

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

KASVINVILJELYLAITOKSEN TIEDOTE N:o 4

TIMO MELA JA MARKKU HAAPALAINEN:

**HEHTAARISÄTOJEN JA TÄRKEIMPIEN SATOON VAIKUTTA-
VIEN TEKIJÖIDEN KEHITYS VUOSINA 1956-75 JA ENNUSTE
VUOTEEN 1985**

TIKKURILA 1976

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Satotaseen vaikuttavat tekijät	1
1.1. Lannoitus	1
1.2. Lannoitustekniikka	13
1.3. Kasvinjalostus	15
1.4. Sadetus	17
1.5. Rikkakasvien torjunta	24
1.6. Kasvunsäätteet	28
1.7. Salaojitus	29
1.8. Kalkitus	33
1.9. Muut tekijät	38
2. Peltokasvien viljelyalan kehitys vuosina 1956-75 . . .	39
3. Hehtaarisatojen kehitys vuosina 1956-75 ja arvio kehityksestä vuoteen 1985	43
4. Yhteenveto	53
Liite 1. Väkilannoitteiden käyttö maatalouskeskuksittain vuosina 1962-65, 1966-70 ja 1971-75.	
2. Väkilannoitteiden käyttö Suomessa vuosina 1956-75 ja muissa Pohjoismaissa vuosina 1963-75.	

Käsillä oleva selvitys liittyy vuonna 1975 aloitettuun yhteistutkimukseen "Maatalouden pitkän aikavälin ennustemenetelmien kehittäminen ja ennusteiden laadinta". Yhteistutkimuksessa ovat mukana Maa- ja metsätalousministeriö, Maatilahallitus, Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos ja Maatalouden tutkimuskeskus.

Selvityksessä on pyritty ennustamaan eri viljelyskasvien satotason muutoksia vuoteen 1985 mennessä oleellisimpien satoon vaikuttavien tekijöiden kehityksen perusteella. Satotason ennustaminen on erityisen vaikeaa nykyisessä ylituotantotilanteessa, kun valtiovalta pyrkii ohjaamaan voimakkaasti maataloustuotantoa. Tällaista ennustetta onkin pidettävä lähinnä arviona viljelymenetelmien ja satotason kehittymismahdollisuuksista lähitulevaisuudessa. Kootun tutkimustulos- ja tilastomateriaalin toivotaan tulevan paitsi käytettäväksi ko. tutkimusprojektissa myös muiden niitä tarvitsevien hyödyksi.

1. Satotasoon vaikuttavat tekijät

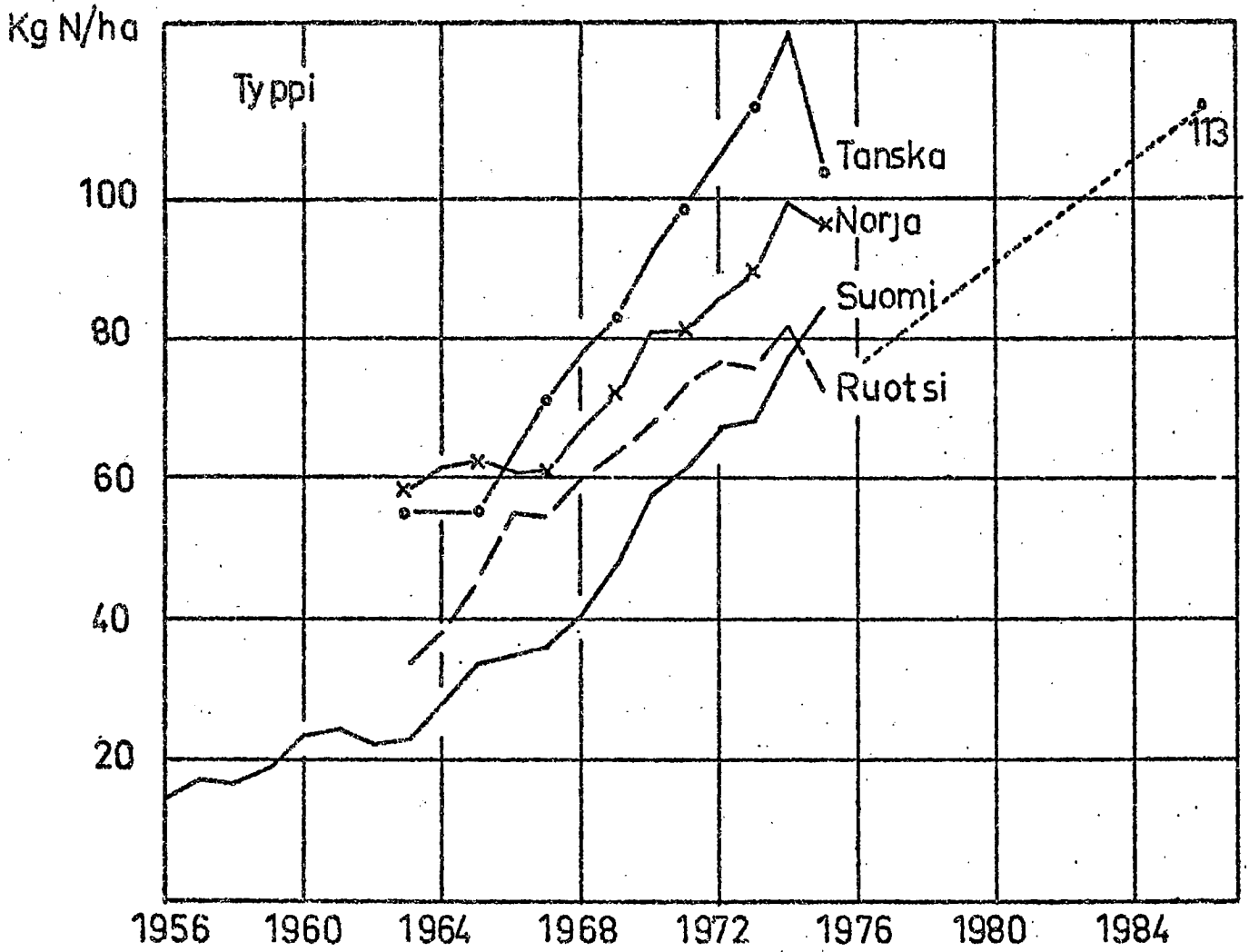
1.1. Lannoitus

Lannoituksella on suurempi vaikutus viljelyskasvien satotasoon kuin millään muulla viljelytoimenpiteellä. Koska korjattavan sadon mukana poistuu erityisesti typpeä, fosforia ja kaliumia, kiinnitetään lannoituksessa päähuomio näihin ns. pääravinteisiin. Paikallisesti esiintyy magnesiumin, kalsiumin, rikin, boorin, kuparin, mangaanin ja muiden vähäisessä määrin tarvittavien kasvinravinteiden puutosta, mutta sillä ei voida katsoa olevan vaikutusta koko maan keskisatoihin. Seuraavassa rajoitutaankin tarkastelemaan vain typen, fosforin ja kaliumin käyttömäärien kehitystä sekä kohoavien typpilannoitemäärien vaikutusta satotasoon.

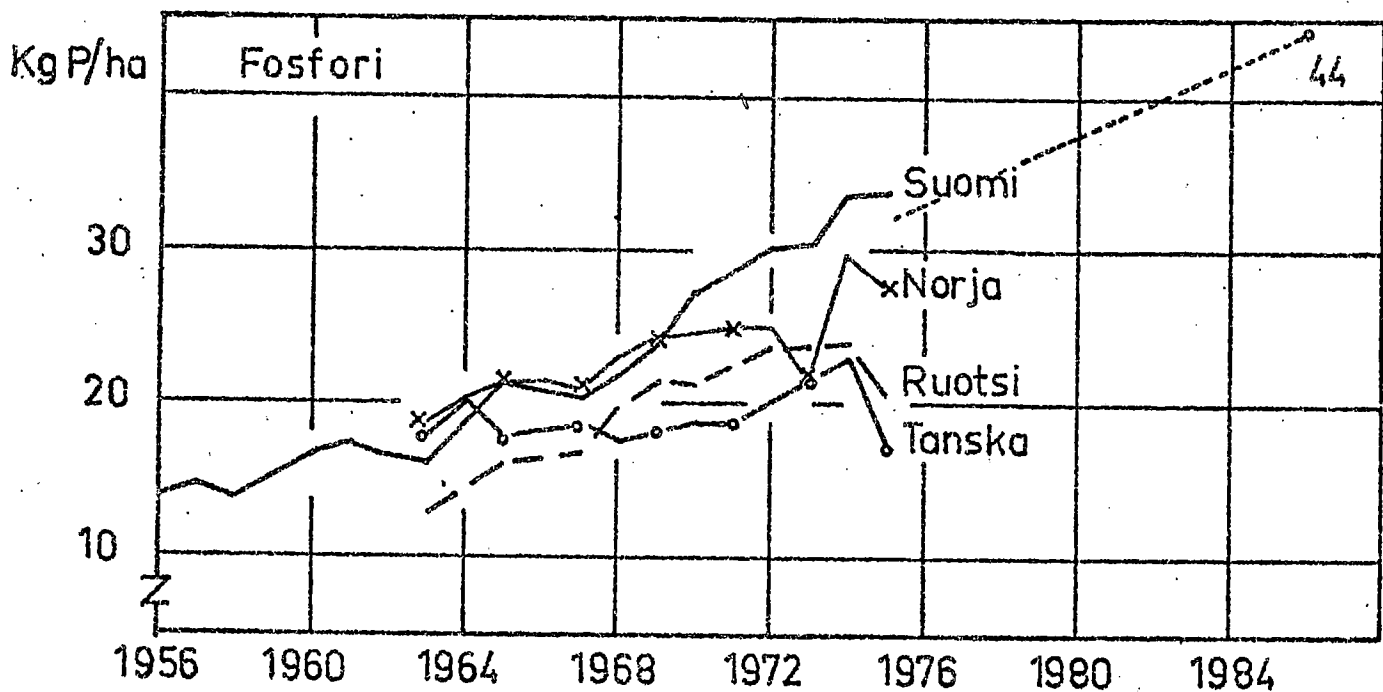
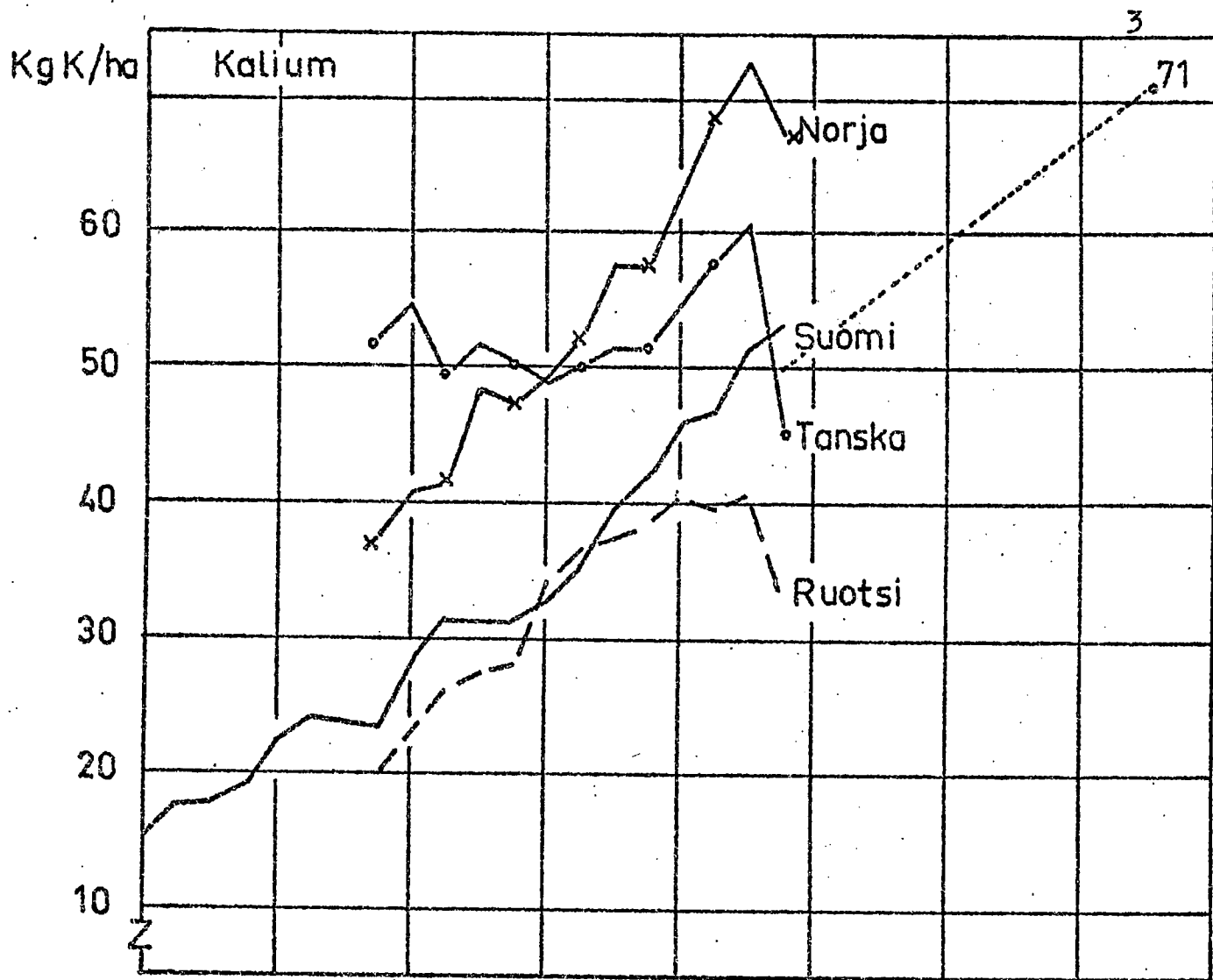
Tiedot lannoitemääristä perustuvat Kemira Oy:n (Rikkihappo Oy:n) myyntitilastoihin. Vuosittain käytetyillä lannoitemäärillä tarkoitetaan tässä yhteydessä kyseisenä lannoitusvuonna myytyjä lannoitemääriä puhtaina alkuaineina.

T y p p i l a n n o i t u s on maassamme lisääntynyt viimeksi kuluneitten 20 vuoden aikana lähes suoraviivaisesti (kuva 1). Trendin mukainen vuotuinen lisäys on ollut noin 3.5 kg/ha vuosina 1956-75. Vuosina 1956-60 lannoitetyypeä käytettiin keskimäärin noin 18.2 kg/ha, vuosina 1971-75 jo noin 71.6 kg/ha. Lannoitetyypen käyttö on siis lähes nelinkertaistunut 15 vuodessa. Erietyisen nopeaa kasvu on ollut 1960-luvun puolivälin jälkeen, vuodesta 1966 lasketun trendin mukaan 5.1 kg/ha vuodessa.

F o s f o r i - j a k a l i l a n n o i t u s on lisääntynyt huomattavasti hitaammin kuin typpilannoitus (kuva 2). Vuosina 1971-75 maassamme käytettiin fosforia (P) keskimäärin 31.2 kg/ha ja kaliumia (K) 47.6 kg/ha. Vuosien 1956-60 keskimääräisestä tasta fosforilannoitus on lisääntynyt 110 % ja kalilannoitus 160 %. Vuodesta 1956 lasketun trendin mukaan fosforin vuotuinen käyttö on lisääntynyt noin 1 kg ja kaliumin noin 1.8 kg peltohehtaaria kohti.



Kuva 1. Lannoitetyypen käyttömäärien (kg/ha) kehitys Pohjoismaissa vuosina 1956-75 ja trendiennuste lannoitetyypen käyttöle Suomessa vuoteen 1985.



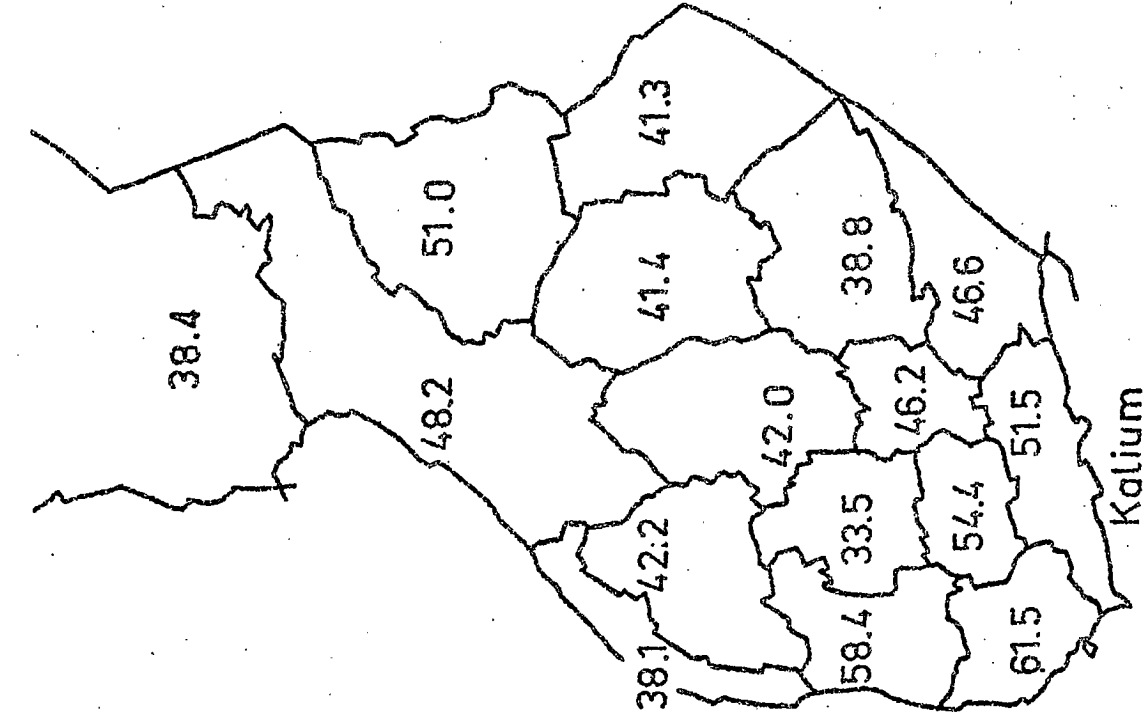
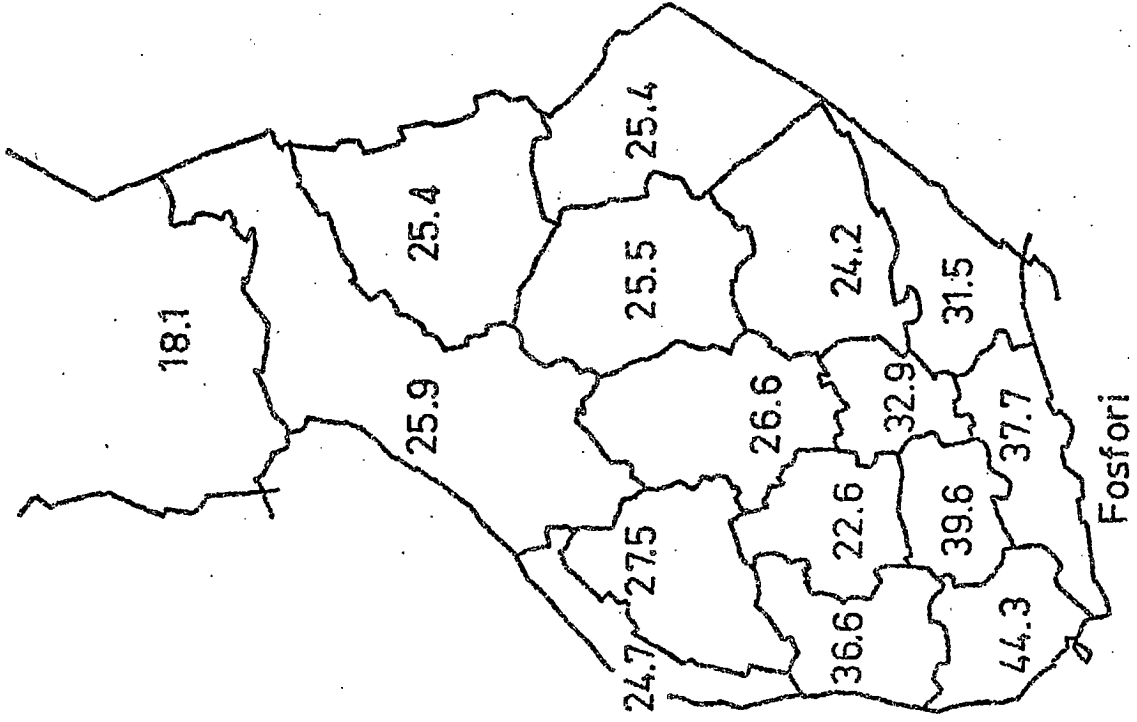
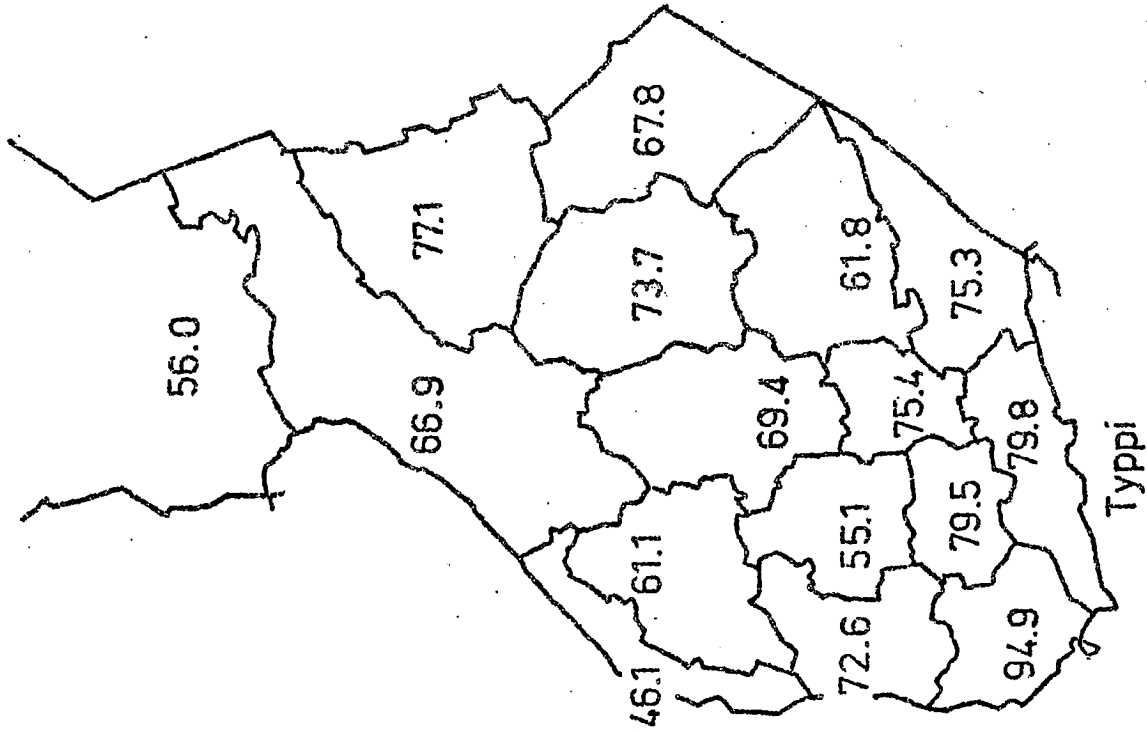
Kuva 2. Väkilannoitteissa annetun kaliumin (K) ja fosforin (P) määrät Pohjoismaissa vuosina 1956-75 ja trendiennuste käytölle Suomessa vuoteen 1985.

Väkilannoitteiden käyttömäärät vaihtelevat suuresti maan eri osien välillä (kuva 3, liite 1). Etelä- ja Lounais-Suomessa, missä viljellään laajimmin voimaperäistä viljelyä edustavia kasveja kuten syys- ja kevätiljää sekä sokerijuurikasta, myös lannoitteiden käyttö on runsainta. Vuosina 1971-75 käytettiin Uudenmaan, Uudenmaan ruotsalaisen, Varsinais-Suomen, Satakunnan ja Hämeen maatalouskeskusten sekä Suomen Talousseuran (Finska Hushållningssällskapet) alueella keskimäärin typpeä 25 %, fosforia 53 % ja kaliumia 34 % enemmän peltohehtaaria kohti kuin maan muissa osissa keskimäärin. Merkillepantavaa on, että kalilannoitus on runsainta Lounais-Suomessa, missä kasvualueen luontaiset kaliumvarat ovat suurimmat maassamme (kuva 3, liite 1).

Suomessa typpilannoitus on vähäisempää kuin muissa pohjoismaissa, joskin viime vuosina on saavutettu lähes Ruotsin taso (kuva 1). Tanskassa lannoitetyppeä käytettiin vuosina 1971-75 109 kg/ha eli 52 % enemmän ja Norjassa 90 kg/ha eli 26 % enemmän kuin Suomessa (taulukko 1). Vuodesta 1963 typen käyttö on lisääntynyt Suomessa nopeammin kuin Norjassa ja Ruotsissa, mutta hieman hitaammin kuin Tanskassa. Fosforilannoitus on Suomessa runsaampaa kuin muissa pohjoismaissa. Vuosina 1971-75 Suomessa käytettiin fosforia noin 1.6-kertainen määrä Tanskaan verrattuna. Myös kalilannoitus on Suomessa muihin pohjoismaihin verrattuna melko runsasta. Vuonna 1975 ainoastaan Norjassa käytettiin kaliumia enemmän kuin Suomessa. Vuodesta 1963 fosforilannoitus on lisääntynyt Suomessa nopeammin kuin muissa pohjoismaissa, kalilannoitus on lisääntynyt vain Norjassa nopeammin kuin Suomessa (kuva 2, liite 2).

Taulukko 1. Typen (N), fosforin (P) ja kaliumin (K) käyttö peltohehtaaria kohti pohjoismaissa keskimäärin vuosina 1971-75.

	N	P	K
Suomi	71.6	31.2	47.6
Ruotsi	75.6	22.7	38.4
Norja	90.4	25.7	65.7
Tanska	108.8	20.1	54.0



Kuva 3. Typen, fosforin ja kaliumin käyttö peltohehtaaria kohti maatalouskeskuksittain vuosina 1971-75.

Eri viljelyskasvien keskimääräisestä lannoitustasosta maassamme ei ole käytettävissä tilastotietoja. Pellervo-Seuran Markkina-tutkimuslaitoksen vuonna 1975 tekemän otantatiedustelun (PSM:n tutkimuksia 1976, taulukko 2) sekä kuuden Etelä- ja Lounais-Suomessa sijaitsevan sadontarkkailuyhdistyksen noin 175 tilalta saadut tiedot (taulukko 3) antavat kuitenkin tästä eräitä viitteitä. Taulukoita 2 ja 3 vertaillaessa on muistettava, että sadontarkkailuyhdistyksen jäsentilat ovat keskimääräistä edistyneempiä viljanviljelytiloja.

Taulukko 2. Viljan, nurmen, perunan ja sokerijuurikkaan lannoitus vuonna 1975.

	Lannoitus kg/ha		
	N	P	K
Viljat	83	42	63
Nurmet	89	21	35
Peruna	} 110	88	123
Sokerijuurikas			

Esitettyjen aineistojen mukaan kevätvehnää lannoitetaan kevätviljoista voimakkaimmin. Ohraan ja kauraan verrattuna kevätvehnän typpilannoitus on ollut 20 %, fosforilannoitus 18 % ja kalilannoitus 9 % runsaampaa. Ohran ja kauran typpi-, fosfori- ja kalilannoitus ovat samaa tasoa. Rukiille annetaan typpeä ja kaliumia yhtä paljon, mutta fosforia vähemmän kuin kevätvehnälle. Syysvehnän typpilannoitus on noin 40 % korkeampi kuin kevätvehnän, fosfori- ja kalilannoitus hieman vähäisempää. Ohralle ja kauralle lannoitetyyppeä annetaan vain 3/5 syysvehnälle annettavista määristä.

Viljojen fosfori- ja kalilannoitus (taulukko 2) on maassamme ilmeisesti jo niin runsasta, ettei niiden lisäämisellä voida olettaa saatavan mainittavia sadonlisäyksiä. Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen ympäri maata sijaitsevilla ns. kiinteillä koekentillä fosforilannoituksen kohoaminen 35:stä 52:een kg P/ha on lisännyt 4 % sekä vilja- että

nurmisatoja. Tulos on 140 viljakokeen ja 230 heinänummikokeen keskiarvo (ELONEN ym. 1976).

Taulukko 3. Viljojen lannoitus keskimäärin kuuden sadontarkkailuyhdistyksen jäsentiloilla vuonna 1975.

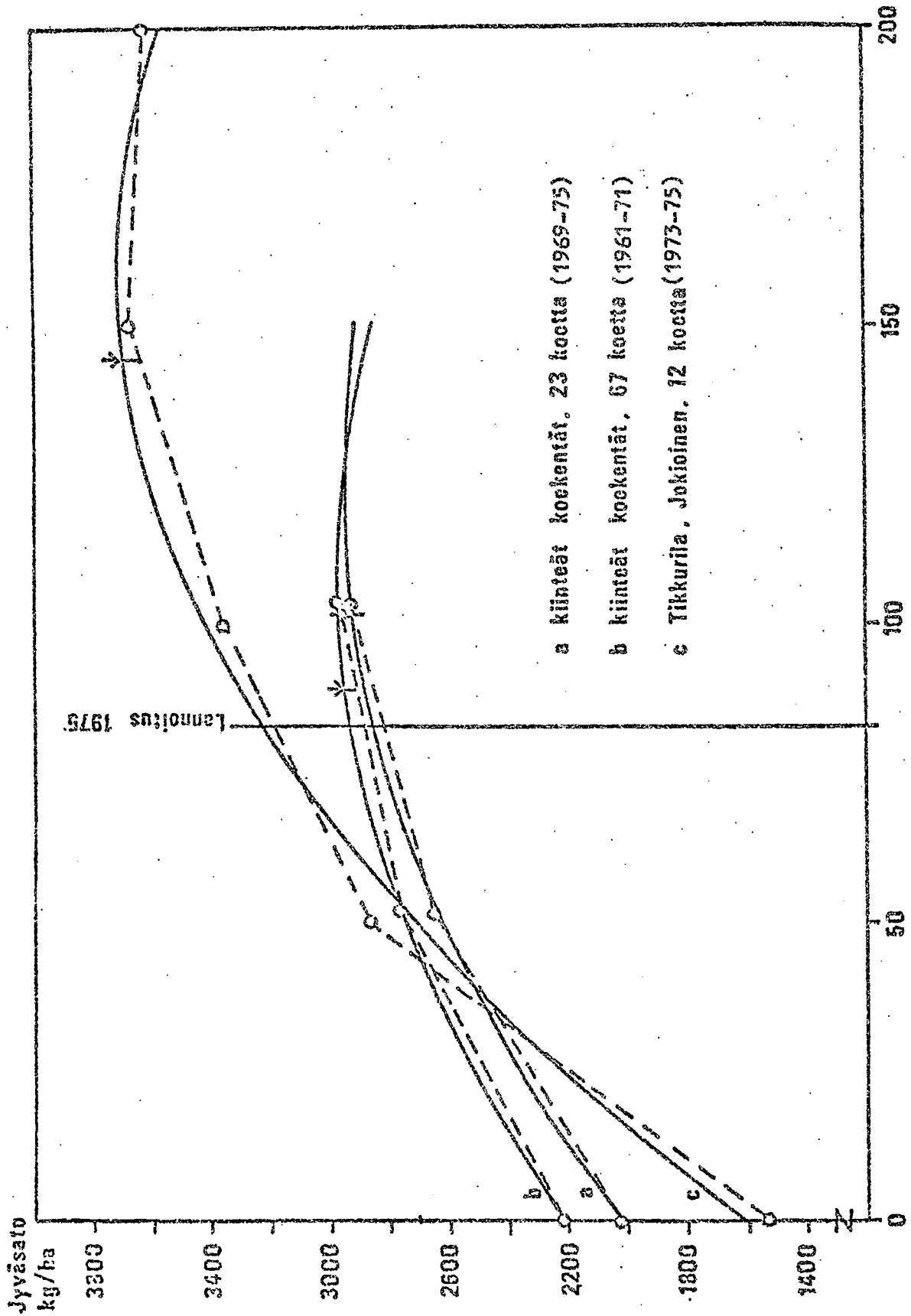
	Lannoitus kg/ha		
	N	P	K
Syysvehnä	138	48	63
Ruis	103	43	73
Kevätvehnä	99	53	70
Ohra	81	45	64
Kaura	83	45	64
Syysviljat keskim.	121	46	68
Kevätviljat "	87	47	66
Viljat keskim.	94	47	66

Saman laitoksen suorittamissa kalilannoituskokeissa, joissa lannoitustasot olivat 50 ja 100 kg K/ha, runsaampi kalilannoitus ei ole lisännyt viljasatoja (23 koetta) ja heinäsatojakin vain keskimäärin + 4 % (64 koetta).

ELOSEN ym. (1976) mukaan em. koesarjat samoinkuin eräiden muiden lannoituskokeiden tulokset viittaavat siihen, että viljojen fosfori- ja kalilannoituksen lisäämisellä ei enää voida saada mainittavia sadonlisäyksiä. Sensijaan nurmien nykyinen fosfori- ja kalilannoitus vaikuttaa niukahkolta, ja lannoituksen lisäämisellä voidaan nurmien keskisatoja kohottaa muutamalla prosentilla.

Kun typpilannoitus näinollen määrää viljojen ja nurmien sadon, seuraavassa rajoitutaan tarkastelemaan kohoavalla typpilannoituksella saatavia sadonlisäyksiä.

Kuvassa 4 esitettyjen ja muiden typpilannoituskokeiden tulosten mukaan viljojen jyväsato nousee aina 150 kg/ha typpilannoitustasolle saakka. Typpilannoituksen vaikutus satoon vaihtelee vuosittain ja pellon viljavuudesta sekä peltomaan vedenpidätysominaisuuksista riippuen suuresti, joten laskelmat typpilannoituksella saatavasta sadonlisäyksestä antavat vain karkeita keskiarvotuloksia.

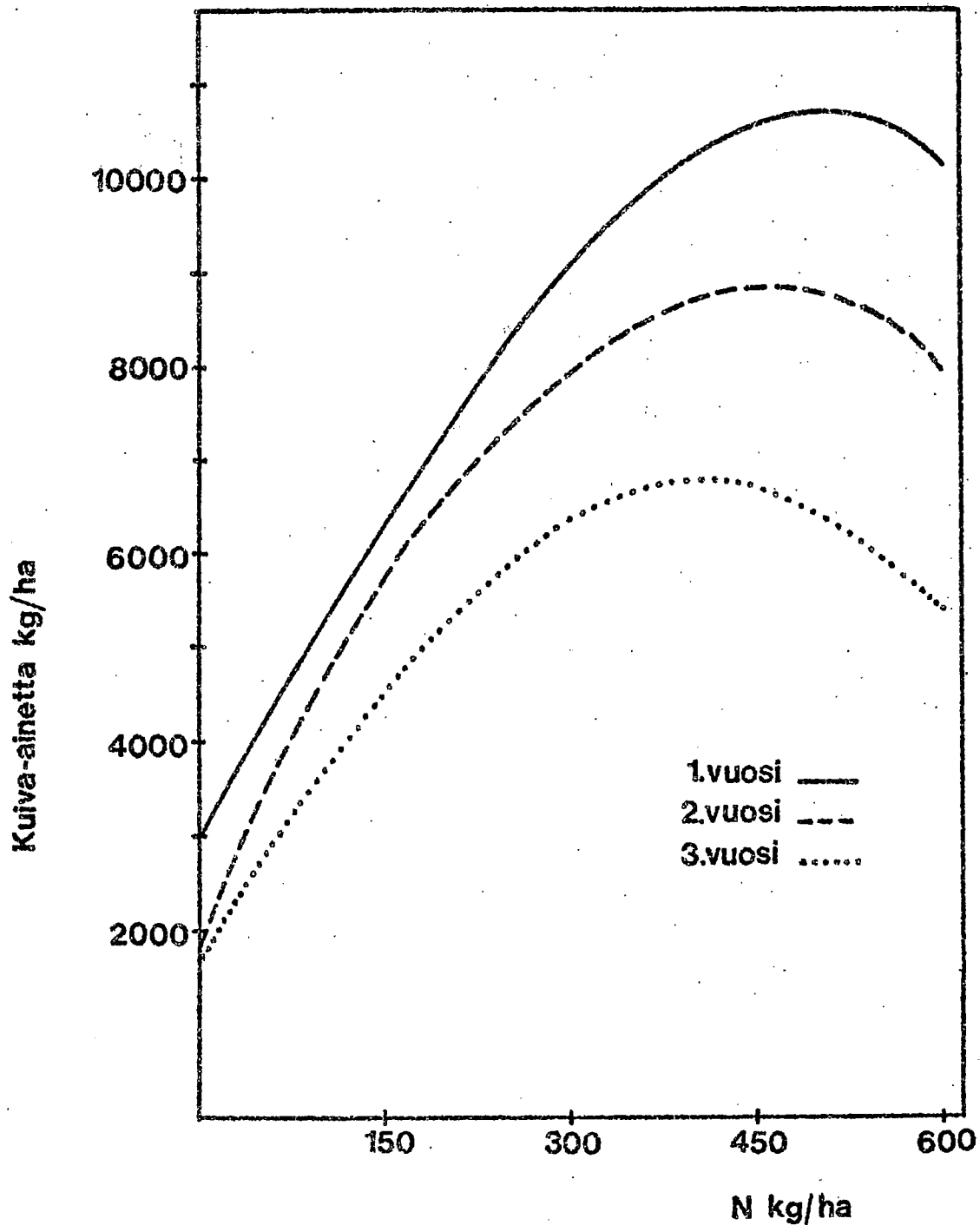


Kuva 4. Typpilannoituksen vaikutus viljojen jyväsatoon kolmessa koesarjassa. Käyrille merkityt nuolet osoittavat taloudellisesti edullisinta lannoitemäärää, kun kustannukseksi on laskettu vain lannoitetypen hinta (ELONEN ym. 1976).

Typpilannoituksen kasvaessa lisääntyy viljan lakoutumisalttius, mikä on tärkeä typpilannoitusta rajoittava tekijä. Uudet lajakortiset lajikkeet ja lakoutumista vähentävän kasvusäätteen käyttö ovat viime vuosina merkittävästi parantaneet viljojen laonkestävyyttä ja edellytyksiä tuottaa korkeita satoja runsaalla typpilannoituksella.

Sadontarkkailuyhdistysten jäsentiloilla eri viljojen typpilannoitus (taulukko 3) on varsin lähellä nykyisiä lannoitussuosituksia. Keskimäärin viljojen typpilannoitus on näillä tiloilla 11 kg N/ha korkeampi kuin otantatiedusteluun osallistuneilla tiloilla (taulukko 2). Kun otetaan vielä lisäksi huomioon, että koko maan käsittäneessä otantatiedustelussa voimakkaimmin lannoitettujen syysviljojen ja kevätvehnän osuus oli ilmeisesti pienempi kuin Etelä-Suomessa sijainneilla sadontarkkailutiloilla, voidaan päätellä, että näihin kahteen tutkimukseen osallistuneiden tilojen typpilannoitteiden käytössä oli varsin vähän eroa. Näiden aineistojen perusteella viljojen typpilannoitus ei siis maassamme ole keskimäärinkään kaukana yleisesti suositellusta tasosta.

Kolmesti niitettävien säilörehunurmien typpilannoituskokeissa ruohon kuiva-ainesadon on todettu kohoavan 300 kg N/ha typpilannoitukseen saakka jyrkästi, mutta tämän ylittävillä määrillä sadonlisäykset ovat nopeasti pienentyneet (HIIVOLA ym. 1974, kuva 5). TURKIN (1976) em. tulosaineiston perusteella suorittamien laskelmien mukaan säilörehunurmia kannattaa lannoittaa edelleen lannoitteiden hinnankorotuksista huolimatta 250-270 kg/ha typpimäärällä, laidunnurmia vastaavasti noin 200 kg/ha typpimäärällä. Koska typpilannoituksella saatu sadonlisäys on koetulosten mukaan jyrkästi nouseva ja lähes lineaarinen 300 kg/ha tasolle saakka, lannoitteiden hinnanmuutokset eivät ole paljoakaan vaikuttaneet lannoituksen optimimäärään. Laskelmaa laadittaessa on otettu huomioon myös rehusadon valkuaispitoisuuden paraneminen lisääntyvän typpilannoituksen myötä, joka samoinkuin ostorehujen hinnannousu vaimentaa lannoitteiden kallistumisen vaikutuksia. Käytännössä silloin, kun nurmien aukkoisuuden tai muun syyn takia ei voida odottaa sen vastaavan typpilannoituksen koetulosten osoittamalla tavalla, optimilannoitus on vastaavasti alempi.



Kuva 5. Ensimmäisen, toisen ja kolmannen vuoden säilörehunurmen kuiva-ainesadon riippuvuus typpilannoituksesta (HIIVOLA ym. 1974).

ELOSEN ym. (1976) mukaan heinän maksimisato saavutetaan 179 kiinteän kenttäkokeen mukaan keskimäärin 105 typpikilolla/ha. Pellervo-Seuran Markkinatutkimuslaitoksen otantatutkimuksen (taulukko 2) mukaan nurmien typpilannoitus oli keskimäärin 89 kg N/ha. Jos säilörehu- ja laidunnurmien typpilannoituksen oletetaan olevan keskimäärin 150 kg N/ha (laidunnurmet 140 kg/ha, säilörehunurmet 170 kg/ha), heinä- nurmien typpilannoitukseksi jää noin 55 kg/ha.

Jos lannoitteiden käyttö lisääntyisi Suomessa vuosien 1956-75 trendikehityksen mukaisesti, käytettäisiin vuonna 1985 pääravinteita yhteensä 221 kg/ha eli hieman yli 40 % enemmän kuin kymmenen vuotta aikaisemmin. Typen osuus tästä olisi 109 kg/ha, fosforin 43 kg/ha ja kaliumin 69 kg/ha. Trendin mukaista kehitystä on tuskin kuitenkaan odotettavissa. Päinvastoin on luultavaa ennakkotietojen perusteella, että lannoitteiden käytön lisääntyminen hidastuu merkittävästi lannoitusvuonna 1975/76, kuten muissa pohjoismaissa tapahtui jo lannoitusvuonna 1974/75. Kemira Oy:n laatiman ennusteen mukaan kasvinravinteiden myynti peltokäyttöön lisääntyy lannoitusvuosina 1974/75 - 1984/85 vain hieman yli 20 %.

Fosfori- ja kalilannoitteita käytetään meillä kansainvälisestikin verraten niin runsaasti, että niiden käyttö tuskin tulee paljoakaan nykyisestään suurenemaan. Typpilannoitteiden käytön voidaan sensijaan odottaa vielä lisääntyvän. Lannoitusta on omiaan lisäämään säilörehunurmien ja viljan viljelyalan suureneminen ja heinäalan pieneneminen. Niin kauan kuin optimitaso on saavuttamatta, voidaan odottaa niin viljan kuin nurmienkin typpilannoitustason nouseva, tosin entisestään hidastuvalla nopeudella.

Kun tarkastellaan typpilannoitusta kasvilajeittain, voidaan todeta, että syysvehnän typpilannoitus on jo suhteellisen korkea (138 kg/ha, taulukko 3). Sen voidaan kymmenvuotiskauden aikana olettaa lisääntyvän vain vähän, ehkä noin 15 kg/ha. Myös rukiin typpilannoitus (103 kg/ha), jota heikko korsi on rajoittanut, tulee lähivuosina kohoamaan uusien laonkestävyydeltään entistä parempien lajikkeiden yleistyessä, varovaisesti arvioiden noin 15 kg/ha. Tämän suuruisen typpilannoituksen lisäyksen voidaan odottaa nostavan syysviljojen satotaso 90-120 kg/ha.

Kevätvehnästä on viljelyssä lujakortisia lajikkeita, jotka kes-
täisivät nykyistä voimakkaampaakin lannoitusta, ja sen lakoutu-
mattomuutta voidaan lisäksi tehokkaasti varmistaa klormekvatti-
käsittelyllä. Kevätvehnän typpilannoitus on alempi kuin syysvil-
jojen (99 kg/ha) ja sen voidaan odottaa nousevan enemmän, noin
20 kg/ha. Saman verran voidaan arvioida ohran ja kauran typpilan-
noituksen nousevan, näiden viljojen lannoituksen ollessa huomattavasti
vehnän ja rukiin lannoitusta vähäisempää (81-83 kg/ha).
20 kg/ha typpilannoituksen lisäys nostaisi kevätiljojen satota-
soa 150-180 kg/ha.

Mikäli heinänurmien typpilannoitus (arviolta 55 kg N/ha, sivu 6)
lisääntyisi noin 25 kg/ha vuoteen 1985 mennessä, tämä lisäisi
kuivan heinän satoa noin 300-400 kg/ha. Säilörehunurmien ja lai-
tumien typpilannoituksen lisääminen 40 kg N/ha kohottaisi sato-
tasoa keskimäärin noin 600-800 kuiva-ainekilolla hehtaaria kohti.

Heinänurmien odelmat muodostavat suuren potentiaalisen mahdolli-
suuden lisätä heinänurmien satoa. Pellervo-Seuran Markkinatutki-
muslaitoksen (1974) tiedustelun mukaan vain puolet tiloista lan-
noittaa odelmia. Neljäsosa eli noin 150 000 ha odelma-alasta jää
kokonaan korjaamatta. Käytetystä odelmasadosta pääosa laidunne-
taan, vain vähän yli 10 % korjataan säilörehuksi.

Jos arvioidaan odelman kuiva-ainesadoksi vähintään 1500 kg/ha,
käyttämättä jää odelmasatoa 225 milj.kg, mikä vastaa noin 45 000
ha:n keskimääräistä säilörehusatoa. Kun asianmukaisella lannoi-
tuksella odelman satotaso voisi olla huomattavasti arvioitua
1500 kg/ha korkeampikin, voidaan päätellä, että odelman tehok-
kaalla hyväksikäytöllä nurmirehun viljelyalaa voitaisiin vähen-
tää huomattavasti nykyisestään muun viljelyn hyväksi.

Lannoituksen yhteydessä on otettava huomioon, että osa kasvinra-
vinteista palautuu maahan karjanlannassa. Voidaan laskea, että
peltomaitten karjanlannassa saamien kasvinravinteiden määrät ovat
viimeisten 20 vuoden aikana pysyneet Suomessa keskimäärin lähes
samansuuruisina: 20 kg typpeä, 5 kg fosforia ja 15 kg kaliumia.
Seuraavana kymmenvuotiskautena ei karjanlannassa annettavien ra-
vinteiden määrissä tapahtune sanottavia muutoksia.

1.2. Lannoitustekniikka

Rivi- ja sijoituslannoitus on enemmän kuin mikään muu yksittäinen viljelytoimenpide kohottanut erityisesti kevätiljojen satoa viime vuosien aikana. Rivilannoittimien käyttö alkoi maassamme 1960-luvun alkupuolella, jolloin ensimmäiset kotimaiset sarjavalmisteiset lannoittimet tulivat markkinoille. Kylvölannoittimia on maassamme valmistettu vuodesta 1966 ja yleisvannaskoneita 1970-luvun alkupuolelta lähtien. Tällä hetkellä rivilannoittimien myyntimäärät ovat voimakkaasti supistumassa, sensijaan kylvölannoittimet ja yleisvannaskoneet yleistyvät nopeasti (taulukko 4).

Taulukko 4. Rivilannoittimien, kylvölannoittimien ja yleisvannaskoneitten myynti vuosina 1965-75 (Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen laatima myyntitilasto 1976).

	Rivi- lannoittimet	Kylvö- lannoittimet	Yleisvannas- koneet	Yhteensä
1965	460	-	-	460
1966	1300	-	-	1300
1967	2170	100	-	2270
1968	2600	200	-	2800
1969	3000	570	-	3570
1970	2200	2050	100	4350
1971	1460	3000	200	4660
1972	570	2950	600	4120
1973	430	3480	1860	5770
1974	250	3630	3000	6880
1975	25	3265	1210	4500
Yhteensä	14465	19245	6970	40680

Koneitten lukumäärien perusteella on mahdollista arvioida vuosittain rivi- ja sijoituslannoitetun pinta-alan kehitystä. Jos kolle lannoittimien hankinnan oletetaan alkaneen suurimmilta tiloilta, vuonna 1976 jokaisella yli 15 peltihehtaarin suuruuisella tilalla on rivilannoitin, kylvölannoitin tai yleisvannaskone. Näillä tiloilla on noin 55 % maamme vilja-alasta. Mikäli tämäntyyppiset lannoittimet lisääntyvät keskimäärin noin 6000 kpl vuodessa, saavutetaan vasta 1980-luvun alkupuolella tilanne, jolloin jokaisel-

la yli 10 peltohehtaarin tilalla on kyseisentyyppinen lannoitin. Maamme kokonaisvilja-alasta on yli 10 peltohehtaarin tiloilla noin 75 %.

Rivi- ja sijoituslannoituksen vaikutusta satotasoon on maassamme tutkittu runsaasti. Maatalouden tutkimuskeskuksen eri koepaikoilla vuosina 1967-68 suoritetuissa kokeissa lannoitteen rivimultaus kohotti kevätiljojen satotasoa alemmalla typpitasolla (40-50 kg N/ha) keskimäärin noin 8 % (210 kg/ha) ja ylemmällä typpitasolla (80-100 kg N/ha) 11 % (320 kg/ha) (taulukko 5, LARPES 1969). Tohmajärven ja Leteensuon hietamailla sijoituslannoitus tuotti keskimäärin noin 390 kg:n (12 %) ja turvemailla noin 333 kg:n (9 %) hehtaarisadon lisäyksen pintalannoitettuun koejäseneseen verrattuna (PAULAMÄKI ja LUOSTARINEN 1971).

Taulukko 5. Rivilannoituksen vaikutus kevätiljojen satoon keskimäärin vuosina 1967-68 (LARPES 1969).

Koepaikka	Kokeita kpl	Jyväsato kg/ha					
		40-50 N			80-100 N		
		hajal.	±rivil.	%	hajal.	±rivil.	%
Tikkurila:							
hietasavi, ohra	(3)	3200	320	10	4250	420	10
hietasavi, vehnä	(4)	2680	340	13	3090	560	18
hiesusavi, vehnä	(3)	1480	40	3	1530	10	1
karkea hieta, vehnä	(4)	2440	290	12	2940	250	9
multa, vehnä	(2)	3070	80	3	3550	220	6
saraturve, vehnä	(2)	3100	30	1	3300	-80	-2
Mietoinen-Anjala:							
hietasavi-hiesusavi vehnä-ohra	(9)	2240	230	10	2500	410	16
Leteensuo:							
hiesusavi, kaura	(3)	3140	80	3	3310	290	9
saraturve, kaura	(2)	4140	420	10	4710	690	15
rahkaturve, kaura	(2)	1750	160	9	2160	400	19
Tohmajärvi:							
1967, hietasavi, ohra	(2)	3460	70	2	3870	70	2
1968, turve, ohra	(3)	2400	210	9	3110	360	12
Ylistaro:							
1967, hieno hieta, kaura	(2)	1520	30	2	1740	280	16
1968, multa, kaura	(2)	4190	560	13	5260	850	16
Toholampi:							
1967, hieno hieta, ohra	(2)	1850	40	2	2480	-260	-10
1968, turve, ohra	(3)	2090	270	13	2900	300	10
Keskimäärin	(48)	2580	210	8	3040	320	11

Koetulosten perusteella voidaan rivi- ja sijoituslannoituksen arvioida kohottavan kevätiljojen satoa keskimäärin noin 8-12 % eli vuoden 1975 satotason mukaan keskimäärin noin 270 kg/ha. Rivi- ja sijoituslannoitetun alan lisääntyminen edelläesitetyn arvion mukaan 55 %:sta 75 %:iin kevätilja-alasta seuraavan kymmenvuotiskauden kuluessa kohottaisi kevätiljojen keskimääräistä satotasoa 2-3 %. Syysviljojen satotasoon sijoituslannoituksella ei ole sanottavaa vaikutusta, koska pääosa tpeestä joudutaan antamaan kasvustolle keväällä hajalannoituksena.

Rivi- ja sijoituslannoituksen on todettu lisäävän merkittävästi myös perunan satoa. Lannoitteen multaaminen rivilannoittimella 10 cm:n syvyyteen on LARPEKSEN (1968) mukaan lisännyt perunan satoa noin 5100 kg eli 20 % hajalannoitettuun verrattuna. Hankkijan kasvinjalostuslaitoksella ja Maatalouskoneitten tutkimuslaitoksella on suoritettu sijoituslannoituskokeita, joissa lannoite sijoitettiin kahteen riviin siemenperunarivin molemmin puolin. Tällä tavoin suoritettu lannoitteen sijoittaminen tuotti keskimäärin 11 %:n, rivilannoitus samoissa kokeissa 6 %:n sadonlisäyksen hehtaaria kohti (VARIS ja LANNETTA 1974).

Maassamme on kehitteillä perunankylvökoneita, jotka sijoittavat lannoitteen lähelle siemenperunariviä kylvön yhteydessä. Näiden koneiden odotetaan tulevan lähitulevaisuudessa markkinoille ja vähitellen käyttöön perunan viljelyyn erikoistuneilla tiloilla. Suurempi vaikutus perunan satotasoon tulee lähitulevaisuudessa kuitenkin olemaan perunan rivilannoituksella, joka voidaan suorittaa monilla tiloilla jo nykyisin viljanviljelysten lannoitukseen käytetyllä rivilannoittimella.

1.3. Kasvinjalostus

Lannoitteiden käytön lisääntymisen ja viljelytekniikan yleisen kehittymisen lisäksi eräs keskeinen satotasoon vaikuttava tekijä on maassamme suoritettava kasvinjalostustyö.

KIVI (1963) arvioi kevätiljojemme satotason kohonneen jalostustyön tuloksena 9-10 % vuosina 1925-57, kun satotaso nousi tänä

aikana kaikenkaikkiaan 35-40 % (taulukko 6). Koska 1920-luvun kokeissa mukana olleet jalosteet jo olivat vanhoja maatiaisiamme parempia on ilmeistä, että koko siihen astisen kasvinjalostustyön tuottama hyöty voidaan arvioida vähintään 12-15 %:ksi. Vuoden 1957 jälkeen kauppaan tulleet lajikkeet ovat nostaneet satotasoa 2-10 % viljelyskasvista riippuen.

Taulukko 6. Kasvinjalostuksen ja muiden tekijöiden vaikutus kevätiljojen satotasoon Tammistossa 1925-57 (KIVI 1963).

	Osuus satotason noususta %		Satotason nousu yhteensä %
	Jalostus	Muut tekijät	
Kevätvehnä	10	25	35
Ohra (2-tah)	10	36	46
Ohra (6-tah)	9	28	37
Kaura	9	34	43

Jalostuksen tuottamaa satotason nousua on erittäin vaikeaa ennustaa. KIVEN (1963) mukaan viljelyssä olevien lajikkeiden satotason noustessa on yhä vaikeampaa saavuttaa merkittäviä parannuksia jalostusteilta. Lisäksi nykyisin yhä enenevässä määrin kiinnitetään huomiota sadon laatuominaisuuksiin satoisuuden ollessa vain eräs lukuisista jalostuskohteista. Toisaalta uudet jalostusmenetelmät, kuten mutaatiojalostus, parantavat jalostuksen mahdollisuuksia.

Viitteitä odotettavissa olevasta kehityksestä voidaan saada vertaamalla Maatalouden tutkimuskeskuksen koepaikoilla ns. ykköslajikekokeissa vuosina 1971-73 mukana olleitten jalostuslinjoja tällä hetkellä yleisimpiin viljelyssä oleviin lajikkeisiin. Vertailun tuloksena saadut linjojen satotason %-poikkeamat nykyisin yleisimmin viljeltyjen lajikkeitten satotasosta on esitetty seuraavassa asetelmassa:

Syysvehnä	+ 0.3 %
Kevätvehnä	- 2.2 %
Ruis	+ 6.9 %
Kaura	+ 1.0 %
Ohra	+ 2.0 %
Peruna	+12.7 %

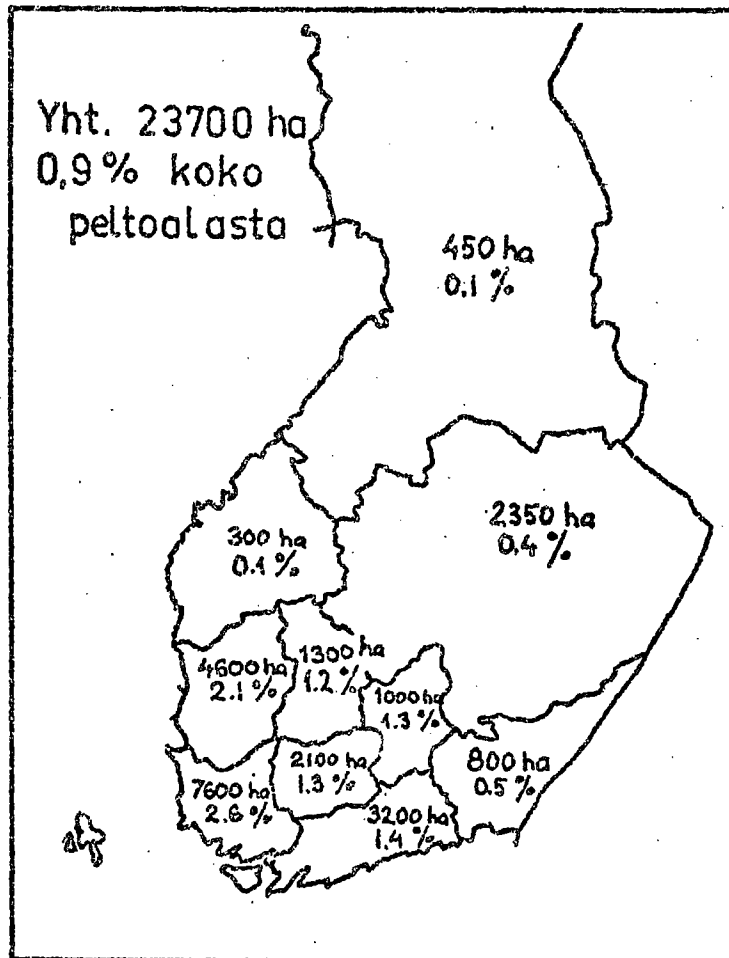
Vertailun suhteen on huomattava, että kokeissa mukana olevista linjoista kauppalajikkeiksi kelpuutetaan vain harvoja, eikä kauppaanlaskun perusteena ole yksinomaan satoisuus. Lajikkeiden yleistymiseen viljelyssä vaikuttavat satoisuuden lisäksi useat eri tekijät kuten aikaisuus, korrenlujuus, useat sadon laatutekijät jne. Edellä esitettyjä lukuja voidaan kuitenkin pitää suunta-antavina. Niiden perusteella voidaan arvioida, että erityisesti perunan ja rukiin satotason voidaan odottaa nousevan jalostusteilte huomattavasti lähivuosina, muiden viljojen sensijaan vähemmän. Nurmikasvien lajikekokeissa on uusia lupaavia timoteija nurminatalajikkeita ja linjoja, joten nurmiviljelyssäkin voidaan odottaa satotason nousevan 2-3 % jalostuksen ansiosta.

Jalostuksella on ollut ja tulee edelleen olemaan suuri epäsuora viljojen satotasoa kohottava vaikutus, uusien jalosteiden ollessa entisiä lujakortisempia ja samalla voimakkaampaa typpilannoitusta kestäviä, kuten jo lannoitusta käsiteltäessä mainittiin.

1.4. Sadetus

Peltoviljelysten sadetus on kuluvan vuosikymmenen aikana nopeasti lisääntynyt. 1960-luvun puoliväliin verrattuna sadetuskalustojen vuotuinen myynti on kymmenessä vuodessa lähes seitsemänkertaistunut (taulukko 7). Paitsi kalustojen lukumäärä, myös niiden koko on jatkuvasti kasvanut. Vuodesta 1964 vuoteen 1971 kohosi sadettimien lukumäärä yhtä myytyä kalustoa kohti yhdestätoista viiteentoista sadettimeen (KARA 1972).

Maatilahallituksen otantaan perustuvan kyselyn (ANON. 1973) mukaan maassamme sadetettiin vuonna 1969 noin 8800 ha ja vuonna 1972 noin 23 700 ha. Sadetettu ala yhtä kalustoa kohti oli näinollen vuonna 1969 noin 6.2 ha ja vuonna 1972 noin 7.4 ha. Kuvassa 6 on esitetty sadetettu pinta-ala ja sen jakautuminen maan eri osiin vuonna 1972. Uudellamaalla, Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa sijaitti koko maan sadetetusta pinta-alasta noin 65 % (ANON. 1973). Näillä alueilla on myös sadetustarve alkukestästä säännöllisesti toistuvan poutakauden, poutivien maiden ja kevätiljojen yleisen viljelyn vuoksi suurin. Sadetuksen voidaan olettaa lisääntyvän voimakkaaimmin juuri näillä alueilla.



Kuva 6. Sadetustilanne maan eri osissa vuonna 1972.

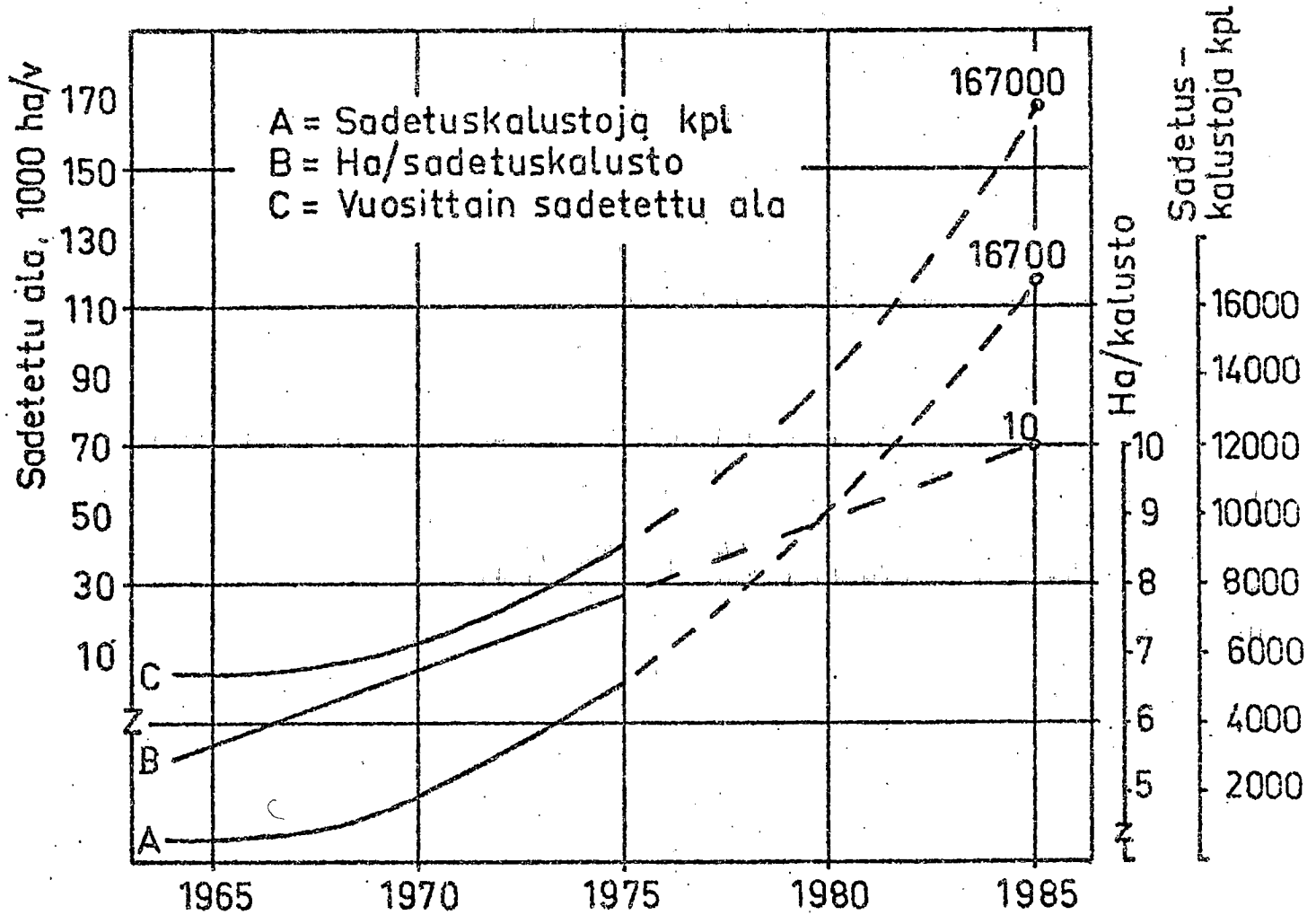
Taulukko 7. Sadetuskalustojen määrän kehitys vuosina 1964-74 Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksen kokoamien tietojen mukaan (KARA 1972).

Vuosi	Myynti kpl	Käytössä yhteensä kpl
1964	150	650
1965	100	750
1966	100	850
1967	110	960
1968	160	1120
1969	300	1420
1970	550	1970
1971	580	2550
1972	670	3220
1973	535	3755
1974	700	4455

Kuvassa 7 esitetyn arvion mukaan vuonna 1985 sadetetaan maassamme noin 167 000 ha, mikä on noin 15 % kevätilja-alasta. Arviota laadittaessa on kalustojen vuotuisen myynnin oletettu lisääntyvän suoraviivaisesti vuosien 1964-74 kehityksen mukaisesti ja vuosittain sadetetun alan kasvavan suoraviivaisesti siten, että vuonna 1985 yhdellä kalustolla sadetetaan noin 10 ha.

Maassamme sadetetaan lähinnä kevätiljoja ja laidun- ja säilörehunurmia. KARAN ym. (1973) Kiskon seudulla suorittamaan tutkimukseen kuuluneilla 48:lla sadetuslaitteet omistavalla tilalla oli 82 % peltoalasta viljakasveilla, mikä osoittaa, että tällä alueella sadetuslaitteita on hankittu pääasiassa kevätiljan sadetusta varten (taulukko 8). Kevätvehnän ja mallasohran sadetus oli tutkimuksen kohteena olleilla tiloilla yleisintä, laidun- ja säilörehunurmien alasta sadetettiin keskimäärin noin puolet.

Sadetuksen vaikutus satoon riippuu kasvukauden sademäärästä. Sademäärän vuotuisesta vaihtelusta johtuen myös sadetuksella saadut sadonlisäykset vaihtelevat suuresti. Etelä-Suomen kuivissa kasvuoloissa kevätiljojen sadetuksella on saatu lähes poikkeuksetta huomattavia sadonlisäyksiä.



Kuva 7. Arvio sadetuskalustojen myynnin, vuosittain sadetettun peltoalan sekä yhdellä kalustolla sadetettun alan kehityksestä vuosina 1964-85.

Taulukko 8. Eri kasvilajien sadetusala prosentteina kyseisen kasvin kokonaisalasta 48:lla sadetuslaitteet omistavalla tilalla Kiskon seudulla (KARA ym. 1973).

Kasvilaji	Sadetettu % alasta	Kasvilaji	Sadetettu % alasta
Kevätvehnä	79	Heinä (kuiva)	22
Mallasohra	75	Sokerijuurikas	20
Muu ohra	68	Peruna	16
Laidun	63	Syysvehnä	3
Kaura	49	Ruis	-
Heinä (tuorerehu)	48	Muut kasvit	23

Hiesu- ja hiuesavimailloilla vuosina 1964-71 suoritetuissa sadetuskokeissa kevätvehnän satotaso nousi kertasadetuksella keskimäärin 900-1000 kg/ha, ohran ja kauran 1100-1200 kg/ha (KARA 1972). Etelä- ja Lounais-Suomessa suoritetuissa kahdessatoista sadetuskokeessa kesäkuussa annettu 2 x 30 mm:n sadetus lisäsi vehnäsaatoja keskimäärin noin 1240 kg/ha eli 45 % (ELONEN ym. 1975, taulukko 9). Sellaisina vuosina, jolloin kesäkuun sademäärä on jäänyt alhaiseksi, on saavutettu keskimäärin jopa yli 70 %:n sadonlisäyksiä (KIVISAARI ja ELONEN 1974).

Taulukko 9. Sadetuksen vaikutus kevätvehnän satoon vuosina 1967-1970 (ELONEN ym. 1975).

	Sadettamaton kg/ha	Sadetettu kg/ha	Sadonlisäys sadetuksella kg/ha	Sadonlisäys %
1967	2135	3810	+ 1675	+ 78
1968	2330	4105	+ 1775	+ 76
1969	2675	3470	+ 795	+ 30
1970	3815	4535	+ 720	+ 19
Keskim.	2740	3980	+ 1240	+ 45

Useiden 1960-1970-luvulla suoritettujen sadetuskokeiden (mm. ELONEN ja KARA 1972, ELONEN ym. 1967) perusteella sadetuksen voidaan arvioida lisäävän Etelä-Suomen olosuhteissa kevätviljojen satoa keskimäärin ainakin 30 %.

Sadetuksen vaikutusta nurmien kasvuun tutkittiin Kasvinviljelylaitoksella poutakesänä 1973 (MELA 1975). Runsas (2 x 90 mm) sadetus 1. ja 2. niiton jälkeen lisäsi kolmeen kertaan niitetyn nurmen kuiva-ainesatoja keskimäärin 22-30 %. Kilomääräisesti eniten hyötyivät Englannin raiheinä (2630 kg/ha kuiva-ainetta) ja nurminata (2500 kg/ha kuiva-ainetta), vähiten (1370 kg/ha kuiva-ainetta) timotei. Niukka (2 x 20 mm) sadetus vaikutti vain vähän tai ei lainkaan satoon. RAININKO (1968) päätyi viiden vuoden koesarjassa 3-4 kertaa kesässä tapahtuvalla 30 mm:n sadetuksella keskimäärin noin 20 %:n (1448 kg/ha) kuiva-ainesadon lisäykseen. Etelä-Suomen kuivissa oloissa savimaalla on yhteensä kolmessa niitossa saatu 3 x 30 mm:n sadetuksella jopa lähes 60 %:n sadonlisäyksiä (ELONEN 1974).

Poutakesänä 1975 saatiin laitumelta Jokioisten hiesusavimaalla 2-3 kertaa 30-40 mm:n sadetuksen saaneilta lohkoilta keskimäärin 790 ry/ha eli 25 % enemmän satoa kuin sadettamattomilta (MELA ym. 1976).

Koetulosten perusteella säilörehunurmien ja laidunnurmien sadettaminen 2-3 kertaa kesässä lisää niiden satoa keskimäärin noin 25 % Etelä-Suomen oloissa. Normaalina kuivempina kesinä sadonlisäys voi olla paljon suurempikin.

Myös perunan ja sokerijuurikkaan sadetuskokeissa on saatu hyviä tuloksia. 30 mm:n kertasadetus lisäsi eri perunalajikkeitten satoa 10-23 % (1300-2500 kg/ha) Kasvinviljelylaitoksen kokeissa vuosina 1966-71. Kahdesti suoritettu 30 mm:n sadetus lisäsi mukulasatoa 18-34 % (RANTANEN 1972). Ruotsalaisissa tutkimuksissa on saatu paras tulos, noin 30 %:n sadonlisäys, sadettamalla ensimmäisen kerran ennen mukulanmuodostuksen alkua ja uusimalla se tarpeen mukaan noin kahden viikon välein (JOHANSSON 1972, CARLSSON 1975). Perunan sadetuksen voidaan arvioida antavan keskimäärin noin 20 %:n sadonlisäyksiä.

Sokerijuurikkaan sadetuksesta saadut koetulokset ja kokemukset vaihtelevat. Taimettumisasteella annetulla sadetuksella on kokeissa saatu usein huomattavia sadonlisäyksiä, sensijaan myöhäissadetuksella heinä-elokuun vaihteessa on pystytty lisäämään ainoastaan naattisatoa. ELOSEN (1974) vuosina 1971-73 suorittamissa tutkimuksissa taimettumisasteella annettu sadetus lisäsi juurisatoa keskimäärin 7600 kg/ha eli 22 % ja sokeripitoisuutta 1 %-yksikköä. Eri vuosina sadonlisäykset olivat seuraavat:

1971	11 100 kg	33 %
1972	500 kg	3 %
1973	10 300 kg	30 %

AURAN (ELONEN ym. 1972) mukaan sokerijuurikkaan sadetuksessa päästään hyvään tulokseen vasta, jos sadetuksen jälkeen on ainakin pari viikkoa poutaa ja lämpötila on tänä aikana korkea. Viileällä säällä maan lämpötilan aleneminen sadetuksen johdosta hidastaa juurikkaan kehitystä. Poudanaroilla mailla sadetus voi olla hyvinkin kannattavaa silloin, kun lämpöä on riittämiin. Tutkimustulosten perusteella sokerijuurikkaan sadetuksen voidaan arvioida lisäävän juurisatoa keskimäärin ainakin 15 %.

Jos arvioidusta 167 000 sadetetusta peltohehtaarista vuonna 1985 kevätviljoja on 2/3 eli noin 110 000 ha ja alan oletetaan jakautuvan tasaisesti kevätvehnän, ohran ja kauran kesken, kottaisi sadetus ohran satotaso nykyisestä noin 2 %, kauran 1-2 % ja kevätvehnän 5 %. Sadetuksen on oletettu lisäävän viljan satoa noin 30 %. On kuitenkin ilmeistä, että kevätvehnän osuus sadetetusta alasta jää alhaisemmaksi, koska sadetus lisääntyy myös kevätvehnän varsinaisen viljelyalueen ulkopuolella. Myös sadetusveden puute voi jossain määrin rajoittaa sadetuksen laajenemista kevätvehnän pääviljelyalueilla Etelä- ja Lounais-Suomessa.

Vastaavasti voidaan arvioida, että jos 20 % säilörehunurmista sadetettaisiin niiden keskimääräinen satotaso nousisi noin 5 %, jos 20 % peruna-alasta sadetettaisiin keskimääräinen satotaso nousisi niinkään noin 4 % ja jos 30 % sokerijuurikkasalasta sadetettaisiin nykyisen 5-7 %:n sijasta satotaso nousisi 2-3 %.

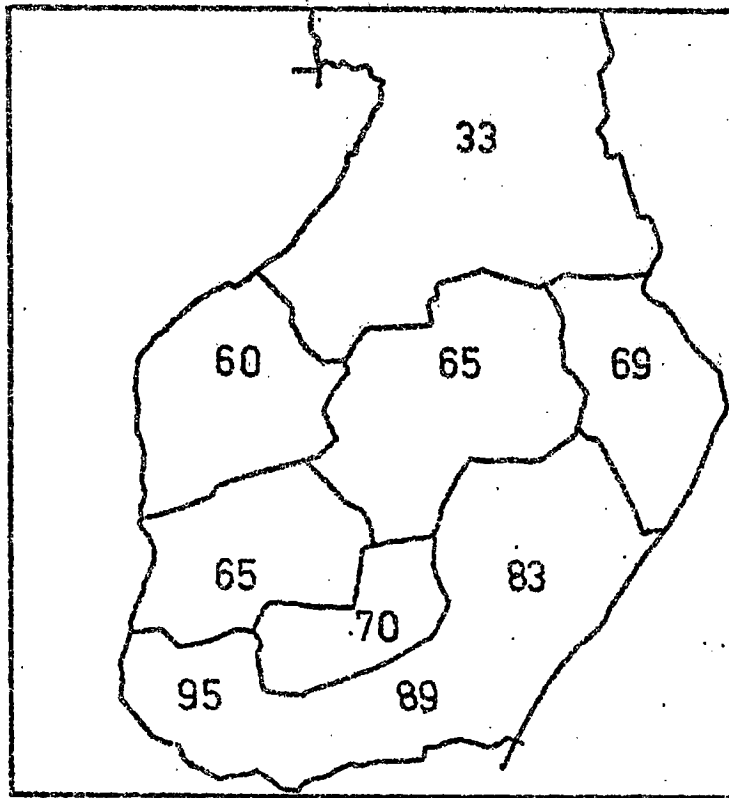
1.5. Rikkakasvien torjunta

Leikkuupuunnin yleistyminen Suomessa 1950-luvulla johti rikkakasvien määrän nopeaan lisääntymiseen viljelyksillä. Samaan aikaan kemiallinen rikkakasvien torjunta alkoi nopeasti kehittyä ja yleistyä. Vuonna 1974 herbisideillä käsitelty vilja-ala oli jo noin 942 000 ha eli 72 % viljan koko viljelyalasta (taulukko 10, MUKULA 1975).

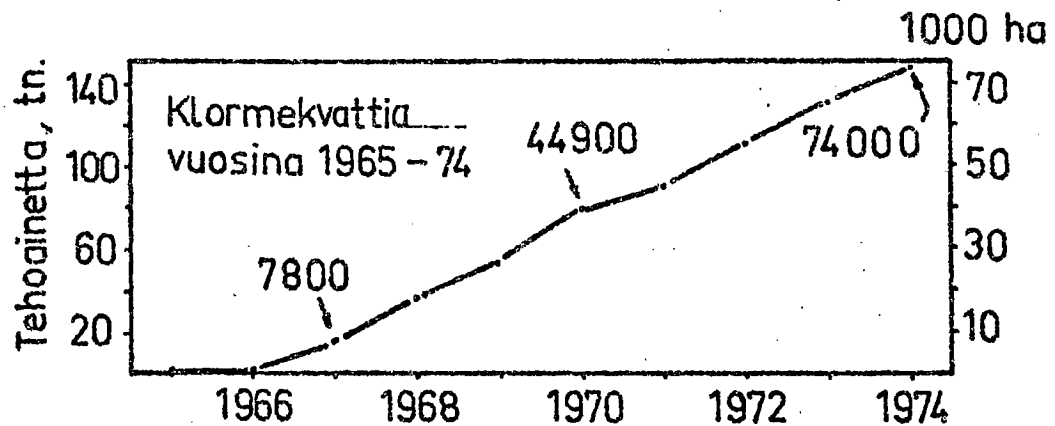
Herbisidien käytön yleisyydessä on huomattavia eroja maan eri osien välillä (kuva 8). Vuonna 1974 käsiteltiin vilja-alasta rikkakasvihävitteillä 89-95 % Etelä- ja Lounais-Suomessa, Nurmme-Kökkola-linjan pohjoispuolella vain noin 33 %.

Taulukko 10. Rikkakasvihävitteillä ruiskutettu vilja-ala maatalouskeskuksittain vuosina 1964 ja 1974 (MUKULA 1975).

Maatalouskeskus	1000 ha	
	1964	1974
Uudenmaan läänin Nylands Svenska	70.0	135.7
Varsinais-Suomen Finska Hushållnings	81.1	201.8
Satakunnan Pirkanmaan	41.3	135.7
Hämeen läänin Itä-Hämeen	42.0	102.7
Kymen läänin Mikkelin läänin	26.5 10.4	110.5
Pohjois-Karjalan	3.6	29.5
Kuopion läänin Keski-Suomen	26.5 6.0	68.1
Etelä-Pohjanmaan Österbottens	35.6	127.4
Oulun läänin Kainuun Lapin läänin	4.5	30.6
Koko maa	330.3	942.0



Kuva 8. Rikkakasviruiskutukset prosentteina vilja-alasta maatalouskeskuksittain vuonna 1974 (MUKULA 1975).



Kuva 9. Klormekvatin myynti ja myyntimäärien pohjalta arvioitu käsitelty pinta-ala vuosina 1965-74 (MARKKULA 1975).

Rikkakasvien kemiallinen torjunta lisää yleensä merkittävästi viljelykasvien satoa. Kasvuston käsittely MCPA-valmisteella lisäsi vuosien 1948-61 paikalliskokeissa (243 koetta) kauran satoa keskimäärin 307 kg/ha, kevätvehnän 242 kg/ha ja ohran 200 kg/ha (MARJANEN 1962). MUKULA ja KÖYLIJÄRVI (1965) totesivat rikkakasvien kemiallisen torjunnan lisänneen kauran satoa paikalliskokeissa 11-12 % (255-294 kg/ha) ja koeasemien kokeissa 11-15 % (322-414 kg/ha). Torjunnan vaikutus ohran satoon oli edellämainittua vähäisempi, koeasemien kokeissa 4-10 % (102-275 kg/ha) ja paikalliskokeissa 5-6 % (134-161 kg/ha). Kevätvehnällä suoritettujen rikkakasvien torjuntakokeitten tulokset olivat koeasemilla ja paikalliskokeissa varsin erilaisia. Eri valmisteet lisäsivät kevätvehnän satoa koeasemien kokeissa vain 5-9 % (133-211 kg/ha), paikalliskokeissa peräti 18-24 % (294-382 kg/ha). Edellä esitettyjen ja monien muiden (JUUTILAINEN ja OSARA 1971, KÖYLIJÄRVI 1962) tutkimusten tulosten perusteella voidaan arvioida herbisidien käytön lisäävän kevätiljojen satotasoa keskimäärin noin 10 %. Syysviljojen rikkakasvitorjunta on antanut likimain samansuuruisia sadonlisäyksiä (KÖYLIJÄRVI 1974, LALLUKKA 1971, RAATIKAINEN 1971).

Tilastotietoja torjunta-aineilla käsitellyn peltoalan jakautumisesta eri kasvilajien kesken Suomessa ei ole saatavissa. Ruotsissa käsiteltiin vuonna 1974 kevätvehnäalasta noin 88 %, syysvehnä-, kaura- ja ohra-alasta 75-78 % ja ruisalasta 50 % (ANON. 1975). Jakautuman voidaan olettaa olevan samansuuntainen myös Suomessa.

Vaikka maassamme vuosittain herbisideillä käsitellyn alan osuus koko vilja-alasta on jo varsin korkea, se tulee ilmeisesti vielä jonkin verran kasvamaan. Voidaan arvioida, että vuonna 1985 herbisideillä käsitellään 85-90 % maamme vilja-alasta. Erityisesti ohra-, kaura- ja syysviljaviljelysten herbisidikäsittelyn voidaan olettaa vielä lisäävän ja näiden viljojen sadon voidaan arvioida kohoavan tämän ansiosta noin 1-2 %. Kevätvehnän viljelyalueella kemiallisten rikkakasvihävitteiden käyttö on jo nyt niin yleistä, että sen ei voida olettaa enää sanottavasti lisääntyvän.

Perunaviljelyksiltä rikkakasveja on torjuttu 1960-luvun loppupuolelle saakka lähes yksinomaan mekaanisin menetelmin, multaamalla ja lataamalla. Näillä menetelmillä on kuitenkin todettu olevan hättävää vaikutuksia. Multaaminen ja lataaminen katkovat juuria ja rönsojä, edistävät virustautien leviämistä ja lisäävät haihtumista (ALDRICH 1954, AAMISEPP 1963). Nämä haitat voidaan välttää torjumalla rikkakasvit kemiallisesti.

Kasvinviljelylaitoksella ja eräillä koeasemilla vuosina 1966 ja 1969 suoritetuissa 21 kokeessa linuronikäsittely lisäsi perunan satoa keskimäärin 3 % (700 kg/ha) mullattuun ja ladattuun koejäseneseen verrattuna, parakvattikäsittely 2 % (400 kg/ha). MARTTILA (1967) totesi kemiallisen rikkakasvien torjunnan lisäävän perunan satoa 10-13 % (2600-3200 kg/ha) mullattuun koejäseneseen verrattuna. Paikalliskokeissa on päädytty jopa 23-34 %:n mukulasadon lisäykseen (MÄNTYLÄHTI ym. 1972).

Nykyisin rikkakasvien kemiallinen torjunta perunaviljelyksiltä on melko vähäistä, tuskin enempää kuin 10 % peruna-alasta. Jos käsitellyn alan oletetaan lisääntyvän siten, että vuonna 1985 puolet peruna-alasta käsitellään herbisideillä, tämän voidaan arvioida kohottavan perunan satotasoa noin 3-4 %.

Sokerijuurikasviljelysten rikkaruohoja torjutaan nykyään suureksi osaksi herbisideillä. Parhaillaan kokeiltavana olevat uudet torjuntamenetelmät ja uudet herbisidivalmisteet (METTALA 1975) tulevat tehostamaan kestävien ja myöhään toimittuvien rikkakasvien torjuntaa nykyisestään. Kun sokerijuurikkaan rikkakasvin torjuntaa täydennetään yleisesti kitkemällä, kemiallisen torjunnan kehittyminen merkitsee ensi sijassa viljelyksen hoitotyön vähenemistä, mutta voi jossain määrin lisätä juurisatojakin.

1.6. Kasvunsäätteet

Kasvunsäätteiden kauppaantulon jälkeen vuodesta 1965 alkaen niiden käyttö on lisääntynyt lähes suoraviivaisesti. Vuonna 1974 käsiteltiin klormekvatilla, joka on ainoa maamme peltoviljelyksillä käytettävä lakoutumista vähentävä kasvunsäädö, jo noin 74 000 ha (kuva 9), joka oli noin 25 % rukiin ja vehnän kokonaisalasta (MARKKULA 1975).

Kasvunsäätteiden käytön voidaan odottaa yleistyvän edelleen typpilannoituksen lisääntyessä. Mikäli käsitelty ala kasvaa vuosien 1965-74 kehityksen mukaisesti, kasvunsäätteitä käytetään vuonna 1985 jo noin 169 000 ha:lla eli yli puolella leipävilja-alasta.

Klormekvatin on todettu tehoavan parhaiten vehnään ja rukiiseen, jossain määrin myös ohraan. Kauralla saavutetaan tyydyttävä teho käsittelyn tapahtuessa vasta varsin myöhäisessä kasvuvaiheessa. Näinollen klormekvatin käytön voidaan olettaa keskittyvän pääasiassa vehnän ja rukiin, vähäisessä määrin myös ohran käsittelyyn.

Kun käsittelemätön kasvusto on ollut pahasti lakoutunutta klormekvattikäsittely on antanut jopa 20 %:n kevätvehnäsadon lisäyksiä (MUKULA ym. 1965). Keskimäärin klormekvattikäsittely on lisännyt kevätvehnän satoa noin 3 % (100 kg/ha). Klormekvattikäsittelyn ansiosta typpitasoa voidaan kohottaa noin 50 kg/ha (TEITTINEN 1975). Kevätvehnän ohella hyviä tuloksia on saatu myös rukiin klormekvattikäsittelyllä. Vuosina 1965-67 Kasvinviljelylaitoksella suoritetuissa kokeissa käsittely tuotti 1-9 %:n (noin 40-470 kg/ha) ruissadon lisäyksen (YLLÖ 1967). Keskimäärin vaikutuksen voidaan arvioida olevan samaa luokkaa kuin kevätvehnällä. Ohran satoon vaikutus sensijaan on osoittautunut vähäiseksi. Maatalouden tutkimuskeskuksen 34 kokeessa klormekvattikäsittely lisäsi ohran satoa keskimäärin ainoastaan 2 % (70 kg/ha) ja lisäyksen arvo ylitti vain noin puolessa tapauksista ainekustannukset (SIMOJOKI 1975).

Klormekvattikäsittely tekee mahdolliseksi lisätä typpilannoitusta. Sen satotasoa kohottava vaikutus ilmeneekin ensisijaisesti lisätyn typpilannoituksen aikaansaamana hehtaarisadon suurenmisena.

1.7. Salaojitus

Salaojitus lisää kasvullisen pinta-alan määrää, mahdollistaa tehokkaampien viljelymenetelmien käytön, estää rikkakasvien haitallista leviämistä ja lisää näin hehtaarisatoja. Erityisesti se säästää ihmis- ja konetyökustannuksia. Kuitenkin salaojitus, lukuisista eduistaan huolimatta, on edistynyt varsin hitaasti Suomessa muihin Euroopan maihin verrattuna. Vuoteen 1955 mennessä maassamme oli salaojitettu noin 130 000 ha ja vuoteen 1975 noin 670 000 ha eli 27 % viljellystä peltoalasta (ANON. 1955-75, kuva 10).

Vuosittain salaojitetun pellon määrä on kasvanut tasaisesti vuoteen 1964, jonka jälkeen se ei sanottavasti ole lisääntynyt. Vuosina 1965-75 on salaojitettu vuosittain keskimäärin hieman yli 33 000 ha (kuva 10, taulukko 11).

Salaojitustoiminta on ollut vilkkainta maan etelä- ja lounaisosissa. Vuonna 1973 oli Turun vesipiirin alueella jo noin 52 % viljelyssä olevasta peltoalasta salaojitettua, Helsingin vesipiirissä 44 %, Vaasan, Tampereen ja Kymenlaakson vesipiireissä noin 20 %, maan itä- ja pohjoisosissa vain 1-10 % (kuva 11).

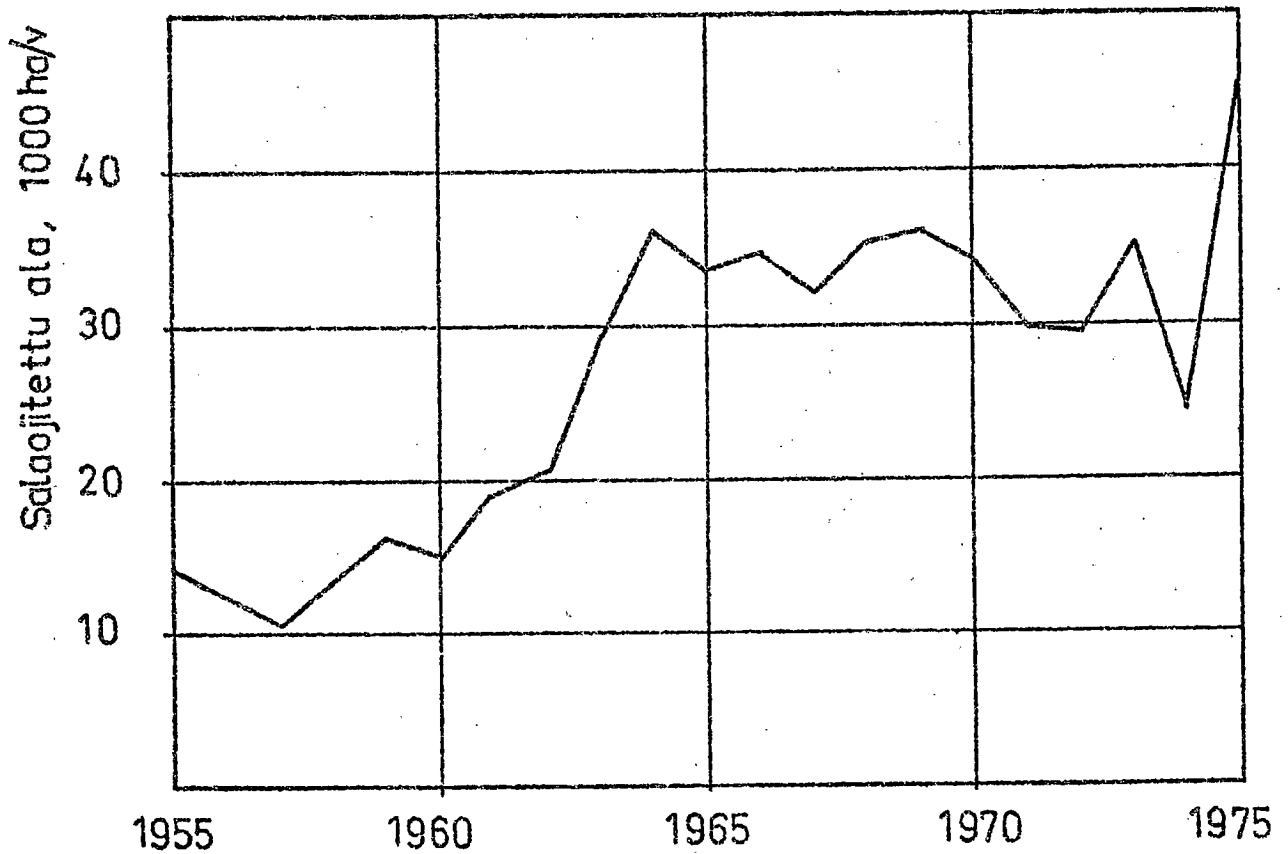
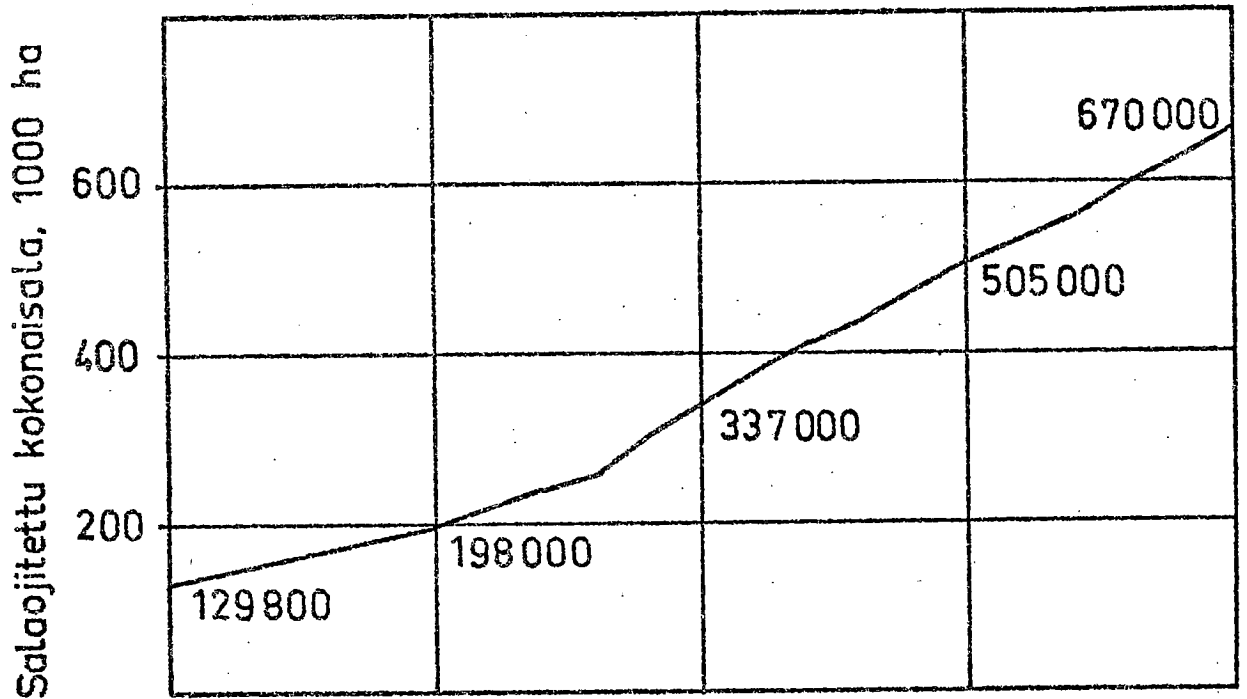
Kuivatus- ja kastelutöiden rahoituskomitean mietinnön (1973:150) perustelujen mukaan maassamme on tarkoituksenmukaista salaojittaa vielä noin 1 milj. ha. Vesihallituksen laatiman tavoitteen mukaan tämä alue tulisi salaojitetuksi vuoteen 1990 mennessä. Tämä edellyttäisi kuitenkin noin 66 600 ha:n salaojittamista vuosittain eli noin kaksinkertaista määrää nykyiseen verrattuna. Nykyisten salaojitusmäärien valossa tavoite tuntuu jossain määrin ylimitoitettulta. Jos vuosina 1975-85 salaojitetaan vuosittain keskimäärin noin 50 000 ha, maamme viljellystä peltoalasta on vuonna 1985 noin puolet salaojitettu.

Vesihallitukselta saatujen tietojen mukaan useissa Etelä- ja Lounais-Suomen kunnissa on peltoalasta jo yli 70 % salaojitettua. Voidaan olettaa, ettei salaojitettu peltoala näillä alueilla enää sanottavasti kasva. Sensijaan maan keski-, itä- ja pohjoisosissa on vain harvojen kuntien alueella yli 10 % peltoalasta salaojitettua. Näinollen salaojituksen painopisteen voidaan olettaa siirtyvän Etelä-Suomesta pohjoisemmaksi.

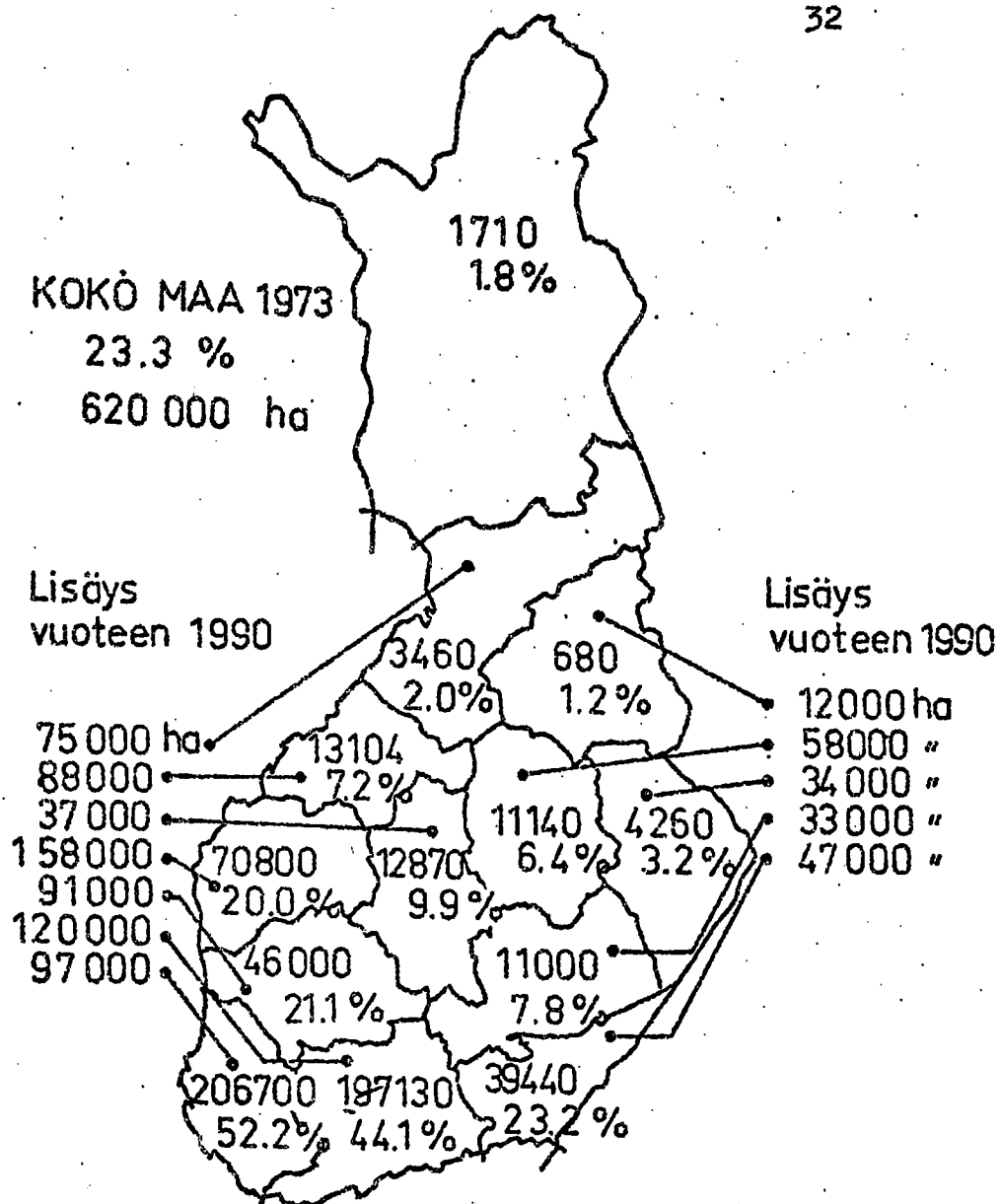
Taulukko 11. Vuosittain salaojitettu ja salaojitettu kokonaisala vuosina 1955-75.

	1000 ha/vuosi	Yhteensä 1000 ha	Viljellystä alasta %
1955	14.3	129.9	5.1
1956	12.6	142.4	5.5
1957	10.6	153.0	6.0
1958	13.6	166.6	6.4
1959	16.3	183.0	6.9
1960	15.0	198.0	7.5
1961	19.4	217.4	8.1
1962	20.5	237.9	8.9
1963	29.4	267.3	9.9
1964	36.1	303.4	11.2
1965	33.5	336.9	12.3
1966	34.4	371.3	13.5
1967	31.8	403.2	14.7
1968	35.3	438.5	15.9
1969	36.0	474.5	17.8
1970	30.4	504.9	19.6
1971	30.0	534.9	20.9
1972	29.5	564.4	22.9
1973	35.4	599.8	24.6
1974	24.5	624.3	25.4
1975	45.4	669.7	27.3

Salaojitus kohottaa satotasoa 15-20 % avo-ojitettuun alueeseen verrattuna. Koska alueilla, joilla salaojitustoiminta tulee olemaan vilkkainta seuraavan 10-vuotiskauden aikana, viljellään lähinnä nurmea ja rehuviljoja, pääosa salaojituksesta tulee näiden hyödyksi. Salaojituksen voidaan odottaa lisäävän peltoviljelymme satotasoa keskimäärin 3-4 % vuoteen 1985 mennessä.



Kuva 10. Salaojitetun pellon kokonaisalan ja vuosittain sala-
ojitetun peltoalan kehitys vuosina 1955-75.



Kuva 11. Salaojitustilanne 1.1.1973 ja salaojitustoiminnan kehitysennuste vesipiireittäin vuoteen 1990 (HALONEN ja KANANEN 1974).

1.8. Kalkitus

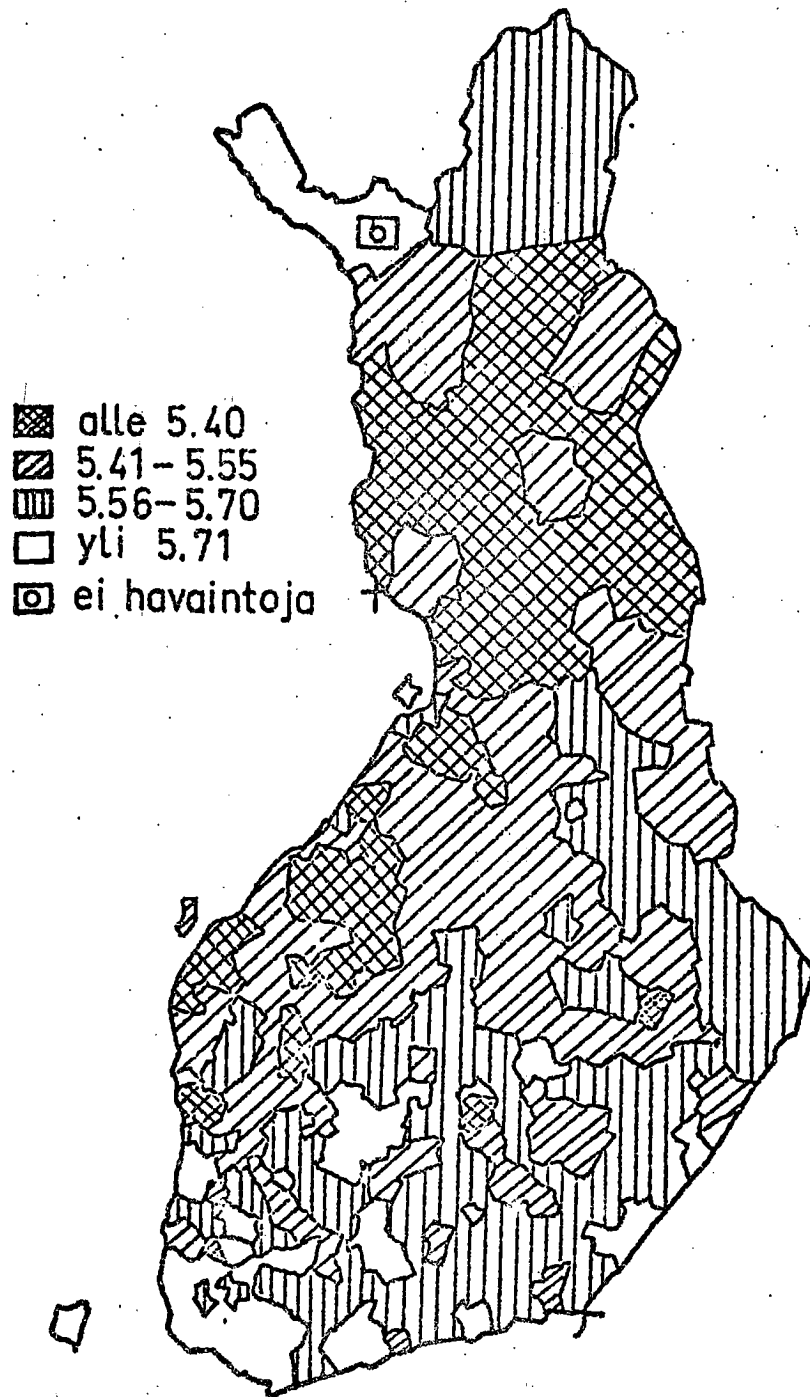
Useimpien viljelyskasviemme pH-optimi sijoittuu kivennäismail-
la 6.0-6.5 ja eloperäisillä mailla 5.5-6.0 välille. Maamme pel-
tomaat ovat tähän nähden useimmiten liian happamia. Happamimpia
ovat Pohjanmaan rannikkoalueet, jossa muokkauskerroksen pH-luku
on keskimäärin vain 5.33. Varsin korkea on happamuus myös Perä-
Pohjolan alueella. Pääosa maamme pelloista sijoittuu pH-alueel-
le 5.41-5.70 (KURKI 1972, kuva 12). Vain muutamien kuntien
alueella Lounais-Suomessa, Ahvenanmaalla ja Hämeessä muokkaus-
kerroksen pH on yli 5.7.

Viljelysmaiden maanparannuskalkitus on kalkitustarpeeseen näh-
den vähäistä maassamme. Vuosina 1972-74 käytettiin kalkkia kes-
kimäärin 179 kg viljeltyä peltohehtaaria kohti (Kalkitusyhdis-
tyksen tilastot). Tämä ei vastaa edes keskimääräistä ylläpito-
kalkitustarvetta. Vuodesta 1955 alkaen kalkitusmäärät ovat ko-
honneet vuodessa keskimäärin vain 2.3 kg/ha. Vuotuiset vaihte-
lut ovat olleet suuria säävaihteluista ja valtion tukitoimen-
piteistä riippuen. Trendin mukaan kalkituksessa annettaisiin
maanparannuskalkkia vuonna 1985 keskimäärin 210 kg/ha (kuva 14).

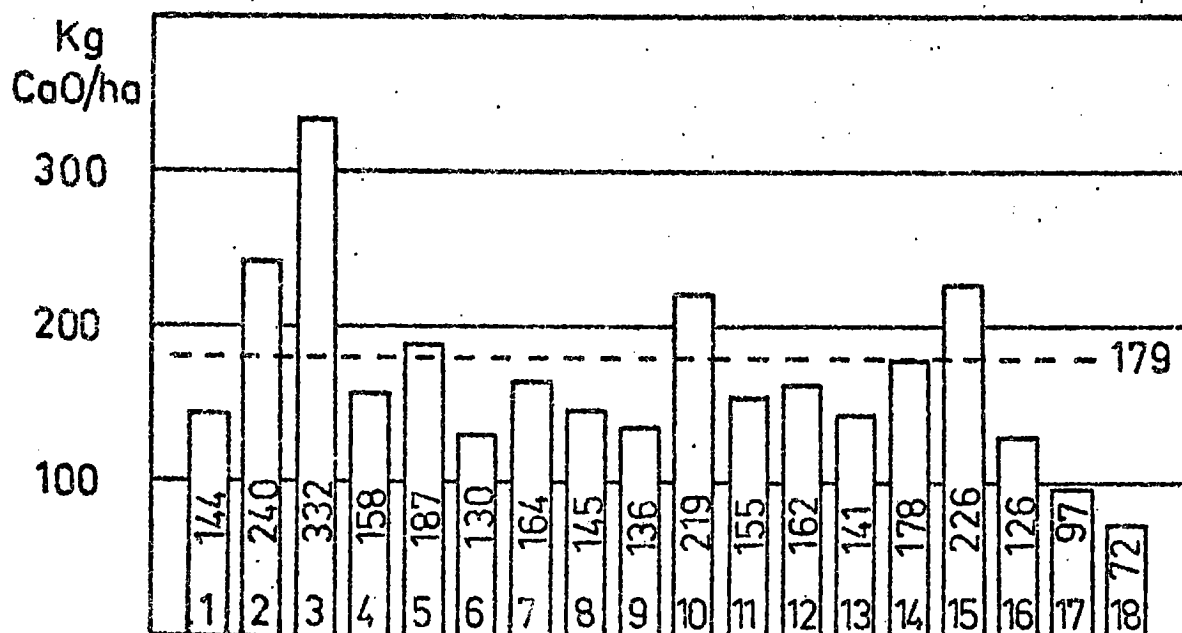
Maanparannuskalkin käyttö on runsainta Varsinais-Suomessa ja
Uudenmaan ja Pohjanmaan ruotsinkielisten maatalouskeskusten
alueella, vähäisintä Pohjois-Suomessa sekä Pirkanmaan ja Kymen-
läänin maatalouskeskusten alueella (kuva 13).

Kasvualustan pH:n kohottaminen kalkituksella parantaa useimpien
ravinteiden, erityisesti fosforin saantia, elvyttää maan pien-
eliötoimintaa ja parantaa maaperän rakennetta lisäten näin kas-
vualustan viljavuutta ja kohottaen viljelyskasvien satotasoa.
Kalkituksen vaikutuksesta satotasoon on suoritettu useita koe-
sarjoja, joista eräiden keskeisimpien tulokset on esitetty seu-
raavassa:

	Sadonlisäys kalkituksella	
	ry/ha	
	4 t/ha	8 t/ha
1. TUORILA ym. (1939)	232	274
2. KERÄNEN ja MARJANEN (1970)	206	302
3. KERÄNEN ja MARJANEN (1972)	129	-
4. KERÄNEN (1974)	210	278



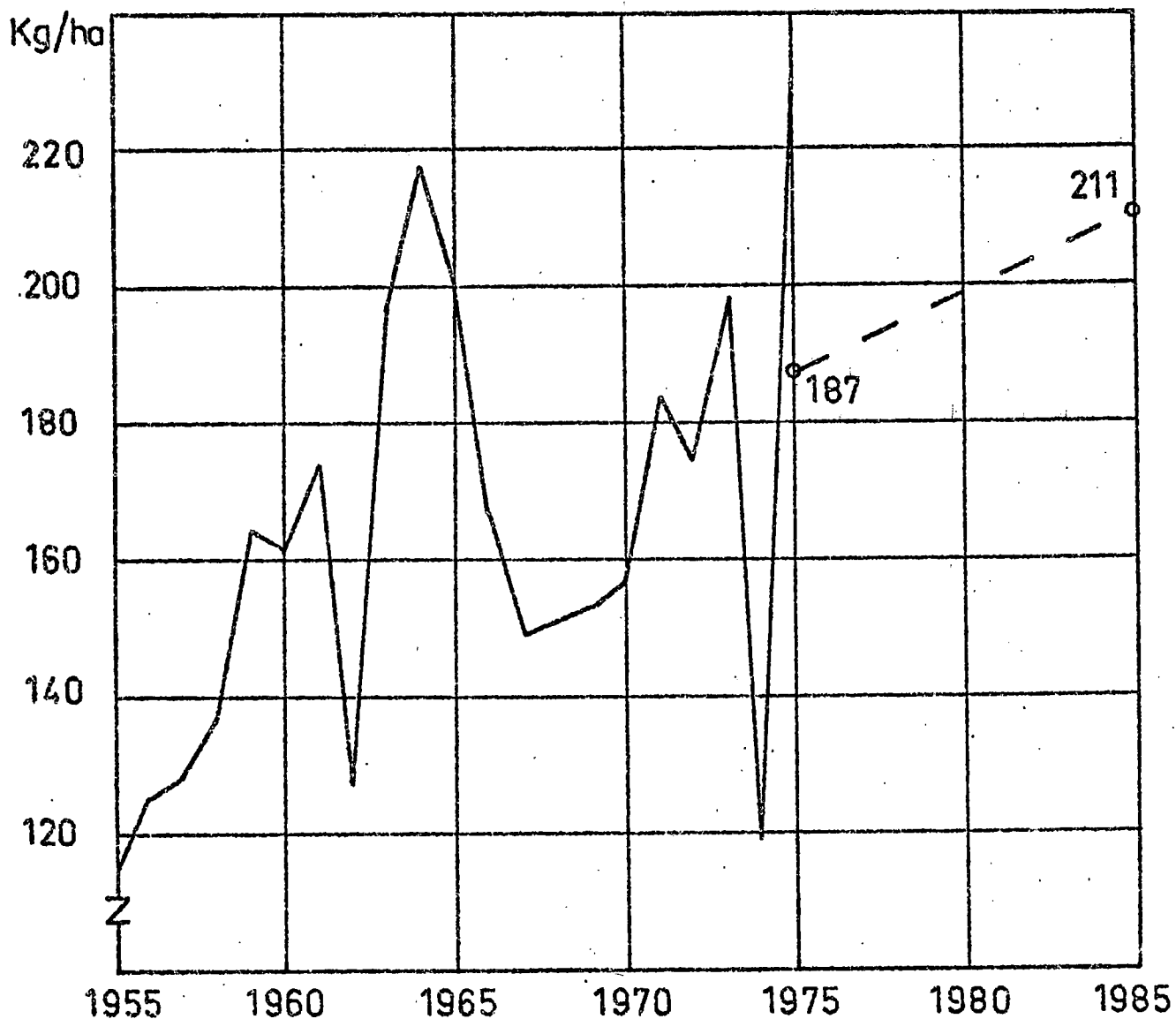
Kuva 12. Peltomaiden keskimääräinen happamuus muokkauskerroksessa (KURKI 1972).



Maatalouskeskukset 1-18:

- | | | |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------|
| 1. Uudenmaan läänin | 6. Pirkanmaan | 12. Pohjois-Karjalan |
| 2. Nylands svenska | 7. Hämeen läänin | 13. Keski-Suomen |
| 3. Varsinais-Suomen | 8. Itä-Hämeen | 14. Etelä-Pohjanmaan |
| 4. Finska Hushållnings-
sällskapet | 9. Kymen läänin | 15. Österbottens sv. |
| 5. Satakunnan | 10. Mikkelin läänin | 16. Oulun |
| | 11. Kuopion läänin | 17. Kainuun |
| | | 18. Lapin läänin |

Kuva 13. Maanparannuskalkin käyttö maatalouskeskuksittain vuosina 1972-75 keskimäärin.



Kuva 14. Maanparannuskalkin käytön kehitys vuosina 1955-75 ja trendiennuste vuoteen 1985.

Eri kalkitusmäärät ovat kohottaneet satotason keskimäärin 190-280 ry/ha.

KERÄNEN (1974) on kiinteillä koekentillä vuodesta 1948 lähtien suoritettujen kalkituskokeitten tulosten pohjalta selvittänyt kalkituksen vaikutusta eri kasvien satoon. Kokeissa mukana olleista kasveista ovat kalkituksesta eniten hyötäneet kevätvehnä ja ohra, vähiten kaura (taulukko 12). 4 t/ha kalkitus on kohottanut eri kasvilajien satoa keskimäärin 210 ry/ha eli 11 % ja 8 t/ha kalkitus 278 ry/ha eli 15 %.

Taulukko 12. Kalkituksen (4 ja 8 t/ha) vaikutus viljojen ja nurmien satoon (KERÄNEN 1974).

	Sato ry/ha	Sadonlisäys				Ennen kalkitusta	
		kalkkia 4 t/ha ry/ha	%	kalkkia 8 t/ha ry/ha	%	pH	CaCO ₃ t/ha
Ohra	2143	298	14	-	-	5.56	7.6
Ohra	2053	-	-	311	15	5.52	7.8
Kevätvehnä	1084	488	45	1001	92	5.41	5.9
Ruis	1800	150	8	250	14	5.10	8.0
Kaura	1982	117	6	-	-	5.22	7.7
Kaura	1852	-	-	177	10	5.05	7.5
Nurmi	2067	185	9	-	-	5.38	7.3
Nurmi	1951	-	-	226	12	5.22	6.9
Koko aineisto	1994	210	11	-	-	5.37	7.4
	1900	-	-	278	15	5.25	7.3

Peltomaittemme alhaisen pH:n huomioonottaen on ilmeistä, että happamuudelle arkojen ohran, palkokasvien ja vehnän satotasoa pystyttäisiin kalkituksella huomattavasti kohottamaan. Hapamuutta paremmin kestävien lajien rukiin, kauran, perunan ja nurmikasvien satoon kalkituksen vaikutus sensijaan jäisi vähäisemmäksi. Mikäli kuitenkin vuosittain annetut kalkkimäärät kasvaisivat vuosien 1955-75 kehityksen suuntaisesti, kalkituksessa annettaisiin maanparannuskalkkia vuonna 1985 keskimäärin vain 210 kg/ha (kuva 14). Tällä peltomaittemme happamuus ei seuraa-

van kymmenvuotiskauden kuluessa muutu eikä viljelyskasviemme satotaso kalkituksen seurauksena sanottavasti kohoa.

1.9. Muut tekijät

Viljelyskasvin viljelyalueen muutos vaikuttaa usein olennaisesti sen satotasoon. Hyvän esimerkin viljelyalueen muuttumisesta eteläisemmäksi tarjoaa kevätvehnä, jonka kokonaissadosta tuotettiin vuosina 1950-55 Etelä-Suomessa (Uudenmaan, Hämeen ja Varsinais-Suomen maatalouskeskukset sekä Finska hushållnings-sällskapet ja Nylands svenska lantbrukssällskapet) 37 %, vuosina 1970-75 noin 59 %. Vastaavina aikoina Sisä- ja Pohjois-Suomen osuus laski 15 %:sta 4 %:iin. Myös muiden viljojen viljely on vastaavalla tavalla siirtynyt etelään päin. Osa viljojen satotason noususta ko. ajanjaksona on näinollen luettava viljelyalueen muuttumisen ansioksi. Toisaalta, kun viljelyskasvin viljelyalue valtiovallan toimenpiteiden seurauksena tai muusta syystä laajenee pohjoiseen päin, satotason kasvun voidaan odottaa hidastuvan. Tähän ~~suuntaan~~ vaikuttaa viljelyalueen laajeneminen yleensäkin, uusien tottumattomien viljelijöiden tullessa mukaan tuotantoon.

Pääosa satojen vuotuisesta vaihtelusta aiheutuu säätekijöistä. Pitkällä aikavälillä ilmasto muuttuu kuitenkin varsin vähän ja vaikutus satotasoon tasoittuu. Ilmasto- ja sääolojen vaikutusta peltokasvien satoihin ja niiden vaihteluun selvittelee perusteellisesti Kasvinviljelylaitoksella parhaillaan käynnissä oleva yhteistutkimus peltokasvien riskialttiudesta.

Tilakoon kasvun ja viljelijäväestön ikärakenteen ja koulutustason vaikutus satotasoon sisältyy jo edelläesitettyihin arvioihin viljelymenetelmien kehityksestä. Viljelijäväestön keski-ikänsä nousun voidaan katsoa hidastavan viljelytekniikan uudistusten käyttöönottoa. Ammattikoulutus puolestaan vähentää ennakkoluuloja uusia asioita kohtaan ja edistää uuden viljelytekniikan ja uusien satoisampien lajikkeiden yleistymistä. Tilakoon suuretessa koneellistamismahdollisuudet lisääntyvät ja teknillisen kehityksen hyväksikäyttö paranee.

2. Peltokasvien viljelyalan kehitys vuosina 1956-75

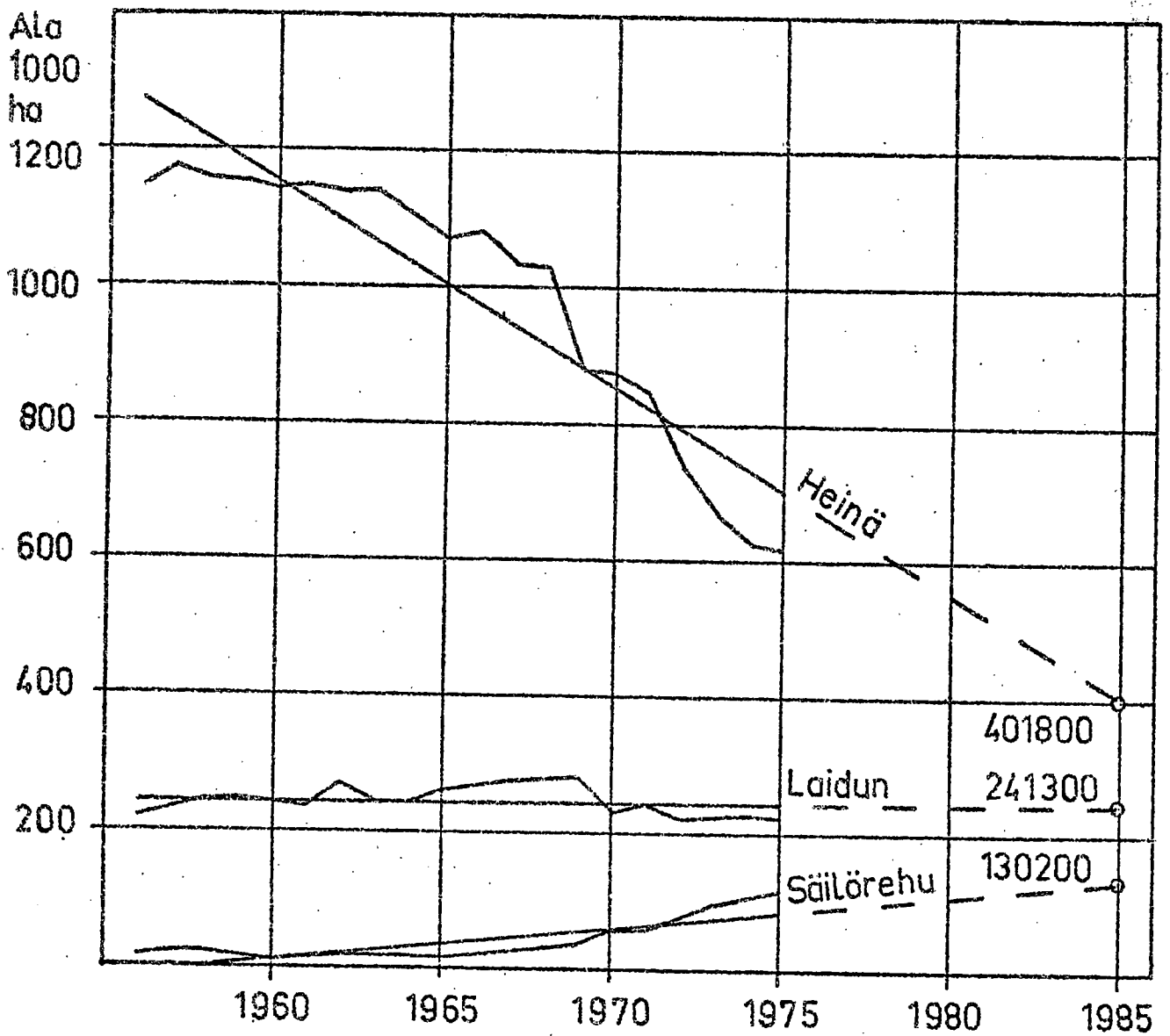
Kahden viimeksikuluneen vuosikymmenen kehitykselle on ollut tyypillistä nurmialan voimakas pieneneminen (taulukko 13, kuvat 15 ja 16). Nimenomaan heinänurmien ala on pienentynyt. Säilörehunurmien ala sensijaan on nelinkertaistunut 1960-luvun puolivälistä lähtien. Laidunnurmien alassa ei ole tapahtunut mainittavia muutoksia tarkasteluajanjaksona.

Viljoista ainoastaan rukiin viljely on vähentynyt. Ohran ja kauran viljelyala on kasvanut voimakkaasti. Perunan ja herneen viljelyala on supistunut tänä aikana noin puolella. Viime vuosina herneala on kuitenkin alkanut kasvaa ja alkaneen kehityksen voidaan olettaa jatkuvan myös seuraavan kymmenvuotiskauden aikana. Myös sokerijuurikaan viljelyala on tarkasteluajanjaksona hitaasti kasvanut.

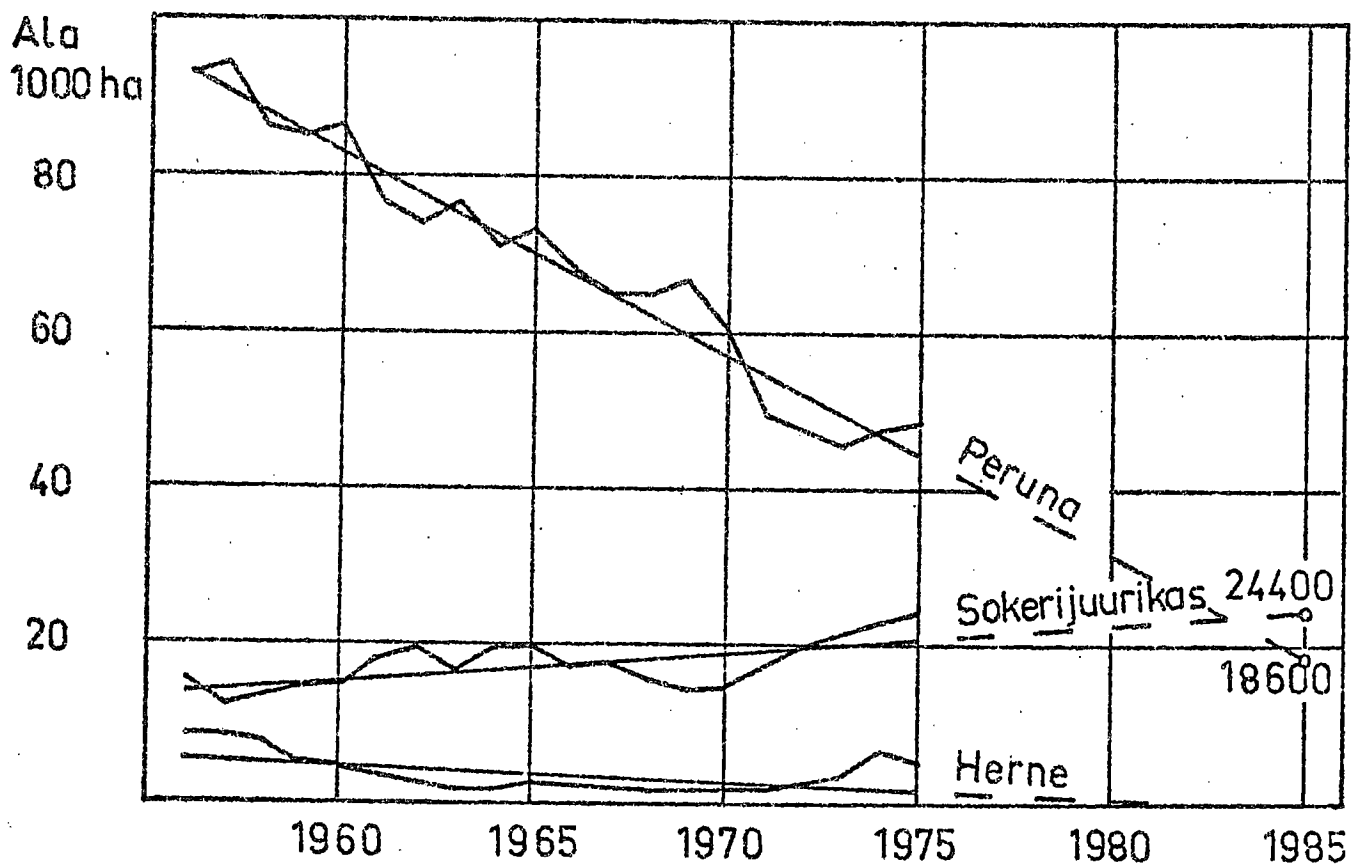
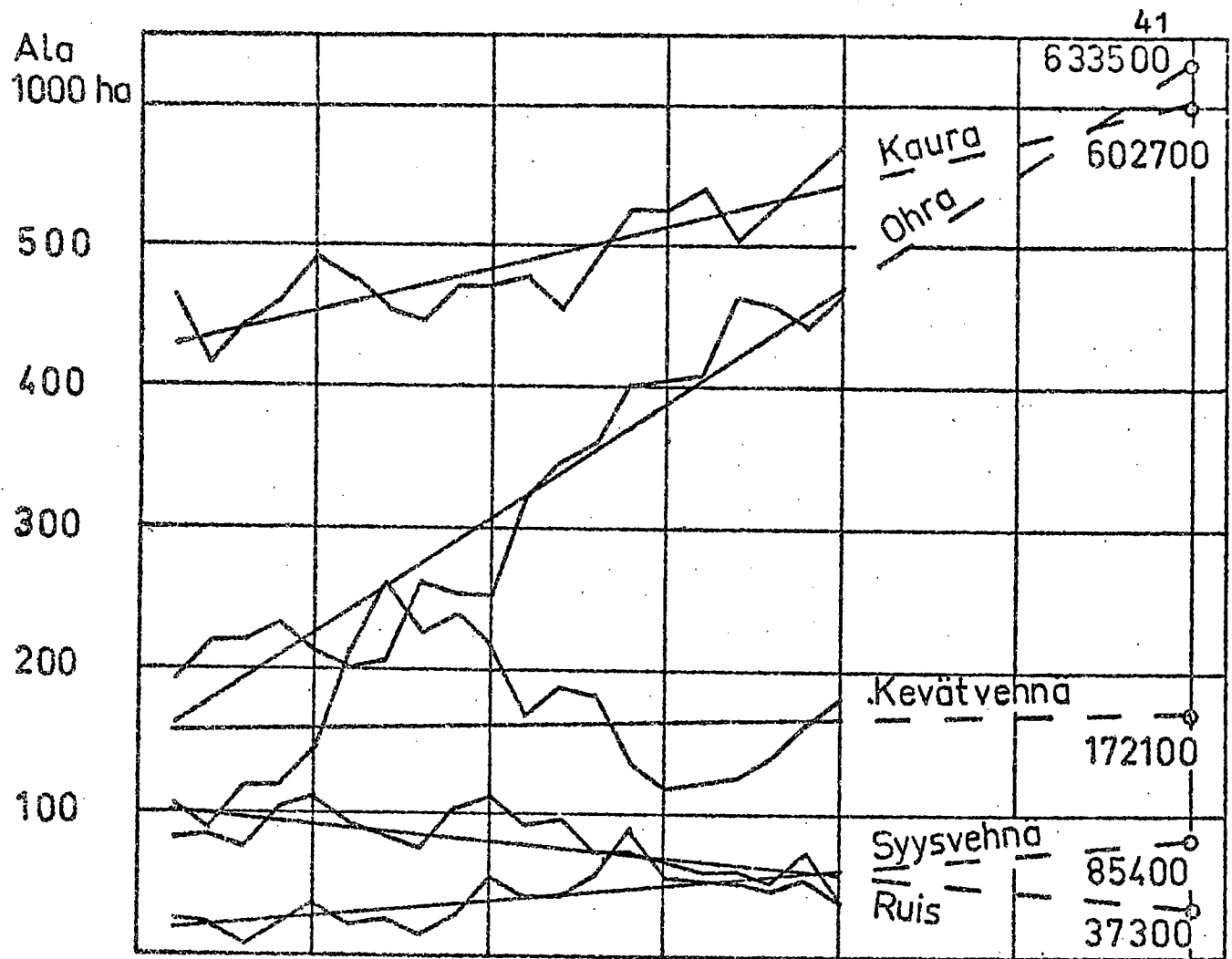
Taulukko 13. Tärkeimpien viljelyskasviemme keskimääräinen viljelyala vuosina 1956-60 ja 1971-75 maataloustilaston mukaan.

	Keskimäärin 1956-60	1000 ha %1)	1971-75	%1)	Muutos ±1000 ha	Muutos ±%
Syysvehnä	22.7	0.9	49.2	2.0	+ 26.5	+117
Kevätvehnä	115.8	4.4	145.9	5.9	+ 30.1	+ 26
Ruis	91.7	3.5	56.2	2.3	- 35.5	- 39
Ohra	216.5	8.3	447.6	18.0	+231.1	+107
Kaura	454.1	17.3	538.2	21.5	+ 84.1	+ 19
Herne	7.1	0.3	3.8	0.2	- 3.3	- 46
Peruna	89.1	3.4	47.8	1.9	- 41.3	- 46
Sokerijuurikas	14.0	0.5	20.1	0.8	+ 6.1	+ 43
Heinä	1151.8	43.4	698.2	27.6	-453.6	- 39
Säilörehu	18.6	0.7	90.0	3.5	+ 71.4	+384
Laidun	236.4	8.8	226.8	8.9	- 9.6	- 4

1) % viljelystä peltoalasta



Kuva 15. Heinän, laitumen ja säilörehun viljelyalan kehitys vuosina 1956-75 ja trendiennuste vuoteen 1985.



Kuva 16. Kauran, ohran, kevätvehnän, syysvehnän, rukiin, perunan, sokerijuurikkaan ja herneen viljelyalakehitys vuosina 1956-75 ja trendiennuste vuoteen 1985.

Kuvissa 15 ja 16 on esitetty myös trendiennusteet eri viljelyskasvien pinta-alakehityksestä vuoteen 1985. Viljelyalan kehityksen ei voida kuitenkaan olettaa tapahtuvan trendin mukaisesti.

Taulukossa 14 on esitetty Maatalouskeskusten liiton laatimat viljelyskasvikohtaiset tuotantosuunnitelmat vuoteen 1980. Vuoden 1975 tiedot perustuvat maataloustilaston tietoihin. Tuotantosuunnitelman mukaan nurmikasvien viljelyala supistuisi vuoteen 1980 mennessä noin 90 000 ha pääasiassa heinäalan voimakkaan pienenemisen seurauksena. Säilörehun ja peltolaitumien sensijaan arvioidaan lisääntyvän. Viljakasveista syysvehnän, rukiin ja ohran pinta-alojen odotetaan kasvavan, kauran ja kevätvehnän pienenevän. Muista kasveista herneen, perunan, sokerijuurikkaan ja öljykasvien viljelyalan oletetaan lisääntyvän.

Taulukko 14. Eri viljelyskasvien viljelylaajuus vuonna 1975 maataloustilaston ja vuonna 1980 maatalouskeskusten liiton alueellisen tuotantosuunnitelman mukaan.

	Pinta-ala 1000 ha	
	1975	1980
Kevätvehnä	180.7	153.0
Syysvehnä	38.1	67.8
Ruis	37.6	87.1
Leipäviljat	256.4	307.9
Ohra	463.9 ⁺	494.5
Kaura	572.0	505.4
Seosvilja	18.5	19.9
Rehuvilja	1054.4 ⁺	1019.7
Herne	5.2	9.4
Peruna	48.5	59.7
Sokerijuurikas	23.9	29.7
Öljykasvit	16.9	18.6
Mallasohra	-	52.9
Nurmikasvien siemen	11.9	23.3
Heinä	616.4	421.5
Säilörehu	119.4	181.3
Peltolaidun	160.0	215.7
Tilapäislaidun	62.7	11.5
Nurmirehu	958.5	830.0

+) sisältää mallasohran

jatkuu

jatkoa

	Pinta-ala 1000 ha	
	1975	1980
Muut rehukasvit	29.5	13.1
Muut kasvit		23.8
Muu peltoala	187.5	85.5
Täyskesanto	48.6	49.1
Yhteensä peltoa	2641.3	2522.8

3. Hehtaarisatojen kehitys vuosina 1956-75 ja arvio kehityksestä vuoteen 1985.

Tärkeimpien viljelyskasviemme hehtaarisadot ovat perunaa lukuunottamatta kohonneet vuoden 1956 tasosta, joskin vuotuinen vaihtelu on ollut suurta. Vuosina 1956-75 viljojen satotaso on noussut keskimäärin 42-67 kg/ha vuodessa. Nopeimmin ovat kasvaneet syysvehnän, hitaimmin rukiin ja kauran sadot (taulukko 15).

Taulukko 15. Trendin mukainen satotaso sekä satotason keskimääräinen vuotuinen nousu vuosina 1956-75.

	Trendin mukainen satotaso kg/ha		Satotason nousu/lasku	
	1956	1975	±kg/v	±%/v
Syysvehnä	1670	3010	+ 67	+4.0
Kevätvehnä	1400	2540	+ 57	+4.0
Ruis	1290	2130	+ 42	+3.3
Ohra	1460	2460	+ 50	+3.4
Kaura	1560	2480	+ 46	+2.9
Peruna	15660	14180	- 74	-0.5
Sokerijuurikas	19270	29660	+520	+2.7
Heinä	3010	3850	+ 42	+1.4
Säilörehu	11020	18120	+355	+3.2

Heinän hehtaarisadot ovat lisääntyneet vain noin 42 kg/vuosi. Säilörehusatojen kehitys on ollut nopeampaa. Perunan satotaso on laskenut tarkasteluajanjaksona noin 1480 kg eli 74 kg vuodessa, sokerijuurikkaan satotaso kohonnut noin 520 kilon vuosivauhtia.

Taulukko 16 esittää viljojen ja perunan satotasoa Pohjoismaissa keskimäärin 5-vuotiskautena 1970-74. Taulukko on laadittu eri maiden maataloustilastojen perusteella. Kaikkien viljelyskasvien satotaso on Suomessa huomattavasti alempi kuin Ruotsissa, Norjassa ja Tanskassa. Kun viimeksimainituissa maissa ko. kasveja viljellään etelämpänä kuin Suomessa, edullisemmat kasvuo-olosuhteet ja pidempi kasvukausi selittävät osaltaan satoeroja. Huomattava osa satoeroista johtuneen kuitenkin korkeammasta lannoitus- ja hoitotasosta ja tehokkaammasta viljelytekniikasta muissa Pohjoismaissa ja täältä osin kertovat mahdollisuudesta parantaa omaa satotasoamme viljelyä kehittämällä. Samassa taulukossa 16 esitetyt seitsemän Etelä- ja Lounais-Suomessa sijaitsevan sadontarkkailuyhdistyksen noin 190 jäsentilan viljasadot olivat keskimäärin vuosina 1970-74 noin 560-710 kg suuremmat kuin koko maan keskisadot samana aikana.

Taulukko 16. Viljakasvien ja perunan satotaso kg/ha Pohjoismaissa ja seitsemän sadontarkkailuyhdistyksen jäsentiloilla keskimäärin vuosina 1970-74.

	Syys- vehnä	Kevät- vehnä	Ruis	Ohra	Kaura	Peruna
Suomi	2720	2450	2090	2330	2380	15150
Ruotsi	4510	3770	3510	3340	3310	26140
Norja	3630		3560	3220	3440	24380
Tanska	4940	4030	3470	3880	3680	25260
Sadontarkkailutilat	3280	3100	2770	3030	3090	-

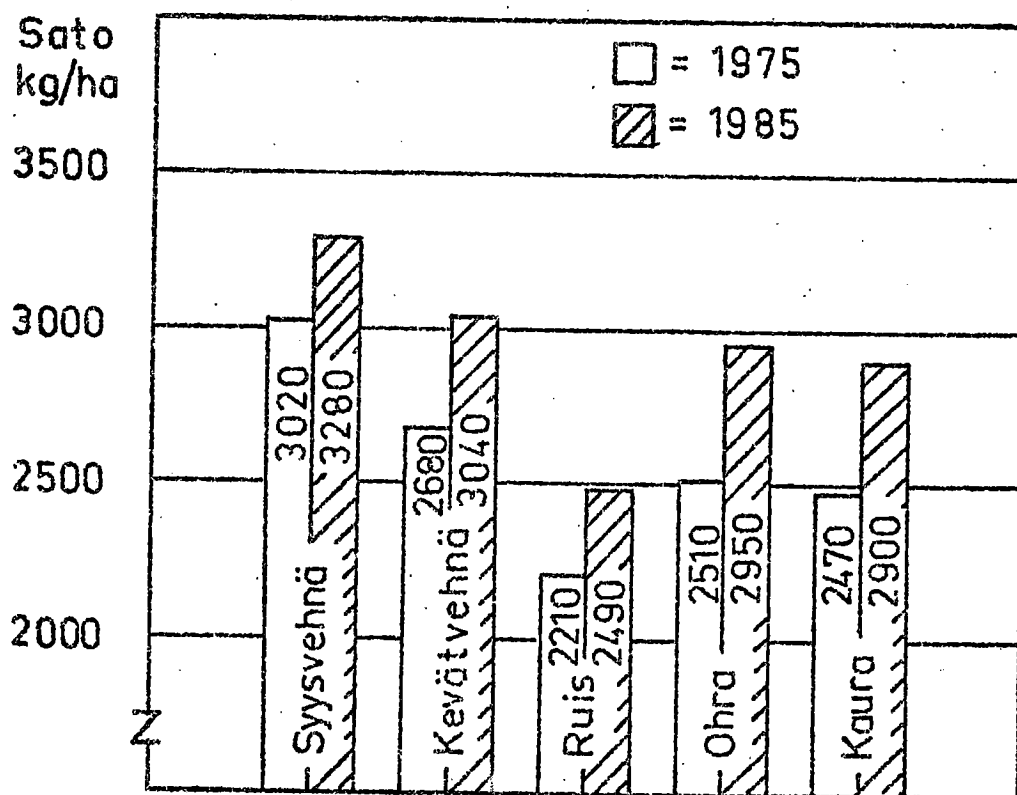
Hehtaarisatojen voidaan arvioida seuraavan kymmenvuotiskauden kuluessa kasvavan, joskaan ei samalla nopeudella kuin kuluneen kahden vuosikymmenen aikana on tapahtunut. Vuoteen 1985 mennessä

voidaan hyvällä syyllä arvioida viljasatojen saavuttavan lähes sen tason, joka tällä hetkellä on sadontarkkailutiloilla.

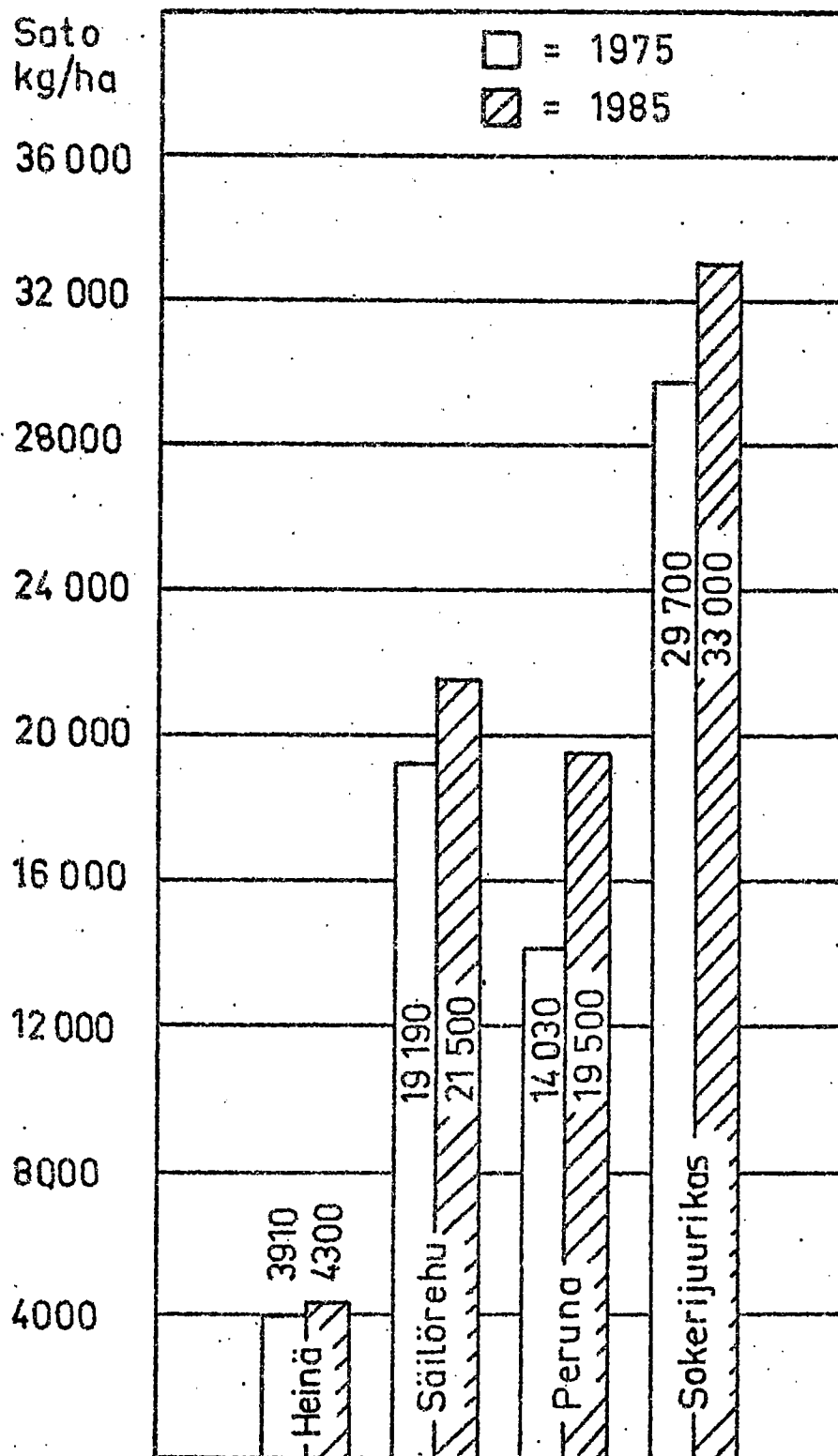
Kuvissa 17 ja 18 on esitetty tärkeimpien viljelyskasviemme satotaso vuonna 1975 ja arvio vuodelle 1985. Vuoden 1975 satotaso on määritetty vuosien 1971-75 hehtaarisatojen keskiarvona, johon on lisätty kahden vuoden trendinmukainen satotason nousu. Näin on pyritty eliminoimaan 1970-luvulla tapahtunut satotason voimakas vaihtelu ja samalla otettu huomioon viime vuosien korkea satotaso. Arvio vuodelle 1985 perustuu kappaleessa 1 esitettyihin arvoihin satotasoon vaikuttavien keskeisimpien tekijöitten kehityksestä. Eri viljelyskasvien satotason kehitys, trendi ja satoennuste vuodelle 1985 on esitetty kuvissa 20-24. Arvion mukaan erityisesti perunan hehtaarisadot kasvaisivat vuosina 1976-85 huomattavasti nykyisestään, 14030 kg:sta 19500 kg:aan hehtaarilta eli lähes 40 %. Perunan satotaso muihin Pohjoismaihin verrattuna onkin meillä erittäin alhainen, vain noin 50-60 % Ruotsin ja Norjan satotasosta. Ilmasto-olojen puolesta meillä on kuitenkin täydet edellytykset päästä keskimääräiseen pohjoismaiseen satotasoon, joka vuosina 1970-74 oli noin 23 t/ha.

Pääasiallisina syinä perunan alhaisiin satoihin Suomessa ovat ilmeisesti kehittymätön viljelytekniikka ja erityisesti käytetyn siemenperunan heikko laatu. YLLÖN (1975) mukaan terveen siemenperunan käytöllä perunan satotasoa voitaisiin kohottaa noin 15 %. Lisäksi perunaruton, joka vuosittain aiheuttaa noin 10-15 % satotappiot, torjuntaan on olemassa hyvät mahdollisuudet (SEPPÄNEN 1971). Perunan tuotannon siirtyminen tulevaisuudessa yhä suuremmissa määrin erikoistuneille viljelmille lisää perunan viljelytekniikan kehittämisen edellytyksiä ja johtanee tätä kautta merkittävään satotason nousuun.

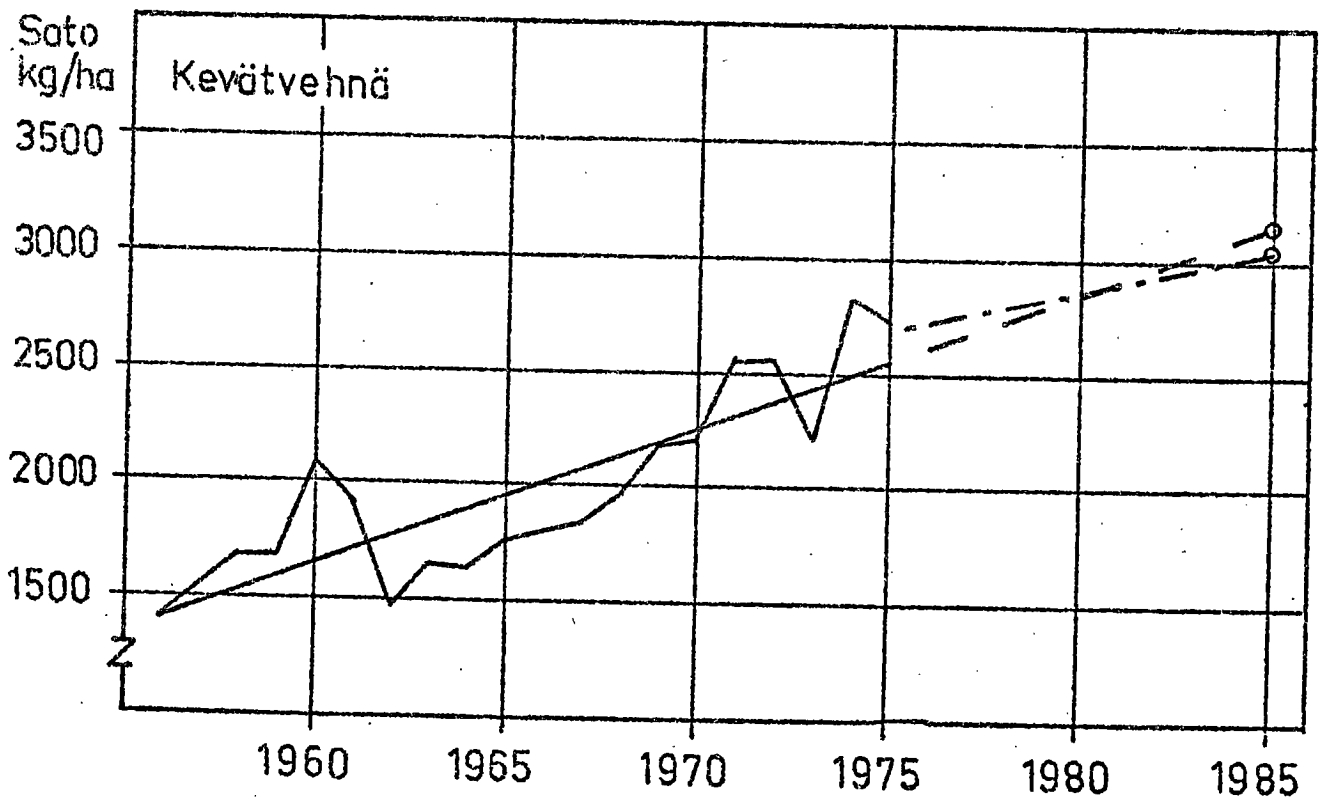
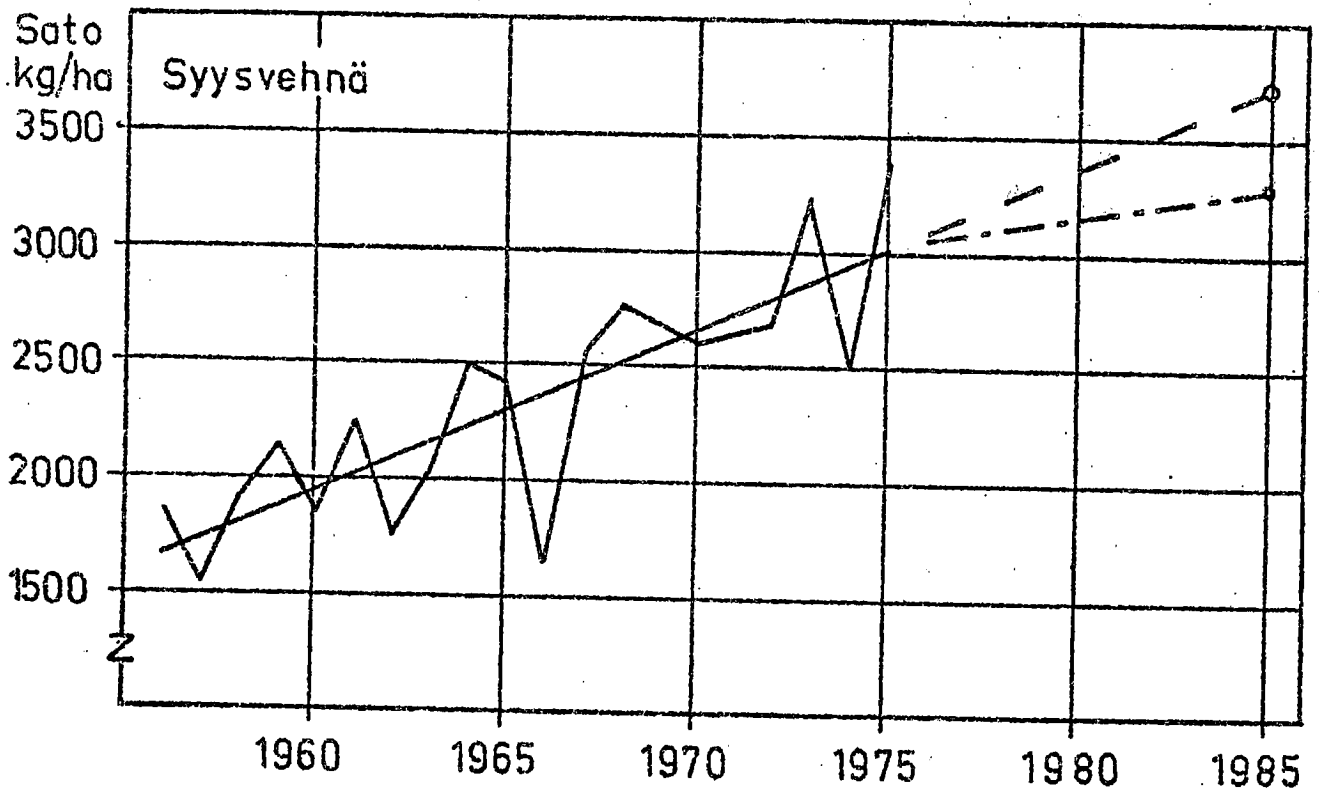
Syys- ja kevätvehnän sekä sokerijuurikkaan satotason nousun arvioidaan olevan vuosina 1976-85 hitaampaa kuin se on ollut vuosina 1956-75, rukiin, ohran, kauran ja heinä- ja säilörehunurmien satotason nousun sensijaan viimeisten kahden vuosikymmenen tasoa (taulukko 17).



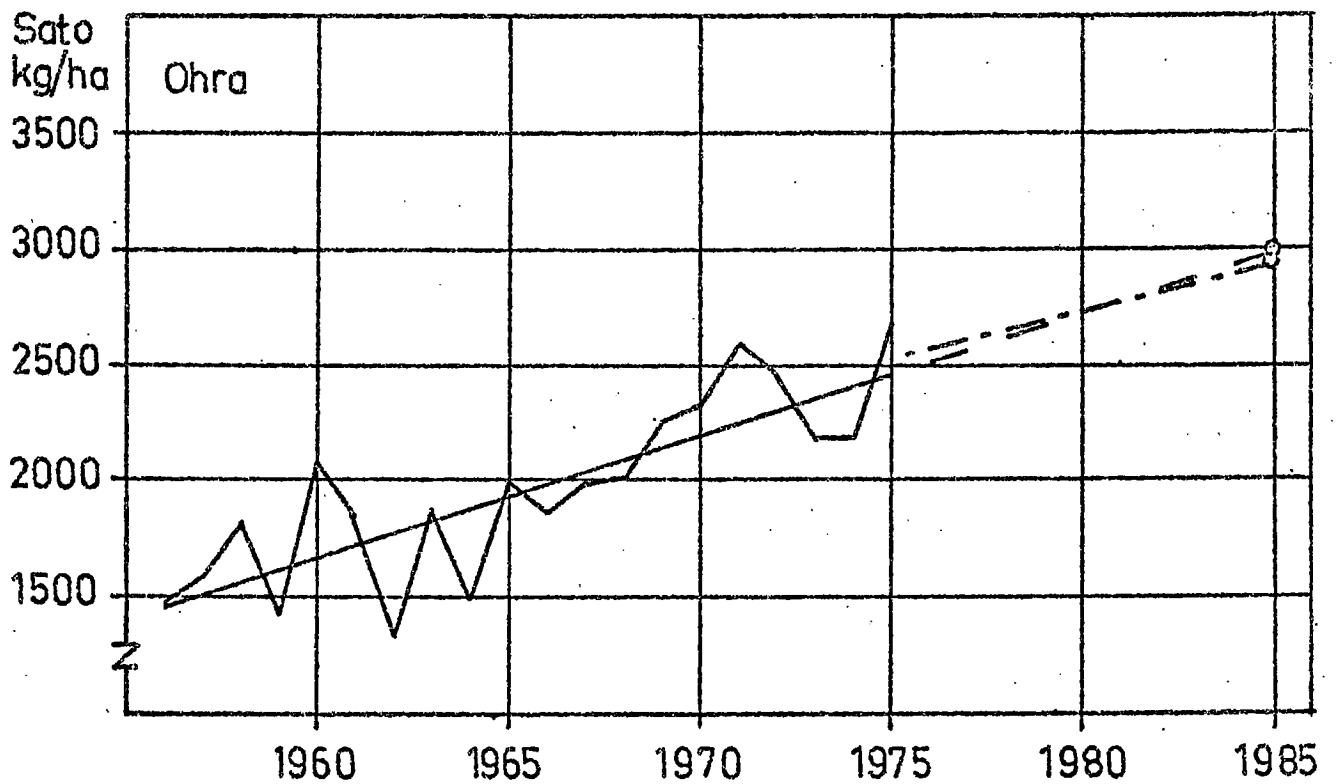
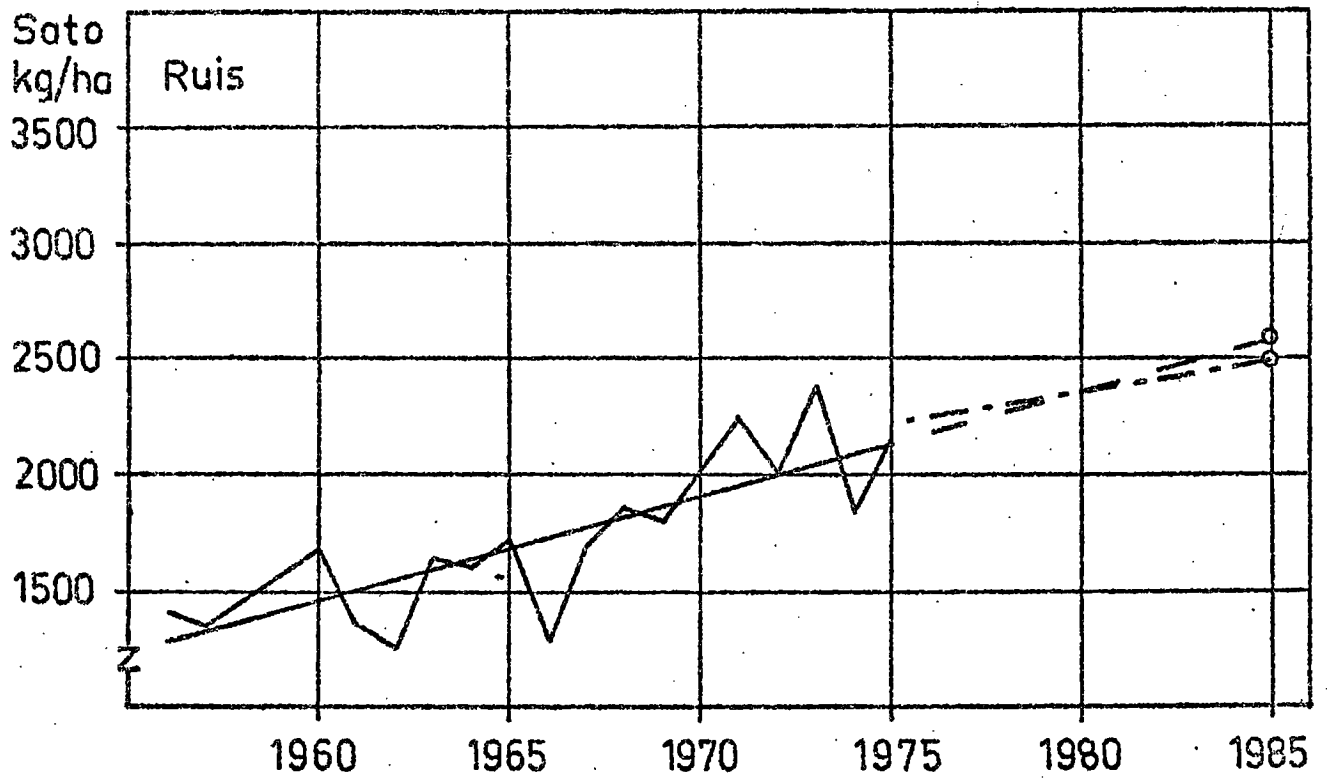
Kuva 17. Viljojen satotaso vuonna 1975 ja arvio vuodelle 1985.



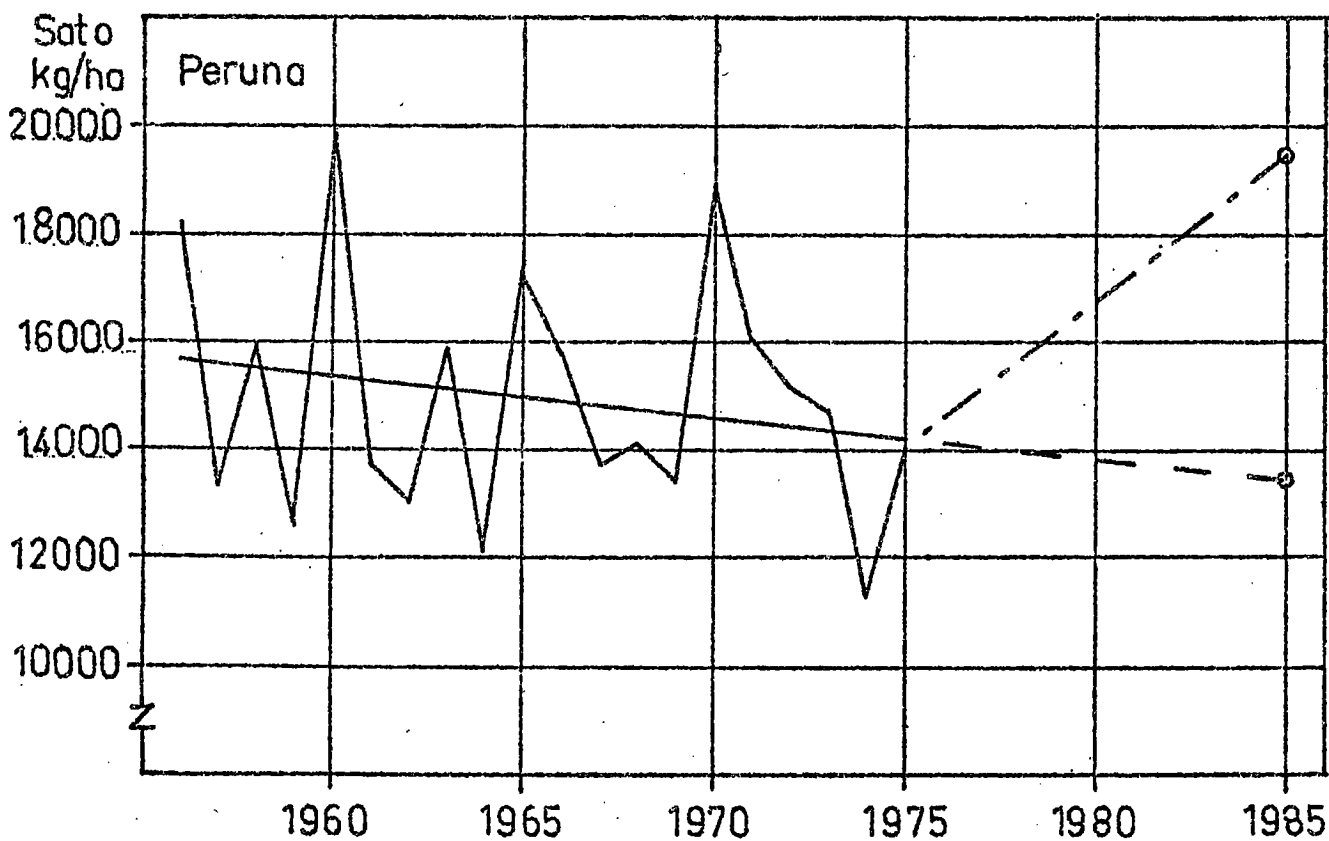
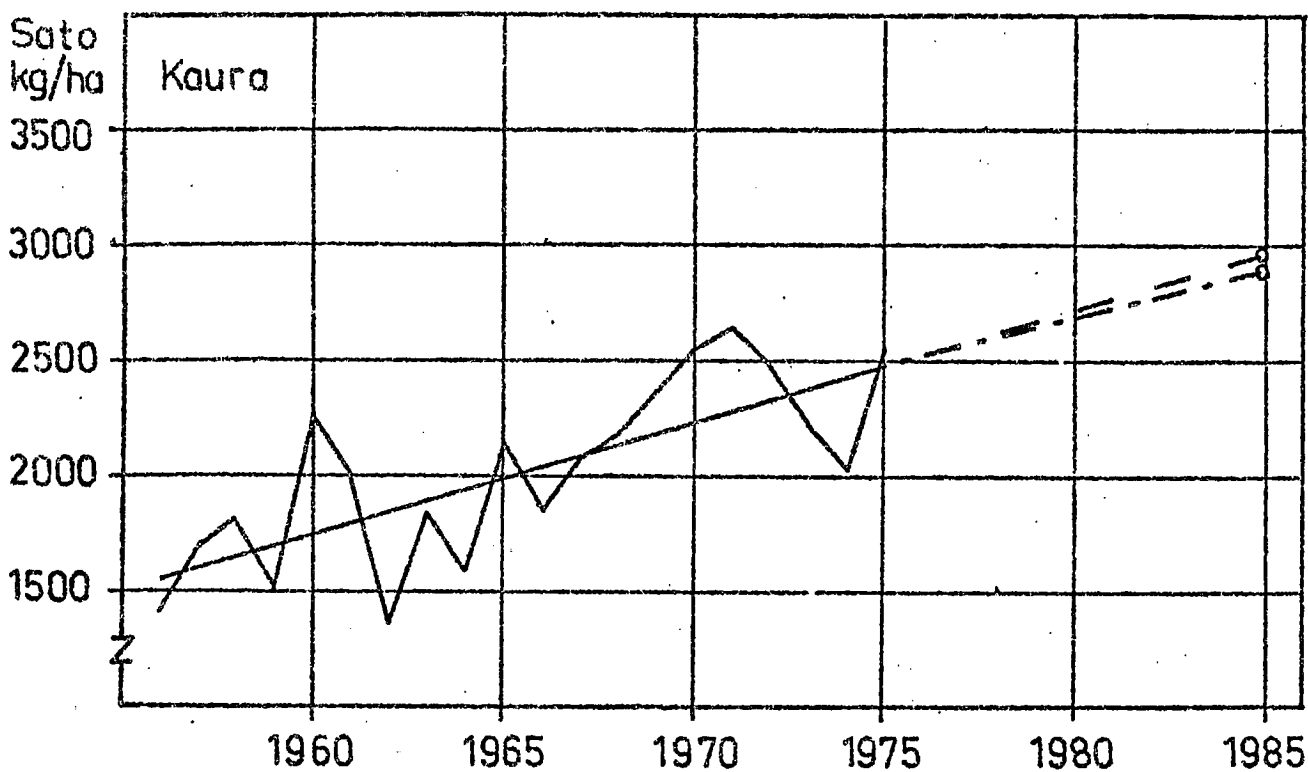
Kuva 18. Heinän (ilmakuiva), säilörehun (tuore), perunan ja sokerijuurikkaan satotaso kg/ha vuonna 1975 ja arvio vuodelle 1985.



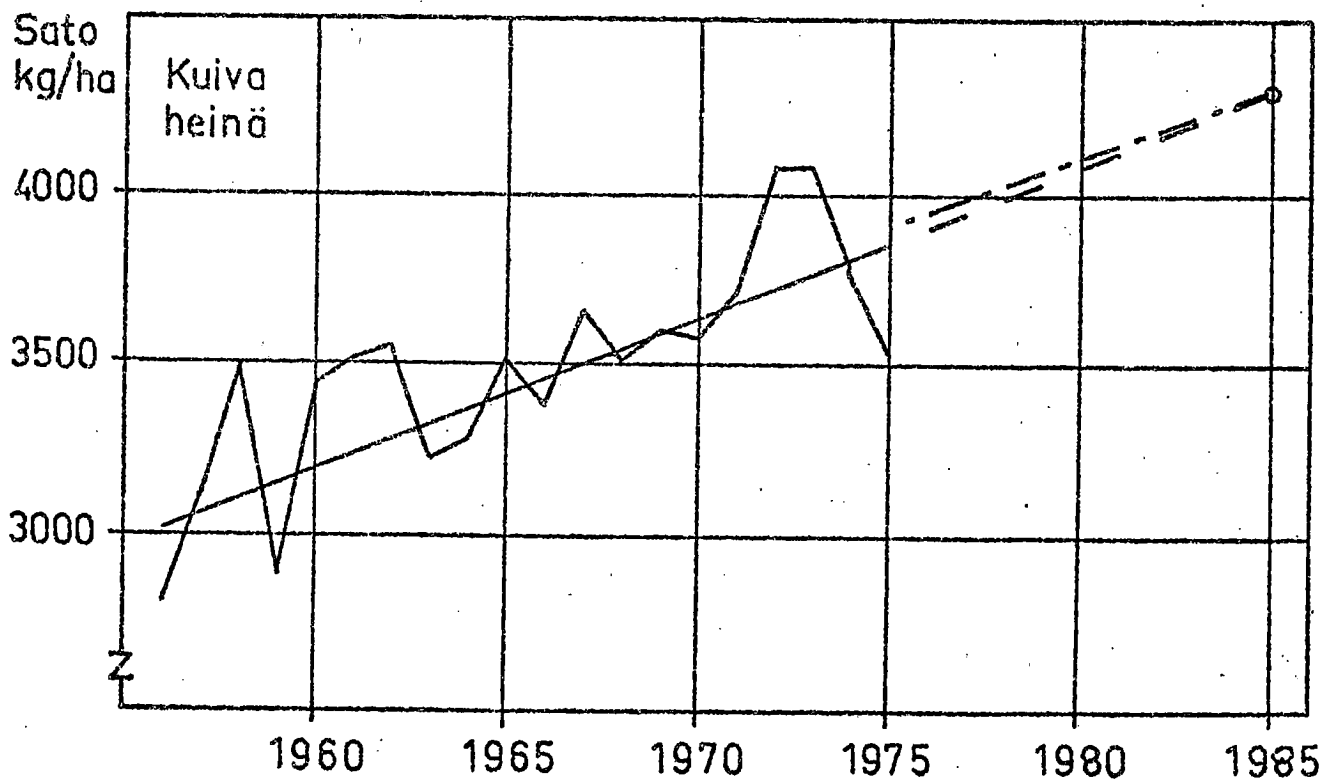
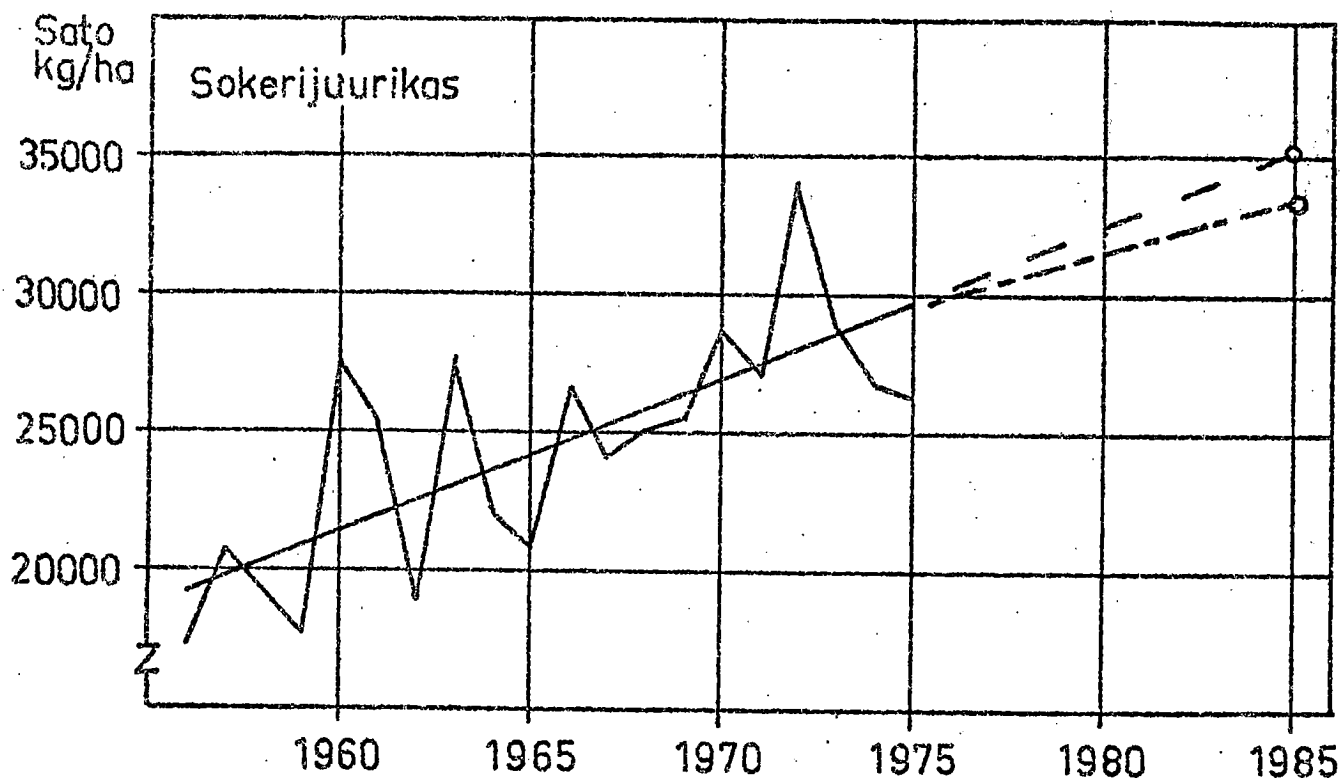
Kuva 19. Syysvehnän ja kevätvehnän satotason kehitys vuosina 1956-75 sekä trendi ja satoennuste vuoteen 1985.



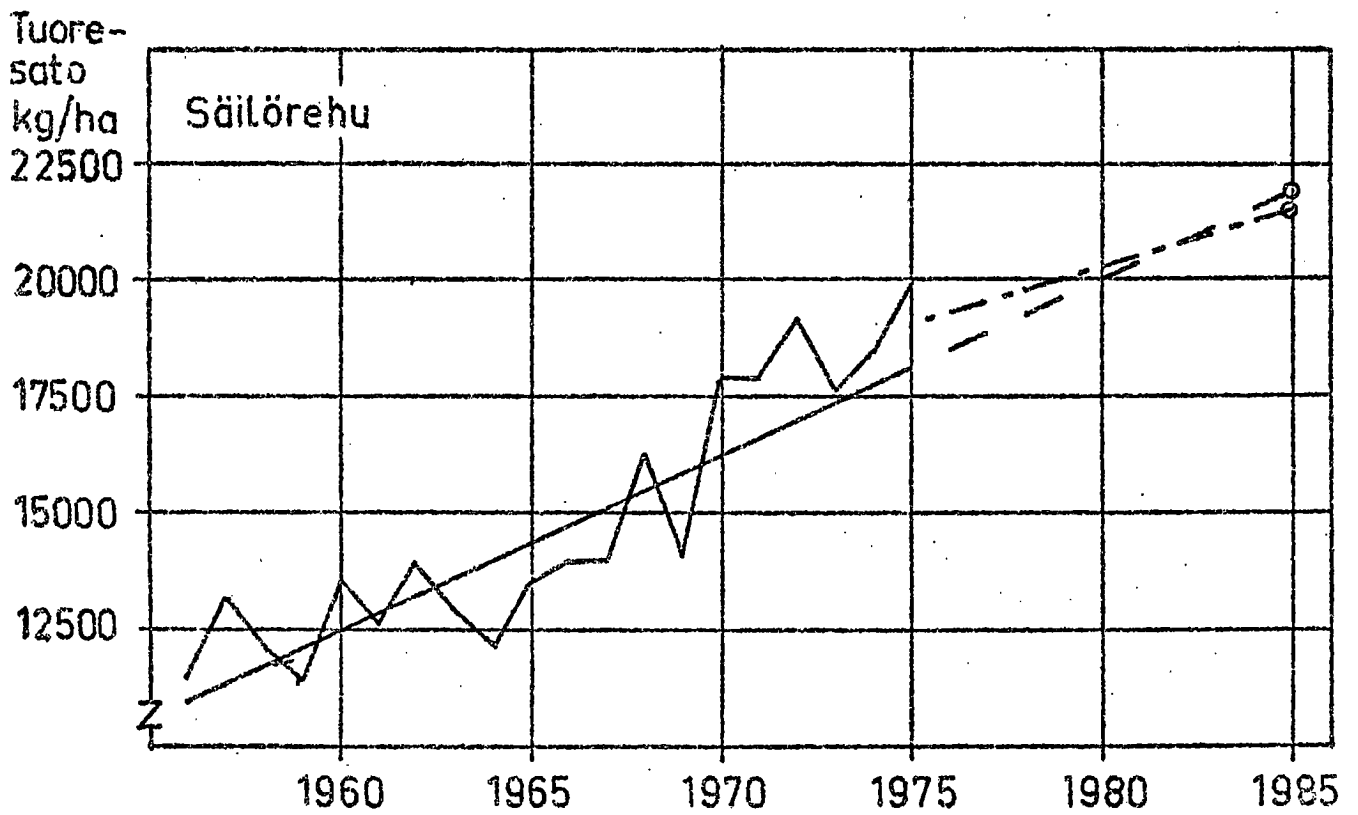
Kuva 20. Rukiin ja ohran satotason kehitys vuosina 1956-75 sekä trendi ja satoennuste vuoteen 1985.



Kuva 21. Kauran ja perunan satotason kehitys vuosina 1956-75 sekä trendi ja satoennuste vuoteen 1985.



Kuva 22. Sokerijuurikkaan ja kuivan heinän satotason kehitys vuosina 1956-75 sekä trendi ja satoennuste vuoteen 1985.



Kuva 23. Säilörehunurmien satotason kehitys vuosina 1956-75 sekä trendi ja satoennuste vuoteen 1985.

Taulukko 17. Tärkeimpien viljelyskasvien keskimääräinen vuotuinen sadonlisäys vuosina 1956-75 ja arvio vuoteen 1985 sekä sato vuonna 1975 ja arvio vuodelle 1985.

	Satotason nousu kg/ha/v.		Sato kg/ha	
	1956-75	1976-85	1975	1985
Syysvehnä	+ 67	+ 26	3020	3280
Ruis	+ 42	+ 46	2210	2670
Kevätvehnä	+ 57	+ 36	2680	3040
Ohra	+ 50	+ 44	2510	2950
Kaura	+ 46	+ 43	2470	2900
Peruna	- 74	+547	14030	19500
Sokerijuurikas	+520	+330	29700	33000
Heinä (ilmank.)	+ 42	+ 39	3910	4300
Säilöreh. (tuores.)	+355	+231	19190	21500

4. Yhteenveto

Selvityksen mukaan näyttäisi siltä, että peltokasvien satotason kehitykseen tulisivat seuraavan kymmenvuotiskauden aikana vaikuttamaan eniten typpilannoituksen lisäksi kasvinjalostuksen odotettavissa olevat tulokset, sadetuksen yleistyminen ja salaojituksen edistyminen. Fosfori- ja kalilannoituksen, rikkakasvien torjunnan ja kasvunsäätteiden käytön lisääntymisellä entisestään ja kalkituksella näyttäisi tässä vaiheessa olevan vähemmän vaikutusta satotason nousuun.

Viljojen ja nurmien typpilannoitus on optimitason alapuolella ja sen voidaan odottaa vielä lisääntyvän, mikäli hintasuhteet pysyvät nykyisinä. Kasvinjalostuksen voidaan odottaa lisäävän erityisesti rukiin ja perunan ja sadetuksen kevätvehnän, laidun- ja säilörehunurmien ja perunan satoa. Fosfori- ja kalilannoitus on jo niin runsasta, että se ei tule nykyisestään mainittavasti lisääntymään, samoin herbisidien käyttö on maamme parhailla viljanviljelyalueilla jo pitkälle yleistynyt. Uusia suuria edistysaskeleita viljelytekniikassa ei tällä hetkellä ole näköpiirissä.

Eri viljelyskasvien satotason arvioidaan nousevan seuraavasti vuoteen 1985 mennessä edellyttäen, että satotasoon vaikuttavat tekijät kehittyvät oletetulla tavalla:

	1975	1985	Lisäys %
	kg/ha		
Syysvehnä	3020	3280	9
Ruis	2210	2670	21
Kevätvehnä	2680	3040	13
Ohra	2510	2950	18
Kaura	2470	2900	17
Peruna	14030	19500	39
Sokerijuurikas	29700	33000	11
Heinä (ilmakuiva)	3910	4300	10
Säilörehu (tuoresato)	19190	21500	12

Vuoden 1975 satotaso on määritetty vuosien 1971-75 hehtaarisatojen keskiarvona, johon on lisätty kahden vuoden trendinmukainen satotason nousu.

LIITE 1. Väkilannoitteiden käyttö maatalouskeskukoittain vuosina 1962-65, 1966-70 ja 1971-75.

Maatalouskeskus	TYPPI (N)		FOSFORI (P)		KALIUM (K)		N + P + K					
	61/62-64/65	65/66-74/75	61/62-64/65	65/66-74/75	61/62-64/65	65/66-74/75	61/62-64/65	65/66-74/75				
Uudenmaan ja Nylands Svenska	31.2	49.0	79.8	19.8	25.5	37.7	24.2	33.6	51.5	75.2	108.1	169.0
Varsinais Suomen ja Finska Hushållningss.	43.4	64.7	94.9	27.2	33.3	44.3	34.6	44.8	61.5	105.2	142.8	200.7
Satakunnan	23.1	44.3	72.6	17.3	24.6	36.6	26.3	38.5	58.4	66.7	107.4	167.6
Hämeen	31.5	49.9	79.5	22.0	27.6	39.6	25.3	35.4	54.4	78.8	112.9	173.5
Pirkanmaan	21.8	40.8	55.1	14.1	19.9	22.6	18.5	28.1	33.5	54.4	88.8	111.2
Itä-Hämeen	24.0	45.6	75.4	18.6	24.2	32.9	23.3	32.4	46.2	65.9	102.2	154.5
Kymen läänin	26.5	37.9	75.3	20.8	24.0	31.5	28.4	34.4	46.6	75.7	96.3	153.4
Mikkelin läänin	20.2	34.6	61.8	15.9	19.1	24.2	25.6	30.9	38.8	61.7	84.6	124.8
Kuopion läänin	21.4	39.2	73.7	15.0	18.6	25.5	22.3	29.0	41.4	58.7	86.8	140.6
Pohjois-Karjalan	23.5	37.5	67.8	17.8	19.8	25.4	25.5	29.8	41.3	66.8	87.1	134.5
Keski-Suomen	20.5	35.4	69.4	15.3	18.4	26.6	22.7	27.6	42.0	58.5	81.4	138.0
Etelä-Pohjanmaan	19.7	37.9	61.1	15.5	20.4	27.5	22.6	28.7	42.2	57.3	87.0	130.8
Österbottens svenska	17.4	25.4	46.1	14.1	16.2	24.7	21.3	24.7	38.1	52.8	66.3	108.9
Oulun	28.7	37.9	66.9	15.3	18.0	25.9	32.9	35.9	48.2	76.9	91.8	141.0
Kainuun	37.9	49.5	77.1	16.8	21.3	25.4	38.5	44.2	51.0	93.2	115.0	153.5
Lapin läänin	27.1	40.3	56.0	15.8	18.5	18.1	38.1	40.2	38.4	81.0	99.0	112.5
Koko maa	26.8	43.4	71.6	18.2	22.7	31.2	26.6	33.9	47.6	71.6	100.0	150.4

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AAMISEPP, A. 1963. Ogräsbekämpning i betor och potatis med nyare markherbisider. Aktuellt från Lantbrukshögskolan 6: 1-15.
- ALDRICH, R.J., BLAKE, G.R. & CAMELL, J.C. 1954. Cultivation and chemical weed control in potatoes. Circ. New Jersey Agric. Expt. Sta. 557.
- ANON. 1955-75. Salaojitusyhdistyksen vuosikertomukset vuodesta 1955.
- 1970-75. Sadontarkkailuyhdistysten tuloksia vuosilta 1970-75 (Västra Nylands Skördekontrollförening, Turunseudun Sadontarkkailukerho, Etelä-Suomen Sadontarkkailuyhdistys, Östra Nylands Driftsplaning, Mellersta Nylands Skördekontrollförening, Kimito Öns Skördekontrollförening, Pirkanmaan Maatalouskeskuksen sadontarkkailutulokset).
 - 1973. Suomen virallinen tilasto III: 60 Maatalous. Maatalouden vuositilasto 1973: 71 s.
 - 1973. Kuivatus- ja kastelutöiden rahoituskomitean mietintö. Komitean mietintö 1973: 150.
 - 1975. Kemisk ogräsbekämpade spannmålsarealer 1974. Statistiska meddelanden 1975: 48.
- CARLSSON, H. 1975. Förgroning och bevattning av matpotatis. Lantbr. högsk. Meddel. A 235.
- ELONEN, P. 1974. Sadetus satovaihtelujen tasaajana. Käytännön Maamies 1974, 3: 16-20.
- AURA, E., VUOKKO, E., KARA, O. & HEIKKILÄ, S. 1972. Kokeemukset sadetuksesta varmistuneet. Juurikassokeri 1972, 1: 5-14.
 - JAAKKOLA, A., TÄHTINEN, H. & LARPES, G. 1976. Arvio väkilannoituksen ja satojen kehityksestä Suomessa 10-vuotiskautena 1976-85. Maataloudellinen tuotantopoliittiselle toimikunnalle tehty selvitys keväällä 1976. Moniste. 14 s. Maatalouden tutkimuskeskus, maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos. 1300 Vantaa 30.
 - & KARA, O. 1972. Sprincler irrigation of clay soils in Southern Finland. IV. Effect of repeated applications of water and nitrogen fertilization on spring cereals. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 44: 149-162.
 - KARA, O. & AUTIO, L. 1972. Sowing of spring cereals in broad bands and effect of sowing date, rolling and nitrogen on the results. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 42: 127-137.

- ELONEN, P., NIEMINEN, L. & KARA, O. 1967. Sprincler irrigation on clay soils in Finland. II Effect of the grain yield of spring cereals. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 38: 78-89.
- RINNE, S-L. & SUOMELA, H. 1975. Influence of irrigation and nitrogen fertilization on grain yield and some baking quality characteristics of spring wheat. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 47: 166-180.
- HALONEN, R. & KANANEN, A. 1974. Salaojitusopas. 145 s. Loimaa 1974.
- HIIVOLA, S-L., HUOKUNA, E. & RINNE, S-L. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on the quantity and quality of yields of meadow fescue and cocksfoot. Ann. Agric. Fenn. 13: 149-160.
- JOHANSSON, V. 1972. Bevattning av potatis. Forskning och Praktik 3: 1-7.
- JUUTILAINEN, E. & OSARA, K. 1971. Kevätviljojen rikkakasvihävitteet. Koetoim. ja Käyt. 28: 41.
- KARA, O. 1972. Sadetuksesta ja sen kannattavuudesta viljanviljelytiloilla Etelä-Suomessa. Acta Agric. Fenn. 127: 1-107.
- SEUNA, P. & HEINO, S. 1973. Sadetuksesta ja siihen liittyvistä tekijöistä erityisesti Kiskon seudulla. Vesihallitus. Tiedotus 53: 1-88.
- KEMIRA OY. 1962-1975. Lannoitteiden myynnin jakautuminen maatalouskeskusalueittain lannoitusvuosina 1962-1975. Monisteita.
- KERÄNEN, T. 1974. Tuloksia eri suuruisten kalkkimäärien kokeista kiinteillä koekentillä vuoteen 1972 saakka. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46: 185-193.
- & MARJANEN, H. 1970. Kalkituksen vaikutus ja kannattavuus. Koetoim. ja Käyt. 27: 10-11.
- & MARJANEN, H. 1972. Kalkitus ja fosfaattilannoitus. Paikalliskoekien tuloksia 1940-, 1950- ja 1960-luvulta. Kehittyvä Maatalous 1972, 6.
- KIVI, E. 1963. Domestic plant breeding for the improvement of spring cereal varieties in Finland. Acta Agr. Fenn. 100, 3: 1-37.
- KIVISAARI, S. & ELONEN, P. 1974. Irrigation as a method of preventing detrimental late tillering of barley. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46: 194-207.
- KURKI, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta. 182 s. Helsinki.
- KÖYLIJÄRVI, J. 1962. Tuloksia rikkaruohojen kemiallisesta torjunnasta Lounais-Suomen koemasella. Maatalous ja Koetoiminta 16: 129-139.

- KÖYLIJÄRVI, J. 1974. Syysviljojen ruiskutusaika. Kasvinsuojelulehti 7: 49-50.
- LALLUKKA, R. 1971. Rikkayrtit pois syysviljoista. Leipä Leveämmäksi 1971, 2: 22-23, 43.
- LARPES, G. 1968. Rivilannoitus perunallakin. Koet. ja Käyt. 25: 46.
- 1969. Rivilannoitus valtaa alaa maan keski- ja pohjoisosissa. Koet. ja Käyt. 26: 16.
- MARJANEN, H. 1962. MCPA-valmisteiden vaikutuksesta kevätiljojen satoon. Ann. Agric. Fenn. 1: 1-10.
- MARKKULA, M. 1975. Sales of pesticides in Finland in 1974. Kemia-Kemi 2: 377-379.
- MARTTILA, M. 1967. Rikkakasvihävitteiden käyttömahdollisuudet perunan viljelyssä. Maatal. ja Koet. 21: 177-182.
- MELA, T. 1975. Sadetuksen vaikutus nurmen satoon ja sen laatuun. Kehittyvä Maatalous 23: 25-30.
- RISSANEN, H., MUSTONEN, L. & ETTALA, E. 1976. Laitumen sadetuskokeen tuloksia poutakesältä 1976. Käytännön Maamies 1976, 6: 20-21.
- METTALA, J. 1975. Myöhäisrikkakasvit riesana. Juurikassokeri 1975, 2: 4-8.
- MUKULA, J. 1975. Viljapeltojen rikkakasviruiskutukset. Koet. ja Käyt. 32: 21, 23.
- & KÖYLIJÄRVI, J. 1965. Comparative studies with three herbicides, MCPA, MCPA plus 2,3,6 TBA and mekoprop for weed control in spring cereals. Ann. Agric. Fenn. 4: 256-276.
- TEITTINEN, P. & LAAKSONHEIMO, J. 1965. Chlorocholine chloride (CCC) for prevention of lodging of wheat in Finland. Acta Agr. Fenn. 107: 103-124.
- MÄNTYLÄHTI, V., LINDROOS, N. & HUOKUNA, E. 1972. Perunaviljelysten kemiallinen rikkakasvitorjunta. Kehittyvä Maatalous 10: 1-25.
- PAULAMÄKI, E. & LUOSTARINEN, H. 1971. Fertilizer drilling on peat soils. Acta Agr. Fenn. 123: 167-172.
- PELLERVO-SEURAN Markkinatutkimuslaitos. 1974. Nurmen käyttö, viljelyalat ja sadot PSM-tiedustelun näytetiloilla kesällä 1974. PSM-tiedustelu 2/74. 37 sivua liitteitä.
- PELLERVO-SEURAN Markkinatutkimuslaitoksen tutkimuksia no 221, 1976. PSM:n kirjetiedustelu 2/75. 30 sivua, liitteitä.

- RAATIKAINEN, T. 1971. Syysviljojen rikkakasvien torjunnasta. Kasvinsuojelulehti 4: 54-56.
- RAININKO, K. 1968. Effects of nitrogen fertilization, irrigation and number of harvestings upon leys established with various seed mixtures. Acta Agr. Fenn. 112: 1-137.
- RANTANEN, T. 1972. Varhaisperunan kastelukokeet Tikkurilassa 1966-71. Koetoim. ja Käyt. 29: 17, 20.
- SEPPÄNEN, E. 1971. Influence of weather conditions and late blight on the yields of potatoes in Finland, 1931-62. Ann. Agric. Fenn. 10: 65-109.
- SIMOJOKI, P. 1975. Klormekvatti ohran laontorjunnassa. Koetoim. ja Käyt. 32: 2, 4.
- TEITTINEN, P. 1975. Chlormequat (CCC) in growing spring wheat in Finland. Ann. Agric. Fenn. 14: 1-56.
- TUORILA, P., TAINIO, A. & TERÄSVUORI, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 104: 1-529.
- TULKKI, A. 1976. Suullinen tiedonanto 19.10.1976.
- VARIS, E. & LANNETTA, I. 1974. Lannoitustavan vaikutus perunasadon kehittymiseen ja sadon laatuun. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 46: 328-341.
- YLLÖ, L. 1967. CCC:n vaikutus syysrukiin kasvuun. Koetoim. ja Käyt. 24: 33.
- 1975. Siemenperunan terveyden vaikutus satoon. Koetoim. ja Käyt. 32: 37.

