestettiin kolmen päivän yhtämittäinen teoreettinen koulutus, ja toukokuussa oli jokaisella yksi tai kaksi käytännön harjoittelupäivää. Meteorologienvuorotyön takia kaikki tilaisuudet järjestettiin kaksi tai kolme kertaa.

Teoriajaksossa esiteltiin maatalouden organisaatioita, Suomen maataloutta ja kasvinviljelyn sääriskejä. Lisäksi käsiteltiin "maatalouden työvaiheet ja sää", kasvien kasvuun vaikuttavia ilmastotekijöitä, paikallis- ja pienilmastollisen aluejaon perusteita sekä maatalousmeteorologisia erikoishavaintoja. Maatalouden erityissääennusteita varten tutustuttiin kaikkeen siihen ennustavan meteorologin apu- ja työmateriaaliin, mikä oli olemassa. Ryhmätyönä laadittiin maatalouden sääennuste 0-2 vuorokauden jaksolle.

Toukokuussa palvelun toimiessa jo lähes koko laajuudessaan pidettiin käytännön harjoitteluvuorot opastettuina työpaikalla. Meteorologeja opastettiin viestitietokoneen näyttöpäätteen hyödyntämiseen havaintojen ja viestien lähes reaaliaikaisessa käytössä. Heitä tutustutettiin myös Videotex-tietopankin sisältöön. VDX-tietopankin varsinaiset operointitehtävät kuuluivat avustavalle henkilökunnalle.

Avustavan henkilökunnan koulutuksessa keskityttiin uuden tiedonvälitystekniikan opastuksen lisäksi havaintojen koodaukseen ja erikoishavaintotiedon käsittelyyn, taulukointiin ja käytännön töiden selvittelyyn. Vuorotyön takia koulutustilaisuudet toistettiin kolme kertaa. Koulutuspäiviä oli kullekin työntekijälle yhteensä kaksi. Käytännön harjoittelu jäi useille työntekijöille liian vähäiseksi. Projektin henkilöiden järjestämä ja antama koulutus molemmille työntekijäryhmille vei yhteensä 105 henkilötyöpäivää.

Maatalouden sääpalvelun kouluttajina toimivat maatalouden sääpalvelun kehittämistyöryhmän jäsenet sekä Ilmatieteen laitoksen ATK-toimiston henkilökuntaa. Posti- ja telelaitoksen Videotex-järjestelmän koulutuksesta vastasi PTL:n kouluttaja.

Ilmatieteen laitoksen sääosastolla laaditut viiden vuorokauden sääennusteet tehtiin jo aikaisemmin sovitulla tavalla. Lisäksi valtakunnallisen sääpäivystyksen meteorologit, joiden kanssa 0-2 vuorokauden sääennuste tehtiin tiiviissä yhteistyössä, olivat saaneet maatalousmeteorologista koulutusta jo vuosi aikaisemmin.

### 1.3. Tekninen varustus ja viestintä

Kokeilualueella tehtyjen säähavaintojen ja maatalouden havaintojen hyväksikäyttöä parannettiin kokeilun aikana. Jokioisten observatoriossa tehdyt haihdunta-, säteily-, kaste- ja maan lämpötilahavainnot viestitettiin teleksillä normaalien säähavaintojen lisäksi päivittäiseen käyttöön. Lammi, Vestolan sää- ja haihduntahavainnot sekä Hauho, Länsi-Hahkialan säähavainnot kerättiin puhelimitse Etelä-Suomen aluepalveluyksikköön Videotex-tiedostoon sekä syötettiin soveltuvin osin myös sääpalvelun kartanpiirtojärjestelmään. Kosteus- ja lämpötilahavainnot kasvustosta tehtiin termohygrografeilla neljällä paikalla kokeilualueella. Pääasiassa tämä tieto oli maatalouden asiantuntijoiden päivittäisessä käytössä, mutta osittain se tallioitiin myös käytettyyn tietovarastoon.

Kokeilualueelle perustettiin heinäkuun alkuun mennessä kaksi automaattista maataloussääasemaa. Ne sijaitsivat Somerolla perunakasvustossa ja Kylmäkoskella nurmikasvustossa. Asemat koostuivat Milos 200 keskusyksiköstä ja havaintoantureista, jotka mittasivat tuulta (2 kpl), lämpötilaa (3 kpl), kosteutta (2 kpl), sadetta (2 kpl) ja kokonaissäteilyä (liite 2 s. 108). Tiedot asemilta kerättiin kolmen tunnin välein puhelinyhteyden ja päätteen avulla Etelä-Suomen aluepalveluyksikköön. Osa tiedoista siirrettiin tämän jälkeen kartanpiirtojärjestelmään ja

osa Videotex-tiedostoon. Automaattiasemilla tiedot taltioitiin paikan päällä koko ajan kasetille. Automaattiasemien toimivuusaste selviää pitemmän käyttöjakson jälkeen. Puhelinlinjojen heikkouden ja laitteistojen uutuuden vuoksi säähavaintojen vastaanotossa oli ongelmia Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä.

Kokeilussa käytettiin tiedon siirtoon ja taltiointiin Posti- ja telelaitoksen Videotex-teletietopalvelua. Järjestelmän käyttäjillä oli tietoruutujen laadintaa varten toimituspäätteet. Ne koostuivat väritelevisiosta, Videotex-lisälaitteesta, näppäimistöstä ja modeemista, joka muuntaa videosignaalin puhelinverkkoon sopivaksi.

Tietoa järjestelmään syötettiin neljästä paikasta, jotka olivat: Ilmatieteen laitoksen yksiköt sääosastolla Helsingissä ja Etelä-Suomen aluepalveluyksikkö Helsinki-Vantaan lentosääkeskuksessa, Hämeen läänin maatalouskeskus ja Maatalouden tutkimuskeskus. Kukin käyttäjä voi myös hyödyntää kaiken järjestelmässä olevan tiedon, joka kokeilun lopulla koostui n. 40:stä lähes päivittäin ajan tasalla pidettävästä sivusta (kuvaruudullisesta) sää- ja kasvustohavaintotieto- ja sekä n. 40 sivusta kesän mittaan kertynyttä havaintotietoa (liite 3, s. 109).

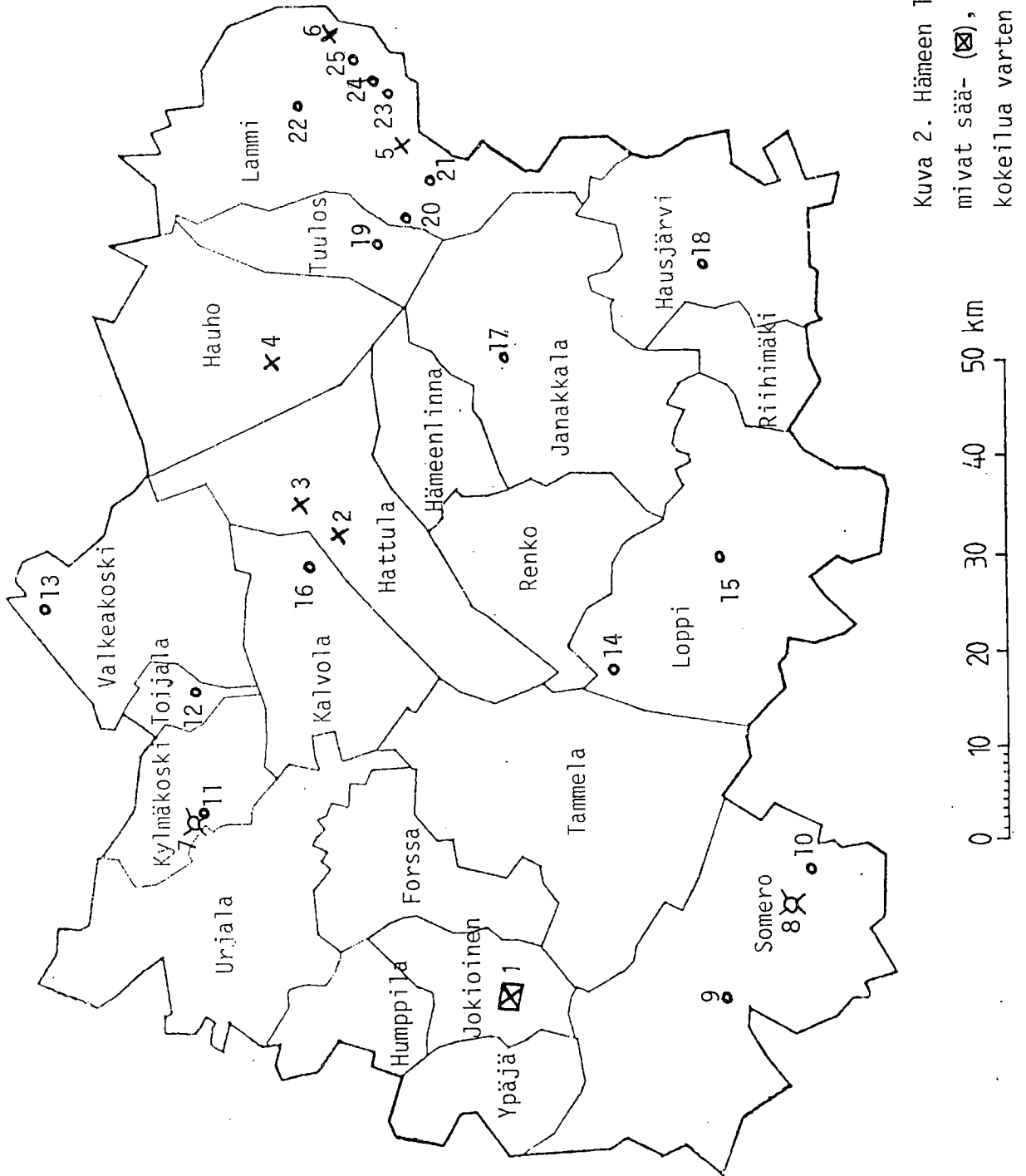
Viljelijöille tarkoitettu palvelutiedote koottiin Videotex-palvelun sivuilta Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä ja lähetettiin kolme kertaa päivässä telekopiona Posti- ja telelaitoksen valvomoon Tähtitorninmäkeen. PTL:n virkailijat lukivat tiedotteen automaattiseen puhelinvastaajaan, josta se oli kuultavissa välittömästi lukemisen jälkeen. Puhelinvastaajaan voi soittaa kokeilualueelta sekä joiltakin ulkopuolisilta verkkoryhmäalueilta. Puhelimeen pystyi soittamaan yhtä aikaa enintään 15 asiakasta. Palvelutiedote ilman 0-2 vuorokauden sääennustetta julkaistiin myös kokeilualueen päivälehdissä (Valkeakosken Sanomat, Hämeen Sanomat, Forssan Lehti, Riihimäen Sanomat).

## 1.4. Kokeilualue

### 1.4.1. Alueen maatalous

Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueeseen kuuluu 21 kuntaa Etelä- ja Lounais-Hämeessä (kuva 2). Eri kasvien viljelyalat, hehtaarisadot, sadon laatu ja arvi-

- 1 Jokioinen, Observatorio (viestittävä)
- 2 Hattula, Leteensuu
- 3 Hattula, Lepää
- 4 Hauho, Länsi-Hakkiala (viestittävä)
- 5 Lammi, biologinen asema
- 6 Lammi, Vestola (viestittävä)
- 7 Kylmäkoski (viestittävä)
- 8 Somero (viestittävä)
- 9 Somero, kk
- 10 Somero, Suojoki
- 11 Kylmäkoski, Jokihaavisto
- 12 Toijala, satama
- 13 Valkeakoski, Toivola
- 14 Loppi, Vojakkala
- 15 Loppi, Hevosoja
- 16 Kalvola, Pirttikoski
- 17 Janakkala, Turenki
- 18 Hausjärvi, Lavinto
- 19 Tuulos, Teuro
- 20 Lammi, Tirmula
- 21 Lammi, Jahkola
- 22 Lammi, Evo
- 23 Lammi, Ronni
- 24 Lammi, Urjankangas
- 25 Lammi, Yläne



Kuva 2. Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella toimivat sää- (☒), ilmasto- (✕) ja sadeasemat (○) sekä kokeilua varten pystytetyt automaattiset säähavainto-  
asemat (✕).

oidut satovahingot vuonna 1984 sekä keskisadot vuosilta 1974-83 olivat seuraavat (Maatilahallitus 1974-84).

	ha	Sato kg/ha	Kauppa- kelpoisuus %	Sato- vahingot ha	Keski- sato 1974-83
Ruis	3 700	2 130	99	675	2 100
Syysvehnä	2 400	2 620	95	1 048	2 700
Kevätvehnä	14 600	2 800	79	2 320	2 650
Ohra	46 400	2 890	97	4 718	2 790
Kaura	30 800	3 050	93	6 682	2 720
Seosvilja	800	3 200	100	79	
Herne	400	2 600	87	78	
Kevätrypsi	11 200	1 220	96	2 717	
Sokerijuurikas	6 900	23 600	100	505	24 590
Peruna	3 800	15 180	77	232	15 760
Heinä	18 900	4 090	90	1 460	3 890
Säilörehu	5 900	19 860	97	158	
Nurmikasvien siemenviljely	900			243	
Laidun	6 800			131	
Kesanto	4 100				
Muut kasvit	800			5	
Muu peltoala	2 700				
Yhteensä	161 100			21 051	

Alueen viljelyolosuhteiden vaihtelut ovat erittäin suuret. Lounais-Hämeessä on samankaltaisia savialueita kuin Varsinais-Suomen aitosavialueet. Hämeessä on kuitenkin alueita, joille nautakarjatalous ja siihen liittyvä nurmiviljely ovat soveliaimpia tuotantovaihtoehtoja. Sääpalvelun kehittämisen kannalta alueen monimuotoisuus merkitsi toisaalta vaikeuksia, toisaalta tehokasta valmennusta käytännön toteutuksessa. Toiminnassa oli otettava huomioon kaikki peltokasvit, joiden viljely Suomessa on tarkoituksenmukaista.

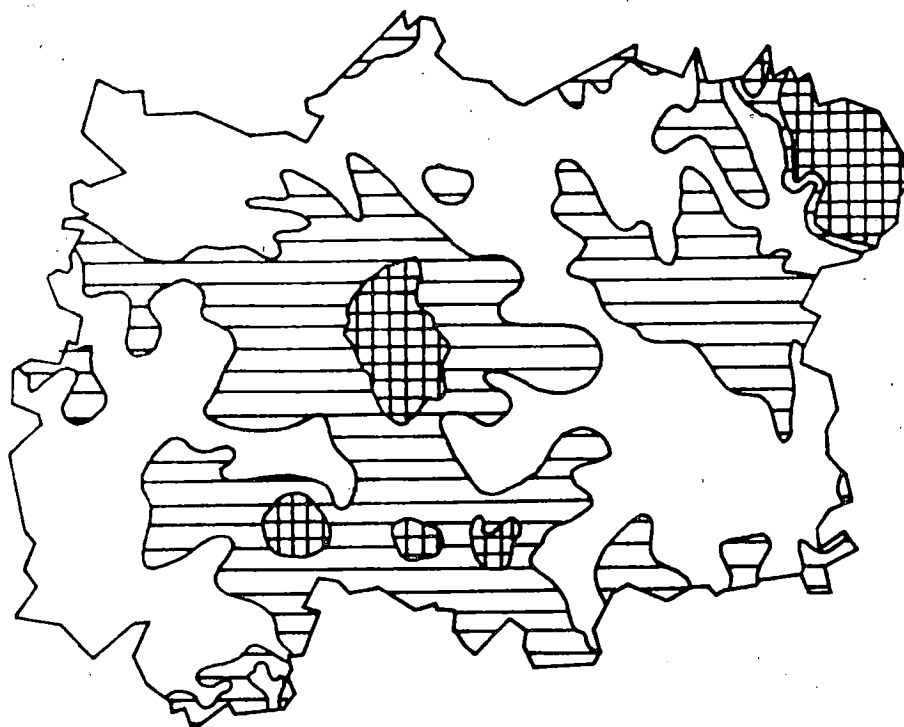
#### 1.4.2. Alueen ilmasto

Suurin osa kokeilualueesta kuuluu etelä- ja lounaisrannikon ilmastoalueeseen. Vain alueen pohjoisimmat osat kuuluvat Eteläisen Järvi-Suomen ilmastoalueeseen (SOLANTIE 1980). Solantien makro- ja mesoskaalainen ilmastojaottelu on kuitenkin



kin liian suurpiirteinen kuvaamaan ilmaston paikallisia vaihteluita. Alueella on lämpötilaoloiltaan edullisia, keskinkertaisia ja epäedullisia alueita. Edullisuutta kuvaa melko hyvin kasvukauden aikaisten hallojen lukumäärä. Edullisimmilla alueilla on halloja vähän ja epäedullisilla melko paljon. Edullisia alueita ovat mahdollisimman lähellä merenpinnan tasoa olevat laajat ja tasaiset viljelyaukeat ja epäedullisia korkealla sijaitsevat ja ympäristöönsä alavammalla alueella sijaitsevat pienet peltoaukeat (kuva 3). Lammin pohjois- ja koillisosan, Kalvolan ja Hattulan sekä Tammelan ja Lopen korkealla merenpinnasta sijaitsevat alueet ovat ilmastoltaan epäedullisia, kun taas alle 100 m:n korkeudessa sijaitseva alueen länsiosa ja keskiosan laaksoalue ovat ilmastoltaan edullisia. Loppi, Tammela, Kalvola, Hattula sekä Renko ovat suureksi osaksi ilmastoltaan melko epäedullisia.

Kuvan 3 paikallisilmastollisessa aluejaossa on samaan luokkaan merkitty Someron ja Kylmäkosken alueen pellot. Todellisuudessa näiden alueiden välillä on eroa. Lisäksi on muistettava, että jokaisen paikallisilmastoalueen sisällä on pienilmastovaihtelua, josta oikeastaan vain viljelijällä on käsitys. Alueen



Kuva 3. Hämeen läänin maatalouskeskuksen lämpötilaoloihin perustuva ilmastollinen aluejako. □ edulliset, ▨ keskinkertaiset, ▩ epäedulliset lämpötilaolot.

viljelijän tulisikin tietää, mitkä ovat hänen peltolohkonsa lämpötilaolot verrattuna aluetta kokonaisuutena melko hyvin edustavaan havaintoasemaan, Jokioisten observatorioon nähden (SOLANTIE 1983). Vuoden keskilämpötila on Vestolassa vajaan asteen ( $0.8^{\circ}\text{C}$ ) Jokioisten keskilämpötilaa alempi. Tehoisan lämpötilan summa on Vestolassa n. 90 vuorokausiastetta alempi kuin Jokioisilla, mikä on selvästi enemmän kuin LAAKSONEN (1979) sai keskimäärin absoluuttisen korkeuden vaikutukseksi tehoisan lämpötilan summaan.

## 2. SÄÄHAVAINNOT JA -ENNUSTEET

### 2.1. Havaintotoiminta

#### 2.1.1. Sää- ja ilmastohavainnot

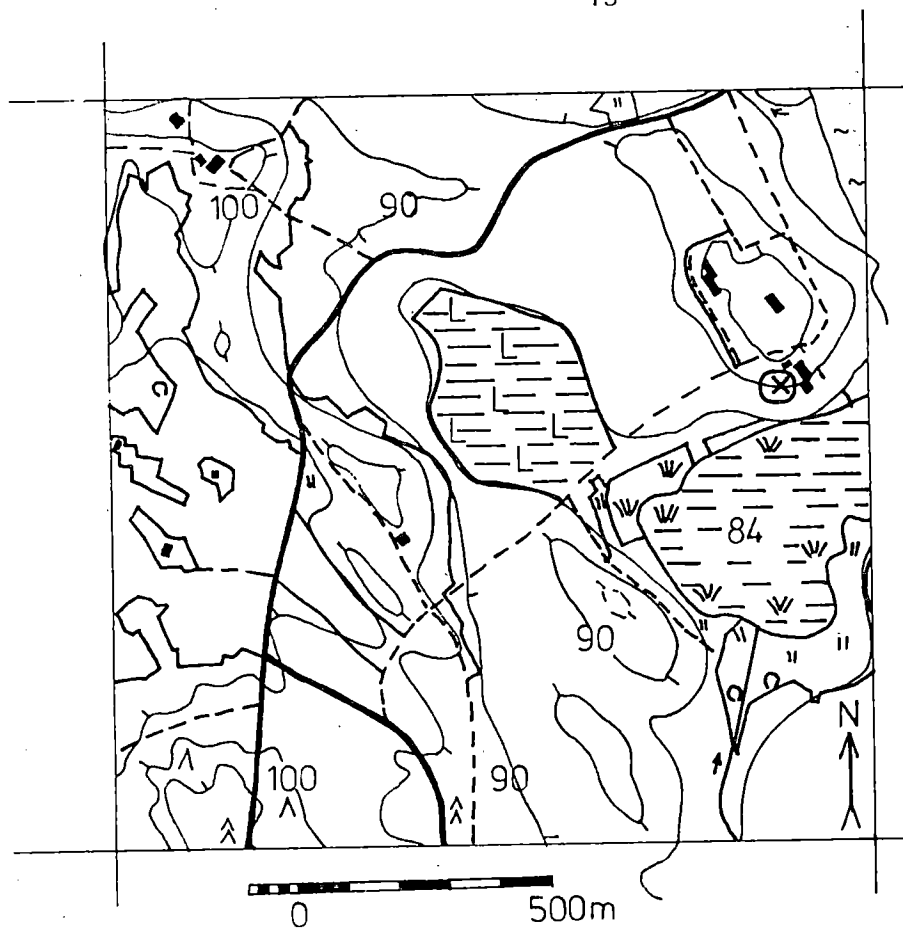
Kokeilualueella toimi yksi sääasema, ilmatieteellinen observatorio Jokioisilla, viisi ilmastoasemaa sekä 17 sadeasemaa. Kokeilua varten pystytettiin lisäksi kaksi automaattista säähavaintoasemaa alueen länsiosaan Somerolle ja Kylmäkoskelle (kuva 2, s. 9). Ilmastoasemista Lammi, Vestola ja Hauho, Länsi-Hahkiala viestittivät havaintonsa havainnointeiden jälkeen Etelä-Suomen aluepalveluyksikköön (kohta 1.3).

Jokioisten observatorion havaintojen voidaan katsoa edustavan hyvin melko laajojen viljelyaukeiden ilmastoja. Lammi, Vestolan havainnot taas kuvaavat korkealla sijaitsevien, hallanarkojen alueiden ilmastoja (ANSALEHTO ym. 1984 s. 7-9). Hauho, Länsi-Hahkialan havaintoasema sijaitsee etelään viettävällä rinteellä noin 96 m:n korkeudella merenpinnasta ja noin kolmensadan metrin päässä idässä olevasta järvestä (kuva 4).

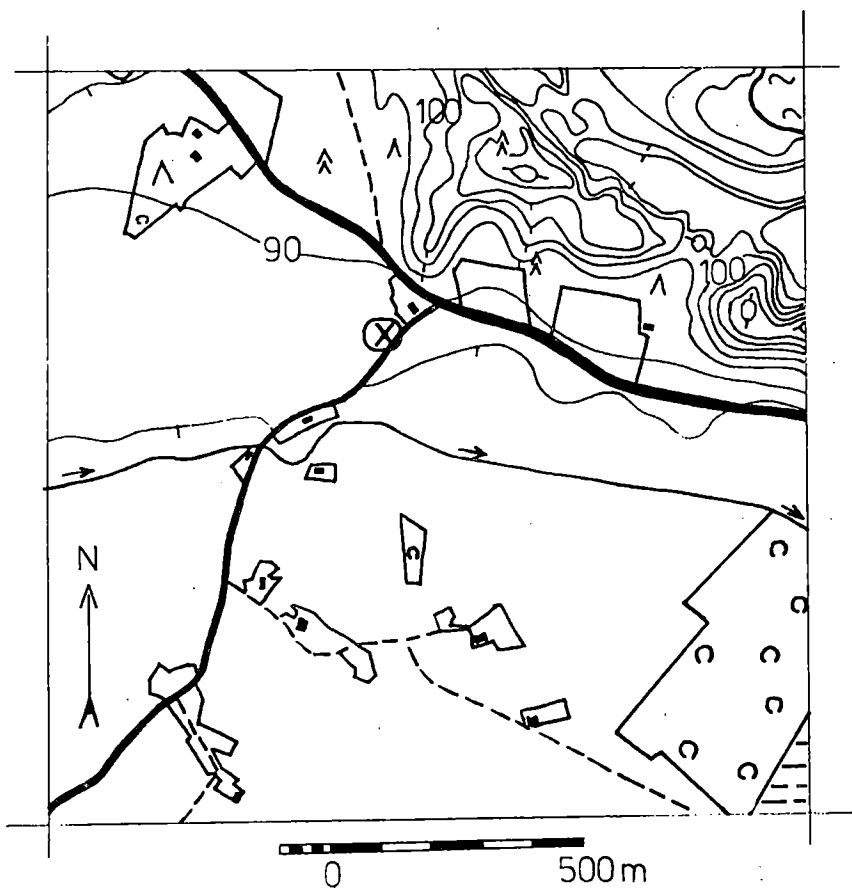
#### 2.1.2. Automaattisten säähavaintoasemien havainnot

Automaattiset sääasemat asennettiin Somerolle ja Kylmäkoskelle kesken kokeilukautta kesäkuussa, ja niiden havaintoja alettiin ottaa vastaan kesäkuun 26. päivänä. Automaattisten sääasemien avulla haluttiin saada normaaliin säähavaintojen lisäksi tietoja kasvuston oloista. Niinpä Someron asema pystytettiin perunapellon laitaa ja Kylmäkosken asema heinäpellolle.

Someron asema pystytettiin laajan peltoaukean pohjoislaidalle n. 87 m:n korkeudelle merenpinnasta. Aseman itäpuolella kohosi melko korkea (120 m) mäntyä kasvava harju (kuva 5). Maaperä Someron aseman luona on osin karkeata ja osin hienoa hietaa.

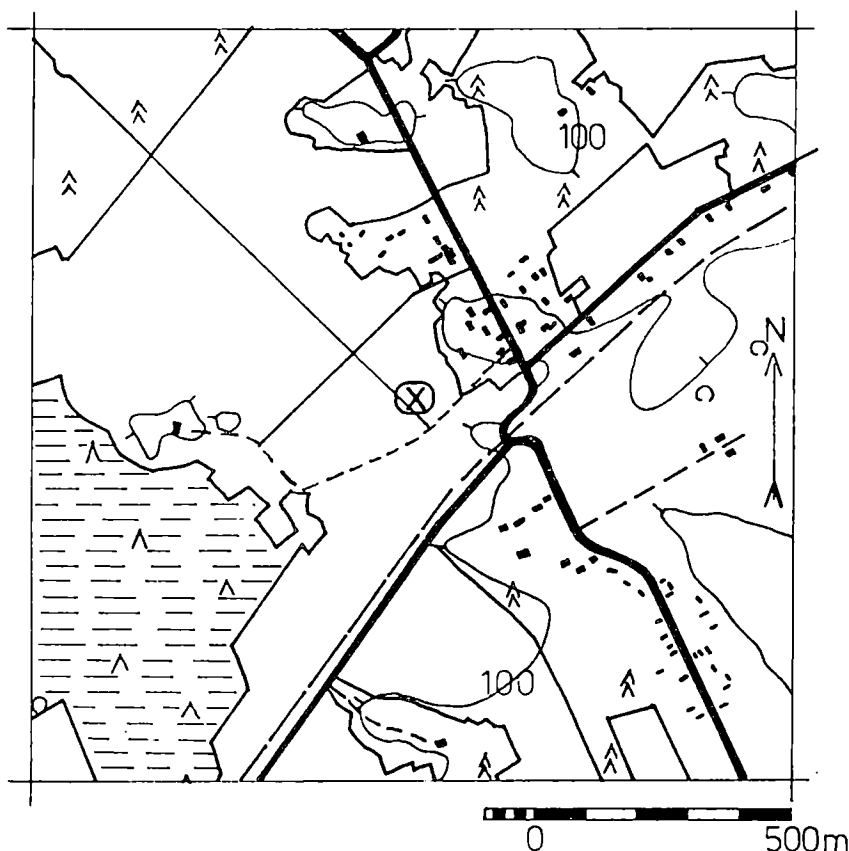


Kuva 4. Hauho, Länsi-Hakkialan ilmastoaseman sijainti (x).



Kuva 5. Someron automaattisen säähavaintoaseman sijainti (x).

Kylmäkosken asema sijaitsi n. 150 m:n päässä länteen Kylmäkoski, Jokihaaviston sadeasemasta pienehkön peltoaukean itälaidalla 98 m:n korkeudella merenpinnasta (kuva 6). Maaperä Kylmäkosken aseman luona on multamaata.



Kuva 6. Kylmäkosken automaattisen säähavaintoaseman sijainti (x).

Automaattisten sääasemien havaintoihin kuului ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, tuulen suunta ja nopeus sekä kokonaissäteily 2 m:n korkeudessa, ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus kasvustossa sekä maan lämpötila 10 cm:n syvyydessä (liite 2, s. 108). Lisäksi saatiin ilman lämpötilan maksimi- ja minimiarvot 2 m:n korkeudelta kolmen tunnin välein.

Kolmen tunnin välein vastaanotetuista erikoissäähavainnoista pystyttiin laskemaan maatalouden sääpalvelussa tarvittavia suureita hyvin rajoitetusti (44...78 %) (taulukko 1).

Taulukko 1. Automaattisilta sääasemilta saatujen erikoishavaintojen lukumäärä 1/7-30/9 1984 WMO pentadeittain. Suluissa pentadien kokonaismäärä.

Suure	Somero	Kylmäkoski
ilman lämpötila, keskiarvo	10 (18)	11 (18)
ilman suhteellinen kosteus	8 (18)	12 (18)
auringon kokonaissäteily	11 (18)	14 (18)

Parhaimmillaan saatiin tiedot n. 78 %:sti (Kylmäkoski, auringon kokonaissäteily) ja huonoimmillaan vain n. 45 %:sti (Somero, ilman suhteellinen kosteus). Kuukausikeskiarvoja tai -summia saatiin kummankin automaattiaseman erikoishavainnoista vain elokuulta eli yhdeltä kuukaudelta kolmesta. Palvelukokeilun ilmastotilastojen ja -seurannan kannalta automaattiasemilta saadut tosiaikaiset tiedot olivat riittämättömät.

### 2.1.3. Maatalousmeteorologiset havainnot

Maatalousmeteorologisia erikoishavainnoja tehtiin Jokioisten observatoriossa ja Lammi, Vestolassa. Lisäksi automaattiasemat mittasivat ilmastotekijöitä kasvustossa ja maaperässä.

Haihduntahavainnoja tehtiin Jokioisilla ja Lammilla Class A-astialla vesihallituksen hydrologian toimiston työnä. Maan lämpötilaa mitattiin Jokioisilla rutiinilyönä, ja palvelukokeilussa seurattiin vain pinnanläheisten syvyyksien (5, 10 ja 20 cm) lämpötiloja kasvukauden alkuvaiheessa. Jokioisilla rekisteröitiin myös auringonpaiste ja auringon kokonaissäteily sekä tehtiin havainnoja kasteen määrästä ja kestosta (kasteen esiintymisen alun ja lopun välinen aika). Kasteen määrää arvioitiin Duvdevanin puupalikoilla ja Kesslerin kastevaa'alla. Kasteen kestoksi laskettiin aika, jolloin kastetta esiintyi Kesslerin kastevaa'alla.

Auringon paistetuntien määrä luettiin observatoriossa aurinkoautografin liuskoista päivittäin. Auringon kokonaissäteily mitattiin venäläisellä pyranometrillä mallia H 603, ja se ilmoitettiin säteilyn keskimääräisenä vuorokausi-intensiteettinä. Kokonaissäteilyn vuorokausiarvoista laskettiin säteilytaseen vuorokausi-intensiteetti kaavalla (ANSALEHTO ym. 1984, s. 21):

$$(1) Q = -20.74 + .584 \times T,$$

missä  $Q$  = säteilytaseen keskimääräinen vuorokausi-intensiteetti ( $\text{Wm}^{-2}$ )

$T$  = auringon kokonaissäteilyn keskimääräinen vuorokausi-intensiteetti ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

Jokioisten observatorion erikoishavainnot viestitettiin teleksillä maataloussääsähkeenä. Se viestitettiin kello 12 Suomen aikaa tehdyn havainnon jälkeen, ja sen muoto oli seuraava:

jok. aa bb AAA BBB EEE RRR ODD ODB KKA KKL KKK TTT<sub>1</sub> TTT<sub>2</sub> TTT<sub>3</sub> OFF<sub>y</sub> OFF<sub>A</sub> OSS,  
missä

aa = päivä  
 bb = kuukausi  
 AAA = auringonpaistetuntien määrä (0,1 h)  
 BBB = auringon kokonaissäteily ( $Wm^{-2}$ )  
 EEE = haihdunta Class A-astiasta (0,1 mm)  
 RRR = sademäärä maanpinnan tasolta mitattuna (0,1 mm)  
 ODD = kasteen määrä mitattuna Duvdevanin puupalikoilla (0,1 mm)  
 ODB = kasteen määrä mitattuna Kesslerin kastevaa'alla (0,1 mm)  
 KKA = kasteen alkamishetki (0,1 h)  
 KKL = kasteen kuivumishetki (0,1 h)  
 KKK = kasteen kesto (0,1 h)  
 TTT<sub>1</sub> = maan lämpötila 5 cm:n syvyydessä (0,1 °C)  
           (vuorokausikeskiarvo = (Max + min)/2)  
 TTT<sub>2</sub> = maan lämpötila 10 cm:n syvyydessä (0,1 °C)  
 TTT<sub>3</sub> =       "       "       20       "  
 OFF<sub>y</sub> = roudan syvyys, yläraja (cm)  
 OFF<sub>A</sub> =       "       "       , alaraja (cm)  
 OSS = lumensyvyys (cm)

Maatalousmeteorologisten erikoishavaintojen käsittelyssä käytettiin maatalouden erikoishavaintolomaketta (liite 4, s. 110). Kaikki kokeilualueen viestitetyt säähavainnot tallennettiin Videotexin sivuille (liite 3, s. 109).

## 2.2. Tilastot ja säätekijäin seuranta

### 2.2.1. Yleiskatsaus kasvukauden säähän

Terminen kasvukausi alkoi kokeilualueella huhtikuun viimeisinä päivinä. Suurimman osan toukokuuta oli Pohjois-Euroopassa korkeapaineen alue, jonka keskus sijaitsi maamme itäpuolella, ja lämpimät idänpuoleiset ilmavirtaukset vallitsivat. Toukokuun 10. päivän tienoilla sattui kylläkin voimakas kylmän ilman purkaus, ja huomattavia halloja esiintyi 4...5 yönä. Toukokuun toisella puoliskolla virtasi Lounais-Suomeen ajoittain vuodenaikaan nähden erittäin kosteaa ilmaa, jolloin saatiin paikoin rankkojakin ukkoskuuroja. Toukokuun keskilämpötila oli vuosisadan korkeimpia, ja kuun jälkipuolisko 16.-31.5. oli todennäköisesti lämpimin mitä Etelä-Suomessa on koskaan mitattu.

Jäämereltä alkoi virrata maahamme hyvin kylmää ilmaa kesäkuun 7. päivänä, ja 10. päivän paikkeilla esiintyi melko ankariakin halloja. Muutos lämpimämpään suuntaan tapahtui ennen kuun puoltaväliä läntisen ilmavirtauksen voimistuessa ja muuttuessa myöhemmin eteläiseksi. Matalapaineita liikkui sadealueineen Suomen yli, ja loppukuu oli kokeilualueella hyvin sateinen.

Heinäkuun alkupuoliskolla laaja korkeapaineen alue siirtyi Brittein saarilta Keski-Eurooppaan, jolloin myös Suomessa oli lyhyen aikaa poutaista. Ennen kuun puoltaväliä kehittyi Pohjois-Eurooppaan laaja matalapaineen alue loppukuuksi, ja kuun jälkipuoliskolla satoi paikoin joka päivä.

Elokuun alkupäivinä matalapaineet liikkuivat Norjan länsirannikkoa pohjoiseen, ja Suomessa oli korkeanselänne. Elokuun 10. päivän jälkeen matalapaineiden reitti muuttui kulkemaan luoteesta maamme yli kaakkoon. Kuun loppua kohti luoteinen ilmavirtaus kääntyi vähitellen syksyisen läntiseksi.

Syyskuun alkupuoliskolla esiintyi yksi kylmän ilman purkaus, jonka jälkeen koko loppukuun vallitsivat etelänpuoleiset ilmavirtaukset, ja matalapaineita sadealueineen liikkui maamme yli antaen paikoin runsaitakin sateita.

## 2.2.2. Sää- ja ilmastotilastot

### 2.2.2.1. Ilman lämpötila

Viestitetyistä lämpötilahavainnoista laskettiin päivittäin vuorokauden keskilämpötilat, viiden edellisen vuorokauden maksimi- ja minimilämpötilojen sekä vuorokausikeskilämpötilojen keskiarvo ja sadesumma. Lämpösummien kehitystä seurattiin 0, +2, +5 ja +8 °C:n ylittävältä osalta.

Vuorokauden keskilämpötila ( $\bar{t}_i$ ) laskettiin ilmastohavainnoista KOLKIN (1966) kaavalla:

$$(2) \bar{t}_i = 1/4(t_9 + t_{15} + 2t_{21}) + a(t_{21} - t_{\min}) + 0.1,$$

missä  $t_9$  = ilman lämpötila klo 9

$t_{15}$  = " " klo 15

$t_{21}$  = " " klo 21 ja

$t_{\min}$  = yön minimilämpötila

Kerroin a saa kuukausittain arvot:

touko-	kesä-	heinä-	elo- ja	syyskuu
-.227	-.227	-.237	-.216	-.136

Sääasemien havainnoista vuorokauden keskilämpötila laskettiin kaikkien kahdeksan havainnon aritmeettisena keskiarvona. Viiden vuorokauden keskiarvot ( $\bar{t}_p$ ) laskettiin viiden edellisvuorokauden keskilämpötiloista:

$$(3) \bar{t}_p = 1/5 \sum_{i=-4}^0 t_i \text{ ja}$$

lämpösummat:

$$(4) \sum_{i=1}^n \bar{t}_i, \text{ kun } \bar{t}_i > 0; \sum_{i=1}^n (\bar{t}_i - 2), \text{ kun } \bar{t}_i > 2; \sum_{i=1}^n (\bar{t}_i - 5), \text{ kun } \bar{t}_i > 5 \text{ ja}$$

$$\sum_{i=1}^n (\bar{t}_i - 8), \text{ kun } \bar{t}_i > 8.$$

Palvelukokeilun ilmastotilastollisessa seurannassa oli käytettävissä Jokioisten observatorion havainnoista laskettuja pitkäaikaisia keskiarvoja ja luokkajakau-  
mia:

- ilman lämpötilan (vuorokauden keskilämpötila sekä keskimääräinen ylin ja alin lämpötila) keskimääräinen vuosikulku kaudelta 1951...1980.
- maanpintaminimilämpötilojen summafrequenssitaulukko jaksolta 1959...1977 ja
- ilman keskilämpötilan sekä vuorokauden keskimääräisen ylimmän ja alimman lämpötilan summafrequenssitaulukko pentadeittain vuosilta 1960...1982.
- tehoisan lämpötilan summan keskimääräinen kehitys todennäköisyysrajoineen vuosilta 1957...1983.

Vuorokauden keskilämpötilan sekä vuorokauden ylimmän ja alimman lämpötilan keskimääräinen vuosikulku olivat käytettävissä myös Lammi, Vestolasta ja Hauho, Länsi-Hahkialasta. Hauholle oli lisäksi laskettu maanpintaminimin keskimääräinen vuosikulku kesäkuukausien ajalta.

Palvelukokeilujakson kuukausista vain toukokuu oli keskimääräistä lämpimämpi, eräs vuosisatamme lämpimimmistä. Lämpimintä oli silloin Hauhon ja Hattulan seuduilla. Jokioisillakin nousi toukokuun keskilämpötila 12.1 °C:een eli 3.4 °C keskimääräistä korkeammaksi. Koko jakson touko-syyskuun keskilämpötila muodostui keskimääräistä lämpimämmäksi (taulukko 2).



Koko jakson keskilämpötiloista laskettu lämpötilan vertikaaligradientti,  $\Delta T / \Delta z$ , oli  $-0.019$  K/m, mikä on noin kaksinkertainen ilmakehän keskimääräiseen lämpötilan vertikaaligradienttiin nähden (taulukko 2).

Taulukko 2. Touko-syyskuun keskilämpötilat kokeilualueen sää- ja ilmastoasemilla v. 1984 (ja kaudella 1951...1980)

Havaintoasema	V	VI	VII	VIII	IX
Jokioinen	12,1(8,7)	13,1(14,0)	14,8(15,1)	13,6(14,2)	9,2(9,3)
Hauho	13,2	13,7	15,4	14,1	9,4
Hattula, Lepaa	13,0(9,2)	13,6(14,3)	15,2(17,0)	14,2(15,2)	9,4(10,2)
Hattula, Leteensuu	13,2(9,2)	13,7(14,2)	15,2(16,9)	14,2(14,9)	9,4(10,0)
Lammi, biol. as.	12,7	13,3	14,8	13,8	9,0
Lammi, Vestola	12,3	12,6	14,6	13,2	8,7

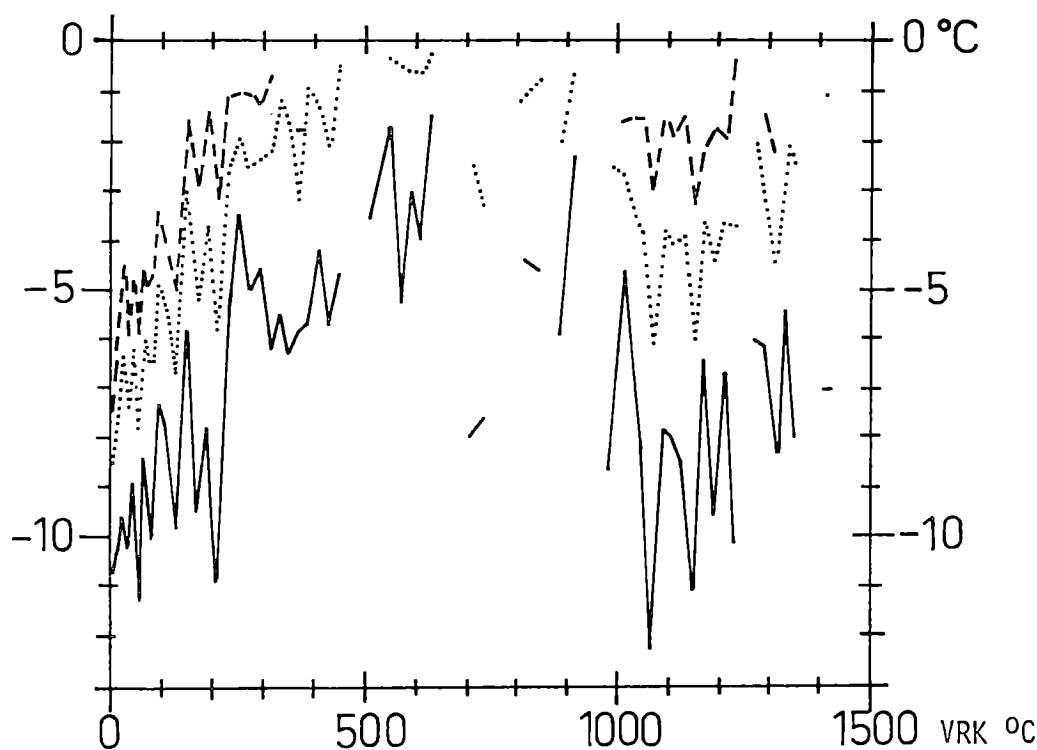
Havaintoasema	V...IX	hav.paikan korkeus merenpinnasta
Jokioinen	13,1(12,4)	104 m
Hauho	13,2	98 "
Hattula, Lepaa	13,1	91 "
Hattula, Leteensuu	13,2	88 "
Lammi, biol. as.	12,7	125 "
Lammi, Vestola	12,3	147 "

Hallaöiden lukumäärä vaihteli 16:sta 32:een. Hallaisiin alue oli Lammi, Vestola, joka sijaitsee melko korkealla vedenjakaja-alueella, missä peltoaukiot ovat pieniä (taulukko 3).

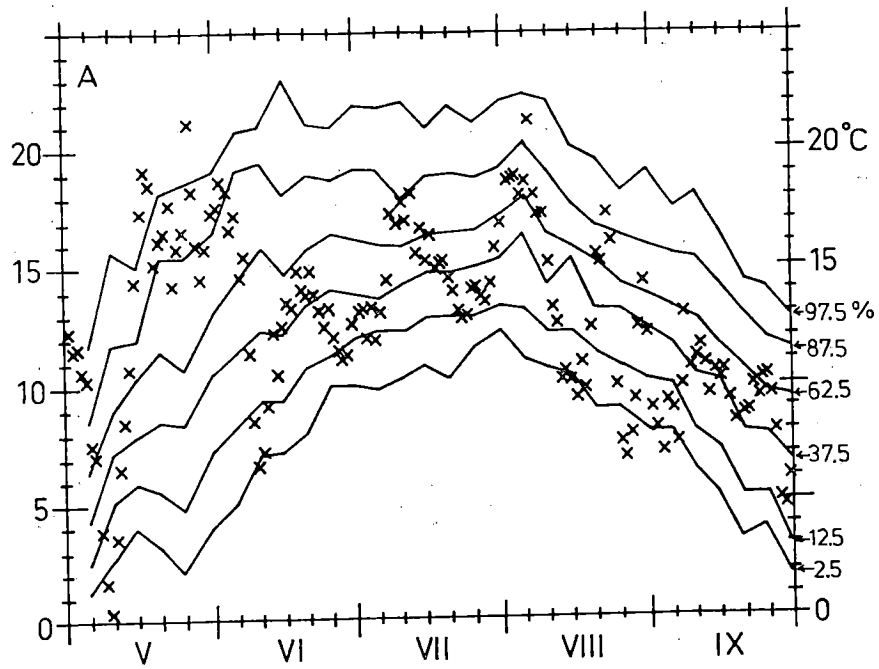
Taulukko 3. Hallaöiden ja (hellepäivien) lukumäärä touko-syyskuussa v. 1984.

Havaintoasema	V	VI	VII	VIII	IX	yht.	VI-IX
Jokioinen	8 (2)	4 (0)	0 (0)	6 (2)	3 (0)	21 (4)	13 (2)
Hauho	9 (2)	3 (1)	0 (1)	3 (2)	3 (0)	18 (6)	9 (4)
Hattula, Lepaa	9 (3)	4 (1)	0 (1)	3 (4)	2 (0)	18 (9)	9 (6)
Hattula, Leteensuu	9 (3)	2 (1)	0 (1)	3 (5)	2 (0)	16(10)	7 (7)
Lammi, biol. as.	10 (2)	3 (1)	0 (1)	1 (1)	2 (0)	16 (5)	6 (3)
Lammi, Vestola	10 (2)	7 (0)	1 (1)	9 (1)	5 (0)	32 (4)	22 (2)

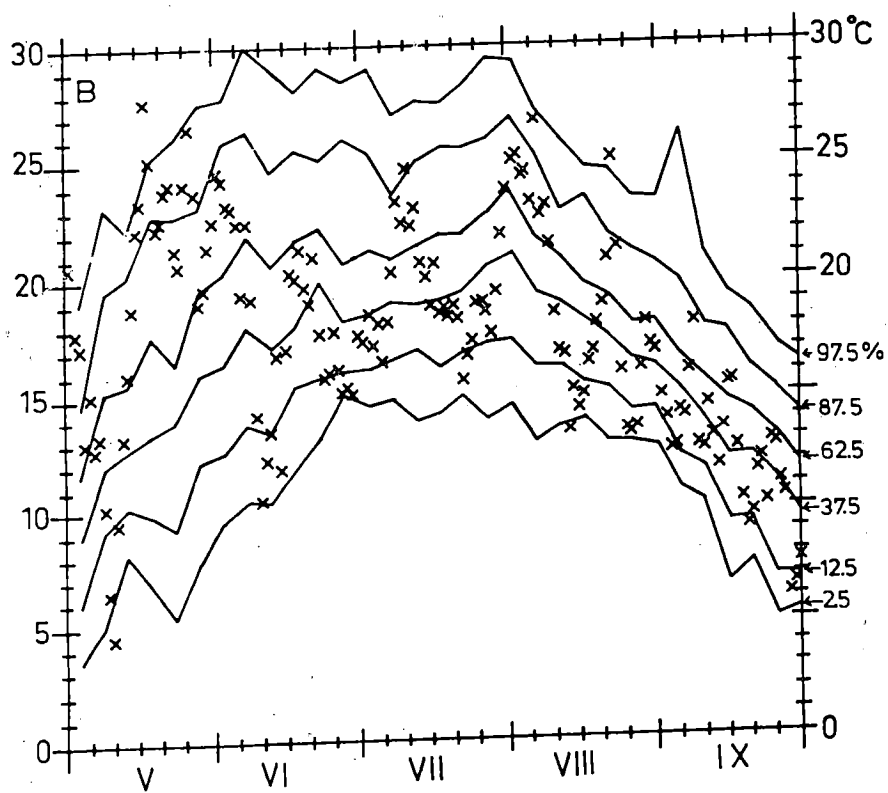
Kesäkuun 10. päivän tienoilla esiintyi melko alhaisia yölämpötiloja: Jokioisilla  $-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Lepaalla  $-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Lammi, Vestolassa  $-7,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  lähellä maanpintaa mitattuna. Näin matalien yölämpötilojen esiintyminen lähellä maanpintaa kesäkuun alkupuolella on kuitenkin melko yleistä. Jokioisten tilastojen pohjalta arvioitiin, että tällaisia halloja esiintyy kesäkuun 9...19 päivinä todennäköisesti keskimäärin kerran 4...5 vuodessa. Tehoisan lämpötilan summan mukaan ajoitettuna tällaisia halloja esiintyy keskimäärin harvemmin kuin kerran 20 vuodessa (kuva 7). Jokioisilla esiintyi toukokuussa melko korkeita minimilämpötiloja ja elokuussa melko matalia vuorokauden keskilämpötiloja (kuva 8). Elokuun lopulla mitattiin myös alle  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  yölämpötiloja. Hallaöiden lukumäärä oli Hauholla ja Hattulassa kolminkertainen vuoteen 1983 verrattuna. Sen sijaan Vestolassa oli vain 9 hallayötä enemmän kuin v. 1983. Hellepäivien lukumäärä vaihteli 4:stä 10:een, ja se oli jopa vain neljännes vuoden 1983 hellepäivien lukumäärästä (Lammi, Vestola). Jokioisilla oli vain 4 hellepäivää, kun niitä keskimäärin on 11.



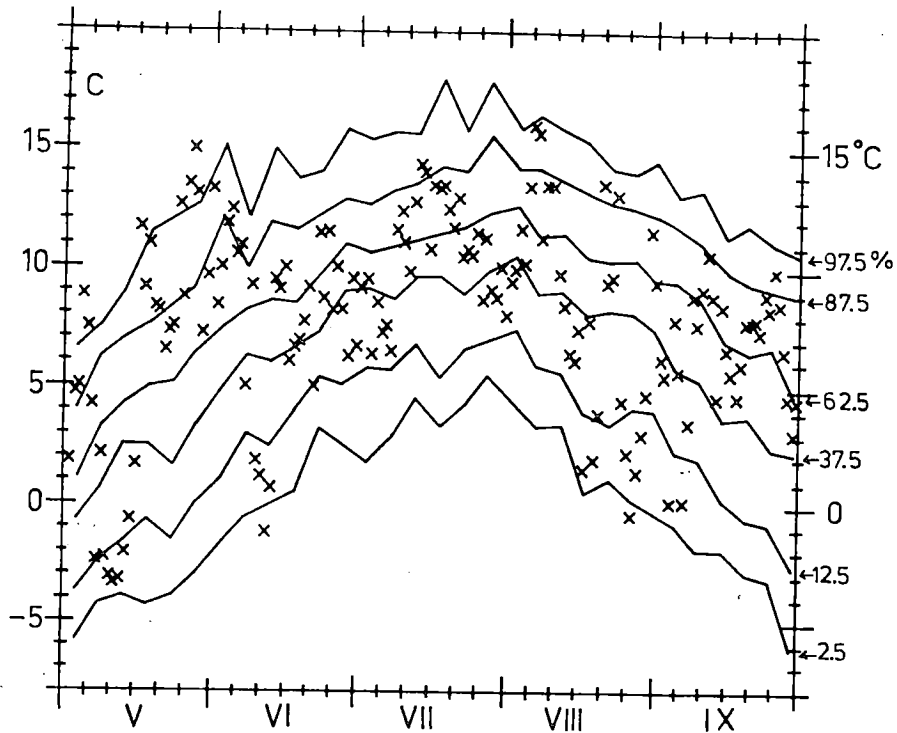
Kuva 7. Hallojen esiintymistodennäköisyysrajoja tehoisan lämpötilan summan funktiona Jokioisilla. — 1 %, .... 5 %, ---- 10 %.



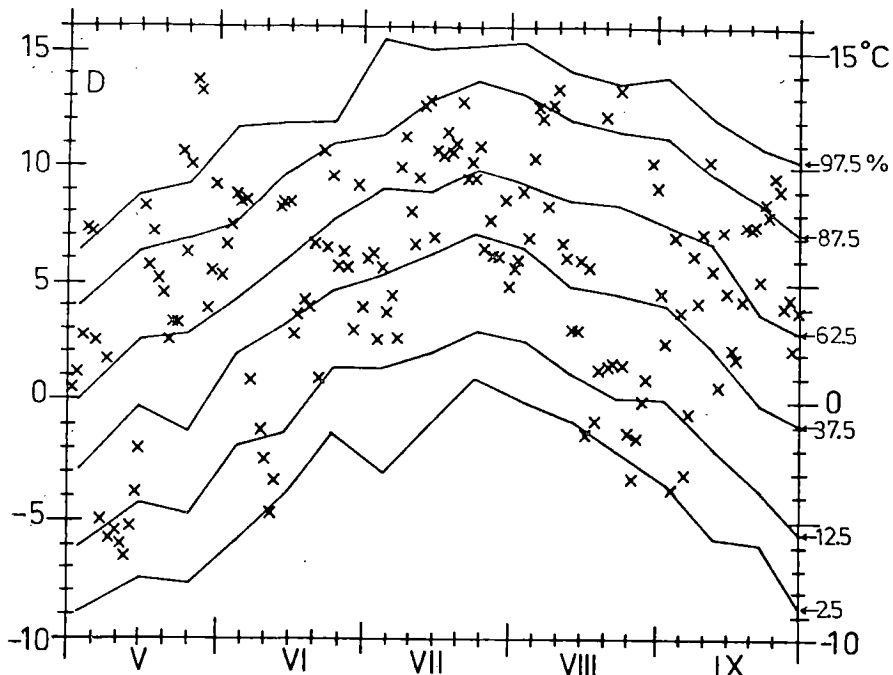
Kuva 8a. Vuorokauden keskilämpötilan kertymäjakauma pentadeittain touko-syyskuussa Jokioisilla sekä päivittäiset havainnot 1984 (x).



Kuva 8b. Vuorokauden maksimilämpötilan kertymäjakauma pentadeittain touko-syyskuussa Jokioisilla sekä päivittäiset havainnot 1984 (x).

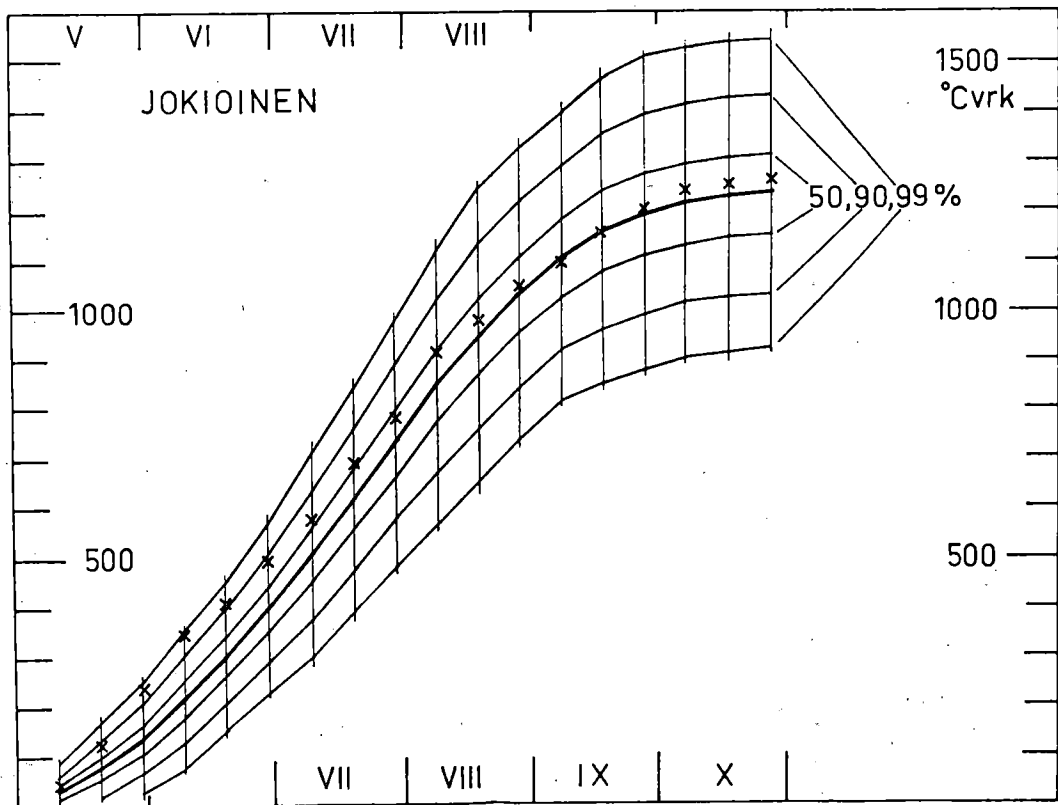


Kuva 8c. Vuorokauden minimilämpötilan kertymäjakauma pentadeittain touko-syyskuussa Jokioisilla sekä päivittäiset havainnot 1984 (x).



Kuva 8d. Vuorokauden maanpintaminimilämpötilan kertymäjakauma pentadeittain touko-syyskuussa Jokioisilla sekä päivittäiset havainnot 1984 (x).

Tehoisan lämpötilan summan kehityksen avulla seurattiin termisen kasvukauden edistymistä Jokioisilla. Se pysyi koko ajan selvästi edellä keskimääräisestä (jakso 1951...1980). Enimmillään oltiin edellä kesäkuun alkupäivinä (ennen voimakasta kylmän ilman purkausta), jolloin ero keskimääräiseen oli 18 vrk. Kesäkuun alun tehoisan lämpötilan summa oli niin korkea, että se juuri mahtui 99 %:n todennäköisyysrajojen sisäpuolelle pitkän jakson (1929...1983) havaintoihin perustuvassa todennäköisyystarkastelussa (kuva 9).



Kuva 9. Tehoisan lämpötilan summan keskimääräinen kehitys todennäköisyysrajoineen Jokioisilla laskettuna kauden 1929-83 aineistosta ja vuonna 1984 (x).

#### 2.2.2.2. Ilman suhteellinen kosteus

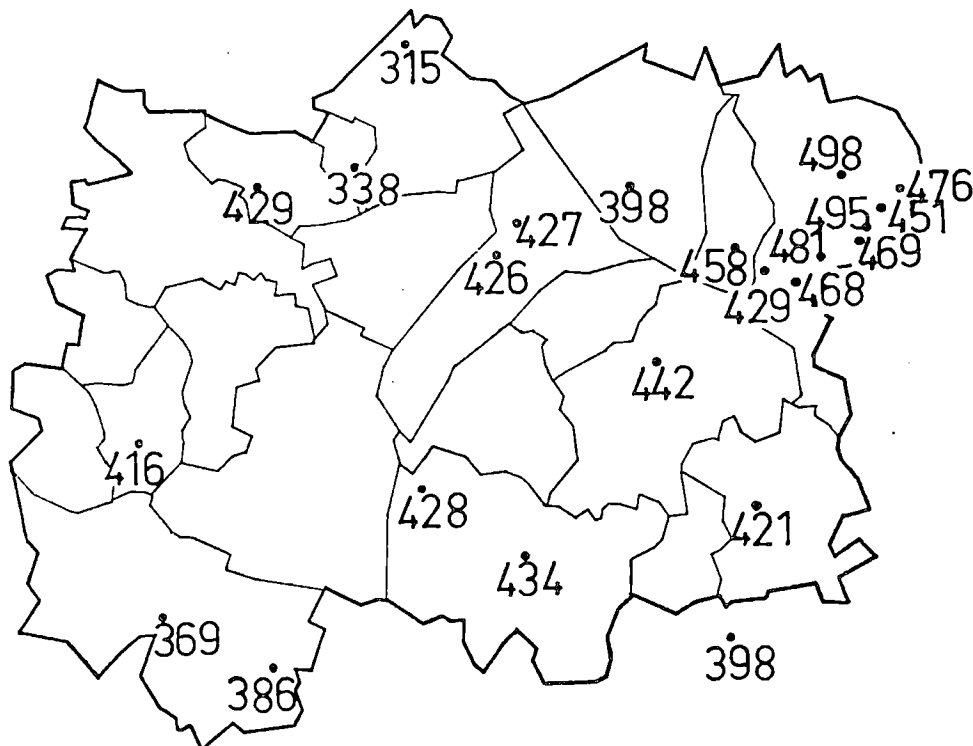
Ilman suhteellista kosteutta seurattiin Jokioisten havainnoista viiden vuorokauden keskiarvoista. Touko- ja kesäkuussa oli kummassakin kaksi pentadia, joiden suhteellinen kosteus oli keskimääräistä suurempi, kun taas heinä- ja syyskuussa oli kummassakin vain yksi pentadi, jonka suhteellinen kosteus oli keskimääräistä pienempi. Elokuussa vain yhden pentadin suhteellinen kosteus oli keskimääräistä suurempi (taulukko 4).

Taulukko 4. Ilman suhteellisen kosteuden viiden vuorokauden keskiarvot 1/5... 27/10 v. 1984 (a) ja keskimäärin kautena 1951...1980 (b), sekä erotus a-b Jokioisilla (%). Keskiarvo on merkitty pentadin viimeisen päivän kohdalle.

	toukokuu						kesäkuu					
	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29
a	60	69	40	52	58	66	61	54	61	71	63	81
b	67	66	64	63	63	62	61	61	61	62	64	64
a-b	-7	3	-24	-11	-5	4	0	-7	0	9	-1	17
	heinäkuu						elokuu					
	4	9	14	19	24	29	3	8	13	18	23	28
a	76	63	79	84	87	83	62	74	80	72	70	71
b	66	67	69	69	71	73	73	74	76	77	78	79
a-b	10	-4	10	15	16	10	-11	0	4	-5	-8	-8
	syyskuu						lokakuu					
	2	7	12	17	22	27	2	7	12	17	22	27
a	83	78	86	86	90	93	93	85	88	86	86	91
b	81	81	82	83	84	85	86	87	87	88	90	90
a-b	2	-3	4	3	6	8	7	-2	1	-2	-4	1

### 2.2.2.3. Sade

Touko-syyskuun kokonaissademäärä vaihteli kokeilualan havaintoasemilla 315 mm:stä 498 mm:iin (kuva 10), ja sadepäivien (sademäärä  $\geq 1$  mm/vrk) 52:sta



Kuva 10. Touko-syyskuun sademäärät (mm) Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella vuonna 1984.

63:een. Kokeilussa seuratuilla havaintoasemilla touko-syyskuun sademäärä vaihteli 400 mm:stä 483 mm:iin ja sadepäivien lukumäärä 53:stä 58:aan. Jokioisilla oli yksi, Hauholla neljä ja Lammilla (Vestola) kolme pentadia, jolloin ei sataanut vettä mitattavaa määrää (taulukko 5).

Taulukko 5. Viiden vuorokauden sademäärät sekä koko jakson touko-syyskuu sademäärä (mm) kokeilussa mukana olleilla säähavaintoasemilla. Sademäärä on merkitty pentadin viimeisen päivän kohdalle. Jokioisten vertailuarvo on jakson 1951-80 mediaani.

Asema	toukokuu						kesäkuu						
	5	10	15	20	25	30	4	9	14	19	24	29	
Jokioinen	27.1	10.4	0.0	0.1	4.4	24.2	23.4	15.7	10.1	11.0	30.9	18.2	
vert.arvo	4.2	2.7	2.4	3.3	0.7	2.9	4.2	1.8	4.0	2.5	5.8	9.9	
Hauho	32.4	17.2	0.0	2.0	5.6	0.0	8.4	12.8	0.7	13.7	15.9	40.7	
Lammi	28.3	18.3	0.0	6.1	7.1	0.0	17.2	0.5	0.2	8.5	17.7	44.1	
Asema	heinäkuu						elokuu						
	4	9	14	19	24	29	3	8	13	18	23	28	
Jokioinen	11.9	0.1	1.2	35.0	30.5	14.1	0.6	4.9	37.5	3.6	0.1	0.1	
vert.arvo	9.8	7.1	7.9	11.9	9.5	7.9	9.3	10.3	10.0	5.6	8.6	13.2	
Hauho	21.1	0.0	2.4	40.0	42.4	1.6	0.0	0.1	24.3	3.4	0.2	3.7	
Lammi	21.7	0.6	2.4	63.1	14.7	14.1	0.0	3.3	45.5	3.1	0.1	1.3	
Somero	x	x	0.0	58.6	30.0	x	11.0	1.7	23.4	x	x	x	
Kylmäkoski	x	1.8	1.0	x	x	11.8	0.0	1.9	10.8	x	x	x	
Asema	syyskuu							yhteensä					
	2	7	12	17	22	27	30						
Jokioinen	23.7	11.7	23.2	4.8	14.3	15.7	.8	409.3					
vert.arvo	13.6	7.5	8.6	7.9	6.9	5.4	5.1	287.8					
Hauho	20.9	12.0	22.1	2.8	9.1	32.5	11.5	399.5					
Lammi	18.9	11.6	43.9	5.7	18.7	56.7	9.4	482.8					
Somero	x	x	x	2.7	17.4	9.2	3.6						
Kylmäkoski	x	6.9	22.6	7.5	14.1	22.9	6.0						

Suurimmat yhden vuorokauden sademäärät olivat yleisesti 30...50 mm. Esim. Lammin Jahkolassa satoi elokuun 10. päivänä 52.5 mm. Touko-syyskuun sademäärä oli suuressa osassa kokeilualuetta yli 100 mm vertailukauden 1951...1980 mediaania suurempi. Rankkasadepäiviä (sademäärä  $\geq 10.0$  mm) esiintyi eniten Lammilla (15) ja vähiten Jokioisilla (11) (taulukko 6).

Taulukko 6. Sadepäivien (sademäärä,  $R \geq 1$  mm = 1,  $R \geq 5$  mm = 5 ja  $R \geq 10$  mm = 10) lukumäärät kokeilussa mukana olleilla asemilla touko-syyskuussa.

Asema	toukokuu			kesäkuu			heinäkuu		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
Jokioinen	6	3	2	15	5	3	11	4	3
Hauho	6	3	1	12	11	3	13	7	5
Lammi	7	3	1	11	6	3	15	5	4
Asema	elokuu			syyskuu			yhteensä		
	1	5	10	1	5	10	1	5	10
Jokioinen	9	6	1	17	5	2	58	23	11
Hauho	7	4	1	15	7	2	53	32	12
Lammi	9	3	1	16	11	6	58	28	15

#### 2.2.2.4. Haihdunta ja sadannan vajoaus

Potentiaalista evapotranspiraatiota ei pystytty laskemaan Penmanin menetelmällä, koska säteilytaseesta ei saatu päivittäin tietoja. Niinpä haihduntaa mitattiin Class A-astiasta Jokioisilla ja Lammi, Vestolassa päivittäin. Kokeilussa käytettiin mitattuja viiden vuorokauden haihduntasummia, jotka muutettiin potentiaalisen evapotranspiraation arvoiksi seuraavasti (VAKKILAINEN 1982):

$$(5) \text{PET}_V = E \times (.05 + .18 \times \ln t),$$

missä  $\text{PET}_V$  = potentiaalinen evapotranspiraatio, mm,

$E$  = Class A-astiasta mitattu haihdunta, mm,

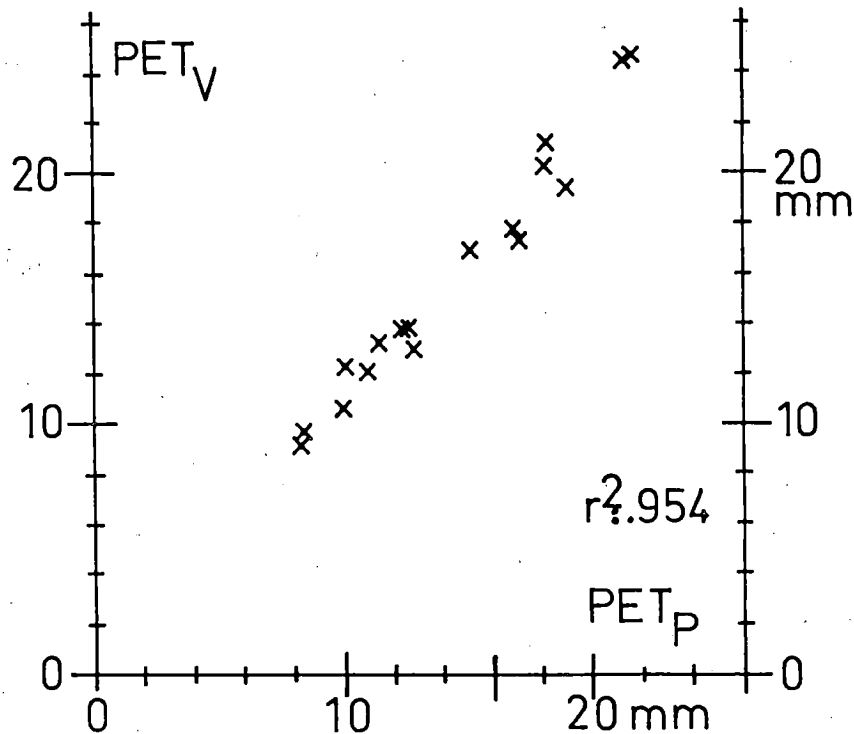
$t$  = aika päivissä laskettuna 1/5 alkaen siten, että

esim. 3/5 = 3 ja 3/6 = 34 jne.

Vakkilaisen kaavalla laskettu  $\text{PET}_V$  vastasi hyvin Penmanin kaavalla laskettuja haihduntoja MTTK:n sääkentältä (kuva 11).

Sekä Jokioisten että Lammi, Vestolan aikaisemmat potentiaalisen haihdunnan summat oli taulukoitu suuruusjärjestykseensä viiden tai kuuden vuorokauden jaksoissa. Vuoden 1983 haihdunnan summa oli alleviivattu, ja vuoden 1984 haihdunnan summa merkittiin suuruutensa mukaiselle kohdalle ja rengastettiin.





Kuva 11. Kaavan (5) mukaan lasketun potentiaalisen evapotranspiraation 5 vuorokauden summan ( $PET_V$ ) ja Penmanin ajankohtakorjatun ( $PET_P$ ) (VAKKILAINEN 1982) potentiaalisen evapotranspiraation summan vertailu. Jokioinen 1983.

Touko-syyskuun potentiaalisen evapotranspiraation summa muodostui Jokioisilla 327 mm:ksi eli toiseksi pienimmäksi vuodesta 1962 alkavassa havaintosarjassa (liite 5, s. 111-112) ja Lammi, Vestolassa 323 mm:ksi eli 4. pienimmäksi vuodesta 1971 alkavassa havaintosarjassa (liite 6, s. 113-114).

Sadannan vajeus laskettiin viiden tai kuuden vuorokauden välein sääolojen märetyksen seuraamiseksi:

$$(6) V = PET_V - S,$$

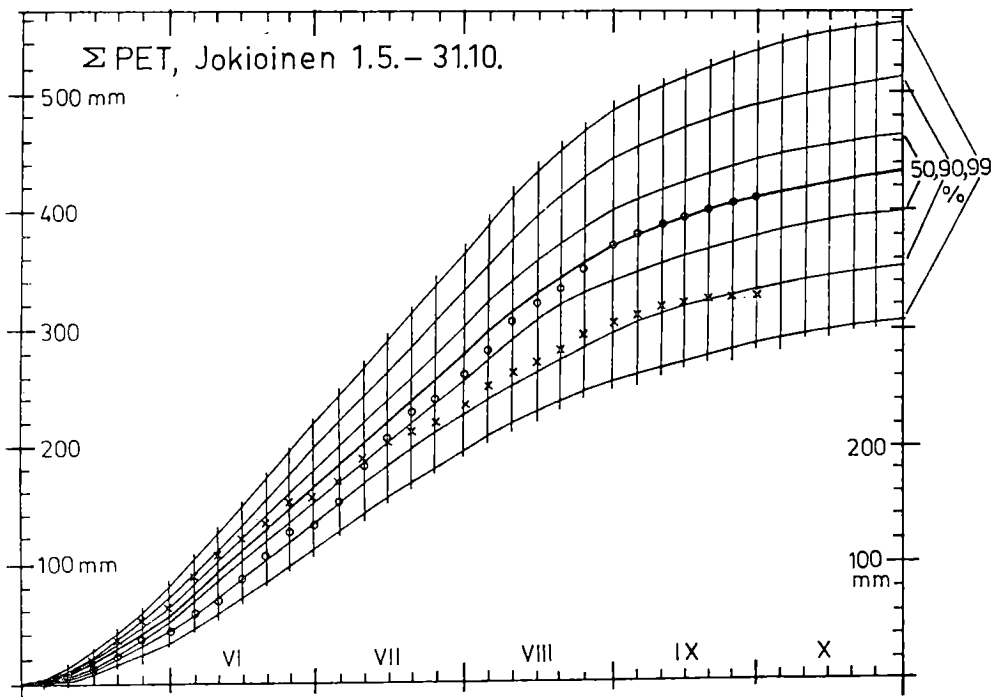
missä  $V$  = sadannan vajeus, mm

$PET_V$  = potentiaalinen evapotranspiraatio laskettuna kaava (5) mukaan, mm

$S$  = sademäärä, mm.

Aikaisempien vuosien sadannan vajauksen summat oli järjestetty suuruusjärjestykseensä viiden tai kuuden vuorokauden välein. Jokioisilla kasvukausi 1984 oli suurimmaksi osaksi märin vuodesta 1962 alkavassa sarjassa (liite 7, s. 115-116), ja Lammi, Vestolassakin aivan märimpien joukossa (liite 8, s. 117-118).

Tehoisan lämpötilan summa ei tuntunut enää kasvukauden loppupuolella kuvaavan kovinkaan hyvin kasvukauden edistymistä. Tämän vuoksi piirrettiin potentiaalisen evaporaation summakäyrä (kuva 12), ja verrattiin tietyn ajankohdan haihduntasummaa keskimääräiseen. Tällaisen tarkastelun perusteella oltiin kasvukauden keskimääräisestä kehityksestä jäljessä jo heinäkuun alussa. Heinäkuun lopulla oltiin jäljessä jo lähes kaksi viikkoa, kun tehoisan lämpötilan summan mukaan oltiin edellä 9 vuorokautta.



Kuva 12. Potentiaalisen evapotranspiraation summakäyrä Jokioisilla. Kuvaan on merkitty keskiarvo ja todennäköisyysrajat sekä vuosien 1983 (o) ja 1984 (x) arvot.

Hyvä vertailukohde on myös sadannan vajauksen summakäyrä todennäköisyysrajoineen (kuva 13).

Märkyysolosuhteita tarkasteltiin pidemmästäkin aikasarjasta Jokioisilla. Potentiaalinen evapotranspiraatio laskettiin ajankohtakorjatulla Ivanovin kaavalla (ks. VAKKILAINEN 1982):

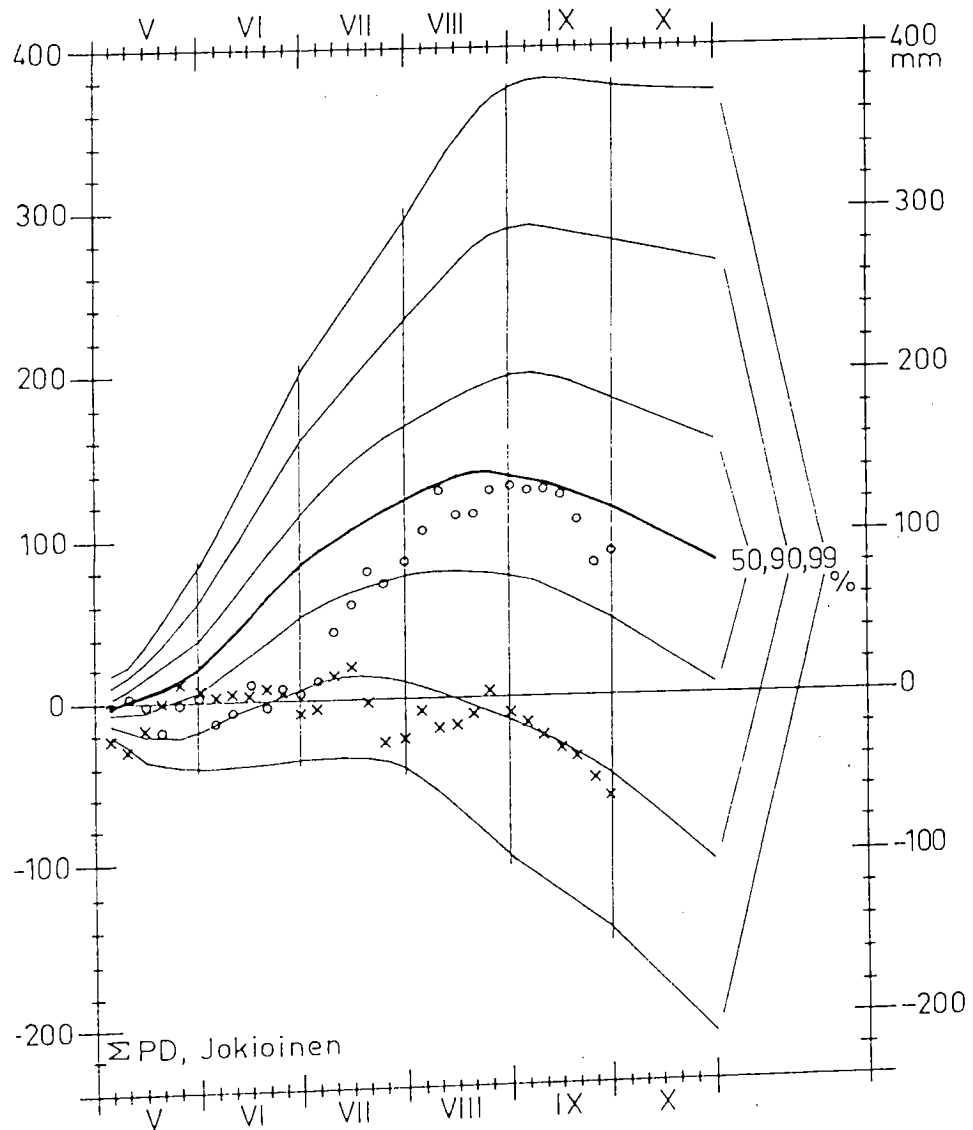
$$(7) \text{PET}_I = .0018(T_m + 25)^2 \times (100 - r) \times (.03 + .19 \times \ln t),$$

missä  $\text{PET}_I$  = potentiaalinen evapotranspiraatio kuukaudessa, mm

$T_m$  = kuukauden keskilämpötila, C

$r$  = keskimääräinen ilman suhteellinen kosteus iltapäivähavainnon aikaan (touko-elokuu) ja koko kuukauden keskiarvo (syys-lokakuu)

$t$  = aika päivissä alkaen 1/5 siten, että esim. 16/5 = 16 ja 3/6 = 34.



Kuva 13. Sadannan vajauksen summa touko-lokakuussa Jokioisilla. Kuvaan on merkitty keskiarvo, todennäköisyysrajat sekä vuosien 1983 (o) ja 1984 (x) arvot.

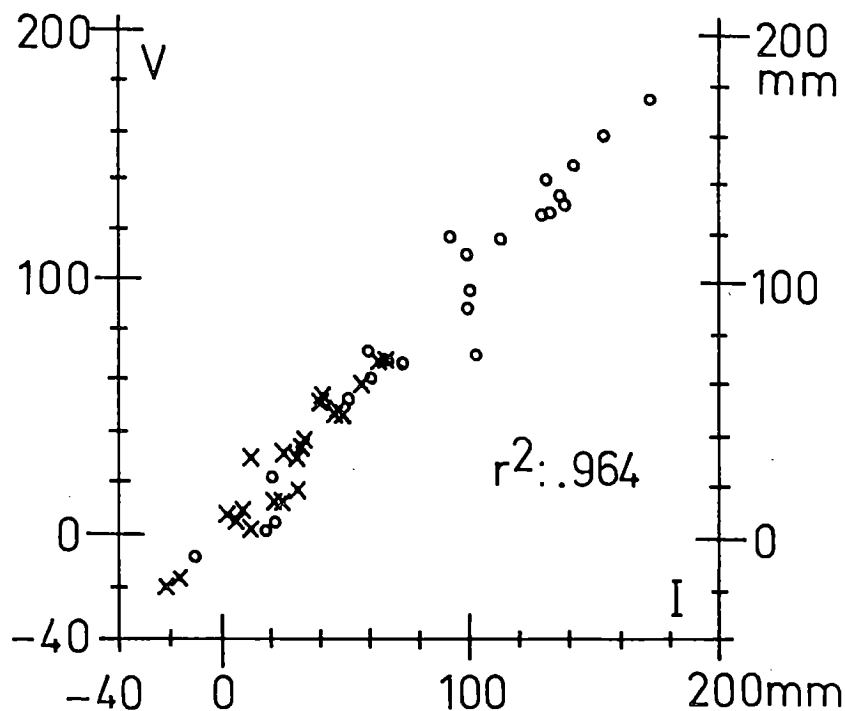
Koska kaavalla laskettiin vain kuukausitason haihduntoja, otettiin t:ksi kuukauden keskimmäisen päivän järjestysluku. Jotta aikakorjatulla Ivanovin kaavalla (7) saadut tulokset olisivat mahdollisimman yhtäpitävät kaavan (5) kanssa, laskettiin yhtälöiden (5) ja (7) antamien tulosten välinen riippuvuus lineaarisella regressiomenetelmällä. Aineisto jouduttiin jakamaan kahtia, koska ilman kosteussisällön mittaus on välillä hieman muuttunut (AHTI 1972). Taulukossa 7 on esitetty eri kuukausina käytetyt regressiokertoimet erikseen ajanjaksolle 1983...1971 ja ajanjaksolle 1970...1929. Vielä on huomattava, että joinakin vuosina suhteellisen kosteuden arvoa ei ollut Jokioisilta saatavissa. Tällöin se arvioitiin lähimpien edustavien ilmastoasemien havainnoista.

Taulukko 7. Potentiaalisen evapotranspiraation laskennassa käytetyt regressioyhtälöt Jokioisilla 1929...1970 (a) ja 1971...1984 (b).

	a	b
toukokuu	$PET_V = 12,7 + .835 \times PET_I$ $r^2: .8655$	$PET_V = 5,2 + .959 \times PET_I$ $r^2: .7514$
kesäkuu	$PET_V = 7,4 + 1.065 \times PET_I$ $r^2: .8903$	$PET_V = 7,9 + .9828 \times PET_I$ $r^2: .7393$
heinäkuu	$PET_V = 6,2 + 1.037 \times PET_I$ $r^2: .9149$	$PET_V = -6,2 + 1.027 \times PET_I$ $r^2: .9053$
elokuu	$PET_V = -8,9 + 1.067 \times PET_I$ $r^2: .9239$	$PET_V = 7,5 + .7257 \times PET_I$ $r^2: .8910$
syyskuu	$PET_V = 11,7 + .8472 \times PET_I$ $r^2: .5443$	$PET_V = 4,5 + 1.012 \times PET_I$ $r^2: .5760$

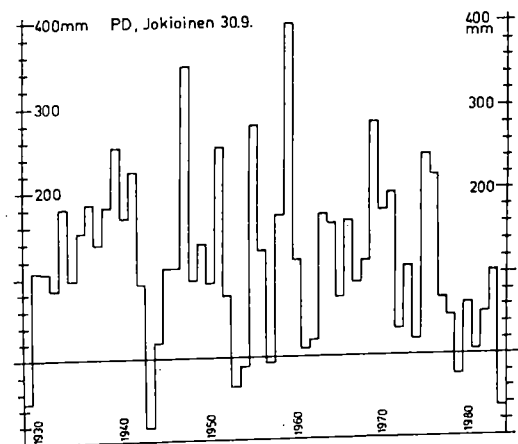
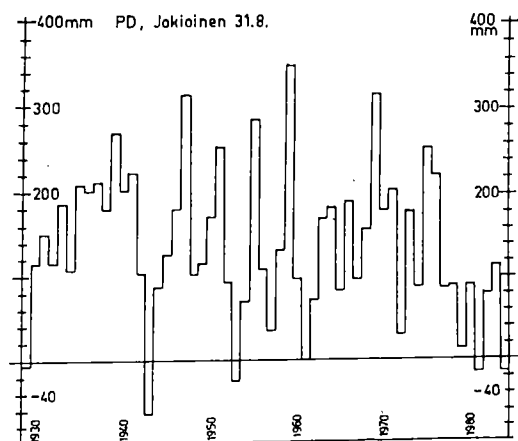
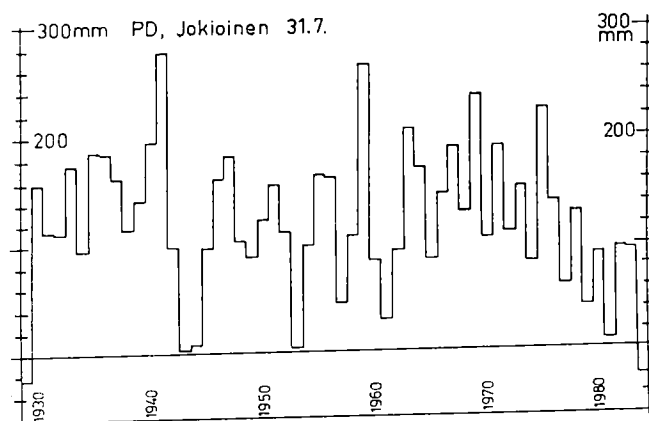
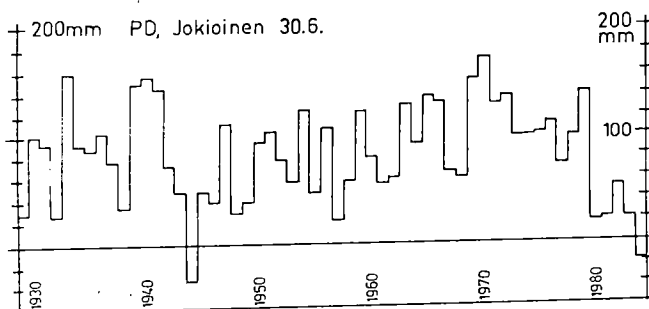
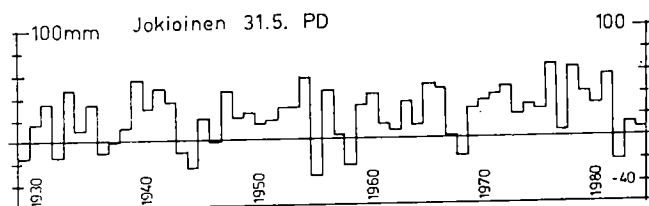
Lokakuun potentiaalisen evapotranspiraation laskennassa käytettiin suoraan kaavaa (7).

Kaavoilla (5) ja (7) lasketut potentiaaliset evapotranspiraatiot vastasivat melko hyvin toisiaan (kuva 14).



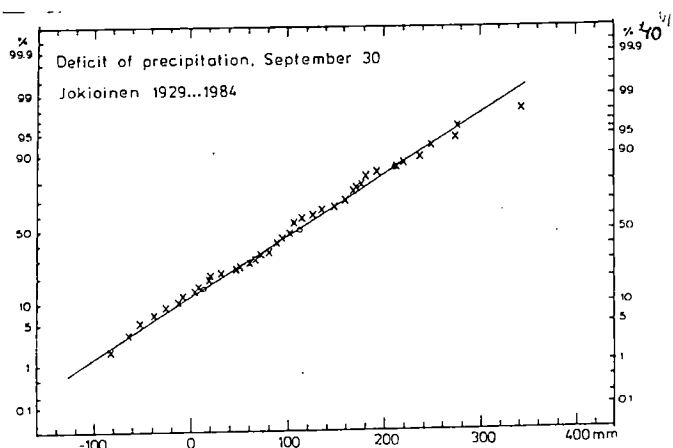
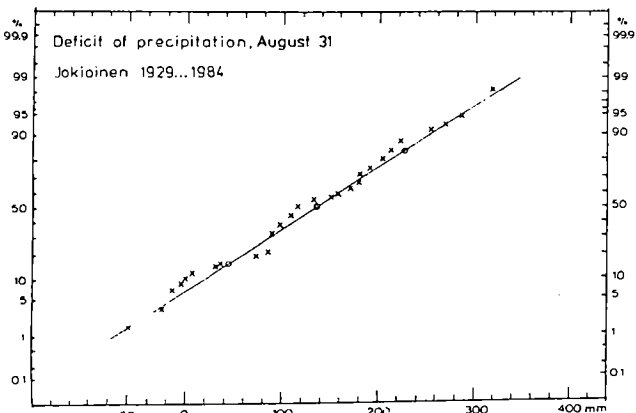
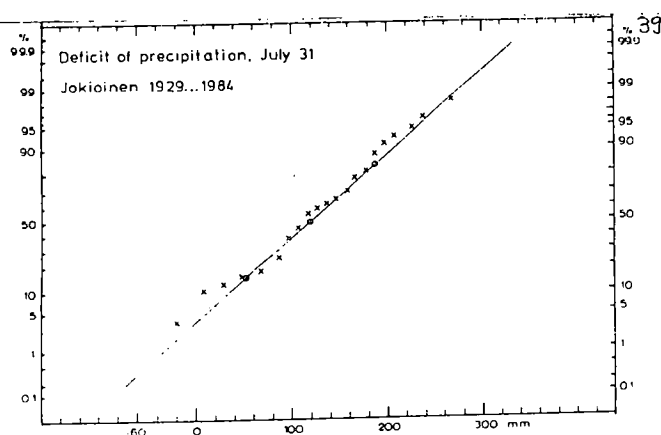
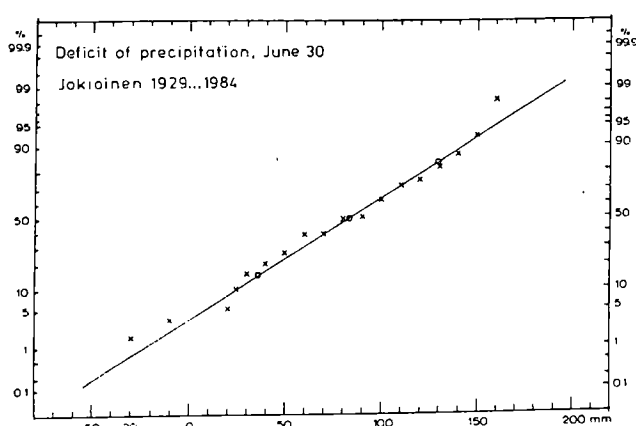
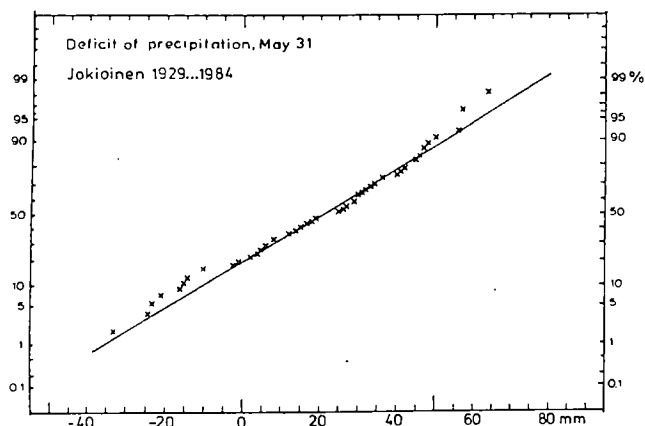
Kuva 14. Kaavalla (5)(V) ja korjatulla kaavalla (7)(I) laskettujen potentiaalisten evapotranspiraatioiden vertailu Jokioisilta 1962-1984, touko- (x) ja kesäkuu (o).

Eri kuukausien lopulla vallinneista sadannan vajauksista olivat vuoden 1984 arvoista melko harvinaisia kesä-, heinä- ja syyskuun lopulla vallinneet tilanteet: kesäkuun lopulla toiseksi pienin (vuonna 1944 pienin), heinäkuun lopulla pienin (lähes yhtä pieni oli v. 1929) ja syyskuun lopulla toiseksi pienin (vuonna 1943 pienin) vuodesta 1929 alkavassa aikasarjassa. Varsin huomattavaa on sadannan vajauksen pieneneminen 1960-luvun lopulta lähtien (kuva 15). Liitteessä 9 (s. 119) on esitetty potentiaalinen kokonaishaihdunta, sademäärä ja sadannan vajuus kuukausittain Jokioisilla vuosina 1929...84.

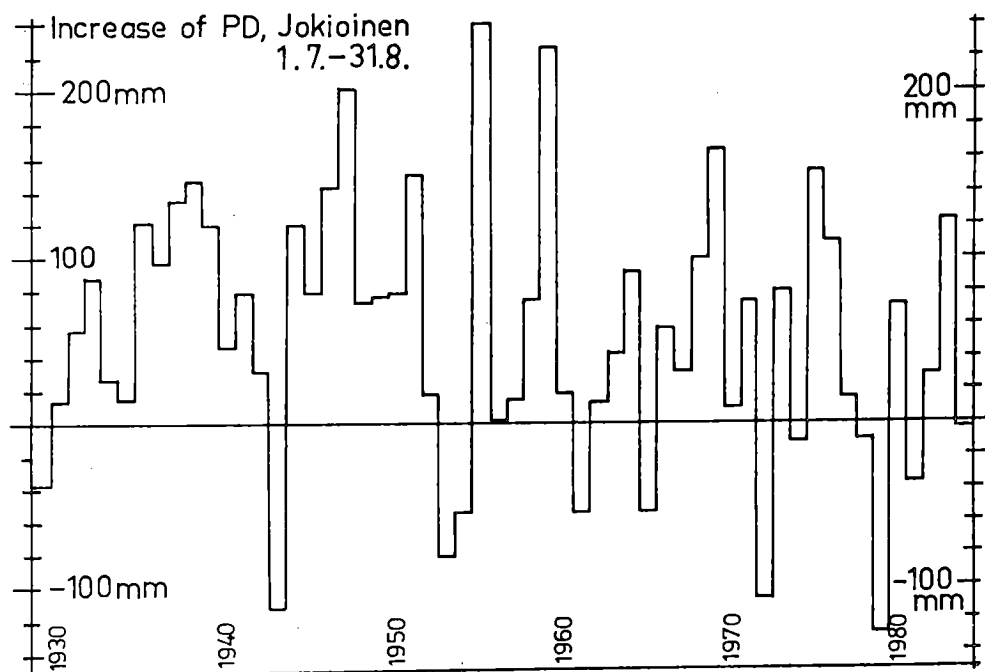


Kuva 15. Sadannan vajuus Jokioisilla laskettuna korjattua Ivanovin menetelmää (kaava 7) käyttäen touko-syyskuussa vuosina 1929...1984.

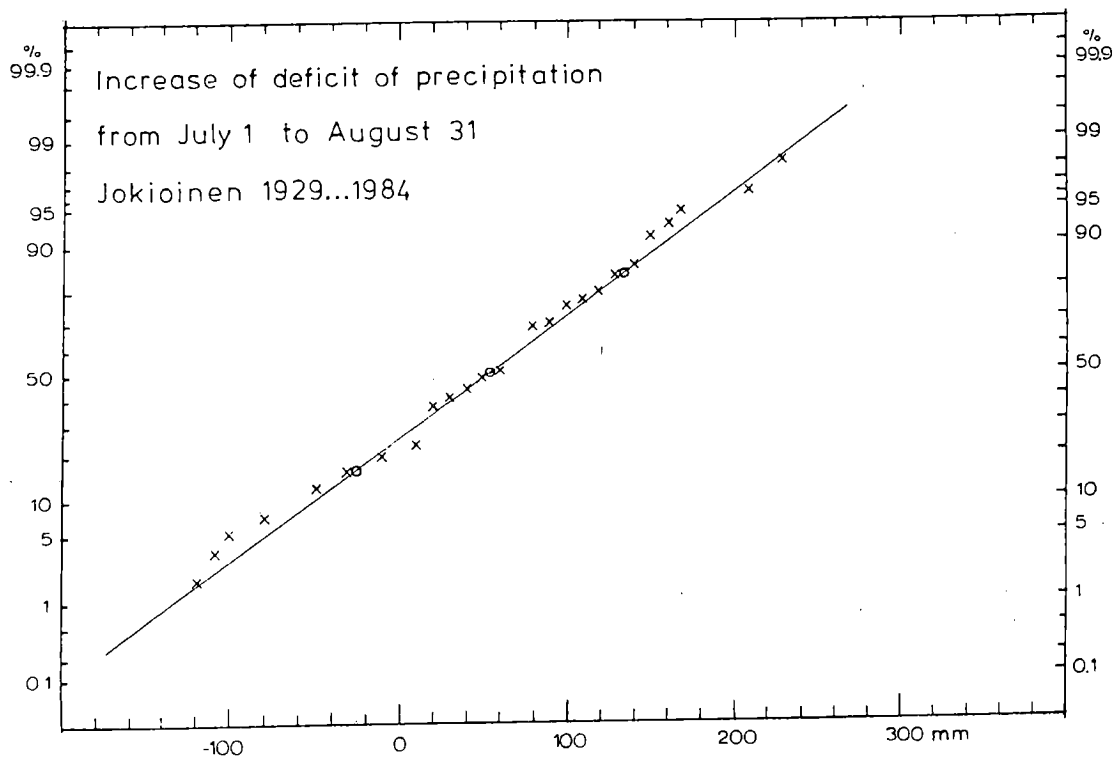
Sadannan vajauksen summafrequenssit noudattavat varsin hyvin normaalijakautumaa, joten kuvan 16 avulla voidaan tarkastella sadannan vajuusarvojen esiintymistodennäköisyyksiä. Korjuukauden olosuhteita voidaan tarkastella sadannan vajauksen kasvun avulla. Vuonna 1984 sadannan vajuus pieneni heinäkuun alusta elokuun loppuun tultaessa 3 mm:llä, kun se edellisvuonna oli kasvanut 123 mm:llä (kuva 17). Tämä vuoden 1984 tilanne ei ole mitenkään harvinaisen sadannan vajauksen kasvun kohdalla: vastaavia tilanteita esiintyy todennäköisesti keskimäärin keran viidessä vuodessa (kuva 18).



Kuva 16. Sadannan vajuus Jokioisilla laskettuna korjattua Ivanovin menetelmää (kaava 7) käyttäen touko-syyskuussa (aineistona vuosien 1929...1984 havainnot).



Kuva 17. Sadannan vajauksen kasvu heinäkuun alusta elokuun loppuun Jokioisilla vv. 1929...1984.



Kuva 18. Sadannan vajauksen heinä-elokuisen kasvun summafrekvenssi Jokioisilla.

## 2.2.2.5. Auringonpaiste

Touko-syyskuun auringonpaistetuntien summa oli selvästi pienempi kuin kauden 1971...1980 keskiarvo. Erityisesti kesä-, heinä- ja syyskuun paistesummat jäivät keskimääräistä pienemmiksi. Kaikkiaan esiintyi vain 8 viiden tai kuuden vuorokauden jaksoa 30:sta, joina auringonpaistetta saatiin keskimääräistä enemmän (taulukko 8).

Taulukko 8. Auringonpaisteen viiden tai kuuden vuorokauden sekä kuukausien touko-syyskuu tuntisummat v. 1984 sekä summien keskiarvot kautena 1971...1980 Jokioisilla. Summat on merkitty jakson viimeisen päivän kohdalle.

	toukokuu						kesäkuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
1984	45	35	66	58	42	44	51	54	25	48	37	16
1971...1980	46	43	40	46	39	48	47	56	44	52	46	38
	heinäkuu						elokuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	31
1984	32	58	19	12	12	42	47	26	19	34	46	30
1971...1980	46	42	38	31	32	48	38	38	38	40	32	31
	syyskuu											
	5	10	15	20	25	30						
1984	22	34	12	4	0	0						
1971...1980	24	26	18	22	22	15						

## Viralliset

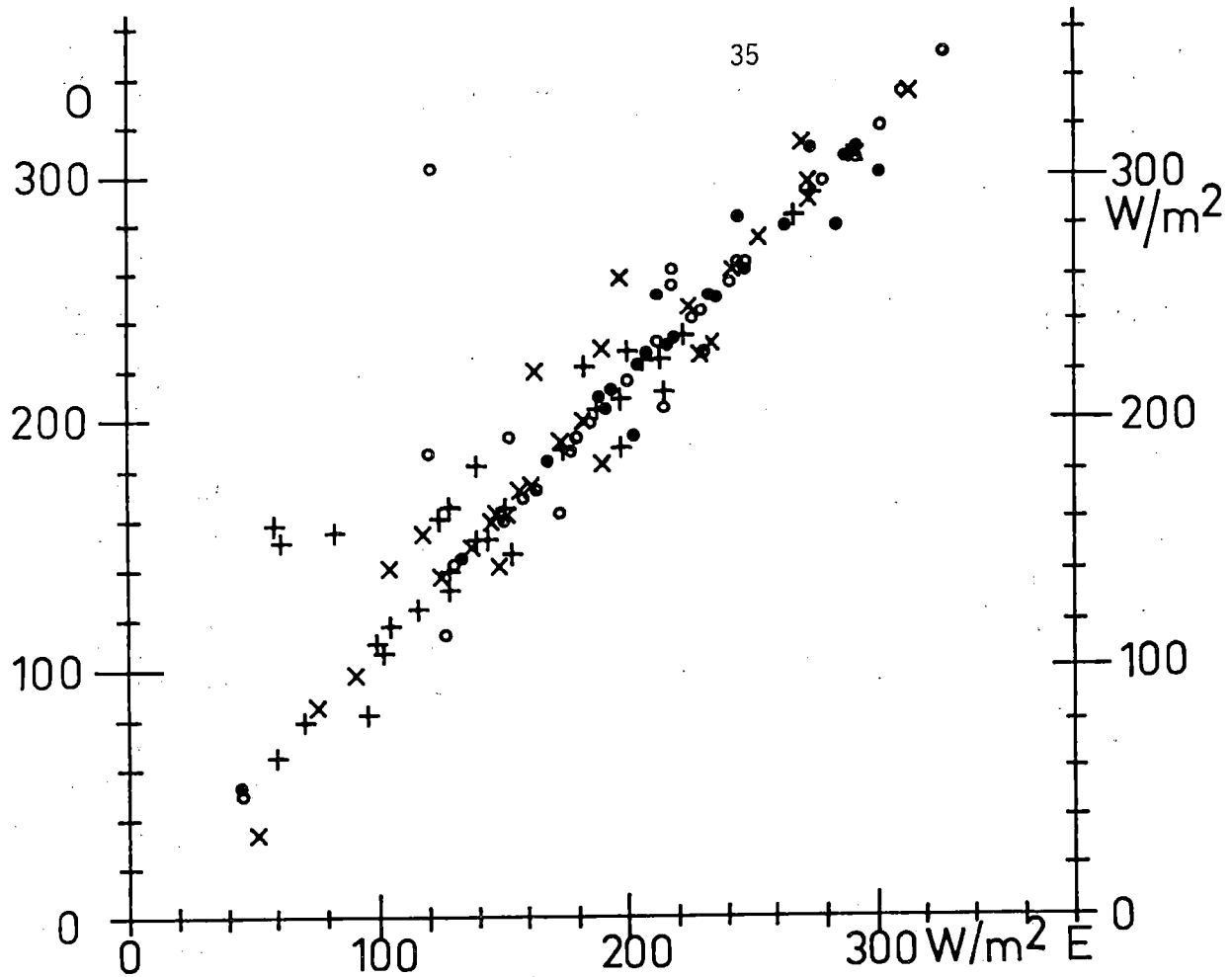
kuukausisummat	V	VI	VII	VIII	IX	V...IX
1984	297	240	183	216	68	1004
1971...1980	260	283	237	218	128	1126

## 2.2.2.6. Auringon kokonaissäteily

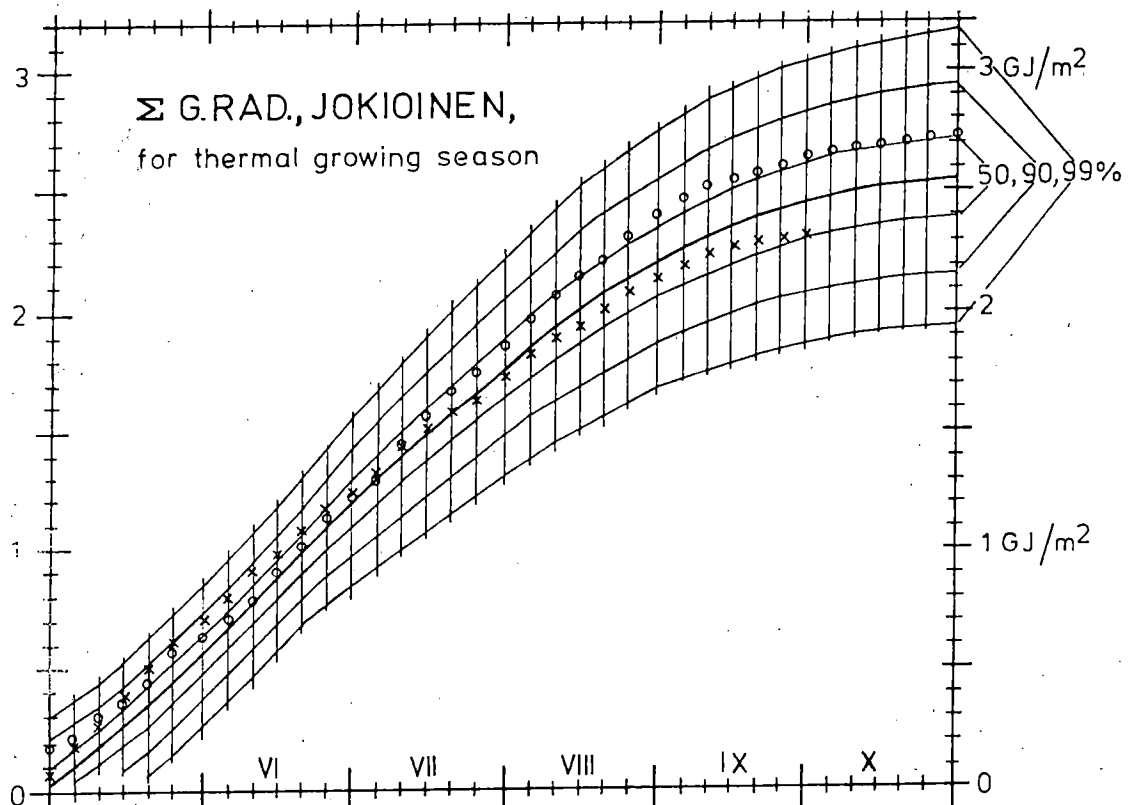
Auringon kokonaissäteily mitattiin venäläisellä pyranometrillä, mallia H 603, jonka rekisteröintilaitteesta, integraattorista, määritettiin vuorokauden keskimääräinen säteilyintensiteetti kalibrointikertoimien avulla. Mittaustulokset vastasivat huonosti, paljon huonommin kuin vuonna 1983, virallisia mittauksia, jotka tehtiin pyranometrillä, mutta jonka mittaustulokset eivät ole päivittäin käytettävissä (kuva 19). Touko-syyskuun aikana oli vain 6 viiden tai kuuden vuorokauden jaksoa, jolloin auringon kokonaissäteilyn keskimääräinen intensiteetti oli keskimääräistä suurempi (taulukko 9).

Kasvukauden edistymisen mittana kokonaissäteilyn summakäyrä näytti, että heinäkuun lopulla oltiin jo jäljessä keskimääräisestä (vuodet 1957...1983) edistymisestä (kuva 20).





Kuva 19. Kokeilussa Jokioisilla mitattujen (E) ja virallisten (o) auringon kokonaissäteilyn vuorokausi-intensiteettien vertaus vuonna 1984. • = toukokuu, o = kesäkuu, x = heinäkuu, + = elokuu.



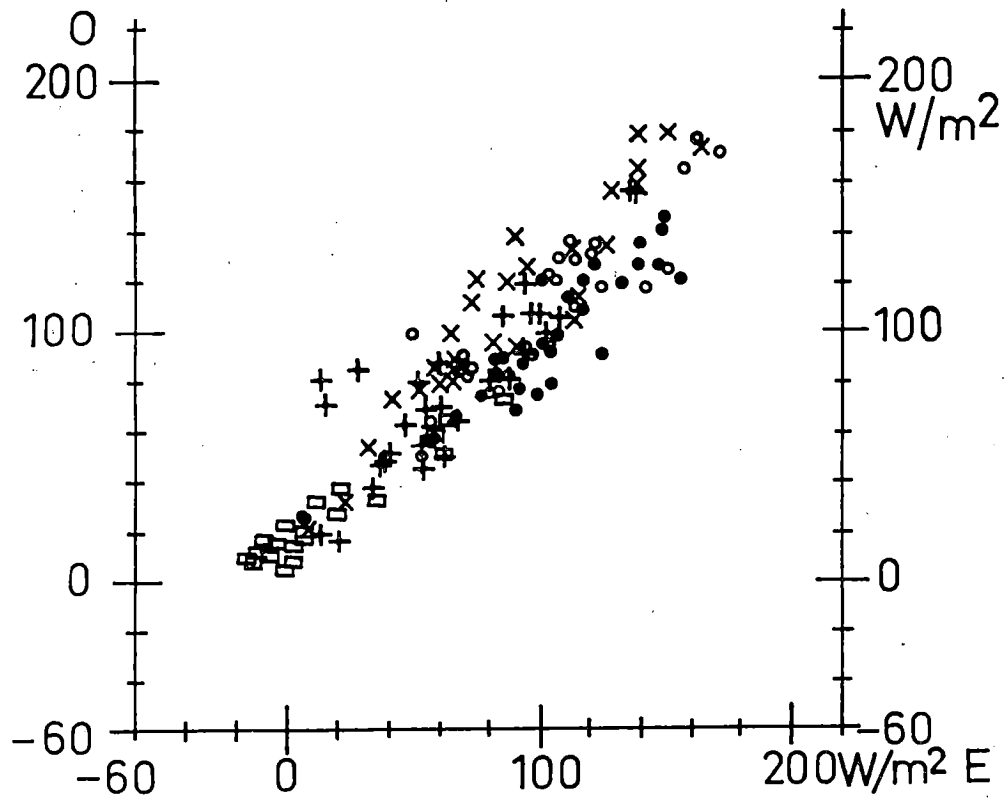
Kuva 20. Auringon kokonaissäteilyn summakäyrä touko-lokakuussa Jokioisilla, keskiarvo vuosilta 1957-1983, todennäköisyysrajat sekä vuosien 1983 (o) ja 1984 (x) arvot.

Taulukko 9. Auringon kokonaissäteilyn viiden tai kuuden vuorokauden sekä kuu-kausien touko-syyskuu keskimääräiset intensiteetit kautena 1971...1980 ja vuonna 1984 Jokioisilla,  $Wm^{-2}$ . Luvut on merkitty jakson viimeisen päivän kohdalle.

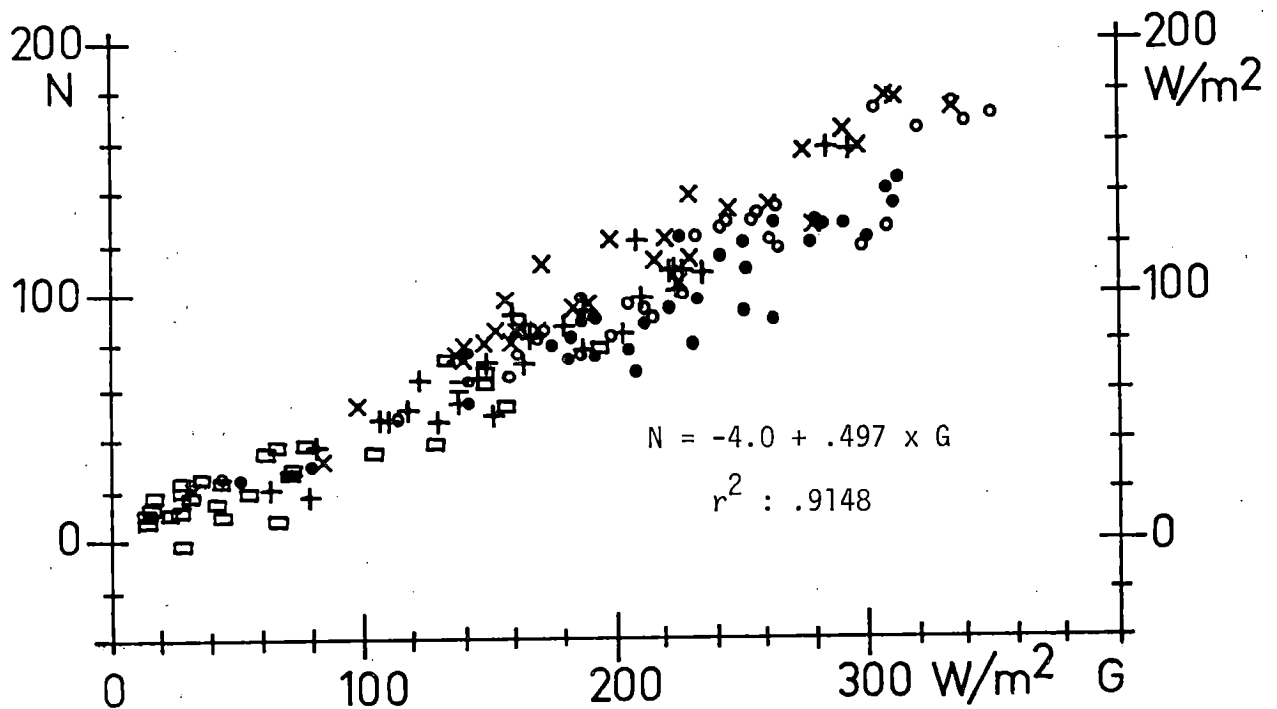
	toukokuu						kesäkuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
1971...1980	222	205	208	230	218	326	241	272	243	267	251	217
Jokioinen vir.	199	187	289	252	217	207	253	273	188	252	228	177
" kokeilu	184	-	270	232	207	194	205	260	174	236	212	160
Somero												
Kylmäkoski												
	heinäkuu						elokuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	31
1971...1980	241	231	216	191	189	201	198	186	174	179	148	137
Jokioinen vir.	223	301	160	146	147	217	222	157	145	167	185	146
" kokeilu	194	279	152	135	135	200	208	145	124	160	175	96
Somero	-	290	-	143	140	-	216	142	133	161	170	134
Kylmäkoski	-	297	-	-	-	214	218	163	130	150	171	126
	syyskuu						V...IX					
	5	10	15	20	25	30	V	VI	VII	VIII	IX	V...IX
1971...1980	116	111	88	95	88	64	218	249	212	170	91	188
Jokioinen vir.	120	110	83	48	26	28	232	228	206	170	69	181
" kokeilu	108	112	70	46	26	25	-	208	189	154	64	-
Somero	-	101	91	-	32	33				164		
Kylmäkoski	124	95	73	-	24	26				164		

#### 2.2.2.7. Säteilytase

Säteilytase laskettiin kokeilun yhteydessä vuorokautisena keskimääräisenä intensiteettinä auringon kokonaissäteilyn vuorokausi-intensiteetistä (s. 15). Tulokset eivät oikein hyvin vastanneet Suomi-Franssila-säteilymittarilla mitattuja arvoja, sillä virhe saattoi olla  $\pm 30\%$  (kuva 21). Säteilytaseen riippuvuus auringon kokonaissäteilystä on esitetty kuvassa 22.



Kuva 21. Säteilytasemääritysten vertailu Jokioisilla v. 1984. E = kokeilu, 0 = virallinen mittaus. ● = toukokuu, ○ = kesäkuu, × = heinäkuu, + = elokuu, □ = syyskuu.



Kuva 22. Säteilytaseen intensiteetti (N) auringon kokonaissäteilyn intensiteetin (G) funktiona. Jokioisten vuorokausikeskiarvot touko- (●), kesä- (○), heinä- (×), elo- (+) ja syyskuu (□) v. 1984.

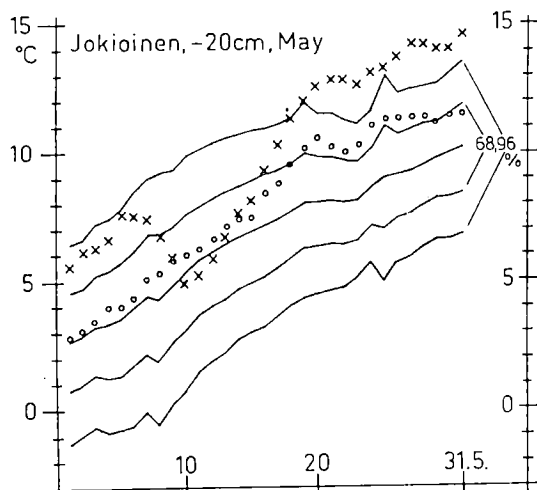
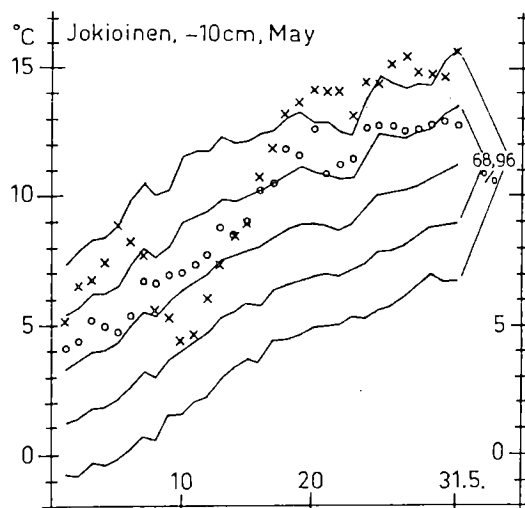
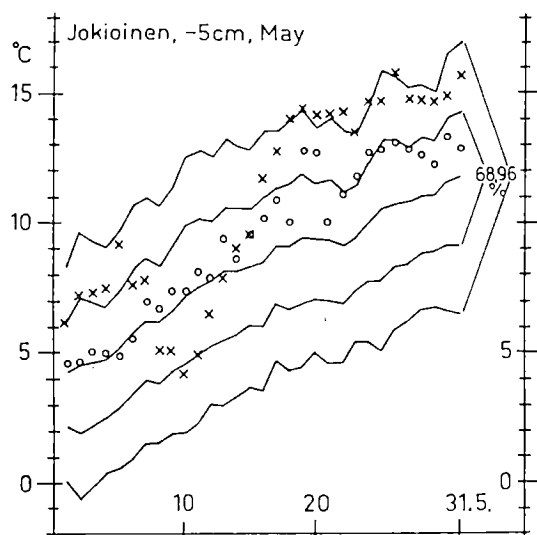
Neljäntoista viiden tai kuuden vuorokauden jakson keskimääräinen säteilytaseen intensiteetti oli keskimääräistä korkeampi (taulukko 10).

Taulukko 10. Viiden tai kuuden vuorokauden ja kuukausien touko-syyskuu keskimääräisen säteilytaseen intensiteetit Jokioisilla,  $W/m^2$  sekä vastaavat keskiarvot vuosilta 1971...80. Luvut on merkitty jakson viimeisen päivän kohdalle.

	toukokuu						kesäkuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
laskettu	87	-	137	115	100	93	99	131	81	117	103	73
mitattu	82	77	127	114	95	87	114	136	91	126	108	84
1971...1980	81	80	82	92	86	83	90	112	107	111	100	93
	heinäkuu						elokuu					
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	31
laskettu	93	142	68	58	58	96	101	64	52	72	82	36
mitattu	114	166	78	87	87	118	115	81	63	74	77	68
1971...1980	104	101	90	85	82	94	86	75	74	66	51	53
	syyskuu											
	5	10	15	20	25	30						
laskettu	42	45	20	6	-6	-6						
mitattu	44	43	35	21	14	16						
1971...1980	44	42	29	31	20	10						
Kuukausiarvot V	VI	VII	VIII	IX								
laskettu	-	101	86	67	17							
mitattu	97	110	109	79	29							
1971...1980	84	102	93	67	29							

#### 2.2.2.8. Maan lämpötila

Maan lämpötilat mitattiin nurmipeitteisestä maasta mutkamittarein. Vuorokauden keskilämpötila laskettiin ylimmän ja alimman lämpötilan keskiarvona 5, 10 ja 20 cm:n syvyyksille. Lämpötilatietoja hyödynnettiin palvelussa vain toukokuun eli kylvökauden ajan. Kylmän ilmanpurkauksen aikaista viileätä jaksoa lukuun ottamatta maan lämpötilat olivat selvästi keskimääräistä korkeammat. Varsinkin 10 ja 20 cm:n syvyydessä mitattiin vuodenaikaan nähden korkeita lämpötiloja (kuva 23).



Kuva 23. Maan lämpötila toukokuussa 5, 10 ja 20 cm:n syvyyksillä Jokioisilla. Keskiarvo, todennäköisyysrajat sekä vuosien 1983 (o) ja 1984 (x) arvot.

#### 2.2.2.9. Kaste

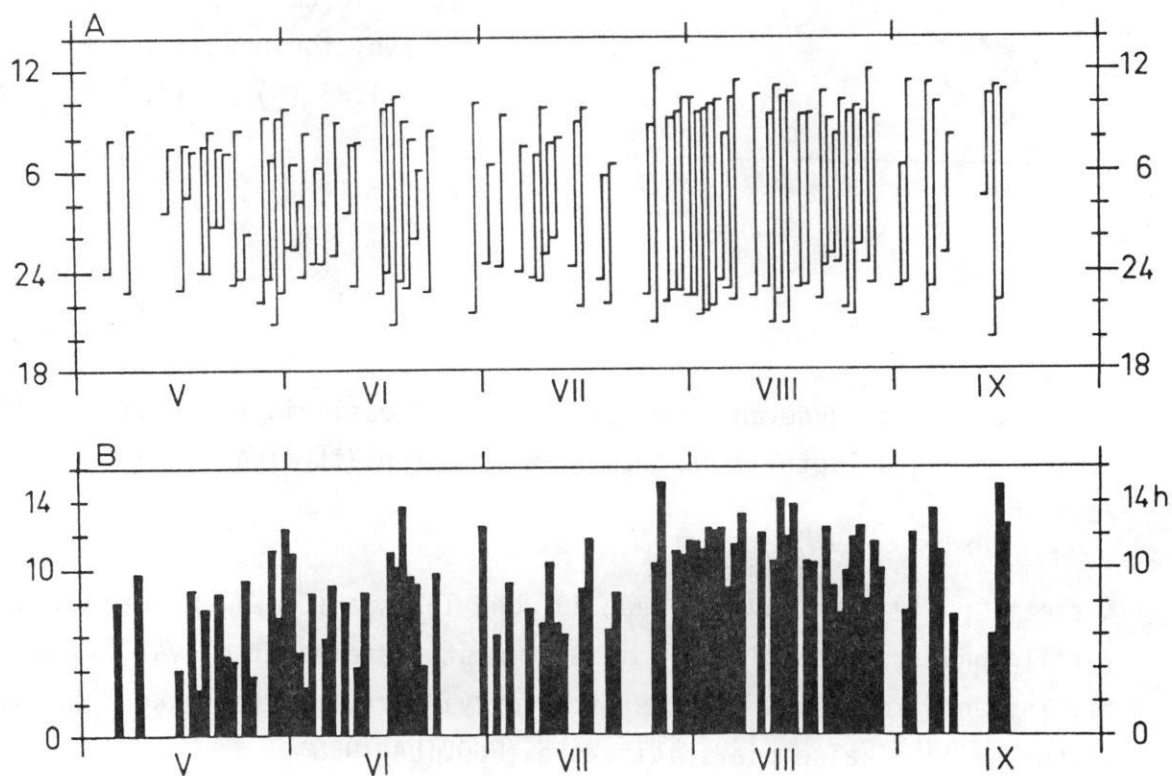
Kaste mitattiin Duvdevanin puupalikoilla ja Kesslerin kastevaa'alla. Kastepiirurin liuskasta luettiin kasteen alkamis- ja päättymisaika sekä laskettiin kasteen kesto.

Kastetta pystyttiin havaitsemaan 79 yönä 153:sta (52 %). Pienin määrä, mikä pystyttiin havaitsemaan oli 0,1 mm. Suurimmat kastemäärät olivat 0,3 mm yötä kohden. Yhteensä kokeiluaikana kastetta kertyi n. 10 mm (taulukko 11). Tämä tulos vastaa hyvin aikaisempia selvityksiä (HUOVILA 1968).

Aikaisimmillaan kastetta alkoi esiintyä klo 20 (kesäaika), ja sitä saattoi esiintyä aina klo 12:een saakka. Pisimmät havaitut kasteen kestot olivat n. 15 tuntia yhtenä yönä (kuva 24).

Taulukko 11. Kasteen määrä viiden tai kuuden vuorokauden jaksoina ja yhteensä eri kuukausina touko- syyskuussa Jokioisilla 1984, mm. Määrä on merkitty kunkin jakson viimeisen päivän kohdalle.

		Toukokuu						Kesäkuu					
		5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
palikka		.1	-	-	.2	.3	.3	.5	.2	-	.7	.2	.2
vaaka		-	.1	-	.3	.5	.4	.4	.2	-	1.0	.2	.2
		Heinäkuu						Elokuu					
		5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
palikka		.4	.5	.3	.7	-	1.0	.8	.5	.6	.3	.7	.5
vaaka		.2	.5	.3	.3	-	1.0	1.1	.5	.8	.7	.9	.7
		Syyskuu											
		5	10	15	20	25	30	V	VI	VII	VIII	IX	Yht.
palikka		.4	.6	.0	.2	.1	.1	.9	1.8	2.9	3.4	1.4	10.4
vaaka		.6	.5	.1	.3	-	-	1.3	2.0	2.3	4.7	1.5	11.8



Kuva 24. Kasteen esiintymisen alku- ja loppuajankohdat (A) sekä kasteen kesto (B) Jokioisilla vuonna 1984.

### 2.3. Sääennusteet

Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueelle laadittiin alueellisesti tarkennetut sääennusteet, ja niissä kiinnitettiin erityistä huomiota maataloudelle tärkeisiin säätekijöihin kuten hallan ennustamiseen, sateeseen sekä ilman suhteelliseen kosteuteen. Hallan mahdollisuus ennakoitiin jo kaksi yötä etukäteen. Hallan mahdollisuudesta varoitettiin myös viiden vuorokauden ennusteessa. Ilman suhteellinen kosteus ennustettiin lukuarvoina erikseen päivälle ja yölle parin lähivuorokauden ajaksi.

Parin lähivuorokauden sääennuste laadittiin joka päivä klo 12.30 ja 17.30 mennessä. Aamulla tehty ennuste, joka oli valmis kello 7.30, sisälsi sään arvioidun kehityksen lähimmän 24 tunnin aikana. Ennustetut tekijät olivat kuitenkin samat, joten ne käsitellään yhdessä.

Ennusteissa oli aina aluksi lyhyt katsaus vallitsevaan säätilaan. Se kuvattiin parilla lauseella, ja mikäli merkitseviä sään muutoksia oli nähtävillä, ne kuvailtiin lyhyesti. Katsausta seurasi ennusteteksti otsikolla "Odotettavissa (viikonpäivä) aamuun/iltaan asti" riippuen ennusteen tekoajankohdasta.

Viiden lähivuorokauden sääennuste laadittiin kokeilualueelle kerran päivässä klo 12.30 mennessä. Ennusteessa annettiin sään kehityksen yleiskatsaus viiden lähivuorokauden ajalle muutamalla lauseella. Numeroarvoin esitettiin ennustejakson keskilämpötila, jakson keskimääräinen ylin sekä alin lämpötila ja jakson sadesumma-arvio millimetreinä. Sade- ja poutajaksot pyrittiin ajoittamaan, ja hallavaroitukset olivat tarvittaessa mukana.

#### 2.3.1. Ennustetut säätekijät

Säätekijät esitettiin yleensä seuraavassa järjestyksessä: pilvisyys, sää eli pouta/sade tai esim. sumu, tuulen suunta ja nopeus, ilman suhteellinen kosteus ja lämpötilat, mutta poikkeukset olivat mahdollisia. Kahden lähivuorokauden ennusteessa pilvisyyden vaihtelun maininta oli ennustavan meteorologin harkittavissa. Pilvisyyden määrällä on kuitenkin merkitystä mm. hallatilanteissa sekä kasteen esiintymisessä.

Sääilmiöistä sade on erittäin merkittävä maataloudelle. Sateen saapumisen ennakointi, sen kesto, loppuminen ja sademäärä ovat maatalouden sääpalvelussa hallan

ennustamisen lisäksi tärkeimmät tekijät. Myös sadekuurojen paikallisen esiintymistodennäköisyyden ennustamiseen kiinnitetään huomiota. Sademäärän arvioinnissa käytettiin sanallisia ilmaisuja: poutaa, vähän sadetta, sadetta, runsasta sadetta. Sateen laatua tarkennettiin kuvailemalla sen luonnetta: esim. jatkuvaa, yhtenäistä, sadekuuroja, ukkosta. Sateen esiintymistodennäköisyys sekä sadekuurojen paikallinen todennäköisyys arvioitiin 10 % tarkkuudella. Vaihtoehtoisesti käytettiin sadekuurojen paikallista esiintymistodennäköisyyttä ilmaisemaan seuraavia termejä: poutaa, mahdollisesti-, paikoin-, monin paikoin-, yleisesti sadekuuroja (ANSALEHTO ym. 1984, s. 49).

Syksyllä elonkorjuun aikaan ennustettiin myös muutaman kerran sumuja. Sumun häivemisen ennustamisen vaikeutena on suuret paikalliset erot, jotka riippuvat maastosta.

Tuulen suunta ilmoitettiin pääilmansuunnittain vaihteluväleinä, ja tuulen suunnan muutokset ennustettiin tilanteen kehityksen mukaan. Tuulen nopeuden ennustamisessa käytettiin asteikkoa: tyyntä, heikkoa, kohtalaista, navakkaa. Tuulen nopeuden vuorokautinen vaihtelu ilmaistiin tarvittaessa, samoin tuulen voimistuminen ja heikkeneminen. Vaikka tuuliennusteella onkin merkitystä joitakin maatalouden töitä suunniteltaessa, tuulen käyttäytymisen ennustaminen parille lähipäivälle saattaa viedä suhteettoman paljon tilaa koko ennusteessa.

Ilman suhteellinen kosteus ennustettiin joko kosteusluokkailmaisuna ja siinä tapahtuvana muutoksena tai arvioitiin iltapäivän pienin kosteus 10 % tarkkuudella pienellä vaihteluvälillä sekä yön suurin kosteus vaihteluvälillä. Suhteellisen kosteuden määrässä painotettiin kasvuston läheisessä ilmakerroksessa vallitsevia oloja. Suhteellisen kosteuden luokat olivat: hyvin kuiva, kuiva, normaali, kostea ja hyvin kostea (ANSALEHTO ym. 1984, s. 41). Ilman suhteellisen kosteuden vuorokautisen vaihtelun merkitys on suuri useissa korjuuvaiheissa, säilörehun korjuussa, heinän paalauksessa, leikkuupuinnissa ja mm. kylmäilmakuivatuksessa. Lisäksi ilman suhteellisen kosteuden merkitys näkyy selvästi kasteen esiintymisessä.

Lämpötilaennusteet sisälsivät päivän ylimmän lämpötilan arvion kummallekin päivälle erikseen. Yön alin lämpötila ennustettiin lukuarvoina niin ikään kahdelle



seuraavalle yölle. Lisäksi hallasta varoitettiin aina, kun katsottiin olevan hallan mahdollisuus. Varoituksessa käytettiin joko paikalliseen esiintymistodennäköisyyteen viittaavia arvioita kuten mahdollisesti hallaa, alavilla mailla hallanvaara, hallanvaara, paikoin hallaa, monin paikoin hallaa, yleisesti hallaa tai prosenttilukuja 10 % tarkkuudella (s. 57).

### 2.3.2. Ennusteiden laadinta ja palvelutiedotteen kokoaminen

Koska maatalouden sääennusteet laadittiin kolmessa eri yksikössä, korostui edellisvuoteen nähden eri ryhmien välinen yhteistyö. Eri pituisten sääennustusjaksojen saumakohtien tuli olla yhteensopivat, eikä ennusteissa saanut olla ristiriitaa yleisissä tiedotusvälineissä esitettyjen sääennusteiden kanssa.

Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä laadittiin parin lähivuorokauden sääennuste siten, että ennen ennusteen lopullista muotoilua käytiin lähes yhtenevän sääennustemateriaalin pohjalta keskusteluja sääosastolla toimivan valtakunnallisen sääpäivystyksen kanssa. Keskustelut käytiin säännöllisesti sovittuina aikoina puhelimitse. Aluepalveluyksikön tehtävänä oli tehdä kokeilualueelle alueellisesti tarkennettu 0-2 vrk sääennuste kaiken käytettävissä olevan säämateriaalin sekä alueellisen havaintotiedon pohjalta noudattaen kuitenkin sään kehityksestä sovittuja yleisiä linjoja. Myös viiden vuorokauden sään ennustajat neuvottelivat sääpäivystyksen kanssa sään kehityksestä. Kahden vuorokauden ennustetekstin muotoili ja siitä vastasi Etelä-Suomen aluepalveluyksikkö. Sääennusteiden osuvuuden seuraamiseksi tehtiin siellä myös piste-ennustearvot.

Etelä-Suomen aluepalveluyksikkö neuvotteli tarvittaessa myös maatalouden yhteistyökumppaneiden kanssa sään kehityksestä alueella ja sai tietoa sään vaikutuksista viljelyn vaiheeseen. Lisäksi tässä yksikössä hoidettiin alueen säähavaintojen taulukointi ja taltiointi VDX-järjestelmään. Sen sijaan palvelun erikoishavaintotiedot ja niistä tehdyt laskennalliset suureet hoidettiin sääosastolla maatalousmeteorologisessa vuorossa.

Koko palvelutiedote koottiin Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä, joka vastasi myös palvelutiedotteen osien meteorologisesta yhteensopivuudesta ja sen oikea-aikaisesta viestittämisestä sekä valvoi puhelinvastaajan tekstin lukemista ja teknistä toimintaa.

### 2.3.3. Ennustemenetelmät

#### 2.3.3.1. Sään seuranta ja kehityksen arviointi

Säähavainnot ovat kaiken sääpalvelutoiminnan perusta. Niiden avulla voidaan määrittellä vallitseva säätila. Säähavainnointia tehdään säännöllisin välein samanaikaisesti kaikkialla maapallolla. Säätilatiedot viestitetään kansainvälisesti sovittuina numerokoodimuotoisina sanomina. Säätila määritellään sääkartalle merkittävistä havaintotiedoista tarkastelemalla ja analysoimalla tiedot mm. ilmanpaineen mukaan. Näin saadaan selville matalapaineiden ja korkeapaineiden sijainti. Tiedot sääilmiöistä, lämpötilasta ja tuulista osoittavat sadealueiden, erilaisten ilmassojen ja sääjärjestelmien sijainnin. Kun säätilaa täten kartoitetaan joka kolmas tunti, nähdään miten sääjärjestelmät liikkuvat ja kehittyvät. Tätä sään kehityksen arviointia kutsutaan ns. synoptiseksi menetelmäksi (PELTONEN ja PUHAKKA 1984). Hyvin lyhyen ajan, enintään muutaman tunnin ennusteita tehtäessä voidaan olettaa, että sääjärjestelmät siirtyvät ja muuttuvat tasaisella nopeudella. Pitempiin ennustejaksoihin mentäessä on otettava huomioon, että ilmakehän sääjärjestelmissä tapahtuu kiihtymistä, hidastumista sekä suunnanmuutoksia. Tällöin on otettava huomioon myös ylemmissä ilmakerroksissa tapahtuva virtaus, jota havainnoidaan radioluotausvälineistön avulla säännöllisesti. Merialueilta taas esim. sääsatelliittien ottamat kuvat täydentävät pilvisyystietoja sekä lämpötilajakaumaa. Sekä lyhyen että pitemmän ajan ennusteissa pyritään lisäksi arvioimaan, miten ennustalueen fyysiset olot ja erityispiirteet esim. maastotyyppi, korkeussuhteet ym. vaikuttavat lähestyvän sääjärjestelmän mukana saapuvaan säähän. Tässä on apuna mm. alueen pienilmastollinen tuntemus (hallaisuus). Edellä kuvatulla synoptisella menetelmällä laadittu ennuste on aina monen arvion yhteistulos. Näissä arvioissa on epävarmuustekijöitä, jotka siirtyvät ennusteisiin ja pienentävät niiden luotettavuutta.

#### 2.3.3.2. Numeeriset ennustemallit

Synoptisen ennustusmenetelmän rinnalla käytetään ns. numeerista ennustusmenetelmää, jossa ilmanpaineen, lämpötilan, tuulen, kosteuden jne. numeroarvoina ane-

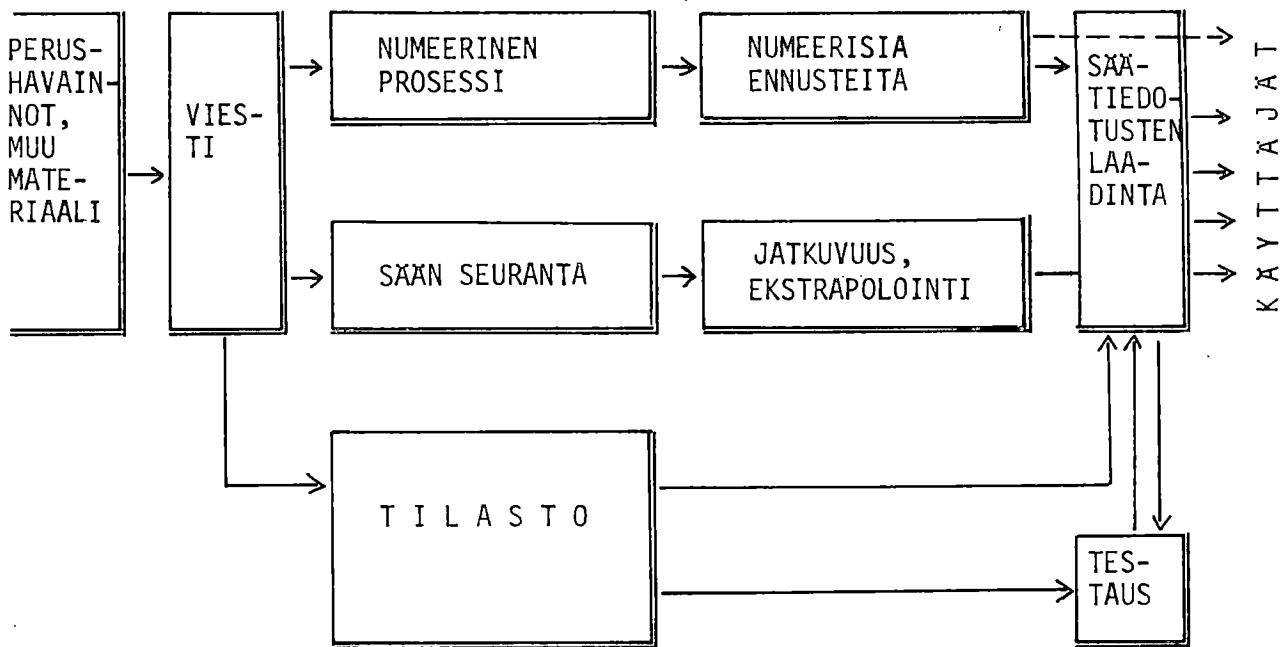
tusta tilanteesta lasketaan matemaattis-fysikaalisella ilmakehämallilla millaiseksi tämä tilanne muuttuu ilmakehässä voimassa olevien fysiikan lakien mukaan. Menetelmä on kuitenkin monivaiheinen. Ilmaosasiin vaikuttavia voimia kuvaavat yhtälöt muodostavat ryhmän, jota ei voi ratkaista ilman yksinkertaistuksia ja likiarvomenetelmiä. Lisäksi riittävän tarkka alkutilan määrittely tuottaa vaikeuksia, esim. merialueilla on säähavaintoasemia liian harvassa. Yksinkertaistetunakin laskentatyö on valtava, ja sen suorittamiseen tarvitaan hyvin nopeita tietokoneita.

Numeerisella menetelmällä lasketut ennusteet ovat ennustuskarttoja, joista nähdään millaiseksi ilmakehän tila muuttuu laskelemien mukaan. Näissä ennustuskartoissa on virheitä.

Parhaat numeeriset ennustemallit antavat kuitenkin verrattain hyvin suuntaa-antavia arvioita sään kehityksestä muutamaksi vuorokaudeksi eteenpäin. Niitä voidaan käyttää eräänlaisina yleisennusteina, joita voidaan täydentää ja lyhyen aikavälin ennusteiden osalta tarkentaa synoptisella menetelmällä. Yleensä synoptista ja numeerista ennustemenetelmää käytetään rinnakkain. Sovittamalla yhteen eri menetelmien antamat tulokset tehdään ennusteratkaisut ja laaditaan säätiedotusten arviot odotettavissa olevasta säästä. Kuvassa 25 on esitetty nykyaikaisen sääpalvelun toimintakaavio.

Edellä esitellyillä menetelmillä kyetään tyydyttävästi arvioimaan sään kehittymistä muutama päivä eteenpäin. Sääennusteen osuvuus on paras ensimmäiselle vuorokaudelle, mutta huononee sitten päivä päivältä. Yleensä kolmannelle ja neljännelle vuorokaudelle ei enää kannata antaa yksityiskohtaisia arvioita ilmiöiden aikataulusta tms., vaan enintään ylimalkainen kuvaus todennäköisimmin odotettavissa olevan sään luonteesta.

Sään ennustajien avuksi on kehitetty tai kehitteillä useita numeerisiin ennusteisiin pohjautuvia tilastollisia tulkintamalleja, jotka antavat esim. maksimi- ja minimilämpötila-arvon tietyllä paikalla tai esim. todennäköisyyden, jolla sääilmiö (esim. halla) esiintyy tietyllä paikalla (SAARIKIVI 1982). Lisäksi pitkiin havaintosarjoihin pohjautuvien säätekijäin tilastollisten kertymäjakaumien avulla voidaan tarkastella niiden toteutumismahdollisuutta (klimatologinen todennäköisyys) kullakin havaintoasemalla (HEINO ja HELLSTEN 1983).



Kuva 25. Nykyaikaisen sääpalvelun toimintakaavio.

### 2.3.3.3. Todennäköisyssennusteet ja sääpalvelun hyödyntäminen

Sääennusteilla pyritään selvittämään esim. tietyille käyttäjäryhmälle millaista säätä on jollakin paikalla tiettyinä ajankohtina. Saatavilla olevat ennusteet antavat virheineenkin käyttäjälle keskimäärin paremman hyödyn kuin pelkät arvaukset tai yleinen tieto ilmastosta. Käyttäjä voi vielä täydentää säätiedotusta omilla havainnoilla, paikallistuntemuksella ja päättelyillä. Sää-tiedotusten hyödyntäminen erikoisesti taloudellisen toiminnan päätöksen teossa tehostuu, kun säätiedotukset tulevat entistä täsmällisemmiksi. Tällöin on tärkeää, että ennusteissa olevat epävarmuudet myös ilmaistaan täsmällisesti. Tämä voidaan tehdä antamalla ns. todennäköisyssennusteita. Sääilmiön esiintymistä voidaan arvioida kahdella tavalla, paikallisena eli pistetodennäköisyytenä tai alueellisena esiintymistodennäköisyytenä. Tietyn sääilmiön (esim. sade, halla) paikallisella todennäköisyydellä tarkoitetaan todennäköisyyttä, että ilmiö esiintyy jollakin ennakoitavalla paikalla. Sääilmiön alueellinen esiintymistodennäköisyys on todennäköisyys, että ilmiö esiintyy ainakin yhdellä alueen paikalla. Sääennusteissa ilmoitetut todennäköisyysarvot ovat paikallisia ellei erityisesti toisin sanota.

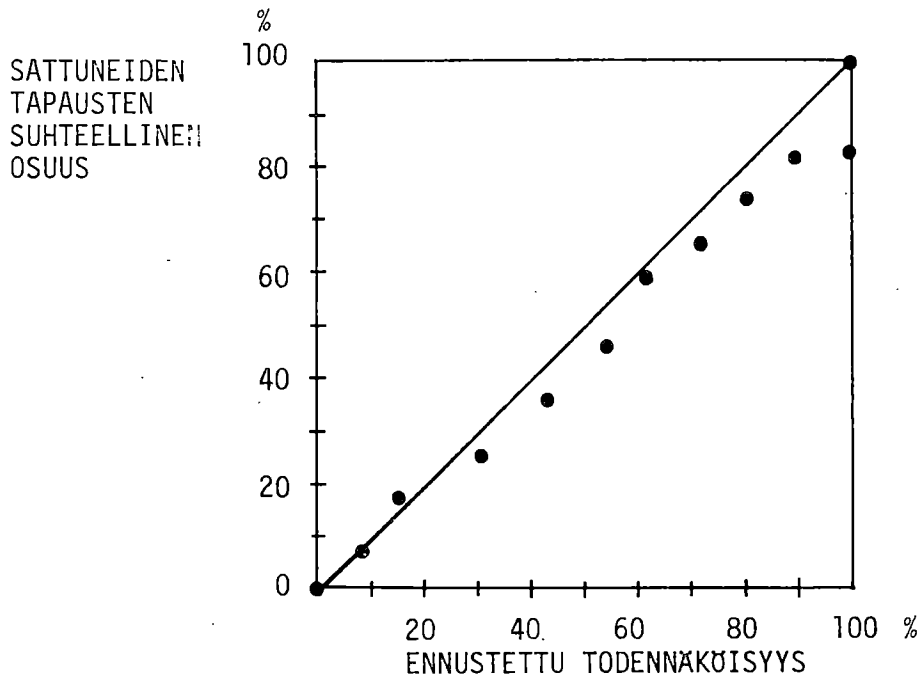
Todennäköisyysennusteen antaminen paikallisena ns. pistetodennäköisyytenä perustuu puhtaasti taloudelliseen ajattelumalliin. Todennäköisyysennustetta laatiesaan säänennustaja arvioi oman ennusteensa toteutumismahdollisuutta. Kun käyttäjä saa todennäköisyysennusteen, hänen on tiedettävä oma meno/tappio-suhteensa. Eli hänen on arvioitava onko sääilmiön esiintymisen aiheuttama riski hänen kannaltaan suuri vai pieni (SAARIKIVI 1982). Jos esimerkiksi viljelijä ei suojaudu hallaa vastaan, hänelle aiheutuu tietty tappio. Jos hän suojautuu, sekin aiheuttaa menoja. Viljelijälle voidaan laskea menojen ja tappioiden suhde (lyh. M/T-suhde). Jos esim. halla aiheuttaa 10 000 mk tappion ja sadetus maksaa 1 000 mk, on M/T-suhde 0.1. Todennäköisyysennusteen käyttäjä minimoi tappionsa, jos hän suojautuu silloin, kun ilmiön todennäköisyys on sama tai suurempi kuin M/T-suhde. Jos mansikanviljelijän M/T-suhde on 0.4, hän sadettaa silloin, kun hallaa ennustetaan 40-100 % todennäköisyydellä.

Toisena esimerkkinä tarkastellaan sateen todennäköisyysennustetta. Sääennusteiden testauksissa käytetään yleensä sateen todennäköisyysarvion rajana 0.3 millimetriä. Alle 0.3 mm:n sade vuorokaudessa tulkitaan poudaksi. Kun ilmiölle (=sade) annetaan todennäköisyysluku, on ilmoitettava tarkasti, mille aikavälille ja mille paikalle ennuste on laadittu. Vain täten ennusteiden osuvuutta voidaan testauksin seurata. Mitä tarkoitetaan, kun sanotaan, että sateen todennäköisyys on XX prosenttia? Se että ennustaja(joukko) arvioi sateen todennäköisyyttä oikein, merkitsee seuraavaa:

Niissä tapauksissa, joissa sateen todennäköisyydeksi on arvioitu 0 %, ennustusaikavälillä ei tule sadetta kertaakaan. Kun sateen todennäköisyydeksi on arvioitu 10 %, ennustusaikavälillä tulee sadetta kymmenenä kertana sadasta eli kerran kymmenestä tapauksesta. Kun sateen todennäköisyydeksi on arvioitu 20 %, ennustusaikavälillä tulee sadetta kaksi kertaa kymmenestä, jne. Eli yleisesti: niissä tapauksissa, joissa sateen todennäköisyydeksi on arvioitu T %, ennustusaikavälillä tulee sadetta T kertaa sadasta.

Sateen todennäköisyysennusteita testataan tutkimalla, miten edellä mainitut vaatimukset toteutuvat pitkän ajan kuluessa, eli onko sadetapausten suhteellinen frekvenssi kussakin todennäköisyysluokassa sama kuin ao. luokan määrittävä todennäköisyys T. Todennäköisyysennusteita voidaan testata vain kun annettuja ennusteita on riittävän paljon. Kuhunkin ennusteluokkaan tulisi osua vähintään 10 tapausta, jotta testillä olisi luotettavuusarvoa.

Testaustulokset on havainnollista esittää todennäköisyysarvo - suhteellinen frekvenssi -koordinaatistossa eli ns. luotettavuusdiagrammina. Mitä lähemmäksi koordinaatiston halkaisijaa annetut todennäköisyysluokan arvot sijoittuvat, sitä oikeampia ovat annetut todennäköisyysarviot olleet (kuva 26).



Kuva 26. Todennäköisyysennusteiden osuvuuden esittäminen todennäköisyysarvo - suhteellinen frekvenssi -koordinaatistossa, ns. luotettavuusdiagrammi.

Etenkin erikoissääennusteissa, kuten maatalouden sääpalvelussa, todennäköisyyden arvioiminen joillekin sääilmiöille (sade, halla) on koettu hyväksi ja toivotuksi lisäinformaatioksi. Tiedottamisella ja koulutuksella olisi kuitenkin varmistettava, että ennusteen tekijä ja sen käyttäjä ymmärtävät ennusteen samalla tavalla. Tällöin voidaan todennäköisyysennusteen avulla saada mahdollisimman suuri hyöty.

#### 2.3.4. Ennusteiden osuvuuksista

Sääennusteiden osuvuutta testattiin kokeilun aikana erikseen laadituilla piste-kohtaisilla ennusteilla. Maatalouden sääennusteen testaamiseksi annettiin arvio tietylle säätekijälle lukuarvona tietyn ajanjakson aikana tietylle havaintopaikalle. Tällöin voidaan tehtyä ennustetta (piste-ennustetta) arvioida testipaikan säähavaintojen avulla. Testattavat säätekijät olivat ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, sademäärä sekä sateen paikallinen esiintymistodennäköisyys.

Ennustusjaksot olivat 1 vrk, 2 vrk ja 5 vrk. Testiennustelomake on liitteenä 10, s. 120). Vertailuaineistona käytettiin sääpäivystyksen testiennusteita Tampere, Pirkkalan lentoasemalle.

#### 2.3.4.1. Testirajat

Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden testauksessa laskettiin ennustevirhe, joka on ennustetun ja havaitun arvon välinen erotus. Tapaukset jaettiin viiteen luokkaan taulukon 12 mukaan. Lämpötilasta käytetään lyhennystä T, kosteudesta U, ja ennustettu arvo merkitään alaindeksillä e sekä havaittu arvo alaindeksillä h.

Taulukko 12. Yhden ja kahden vrk:n lämpötila- ja kosteusennusteiden testauksessa käytetyt virheluokkarajat.

$T_e - T_h$	$U_e - U_h$	ennustettu
...-6 <sup>o</sup> C	...-21 %	liian kylmää/kuivaa
-5...-3 <sup>o</sup> C	-20...-11 %	vähän liian kylmää/kuivaa
-2...+2 <sup>o</sup> C	-10...+10 %	oikein
+3...+5 <sup>o</sup> C	+11...+20 %	vähän liian lämmintä/kosteaa
+6... <sup>o</sup> C	+21... %	liian lämmintä/kosteata

Viiden vrk:n lämpötilaennusteissa virherajat ovat tiukemmat, koska ko. suureiden vaihteluväli on päivittäisiä pienempi (taulukko 13).

Taulukko 13. Viiden vuorokauden lämpötilaennusteiden testauksessa käytetyt virheluokkarajat.

$T_e - T_h$	ennustettu
...-3.6 <sup>o</sup> C	liian kylmää
-3.5...-1.6 <sup>o</sup> C	vähän liian kylmää
-1.5...+1.5 <sup>o</sup> C	oikein
+1.6...+3.5 <sup>o</sup> C	vähän liian lämmintä
+3.6... <sup>o</sup> C	liian lämmintä

Yhden ja kahden vrk:n sademääräennusteissa käytettiin neliluokkaista jakautumaa 24 tunnin aikana (klo 21-21) kertyneen sademäärän arvioimiseksi (taulukko 14).

Taulukko 14. Yhden ja kahden vrk:n testiennusteissa käytetyt sademääräluokat ja vastaavien luokkien klimatologinen esiintymistodennäköisyys kesällä.

sademäärä/vrk	sademääräluokka	klimatologinen esiintymistodennäköisyys
alle 0.3 mm	poutaa	50-70 %
0.3 - 0.9 mm	vähän sadetta	7-12 %
1.0 - 4.4 mm	sadetta	15-20 %
yli 4.4 mm	runsasta sadetta	5-15 %

Sade-/poutaennusteita tarkasteltiin sekä 0.3 mm että 0.1 mm vuorokausisademäärän mukaan. Jos sataa  $< 0.3$  mm vuorokaudessa, se määritellään kansainvälisesti usein poudaksi (Suomessa ilmastaselvityksissä sadevuorokauden rajana on  $\geq 0.1$  mm). Maataloudelle toimintaa haittaavan tai kastelevan vaikutuksen johdosta merkittävänä sateen vähimmäismääränä vuorokaudessa voidaan yleensä pitää  $\geq 1.0$  mm.

Sateen todennäköisyyden testiennusteissa arvioitiin erikseen neljälle seuraavalle 12 tunnin jaksolle todennäköisyys, että sademäärä kyseisen jakson aikana on vähintään 0.3 mm.

Viiden vuorokauden sade-ennusteissa käytettiin sademäärälle kolme luokkaa (heikko-, normaali- ja runsassateinen), joista kuhunkin kuuluu tilastollisesti kolmannes tapauksista. Viiden vuorokauden normaalin sademäärän kuukausittaiset luokkarajat on esitetty taulukossa 15.

Taulukko 15. Viiden vuorokauden normaali sademäärä touko-lokakuussa.

toukokuu	kesäkuu	heinäkuu
1.9...6.5 mm	3.2...11.3 mm	2.9...16.8 mm
elokuu	syyskuu	lokakuu
4.5...17.2 mm	3.5...13.2 mm	3.3...11.4 mm

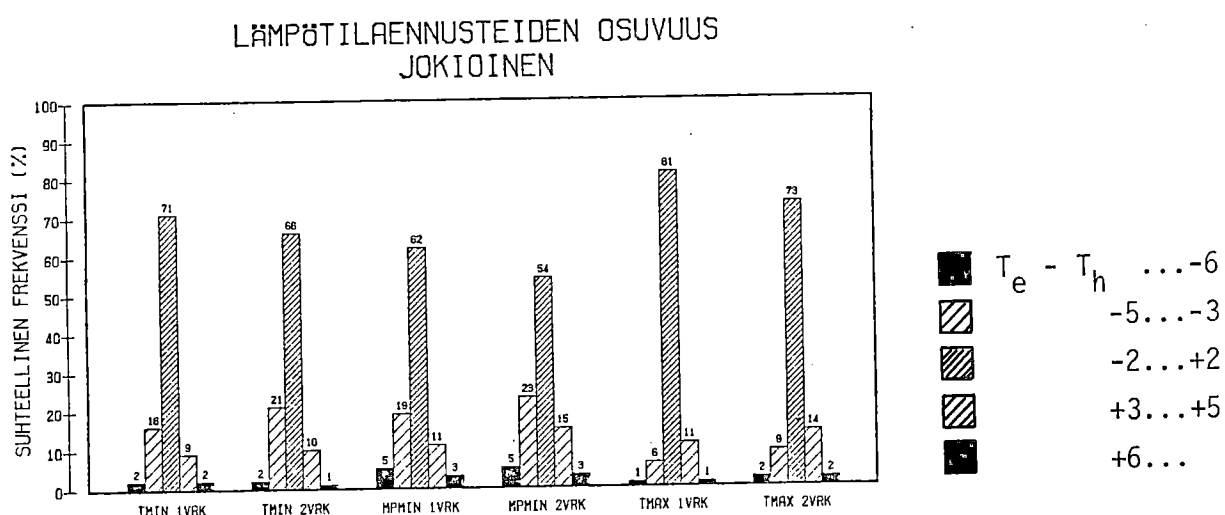
Sateen todennäköisyysennusteissa arvioitiin päivittäin neljälle seuraavalle 12 tunnin jaksolle todennäköisyys, että sademäärä kyseisen jakson aikana on vähintään 0.3 mm.



## 2.3.4.2. Ilman lämpötila

Päivän ylimmän ja yön alimman lämpötilan ennusteissa ei suuria virheitä ollut juuri lainkaan (kuva 27).

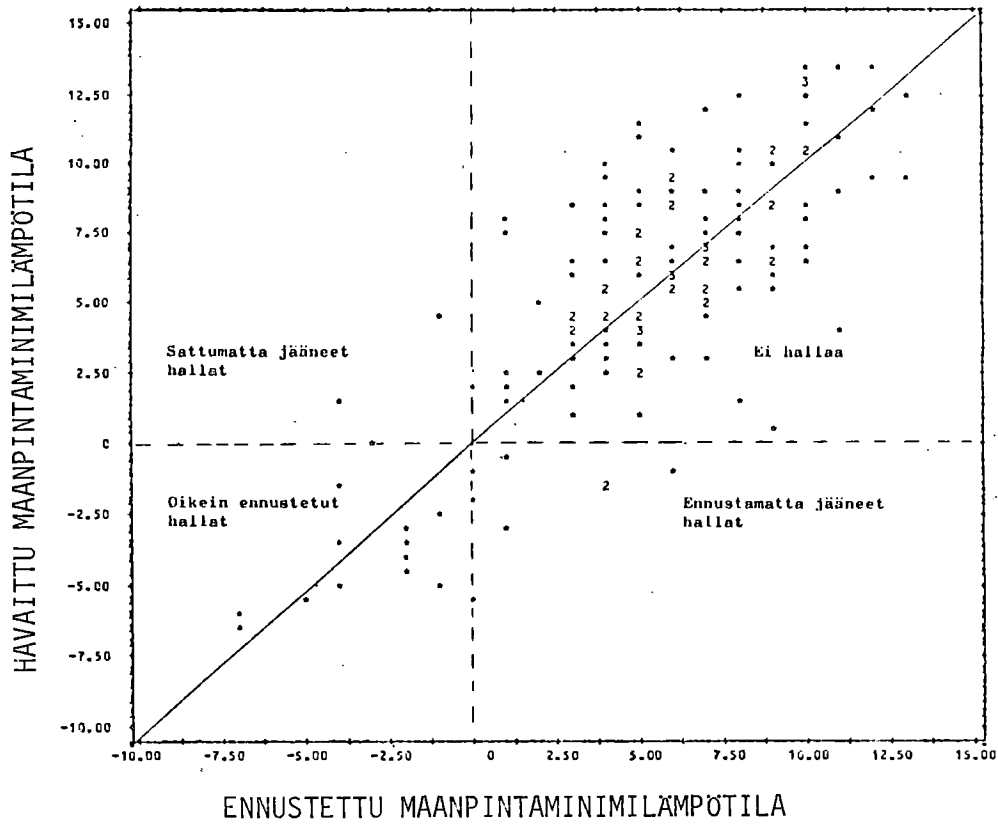
Yön alimman lämpötilan ennustaminen maanpintaan oli vähän epätarkempaa, suuria virheitä ( $>5^{\circ}\text{C}$ ) oli yhteensä 8 %. Liian kylmää ennustettiin useammin kuin liian lämmintä, eli oli havaittavissa taipumusta varoittamiseen.



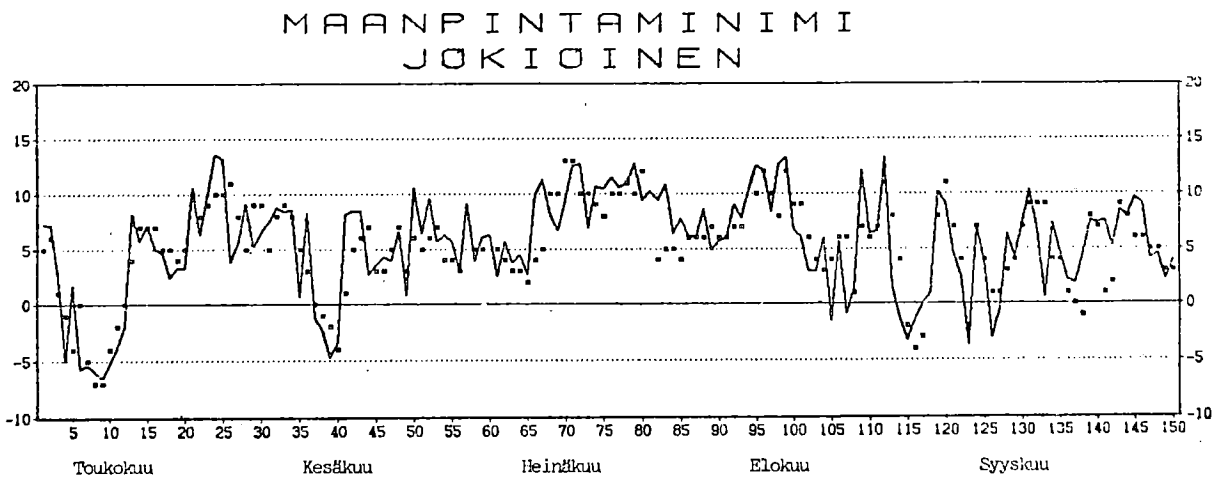
Kuva 27. Yhden ja kahden vuorokauden minimi- (TMIN) maanpintaminimi- (MPMIN) ja maksimilämpötilaennusteiden (TMAX) virhejakaumat testin mukaan (Maatalouden sääpalvelukokeilu).

Hallaa esiintyi Jokioisissa 21 kertaa touko-syyskuussa. Se onnistuttiin ennakoimaan pistekohtaisissa yhden vuorokauden testiennusteissa 16 kertaa (kuva 28). Kuitenkin sanallisesti annetuissa hallavaroituksissa jäi vain yksi halla ennustamatta Jokioisille (ks. kohta 2.3.4.5.).

Ensimmäisen yön hallaista jäi testiarvojen mukaan ennustamatta viisi. Turhia hallaennusteita oli viiden kuukauden aikana kolme (kuvat 28 ja 29).

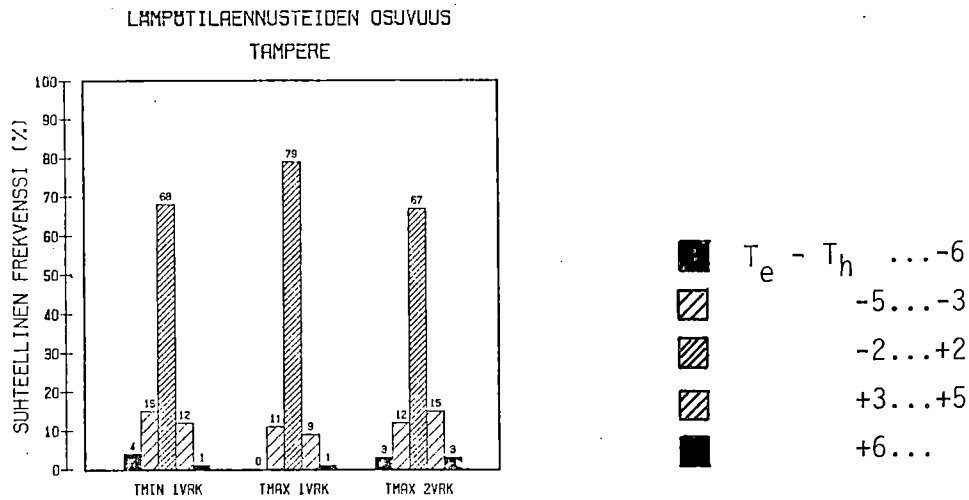


Kuva 28. Ennustettujen ja havaittujen maanpintaminimilämpötilojen vertailu testiarvojen mukaan. (Jokioinen, observatorio, maatalouden sääpalvelukokeilu). (x = yksi tapaus, 2 = kaksi tapaus, 3 = kolme tapaus).



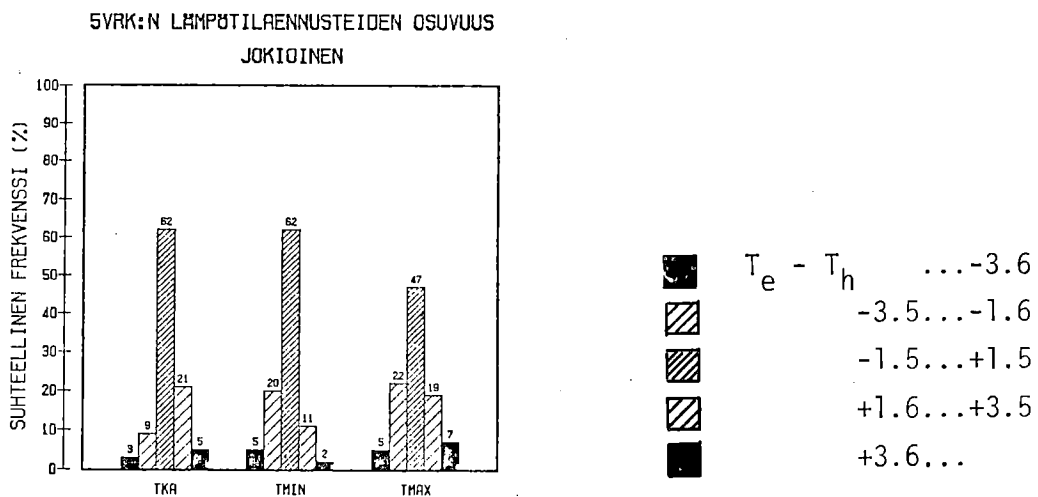
Kuva 29. Havaittu maanpintaminimilämpötila (—), sekä yhden vuorokauden testiennustearvot (■) touko-syyskuussa 1984 (Maatalouden sääpalvelukokeilu).

Sääosastolla sääpäivystyksessä Tampereelle tehtyjen testiennusteiden osuvuus maksimi- ja minimilämpötilojen osalta on samaa luokkaa kuin Jokioisiin tehdyissä ennusteissa, joskin suuria virheitä on hivenen enemmän (kuva 30).



Kuva 30. Yhden- kahden vuorokauden minimi- (TMIN) ja maksimilämpötilaennusteiden (TMAX) virhejakaumat (sääosasto, sääpäivystys).

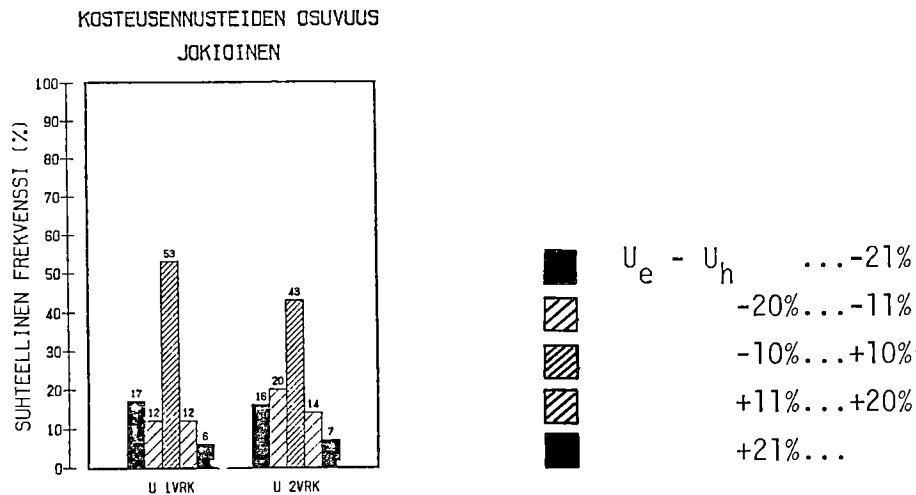
Viiden vuorokauden keskilämpötila ennustettiin oikein lähes kahdessa tapauksessa kolmesta, ja suuria virheitä oli 8 %:ssa ennusteista. Keskimääräiset minimilämpötilaennusteet olivat saman tasoisia, mutta maksimilämpötilaennusteet heikompia (kuva 31).



Kuva 31. Viiden vuorokauden keskilämpötilaennusteiden (TKA), sekä jaksolle ennustetun keskimääräisen alimman (TMIN) ja ylimmän (TMAX) lämpötilan virhejakaumat (Maatalouden sääpalvelukoikeilu).

## 2.3.4.3. Ilman suhteellinen kosteus

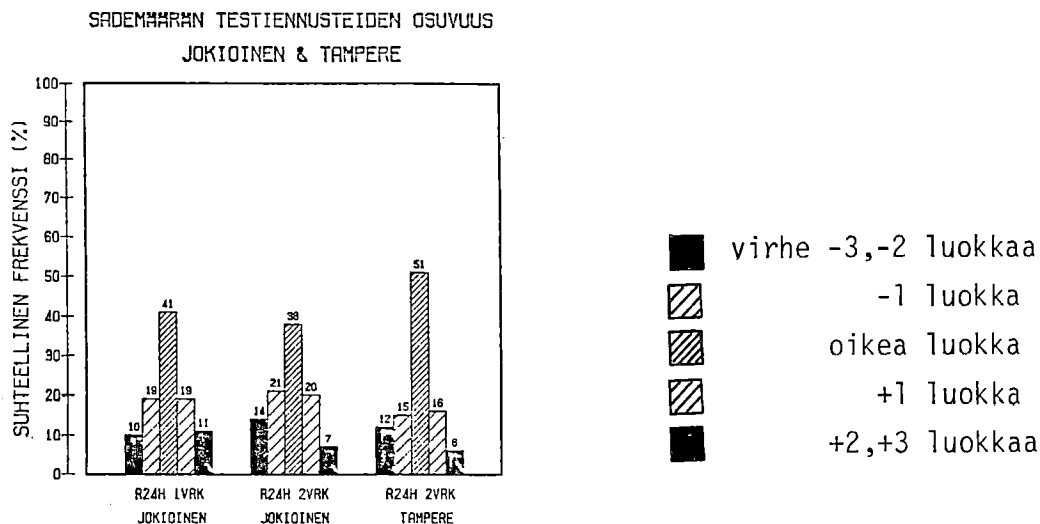
Suhteellisen kosteuden testiennusteet (prosentteina) tehtiin sekä ensimmäiselle että toiselle ennustuspäivälle klo 15. Osuvuusjakaumista (kuva 32) havaitaan systemaattinen aliennustaminen (liian kuivaa).



Kuva 32. Yhden ja kahden vuorokauden kosteusennusteiden virhejakaumat (Maatalouden sääpalvelukoikeilu).

## 2.3.4.4. Sade

Sademääräennusteissa oikeaan luokkaan osuneita oli yhden vuorokauden ennusteista 41 % ja kahden vuorokauden ennusteista 38 % (kuva 33). Pahoja (kolmen luokan) virheitä tehtiin molemmissa tapauksissa noin joka kymmenennessä ennusteessa.



Kuva 33. Yhden- ja kahden vuorokauden sademääräennusteiden (R24H) virhejakaumat.

Verrattaessa Tampereelle ja Jokioisiin tehtyjä kahden vuorokauden testiennusteita voidaan sanoa, että suurissa virheissä ei ole merkittävää eroa, mutta oikeaan osuneita ennusteita tehtiin Tampereelle selvästi enemmän (kuva 33).

Tarkasteltaessa sade/poutaennusteita havaitaan, että sadetta ennustettiin liikaa, jos sateen rajana pidetään 0.3 mm vuorokautista sadetta (taulukko 16).

Taulukko 16. Yhden vuorokauden sade/poutaennusteiden osuvuus (%) (Maatalouden sääpalvelukokeilu, Jokioinen, observatorio) (a) saderaja 0.3 mm/24 h, (b) saderaja 1.0 mm/24 h.

(a) HAV	ENN		yht.
	poutaa	sadetta	
poutaa	25	24	49 %
sadetta	4	47	51 %
yht.	29 %	71 %	100 % oikeat 72 %

(b) HAV	ENN		yht.
	poutaa	sadetta	
poutaa	48	12	60 %
sadetta	17	23	40 %
yht.	65 %	35 %	100 % oikeat 71 %

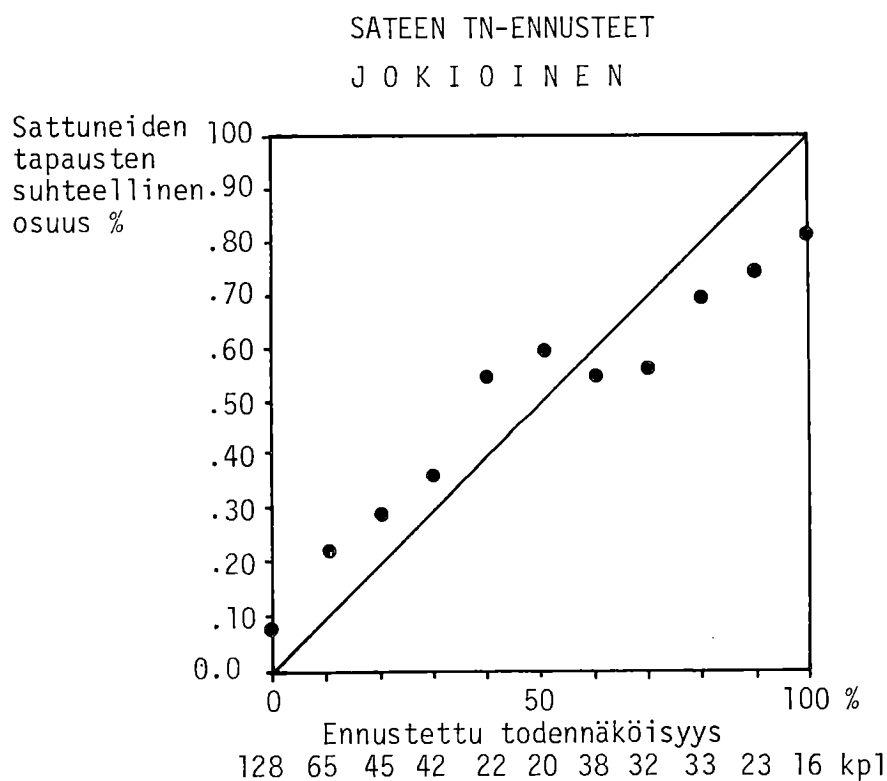
Jos sateen rajana pidetään 1.0 mm vuorokaudessa, merkittävää yli tai aliennustamista ei ole havaittavissa (taulukko 16). Näin ollen voidaan todeta, että sateesta varoittaminen ilmenee heikkojen sateiden (0.3-0.9 mm) liiallisena ennustamisena. Maataloutta ajatellen 1 mm:n raja vuorokauden sademäärälle lienee merkittävämpi kuin testiennusteissa yleensä käytetty 0.3 mm.

Toiselle vuorokaudelle tehdyt sade- ja poutaennusteet olivat tasoltaan muutaman prosenttiyksikön heikompia kuin ensimmäiselle vuorokaudelle tehdyt. Merkittävää eroa osuvuudessa ei ollut. Viiden vuorokauden sade-ennusteita annettiin kokeilukesänä 152 kertaa. Testiennusteista oikeita oli 42 % ja vääriä 8 % (taulukko 17).

Taulukko 17. Viiden vuorokauden sademääräennusteiden ja havaittujen tapausten suhteelliset määrät luokittain.

HAV \ ENN	ENN			yht.
	Heikko	Normaali	Runsas- sateinen	
Heikko	6	15	2	23 %
Normaali	11	9	9	29 %
Runsassateinen	6	15	27	48 %
yht.	23 %	39 %	38 %	100 % oikeat 42 %

Sateen todennäköisyysennusteiden osuvuutta kuvaava luotettavuusdiagrammi (kuva 34) havainnollistaa kuinka usein kutakin todennäköisyysluokkaa ennustettaessa sadetta on havaittu (ks. kohta 2.3.3.).



Kuva 34. Sateen ( $\geq 0.3$  mm/12 h) todennäköisyysennusteiden luotettavuusdiagrammi. Jokaisen %-luokan alla on ennusteiden lukumäärä.

Todennäköisyysennustetta voidaan pitää luotettavana, jos kaikki pisteet sattuivat lävistäjäsuoralle. Kuvasta nähdään, että pieniä todennäköisyysluokkia käytettiin liian harvoin ja suuria arvoja liian usein. Varoittaminen oli havaittavissa myös sateen todennäköisyysennusteissa.

#### 2.3.4.5. Hallavaroitukset sanallisissa ennusteissa

Koska yhdelle havaintopaikalle laaditut piste-ennustearvot, joiden osuvuuksia on edellä selostettu, eivät välttämättä kerro kaikkea sitä tietoa tai varoituksia, jotka on mahdollista välittää sanallisessa ennusteessa, käytiin kaikki kesän aikana laaditut 0-2 vuorokauden sanalliset ennusteet läpi hallavaroitusten kannalta. Mikäli palvelutiedotteen ennusteessa varoitettiin hallan mahdollisuudesta, ja hallaa oli myös esiintynyt jollain viestittäväällä ilmastoasemalla, katsottiin hallavaroitus oikeaksi. Hallaennusteen osuvuutta voitiin seurata myös päivittäin SOLANTIEn (1983) kehittämällä "pikatestausella".

Sanallisissa ennusteissa käytettyjen sanontojen voidaan katsoa vastaavan ilmiön paikallista esiintymistodennäköisyyttä taulukon 18 mukaan.

Taulukko 18. Hallavaroituksen sanamuodon ja ilmiön paikallisen esiintymistodennäköisyyden vastaavuus.

Paikallinen todennäköisyys %	Hallavaroituksen sanamuoto
10-20 %	Alavilla mailla hallanvaara/Alavilla mailla mahdollisesti hallaa
30-40 %	Hallanvaara/Mahdollisesti hallaa
50-60 %	Paikoin hallaa
70-80 %	Monin paikoin hallaa
90-100 %	(Yleisesti) hallaa

Lammi, Vestolan ilmastoasemalla esiintyi hallaa useimmin eli yhteensä 32 yönä. Jokioisten observatorion havainnoissa hallaöitä oli 21 kpl ja Hauho, Länsi-Hahkialassa 18. Hauho, Länsi-Hahkialan hallayöt olivat samat kuin Jokioisilla ja Lammilla.

Hallavaroitukset annettiin erikseen sekä lähimmälle yölle että toiselle yölle tilannearvion mukaan. Taulukossa 19 on esitetty ensimmäiselle ja toiselle yölle annetut hallavaroitukset ja esiintyneet hallat Lammi, Vestolan maanpintaminimi-havaintojen mukaan. Taulukossa 20 on vastaava esitys Jokioisten havaintoihin verrattuna.

Taulukko 19. Maatalouden sääpalvelukokeilussa 2.5.-30.9.1984 ennustetut ja havaitut hallat ( $T_{mpmin} < 0.0^{\circ}\text{C}$ ) Lammi, Vestolassa.

Ensimmäinen yö (2.5.-)

ENN (kpl) \ HAV (kpl)	Hallaa	Ei enn. hallaa	yht.
hallaa	25	6	31
ei hallaa	16	105	121
yht.	41	111	152

Toinen yö (3.5.-)  
yksi hallatapaus vähemmän

ENN (kpl) \ HAV (kpl)	Hallaa	Ei enn. hallaa	yht.
hallaa	20	10	30
ei hallaa	9	113	122
yht.	29	123	152

Taulukko 20. Maatalouden sääpalvelukokeilussa 2.5.-30.9.1984 ennustetut ja havaitut hallat ( $T_{mpmin} < 0.0^{\circ}\text{C}$ ) Jokioisten observatoriossa.

Ensimmäinen yö (2.5.-)

ENN (kpl) \ HAV (kpl)	Hallaa	Ei enn. hallaa	yht.
hallaa	20	1	21
ei hallaa	21	110	131
yht.	41	111	152

Toinen yö (3.5.-)  
yksi hallatapaus vähemmän

ENN (kpl) \ HAV (kpl)	hallaa	Ei enn. hallaa	yht.
hallaa	19	2	20
ei hallaa	12	120	132
yht.	31	122	152

Tekstiennusteissa annettiin hallavaroituksia yhteensä 41 kertaa. Lammi, Vestolan 32 hallayöstä kuului 31 ennustejaksoon, sillä 1.5.84 sattunut halla oli kokeiluennusteiden ulkopuolella. Lammi, Vestolassa havaituista halleista jäi varoitta-



matta 6 kappaletta lähimmän yön halleista ja toisen yön halleista 10. Hallaennusteet pystyttiin tarkentamaan lähiyölle vielä neljässä tapauksessa edellisen yön minimilämpötilaennusteista. Koska hallaöitä oli palveluennusteissa seuraavalle yölle mukana 31 kpl, pystyttiin hallanarkojen paikkojen halleista varoittamaan 4 kpl 5:stä. "Turhia" hallavaroituksia annettiin 16 kertaa.

Kun tarkastellaan hallan esiintymistä ja hallavaroituksia Jokioisten observatorion havainnoista, oli tulos selvästi parempi kuin Lammi, Vestolassa. Jokioisten halleista jäi ensimmäiselle yölle vain yksi varoittamatta, ja tässäkin tapauksessa oli havaittu maanpintaminimi  $-0.8^{\circ}\text{C}$  (18.8.84). Koska Jokioisilla esiintyi hallaa vain 21 kertaa, tuli myös "turhia" hallavaroituksia useampia kuin Lammille eli 21 kpl.

Ennustamatta jääneistä halleista ei kuitenkaan mikään kuulunut luokkaan "ankara halla" eli  $T_{\text{mpmin}} \leq -4.0^{\circ}\text{C}$ . Lammi, Vestolassakin varoittamattomissa hallatapauksissa olivat maanpintaminimilämpötilat välillä  $-0.6 \dots -2.4^{\circ}\text{C}$ . Jälkimmäinen hallalukema havaittiin 3.5.84, jolloin merkittävää kasvillisuutta ei vielä ollut.

Hallasta varoittamisessa esiintyi tiettyä varovaisuutta ja "hitautta"; hallajakson päättyessä ennustettiin usein vielä yhdeksi yöksi hallan mahdollisuutta "varmuuden vuoksi" (kuva 29, s. 52). Kokeiluennusteissa onnistuttiin kuitenkin verrattain hyvin hallavaroitusten antamisessa. Vastaavana ajanjaksona jäi sääosaston sääpäivystyksen laatimissa ennusteissa Hämeen läänin eteläosiin neljä hallavaroitusta antamatta.

## 2.4. Maatalousmeteorologisten laskenta- ja ennustemallien kehittäminen

### 2.4.1. Haihdunta

Kokeilun aikana selvitettiin mahdollisuuksia laskea ja ennustaa potentiaalista evapotranspiraatiota. Lähtökohtana oli Penman-Monteith-yhtälö (ks. esim. THOMPSON ym. 1981).

$$(8) \quad \lambda E = \frac{\Delta(R_N - G) + \rho c_p (e_s - e) r_a}{\Delta + \gamma (1 + r_s / r_a)},$$

missä  $\lambda$  = veden höyrystymislämpö ( $2465 \text{ Jg}^{-1}$ )  
 $E$  = haihdunta ( $\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )  
 $\Delta$  = kyllästysvesihöyrinpainekäyrän kaltevuus ( $\text{mbK}^{-1}$ )

$$\begin{aligned}
 R_N &= \text{säteilytase (Wm}^{-2}\text{)} \\
 G &= \text{lämpövuoto maassa (Wm}^{-2}\text{)} \\
 \rho &= \text{ilman tiheys (kgm}^{-3}\text{)} \\
 c_p &= \text{ilman ominaislämpö vakiopaineessa (1005 Jkg}^{-1}\text{)} \\
 e_s &= \text{kyllästysvesihöyrinpaine kojussa (mb)} \\
 e &= \text{vallitseva vesihöyrinpaine kojussa (mb)} \\
 \gamma &= \text{psykometrikerroin = 0.66 (mbK}^{-1}\text{)} \\
 r_s &= \text{pintavastus (sm}^{-1}\text{)} \\
 r_a &= \text{aerodynaaminen vastus (sm}^{-1}\text{)}.
 \end{aligned}$$

Yhtälöä on käytetty paljon haihdunnan laskemisessa lähtien meteorologisista havainnoista: esim. brittiläinen MORECS-menetelmä. Suomessa yhtälöä on kokeiltu haihdunnan ennustamiseen turvetuottajien sääpalvelun yhteydessä (VENÄLÄINEN 1985).

Yhtälö edellyttää, että pinnan lämpötila on sama kuin kojulämpötila. Tätä virheellisyyttä voidaan yrittää korjata seuraavasti:

$$(9) \quad R_N = R_{NE} + C,$$

missä

$$\begin{aligned}
 R_{NE} &= R_N \text{ laskettuna olettamalla, että } T_o = T_k \\
 T_o &= \text{pintalämpötila } ^\circ\text{C} \\
 T_k &= \text{kojulämpötila } ^\circ\text{C} \\
 C &= \text{korjaustermi}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (10) \quad C &= \varepsilon \sigma (273.16 + T_k)^4 - (273.16 + T_o)^4 \\
 \varepsilon &= \text{pinnan emissiokyky} \\
 \sigma &= \text{Stefan-Boltzmannin vakio (5.67 + 10}^{-8}\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}\text{)}.
 \end{aligned}$$

Pienillä  $T_k - T_o$ -arvoilla yhtälö (10) voidaan kirjoittaa muotoon:

$$c \approx 4\varepsilon\sigma(273.16 + T_k)^3 (T_k - T_o) \text{ eli}$$

$$(11) \quad C = b' (T_k - T_o).$$

Siten

$$(12) \quad R_N = R_{NE} + b' (T_k - T_o)$$

Pinnan lämpötase voidaan nyt kirjoittaa:

$$(13) \quad \lambda E = R_{NE} - G - H - b'(T_0 - T_k),$$

missä  $H$  = pinnasta ylöspäin suuntautunut lämmön vuo ( $\text{Wm}^{-2}$ )

Lämmönsiirtovastusyhtälö voidaan kirjoittaa:

$$(14) \quad H = \rho c_p (T_0 - T_k) / r_{aH},$$

missä  $r_{aH}$  = lämmönsiirtovastus, kun turbulenssi siirtää lämpöä pinnalta kojukorkeudelle.

Vastaavasti voidaan kirjoittaa haihdunnalle:

$$(15) \quad E = \rho (q_0 - q_k) / (r_s + r_{aE}),$$

missä  $q_0$  = pintakasvillisuuden lehtien ilmarakojen välittömässä läheisyydessä vallitseva ominaiskosteus

$\cong$  kyllästysominaiskosteus pintalämpötilassa

$r_s$  = vesihöyrynsiirtovastus lehtirakojen läheisyydestä kasvillisuuden pintaan

$r_{aE}$  = vesihöyrynsiirtovastus kasvillisuuden pinnalta kojukorkeudelle.

Edelleen

$$q_0 - q_k = q_0 - q_s(T - T_k) + q_s(T - T_k) - q_k, \text{ eli}$$

$$(16) \quad q_0 - q_k \cong \Delta'(T_0 - T_k) + \delta q,$$

missä  $\Delta'$  = kyllästysominaiskosteuskäyrän kaltevuus ( $\text{K}^{-1}$ )

$\delta q$  = ominaiskosteuden kyllästysvajausta kojukorkeudella.

Näin saadaan:

$$(17) \quad E = \rho (\Delta'(T_0 - T_k) + \delta q) / (r_s + r_{aE}).$$

Nyt oletetaan, että

$$(18) \quad r_{aE} \approx R_{aH} = R_a. \text{ Tällöin yhtälöistä (13) ja (14) saadaan}$$

$$(19) \quad \lambda E = R_{NE} - G - (T_o - T_k)(\rho c_p/r_a + b').$$

Eliminoimalla  $T_o - T_k$  yhtälöiden (17) ja (19) avulla saadaan

$$E(1 + r_s/r_a) = \rho \delta q/r_a + \frac{\Delta'((R_{NE} - G) - \lambda E)}{c_p(1 + b'r_a/\varphi c_p)}$$

eli

$$E(c_p(1 + r_s/r_a)(1 + b'r_a/\varphi c_p) + \Delta'\lambda = \rho c_p \delta q(1 + b'r_a/\varphi c_p)/r_a + \Delta'(R_{NE} - G)$$

Täten

$$(20) \quad \lambda E = \frac{\Delta'(R_{NE} - G) + \rho c_p \delta q(1 + b'r_a/c_p)/r_a}{\Delta' + c_p(1 + r_s/r_a)(1 + b'r_a/\rho c_p)/\lambda}$$

Käyttämällä ominaiskosteuden sijasta vesihöyrynpainetta, saadaan:

$$(21) \quad \lambda E = \frac{\Delta(R_{NE} - G) + \rho c_p(e_s - e)(1 + b'r_a/\rho c_p)/r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s/r_a)(1 + b'r_a/\rho c_p)}$$

Tätä kaavaa on käytetty brittiläisessä MORECS-mallissa. VENÄLÄINEN (1985) kehitti Penman-Monteith-menetelmästä haihdunnan ennustamiseen tarvittavan menetelmän. Kyllästysvesihöyrynpaine voidaan laskea seuraavasti (MORTON 1975):

$$(22) \quad e_s = 6.11 \exp\left(\frac{17.27 T}{T + 237.3}\right),$$

missä  $T$  = ilman lämpötila, °C.

Vesihöyrinpainekäyrän kaltevuus ( $\Delta$ ) saadaan derivoimalla yhtälö (22):

$$(23) \quad \frac{d_{es}}{dT} = \frac{4098.17}{(T + 237.3)^2} \times 6.11 \exp\left(\frac{17.27T}{T + 237.3}\right),$$

Ilman tiheys voidaan laskea:

$$(24) \quad \rho = p/(R_d)(1 - .378e/p),$$

missä  $p$  = ilmanpaine

$R_d$  = kuivan ilman kaasuvakio (=287 Jkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>)

$e$  = vallitseva vesihöyrinpaine

$K$  = ilman lämpötila, K.

Pintavastusermi  $r_s$  tulee käyttöön silloin, kun vettä ei ole rajattomasti saatavilla. Potentiaalista evapotranspiraatiota laskettaessa tai ennustettaessa tämän termin suuruudeksi voidaan olettaa  $r_s < 50 \text{ sm}^{-1}$  (VAKKILAINEN 1982).

Lämmön ja vesihöyrin aerodynaamiset siirtovastukset voidaan kirjoittaa (THOMPSON ym. 1981):

$$(25) \quad r_{aH} = r_{aE} = r_a = \int_{z_{T,q}}^z (1/K_{H,E}(z))dz,$$

missä  $K_{H,E}$  = lämmön ja kosteuden siirron diffuusiokerroin

$r_{aH}$  = lämmönsiirtovastus

$r_{aE}$  = vesihöyrinsiirtovastus

$r_a$  = aerodynaaminen vastus

$z_{T,q}$  = pinnan rosoisuuskorkeus lämmön ja vesihöyrin vuolle.

Rosoisuuskorkeuden arvot ovat noin  $0.02 \times h$ , missä  $h$  on pinnan kasvuston korkeus (THOMPSON ym. 1981), siis lyhyen ruohopinnan ( $h = 5 \text{ cm}$ ) kohdalla  $z_{T,q} \approx 1 \text{ mm}$ .

Jos ilman lämpötilan vertikaaligradienetti on lähellä neutraalia tilannetta, tuuli-profiili on logaritminen. Tällöin voidaan kirjoittaa (THOM ja OLIVER 1977):

$$(26) \quad r_a = (6.25/u_{10m})(\ln(10/(0.1 \times h)))(\ln(6/(0.1h))),$$

missä  $u_{10m}$  = tuulen horisontaalinopeus 10 m:n korkeudessa, eli lyhyelle ruohopinnalle:

$$r_a = 336.8/u_{10m}$$

Haihdunta saa suurimman osan tarvitsemastaan energiasta auringon säteilyenergi-ana, ja nimenomaan säteilytase kuvaa käytettävissä olevan energian määrää. Koska sitä ei suoraan mitata eikä ennusteta, se tulee arvioida seuraavasti:

$$(27) \quad R_N = (1 - A) R_S + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} = (1 - A) R_S + R_{LN}$$

missä  $A$  = pinnan albedo (ruoholle  $A = 0.25$ )

$R_S$  = maanpinnalle tuleva lyhytaaltoinen säteily

$R_{L\downarrow}$  = maanpinnalle tuleva pitkäaaltoinen säteily

$R_{L\uparrow}$  = maanpinnalta lähtevä pitkäaaltoinen säteily

$R_{LN}$  = pitkäaaltoisen säteilyn tase.

VENALAISEN (1985) käyttämässä menetelmässä arvioidaan maanpinnalle tuleva lyhytaaltoinen auringonsäteily SAURION (1977) kehittämällä menetelmällä, joka on muotoa:

$$R_S = R_{SO} \left( \sum_{i=1}^n C_i X_i + C \right),$$

missä  $R_S$  = auringon kokonaissäteilyn arvo

$R_{SO}$  = säteilymaksimiarvo

$X_i$  = selittäjäsuure

$C_i$  = kertoimia

$C$  = vakiotermi.

Säteilymaksimin ( $R_{SO}$ ) arvo lasketaan seuraavasti:

$$(28) \quad R_{SO} = 1360(1 + 0.0374575 \cos(2\pi d/365)) \sin \alpha \left( (t_2 - t_1) \sin \delta \sin \varphi + \frac{12}{\pi} \cos \delta \cos \varphi \left( \sin \frac{\pi t_1}{12} - \sin \frac{\pi t_2}{12} \right) / (t_2 - t_1) \right) (0.9056 + 0.0154 \ln(m))^m$$

missä  $d$  = päivän järjestysnumero (1. tammikuuta = 1)

$\alpha$  = auringon korkeuskulma

$\delta$  = auringon deklinaatiokulma

$\varphi$  = paikan leveyspiiri

$t_1$  ja  $t_2$  = ennustusjakson alku ja loppukellonajat.  
 $m$  = ns. optinen ilmassa, jolle on voimassa yhtälö:

$$(29) \quad m = \frac{\sqrt{R^2 \sin^2 \alpha + 2RH + H^2} - R \sin \alpha}{H},$$

missä  $R$  = maapallon säde  
 $\alpha$  = auringon korkeuskulma  
 $H$  = homogeenisen ilmakehän paksuus (n. 8000 m).

Auringon korkeuskulma ( $\alpha$ ) lasketaan seuraavasti:

$$(30) \quad \sin \alpha = \sin \delta \sin \varphi - \cos \delta \cos \varphi \cos \frac{\pi t_k}{12},$$

missä  $t_k = \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1$ , jos  $t_2 \leq 12$  tai  $t_1 \geq 12$  ja

$$t_k = 12 + \frac{1}{4}t_2 - \frac{1}{4}t_1, \text{ jos } t_1 < 12 \text{ ja } t_2 > 12.$$

Auringon deklinaatiokulma lasketaan seuraavasti (THOMPSON ym. 1981):

$$(31) \quad \delta = 0.41 \cos(2\pi/(d - 172)/365).$$

SAURION (1977) kehittämä maanpinnalle tulevan auringon kokonaissäteilyn arvioiva yhtälö on muotoa:

$$(32) \quad R_s = (C_1 + C_2 \sin \alpha + C_3 N + C_4 N^2 + C_5 N^3 + C_6 N_L + C_7 N_L^2 + C_8 N_L^3 + C_9 e + C_{10} e^2) \times R_{s0}/100,$$

missä  $N$  = kokonaispilvisyys (kahdeksasosina)  
 $N_L$  = alapilvien määrä "  
 $H$  = pilvien alaraja (synopkoodi 0...9)  
 $e$  = vesihöyrynpaine (mb).

Vakioiden C arvot on esitetty taulukossa (21). Auringon lyhytaaltoisen säteilyn laskeminen ja ennustaminen palautuu siis pilvisyys- ja kosteusennusteisiin.

Taulukko 21. Kertoimien  $C_i$  arvot (SAURIO 1977).

selittäjä- suureet $x_i$	$3^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$	$\alpha > 15^\circ$
	$C_i$	$C_i$
1	4.9146	93.266
2 sin	44.679	15.932
3 N	-0.18871	-6.6361
4 $N^2$	0.087013	2.2465
5 $N^3$	-0.0167	-0.29844
6 $N_L$	-0.33952	3.8508
7 $N_L^2$	0.012991	-1.9256
8 $N_L^3$	0.0016104	0.15661
9 H	0.056357	0.84492
10 e	-0.43831	-3.2799
11 $e^2$	-	0.098438

Seuraavaksi tarkastellaan pitkäaaltoisen säteilyn osuutta säteilytaseeseen. BRUTSAERT (1975) on johtanut yhtälön taivaan pitkäaaltoiselle säteilylle selkeään sään tilanteessa:

$$(33) \quad R_{L\downarrow} = a' \sigma K_k^4 (e_k / K_k)^{1/7},$$

missä  $a' = 1.28$  (THOMPSON ym. 1981, s. 17)  
 $\sigma$  = Stefan-Boltzmannin vakio  
 $K_k$  = kojulämpötila, K  
 $e_k$  = vesihöyrynpaine kojukorkeudella, mb.

Ylöspäin suuntautuvalle pitkäaaltoiselle säteilylle voidaan kirjoittaa (olettamalla  $K_0 = K_k$ ):

$$(34) \quad R_{L\uparrow} = \epsilon \sigma K_k^4,$$

missä  $\epsilon$  = emissiokerroin (=0.95)  
 $\sigma$  = Stefan-Boltzmannin vakio  
 $K_k$  = kojulämpötila, K.



Täten pitkäaaltoisen säteilyn tase selkeässä tilanteessa saadaan vähentämällä yhtälö (34) yhtälöstä (33):

$$1.28 \sigma K_k^4 (e_k/K_k)^{1/7} - \epsilon \sigma K_k^4 \quad \text{eli}$$

$$(35) \quad R_{LNo} = \sigma K_k^4 (1.28 (e_k/K_k)^{1/7} - 0.95).$$

Pilvisyyden vaikutuksen VENÄLÄINEN (1985) ottaa huomioon seuraavasti:

$$(36) \quad R_{LN} = R_{LNo} (1 - kn^2),$$

missä  $R_{LN}$  = pitkäaaltoisen säteilyn tase  
 $R_{LNo}$  = selkeän sään pitkäaaltoinen säteily  
 $n$  = pilvisyys kymmenesosina  
 $k$  = pilvisyydestä riippuva kerroin.

SELLERS (1965) esittää kertoimelle  $k$  seuraavat arvot:

$k$	$h(m)$ pilvien alarajojen korkeus
1	0
.99	99
.96	460
.88	1220
.80	2140
.66	3660
.32	8390
.16	12000

Kerroin  $k$  voidaan kirjoittaa riippuvaksi pilvien alarajan korkeudesta ( $h$ ) n. 7 km:iin saakka:  $k = 1 - 8.9 \times 10^{-5} \times h$ . Jos taivaalla on useita pilvikerroksia, voidaan ne kaikki ottaa huomioon (VENÄLÄINEN 1985):

$$(37) \quad R_{LN} = R_{LNo} (1 - (k_1 n_1^2 + k_2 n_2^2 + k_3 n_3^2 \dots)).$$

Yhdistämällä yhtälöt (35) ja (37), saadaan pitkäaaltoisen säteilyn taseelle yhtälö:

$$(38) \quad R_{LN} = \epsilon \sigma K^4 (1.28(e_k/K_k)^{1/7} - 0.95)(1 - 1.1125 \times 10^{-5} \times H_L N_L^2 + 1.1125 \times 10^{-5} H_C N_C^2)$$

laskettaessa tai ennustettaessa säteilytasetta kahden pilvikerroksen tapauksessa, kun pilvisyys on ilmoitettu kahdeksasosina.

Lämpövuoto ruohopintaaisessa maassa voidaan arvioida päiväsaikaan osana säteilytaseesta:

$$(39) \quad G_d = 0.1 R_N,$$

missä  $R_N = R_{LN} + (1 - A)R_S.$

Öinen lämpövuoto maasta voidaan arvioida päiväsaikaisen ja kuukauden keskimääräisen maahan varastoituneen energian avulla:

$$(40) \quad G_p = G_d - P,$$

missä  $P$  = keskimääräinen energia, joka varastoituu maahan päivässä ( $Wm^{-2}$ ).

LAITISEN (1970) laskelmien mukaan  $P$  saa Jokioisilla eri kuukausina arvot:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
-7	-5	-2	22	27	17	10	2	-7	-10	-10	-10 ( $Wm^{-2}$ )

Näin haihduntaan käytettävissä oleva energia on päiväsaikaan:

$$(41) \quad R_{Nd} - G_d$$

ja yöllä:

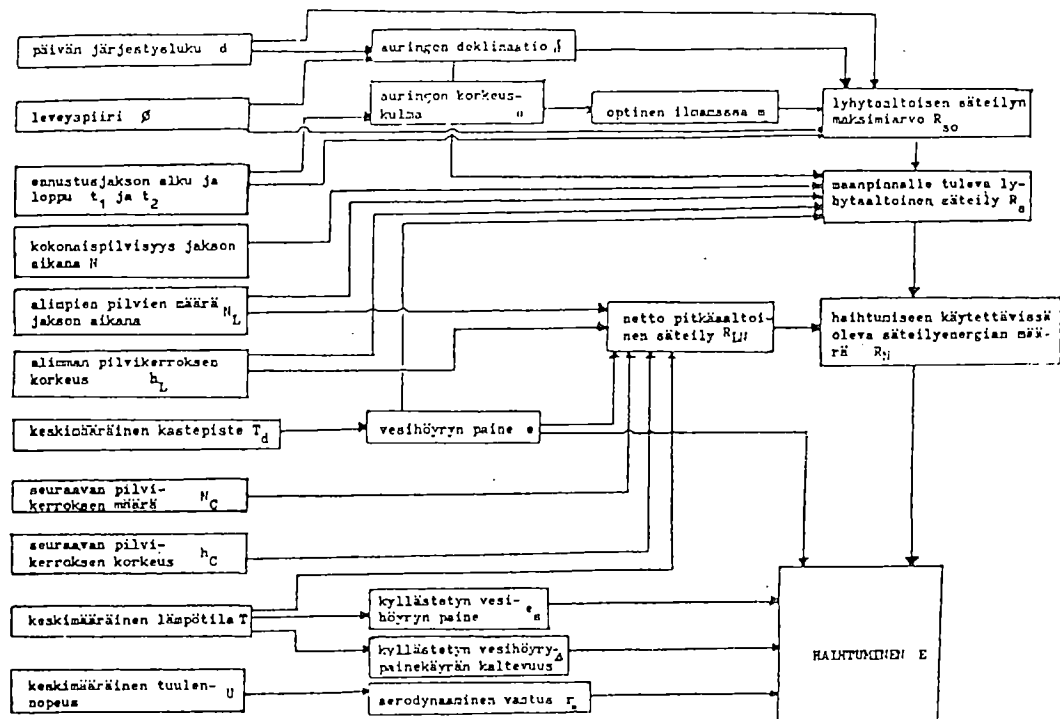
$$(42) \quad R_{LN_n} - G_n.$$

Yhtälöiden (22)...(42) avulla pystytään määrittelemään kaikki yhtälössä (21) tarvittavat suureet. Lähtötietoina mallille annetaan:

- ennustuspaikan leveyspiiri
- ennustuspäivän järjestysluku,  $d$
- ennustusjakson alku- ja loppukellonajat,  $t_1$  ja  $t_2$
- kastepisteen keskimääräinen arvo ennustusjakson aikana,  $T_d$ ,  $^{\circ}\text{C}$
- ilman lämpötilan " " " " ,  $T$ ,  $^{\circ}\text{C}$
- kokonaispilvisyyden " " " " ,  $N$
- alimpien pilvien määrän " " " " ,  $N_L$
- alimman pilvikerroksen alarajan korkeuden keskimääräinen arvo ennustusjakson aikana,  $H_L$
- seuraavan pilvikerroksen määrän " " " " ,  $N_C$
- " " " " alarajan korkeuden " " ,  $H_C$
- tuulen nopeuden keskimääräinen arvo ennustusjakson aikana 10 m:n korkeudessa,  $u$ , m/s.

Mallin toimintaperiaate on esitetty kuvassa 35.

Kokeilun aikana hahdunnan laskemis- ja ennustamismallin kehitystyötä teki M. Frisk P. Nurmen avustamana, mutta hän ei ehtinyt saada mallia toimimaan lyhyen työskentelyjaksonsa aikana.



Kuva 35. Haihdunnan laskemis- ja ennustamismallin toimintaperiaate (VENÄLÄINEN 1985).

#### 2.4.2. Kaste

Kasteen esiintymisellä on merkitystä monessa maatalouden työvaiheessa kasvukauden aikana. Tärkeimmät vaiheet Suomessa ovat heinä ja säilörehun korjuu sekä varsinkin elo-syyskuulla puinti. Lisäksi kasteiseen kasvustoon ei kannata tehdä torjuntaruiskutuksia. Kosteuden kesto kasvustossa sekä kaste vaikuttavat merkittävästi tiettyjen bakteeri- ja sienitautien kehittymiseen (esim. perunarutto).

Suomessa on kasteen esiintymisestä ja sen määrästä tehty Ilmatieteen laitoksella yksi tutkimus (HUOVILA 1968). Kasteen määrää mitattiin 12 havaintoasemalla touko-lokakuussa 1967-68. Mittaukset tehtiin Duvdevanin kastepalikoilla 20 cm ruohopinnan yläpuolella. Keskimääräiseksi kasteen määräksi saatiin Etelä-Suomessa 0,10-0,12 mm/yö ja Pohjois-Suomessa 0,05-0,07 mm/yö. Kastetta esiintyi kuuden kuukauden aikana Etelä-Suomen 111 yöstä pohjoisen 52 yöhön.

Huovilan tutkimuksessa selvitettiin kasteen määrää ja sen jakautumista Suomessa eri leveysasteilla. Käytetyllä mittausmenetelmällä ei saada kasteen esiintymisen alkua- tai loppuaikoja eikä siten kasteen kestoa. Kasteen esiintymisen ajankohdat olisivat tärkeä tieto viljelijälle.

Kasteen esiintymistä voidaan mitata myös kastevaa'alla, jolloin piirturin liuskasta on luettavissa halutut ajankohdat. Tällaista materiaalia on Jokioisten observatoriosta saatu vuosilta 1968-73 sekä vuoden 1984 touko-syyskuulta. Sodankylän observatoriossa on tehty myös kastehavaintoja vuodesta 1967 lähtien, mutta tämän materiaalin hyödyntäminen maatalouden sääpalvelussa ei ole vielä merkittävää.

Ulkomailla on kasteen esiintymistä tutkittu laajemmin Yhdysvalloissa ja Kanadassa. Siellä on kehitetty kasteen ennustumalleja, jotka pohjautuvat joko synoptisiin havaintoihin tai mikrometeorologisiin mittaustietoihin.

Yhdysvalloissa tehdyssä tutkimuksessa (CROWE ym. 1978) tarkasteltiin tehtyjen kastehavaintojen ja synoptisten havaintojen välistä riippuvuutta. Kastehavaintoja verrattiin tuulen nopeuteen, ilman suhteelliseen kosteuteen sekä minimi-

lämpötilaan. Kaikki kolme muuttujaa vaihtelivat huomattavasti, kun kastetta esiintyi. Ilman suhteellisen kosteuden arvon ollessa yli 90 % esiintyi suurin korrelaatio kasteen kestolle. Kasteen esiintymisen ennustettavuus oli tällöin 81 %. Kun käytettiin lisäksi maan kosteustietoja, kasvoi ennustettavuus 90 %:iin. Kun kasteen esiintymisen ennustaminen yhdistettiin kasteen kestoajaa arviokuvaan regressiomalliin, saatiin tulokseksi, että kolmen tunnin tarkkuudella kasteen kesto oli ennustettavissa myös ympäristössä 71 % ajasta. Ennustettavuus nousi 85 %:iin, kun oli käytettävissä maan kosteustiedot. Tutkimuksessa todettiin, että kasteen esiintymisen ennustaminen laajalle alueelle on vaikeaa, sillä maastoerot ja topografiset erot havaintoasemien välillä vaikuttavat kasteeseen. Toisen aseman ilmastotilastojen hyödyntämisestä ei ole apua mallin luotettavuuden parantamiseksi. Lopuksi todettiin, että luotettavan kasteen ennustusmallin luomiseksi tarvittaisiin synoptisilta asemilta myös kastehavaintoja.

Kanadalaisessa tutkimuksessa pyrittiin kehittämään lämpötaseyhtälön likiarvomalli, josta voidaan laskea kasteen kesto synoptisia havaintoja (ilman lämpötila, kastepistelämpötila, tuulen nopeus ja pilvipeite) hyödyntämällä (PEDRO ja GILLESPIE 1982 a ja b). Erot havaittujen ja laskettujen kasteen kestoajojen välillä olivat keskimäärin 1 tunti ylälehdillä ja 1.5 tuntia alalehdillä. Samat tutkijat ovat tutkineet kasteen keston arviointia mikrometeorologista havaintotietoa hyödyntäen. Lämpötasetarkastelun ja aerodynaamisesti sileiden levyjen lämmönsiirtoteorian pohjalta kehitettiin menetelmä yksittäisen lehden kasteen keston mallittamiseksi (simuloimiseksi). Kasteen kesto johdettiin latentin lämmön vuon laskelmista. Mallia verrattiin samaan kasteen mittaussarjaan kuin edellä. Tämän mallin tuloksena oli, että kasteen kesto pystyttiin arvioimaan keskimäärin 0.5 tunnin tarkkuudella ylälehdillä ja 1.0 tunnin tarkkuudella alalehdillä. Tutkimusta on ulkomailla jatkettu eri kasveille (GILLESPIE ja BARR 1984). Tällä hetkellä on selvitettävänä kasteen esiintymisen ennustusmenetelmä, joka perustuu dynaamisten ilmakehämallien tilastolliseen tulkintaan.

Suomessa olemassa olevaa kasteen mittausmateriaalia hyödyntämällä tulisi selvittää kasteen keston arvioimismahdollisuudet synoptisia säähavaintoja hyödyntämällä joko regressiomallilla tai lämpötaseyhtälön avulla.

#### 2.4.3. Kasvintuotantomallit

Ilmastotekijäin vaikutusta kasvien kasvuun voidaan tutkia toisaalta yksityiskohtaisin ekologisin tutkimuksin ja toisaalta käyttäen teoreettisia kasvintuotantomalleja. Mallit voidaan jakaa kokeellisiin sekä hypoteettisiin ja fysikaalisiin malleihin (HARSMAR 1983).

Kokeellisten mallien matemaattinen rakenne ja siihen liittyvät kertoimet määritetään olemassa olevasta kokeellisesta havaintoaineistosta yleensä tilastollisesti. Nämä mallit eivät sisällä mitään tietoa luonnossa tapahtuvista ilmiöistä.

Kuitenkin näitä malleja voidaan käyttää

- 1) suurien alueiden tulevan sadon laskentaan
- 2) kasvintuotannon maatalousmeteorologiseen analyysiin
- 3) selvittämään eri tekijöiden vaikutusta kasveihin
- 4) laskettaessa luonnollisen tai ihmisen aiheuttaman ilmastonmuutoksen vaikutusta kasvituotantoon.

Kokeellisen mallin tavallinen muoto on polynomi:

$$(43) \quad y = a_1 x_1 + \dots + a_n x_n,$$

missä  $y$  = sato

$x_1$  = meteorologinen muuttuja

$a_1$  = kerroin

Tietenkin tällainen polynomi voi sisältää myös korkeamman asteen termejä. Kokeellisen mallin käytön tärkeimmät haittapuolet ovat seuraavat:

- 1) aineiston tilastollinen käsittely on vaikeata, koska useat meteorologiset parametrit ovat riippuvaisia toisistaan
- 2) mallista tulee pelkkä "musta laatikko", jolla ei välttämättä ole mitään fysikaalista pohjaa
- 3) mallin sisältämät kertoimet on määritetty tilastollisesti, eivätkä ne ole mitään yleispäteviä vakioita. Näin ei voida olettaa, että mallia voitaisiin soveltaa muiden alueiden aineistoon.

Hypoteettiset ja fysikaalisbiologiset mallit eroavat kokeellisista malleista siinä, että ne on rakennettu loogisesti käyttäen hyväksi tunnettuja tai hypoteettisia yhteyksiä ilmastotekijäin ja kasvin tai kasvuston eri toimintojen välillä. Näitä malleja kutsutaan usein myös simulointimalleiksi, ja niitä voidaan pitää kasvin fysikaalisten, kemiallisten ja fysiologisten reaktioiden yksinkertaistettuna kuvauksena.

Mallit ovat yleensä rakennetut useista osamalleista, joissa kussakin kuvataan kasvien kannalta tärkeitä prosesseja:

- maan vesitase
- fotosynteesi
- hengitys
- energiamuutokset kasvustossa
- ravinnetase.

Edelleen voidaan kehittää dynaamisia kasvumalleja. Tällöin siirrytään tilastollisesta mallista, joka on tyyppiä:

$$(44) \quad y = f(\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots \bar{x}_n),$$

dynaamiseen malliin, jossa käytettävän differentiaaliyhtälön muoto on:

$$(45) \quad \frac{dy}{dt} = \phi [y, x_1(t), x_2(t) \dots x_m(t)],$$

missä  $y$  = satomuuttuja

$\bar{x}_1, \bar{x}_2 \dots \bar{x}_n$  = hydrometeorologisia muuttujia (tietyn aikavälin keskiarvona)

$x_1(t), x_2(t) \dots x_m(t)$  = samoja hydrometeorologisia parametreja, mutta nyt ajan funktiona esitettynä.

Käytössä olevissa malleissa hydrometeorologisia muuttujia on yleensä korkeintaan viisi.

### 3. MAATALOUSTUTKIMUS JA -NEUVONTA

#### 3.1. Kasvukausi 1984

Suuret lämpötilavaihtelut ja vesisateet muodostivat vuoden vaihteessa Etelä- ja Lounais-Suomen pelloille jääpeitteen, joka aiheutti syysviljoilla ja nurmilla huomattavia talvehtimisvaurioita (Maatilahallitus 1984). Varsinkin syysvehnä kärsi jääpoltteesta huomattavia vaurioita Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella. Myös ruis ja nurmet kärsivät jonkin verran vaurioita varsinkin alueen lounaisosissa.

Talvi oli harvinaisen runsasluminen. Lumi sulii kuitenkin nopeasti, ja lämmin sää kuivatti pellot lähes muokkaukseen toukokuun alussa. Tässä vaiheessa voitiin aloittaa syysviljojen ja nurmien lannoitukset. Myös syysviljojen rikkakasviruiskutukset aloitettiin. Sade ja tuuli haittasivat ja pitkittivät ruiskutuksia. Toukokuun toinen viikko 8.-11.5. oli viileää ja sateista. Tämä siirsi kylvöjen aloitusta. Kylvöille päästiin alueella yleisesti 13.5., mikä on alueella lähes normaali ajankohta, mutta 1-1,5 viikkoa myöhäisemmin kuin Keski- ja Itä-Suomessa keväällä 1984 (Maatilahallitus 1984). Peruna istutettiin yleisesti 18.-27.5., ja sokerijuurikas kylvettiin 10.-19.5. Myös nämä toimenpiteet saatiin suoritettua lähes normaaliin aikaan. Laidunkausi alkoi alueella yleisesti 25.5, mikä on päivää aikaisemmin kuin alueella viimeisen 14 vuoden aikana keskimäärin.

Kylvöjen jälkeen saatiin paikoin runsaitakin sadekuuroja, mikä aiheutti pelloille kuorettumaa ja jonkin verran heikensi orastumista paikoin. Toisaalta maan pysyminen kosteana helpotti tilannetta. Yleensä kylvöt orastuivat kuitenkin hyvin. Lämpimästä säästä johtuen kasvu alkoi voimakkaana. Lämmin sää myös aiheutti hyvin voimakkaan peltolude-esiintymän sokerijuurikasmailla. Useistakin ruiskutuksista huolimatta jouduttiin sokerijuurikasta paikoin kylvämään uudelleen.

Kesäkuun alussa kasvu jatkui lämpimien säiden suosimana voimakkaana. Myös kosteutta oli saatu sadekuuroista riittävästi. Kasvit olivat reheviä. Kesäkuun 8.-12. päivien hallat vioittivat reheviä kasveja. Varhaisperuna, talviperuna ja kukkiva ruis kärsivät suurimmat vauriot. Myöhemmin liika kosteus kellastutti paikoin oraita.

Tuuli, sadekuurot ja helle haittasivat rikkakasviruiskutuksia jonkin verran. Tauteja oli viljoissa alkukesästä vähän, samoin kirvoja. Öljykasveilla esiintyi runsaasti rapsikuoriaisia. Helluntain ajan hallat ja niitä seurannut viileä sää helpottivat tuholaitilannetta. Sateinen sää haittasi kesäkuun loppupuolella sokerijuurikkaan ja avomaan vihannesten kasvinsuojeluruiskutuksia.

Säilörehun korjuuseen päästiin touko-kesäkuun vaihteessa eli selvästi normaalia aikaisemmin. Säilörehunurmet vanhenivat lämpimästä säästä johtuen melko nopeasti. Sään viileneminen korjuukauden lopulla hidasti kehitystä. Säilörehusato oli kohdalainen.

Heinä olisi ollut niittoasteella jo 20.6., mutta korjuuta ei päästy sateiden vuoksi kunnolla aloittamaan. Jonkin verran heinää kuitenkin kaadettiin ja seivästettiin. Tällaisen heinän laatu jäi huonoksi. Pääosa heinätoista voitiin



tehdä 6.7-12.7. sattuneen poutajakson aikana. Heinä oli tuolloin jo pitkälle korsiintunutta, mutta muuten saatiin maassa kuivattamalla hyvänlaatuista heinää. Paikoin pahasti lakoutuneet heinät olivat hankalia niittää. Koska seiväskuivatuksella on totuttu saamaan hyvää heinää, seivästettiin heiniä jonkin verran. Tämä johti vuonna 1984 yleensä sadon pilaantumiseen. Viimeiset seiväsheinät saatiin pois pelloilta vasta elokuun alussa.

Heinäkuun lämmin ja kostea sää oli erityisen suotuisaa perunaruton kehitykselle. Toisaalta sateet ja peltojen märkyys estivät torjuntaruiskutuksia, ja sade huuhtoi torjunta-aineita perunan lehdistä. Torjuntaruiskutuksilla onnistuttiin kuitenkin rutto pitämään kurissa. Ensimmäiset perunaruttoesiintymät havaittiin arimmissa ruiskuttamattomissa lajikkeissa heinäkuun lopussa.

Hernekääriäistä esiintyi heinäkuun alussa torjuntakynnyksen ylittäviä määriä. Ohrassa esiintyi paikoin runsaasti lehtilaikkua ja verkkolaikkua sekä vehnässä septoriaa. Ohrassa tavattiin paikoin vähän härmää. Elokuussa oli viljojen tähkissä runsaasti kirvoja.

Sadetustarvetta ei ollut. Päin vastoin kasvit kärsivät paikoin liiasta märkyydestä. Tilanne oli heinäkuun lopussa jo kriittinen, mutta sään poutaantuminen heinä-elokuun vaihteessa pelasti tältä osin tilanteen. Ohrat olivat lakoutuneet pahasti heinäkuun puolenvälin paikkeilla. Vehnät ja kaurat olivat melko pystyssä.

Ohran ja syysviljojen puinnit aloitettiin vähän ennen elokuun puolta väliä. Sateet häiritsivät puintitöitä, mutta työt sujuivat kuitenkin tyydyttävästi. Ohrat olivat pahasti laossa, mikä vaikeutti puintia. Lako alensi myös satoa.

Syysviljojen sakoluvut olivat kohtalaiset ja kestivät melko hyvin korjuuseen saakka. Talvehtimisvaurioita kärsineiden epätasaisten syysvehniä sakoluvut jäivät alemmiksi.

Korjuutöiden hitaus heikensi mahdollisuuksia kylvää syysviljaa ohran jälkeen. Myös syysviljamaiden kylvö- ja muokkaustöitä sateet häiritsivät.

Kauran ja kevätvehnän puinti aloitettiin syyskuun ensimmäisellä viikolla. Korjuun alussa oli neljän päivän poutajakso. Viljojen hidas tuleentuminen rajoitti kuitenkin korjuun aikaisiin lajikkeisiin ja aikaisiin kylvöihin. Poutaa

seurasi noin viikon sadejakso, joka keskeytti korjuun. Tätä seurasi 3-4 päivän puintipouta kuun puolivälissä. Sakoluvut olivat olleet tähän saakka melko korkeita, mutta kääntyivät vähitellen pisimmälle tuleentuneista kasvustoista alkaen laskuun. Tämän jälkeen sää muuttui sateiseksi. Puinnin mahdollistavia jaksoja oli vähän, ja ne olivat lyhyitä. Tässä vaiheessa olivat aikaisemmin kohtalaisen pystyssä pysyneet kevätvehnät ja kaurat myös paikoin lakoutuneet pahasti. Jyvät alkoivat itää tähkissä syyskuun 20. päivän jälkeen. Myös peltojen kantavuus oli alkanut pettää. Viimeiset puinnit siirtyivät lokakuun toiselle viikolle. Sadon laatu oli tällöin kuitenkin jo menetetty, ja kuivatus tuli kalliiksi. Osa kaurasta ja kevätvehnästä jäi kokonaan korjaamatta joko peltojen kantamattomuuden vuoksi tai siksi, että korjuu- ja kuivatuskustannukset olisivat nousseet suuremmiksi kuin laatunsa menettäneen sadon arvo.

Rypsikasvustot olivat alkukesästä kohtalaiset. Elokuun alkupuolella rypsiin iski paikoin pahkahome, joka aiheutti huomattavia satotappioita. Rehevimmät kasvustot lakoutuivat pahoin, jolloin juolavehnä ja muut rikkakasvit kasvoivat kasvustosta läpi. Rypsi tuleentui viljoihin ja aikaisempiin vuosiin verrattuna hitaasti. Se oli korjuutuleentunutta vasta syyskuun loppupuolella. Tällöin sateet kuitenkin siirsivät korjuuta aivan syyskuun lopulle ja lokakuun alkupuolelle. Peltojen heikko kantavuus esti paikoin korjuun kokonaan. Lakoisissa kasvustoissa rypsi alkoi itää liduissa.

Peruna saatiin pääosin nostetuksi kohtuullisissa olosuhteissa, vaikka sateet ja paikoin maan märkyys hidastivatkin korjuuta. Sato oli melko hyvä, mutta paikoin tyvimädän ja ruton saastuttama.

Sokerijuurikas voitiin pääosin nostaa kohtalaisissa olosuhteissa. Tosin maan märkyys aiheutti paikoin huomattaviakin korjuuvaikeuksia ja hidasti korjuuta. Osa juurikkaasta jäi kokonaan korjaamatta. Juurikkaan multaprosentti oli keskimääräistä korkeampi. Sato ja sokeripitoisuus olivat hyvät.

Sateet ja korjuun viivästyminen häiritsivät juolavehnan torjuntaa sängestä. Myös kynnöt siirtyivät korjuun viivästyessä myöhäisiksi. Maan märkyys haittasi kyntötöitä ja heikensi kyntöjälkeä. Tämä alentaa osaltaan myös seuraavan sato-kauden toiveita, mikäli routa ei paranna tilannetta.

Sadot, sadon laatu ja satovahingot maatalouskeskuksen alueella vuonna 1984 on esitetty sivulla 10.

### 3.2. Havainnot ja kasvukauden seuranta

Maatalouden tutkimuskeskuksen ja Hämeen läänin maatalouskeskuksen havaintotoiminta ja kasvukauden seuranta tapahtui pitkälle vuoden 1983 kokeilun tapaan. Normaaliin työrutiiniin kuuluvan kasvukauden seurannan lisäksi tehtiin erikoisesti havaintoja perunakasvustosta perunaruton riskiarvojen laskemiseksi, maankosteushavaintoja sekä leipäviljojen sakoluku- ja jyvänkosteusmäärittämiä.

Kasvitauti- ja tuholaisilanteen seuraamiseksi saatiin tietoja asianomaisten osastojen keräämistä havainnoista ja tiedoista. Myös VALION, MKL:n ja MTTK:n hoitaman säilörehun korjuuaikapalvelun tiedot saatiin sääpalvelun käyttöön samoin kuin MTTK:n kasvinviljelyosaston suorittamien säilörehunurmien laatuanalyysien tulokset. Suomen Sokerin Turengin tehtailta saatiin edelleen sokerijuurikkaan satoennusteet ja sokeripitoisuusmäärittäysten tulokset.

Säilörehun korjuuaikapalvelu liitettiin sääpalveluun samalla tavalla kuin edellisellä vuonna. Maatalouskeskus otti säilörehunurmista näytteet, jotka analysoitiin VALION laboratoriossa. Näytteistä määritettiin raakavalkuaispitoisuus, raakakuivu ja kuiva-aine. Maatalouskeskus sai analyysitulokset tiistaisin ja perjantaisin. Lisäksi seurattiin MTTK:n kasvinviljelyosaston koeruuduilta tehtyjen määrittäysten tuloksia.

Perunaruton riskiarvojen seuraamiseksi tehtiin kasvustosta termohygrografilla lämpötilan ja suhteellisen kosteuden havaintoja. Havaintopaikat olivat Jokioisissa Maatalouden tutkimuskeskuksen koekentällä, Lammilla Perunantutkimuslaitoksella sekä Lopella Hämeen Perunan Pälsin koetilalla ja Ansalehdon tilalla. Havainnoista laskettiin perunaruton riskiarvot blitecast-menetelmää käyttäen (WALLIN 1962, ref. FORSBERG 1979, KRAUSE ym. 1975).

Menetelmä perustuu tietoon, että perunaruttosienen rihmasto pystyy kasvamaan perunan lehdellä vain silloin, kun perunan lehti on märkä. Lisäksi rihmaston kasvunopeus riippuu lämpötilasta, ja kasvu pysähtyy kokonaan lämpötilan laskiessa alle tietyn raja-arvon. Lisäksi on oletettu, että perunan lehti on märkä silloin, kun ilman suhteellinen kosteus kasvustossa on yli 90 %.

Päivittäiset perunaruton riskiarvot laskettiin taulukon 22 mukaan.

Taulukko 22. Perunaruton päivittäisten riskiarvojen määrittäminen lämpötilan ja ilman suhteellisen kosteuden (RH) havaintojen perusteella (KRAUSE ym. 1975).

Keskilämpötila, kun $RH \geq 90\%$	riskiarvot				
	aika tunteina, jolloin $RH \geq 90\%$				
	0	1	2	3	4
7.2 - 11.6 °C	15	16-18	19-21	22-24	yli 25
11.7 - 15.0 °C	12	13-15	16-18	19-21	yli 22
15.1 - 26.6 °C	9	10-12	13-15	16-18	yli 19

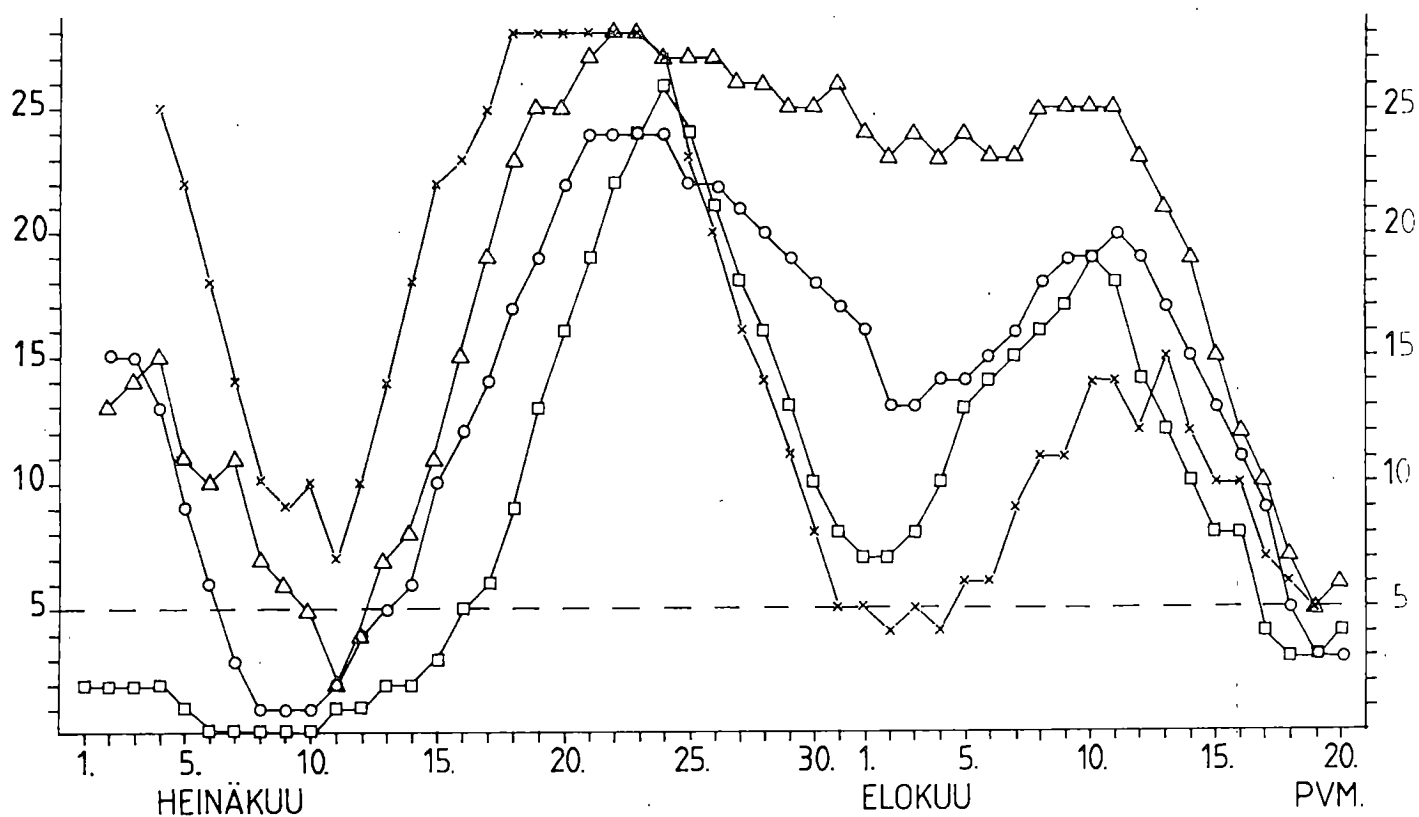
Ruiskutussuositukset perustuvat seitsemän edellisen vuorokauden riskiarvojen summaan seuraavasti:

7 vrk:n riskiarvojen summa	torjuntasuositus (rutonaroille lajikkeille)
6	ruiskuta 5 päivän kuluessa
5-6	ruiskuta 7 päivän kuluessa
4	ruttovaroitus, seuraa tilannetta
3	ei torjuntatarvetta

Perunaruton riskiarvot olivat heinäkuun alkua lukuunottamatta hyvin korkeita (kuva 36). Eri havaintopaikkojen välillä oli eroja, mutta arvojen kehitys oli samansuuntainen. Erot riskiarvoissa johtuvat paikallisten ilmastollisten erojen lisäksi pääasiassa eroista perunakasvuston peittävyudessa. Tämä on havaittavissa erityisesti heinäkuun alussa, jolloin kasvusto ei vielä ollut sulkeutunut. Myös termohydrografin liuskaa lukeneiden eri henkilöiden tulkinnat saattavat aiheuttaa pientä vaihtelua havainnoissa.

Perunaruttoa esiintyi ruiskuttamattomissa kasvustoissa runsaasti. Ensimmäiset perunaruttohavainnot tehtiin 26.7. Käytetty ennustemenetelmä on kehitetty Yhdysvalloissa. Se soveltuu parhaiten aroille lajikkeille. Suomessa viljeltävät perunalajikkeet ovat suhteellisen kestäviä perunaruttoa vastaan, joten menetelmät soveltuvat sellaisenaan huonosti oloihimme. Perunaruton ennustemenetelmiä on kehitetty lisäksi myös mm. Saksan Liittotasavallassa ja Isossa-Britaniassa. Oloihimme soveltuvan ennustemenetelmän kehittäminen ja testaaminen olisi tarpeellista.

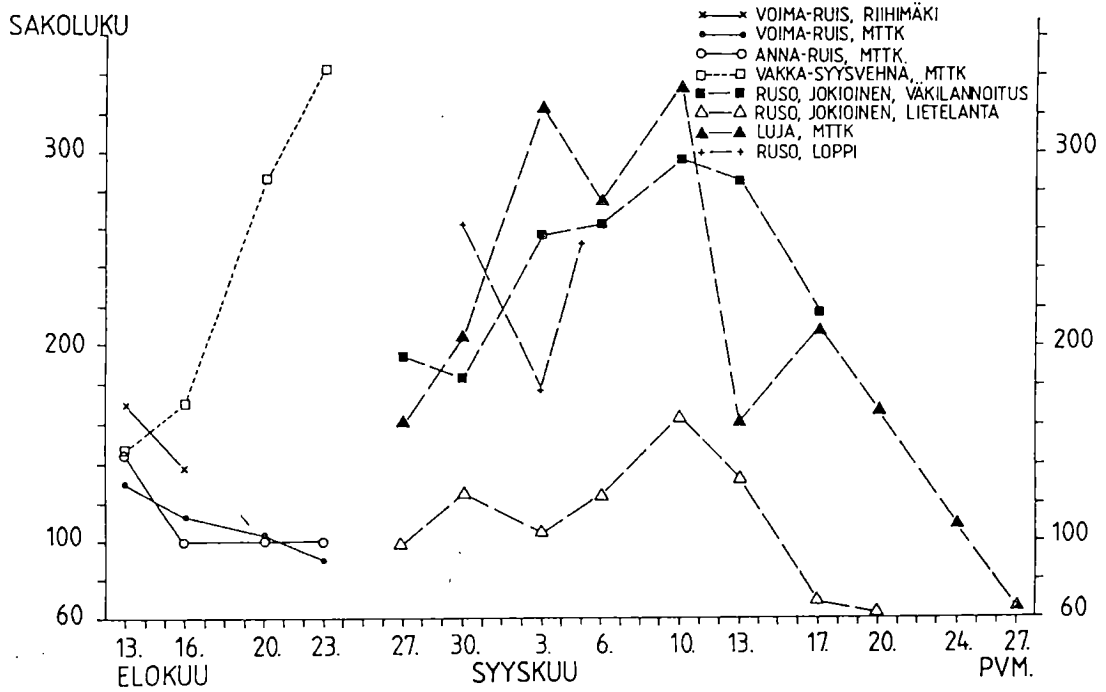
## 7 VRK:N KUMULATIIVINEN RISKIARVO



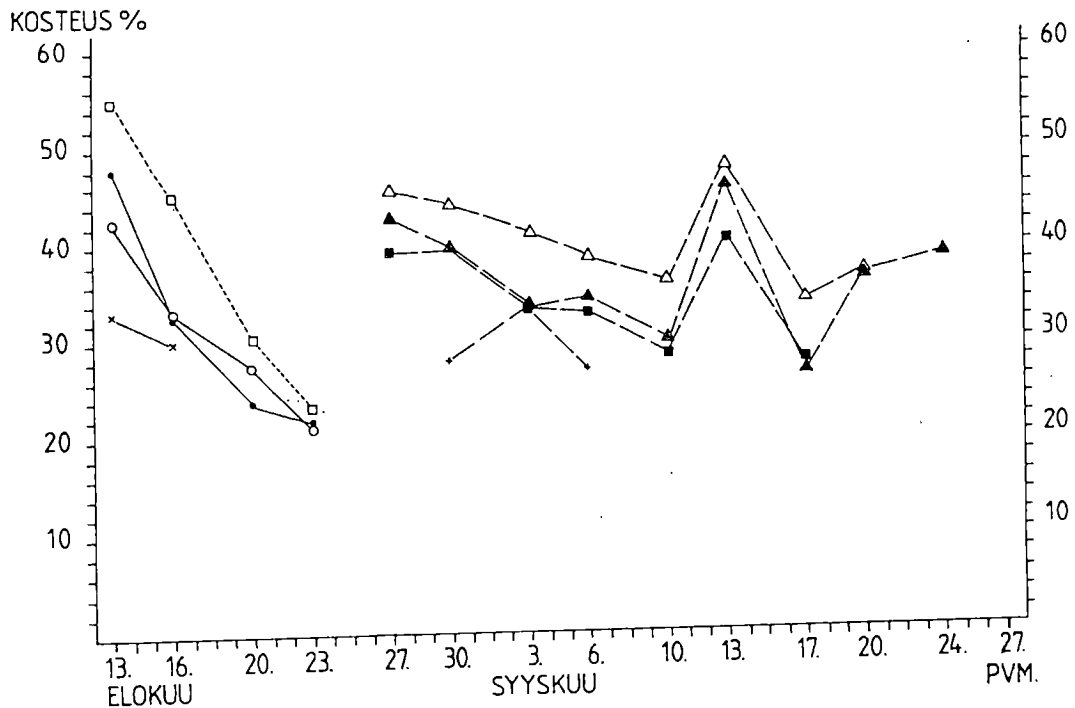
Kuva 36. Blitecast-menetelmän mukaan laskettujen perunaruton riskiarvojen seitsemän vuorokauden liukuva summa MTK:ssa Jokioisissa (x), Perunantutkimuslaitoksella Lammilla (□) sekä Pälsin koetilalla (o) ja Ansalehdon tilalla (Δ) Lopella. --- = torjuntaa edellyttävien riskiarvojen alaraja.

Sakolukupalvelua varten kerättiin, kuten vuonna 1983, Jokioisista Maatalouden tutkimuskeskuksen talousviljelyksiltä näytteitä maanantaisin ja torstaisin. Samoin saatiin syysviljoista näytteitä yhdeltä tilalta Riihimäeltä sekä kevävehnästä yhdeltä tilalta Lopelta ja yhdeltä tilalta Jokioisista. Tähtinäytteet puitiin ja kosteudet määritettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan osastolla. Sakolukumääritykset tehtiin kasvinviljelyosastolla. Tulokset saatiin tiistaisin ja perjantaisin iltapäivällä (kuvat 37 ja 38). Lisäksi seurattiin kasvinviljelyosaston omilta sakolukuruuduilta otettujen näytteiden analyysituloksia.

Ajankohtaista maataloudessa -katsauksissa kerrottiin kasvilajeittain, missä rajoissa sakoluvut ja kosteudet olivat. Lisäksi kerrottiin sakoluvun kehitys edellisestä näytteenotokerrasta. Myös sakolukujen tuleva kehitys ennustetun sään valitessa pyrittiin sisällyttämään tiedotteisiin, mikäli riittävän luotettavan arvioon esittämiseen katsottiin olevan perusteita.



Kuva 37. Kokeilussa seurattujen yksityisten viljelmien ja MTTK:n viljelmien leipäviljojen sakoluvun kehitys.



Kuva 38. Sakolukupalvelussa seurattujen yksityisten ja MTTK:n viljelmien leipäviljojen kosteuden kehitys. Selitykset kuten kuvassa 37.

Lajikekohtaisia sakolukutietoja ei juuri voitu antaa, koska palvelutiedotteelle käytössä oleva tila oli rajoitettu. Sakoluvun kehitys arvioitiin täysin subjektiivisin perustein kirjallisuudesta saadun tiedon perusteella. Mitään matemaattista mallia ei ollut käytettävissä arvion tueksi.

Suomen Sokerin Turengin tehtailta saatiin sokerijuurikkaan satoennuste ja tiedot sokeripitoisuuksista koenostojen perusteella (taulukko 23). Ensimmäinen koenosto tehtiin 20.8. ja tämän jälkeen kahden viikon välein. Vertailuarvoina käytettiin seitsemän edellisen vuoden vastaavan ajankohdan tuloksia. Tehdas laski tuloksista satoennusteen kaavalla (KLEEMOLA 1984, suullinen tiedonanto):

$$(46) \quad y = 0.0568 x - 0.327,$$

missä  $y$  = sato tn/ha ja

$x$  = juuren paino (g), joka saatiin arvioimalla juuren painon kehitys näytteenottoajankohdasta nostoon seitsemän edellisen vuoden keskiarvojen perusteella

Taulukko 23. Sokerijuurikkaan juuren painon ja sokeripitoisuuden kehitys ja vastaavat vertailuarvot vuosien 1977-83 keskiarvoina sekä satoarvio vuodelle 1984. Suomen Sokerin Turengin tehtaiden koenostojen perusteella.

Päivämäärä	Sokeripitoisuus %		Juuren paino g		Sato- ennuste tn/ha
	v.-84	vrt.arvo	v.-84	vrt.arvo	
20.8.	12.5.	11.8	324	280	26.8
3.9.	14.7	13.5	379	342	26.4
17.9.	15.4	14.9	443	402	26.7
lopullinen keskim.		15.7		434	

Kasvitauti- ja tuhoeläintilannetta koskevat arviot ja torjuntaohjeet saatiin Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinsuojeluohjaajalta tai asianomaisten osastojen tutkijoilta. Laskentoihin perustuvia tuholaishavaintoja saatiin tuhoeläinosastolla kehitteillä olevista hernekääriäisen ja perunan kirvojen ennustemenetelmiä varten tehdyistä pyydyshavainnoista. Tiedot saatiin sesonkiaikoina lähes päivittäin puhelimen välityksellä.

Sadetustarvetta pyrittiin ennakoimaan seuraamalla maanviljelyskemian ja -fysiikan osaston sadetuskokeen maankosteusmittausten tuloksia (taulukko 24). Kosteus määritettiin Frostin kipsiblokkimittareilla 15 cm:n syvyydestä. Koealue oli hietasavea.

Taulukko 24. Jokioisten sadetuskokeen sadettamattoman koejäsenen kipsiblokkimitaukset 15 cm:n syvyydestä hietasavimaalla.

Päivämäärä	Vettä % hyötykapasiteetista				
	vehnä	ohra	kaura	rypsi	herne
4.6.	66	65	63	74	85
6.6.	95	95	94	95	94
8.6.	93	93	90	93	94
11.6.	54	49	40	51	67
13.6.	31	25	20	28	38
15.6.	73	67	64	54	78
18.6.	74	62	55	41	70
20.6.	66	51	43	30	64
21.6.	56	40	29	23	54
28.6.	94	94	94	93	94
6.7.	95	96	95	95	97
12.7.	8	9	7	14	17
24.7.	94	95	94	95	94
6.8.	49	30	21	39	95

Maan kosteudet pysyivät lähes jatkuvasti yli 50 %:n hyötykapasiteetista, mitä pidetään rajana, jolloin sadetus kannattaa suorittaa. Ainoastaan kerran kesäkuussa ja kerran heinäkuussa maan kosteus laski lyhytaikaisesti alle tämän rajan.

### 3.3. Ilmatieteen laitoksen havainto- ja tilastomateriaalin käyttö

Maatalousneuvonnan ajankohtaiskatsauksen laatija seurasi lähes päivittäin kohdissa 2.1. ja 2.2. esiteltyjä Ilmatieteen laitoksen havaintoja ja tilastoja Videotex'in välityksellä. Materiaalin käyttö ja siitä saadut kokemukset ovat pitkälle samanlaisia kuin edellisen kesän kokeilussa (ANSALEHTO ym. 1984).

Päivittäisiä synop-havaintoja seurattiin, jotta saatiin käsitys kuluneiden päivien säästä alueen eri osissa. Parannuksena edellisvuoteen verrattuna olivat Kylmäkosken ja Someron automaattisten säähavaintoasemien havainnot.

Ilman lämpötilahavaintoja seurattiin erityisesti hallan esiintymistä ajatellen. Tehoisan lämpötilan summan avulla pyrittiin saamaan käsitys kasvukauden edistymisestä, ja tilannetiedotuksia sisällytettiin myös ajankohtaiskatsauksiin. Kokeiluvuoden erityispiirteenä oli tehoisan lämpötilan summan heikko edustavuus kasvien



kehitystä ajatellen, ts. kasvien kehittyminen oli hitaampaa kuin tehoisan lämpötilan summa olisi edellyttänyt. Jatkossa olisikin kasvien kehityksen seuraamiseksi kehitettävä kasvumalleja, jotka ottavat useampia säättekijöitä huomioon kuin pelkästään lämpötilan.

Ilman suhteellisen kosteuden havaintoja ei kokeiluvuonna juuri seurattu. Kasvustosta automaattisilla säähavaintoasemilla tehtäviä suhteellisen kosteuden havaintoja voitaisiin kuitenkin tulevaisuudessa hyödyntää perunaruton ja muidenkin kasvitautien ennustamisessa. Tämä edellyttää automaattiasemien kehittämistä siten, että anturit saadaan kauemmas kasvustoon kuin kokeiluvuonna ja siten, että asemilta voidaan tulostaa vähintään tunnittaiset havainnot tai mieluummin saadaan suoraan se aika, jonka suhteellinen kosteus on ollut tietyn raja-arvon yläpuolella sekä vastaavan ajanjakson keskilämpötilan laskemiseen tarvittavat arvot.

Sadehavaintoja seurattiin kylvöaikana ja sen jälkeen erityisesti maanpinnan kuorettavia suuria sademääriä ajatellen. Myöhemmin sademäärien seuranta tarvittiin sadetustarpeen arvioimiseksi. Tästä antoi kuitenkin paremman kuvan sateen ja haihdunnan avulla laskettu sadannan vajoaus, joka saatiin Jokioisten observatoriosta ja Lammi, Vestolasta. Kokeiluvuonna ei sadetustarvetta kuitenkaan esiintynyt, vaan pikemminkin oli kyse kasveille liiasta märkyydestä ja peltojen kantavuudesta. Sadetustarpeen seuranta varten olisi tarpeen kehittää tarkempia maan kosteutta kuvaavia malleja kuin mitä kokeilussa laskettu sadannan vajoaus on.

Auringon paiste- ja säteilyhavainnoille ei tänäkään vuonna ollut käyttöä toimenpidesuosituksen laadintaa ajatellen. Ne sopivat kuitenkin kehitettävien maatalousmeteorologisten ennustemallien perustiedoiksi.

Maan lämpötilaa seurattiin toukokuun alusta kylvöajan loppuun. Tilannetiedotuksia sisällytettiin myös ajankohtaiskatsauksiin. Jatkossa olisi selvitettävä onko maan lämpötilalla merkitystä eri kasvien orastumisen kannalta. Nurmikossa tehtävien maan lämpötilamittausten edustavuus pelto-oloja ajatellen olisi myös selvitettävä.

Kastehavaintoja ei toimenpidesuosituksia laadittaessa juuri seurattu. Kasteen päättymisen merkitys puintien aloittamiselle aamulla olisi kuitenkin selvitettävä. Tietoa voitaisiin käyttää päivittäin puintiin käytettävissä olevan ajan ennustamiseen.

### 3.4. Toimenpidesuosituksset

Maatalouskeskuksen kasvinviljelyagronomi laati palvelutiedotteeseen kuuluvan toimenpidesuosituksen otsikolla "ajankohtaista maataloudessa". Tätä varten hän seurasi kasvukauden kehitystä alueella erityisesti sääpalvelua ajatellen. Tuekseen hän sai Maatalouden tutkimuskeskuksen havaintotietoja sekä tutkimuksen uusinta tietoa kulloinkin ajankohtaisista säähän ja kasvukauden kehitykseen liittyvistä ongelmista. Tämä tiedonvaihto tapahtui puhelimitse lähes päivittäin yhteydenotoin MTTK:ssa palvelusta vastaavaan tutkijaan tai kasvinsuojeluhjaajaan. Lisäksi tiedotteen laatija seurasi jatkuvasti Ilmatieteen laitoksen palvelua varten toimittamia maatalousmeteorologisia tilastoja. Kasvinviljelyagronomin ollessa estyneenä tehtiin tiedote Maatalouden tutkimuskeskuksessa. Samoin sakolukupalvelu annettiin MTTK:sta.

Ajankohtaishatsaus laadittiin tuoreimman sääennusteen perusteella perehtyen erityisesti edellä mainittuun havaintomateriaaliin ja tietoon. Periaatteena oli yrittää paneutua viljelijän osaan kyseisessä kasvukauden tilanteessa ja ennustetun sään vallitessa. Suoranaisia kehoituksia joihinkin viljelytoimenpiteisiin ei annettu kuin aivan poikkeuksellisen selvissä tapauksissa. Tarkoituksena oli antaa viljelijälle säätiedotuksen lisäksi tarpeellista kasvinviljelyyn liittyvää ajankohtaista neuvontaa ja jättää ratkaisu viljelijän tehtäväksi oman tilansa olosuhteet huomioon ottaen. Esimerkki ajankohtaishatsauksesta 14.9.-84 on liitteessä 1, s. 107.

"Ajankohtaista maataloudessa" -hatsauksessa käsiteltiin kasvukauden 1984 aikana seuraavia asioita:

	Ajankohta	Muutettu kertaa
Syysviljojen ja nurmien lannoitus	2.-6.5., 9.-11.5.	3
Syysviljojen rikkakasvien torjunta	2.-12.5., 16.-22.5.	10
Kylvösiemenen peittäys	2.-8.5.	1
Maan lämpötila	2.-6.5., 13.-20.5., 22.5.	7
Kevätviljojen typpilannoitustarve	2.-12.5.	3
Savimaiden kuivuminen kylvökuntoon	7.-19.5.	3
Tasausäestys	13.-16.5.	1
Kuorettumat/jyräys	16.-21.5.	1
Sokerijuurikkaan tuholaiset	18.-22.5., 24.5.-7.6., 9.6., 14.6.	8
Kuorettumien rikkominen	19.5.-29.5., 31.5.-3.6.	5
Kasvinsuojeluruiskutukset	22.5., 24.5.-10.6., 15.-17.6.	11

	Ajankohta	Muutettu kertaa
Tehoisan lämpötilan summa	useita ajankohtia	8
Laidunkauden aloittaminen	23.-25.5.	1
Säilörehun korjuu	24.5.-11.6.	10
Pintavesien poisjohtaminen	28.-29.5.	1
Rapsikuoriaisten torjunta	30.5.-7.6., 12.-28.6.	7
Viljojen kirvojen torjunta	30.-31.5., 12.-17.6., 22.-28.6., 9.-12.8.	5
Tuholaistilanne yleensä	1.-5.6., 8.-11.6., 15.6., 20.-21.6.	5
Sokerijuurikkaan haraus/halla	9.6., 11.6.	1
Juolavehnän torjunta rypsistä	1.6.-13.6.	1
Säilörehunurmien lannoitus	12.-13.6., 15.-21.6.	2
Heinän korjuu	17.-18.6., 24.6.-2.7., 6.-11.7.	5
Kellastuneet oraat	20.-21.6.	1
Kasvitautilitilanne yleensä	20.-21.6.	1
Hernekääriäinen	2.-7.7., 9.-17.7.	4
Perunaruton torjunta	4.-7.7., 10.7.-10.8.	15
Vehnän härmä	5.-7.7.	1
Heinänurmien lannoitus	13.7.	1
Peruna-ankeroisen tarkkailu	30.7.-9.8.	1
Hukkakauran esiintyminen	4.-10.8.	2
Rypsin pahkahome	9.-15.8.	1
Perunan kirvat/Y-virus	10.-15.8.	1
Rukiin sakoluku	10.-28.8.	8
Viljojen puinti	11.-23.8., 26.8.-9.9., 17.-18.9.	7
Syysvehnän sakoluku	14.8-2.9.	9
Syysviljojen kylvö	21.8.-5.9., 24.-25.9.	2
Rypsin fosforihapporuikeutus	21.-27.8.	1
Perunan nosto	25.-27.8., 14.-16.9.	2
Sokerijuurikkaan satoennuste	26.8.-2.9., 7.9., 10.-13.9., 20.9.	3
Kevätvehnän sakoluku	27.8.-25.9.	12
Juolavehnän torjunta	3.-5.9., 9.-13.9., 17.-25.9.	2
Kahukärpäsen torjunta	6.9.-12.9.	2
Perunan varastointi	14.-25.9.	1

## 4. PALAUTE

## 4.1. Puhelinvastaajan käyttö

Viljelijät saivat palvelutiedotteen automaattisen puhelinvastaajan välityksellä, jonka numero oli 97061. Puhelimeen voi soittaa ilman erillistä suuntanumeroa koko alueelta. Yhden puhelun hinnaksi tuli noin yksi markka, sillä puhelutaksa oli 30 penniä/72 sekuntia. Koko palvelutiedotteen kuunteleminen kesti 2-3 minuuttia. Vertailuna mainittakoon, että verkkoryhmän ylittävä kaukopuhelutaksa oli arkisin klo 07-17 36 p/puhelu + 54 p/min läänin sisällä ja 36 p/puhelu + 148 p/min läänien väliset puhelut. Läänin sisäisenä puheluna palvelun yhden soiton hinnaksi tulisi 1.98 mk päivätaksalla ja alennetulla taksalla 1.17 mk.

Palvelunumeroon 97061 tulevien puhelujen määrää seurattiin kesän aikana 59 vuorokauden ajan tunneittain. Puhelinpalvelun keskimääräinen käyttö eri jaksoina ilmenee taulukosta 25.

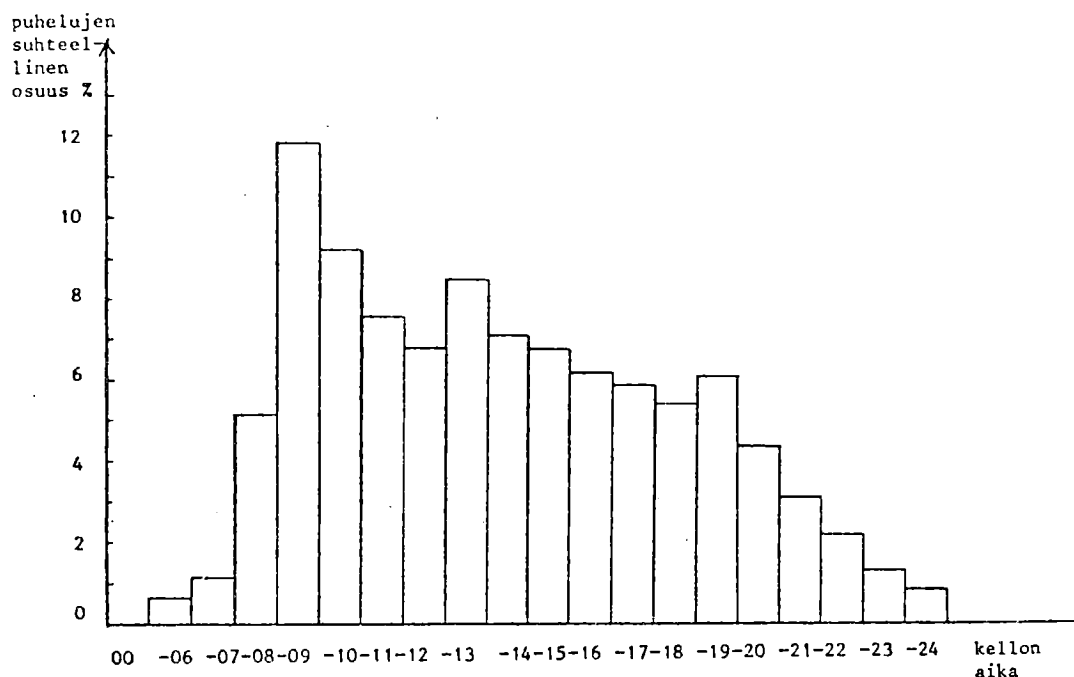
Palvelunumeroon 97061 tulevien puhelujen määrää seurattiin kesän aikana 59 vuorokauden ajan tunneittain. Seurantapäivien aikana tuli eniten puheluja 5. heinäkuuta 1571 kpl (taulukko 25). Heinän korjuuajan huippupäivinä oli palvelun käyttöaste yli 17 %. Käyttöaste on 100 % kertaa puhelujen lukumäärä vuorokaudessa jaettuna viljelijöiden määrällä. Seurantajaksoista painotetusti laskien saadaan keskimääräiseksi käytöksi 586 puhelua vuorokaudessa. Tällöin koko kesän käyttöaste oli 6.7 %.

Palvelupuhelimeen on voitu soittaa joiltakin alueilta kohdealueen ulkopuolelta (Salon, Loimaan ja Hyvinkään verkkoryhmät), mutta näiden puhelujen määrä ei vaikuttane oleellisesti tulokseen.

Taulukko 25. Keskimääräiset puhelumäärät kesällä 1984 sääpalvelupuhelimeen 97061:

Seuranta-aika	Jakson pituus vrk	Keskimääräinen puhelumäärä/vrk	Päivittäinen käyttöaste %
5.5. - 8.5.	4	104	1.2
19.5. - 23.5.	5	252	2.9
21.6. - 30.6.	10	565	6.4
5.7. - 10.7.	6	1325	15.1
11.7. - 19.7.	9	562	6.4
23.8. - 3.9.	12	430	4.9
4.9. - 16.9.	13	700	8.0
	painotettu keskiarvo	586	6.7

Puhelumäärien jakauma eri vuorokauden ajoille nähdään kuvasta 39. Palvelutiedotetta kuunneltiin eniten aamulla kello 8 jälkeen, ja toiset kuunteluhiiput näkyvät ennusteiden uusimisen jälkeen kello 12-13 ja 18-19. Yöllä kello 00-06 puhelujä tuli vähän. Suurin tunnissa tullut puhelumäärä oli 268 kpl 4.7. kello 18-19.



Kuva 39. Sääpalvelunumeroon 97061 kesällä 1984 tulleiden puheluiden suhteellinen osuus tunneittain.

#### 4.2. Käyttäjien palaute

Kartoittaakseen kokeilun saamaa vastaanottoa viljelijöiden keskuudessa työryhmä lähetti yhteensä 484 tilalle kyselylomakkeen. Kyselytilat jakautuivat kahteen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodosti 222 vuonna 1983 kokeilussa mukana ollutta tilaa. Toiseen ryhmään kuului 262 yli 5 hehtaarin tilaa, jotka eivät ole olleet aikaisemmissa kokeiluissa mukana. Tilat valittiin kunnittain satunnaisesti. Jokaisesta kunnasta valittu tilojen lukumäärä oli suhteessa koko alueen tilojen määrään. Palkkioksi vastaajat saivat valintansa mukaan yhden Tieto Tuottamaan-sarjan julkaisun.

Vuoden 1983 kokeilutiloista 85 % ja uusista tiloista 66 % palautti kyselylomakkeen. Seuraavassa esitetään ensin kysymys ja sen jälkeen yhteenveto vastauksista. Luvut kysymysten kohdalla tarkoittavat vastausten prosentuaalista jakaumaa eri vaihtoehtojen kesken. Vastaajaryhmien luvut on erotettu toisistaan kautta- viivalla (vuoden 1983 kokeilutilat/uudet kyselytilat).

1. Milloin ja mistä saitte tietoonne maatalouden sääpalvelukokeilun puhelinnumeron 97061?

- |       |                          |                                                                         |     |                          |                              |
|-------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------|------------------------------|
| 51/28 | <input type="checkbox"/> | keväällä Kotovainiosta (Hämeen läänin maatalouskeskuksen tiedotuslehti) | 0/2 | <input type="checkbox"/> | Häme-84 maatalousnäyttelystä |
|       |                          |                                                                         | 1/4 | <input type="checkbox"/> | vasta nyt tästä kirjeestä    |
|       |                          |                                                                         | 3/4 | <input type="checkbox"/> | muualta, mistä? _____        |
| 12/14 | <input type="checkbox"/> | keväällä sanomalehdistä                                                 |     |                          |                              |
| 33/48 | <input type="checkbox"/> | postikortista, jonka sain kesäkuun alussa                               |     |                          |                              |

Sääpalvelukokeilusta tiedotettiin alueella kysymyksessä mainittuja kanavia käyttäen. Vuoden 1983 kokeilutilat olivat ilmeisesti osanneet odottaa sääpalvelua myös tänä vuonna, koska olivat paremmin huomanneet kokeilusta kertovan ilmoituksen Kotovainio-lehdessä. Uusille kyselytiloille oli tieto mennyt parhaiten alueen viljelijöille postitetun ilmoituskortin välityksellä. Monet vastaajat olivat rastittaneet kohtien 1 ja 2 lisäksi kohdan kolme, mitä ei ole laskettu prosenttilukuihin mukaan. Joidenkin lisäkommenttien mukaan numero oli kyllä jo aikaisemmin huomattu, mutta postikortti oli hyvä muistutus, jonka voi laittaa puhelimen viereen. Muutama vastaaja ilmoitti saaneensa kokeilusta tiedon maatalouskeskuksesta, naapurilta tai alueradiosta. Yleisesti ottaen tieto palvelusta oli mennyt hyvin perille, sillä 99/96 % vastanneista oli saanut numeron tietoonsa. Kylvöajan käyttötilastoja tutkittaessa on syytä huomata, että 36/54 % vastaajista oli saanut numeron tietoonsa vasta kesäkuun alussa tai sen jälkeen.

2. Oletteko käyttänyt hyväksenne maatalouden sääpalvelua?

- |       |                          |                                                                  |       |                          |                  |
|-------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|------------------|
| 59/44 | <input type="checkbox"/> | puhelimesta, numero 97061                                        | 36/30 | <input type="checkbox"/> | molemmista       |
| 4/15  | <input type="checkbox"/> | päivälehdistä (Riihimäen Sanomat, Hämeen Sanomat, Forssan lehti) | 1/11  | <input type="checkbox"/> | en ole käyttänyt |

99/89 prosenttia vastanneista oli käyttänyt sääpalvelua hyväkseen. 95/74 % oli käyttänyt puhelinpalvelua, joko pelkästään tai sanomalehden ohella.

3. Kun käytitte puhelinsääpalvelua eniten, kuinka usein soititte palvelunumeroon 97061?

- |       |                          |                              |       |                          |                                |
|-------|--------------------------|------------------------------|-------|--------------------------|--------------------------------|
| 39/14 | <input type="checkbox"/> | kerran päivässä tai useammin | 22/14 | <input type="checkbox"/> | 3-4 kertaa viikossa            |
| 24/24 | <input type="checkbox"/> | 1-2 kertaa viikossa          | 12/24 | <input type="checkbox"/> | harvemmin kuin kerran viikossa |

ei vastausta 3/24

Vuoden 1983 kokeilutilat olivat käyttäneet puhelinpalvelua aktiivisemmin kuin uudet kyselytilat. Uusista tiloista 24 % jätti vastaamatta kysymykseen. Tämä ryhmä koostui ilmeisesti niistä tiloista, jotka ilmoittivat edellisessä kysymyksessä seuranneensa sääpalvelua pelkästään sanomalehdistä tai etteivät olleet käyttäneet palvelua lainkaan hyväkseen.

4. Onko puhelinpalvelussa 97061 ollut häiriöitä, esimerkiksi numero ollut varattuna tai nauhassa ollut katkoja?

54/50  ei lainkaan

41/24  vain muutaman kerran

1/2  melko usein

Minkälaisia häiriöt ovat olleet? \_\_\_\_\_

ei vastausta 4/24 \_\_\_\_\_

Kysymyksessä kartoitettiin palvelussa käytetyn automaattisen puhelinvastaajan toimintavarmuutta. Noin puolet vastaajista ilmoitti puhelinvastaajan toimineen häiriöttä. 42/26 ilmoitti häiriöitä olleen. Useat ilmoittivat nauhan alkaneen keskeltä. Tämä oli varmasti yleisempikin ilmiö, mutta kaikki vastaajat eivät olleet pitäneet sitä häiriönä. Laitteistosta johtuen soittajien kuulema tiedote ei alkanut aina palvelutiedotteen alusta. Soittaja voi kuunnella koko palvelutiedotteen alusta useampiakin kertoja saman puhelun kuluessa, mikäli hän vain halusi. Osa vastaajista ilmoitti, että numero oli ollut varattu, tai että yhteyksissä oli ollut katkoja. Nämä viat johtuivat ilmeisesti pääasiassa yleisestä puhelinverkosta. Muutamat vastaajat ilmoittivat tiedotteen kuuluneen heikosti. Jotkut arvostelivat myös tiedotteen lukeneiden henkilöiden hidasta lukutapaa tai maatalouden asiantuntemuksen puutetta.

5. Kuinka säännöllisesti seuraisitte tiedotetta sanomalehdistä?

9/20  lähes joka kerta

47/48  itselleni tärkeiden työvaiheiden aikana (sesonkiaikana)

24/13  satunnaisesti

19/17  en lainkaan

ei vastausta 1/2

Vastaajista 9/20 % oli seurannut palvelua säännöllisesti sanomalehdistä. Noin puolet vastaajista oli seurannut palvelua aluelehdistä vain tärkeimpien työvaiheiden aikana. Lähes viidesosa vastanneista ilmoitti, että he eivät olleet seuranneet sanomalehtien palvelua. Jotkut vastaajat olivat lisänneet kommentteiksi, että kyseisiä sanomalehtiä ei tule heidän tilalleen.

6. Missä kasvukauden työvaiheessa tarvitsitte palvelua eniten (tärkeysjärjestys)?

	Tärkein	2. Tärkein	3. Tärkein	4. Tärkein
heinän korjuu	43/53	9/9	2/0	0/0
puinti	24/26	35/43	19/8	2/1
kasvinsuojelu	14/3	18/6	11/5	5/2
kylvötyöt	10/7	17/13	14/10	3/1
perunan nosto	1/0	2/0	1/0	1/0
säilörehun teko	0/1	5/1	4/4	3/1
hallan torjunta	2/1	0/0	0/0	0/0
muut	1/1	1/1	1/1	2/2
ei vastausta	5/8	13/27	47/72	84/93

Aikaisempien kokemusten mukaisesti oli heinäaika työvaihe, jolloin sääpalvelua tarvittiin eniten. Seuraavina olivat puinti, kasvinsuojelu ja kylvö. Kasvinsuojelu oli usein sokerijuurikkaan tai perunan ruiskutuksia, missä torjunta-ainekustannukset ovat suurimmat. Muita tärkeitä työvaiheita olivat säilörehun teko, perunan ja sokerijuurikkaan nosto (jos olisi palveluajan piirissä), hallan torjunta sekä syysviljojen kylvö.

7. Kahden lähivuorokauden sääennuste uusittiin puhelintiedotteessa arkisin kolme kertaa päivässä, kello 7.30, kello 13.00 ja kello 18.00. Oliko tämä riittävästi ja olivatko ajankohdat sopivat?

93/84  kyllä

4/2  ei

Jos ei, niin mitkä ajat olisivat sopivimmat ja miten monta kertaa olisi tarpeen? \_\_\_\_\_

ei vastausta 3/14

Vastaajat olivat muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta tyytyväisiä ennusteen uusimisen ajankohtiin ja ennusteiden lukumäärään vuorokaudessa. Esitetyt muutokset ajankohtiin olivat varsin pieniä - useimmiten 0.5-1 tuntia. Edellisenä vuonna viljelijöiltä saatu palaute olikin otettu lähtökohdaksi ennusteiden uusimisajankohtia päätettäessä.



8. Mitä puhelinalvelutiedotteen osaa piditte tärkeimpänä?

- 20/15  parin lähivuorokauden sääennustetta 8/8  
 33/38  viiden lähivuorokauden sääennustetta 1/1  
 1/1  ajankohtaista maataloudessa-katsausta 3/1  
 31/22  kaikki osat yhtä tärkeitä  
 ei vastausta 2/14

Viiden vuorokauden ennustetta pidettiin yleisesti tärkeimpänä puhelinalvelutiedotteen osana. Lähes yhtä suuri oli niiden vastaajien osuus, jotka katsoivat kaikki palvelutiedotteen osat yhtä tärkeiksi. Parin lähivuorokauden ennustetta piti tärkeimpänä noin viidesosa vastaajista. Uusien tilojen vastauksissa viiden vuorokauden sääennusteiden osuus oli suurempi.

9. Vaikuttiko palvelutiedote suunnitteleminenne töihin?

- 95/81  kyllä 4/8  ei ei vastausta 1/11

Jos vaikutti, niin miten? (Voitte tarvittaessa antaa tarkempia tietoja lopussa olevalla lisäisivulla.)

- 43/47  tein ratkaisun ennen kaikkea sääennusteiden pohjalta  
 1/0  tein ratkaisun ennen kaikkea maatalouden ajankohtaiskatsauksen pohjalta  
 46/30  molemmat osat vaikuttivat  
 ei eritelty 5/4

Vastaajista 95/81 % katsoi, että palvelutiedote oli vaikuttanut heidän suunnittelemiinsa töihin. Lisäkysymyksessä vastaukset jakaantuivat melko tasaisesti niiden kesken, jotka olivat tehneet ratkaisun lähinnä sääennusteiden perusteella ja niiden kesken, jotka katsoivat, että molemmat osat vaikuttivat päätöksiin. Uusien tilojen mielestä sääennusteiden vaikutus oli vähän suurempi kuin molempien tiedotteen osien.

10. Miten maatalouden sääpalvelukokeilu vastasi toiveitanne?

- 11/10  toiveita paremmin  
 6/4  toiveita huonommin  
 78/63  vastasi toiveita  
 4/16  en osaa sanoa

Perusteluja: \_\_\_\_\_

ei vastausta 1/7

Palvelu oli vastannut paremmin vuoden 1983 kokeilutilojen kuin uusien tilojen toiveita. Syynä oli ilmeisesti se - kuten jotkut vastaajat kommentoivatkin -, että aikaisemmissa kokeiluissa mukana olleet tilat tiesivät paremmin, mitä palvelulta odottaa.

11. Oliko palvelutiedotteen sisältö

4/4  liian laaja?

91/77  sopiva?

3/4  liian suppea? Mitä asiaa olisi saanut olla enemmän? \_\_\_\_\_

ei vastausta 2/15

---

Kysymyksellä pyrittiin selvittämään, miten käyttäjät olivat pystyneet omaksumaan palvelutiedotteen sisällön. Suurin osa vastanneista piti sisältöä sopivana. 4 prosenttia piti sisältöä liian laajana ja sama määrä liian suppeana. Sisältöä liian suppeana pitäneet olivat toivoneet joko enemmän ohjeita erikoiskasvien viljelijöille tai laajempaa selvitystä säätilan yleisestä kehityksestä.

12. Oliko puhelinalvelusta Teille hyötyä verrattuna yleiseen sääpalveluun (radio, TV)?

93/70  kyllä

3/13  ei

Millä tavalla? \_\_\_\_\_

ei vastausta 4/17

---

Vuoden 1983 kokeilutiloista 93 % ja uusista tiloista 70 % ilmoitti, että puhelinalvelusta oli ollut hyötyä verrattuna yleiseen sääpalveluun. Perusteluna vastaajista 27/13 % mainitsialueellisesti tarkemmat sääennusteet, 33/21 % ennusteiden saatavuuden kellonajoista riippumatta ja 7/2 % molemmat em. syyt. Muina hyödyn tuottajina pidettiin (8/7 %) lähinnä viiden vuorokauden ennusteen saamista joka päivä.

13. Voitteko esittää arviota palvelukokeilun tuottamasta taloudellisesta hyödystä tai tappiosta? (Voitte esittää tarkempia arvioita lisäsivulla.)

	hyötyä	tappiota	mk/ha
Kasvi ja työvaihe:			
hyötyä 77/42 kpl = 42/25 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
tappiota 2/5 kpl = 1/3 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
ei vast. 105/119 kpl = 57/72 %	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

Kysymykseen vastasi vain 43/28 % viljelijöistä (liite 11, s. 121-125). Vuoden 1983 kokeilutilat ilmoittivat kolmen vaihtoehdon kohdalle yhteensä 118 hyötytapausta. Suurin osa näistä oli merkitty pelkällä rastituksella. Vain 33 tapauksen kohdalle oli merkitty markkamääräinen arvio. Tappiota oli puolestaan merkitty kuudessa tapauksessa, joista viiteen oli merkitty arvio markkoissa.

Hyötyarviot vaihtelivat 60:sta 10.000 markkaan hehtaarilta. Yleisimmin oli hyötyä arvioitu saadun heinätöistä eli 41 tapausta, joista 11 oli arvioitu markkoissa. Keskimääräinen arvio oli 1000 mk/ha ja vaihtelu 200-2500 mk/ha. Puinnissa oli 18 arviota, joista 8 markkamääräistä ja vaihtelu 300-5000 mk/ha. Kasvinsuojelusta oli hyötyarvioita 25, joista markkamääräisiä 11. Suurin hyötyarvio oli 10.000 mk/ha porkkanan kasvinsuojeluruiskutuksessa. Muuten arviot vaihtelivat 60:stä 700 markkaan hehtaarilta.

Tappioarvioita vuoden 1983 kokeilutilat olivat esittäneet kuusi kappaletta, joista markkamääräisiä viisi. Viljojen puinnissa oli arvioitu tappiota kärsityn kolmessa tapauksessa 300-1000 mk/ha, heinätöissä yhdessä tapauksessa 1000 mk/ha ja viljojen lannoituksessa yhdessä tapauksessa 500 mk/ha.

Uusilta kyselytiloilta saatiin kysymykseen huomattavasti vähemmän vastauksia. Hyötyarvioita oli 55, joista markkamääräisiä 8. Tappiota arvioi kärsineensä 4 vastaajaa, joista vain yksi oli esittänyt rahallisen arvion. Heinätöissä ilmoitettiin 34 hyötytapausta, joista markkamääräisen arvion sisälsi 7. Keskimääräinen arvio oli 1900 mk/ha ja vaihtelu 500-3500 mk/ha. Viljan korjuussa oli esitetty 10 hyötyarvioita, joista yhdessäkään ei oltu esitetty rahallista arviota. Yksi vastaaja oli arvioinut saaneensa sääpalvelusta yleensä hyötyä 50 mk/ha. Rahallisen tappioarvion oli esittänyt vain yksi vastaaja, joka arvioi kärsineensä vehnän puinnissa 1000 mk/ha tappiota.

14. Miten hyödyllisenä pidätte tämänlaatuisen maatalouden sääpalvelun toteuttamista tulevaisuudessa?

58/44  erittäin hyödyllisenä

42/52  hyödyllisenä

0/2  samantekevänä

0/1  tarpeettomana

Perustelu: \_\_\_\_\_

ei vastausta 0/1 \_\_\_\_\_

Vastaajista 100/95 % piti maatalouden sääpalvelun toteuttamista jatkossa vähintään hyödyllisenä. Vain 3 % uusista kyselytiloista katsoi palvelun samantekevaksi tai tarpeettomaksi. Perusteluja mielipiteilleen esitti 32/24 % vastanneista. Hyödyllisyyden yleisin peruste oli maatalouden sääriippuvuus. Tarpeettomuutta perusteltiin mm. sillä, että säätietoa saa radiosta ja televisiosta jo tarpeeksi ja sillä, että tulee tiedon päällekkäisyyttä. Tarpeettomaksi tai samantekevaksi sääpalvelun kokeneet olivat yhtä lukuunottamatta alle 10 ha:n viljelijöitä.

15. Mitä tiedotuskanavia toivoisitte tulevaisuudessa käytettäväksi maatalouden sääpalvelujen jakelussa?

- 34/51  radiota  
 22/41  televisiota  
 26/36  lehdistöä  
 90/74  automaattista puhelinvastaajaa  
 14/10  teletietopalvelua (puhelimien avulla saatava tietoruutu omassa televisiovastaanottimessa tai kotitietokoneessa)  
 2/1  muuta Mitä? \_\_\_\_\_

Useimmat vastaajat olivat rastittaneet useampia kysymyksen vaihtoehtoja. Automaattista puhelinvastaajaa toivottiin palvelutiedotteiden viestitykseen eniten. Seuraavina tulivat radio, televisio ja lehdistö. Myös teletietopalvelua oli toivonut yli 10 % vastaajista. Automaattista puhelinvastaajaa toivoneiden osuus oli suurempi jo vuonna 1983 palvelussa mukana olleiden vastauksissa. Sama suunta on havaittavissa tänä vuonna palvelua aktiivisesti käyttäneiden keskuudessa. Radiota ja televisiota toivoneiden osuus oli vastaavasti suurempi uusien kyselytilojen keskuudessa ja niiden keskuudessa, jotka olivat käyttäneet palvelua vähemmän ja yleensäkin kokeneet sen vähemmän tarpeelliseksi kuin muut vastaajat.

16. Maatalouden sääpalvelusta aiheutuvia kustannuksia joudutaan tulevaisuudessa ilmeisesti veloittamaan osittain palvelun käyttäjiltä. Kokonaishinta-arvio on tämän hetken kustannustason mukaan laskettuna noin 3 mk/puhelu verkko-ryhmästä riippumatta. Miten suhtaudutte tähän?

- 2/2  hinta on liian korkea, en käytä  
 16/18  käytän vain satunnaisesti  
 72/59  hinta on kohtuullinen, käytän kuten tänä vuonna  
 9/11  vielä tehokkaammasta palvelusta olen valmis maksamaan enemmänkin  
 Paljonko (esim. mk/puhelu)? \_\_\_\_\_

ei vastausta 1/10

Vastaus	Käyttö -84 (kysymys 3)			
	kerran päiv. 3-4 k/vko	1-2 k/vko	harvemmin	
	I/II	I/II	I/II	I/II
en käytä	4/0	0/0	0/3	0/0
vain satunnaisesti	18/4	7/8	11/17	32/23
kuten tänä vuonna	67/79	81/71	80/75	68/57
maksan enemmänkin	11/13	12/13	7/5	0/15
ei vastausta	0/4	0/8	2/0	0/5

Kysymyksellä pyrittiin kartoittamaan, voidaanko palvelut rahoittaa automaattisesta puhelinvastaaajasta saatavin tuloin. Kolmen markan veloitus perustuu oletukseen, että keskimäärin noin 5 % Suomen viljelijöistä käyttäisi puhelinsääpalvelua päivittäin. Keskimääräinen päivittäinen käyttöaste kokeilussa oli 6,7 %. Kysymykseen saadut vastaukset osoittavat, että käyttö pysyisi 3 mk/puhelu veloituksella suunnilleen samalla tasolla. Tosin lähes 20 % vastaajista ilmoitti, että he käyttäisivät palvelua vain satunnaisesti, mutta näistä osa oli sellaisia, jotka ilmoittivat jo tänä vuonna käyttäneensä palvelua satunnaisesti. Noin 10 % vastanneista olisi valmis maksamaan tehokkaammasta palvelusta vieläkin enemmän. Markkamääräiset arviot olivat 4-10 mk/puhelu, yleisimmin 5 mk/puhelu. Jotkut tämän arvion esittäneet olivat lisänneet kommentteiksi, että he olisivat valmiita maksamaan enemmän, mutta käyttäisivät ehkä harkitummin. Vain 2 % vastaajista ilmoitti, että he eivät käyttäisi maksullista puhelinpalvelua lainkaan.

17. *Mitä toivomuksia Teillä on erityisesti mielessänne maatalouden sääpalvelujen kehittämistyölle?*

toiveita 31/19

---



---



---

Toivomuksia maatalouden sääpalvelun kehittämistyölle esitti 31/19 % vastaajista. Yleisin toive oli tarkemmat ja paikallisemmat ennusteet.

I 35.4 ha (3.5-350)

II 24.6 ha (6.0-150)

18. *Tilanne peltoala:* \_\_\_\_\_

Vuoden 1983 kokeilutilojen keskipinta-ala oli 35.4. hehtaaria ja vaihtelu 3.5:stä 350 hehtaariin. Uusien kyselytilojen keskipinta-ala oli 24.6 ha ja vaihtelu 6.0-150 ha. Hämeen läänin maatalouskeskuksen yli 5 hehtaarin tilojen keskipinta-ala oli vuonna 1983 maatilahallituksen tilastojen mukaan 20.6 hehtaaria. Vastaajien hehtaarimääriin kuuluu joillakin tiloilla vuokramaiden osuus, mitä maatilahallituksen tilastoissa ei ole otettu huomioon.

Tilojen jakauma pinta-alan mukaan oli seuraava:

Tilakoko	Vuoden 1983 kokeilutilat %	Uudet kyselytilat %
alle 5 ha	2	0
5.0 - 9.9	2	6
10.0 - 14.9	15	16
15.0 - 19.9	14	20
20.0 - 29.9	21	29
30.0 - 49.9	25	21
50.0 - 99.9	18	7
100 ha ja yli	3	1

Viljelijöitä pyydettiin esittämään tilansa kolme tärkeintä tuotantosuuntaa. Jakauma on esitetty taulukossa 26.

Vastaajilla oli mahdollisuus esittää lisätoiveita ja mielipiteitä kokeilusta lomakkeen lisäsivulla. Tätä mahdollisuutta käytti hyväkseen 33/35 % vastaajista. Lisätoiveet olivat yleensä samantapaisia kuin jo varsinaisten kysymysten kohdalla esille tulleet.

Taulukko 26. Kyselytilojen jakautuminen kolmen tärkeimmän tuotantosuunnan mukaan % tiloista.

	Tärkein	2. Tärkein	3. Tärkein
nautakarjatalous (sis. nurmiviljelyn)	42/44	15/26	8/8
sikatalous	3/6	3/2	1/1
kanatalous	1/1	0/1	1/2
viljan viljely	21/27	21/22	8/7
leipävilja	3/2	4/3	2/3
rehuvilja	4/4	7/8	7/2
siemenvilja	5/1	6/1	4/2
mallasohra	1/1	3/3	0/1
peruna	10/1	9/2	6/3
sokerijuurikas	7/6	10/5	4/4
rypsi	1/1	3/3	3/3
vihannekset	1/0	1/1	1/0
muut	0/1	2/1	0/1
ei vastausta	1/5	16/22	55/64

#### 4.3. Häme-84 maatalousnäyttelyn yleisöpalautte

Häme-84 maatalousnäyttely järjestettiin Forssassa 29.6.-1.7.1984. Maatalouden sääpalvelua esiteltiin Ilmatieteen laitoksen osastolla, joka sijaitsi näyttelyn tutkimus- ja neuvontapihalla samassa katoksessa kuin Maatalouden tutkimuskeskusten osastot.

Osastolla järjestettiin yleisökysely, jossa näyttelyvierailta tiedusteltiin sääennusteiden käyttöä, ennusteiden vaikutusta toimiin ja maatalouden sääpalvelun tarvetta. Lisäksi vastaajat saivat esittää toivomuksia sääpalveluista. Palkinnoksi arvottiin vastaajien kesken 21 TV-uutisissa esitettyä sääkarttaa, 7 jokaiselle näyttelypäivälle.

Vastauksia saatiin kolmen näyttelypäivän aikana yhteensä 1270 kpl eli perjantaina 428, lauantaina 411 ja sunnuntaina 431 kpl. Vastaajista 68 % oli maataloudenharjoittajia ja 32 % muita kuin maataloudenharjoittajia.

Vastaajat ilmoittivat käyttävänsä sääennusteita seuraavasti:

	kaikki	viljelijät	muut
päivittäin	76 %	83 %	62 %
viikoittain	16 %	13 %	22 %
ei koskaan	8 %	4 %	16 %

Tiedusteltaessa sääennusteiden vaikutusta töiden suunnitteluun ja muuhun toimintaan oli vastausten jakauma seuraava:

	kaikki	viljelijät	muut
vaikuttaa	88 %	97 %	69 %
ei vaikuta	12 %	3 %	31 %

Niillä viljelijöillä, jotka käyttivät ennusteita päivittäin, ne vaikuttivat toimiin 98 %:lla. 96 %:lla niistä viljelijöistä, jotka seuraavat ennusteita viikottain, ne myös vaikuttavat töiden suunnitteluun ja muuhun toimintaan.

Muilla kuin maataloudenharjoittajilla, jotka käyttivät ennusteita päivittäin, ne vaikuttivat toimiin 78 %:lla. Niistä, jotka käyttivät ennusteita viikottain, ne vaikuttivat töiden suunnitteluun 61 %:lla.

Kysyttäessä, miten tärkeänä näyttelyvieraat pitivät osastolla esitellyn maatalouden sääpalvelun toteuttamista tulevaisuudessa, oli vastausten jakauma seuraava:

	kaikki	viljelijät	muut
erittäin tärkeä	60 %	67 %	44 %
tärkeä	36 %	30 %	48 %
samantekevää	3 %	2 %	5 %
tarpeeton	1 %	<1 %	1 %
ei vastausta	<1 %	<1 %	2 %

Toivomuksia sääpalveluista esitti 273 vastaajaa eli 21 % vastaajista. Seuraavassa yhteenveto erityyppisistä kommentteista:

	kpl
Ennusteiden luotettavuuden ja tarkkuuden lisääminen	86
Ennusteita useammin, erityisesti 5 vrk	42
Yli 5 vrk:n pituisia ennusteita	33
Alueellisen palvelun laajentaminen	20
Pienemmät alueet, paikkakuntaakohtaisuus	29
Tiedotuksen tehostaminen (puhelinpalvelu, teksti-TV, sanomalehdet, useammin)	16
Heinäpoutia	12
Sääpalvelut hyviä nykyisellään tai kehitys oikean suuntainen	15
Muuta (esim. yksityiskohtaisempia ennusteita, pienilmastoennusteita, todennäköisyysarvoja ym. ym.)	20
	<hr/> 273

#### 4.4. Palveluhenkilökunnan kokemukset

Kokeilussa palvelusta vastanneiden henkilöiden käsitykset kartoitettiin, jotta tulevaisuudessa palvelua voidaan parantaa sekä teknisesti että henkilötasolla. Vuonna 1984 palvelua annettiin neljästä yksiköstä. Tällöin päivittäisen kanssakäymisen sujuvuus on erittäin tärkeää. Ilmatieteen laitoksen sääosaston sääpäivystyksestä Helsingissä hoidettiin kahden ja viiden vuorokauden sääennusteet. Uutena palveluyksikkönä oli Etelä-Suomen aluepalveluyksikkö, joka aloitti toimintansa kesällä Helsinki-Vantaan lentosääkeskuksessa. Hämeen läänin maatalouskeskuksen kasvinviljelyagronomi toimi Hämeenlinna keskuspaikkanaan ja Maatalouden tutkimuskeskus Jokioisilla. Etelä-Suomen aluepalveluyksikkö vastasi koko palvelun toimittamisesta käyttäjille.



#### 4.4.1. Ilmatieteen laitos

Ilmatieteen laitoksen uuden palveluyksikön, Etelä-Suomen aluepalveluyksikön, mukaantulo aiheutti projektihenkilökunnalle laajan koulutuksen suunnittelun ja järjestämisen. Lisäksi tarvittiin seurantaa ja ohjausta pitkin kesää paikan päällä. Koulutettavia palvelumeteorologeja oli 21 ja avustavia henkilöitä 25.

Etelä-Suomen aluepalveluyksikön toiminnan "virallinen" aloittaminen sattui maataloussääkokeilun keskelle 1.6.1984. Toimitilojen korjaaminen uusien vaatimusten vastaaviksi oli vielä toukokuussa täysin kesken, mikä aiheutti runsaasti lisähankaluuksia henkilökohtaisessa työhönopastamisessa työpaikalla. Myös yksikön tekninen varustus oli täysin puutteellinen vastaanottamaan laajempaa toimintaa.

Teknisesti jo yksin puhelinlinjoissa esiintyneet runsaat häiriöt vaikeuttivat alusta alkaen tietokonepäätteiden ja teletietopalvelujen tiedonsiirtoa. Kaikki tämä vaikeutti merkittävästi maatalouden sääpalvelun antamista ko. työtiloista. Kesäkuun alussa tuli vielä useita alueelliseen sääpalveluun liittyviä tehtäviä mukaan, joskin samalla siirryttiin ympärivuorokautiseen päivystykseen, jolloin voitiin lisätä aamuennuste (klo 7.30) maatalouden sääpalveluun. Vaikeuksista huolimatta palvelu pystyttiin hoitamaan.

Uusilta "maatalousmeteorologeilta" Etelä-Suomen aluepalveluyksikössä kysyttiin palvelun loputtua kirjallisesti kokemuksia palvelun antamisesta.

Kaikki edellä kuvatut teknisluontoiset hankaluudet näkyvät saadussa palautteessa. Vastauksia saatiin 15 kpl 21:stä. Vastanneilla meteorologeilla oli ollut keskimäärin 18 maataloussääennustetta tehtävänä, vaihtelu oli 10:stä 30:een. Kaikkien mielestä maatalouden sääennusteen laatiminen oli sopinut hyvin aluevuoron aikatauluun. Neuvottelut valtakunnallisen sääpäivystyksen kanssa sään kehityksestä olivat yleisesti sopineet maatalouden sääennusteiden laadinta-aikatauluun, kaksi olisi toivonut iltapäivän puhelinyhteyttä aikaisemmaksi. 12 meteorologia keskusteli yleensä erikseen maataloussäästä, tällöin kiinnitettiin huomiota varsinkin ilman suhteelliseen kosteuteen ja hallavaroituksen tarpeellisuuteen. Sateen ajoitus ja kesto, alueellinen tarkennus ja toisen vuorokauden sää puhuttivat yksiköiden meteorologeja.

Kahden yksikön käytettävissä olevassa perusmateriaalissa esiintyy melko suuria eroja. Ennustemateriaalin yhtenäistämistä toivottiin voimakkaasti, sillä alueyksikköön ei tule kaikkia niitä ennustekarttoja kuin valtakunnalliseen sääpalveluun tai ne tulevat niin paljon myöhemmin, että niiden käytettävyyden arvo laskee. Osa koetuista puutteista on korvattavissa sisäisin järjestelyin, osa

vaatii lisäkapasiteettia viestijärjestelmiin. Maatalouden erikoishavaintoja ei vielä osattu täysin hyödyntää palvelussa, mutta tämä voidaan korjata tulevaisuudessa jatkokoulutuksella.

Tekninen varustus, viestitietokonepäätte (MSS) ja Videotex-laitteisto, katsottiin kyllä riittäväksi, mutta niitä ei osattu vielä täysin käyttää hyväksi.

Useimmille aluepalveluyksikön meteorologeille sanallisten ennusteiden laadinta oli uutta. Siksi yli puolella vastanneista oli ollut joskus tai usein ennusteen muotoiluhankaluuksia. Varsinkin tilan puute koettiin useimmiten hankalaksi, sillä ennusteen pituutta rajoitti videotexruudun koko. Samoin ennusteiden niveltäminen yhden ja kahden vuorokauden välillä koettiin hankalaksi. Myös viiden vuorokauden ennusteen yhteensopivuuteen kahden vuorokauden ennusteen kanssa kiinnitettiin joskus huomiota.

Vain puolet koki keväällä maatalouden sääennusteita varten saadun peruskoulutuksen riittäväksi. Yksi harjoituspäivä toukokuussa koettiin yleensä riittämättömäksi. Lisäksi teknisen puolen käyttökoulutus jäi aivan liian riittämättömäksi useiden mielestä.

Maatalousmeteorologisessa vuorossa virka-aikana toimi sääosaston sääpäivystyksessä yksi henkilö. Hänen tehtävänä oli vastata maatalouden erikoissäähavaintojen tilastoinnista ja viestittämisestä sekä maatalouden viljelyvaiheista ja ajankohtaisista asioista tiedottamisesta meteorologikunnalle.

#### 4.4.2. Hämeen läänin maatalouskeskus

Hämeen läänin maatalouskeskuksen kannalta vuoden 1984 toiminta vastasi melko pitkälle niitä odotuksia, joita oli kaikki viljelijät kattavasta palvelutoiminnasta. Sääennusteiden uusimistiheys oli riittävä. Erittäin tärkeää oli, että ennusteet uusittiin myös viikonloppuisin. Vuoden 1983 kokemukset osoittivat, että perjantai-iltana annetun ennusteen kuuntelu vielä sunnuntai-iltanakin oli yleistä huolimatta etukäteistiedotuksesta. Osa vuonna 1983 ilmoitetuista tappioista saattoi selittyä vanhan ennusteen mukaan tehdyillä päätöksillä.

Videotex-järjestelmä tai vastaava on välttämätön maatalouskeskuksen käytössä nopean ja tosiaikaisen tiedonvälityksen hoitamiseksi. Pelkästään puhelimitse tapahtuva yhteydenpito palvelun kannalta tärkeisiin ulkopuolisiin laitoksiin vaikutti aika-ajoin mahdolltomalta yhteyshenkilöiden vaikean tavoitettavuuden takia. ("Hän tulee ensi viikon perjantaina, voitteko silloin soittaa uudelleen").

Kasvitauti- ja tuhoeläinennusteiden puute vaikeuttaa maatalouskeskusten ajankoh-  
taiskatsauksen laadintaa. Myös eri kasvien kasvumallien olemassaolo helpottaisi  
korjuuajankohdan ennustamista. Sakolukumääritysten lisääminen sekä heinän laatu-  
määritysjärjestelmän (erityisesti valkuaispitoisuus) luominen antaisivat ajan-  
kohtaiskatsausten laatijoille tarpeellista taustatietoa.

Ilman suuntanumeroa toimiva kaikkien verkkoryhmien alueella samanhintainen pal-  
velupuhelin asettaa eri alueilla asuvat viljelijät samanarvoiseen asemaan. Var-  
sinkin Hämeenlinnan verkkoryhmän ulkopuolella asuvat viljelijät pitivät numeroa  
97061 selvänä parannuksena vuoden 1983 palvelunumeroon (917-28674) verrattuna.

#### 4.4.3. Maatalouden tutkimuskeskus

Maatalouden tutkimuskeskuksessa kokeilusta ja maatalouden sääpalvelun kehittämi-  
sestä vastasi yksi tutkija noin 3/4 työajastaan. Kesä-elokuun ajan hänellä oli  
apunaan yksi harjoittelija. Kasvinsuojeluohjaaja avusti palvelua kasvinsuojelu-  
neuvonnan osalta. Muuten hyödynnettiin MTTK:n normaaliin tutkimustoimintaan  
kuuluvia voimavaroja.

Kokeilun vaatima toiminta käsitti MTTK:ssa pääasiassa palvelun tarvitseman päi-  
vittäisen havaintomateriaalin keräämisen, analysoinnin ja tallentamisen video-  
tex-järjestelmään, kasvukauden kehittymisen seurannan kasvilajeittain mm. tuho-  
eläinten, kasvitautilien, sadetustarpeen, sakolukujen ja eri viljelytoimenpitei-  
den osalta sekä palvelutiedotteen laadinnan ja päivityksen maatalouskeskuksen  
kasvinviljelyagronomin ollessa estyneenä.

Yhteistyö Hämeen läänin maatalouskeskuksen, Ilmatieteen laitoksen ja MTTK:n  
kesken sujui hyvin. Erityisen myönteisiä olivat lähes päivittäiset neuvottelut  
Ilmatieteen laitoksen päivystävän maatalousmeteorologin kanssa. Näissä keskus-  
teluissa pystyi tiedottamaan tiettyjen työvaiheiden tarvitseman sääpalvelun  
erityispiirteistä. Lisäksi neuvotteluissa tuli esille useita sääennusteiden ja  
maatalousmeteorologisten ennustemallien tarkentamis- ja kehittämismahdollisuuksia.  
Esimerkiksi kasvinsuojeluruiskutusten aikana pystyttiin epävakaisen sään  
vallitessa pelkällä ennusteiden tekstin muotoilulla kertomaan viljelijöille ko-  
tilanteessa paras ruiskutusajankohta. Esimerkkinä sääennusteiden kehittämismah-  
dollisuuksista tuli esille kaste-ennusteiden hyväksikäyttö päivittäisen leikkuu-  
puintiin sopivan ajan ennakoimiseksi.

Palvelutiedotteet luettiin Posti- ja telelaitoksen toimesta automaattiseen puhelinvastaajaan. Tämä tapahtui säännöllisesti ja ajallaan. Palvelutiedotteen lukijat tarvitsivat kuitenkin koulutusta parhaimman lukunopeuden ja lukutavan saavuttamiseksi sekä jonkin verran myös tietoa maatalouden ja ilmatieteen terminologiasta. Nämä puutteet myös viljelijät esittivät palautteessaan. Asia on tärkeä siksi, että puhelinvastaajasta kuultava palvelutiedote on se lopputuote, jonka viljelijä saa, ja jonka mukaan hän tekee ratkaisunsa. Teksti vaikuttaa myös sääpalvelun saamaan arvostukseen käyttäjien keskuudessa, sekä siihen, miten viljelijä pystyy tiedotteen omaksumaan. Tulevaisuudessa tiedote luettaneen jostakin palvelua antavasta laitoksesta, mutta silloinkin näihin seikkoihin olisi kiinnitettävä huomiota.

Palvelua annettiin yhden maatalouskeskuksen alueelle. Sitä varten kerättiin Maatalouden tutkimuskeskuksessa lähinnä kokeiluluonteisesti havaintoja eri kokeilta. Osaksi tehtiin havaintoja pelkästään palvelua varten. Laajempaa ja kehittyneempää sääpalvelua varten olisi luotava havainnointijärjestelmiä, jotka keräävät havainnot rutiininomaisesti. Myös havaintojen soveltuvuutta sääpalveluun olisi kehitettävä. Useampien maatalouskeskusten palveleminen kokeilussa käytetyin menetelmin ei onnistu. Kehitettävien järjestelmien tulisi olla sellaisia, että ne sopivat MTTK:n tutkimusasemien toimintaan ja osittain mahdollisesti myös maatalouskeskusten piiriagrologien toimintaan.

Tällaiset seurantajärjestelmät voisivat kehittyneimmässä muodossaan olla sääilmiöihin perustuvia ennustemenetelmiä, jotka käyttävät hyväkseen Ilmatieteen laitoksen synoptisia säähavaintoja, ja jotka lasketaan päivittäin säähavaintotietojen saavuttua Ilmatieteen laitokselle. Lukuisia tällaisia järjestelmiä on jo ulkomaila toiminnassa. Tärkeimpiä tarvittavia malleja ovat kasvitautien ja tuhoeläinten ennustemallit, erilaiset kasvumallit sekä sadetustarpeen seuranta. Myös säilörehun korjuuaikapalvelua voitaisiin osittain kehittää tähän suuntaan. Ennustemallien kehittäminen sopii parhaiten Maatalouden tutkimuskeskuksen tehtäväksi.

Sakolukupalvelu hoidettiin Maatalouden tutkimuskeskuksesta. Palvelua varten käytettiin kasvinviljelyosaston koeruuduilta otettujen näytteiden sekä muutamilta tiloilta kerättyjen näytteiden analyysituloksia. Suurimmillaan kerättiin ja analysoitiin noin 15 näytettä päivässä. Näytteiden määrä on kuitenkin riittämätön edes tyydyttävän palvelun antamiseksi. Toisaalta jo näiden näytemäärien ottaminen ja analysointi kiireisenä korjuuaikana tuotti vaikeuksia. Olisikin selvitettävä, miten paljon sakoluku vaihtelee eri aikoina kylvetyissä ja erilaisissa olosuhteissa kokeilualueella kasvavissa kasvustoissa, sekä onko tämä vaihtelu selitettävissä esimerkiksi säätekijöiden avulla. Tältä pohjalta olisi pyrittävä kehittämään sakoluvulle ennustemalli. Vastaava ennustemalli on jo kehitetty esimerkiksi Saksan Liittotasavallassa.

Edellä mainittujen havainnointijärjestelmien ja ennustemallien kehittämiseen olisi saatava riittävät tutkimusvoimavarat. Osittain tilanne paranee sääpalvelun esitutkimusvaiheeseen liittyvän selvitystyön jäädessä pois.

Videotex-järjestelmä tai vastaava on välttämätön palvelussa tuotettavan ja seurattavan tilastomateriaalin sekä sääennusteiden ja toimenpidesuosituksen viestittämiseen eri laitosten välillä. Maatalouden tutkimuskeskuksessa ja maatalouskeskuksessa oli käytössä lisänäppäimistöllä varustettu katselupäätte, jolla päivitys tapahtui on-line tilassa. Tämä aiheutti ajoittain häiriöitä ruutujen päivityksessä ja ajan hukkaa kiireisenä aikana. Tilanteen korjaamiseksi olisi hankittava toimituspäätteet.

## 5. PALVELUN KUSTANNUS/HYÖTY-ARVIO

### 5.1. Kokeilun ja palvelun kehittämisen kustannukset

Maatalouden sääpalvelun kehittämistyön kokonaiskustannukset vuonna 1984 olivat 702.500 markkaa (liite 12, s. 126-127). Kustannukset jakaantuvat palvelua hoitaneiden laitosten ja järjestöjen kesken. Palvelukokeilun teki kuitenkin mahdolliseksi vain ulkopuolinen projektirahoitus, jonka avulla palvelun suunnittelu ja kehittäminen sekä osa toteutuksesta tehtiin. Lisäksi ilmatieteen laitos panosti kehittelyyn omista projektivaroistaan yhden tutkijan kokopäiväisesti ja Maatalouden tutkimuskeskus osa-aikaisesti.

Palvelun kustannuksiksi (ajalla 2.5.-30.9.1984) saadaan henkilöstön osalta 244.500 mk ja laitteisto- sekä viestintäkuluiksi 142.000 mk eli yhteensä 386.500 mk. Operatiivisen toiminnan ja kehittelyn aiheuttamat kustannukset on eritelty taulukossa 27.

Taulukko 27. Maatalouden sääpalvelun kustannukset 1984 jaoteltuna operatiivisen toiminnan ja kehittelyn kesken laitoksittain (1.000 mk).

Laitos	Varat	Operatiivinen toiminta		Kehittäminen	
		Henkilöstö	Laitteet ja viest. + muut	Henkilöstö	
IL	budj.	183.5	76.0	141.5	401.0
	proj.	8.0	17.0	103.0	128.0
H-LMK	budj.	24.0	-	2.5	26.5
MTTK	budj.	-	24.0	64.0	88.0
	proj.	29.0	20.0	-	49.0
projektin varaus v:lle -85		-	5.0	5.0	10.0
Yhteensä		244.5	142.0	316.0	702.5

## 5.2. Erityissäpalvelusta saadut hyödyt ja tappiot Hämeen läänin maatalouskeskuksen alueella

Hyötyjen arvioinnin vaikeus näkyy myös viljelijäin palauttamissa vastauslomakkeissa. Yli puolet lomakkeen palauttaneista (ryhmä I 57 % ja ryhmä II 72 %) ei lainkaan ilmoittanut omaa mielipidettään. Hyötyä ilmoitti saaneensa ryhmästä I 42 % ja ryhmästä II 25 %. Hyötyä ilmoittaneista enemmistö (69 %) oli tyytynyt ilmoittamaan hyödyn vain rastilla. Markkamääräisten hyötyjen vähäiseen arviointiin saattoi vaikuttaa myös se, että tiedustelu lähetettiin tiloille jo pari viikkoa ennen palvelujakson päättymistä. Tällöin sadonkorjuu oli vielä pahasti kesken. Tappioita ilmoitti saaneensa ryhmästä I 2 vastaajaa eli 1 % ja ryhmästä II 5 vastaajaa eli 3 %.

Ryhmässä II näyttää hyötyjen ja tappioiden arviointi olleen vielä vaikeampaa kuin ryhmässä I. Tappioita ilmoittaneiden suurempi osuus ryhmässä II saattaa johtua tottumattomuudesta tämäntapaisten ennusteiden käyttöön. Toisaalta ryhmä II käytti sääpalvelua huomattavasti harvemmin kuin ryhmä I.

Eniten palvelua on käytetty heinätöiden ja puinnin aikaan. Tällöin hyödyt ovat jossakin määrin rahallisesti arvioitavissa. Niissä tapauksissa, joissa vastaaja on ilmoittanut saaneensa markkamääräistä hyötyä, on summa vaihdellut 200-1000 markkaan hehtaaria kohti. Suurin yksittäinen ilmoitettu hyöty saatiin porkkanan ruiskutuksessa, 10 000 mk/ha. Ilmoitetuissa tappiotapauksissa ovat markkamäärät vaihdelleet 400-1000 markan välillä hehtaaria kohti. Tappiot tahtuivat kahta lukuunottamatta puintiaikana. Vuonna 1983 ilmoitetut tappiot tulivat pääasiassa heinäkorjuussa. Täydellisempi hyötyarvio on esitetty vuoden 1983 sääpalvelukokeilun raportissa (ANSALEHTO ym. 1984, s. 77-80).

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- AHTI, K. 1972. Hiushygrometri- ja psykometrihavaintojen mittausvirheet. Ilmatieteen laitos. Tutkimusseloste 39. 28 p.
- ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., KERSALO, J. & NORDLUND, A. 1984. Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1983. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 14/84. 101 p.
- BRUTSAERT, W. 1975. On a derivable formula for long wave radiation from clear skies. Water Resources Res. 11: 742-744.
- CROWE, M., COAKLEY, S. & EMGE, R. 1978. Forecasting Dew Duration at Pendleton, Oregon, Using Simple Weather Observations. J. Appl. Meteorol. 17: 1482-1487.
- FORSBERG, A-S. 1979. Bladmögelbekämpning med hjälp av varningssystem. Växtskyddsnotiser 43, 1: 24-31.
- GILLESPIE, T. & BARR, A. 1984. Adaption of a Dew Estimation Scheme to a New Crop and Site. Agric. and For. Meteorol. 31: 289-295.
- HEINO, R. & HELLSTEN, E. 1983. Tilastoja Suomen ilmastosta 1961-1980. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 80, osa 1a - 1980. 560 p.
- HUOVILA, S. 1968. On the amount of dew in Finland. Univ. Helsinki, Meteorol. Inst. Pap. 113. 6 p.
- HARSMAR, P.-O. 1983. Klimafaktoreres innvirkning på planters växt og produksjon, potensiell og aktuell, i Norden - en litteraturstudie. Norges landbrugs-høgskole, Fysisk Institutt Ås, Norge. 47 p.
- KOLKKI, O. 1966. Taulukoita ja karttoja Suomen lämpöoloista kaudelta 1931... 1960. Liite Suomen meteorologiseen vuosikirjaan 65, 1a - 1965. 42 p.
- KRAUSE, R., MASSIE, L. & HYRE, R. 1975. Blitecast: A computerized forecast of potato late blight. Plant Dis. Rep. 59: 95-98.
- LAAKSONEN, K. 1979. Effective temperature sums and durations of the vegetative period in Fennoscandia (1921-1950). Fennia 157, 2: 171-197.
- LAITINEN, E. 1970. Energybalance of the earth's surface in Finland. Ilmatieteen laitoksen toimituksia no 76. 16 p.
- Maatilahallitus 1974-84. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 11. Marraskuu.
- Maatilahallitus 1984. Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 6. Kesäkuu.
- MORTON, F. 1975. Estimating Evaporation and Transpiration from Climatological Observations. J. Appl. Meteorol. 14, 4: 488-497.
- PEDRO Jr. M. & GILLESPIE, T. 1982a. Estimating Dew Duration. I. Utilizing Micrometeorological Data. Agric. Meteorol. 25: 283-296.
- PEDRO Jr. M. & GILLESPIE, T. 1982b. Estimating Dew Duration. II. Utilizing Standard Weather Station Data. Agric. Meteorol. 25: 297-310.

- PELTONEN, T. & PUHAKKA, T. 1984. Sääoppi. 216 p. Otava. Helsinki.
- SAARIKIVI, P. 1982. Hallan keskipitkän aikavälin todennäköisyysennusteet. Ilmatieteen laitos, tutkimusseloste no 105. 22 p.
- SAURIO, P. 1977. Tunnittainen kokonaissäteilyn arvioiminen synoptisista säähavaintotiedoista regressiomenetelmällä. Ilmatieteen laitos, tutkimusseloste no 71. 64 p.
- SELLERS, W. D. 1965. Physical climatology. 272 p. Chicago University Press.
- SOLANTIE, R. 1980. Suomen ilmastoalueet. Terra 92, 1: 29-33.
- SOLANTIE, R. 1983. Hallan laajuuden ja ankaruuden arvioiminen edellisen yön minimilämpötiloista. Ilmatieteen laitos, tutkimusseloste no 109. 24 p.
- THOMPSON, N., BARRIE, I. A. & AYLES, M. 1981. The Meteorological office rainfall and evaporation calculation system MORECS 1981. Hydrol. Memor. 45. 69 p.
- THOM, A. & OLIVER, H. 1977. On Penman's equation for representing regional evaporation. Quart. J. Royal Meteorol. Soc. 103: 345-357.
- VAKKILAINEN, P. 1982. Maa-alueilta tapahtuvan haihdunnan arvioinnista. Acta Universitatis Ouluensis, Series C Technica No 20. 146 p.
- VENÄLÄINEN, A. 1985. Haihdunnan ennustusmenetelmä. Käsikirjoitus.
- WALLIN, J. 1962. Summary of present progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. Ann. Pot. J. 39: 306-312.



## ESIMERKKI PALVELUTIEDOTTEESTA

## MAATALOUDEN PALVELUTIEDOTE 14.9.-84

## SÄÄENNUSTE KANTA-HÄMEESEEN

TÄNÄÄN PERJANTAINA KLO 17.30

Jäämereltä Skandinaviaan ulottuva korkeanselänne vahvistuu. Sää muuttuu selkeämmäksi ja kuivemmaksi.

Odotettavissa sunnuntai-iltaan asti:

Sää on poutaista ja etenkin sunnuntaina aurinkoista.

Yöllä ja aamulla esiintyy paikoin sumua.

Tuuli on koillisen puoleista ja enimmäkseen heikkoa.

Ilman suhteellinen kosteus on lauantaina päivällä n. 60 %, sunnuntaina 40-50 %, yöllä ja aamulla 90-100 %.

Päivän ylin lämpötila on sekä lauantaina, että sunnuntaina 14...16 astetta, yön alin 4...7, sunnuntain vastaisena 2...5 astetta.

## SÄÄENNUSTE, 5 vrk

Sää on poutaista ja yöt kylmiä viiden vuorokauden aikana. Halla yleistyy ja tuuli on heikkoa. Aamutunteina voi olla sumua.

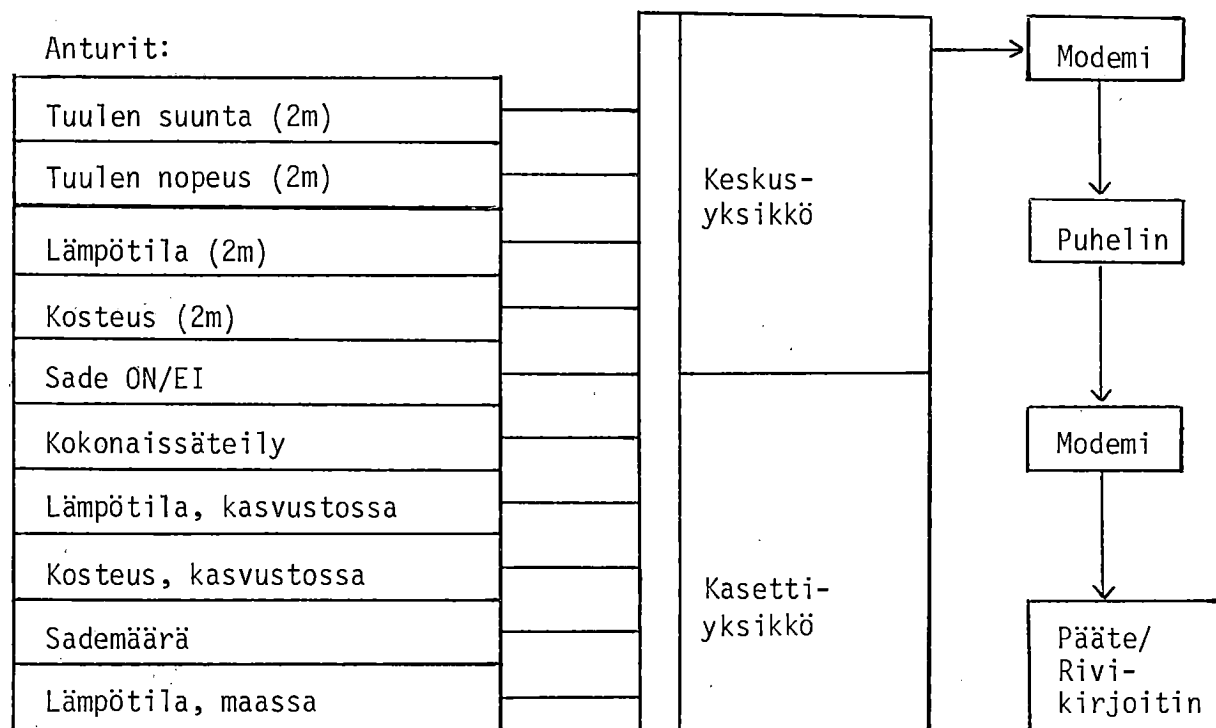
Keskilämpötila 9, keskimääräinen yli 13, keskimääräinen alin 1 astetta, kokonais-sademäärä alle 4 mm.

## AJANKOHTAISTA MAATALOUDESSA

Kevätvehnien sakoluvut olivat torstaina Jokioisilla 130-290. Pitkälle tuleentuneiden kasvustojen sakoluvut olivat laskeneet selvästi ja myöhäisempien vähemmän viime maanantaista. Selvästi puintikuntoon tuleentuneet kevätkuivähdät on syytä puida viipymättä sään parannuttua, sillä niiden sakoluvut ovat vaarassa laskea nopeasti.

Kylmien öiden vuoksi kannattaa ruokaperuna pyrkiä, mikäli mahdollista, nostamaan iltapäivällä lämpimimpään aikaan päivästä kolhiintumisvaurioiden vähentämiseksi. Varastoitava peruna on syytä kuivata kunnolla. Mikäli varastoitavassa sadossa on piilevää tyvimätää tai mukularuttoa, olisi varaston lämpötila saatava laskemaan melko nopeasti esimerkiksi tuulettamalla viileiden öiden aikana.

## MAATALOUDEN SÄÄPALVELUSSA 1984 KÄYTETTY AUTOMAATTINEN SÄÄASEMA

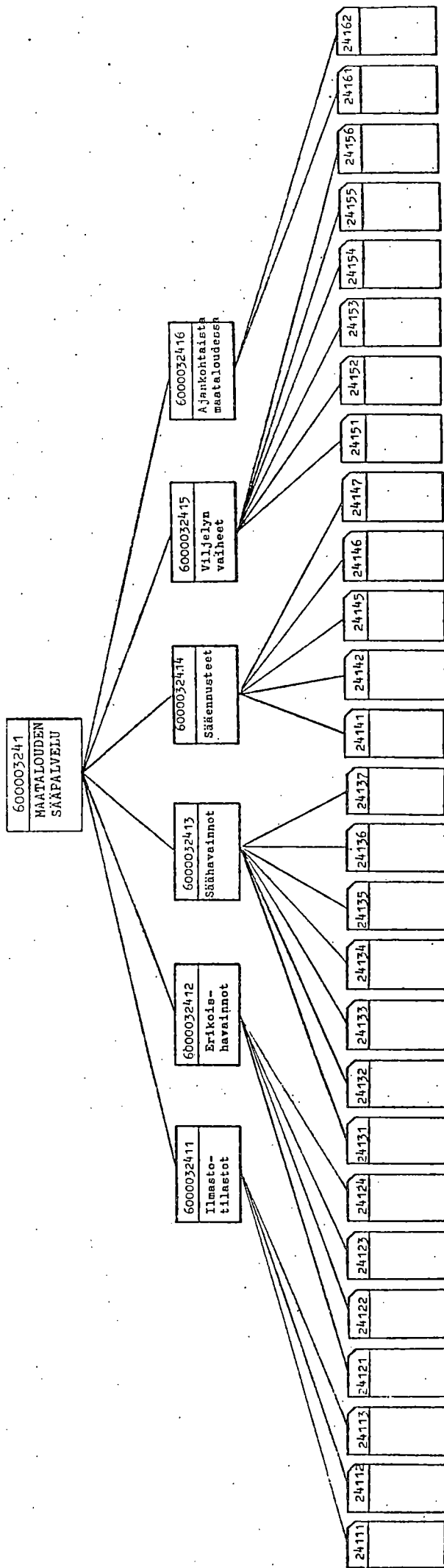


## Tekninen erittely

Keskusyksikkö	MILOS 200
Kasettiyksikkö	MEMODYNE
Pääte	SILENT 700

Tuulen nopeus	WAV 12
Tuulen suunta	WAA 12
Lämpötilat, 3 kpl	Pt-100
Kosteus, 2m	Lambrecht 800 L
Sade ON/EI	DPD 12 A
Auringon kokonaissäteily	Kipp & Zoone CMG
Kosteus kasvustossa	Lämmitetty Humicup HMP 21 U
Sademäärä	Kippimittari, modifioitu neuvostoliittolainen mittari, resoluutio 0.1 mm

MAATALOUDEN SÄÄPALVELUKOKEILU 1984  
VIDEOTEK-SIVUT



ILMASTOTILASTOT

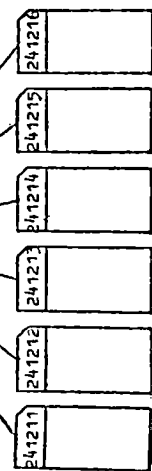
- 24111 Termisen kasvukauden kehitys
- 24112 Halla- ja sadepäivät
- 24113 Sade- ja haihduntasummat
- ERIKOISHAVAINNOT
- 24121 Jokioinen, Obs. havainnot
- 241211 Maan lämpötilat 5,10,20 cm
- 241212 Tehoisan lämpötilan summa
- 241213 Haihdunta
- 241214 Paiste ja säteily
- 241215 Roudan syvyys
- 241216 Kaste
- 24122 Lammi, Vestola, haihdunta
- 24123 Kylmäkoski, kasvustohavainnot
- 24124 Somero, kasvustohavainnot

SÄÄHAVAINNOT

- 24131 Jokioinen Obs. säähavainnot
- 24132 Hauho, Länsi-Ihakkiala "
- 24133 Lammi, Vestola, "
- 24134 Kylmäkoski "
- 24135 Somero "
- 24136 Hauho, lämpötilahavainnot
- 24137 Lammi, "
- SÄÄHUNNUSTEET
- 24141 2 vrk ennuste
- 24142 5 vrk ennuste
- 24145 Koordinointi, 2 vrk ennuste
- 24146 Koordinointi, erikoisparametrit
- 24147 Koordinointi, muut

VILJELYN VAIHEET (MTTK)

- 24151 Säiliörehuanalyysit
- 24152 Kasvustohavainnot
- 24153 Sakoiluvut
- 24154 Sokerijuurikkaan sokeripiitoisuudet ja juuren painot
- 24155 Maan kosteudet, sadetuskokeet
- 24156 Perunaruton riskiarvot, Loppu
- AJANKOHTAISTA MAATALOUDESSA (HLMK)
- 24161 Toimenpidesuositus
- 24162 Eriyishavainnot





Potentiaalisien evapotranspiraation summa (mm) viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9 Jokiöisten observatoriossa 1962...1983, alleiviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Toukokuu					Kesäkuu					Heinäkuu							
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31
0,5	4,7	10,3	19,3	24,8	24,8	38,0	58,4	71,3	85,7	106,7	120,5	132,3	145,9	156,5	164,7	177,2	189,9	208,8
1,2	5,2	13,0	21,1	28,9	43,2	59,9	73,3	89,0	107,3	126,6	138,9	152,1	181,6	194,8	204,1	216,8	232,2	
1,4	6,7	14,0	22,3	32,5	44,0	60,0	78,2	90,8	110,3	130,3	141,3	160,0	181,9	197,8	208,2	219,9	234,6	
1,5	6,8	14,6	22,8	33,4	49,1	60,7	78,4	92,8	115,4	130,8	148,8	167,0	182,7	198,2	211,7	223,5	235,2	
1,5	7,0	14,8	24,3	33,5	49,7	61,4	81,3	95,9	118,3	136,0	150,1	168,4	187,5	201,7	221,9	229,5	249,1	
2,0	7,1	14,9	24,5	34,6	50,2	65,1	83,4	104,1	119,2	136,9	152,6	170,0	188,0	207,8	22,1	236,2	252,7	
2,2	8,4	16,6	24,8	39,4	51,0	66,1	83,5	105,3	126,1	140,7	155,6	170,6	188,7	209,8	228,5	240,6	253,5	
2,5	8,6	16,6	25,2	39,5	53,8	66,6	84,3	106,2	126,9	147,4	157,3	170,9	189,6	210,8	230,3	244,1	262,8	
3,0	8,9	17,1	25,3	39,7	54,8	68,5	86,1	108,1	127,4	148,4	165,7	174,5	192,0	210,8	231,7	249,8	266,6	
3,2	9,4	18,0	26,1	40,0	55,9	72,3	87,0	111,3	127,8	150,1	167,8	179,8	196,0	215,8	236,7	251,2	269,5	
3,5	9,7	18,1	26,3	41,8	58,4	72,8	87,9	112,8	133,1	151,6	173,6	193,6	209,3	221,1	237,1	253,7	276,5	
3,7	9,9	18,5	27,8	42,6	59,1	73,0	90,3	113,4	134,7	152,2	174,9	194,7	209,8	225,8	237,9	254,9	280,3	
4,0	10,4	19,0	30,5	46,6	59,3	73,3	93,9	115,4	136,1	152,3	175,5	197,3	210,3	227,9	242,5	261,1	280,6	
4,0	10,5	20,6	36,2	47,2	60,0	73,7	95,0	116,4	139,1	154,0	175,8	201,4	214,5	228,8	249,2	267,2	292,9	
4,2	12,9	21,0	37,1	49,3	62,3	75,5	96,4	116,9	139,4	159,8	178,3	201,5	215,5	232,6	253,6	272,2	293,6	
4,5	13,3	21,3	37,7	49,4	62,4	76,1	102,1	118,8	144,2	167,2	181,3	204,8	216,9	233,3	255,6	278,5	300,8	
4,5	13,4	22,0	37,8	50,8	73,5	85,1	103,1	119,9	145,8	169,6	190,5	208,2	224,6	239,4	258,5	280,5	305,4	
5,0	13,4	25,1	39,1	50,8	74,1	90,8	109,0	120,3	152,8	170,9	193,6	212,4	230,9	251,9	267,0	289,9	316,5	
5,0	13,8	25,2	41,6	52,6	76,4	91,7	109,1	126,5	154,0	172,0	194,6	213,0	233,8	255,6	275,7	295,7	322,3	
5,0	13,9	25,2	41,9	53,4	77,6	99,4	119,3	137,5	154,2	179,5	194,7	215,5	237,9	260,2	278,7	302,0	323,9	
	13,9	27,7	42,9	56,8	77,7	99,7	121,7	138,5	158,0	181,3	200,2	220,0	243,1	267,0	285,5	302,5	329,5	
	14,0	28,8	45,4	63,2	77,8	103,0	124,3	142,6	162,9	189,5	216,9	255,3	258,9	274,6	292,8	305,5	343,2	

Potentiaallisen evapotranspiraation summa (mm) viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9 Jokioisten observatoriossa 1962...1983, alleiviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Elokuu					Syyskuu					Lokakuu							
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31
221,0	232,4	243,1	252,1	262,3	270,0	270,0	275,2	279,6	289,4	293,9	297,5	300,2	337,9	338,9	339,9	340,9	342,9	342,9
243,5	252,3	261,2	273,7	285,5	300,1	300,1	308,7	314,4	320,9	326,5	329,3	333,1	479,5	484,3				
247,4	263,2	271,3	281,5	295,0	303,2	303,2	310,2	314,8	321,8	322,3	327,0	330,8						
251,7	263,2	275,6	287,2	296,2	304,3	304,3	311,2	317,3	322,9	327,6	333,2	339,8						
261,4	273,7	282,6	293,3	299,6	308,1	308,1	315,5	322,9	327,6	333,2	339,8	343,6						
262,3	274,4	283,4	295,1	307,8	321,5	321,5	328,9	335,8	341,4	346,1	350,3	354,1						
263,0	276,3	287,7	303,8	311,9	322,8	322,8	330,2	337,6	342,3	347,0	351,7	354,6						
266,5	281,5	288,6	304,7	313,7	326,5	326,5	330,2	339,1	344,6	348,4	351,8	356,6						
283,0	293,1	306,4	316,3	325,3	332,6	332,6	337,2	340,9	344,7	351,3	355,1	357,0						
284,3	306,3	320,5	334,2	347,4	357,4	357,4	368,4	374,0	383,3	389,9	394,6	401,3						
288,3	307,5	327,6	337,8	349,6	361,5	361,5	372,5	381,2	388,3	395,8	403,4	409,1						
288,7	314,6	327,9	339,4	351,1	368,4	368,4	380,7	387,2	393,7	400,3	407,8	411,7						
308,4	316,4	327,9	345,5	359,7	375,2	375,2	382,1	387,9	394,1	401,3	407,9	414,2						
309,0	323,1	332,2	345,6	362,7	376,4	376,4	385,6	394,8	399,5	408,9	413,6	417,4						
311,0	323,3	335,5	349,8	363,7	381,0	381,0	387,4	397,7	402,4	409,9	413,7	419,4						
314,7	333,2	348,3	360,7	374,3	386,2	386,2	395,5	405,5	409,4	414,0	417,8	421,6						
315,5	337,5	349,9	363,5	375,2	387,1	387,1	396,3	405,6	411,1	416,7	418,6	425,3						
323,7	342,2	359,1	369,0	376,2	388,1	388,1	397,2	405,7	411,2	416,9	421,6	425,4						
341,7	353,9	369,9	386,0	393,2	401,4	401,4	411,5	417,1	426,4	432,6	441,1	442,1						
342,5	357,5	369,9	391,7	404,9	411,3	411,3	416,8	423,3	429,8	434,9	442,5	446,3						
343,2	362,5	373,8	393,7	408,9	424,6	424,6	436,6	448,3	453,9	459,5	468,5	472,3						
347,4	366,7	374,0	394,1	411,8	427,1	427,1	438,1	449,6	454,3	460,0	469,0	474,7						
373,6	400,8	430,1	456,1	466,9	476,9	476,9	487,0	498,1	506,5	515,9	518,7	525,4						

Potentiaallisen evapotranspiraation (PETv) summa (mm) viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9 Lammi,  
Vestolassa 1971...1984. Alleviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Toukokuu					Kesäkuu					Heinäkuu							
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31
1,5	5,5	13,7	20,2	33,3	43,4	43,4	50,9	59,4	71,1	85,4	100,8	109,4	123,0	145,7	162,2	181,4	191,6	206,0
1,7	6,8	14,5	21,0	33,4	45,2	45,2	61,1	76,3	95,1	104,9	117,2	132,1	143,3	158,7	177,9	188,4	196,8	210,5
1,7	7,9	15,3	24,5	34,9	48,4	48,4	62,1	77,4	95,3	106,1	117,6	135,5	147,8	164,9	180,6	189,0	200,9	211,2
1,7	7,9	16,6	26,2	36,6	53,6	53,6	63,7	78,6	95,4	115,1	121,4	141,4	159,8	172,4	184,2	200,6	209,9	224,5
1,7	8,1	18,8	26,3	39,2	54,3	54,3	66,5	82,1	96,3	117,1	130,2	151,5	162,7	180,9	193,1	203,6	214,3	225,5
3,0	8,7	19,2	27,9	42,3	54,3	54,3	68,0	85,6	97,4	117,6	132,8	151,6	173,5	181,6	195,7	205,8	218,4	236,1
3,7	9,2	19,4	28,4	43,2	56,4	56,4	68,7	85,7	98,6	118,4	133,2	152,2	177,0	187,5	197,4	207,4	218,6	242,4
3,7	10,2	19,4	32,7	43,8	57,6	57,6	74,2	89,3	101,8	123,5	140,5	156,7	178,0	192,0	200,2	212,7	218,9	243,8
4,5	10,6	20,3	33,4	44,6	62,6	62,6	79,1	91,2	102,8	124,0	141,1	161,5	178,6	197,3	215,4	236,5	246,7	259,6
4,7	11,1	21,0	33,7	45,8	64,6	64,6	83,9	97,4	103,2	125,1	145,0	163,4	183,1	201,6	221,4	238,0	254,1	268,9
4,9				47,1	65,5	65,5			112,0									
5,0	12,3	22,4	38,5	49,7	66,1	66,1	87,2	104,2	115,9	134,7	150,9	171,1	183,9	209,9	232,4	239,9	254,3	279,0
5,5	13,8	22,5	38,9	57,9	74,3	74,3	87,4	107,3	120,5	135,5	159,3	178,7	191,5	212,6	233,8	255,5	271,6	293,9

Potentiaalisen evapotranspiraation (PETv) summa (mm) viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9  
 Lammi, Vestolassa 1971...1984. Alleviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Elokuu					Syyskuu						
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
	<u>221,1</u>	<u>233,6</u>	242,8	<u>249,6</u>	<u>262,6</u>	<u>274,2</u>	<u>282,5</u>	<u>290,1</u>	<u>300,0</u>	303,7	310,3	314,1
	<u>227,9</u>	<u>234,8</u>	<u>243,1</u>	<u>255,3</u>	<u>268,9</u>	<u>282,6</u>	<u>292,7</u>	<u>297,3</u>	<u>300,9</u>	<u>306,1</u>		
	228,6	244,6	<u>252,6</u>	259,7	272,4	285,2	295,1	298,1	303,8	308,5	312,3	315,2
	235,9	<u>246,4</u>	<u>257,9</u>	<u>267,8</u>	<u>277,7</u>	<u>287,7</u>	<u>295,3</u>	<u>302,5</u>	<u>304,4</u>	309,1	316,7	320,5
										<u>317,0</u>	<u>323,0</u>	
	236,7	251,7	262,4	274,9	283,9	295,6	303,0	310,4	314,1	316,9	322,6	325,5
	236,8	254,3	268,6	282,9	288,3	298,5	305,9	312,4	317,1	320,3	323,1	326,0
	249,1	254,4	272,9	286,3	299,0	304,5	308,2	314,7	318,4	321,8	327,5	331,3
	261,5	266,8	274,8	290,0	299,9	313,6	320,0	327,4	331,1	335,8	337,7	339,6
	268,2	280,5	293,8	303,6	309,0	315,4	325,5	335,7	340,4	347,0	353,6	356,5
	277,0	291,1	297,3	303,7	313,6	327,3	334,7	340,3	345,9	352,5	358,2	362,0
	289,8	308,7	319,4	327,5	336,5	346,5	353,9	364,1	373,4	380,9	383,7	387,5
	293,8	313,5	326,8	335,8	346,6	359,4	368,6	377,9	383,5	392,0	393,9	397,7
	312,2	329,8	347,6	366,4	376,3	384,5	387,3	391,9	394,7	398,5	406,1	407,1



Sadannan vajauksen summa viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9 Jokioisilla 1962...1983.

Allieviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

Toukukuu						Kesäkuu						Heinäkuu					
5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31
5,0	13,8	27,9	40,7	55,7	67,7	92,2	107,9	118,8	136,8	152,6	172,8	172,4	171,2	190,2	183,3	207,6	248,8
5,0	13,1	24,2	39,7	47,5	66,9	78,0	96,0	106,3	125,5	150,1	158,0	154,7	167,8	171,9	183,2	195,6	204,6
4,8	13,1	22,2	37,0	45,9	58,8	70,0	86,2	103,0	121,1	127,5	145,6	148,1	149,6	164,2	175,2	189,5	201,7
4,5	12,4	19,3	35,3	45,0	52,7	68,9	78,2	96,1	112,6	127,3	144,1	140,6	149,3	159,8	171,5	175,9	194,2
4,4	10,5	18,9	33,7	40,0	49,5	62,5	75,9	90,5	112,3	123,1	133,0	135,3	144,0	148,9	159,2	171,7	184,9
4,0	8,9	18,1	32,5	37,8	46,7	59,0	75,1	89,8	111,0	121,9	129,9	132,3	136,8	144,4	155,0	159,3	174,5
2,6	8,5	17,6	24,9	37,0	46,3	54,6	74,2	89,6	105,7	117,0	126,4	129,2	133,6	139,5	146,1	159,1	156,8
2,1	6,8	15,4	23,5	34,4	46,1	50,5	74,0	88,8	102,7	111,9	125,2	128,3	129,9	137,3	145,2	153,2	145,5
0,5	5,9	12,4	19,7	29,7	35,8	47,9	71,5	87,8	97,9	110,0	116,6	127,9	125,0	128,1	142,0	135,0	144,7
0,0	4,8	10,3	18,1	26,5	33,5	42,3	59,3	79,3	97,0	105,3	115,6	122,7	115,8	116,8	127,9	120,3	142,8
-0,3	4,5	8,8	17,7	16,4	30,9	41,6	50,8	62,3	90,8	96,4	110,5	113,1	101,8	107,1	109,9	118,8	131,4
-1,7	3,1	8,4	16,1	13,3	29,6	40,3	49,0	61,3	83,5	94,0	96,3	103,3	101,3	100,5	105,0	114,2	115,5
-2,0	3,1	5,5	10,9	12,4	29,1	39,4	47,1	54,3	74,7	92,9	87,5	100,9	97,1	96,1	101,2	112,8	105,6
-3,3	-0,2	0,6	5,9	10,9	17,8	28,7	33,9	43,2	70,0	91,4	72,3	99,0	95,5	93,7	92,8	85,7	100,3
			-0,5														
-4,1	-1,7	-2,1	-3,8	9,9	12,3	21,9	26,6	39,2	60,7	84,2	70,3	82,2	89,4	82,8	87,2	81,7	86,2
				9,8													
-6,2	-5,9	-3,0	-4,2	8,1	11,6	15,8	26,5	38,3	60,3	70,1	68,3	71,1	75,5	77,4	79,4	80,3	85,0
-8,0	-6,3	-3,0	-4,7	7,8	9,3	12,2	22,9	34,8	55,0	63,0	66,8	63,6	57,6	76,9	77,7	73,7	77,4
-10,3	-6,6	-3,9	-13,9	-1,5	6,8	8,3	21,1	33,1	52,6	61,6	59,7	57,2	56,2	70,2	69,9	71,2	77,1
				6,7													
-15,4	-7,5	-15,1	-18,5	-2,8	5,4	8,2	19,1	31,8	27,6	37,8	52,9	27,1	48,5	65,6	65,4	56,1	65,8
-21,2	-11,2	-23,5	-18,6	-8,3	2,2	7,1	9,2	26,4	24,3	36,7	21,9	15,3	42,8	59,1	56,8	46,4	60,9
-23,9	-11,6	-23,6	-23,2	-20,8	-18,2	4,5	10,4	10,4	10,6	7,3	3,9	12,2	34,5	45,6	22,6	35,8	45,3
	-29,7	-25,1	-29,1	-36,6	-20,7	2,8	2,7	2,7	6,8	5,2	1,3	10,9	22,2	25,1	21,2	23,6	7,1
						-13,8	-4,9	-3,6	-3,6	-13,8	-8,9	-5,5	14,2	19,5	-2,5	-27,2	-24,8

jatkoa

Sadannan vajauksen summa viiden tai kuuden vuorokauden välein 1/5...30/9 Jokioisilla 1962...1983.

Alleviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Elokuu					Syyskuu						
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
279,2	306,4	335,7	361,7	352,7	328,0	328,0	334,6	339,3	339,3	333,7	313,6	298,9
225,2	231,8	226,3	234,6	246,1	229,1	229,1	233,7	234,0	234,6	236,1	229,7	232,6
210,8	226,0	226,0	228,0	220,9	224,0	224,0	233,3	224,0	209,2	216,7	220,1	225,6
198,3	224,3	217,7	221,7	219,7	206,6	206,6	216,7	216,6	206,1	193,2	194,0	190,0
196,2	211,6	208,7	206,5	204,6	205,7	205,7	198,9	198,8	187,0	189,2	189,5	178,7
186,8	188,8	187,4	203,7	186,6	198,9	198,9	187,4	183,1	171,8	178,4	176,5	175,4
167,3	166,6	161,7	163,5	181,6	175,6	175,6	179,7	181,7	168,7	170,0	175,4	168,6
163,3	164,6	158,3	157,5	169,6	174,7	174,7	172,6	160,8	163,6	166,3	169,7	157,6
148,5	160,3	150,1	155,1	166,6	163,0	163,0	169,9	153,0	161,5	159,5	125,7	132,4
139,5	132,3	141,9	141,9	157,4	162,9	162,9	128,3	127,6	125,3	108,9	114,9	95,2
129,0	128,9	128,1	137,3	127,6	131,0	131,0	125,0	119,1	107,2	108,7	88,5	91,3
117,7	128,2	125,7	120,5	105,1	98,8	98,8	83,4	82,1	84,7	91,3	83,1	87,5
117,4	128,0	124,0	114,3	101,6	93,3	93,3	82,8	75,5	73,1	76,7	72,6	67,3
114,5	128,0	112,6	108,9	97,5	85,8	85,8	81,0	66,9	60,5	60,7	65,1	57,8
103,7	121,6	87,8	98,3	90,8	83,9	83,9	80,5	63,7	55,2	47,8	49,7	53,5
87,1	83,3	79,0	87,6	78,6	79,1	79,1	71,2	56,5	54,4	45,7	43,2	47,0
83,5	75,9	77,9	86,1	76,2	77,8	77,8	55,1	47,7	43,4	44,8	38,8	33,4
75,0	75,6	72,9	83,4	75,4	58,8	58,8	50,3	38,4	42,7	44,2	38,6	33,1
71,3	67,3	59,6	68,5	67,3	52,8	52,8	45,1	35,8	31,8	38,7	35,3	17,1
49,4	66,4	56,3	56,1	41,0	29,7	29,7	30,2	20,1	-3,4	-4,4	-5,3	-2,6
40,8	38,2	44,3	47,3	40,1	10,7	10,7	-8,0	-7,8	-9,8	-8,4	-9,4	-8,5
					-9,5	-9,5	-15,6					
22,8	25,5	29,8	13,7	8,3	-23,0	-23,0	-20,5	-14,9	-22,9	-29,1	-30,2	-31,7
-8,9	-18,8	-17,3	-9,9	3,5				-24,1	-32,7	-37,5	-52,1	-63,3

Sadannan vajauksen summa (mm) viiden tai kuuden päivän välein 1/5...30/9 Lammi, Vestolassa 1972...1983.  
 Altiivisuus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Toukokuu					Kesäkuu					Heinäkuu							
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30	5	10	15	20	25	31
5,4	12,9	19,4	19,4	32,7	41,9	62,2	84,1	81,3	85,8	96,9	105,3	102,7	114,1	137,7	145,0	150,9	158,1	175,2
4,7	10,7	19,3	32,5	40,8	56,6	56,6	58,3	65,8	66,7	88,1	99,5	100,8	102,3	108,9	132,8	143,0	152,9	163,6
4,2	10,2	17,7	25,8	40,5	54,0	54,0	50,0	65,3	66,7	80,7	85,4	89,6	93,5	92,4	103,3	100,9	108,1	127,6
3,7	3,3	10,7	25,1	38,6	28,2	28,2	41,4	52,7	61,9	66,5	80,7	87,7	86,9	82,0	83,0	94,1	98,3	117,7
2,6	0,9	9,6	23,9	32,7	27,4	27,4	39,3	50,2	46,0	59,5	78,5	78,4	82,9	74,3	76,7	90,3	93,7	97,7
1,6	-0,2	9,3	18,7	27,7	19,5	19,5	34,3	45,4	43,3	57,0	69,3	63,4	77,1	65,5	73,2	88,7	84,3	92,2
0,6	-1,1	5,0	9,4	12,6	14,4	14,4	23,5	41,9	36,7	55,2	55,3	60,5	73,2	61,7	72,1	61,0	71,1	64,1
-0,3	-4,3	4,9	4,5	6,3	14,1	14,1	22,7	35,5	35,5	49,8	30,2	43,2	54,9	59,9	66,1	56,7	46,9	39,7
										<u>27,6</u>	<u>24,9</u>							
-2,4	-5,0	-2,5	-10,5	2,9	10,4	10,4	19,2	29,5	31,5	20,7	24,6	37,3	37,9	55,2	44,0	38,6	37,4	32,1
					<u>2,8</u>	<u>2,8</u>			<u>25,1</u>									
-10,6	-6,3	-8,3	-18,7	-4,0	-0,1	-0,1	18,1	20,0	12,3	16,2	23,6	35,0	34,1	50,9	27,5	33,1	21,1	13,1
			<u>-20,0</u>				<u>2,2</u>	<u>15,5</u>										
-11,5	-11,1	-16,5	-22,9	-10,6	-22,2	-22,2	-30,8	-14,6	6,6	-17,0	-2,1	0,3	1,0	22,2	7,9	-11,2	-36,1	-36,0
			<u>-13,7</u>												<u>5,2</u>			
-12,1	-28,1	-20,9	-43,2	-34,9	-23,1	-23,1	-32,2	-29,7	-18,0	-17,3	-8,3	-5,0	-0,5	19,1	0,3	-16,9	-46,8	-98,1
	<u>-23,4</u>	<u>-35,3</u>	<u>-26,8</u>									<u>-9,7</u>	<u>-21,9</u>	<u>-5,4</u>		<u>-47,4</u>	<u>-53,7</u>	

Sadannan vajauksen summa (mm) viiden tai kuuden päivän välein 1/5...30/9 Lammi, Vestolassa 1972...1983.  
 Alleviivaus = vuoden 1983 arvot, rengastus = vuoden 1984 arvot.

	Elokuu					Syyskuu						
	5	10	15	20	25	31	5	10	15	20	25	30
	186,3	208,2	211,7	215,6	219,9	224,2	190,9	181,9	169,4	174,0	180,1	167,5
	184,5	191,0	204,8	201,9	187,7	187,1	166,8	171,0	166,0	172,5	159,8	150,3
	152,0	146,1	133,5	120,2	118,1	125,7	133,8	129,5	125,3	131,9	135,8	136,6
	108,9	103,0	99,1	105,5	111,8	113,4	111,1	111,6	109,4	104,4	107,3	109,8
	107,4	89,1	95,2	105,4	94,0	74,2	71,1	71,7	43,9	41,3	45,3	44,1
	67,8	76,6	91,7	84,0	75,8	60,2	61,4	47,5	39,5	34,5	7,9	-1,7
	59,0	74,9	42,9	41,6	52,1	55,1	43,2	44,2	13,0	13,0	-7,6	-7,3
	46,2	62,9	26,6	20,9	-0,3	-0,9	1,5	7,5	11,5	-7,1	-27,8	-29,1
	37,7	33,1	21,6	-15,9	-5,3	-2,3	-1,5	-16,1	-17,8	-19,9	-30,9	-34,5
	30,3	-1,2	-23,8	-17,5	-11,8	-18,7	-16,0	-21,9	-62,7	-59,0	-51,4	-53,1
		<u>-36,9</u>			<u>-54,4</u>							
	-25,0	-37,7	-26,6	-20,8	-36,0	-60,4	-63,1	-55,7	-65,2	-60,6	-69,0	-68,6
	<u>-43,4</u>	<u>-70,3</u>	<u>-67,0</u>	<u>-53,9</u>			<u>-65,8</u>	<u>-70,8</u>	<u>-97,9</u>	<u>-100,2</u>		
	-104,5	-93,5	-82,8	-81,3	-81,9	-80,3	-77,3	-71,1	-98,1	-109,1	-109,3	-121,1
											<u>-140,0</u>	<u>-159,7</u>

Potentiaalinen kokonaishajonta (PET<sub>I</sub>) (kaava 7, s. 28) ja sademäärä (R) touko-lokakuussa Jokioisilla vuosinä 1929...1984, mm.

Vuosi	V		VI		VII		VIII		IX		X	
	PET <sub>I</sub>	R	PET <sub>I</sub>	R	PET <sub>I</sub>	R	PET <sub>I</sub>	R	PET <sub>I</sub>	R	PET <sub>I</sub>	R
1929	47	62	91	47	88	141	76	60	38	82	24	78
30	65	50	120	34	128	70	61	106	33	40	15	58
31	65	29	90	33	112	91	91	55	35	80	20	59
32	55	69	88	47	129	43	77	76	42	72	17	63
33	54	7	129	16	116	100	81	71	42	48	22	67
34	56	51	108	21	86	82	102	91	48	58	18	121
35	50 <sup>x</sup>	33	106 <sup>x</sup>	36	133 <sup>x</sup>	33	92 <sup>x</sup>	71	35 <sup>x</sup>	91	20 <sup>x</sup>	136
36	57 <sup>x</sup>	67	148 <sup>x</sup>	34	132	50	108	93	44 <sup>x</sup>	60	19 <sup>x</sup>	83
37	61 <sup>x</sup>	62	120 <sup>x</sup>	43	131 <sup>x</sup>	43	111 <sup>x</sup>	64	38 <sup>x</sup>	111	29	22
38	56	50	85	57	131	48	126	63	51	49	18	119
39	69	13	113	19	123	130	162	36	47	63	18	25
1940	68	38	133	7	137	97	91	85	39	72	23	29
41	62 <sup>x</sup>	14	110 <sup>x</sup>	13	164 <sup>x</sup>	32	78	132	41	40	18	34
42	53	17	94	58	86	59	93	89	44	56	21	62
43	61	71	104	47	100	144	80	148	46	64	22	84
44	43	67	71	81	127	85	119	40	42	109	23	75
45	53 <sup>x</sup>	34	92 <sup>x</sup>	64	130 <sup>x</sup>	79	95 <sup>x</sup>	67	38 <sup>x</sup>	55	19 <sup>x</sup>	62
46	46	48	79	39	143 <sup>x</sup>	18	100 <sup>x</sup>	82	37	109	20	10
47	60	15	99	32	131	60	137	6	66	32	29	25
48	60	39	83	76	116	39	81 <sup>x</sup>	84	43	49	21	71
49	54 <sup>x</sup>	29	66 <sup>x</sup>	53	98 <sup>x</sup>	47	84 <sup>x</sup>	58	51	28	33 <sup>x</sup>	84
1950	53 <sup>x</sup>	38	100	22	86 <sup>x</sup>	54	108 <sup>x</sup>	62	34 <sup>x</sup>	113	21 <sup>x</sup>	70
51	55 <sup>x</sup>	37	108 <sup>x</sup>	22	104 <sup>x</sup>	51	132 <sup>x</sup>	35	45 <sup>x</sup>	46	19 <sup>x</sup>	13
52	56 <sup>x</sup>	27	104 <sup>x</sup>	56	112 <sup>x</sup>	76	70 <sup>x</sup>	90	37 <sup>x</sup>	55	6 <sup>x</sup>	85
53	62 <sup>x</sup>	33	104 <sup>x</sup>	77	99 <sup>x</sup>	150	71 <sup>x</sup>	101	39 <sup>x</sup>	50	17 <sup>x</sup>	38
54	68 <sup>x</sup>	11	94 <sup>x</sup>	26	88 <sup>x</sup>	112	76 <sup>x</sup>	107	35 <sup>x</sup>	116	17 <sup>x</sup>	71
55	41 <sup>x</sup>	74	109 <sup>x</sup>	30	137 <sup>x</sup>	17	139 <sup>x</sup>	19	41 <sup>x</sup>	48	14 <sup>x</sup>	90
56	63 <sup>x</sup>	18	116 <sup>x</sup>	54	106 <sup>x</sup>	49	61 <sup>x</sup>	116	43 <sup>x</sup>	23	18 <sup>x</sup>	47
57	50	46	86 <sup>x</sup>	69	121	96	72	83	44	86	18	86
58	47	70	113	33	115	63	87	64	47	8	22	28
59	65	33	118	26	166	25	139	54	56	8	23	40
1960	68	26	115	78	108	102	76	64	43	22	15	32
61	56	42	121	80	87	112	97	97	41	31	22	43
62	50	42	90	38	85	50	95	95	35	86	23	59
63	73	40	121	25	128	50	92	128	50	50	18	70
64	57	45	108	28	130	50	84	73	38	62	19	44
65	60	10	116	28	85	137	66	68	34	46	23	35
66	59	13	122	36	112	96	87	45	40	67	27	75
67	45	43	103	39	138	14	70	163	41	48	32	124
68	45	61	123	48	111	39	91	64	38	80	18	64
69	58	31	137	11	136	52	134	54	42	78	23	41
1970	61	27	156	18	98	164	98	23	43	49	22	77
71	67	27	114	24	128	67	91	78	36	44	23	38
72	60	13	123	33	129	154	77	159	36	34	17	31
73	58	37	130	52	153	98	80	55	31	102	15	43
74	60	30	109	39	70	87	64	59	35	103	13	66
75	68	42	105	29	144	21	93	64	51	63	23	26
76	76	10	95	49	100	72	103	21	36	41	19	21
77	55	49	109	43	72	82	79	54	39	57	13	64
78	75	11	108	73	85	54	60	101	27	68	25	27
79	62	21	127	27	57	156	83	112	35	72	18	22
1980	51	20	118	131	109	36	75	76	31	58	13	128
81	76	19	79	115	93	104	63	88	36	15	15	114
82	50	71	97	25	129	84	95	111	39	67	18	30
83	56	44	94	84	114	41	108	58	43	86	22	62
84	74	66	94	113	76	90	80	69	27	77	18	99

x) laskennassa suhteellinen kosteus interpoloitu lähiasemien avulla

ILTAENNUSTEN TESTAUS / JOKIOINEN

MAATALOUS:

KUU	ENSIMMÄINEN VUOROKAUSI						TOINEN VUOROKAUSI						TEKIJÄN NIMI - KIRJAIMET		
	TÄYTTÖ PÄIVÄ	Tmin	Tmp min	Tmax	Uklo 15	R 21-21	TN 21-09	R ≥ 0,3mm 09 - 21	Tmin	Tmp min	Tmax	Uklo 15		R 21-21	TN 21-09
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															

OHJE

Testilomake täytetään päivittäin klo 18 ennusteen mukaisesti.

Testiarvot täytetään ennusteen tekopäivän kohdalle ja ne muodostavat aina yhden vaakarivin.

ERITYISHUOMIOT

Uklo 15 = Suhteellinen kosteus (%) klo 15 sa.

R 21-21 = Sademäärä (mm) yhden vuorokauden ajalta. Alkaen klo 21 ennustepäivästä (1.vrk), ja klo 21 seuraavasta päivästä (2.vrk).

TN R ≥ 0,3mm = Todennäköisyys sille, että 12h sademäärä on 0,3mm tai enemmän 21-09 (1.vrk) seuraava yö 09-21 (1.vrk) seuraava päivä 21-09 (2.vrk) sitä seuraava yö 09-21 (2.vrk) sitä seuraava päivä

Viljelijöiden arviot maatalouden sääpalvelukokeilun aiheuttamista hyödyistä (H) ja tappioista (T) (kyselylomake, kysymys 13).

Kysymys 13.  
Vuoden 1983 kokeilutilat:

	mk/ha			mk/ha			mk/ha			mk/ha	
	H	T		H	T		H	T		H	T
Kuivaheinän korjuu	x										
K-vehnä	800										
Sokerij. tuholaiset	x		Kuivaheinän teko								
Sokerijuurikas	x		Vilja	x							
Juurikas	x			x							
En osaa arvioida rahassa	x										
Heinän paalaus	1000										
Vaikea arvioida	200		Viljan puinti		300						
Heinän paalaus	5000		Porkkanan ruiskutus		10.000						80
Varhaisperunan ruiskutus											
Heinän korjuu, vaikea arvioida, mutta laatu parani. Juolavehnan torjunta onnistui paremmin	x										
Nurmisiementen puinti	x										
Puinnissa hyöty on käyttöä luvattu hyvät	x										
Sokerijuurikas, kylvä, ei olisi ehkä tullut tappiollista uusintakylvöä, jos olisi seurannut											
Viljat, puinti, kuivatus	500		Ruiskutusajankohta		200						100
Ruiskutus	150-300		Puinti		700-1300						
Peruna, ruttoruiskutus	x										
Juurikas, ruttoruiskutus	x										
Vaikea arvioida											
Sokerij. käsinsuojelu	500		Mallasohra, korjuu		300						
Perunan viljelyhallantorj	2000										
Heinä	x		Ruiskutus		x						
Perunan nosto	x										
Ruiskutus, korjuu	x										
Ohra, puinti											
Heinä	250		Kaura, puinti		400						
Mm. perunaruton välttämiseksi tehdyt onnistuneet ruiskutukset tuottivat huomattavaa taloudellista hyötyä											
Erittäin vaikea arvioida taloudellista hyötyä											
Kevätvehnän puinti	2000										
Peruna, rikkaruuhontorj.	x		Ruttotorjunta		x						





	mk/ha		mk/ha		mk/ha	
	H	T	H	T	H	T
Kuivaheinä	700					
Vehnän puinnissa	x					
Heinän maassa kuivatus (5,5 ha) sattui sääpalvelun ansiosta paikalleen						
Heinä	x					
Kauran puinti	x					
Viljan kylvö+korjuu	1000- 1500 2500		Heinä-korjuu-seiväskuivatus ei onnistunut, vaikka luvattiin kohtalaisia pitkänaajan ilmoja 1000 kohtalaisia pitkänaajan ilmoja 1000 (ilman sääpalvelun viiden vuorokauden ernusteita korjuun ajoittaminen vaikeaa)			
Kuiva heinä	100					
Peruna, ruttoruiskutus	x		Viljan korjuu	x		
Heinän korjuu	x					
Erikoisesti heinäaika	x		Puintiaikana	x		
Heinän paalaus	x		En osaa sanoa markoissa.			
Heinäaika	x					
Selvää taloudellista hyötyä oli.						
En osaa sanoa						
Kylvö	x		Ruiskutus	x	Korjuu	x
Perunan ruttoruiskutus	x		Vehnä	x	Kaura, ohra	x
Heinä	x		Viljojen ruiskutukset	x		
Heinän korjuu	1000		Viljat	x		
Peruna (hallantorjunta)	x					
Heinän korjuu	x					
Vaikea määritellä!						
Heinä	x					
En voi arvioida!						
Puinnit ja kynnötkin sain ajallaan tehtyä.						
Heinä, korjuu	x					
Tämän kesän perusteella ei kannata tähän vastata, koska ennusteet olleet usein väärin ja siitä puolestaan on aiheutunut tappioita.						
Heinä saatiin korjuun ainoalla poutaviikillä, 7,6 ha.						
Heinän korjuu	x		Viljan puinti	x		
Heinän korjuu	x					

Kysymys 13.

Uudet kyselytilat:

	mk/ha			mk/ha			mk/ha	
	H	T		H	T		H	T
Viljan korjuu vaiheessa	x							
Sokerijuurikas, ruiskutus	x							
Heinätyöt	n. 3500							
Sokerijuurikas, myrkytys	x							
Rypsi kylvä	x							
Heinätyöt	x							
Heinäa aikana	3000							
Heinätyöissä	x							
Heinä		x						
Heinän korjuu	500							
Heinä	x							
Heinän korjuu	500							
Puinti, esim. vehnä	x							
Heinän paalaus	x							
Heinän korjuu	x							
Kaikki	50							
Heinänteko	x				2000			
Vehnän puinti								
Heinän paalaus	x							
Heinän paalauksessa	x							
Heinän kaato oikeaan aikaan	x							
Heinä	x							
Heinät 3000 paaalia	x							
Heinää saatiin kuivana paalattua	4 ha							
Heinän korjuu	500-1000							
Kevätvehnän puinti	x							
Rehunteko	x							
Siemenohran puinti	x							
Työväiheän aikana ajoin kaikki heinät	5							
Heinä	2000							
Kuivaheinä	Taatu hyvää							
Leikkuupuimissa	x							
Kuivanheinän korjuu	x							
Kevätvehnän puinti	paljon							
Vilja	x							
Elonkorjuu	x							
Viljan puinti	x							
Heinänteko	x							
Rypsin puinti	x							
vuorokauden sääpalvelun aikana								
Viljakasvit	Taatu hyvää							



Maatalouden sääpalvelun kehittämiskustannukset vuonna 1984.

ILMATIETEEN LAITOS

1. HENKILÖVOIMAVARAT

Tehtävä	Osasto/		Henk.tkk	Mk, 1000	Maksaja
	Toimipiste				
1.1. Tutkimus ja kehitys					
1 ylimeteorologi	Ilmasto		6	60,0	IL
1 vanh. tutkija	Sää		12	108,0	Proj.
1 tutkija	Sää		7	63,0	IL
ATK-suunnittelu	Sää		1	9,0	IL
1 Operaattori	Sää		1	5,0	IL
1 Operaattori	Sää		2	10,0	Proj.
Tutkija (aluepalvelu)			0,5	4,5	IL
			27,5	141,5	IL
				118,0	Proj.
1.2. Palvelukokeilu					
1.5 Meteorologi	Lentosää		7,5	67,5	IL
1.0 Meteorologi	Esap		1,0	8,0	Proj.
Meteorologi (maatalous)	Sää		5,0	45	IL
Ylimeteorologi (viikkosää)	Sää		1,2	12	IL
Tutkimusapulainen	Lentosää		7,5	37,5	IL
Viestiohjaaja	Esap		0,5	3,0	IL
Viestioperaattorit	Sää		0,5	2,5	IL
Meteorologi	Asema		1,0	9,0	IL
Teknikko	Asema		1,0	7,0	

2. TEKNIikka

2.1. Automaattiset havaintoasemat

2 kpl x á 100 000 mk/8 v + 6 % = (18 000)

36 IL

Laitteistot

Viestintä ⇒ tiedonsiirto

- puhelin- ja sähköliittymät

5 Proj.

- käyttömenot

10 Proj.

- huolto

2.2. ILMASTOASEMIEN VIESTINTÄ

- puhelinmaksut

1 IL

- "soittokorvaus"

1 Proj.

	Henk.tkk	Mk, 1000	Maksaja
<b>2.3. VIDEOTEX</b>			
- liittymä		1	Proj.
- yhteismaksut arvio		15	IL
- käyttömaksut "		20	IL
		72,0	IL
		17,0	Proj.
<b>3. MUUT</b>			
Näyttely Häme-84		4,0	IL
		1,0	MTTK
Julkaisut		20,0	MTTK
Matkat		7,0	Proj.
Sekalaiset		13,0	Proj.
		4,0	IL
		21,0	MTTK
		20,0	Proj.
<b>MTTK JA H-L MAATALOUSKESKUS</b>			
1.1. Tutkija	7	49,0	MTTK
Tutkija	2	14,0	Proj.
Agr.yo	3	15,0	Proj.
Laboratoriohenkilökunta	2	10,0	Proj.
Toimistohenkilökunta	3	15,0	MTTK
Kasvinviljelyagronomi	3	24,0	H-LMK
Toimistohenkilökunta	0,5	2,5	H-LMK
Viestintä (2 x Videotex)		3,0	Proj.
		42,0	Proj.
		64,0	MTTK
		26,5	H-LMK

## YHTEENVETO (1000 MK)

MTTK		IL		H-LMK		PROJ.	
HENK.	MUUT	HENK.	MUUT	HENK.	MUUT	HENK.	MUUT
64,0	21,0	325,0	76,0	26,5	-	150,0	40,0
YHT.	85,0	401,0		26,5		190,0	

KEHITTELY JA KOKEILU 702,5

## 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 ulkomailla. 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 stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMÄKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaiistorjunnassa. 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. Jordanalytismetoder 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 kevätvehnän, 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 tuorerehuna. 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 ravinnesuhdetta 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 MTTK:n kiertokoealueilla. Kirjallisuustutkimus ja MTTK: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 jätteiden kompostointi. 52 p.
- I Typpi- ja fosforilisä oljen kompostoinnissa
  - II Maatalouden jätteet kompostin raaka-aineina
  - III Kompostin arvo lannoitteena

1985

2. ANSALEHTO, A., ELOMAA, E., ESALA, M., NORDLUND, A. & PILLI-SIHVOLA, Y.  
Maatalouden sääpalvelukokeilu kesällä 1984. 127 p.



