

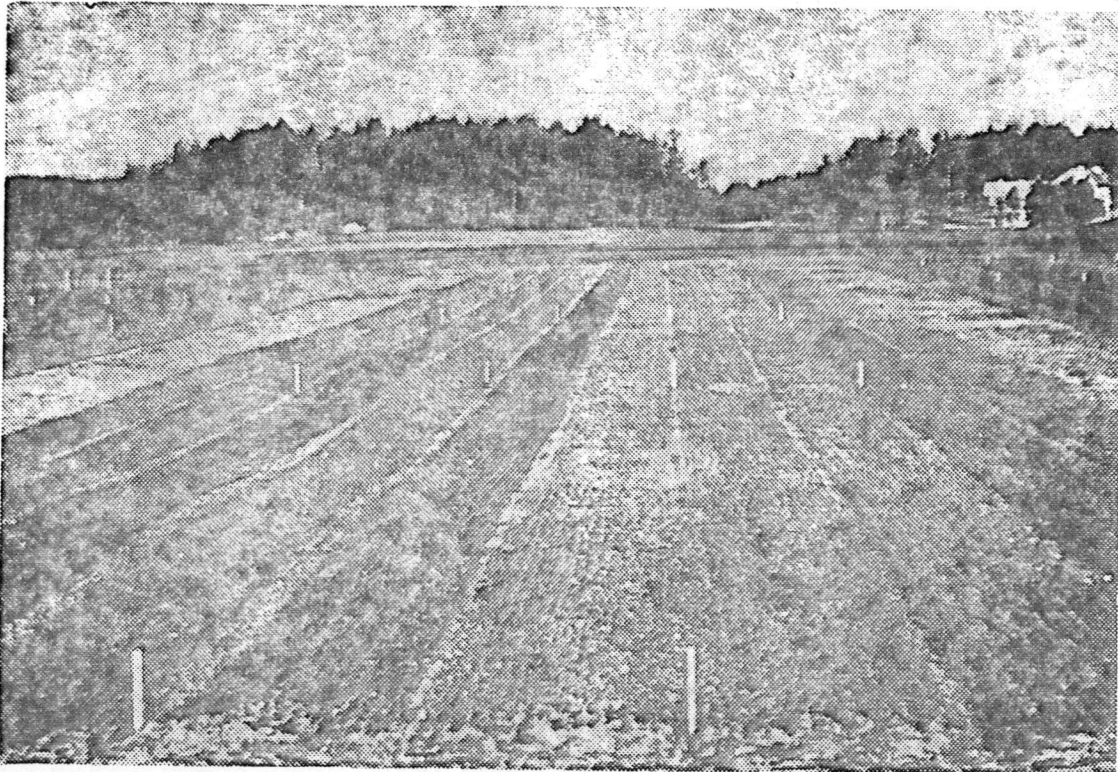
VAKOLAN TIEDOTE 11/70

O. Kara, L. Räisänen ja A. Palomäki

Rivilannoitus sekä rivi- ja kylvö-lannoituskoneet



ERIPAINOS KONEVIESTISTÄ n:o 7/70



Yleiskuva rivilannoitus-koekentästä. Rivilannoitettujen ruutujen oraat näkyvät tummempina kalstoina ja hajalannoitetut vaaleampina.

Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella on yhteistoiminnassa Helsingin yliopiston maanviljelyskemian laitoksen kanssa suoritettu rivilannoitukseen liittyviä kenttäkokeita ruodesta 1960 alkaen. Osa aineistosta on julkaistu erillisyksissä. Koska osa tästä kymmenvuotisesta aineistosta on eräiltä osiltaan vielä julkaisematta, tarkastellaan tässä tiedotteessa kenttäkokeiden tuloksia kokonaisuudessaan. Eräät viime kokeista eivät keskeneräisinä ole

vielä julkaisukelpoisia. Tämän lisäksi selvitetään rivi- ja kylvö-lannoituskoneiden kehittelyyn liittyviä seikkoja sekä näiden koneiden rakenteita. Eräät kenttäkokeet ovat etenkin koneiden kehittelyn alkuvaiheessa olleet melko lyhytaikaisia, koska pyrkimyksenä on ollut selvittää perusaineiston puutteessa rivilannoittimen rakenteellisia ominaisuuksia mahdollisimman monipuolisilla kenttäkokeilla.

Lannoitteiden multaustavat

Hajalannoitus

Hajalannoitus suoritetaan maan pinnalle lannoitteen levittimillä, hajalevittimillä, jolloin lannoitteen multaustapa tapahtuu äkeellä ja/tai kylvön yhteydessä kylvökoneen vantoilla.

Hajalannoituksessa vain pieni osa lannoitteista joutuu äkeen suurimpaan työstösyvyyteen valtaosan jäädessä maan kuivaan pintakerrokseen, jossa lannoitteet eivät ole kasvien juurten ulottuvilla. Kästyyppistä riippuen lannoitteet multaantuvat hyvin eri tavoin muokkauskerrokseen. Lisäksi on otettava huomioon, vaikka levitys tapahtuisi kuinka tasaisesti tahansa, että lannoitteet saattavat siirtyä ja kasautua etenkin lataakeilla käytettäessä epätasaisesti millä on luonnollisesti vaikutusta sadon määrään ja laatuun.

Kylvömuokkauksen ensisijainen tehtävä on muodostaa siemenille asasyvyinen kylvö- ja itämisalusta, joka orastumista ja kasvua silmällä pitäen on sopivan kuohkeaa, kosteussuhteiltaan edullinen ja rikkakasveista mahdollisimman vapaa.

Eri kästyyppien lannoitteiden multauskkykyä on selvitetty useissa

eri tutkimuksissa. Tulosten perusteella voidaan todeta, että kaikki kästyyppit jättävät syväänkin muokattaessa suurimman osan lannoitteesta 0...5 cm syvyydelle, siis pääasiassa kylvö- ja juurikerroksen yläpuolelle.

Edullisin lannoitteiden multaantumisen suhteen on jyrsin, joka sekoittaa lannoitteet melko tasaisesti koko muokkauskerrokseen. Lautas- ja joustopiikkiäkeiden lannoitteiden multauskkyky on jo tuntuasti huonompi, mutta lapiorulla- ja etenkin jäykkäpiikkiäkeiden hyvin huono. Työtehoseuran suorittamissa tutkimuksissa lapiorullaäkeiden on todettu äestysnopeudesta ja äesakselien kulumista riippuen jättäneen n. 75...90 % lannoitteista 0...5 cm syvyyteen, siis yleensä kuivaan pintakerrokseen.

Ravinteiden liikkuvuuden suhteen voidaan todeta, että fosfori ei tunnetusti liiku maassa, vaan pysyy niissä kerroksissa, mihin se on muokkauksen yhteydessä jäänyt. Näin ollen juuristokerroksen yläpuolelle jäänyttä fosforia kasvi ei paljontaan pysty käyttämään hyväkseen runsaistakaan sateista huolimatta. Kaliumin ja ammoniumtyypen liikkuvuus on ainakin turve-, hiekka- ja hieta- mailla kosteissa oloissa selvästi

parempi kuin fosforin. Nitraattityppi liikkuu kosteassa maassa melko herkästi.

Kun otetaan huomioon, että oloissamme alkukesä on yleensä melko kuiva, viljelykasvit eivät voi käyttää hyväkseen kylvökerroksen yläpuolelle jäänyttä osaa ravinteista juuri lainkaan ja sateisinaikin kausina jää hajalevitetystä lannoitteista — ainakin fosforista — kasveilta suuri osa kasvukauden aikana käyttämättä.

Lannoitteiden kylvö siementen sekaan

Lannoitustapa, jossa lannoitteet kylvetään vantojen kautta samaan riviin siementen kanssa, on ollut tunnettu jo viime vuosisadan puolella.

Eri maissa suoritetuissa tutkimuksissa on voitu todeta, että samaan riviin siemenen kanssa sekoitettuna pienehköjen superfosfaattimäärien lannoitusteho on vastaaviin hajalannoituksena annettuihin määriin verrattuna lisääntynyt tuntuvasti. On kuitenkin todettu, että runsaanlaista lannoitusta käytettäessä siemenen sekaan kylvetyn lannoitteen väkevyys vaikuttaa haitallisesti siemenen itämiseen ja orastumiseen sekä hidastuttaa viljelykasvien alkuke-

hitystä. Tässä suhteessa eri tyyppien lannoitteiden vaikutus poikkeaa tuntuvasti toisistaan. Vaarattominta on superfosfaatti ja osittain myös kalisuola, kun sen sijaan esim. urealla on erittäin haitallinen vaikutus. Lannoitteen on todettu vahingoittavan siementä sitä herkemmin, mitä lähemmäs oloissa kasvin alkutytys tapahtuu. Myöhempien seoslannoitteita käyttäen suoritettujen tutkimusten mukaan myrkyvaikutuksen ohella suurimpana haittana on siemenen veden saantia rajoittava vesiliukoisten suolojen kokonaisuus, missä suhteessa fosfaatit ovat yhtä haitallisia kuin muut ravinnesuolat.

Eräänä ohjeena on pidetty, että samaan kylvöriiviin siemenen kanssa seoslannoitteita ei saa sekoittaa n. 400 kg/ha enempää. Tässä suhteessa esiintyy kuitenkin poikkeuksia molempiin suuntiin lannoitteesta, sääoloista sekä maalajeista ja viljelykasveista riippuen. Todettakoon, että eräiden tutkimusten mukaan viljakasveista vehnä on arin suolapitoisuuden suhteen, sitten seuraavat kaura ja ruis, kun taas ohraa pidetään mainitussa suhteessa kestävimpana.

Niissä maissa, missä siemenriiviin lannoittavat kylvö-lannoitus-

koneet ovat yleistyneet, lannoitteiden - etenkin typen - käyttömäärät ovat laajaperäisen viljelyn vuoksi olleet melko pieniä ja alkukesän sääolot Suomen oloihin verrattuna yleensä tuntuvasti satteisempia. Viljelyn voimaperäistytystä joudutaan näissäkin maissa epäilemättä vähitellen luopumaan tästä kylvö-lannoitusmenetelmästä.

Rivilannoitus ja sijoituslannoitus

Rivilannoituksella tarkoitetaan menetelmää, jossa lannoite samalla ajokerralla - rivilannoituksella - mullataan määrävällein olevien vantojen avulla halutulle syvyydelle, ja sijoituslannoituksella tässä yhteydessä menetelmää, jossa eri vantojen kautta kulkevat lannoite ja siemen sijoitetaan määräsyyvyydelle ja -etäisyydelle toistaan.

Sijoituslannoitusta on Yhdysvalloissa, kuten kylvö-lannoitustakin, tutkittu jo viime vuosisadan lopulla. Lähinnä riviviljelyksillä suoritettujen lannoitteiden edullisinta sijoitustapaa siemenen suhteen koostien tutkimusten tulokset ovat poikenneet melkoisesti toisistaan. Tuloksiin ovat ilmeisesti vaikuttaneet poikkeavien viljelyolojen ohella kasvilajit ja riviviljelyssä käytetyt erilaiset siemenen kylvörivivälit.

Viljakasvien viljelyyn liittyviä rivilannoitusta koskevia tutkimuksia alettiin suorittaa varsinaisesti vasta 1940- ja 1950-luvuilla. Näiden alustavien tutkimusten perusteella mm. Ruotsissa julistettiin v. 1946 suunnittelukilpailu rakeistetun superfosfaatin rivilannoitukseen so-

veltuvan koneen kehittämiseksi. Suunnitellut koneet jäivät kuitenkin kokeiluasteelle eikä niitä kehitetty edelleen.

Suomessa ensimmäiset varsinaiseen rivilannoitukseen liittyvät kenttäkokeet aloitettiin professori Martti Salosen toimesta v. 1958, jolloin maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella valmistettiin kokeita varten kylvökoneita vahvistamalla rivilannoitin. Tämän jälkeen on eri tahoilla sekä Suomessa että myöhemmin myös Ruotsissa suoritettu melko laajaa rivilannoitukseen liittyvää tutkimustoimintaa.

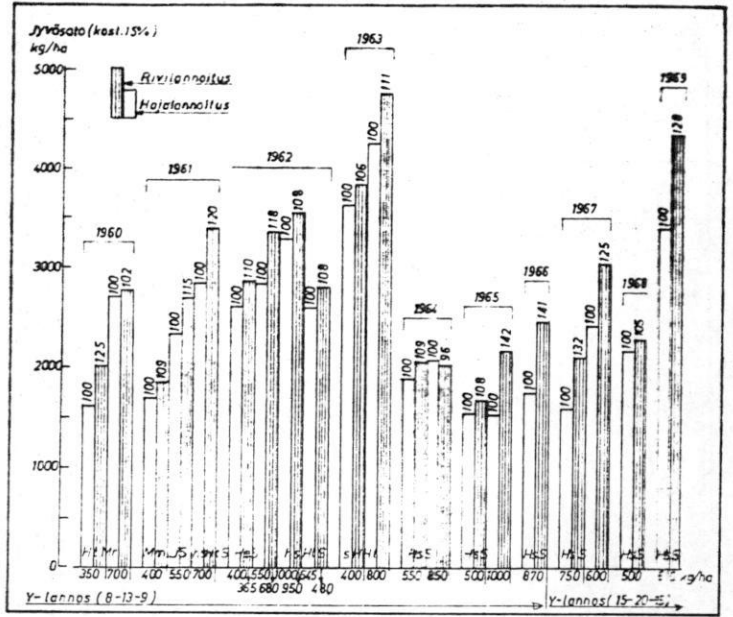
Kenttäkokeet

Rivilannoituksen vaikutus eräiden viljelykasvien satotason

Rivilannoituskokeet maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella aloitettiin vuonna 1960. Tarkoitusta varten suunniteltiin rivilannoitimen koekappale (kuva 1), jossa runko-osana oli silmukakkultivaattori ja syöttökoneistona viljankylvökoneen syöttölaite säiliöineen. Lannoiteputket johdettiin kultivaattorin terien taakse kiinnitettyihin suppiloihin. Tätä konetta käytettiin rivilannoituskokeissa vuosina 1960 ja -61 ja sen jälkeen S-piikein varustettuja rivilannoittimia.

Kevätvehnä

Kevätvehnän rivilannoituskokeita lannoitteiden multaussyvyyden ollessa 8...10 cm on suoritettu kaik-



Piirros 1. Rivilannoituksen vaikutus kevätvehnän satoon vuosina 1960 -1969.

kina 10 koevuonna. Lannoiterivien väli on ollut yleensä 15...16 cm.

Lannoituksena näissä kokeissa on käytetty vuosina 1959-66 normaali- (8-13-9)- ja vuosina 1967-69 super-Y-lannosta (15-20-15). Hajalevitys on tapahtunut rivilannoittimilla niin, että koneen lannoiteputket on vedetty ulos vantaista, jolloin lannoite on päässyt valumaan vapaasti maan pinnalle. Koeruutujen muokkaus (1-2 äestystä) on yleensä suoritettu joustopiikkiäkeillä.

Lannoitus on koeteknillisistä syistä vuosina 1960-64 suoritettu poikittain siementen kylvösuuntaan nähden ja vuodesta 1965 lähtien kylvörivien suuntaisesti.

Rivilannoituskokeiden tulokset, koekasvina kevätvehnä, lannoitemäärät ja maalajit ilmenevät piirroksista 1. Sadot on muunnettu 15 % kosteutta vastaaviksi.

Rivilannoituksen kevätvehnän satoa lisäävä vaikutus hajalevitykseen verrattuna on 10-vuotisissa kokeissa ollut keskimäärin n. 415 kg eli 16,1 %.

Ohra ja kaura

Ohra on ollut rivilannoituskokeissa koekasvina vuosina 1963 ja 1966-68 ja kaura 1963 ja -66. Kokeiden perustaminen on suoritettu samalla tavoin kuin kevätvehnän vastaavina vuosina. Näiden kokeiden tulokset esitetään piirroksessa 2.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että rivilannoitus on lisännyt ohran ja kauran suhteellista satoa keskimäärin likimain samalla tavoin kuin vehnänkin. Tulokset ovat tosin eri vuosina melkoisesti vaihdelleet. Ohran ja kauran suoranaiset sadon lisäykset ovat olleet suurempia kuin vehnän niiden paremmasta ominais-satoisuudesta johtuen.

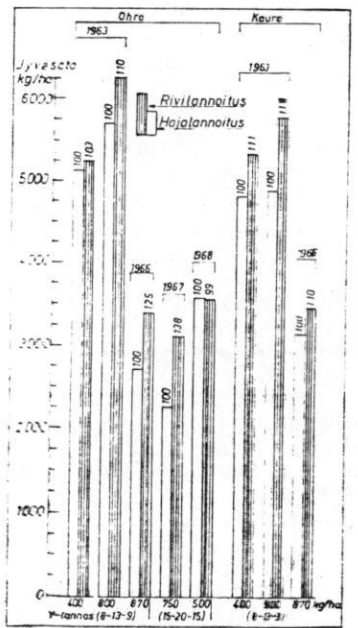
Rehukaali

Rehukaalikoe perustettiin (v. 1961) käytännön viljelyä varten

hajalannoitetulle (norm. Y-lannosta 1000 kg/ha) ja kylvöä varten perusteellisesti muokatulle pelto-ohkolle. Em. lannoituksen lisäksi koelueelle annettiin sekä rivitettä hajalannoituksena normaali Y-lannosta n. 500 kg/ha. Rivilannoituksessa lannoitussyvyys oli n. 8 cm ja riviväli 13 cm. Hajalannoitetut koeruudut mullattiin kertaalleen C-joustopiikkiäkeellä. Satotulokset muodostuivat seuraaviksi (taulukko 1).

Taulukko 1. Rivilannoituksen vaikutus rehukaalin satoon.

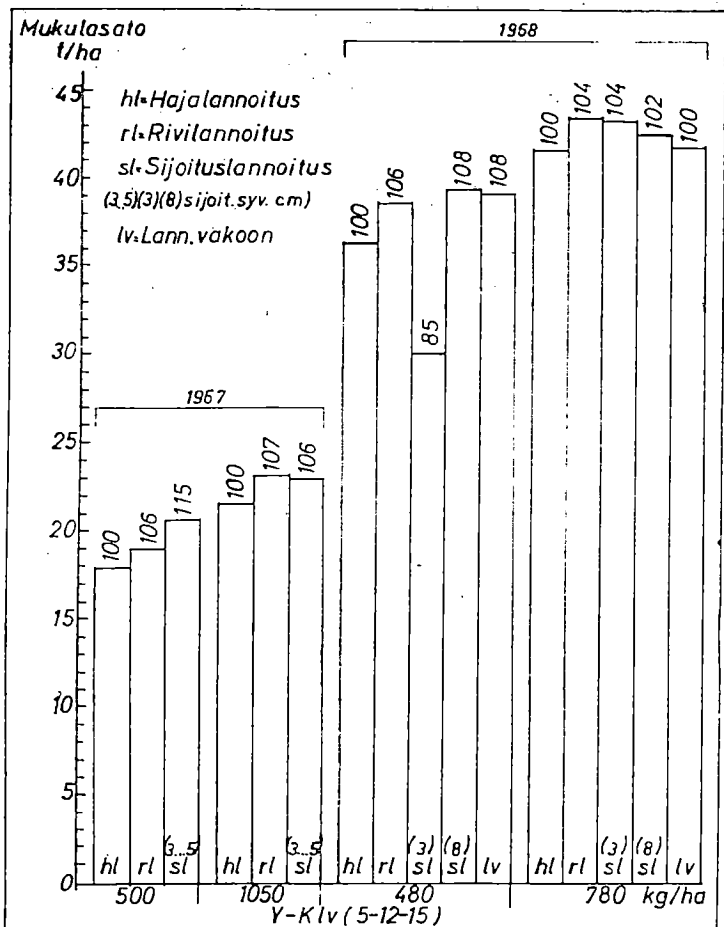
Lannoitustapa	Tuoresato kg/ha	Suhdeluku
Hajalannoitus	72300	100
Rivilannoitus	78100	107



Piirros 2. Rivilannoituksen vaikutus ohran ja kauran satoon.



Kuva 1. Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella suunniteltu rivilannoitimen ensimmäinen koekappale.



Piirros 3. Eri lannoitustapojen ja lannoitustason vaikutus perunan (Realta) satoon v. 1967-68.

Peruna

Perunan rivilannoituskokeita on suoritettu yhteistoiminnassa Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen kanssa Anttilan koetilalla sekä erillistä rivilannoitusta käyttäen että sijoittamalla lannoitteet määrätisyydelle ja -syvyydelle istutusmukulasta.

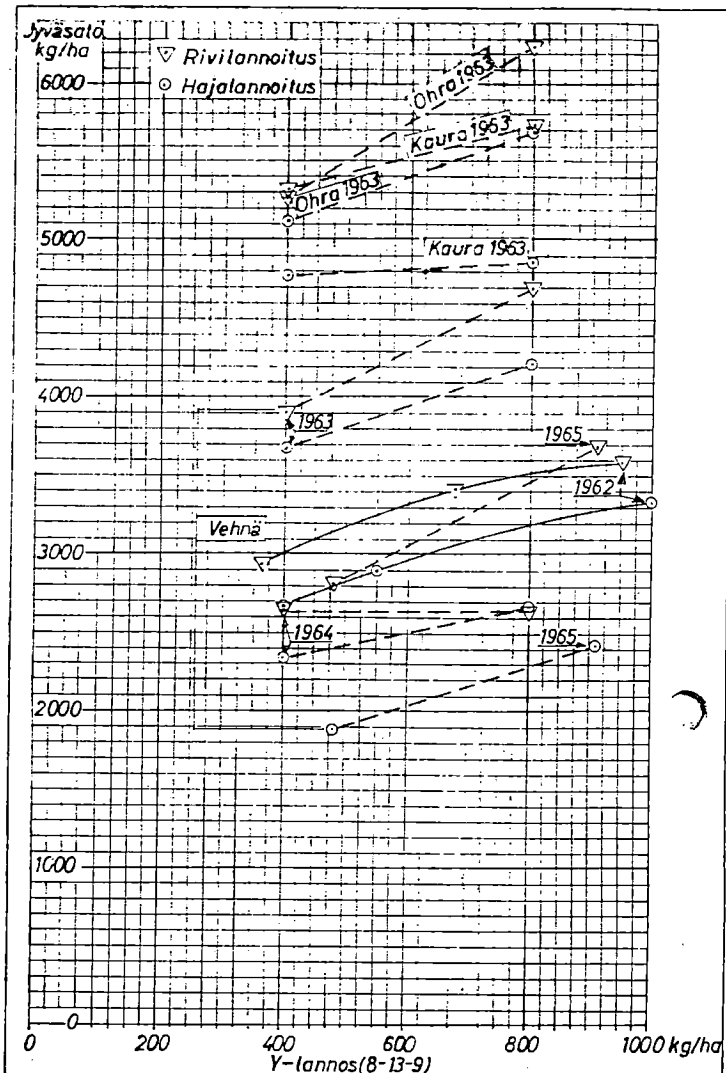
Koealueelle oli edellisenä syksynä annettu superfosfaattia 600 kg/ha. Istutusrivien väli oli n. 70 cm.

Rivilannoitus suoritettiin tavalli-

seen tapaan Juko-rivilannoittimella (riviväli 16 cm). Sijoituslannoitus tapahtui lannoitteen sijoittimella varustetulla Velsa PRM-istutuskoneella riviin mukulan kummallekin puolelle n. 5 cm etäisyydelle mukulasta. Lannoite sijoitettiin vuoden 1967 kokeessa n. 3..5 cm mukulatason alapuolelle. Vuoden 1968 kokeessa oli vastaavasti kaksi sijoitusvyöhytää n. 3 cm ja n. 8 cm mukulasta. Vuoden 1968 kokeessa oli koejäsenenä myös levitys istutusvakoon mukuloiden sekaan. Kokeis-

Taulukko 2. Äestystapojen vaikutus kevätvehnän (Svenno) jyväsadon määrään. Lannoitus v. 1961 Y-lannos (8-13-9) 550 kg/ha ja v. 1967 (15-20-15) 620 kg/ha

Lannoitus- ja multaustapa	Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Sadon lisäys kg/ha	Suhdeluku
v. 1961			
Hajalannoitus + 1 x lapiorulla-äestys	2581	-	100
Hajalannoitus + 2 x lapiorulla-äestys	2595	14	101
Rivilannoitus	2855	274	111
v. 1967			
Lannoittamaton	1600	-	100
Hajalannoitus + Joustopiikkiäestys	2340	740	146
" ei multausta	2420	820	151
" + lapiorullaäestys	2420	820	151
" + kamarakymtö	2500	900	156
Rivilannoitus	3030	1430	189



Piirros 4. Jyväsadot eri lannoitustasoilla. (Svenno-kevävehnä, Oтра-ohra ja Pendek-kaura).

sa käytettiin kahta lannoitustasoa. Tulokset ilmenevät piirroksista 3.

Tulosten perusteella vaikuttaa siltä, että suurehkoja lannoitemääriä käytettäessä rivilannoitus ja lannoitteiden sijoittaminen mukularivin viereen istutustason alapuolelle ovat likimain yhtä edullisia. Sadon lisäys hajalannoitukseen verrattuna on ollut keskimäärin n. 5 %. Alemmalla lannoitustasolla lannoitteiden sijoittaminen on ollut jonkin verran rivilannoitusta ja keskimäärin n. 11,5 % hajalannoitusta edullisempi, ellei oteta huomioon vuoden 1968 kokeen matalampaa sijoituslannoitusta, jonka muihin koejäseniin verrattuna poikkeuksellisen alhaiseen satoon ei ole löydetty selitystä.

Pienuhkoja lannoitemääriä käytettäessä istutusvakoon lannoitteen sato on ollut likimain yhtä suuri kuin rivi- ja sijoituslannoitusta käyttäen. Korkeammalla lannoitustasolla vakolannoitus ei sitä vastoin ole antanut sadon lisäystä hajalevitykseen verrattuna.

Rivilannoituksen vaikutus eri lannoitustasoilla

Rivilannoituksen vaikutusta eri lannoitustasoilla on tutkittu Y-

lannosta (8-13-9) käyttäen. Koe-kasvina oli vehnä 4 sekä ohra ja kaura 1 vuonna (piirros 4).

Lannoitustason noustessa kaksinkertaiseksi rivilannoituksella saadut sadon lisäykset ovat keskimäärin kaksinkertaistuneet. Suurehkojakaan lannoitemääriä käytettäessä lannoituksen taloudellisuus huippua ei rivilannoituksella ole vielä saavutettu.

Äestystavan vaikutus lannoituksen tehoon

Eri äestystapojen vaikutusta hajalevitetyn lannoitteen multauksessa selvitettiin vuosina 1961 ja 1967 (taulukko 2). Koe-kasvina oli molempina vuosina Svenno-kevävehnä. Hajalevitetyn lannoitteen äestysmuutos pyrittiin suorittamaan samaan syvyyteen (8..9 cm) kuin rivilannoitus. Koealue äestettiin molempina vuosina ennen lannoitteiden äestysmuutusta.

Äestyskertojen lukumäärällä - lapiorullaäestys 1 tai 2 kertaa - ei ole ollut sanottavaa lannoituksen tehoa lisäävää vaikutusta lannoitteita mullattaessa (koe 1961).

Vuoden 1967 kokeen perusteella vaikuttaisi siltä, että kylvökuntoon muokkaamisen jälkeen hajalannoitetussa maassa kylvökoneen

vantaiden suorittama multaus on riittävä. On yllättävää, että lannoitteiden multaus joustopiikki-äkeellä, joka yleensä multaa lannoitteet paremmin koko muokauskerrokseen kuin lapiorulla-äes, on antanut jopa hieman huonomman tuloksen kuin lapiorulla-äestys ja myös huonomman tuloksen kuin kylvökoneen vantoilla mullattu.

Matala, äestysvyvyttä vastaava kamarakäyntö on antanut pienen sadon lisäyksen lannoitteiden äestysmultaukseen verrattuna. Tämä johtuu siitä, että osa pinnalla olleesta lannoitteesta on joutunut paremmin kuin äestettäessä kylvömuokauskerroksen alaosaan.

Tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon myös em. muokausvälineiden erilainen muokausvaikutus, joskaan sillä ei kylvökuntoon muokatussa maassa liene ollut tuloksiin kovin suurta vaikutusta.

Joustopiikein ja lautasterin valmistetut rivilannoittimet

Vuosina 1961 ja -63 vertailtiin S-joustopiikein ja lautasterin multavia rivilannoittimia lähinnä koneiden kehittämisen suunnan selvittämiseksi. Ensiksi mainittuna vuonna rivilannoituskokeisiin käytettiin lautasterin varustettua englantilaista Ransomes-kylvö-lannoituskonetta. Kone oli kuitenkin raskaan rakenteensa vuoksi hankala käsitellä sekä kentäkokeissa että käytännön viljelyksillä. Vuonna 1963 vastaavat kentäkokeet suoritettiin Malminkartanon koetilalla valmistetulla lautasäkeen runkoon rakennetulla rivilannoittimella, joka oli edellistä melkoisesti kevyempi. - S-piikein varustettuna vertailukoneena molempina vuosina oli Juko-rivilannoittimen koekappale.

Hajalannoitetut koejäsenet mullattiin yhteen kertaan äestäen lapiorullaäkeellä ja v. 1961 - eri koejäseninä olleella - Ransomes-kylvö-lannoituskoneen lautasterilla. Viljan kylvö suoritettiin poikittain rivilannoitusuuntaan nähden. Kokeet oli sijoitettu eri peltolohkoille. Tulokset muodostuvat seuraaviksi (taulukko 3).

Vuonna 1961 vehnäkokeessa S-joustopiikein varustettu rivilannoitin on antanut jonkin verran suuremman sadon kuin lautasterin varustettu. Vuoden 1961 tuloksia arvioitaessa on otettava huomioon, että lautasterin varustettu rivilannoitin - myös lautasäkeenä pintalannoitettujen ruutujen multaukseen käytettäessä - nosti jonkin verran kosteaa maata kokkareina pinnalle, mistä joutuen kylvöalusta jäi huonohoksi. Tällä - vrt. myös pintalannoitettuja koejäseniä - samoin kuin k. koneen hieman (2,3 cm) suuremmalla rivivälillä on ilmeisesti ollut vaikutusta satotuloksiin.

Kaurakokeessa koealue oli muokattu hyvin perusteellisesti ennen lannoitusta. Kuohkeaksi muoka-

Taulukko 3. Lautasterin ja S-piikein varustettujen rivilannoittimien vaikutus jyväsadon määrään

Lannoitustapa	Lannoitus (norm. Y 8-13-9) kg/ha	Rivimultaus		A		B		C	
		syvyys cm	riviväli cm	1961 vehnä		1961 kaura		1963 ohra	
				Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku	Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku	Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku
Hajalannoitus									
Lapiorullaäestys	A, B 550 C 900	-	-	2360	100	1690	100	3055	100
Lautasäestys	550	-	-	2220	94	-	-	-	-
Rivilannoitus									
S-joustopiikit	A, B 550 C 900	10	13,1	2720	115	2290	135	3425	112
Lautasterät	A 550 B 580 C 750 C 10	B 10...20 A 8...14	C 20 A, B 15,4	2595	110	2475	146	3035	100

tulla maalla, lautaskoneen painuessa, sen rivilannoitusvyvyys tuli keskimäärin n. 5 cm suuremmaksi kuin vastaavasti S-piikein varustetulla rivilannoittimella. Tässä 3-kerranteisessa kokeessa lautasterin varustettu rivilannoitin antoi n. 8 % suuremman sadon kuin S-joustopiikein varustettu. Tulokseen on osittain vaikuttanut myös edellisen jonkin verran (5,5 %) suurempi lannoitustaso.

Lautasäkeen runkoon rakennettua rivilannoitinta käyttäen suoritettua kokeessa (v. 1963) lannoitemäärät eri koejäsenten kesken vaihtelivat melkoisesti. Kiertokokeiden perusteella säädetty 900 kg Y.n./ha lannoitemäärä jäi lautastarvilannoittimella n. 150 kg/ha muiden koejäsenten lannoitemääriä pienemmäksi. S-joustopiikeillä varustetun rivilannoittimen parempi satotulos lautasteräseen verrattuna voidaan melko suurelta osalta katsoa edellisen suuremmasta lannoitustasosta johtuvaksi.

Koska lautasterillä varustetun rivilannoittimen käsittely niin kentäkokeissa kuin käytännön viljelyksillä oli melko työlästä, kentäkokeita ei enää jatkettu. Koneen kehittäminen käytännön viljelyä varten katsottiin hyvin kyseenalaiseksi sen S-piikkistä rivilannoitinta tuntuvasti raskaamman ja kalliimman rakenteen sekä eräiden muiden ominaisuuksien vuoksi.

Rivilannoitusvyvyys ja riviväli

Lannoitusvyvyden vaikutusta on tutkittu kahtena ja rivivälän vaikutusta neljänä koevuotena.

Vuonna 1961 suoritettussa kokeessa, jossa tutkittiin sekä lannoitusvyvyden että rivivälän vaikutusta (taulukko 4), koealue lannoitettiin poikittain siementen kylvösuntaan nähden. Hajalannoitetut koeruudut mullattiin lapiorullaäkeellä kertaalleen äestäen. Siemenrivien väli oli 12,5 cm. Kokeessa ei päästy tavoiteltuihin lannoitusvyvyksiin.

Taulukko 4. Lannoitusvyvyden ja rivivälän vaikutus jyväsadon määrään (v. 1961, kevätvehnä Svenno, norm. Y-lannosta (8-13-9) n. 700 kg/ha)

Lannoitustapa		Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku
riviväli cm	syvyys cm		
Hajalannoitus		2835	100
17,5	Rivilann. 13...15	3095	109
17,5	" 12	3175	112
12,5	" 8	3335	118
12,5	" 12	3405	120

Pienempi (12,5 cm) riviväli on antanut suurempaan (17,5 cm) riviväliin verrattuna eri multausvyvyksillä keskimäärin 8 % sadon lisäyksen.

12,5 cm rivivälillä lannoitusvyvyden ollessa 12 cm sato on ollut hieman (n. 2 %) suurempi kuin syvyden ollessa 8 cm ja 17,5 cm rivivälillä vastaavasti hieman (n. 2 %) suurempi kuin syvyden ollessa 13...15 cm.

Vuoden 1965 kuten muissakin tämän jälkeen suoritetuissa kokeissa rivilannoitus tapahtui kylvörivien suuntaisesti. Koe (taulukko 5) suoritettiin kahta lannoitustasoa (500 ja 1000 kg Y.n./ha) käyttäen. Riviväli rivilannoituksessa oli 15 cm (kylvössä 12,5 cm) ja lannoitusvyvyys 8 ja 12 cm. Hajalannoitetut koeruudut mullattiin kertaalleen rivilannoittimen vantoilla.

Taulukko 5. Rivilannoitusvyvyden vaikutus jyväsadon määrään (kevätvehnä Svenno)

Lannoitustapa	Lannoitus norm. Y (8-13-9) kg/ha	Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku
Hajalannoitus	500	1560	100
Rivilannoitus, syv. 8 cm	500	1690	108
" 12 cm	500	1740	112
Hajalannoitus	1000	1540	100
Rivilannoitus, syv. 8 cm	1000	2190	142
" 12 cm	1000	2170	141

Aiemmallä lannoitustasolla 12 cm rivilannoitusvyvyttä käyttäen on saatu hieman suurempia satoja kuin 8 cm syvyttä käyttäen. Korkeampia lannoitustasolla satoeroa lannoitusvyvyksien välillä ei enää ole ollut. Tämän kuten edellisenkin kokeen oloissa n. 8 cm rivilannoitusvyvyys voidaan

katsoa riittäväksi. Vuoden 1967 riviväläkokeessa vertailtiin keskenään erillistä, kylvörivien suuntaista rivilannoitusta ja lannoitteiden sijoittamista kiinteästi siemenrivin suhteen (taulukko 6).

Taukiukko 6. Rivivälin vaikutus jyväsadon määrään lannoitteiden eri sijoitustapoja käyttäen v. 1967. (Kevätvehnä Svenno, lannoitteena norm. super Y-lannos (15-20-15), lannoitusyvyys n. 9 cm)

Lannoitustapa	Vantaiden riviväli cm		Lannoitus kg/ha	Jyväsato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku
	lannoite	siemen			
Sijoitus	18	18	640	2380	96
"	12	12	560	2790	113
Rivilannoitus	18	18	640	2660	107
"	12	12	560	2970	120
"	14	12	590	3120	126
"	16	12	620	3030	121
"	18	12	640	2970	120
Hajalannoitus	-	12	620	2420	100
Lannoittamaton	-	12	-	1600	66

Taulukko 7. Lannoitteen sijoitustavan vaikutus jyväsadon määrään erillistä rivilannoitusta käyttäen sekä kiinteästi jokaiseen ja joka toiseen siemenriviväliin sijoittaen. (Lannoitusyvyys 8...10 cm)

Lannoitustapa	Riviväli cm		Lannoitus Y (15-20-15) kg/ha	Sato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku	Sato (kost. 15 %) kg/ha	Suhdeluku
	lannoite	siemen					

	Kevätvehnä Svenno (1968)				Ohra Ingrid (1968)	
Rivilannoitus	15,75	12,0	600	2130	119	4060
Sijoitus jokaiseen riviväliin	13,6	13,6	600	1770	99	4450
Sijoitus joka toiseen riviväliin	25	12,5	600	1790	100	4710
Hajalannoitus	-	-	-	-	-	3790

Kevätvehnä, Ruso (1969)

Rivilannoitus	15,75	12,5	610	4330	186
Sijoitus joka toiseen riviväliin	25	12,5	630	4230	182
Hajalannoitus	-	12,5	610	3390	146
Lannoittamaton	-	12,5	-	2330	100

Erillinen rivilannoitus on sekä 12 cm että 18 cm lannoite- ja kylvösiemenriviväleinä antanut paremman satotuloksen kuin lannoitteiden sijoittaminen kiinteästi siemenrivin suhteeseen.

Erillisessä rivilannoituksessa, joka tässä kokeessa tapahtui kylvörivien suuntaisesti hieman kylvöriviväliä (12 cm) suuremmin lannoiterivivälin (14 cm), on saatu jonkin verran ja 12 cm lannoiterivivälin hieman suurempi sato kuin vastaavasti 16 ja 18 cm riviväleihin, kun otetaan huomioon vaihtelut lannoitustasossa.

Lannoitteen sijoittamista kiinteästi joka toiseen siemenriviväliin tutkittiin vuosina 1968 ja -69 (taulukko 7).

Erikseen, kylvörivien suuntaisesti suoritettu rivilannoitus on lisännyt näissäkin kokeissa vehnän satoa verrattuna lannoitteen sijoittamiseen kiinteästi siemenri-

vin suhteen sadon lisäksi v. 1968 on ollut tuntuva, mutta v. 1969 melko pieni. Ohrassa vaikutus on ollut päinvastainen. Näin runsaasti poikkeavien tuloksiin on eniten saattanut vaikuttaa se, että välittömästi (v. 1968) vehnäkokeen perustamisen jälkeen satoi runsaasti ja maa pinnaltaan osittain kuoretti, kun taas ohrakokeen perustamisen jälkeen sateita ei sattunut.

Lannoitteen sijoittamisella jokaiseen ja joka toiseen kylvöriviväliin ei vehnäkokeessa (1968) ole saatu satoeroa. Ohrassa jälkimmäinen tapa on kuitenkin ollut edellistä jonkin verran edullisempi.

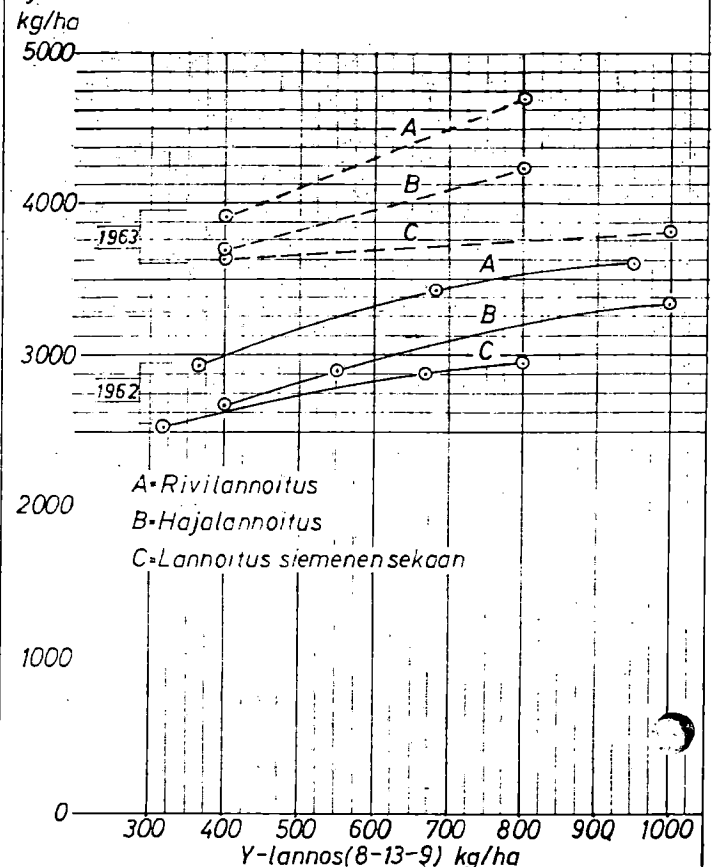
Lannoite kylvösiemenen sekaan

Rivilannoituksen ja siemenen sekaan pannun lannoitteen tehoa eri lannoitustasoilla tutkittiin vuo-

Taulukko 8. Sadetuksen vaikutus rivilannoituksen tehoon

	Pintalannoitus sato kg/ha (15 %) Suhdeluku		Rivilannoitus sato kg/ha (15 %) Suhdeluku	
	ei sadetettu	sadetettu	ei sadetettu	sadetettu
Vehnä (6 v.)	2080	2950	2460	3430
	100	142	118	165
Ohra (3 v.)	2850	4080	3350	4660
	100	143	118	163
Kaura (1 v.)	3140	4730	3450	5010
	100	151	110	160

Jyväsato



Piirros 5. Siemenen sekaan sijoitetun lannoitteen vaikutus jyväsadon määrään v. 1962 ja -63. (Svenno-kevätevehnä).

sina 1962, -63 ja -65 (piirroksat 5 ja 6). Koekasvina oli Svenno-kevätevehnä. Lannoiterivien väli kaikissa kokeissa oli 15...16 cm ja lannoitusyvyys 8...10 cm. Muista kokeista poiketen v. 1965 pantiin siemenen sekaan 40 % koko lannoitemäärästä ja loput 60 % hajalannoituksena. Tässä kokeessa olivat koetekijöinä lisäksi aikainen (18-19. 6.) ja myöhäinen (2-3. 7.) sadetus.

Rivilannoitus ja myös hajalannoitus ovat antaneet selvästi suuremman kevätevehnäsadon kuin lannoite pantuna siemenen sekaan. Lannoitustason noustessa em. satoerot ovat suurentuneet tuntuvasti rivi- ja hajalannoituksen eduksi.

Sadetetuilla koeruuuilla rivilannoituksen teho siemenen sekaan lannoitettuihin koeruuuun verrattuna on tullut vielä selvemmin esille kuin sadettamattomilla. Alemmalla lannoitustasolla sadetus on tasannut tuntuvasti hajalannoitetun ja siemenen sekaan lannoitetun koeruuun satoeroa. Korkeammalla lannoitustasolla viimeksi mainittu on aikaiseen sadettaessa antanut selvästi suuremman sadon kuin hajalannoitus.

Kokeen perusteella vaikuttaa siltä, että mitä kuivempi kasvukausi on, sitä haitallisempaa on sijoittaa lannoite kylvösiemenen kanssa samaan riviin.

Rivilannoitus ja sadetus

Rivilannoituksen ja sadetuksen yhteisvaikutusta on tutkittu vehnän 6, ohran 3 ja kauran kasvuun 1 vuonna (taulukko 8). Taulukoon on laskettu keskimääräiset

tulokset yhteen kertaan (19...23. 6.) sadetetuista koeruuunista ja niistä valittu kunakin vuonna, jos sadetusaikojia on ollut useampia, se sadetuksen ajankohta, jolloin sadetuksen satoa lisäävä vaikutus sekä haja- että rivilannoitteen on ollut edullisin. Kokeet on suoritettu hiesusavimaalla. Sadetusaikojen erinä vuosina vaihdellut 30...37 mm. Rivilannoitusyvyys on näissä kokeissa ollut n. 9 cm ja riviväli 16 cm.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että sopivaan aikaan suoritettu sadetus on lisännyt hajalannoitetun koeruuun satoa eri vuosina keskimäärin y. 10 % kaikissa kevätiljoissa.

Sadettamattomien rivilannoitetun ruutujen tuntuvasti (10...18 %) korkeammasta satoeruuunista huolimatta sadetetuilla saatu, eri kevätiljojen sadon lisäksi on ollut myös n. 40 % rivilannoituksen ja sadetuksen yhteisvaikutuksella on siis saatu vehnästään ja ohrasta n. 65 % ja kaurasta (1 koeruuun) n. 60 % suurempi sato hajalannoitettuun sadettamattomaan verrattuna.

Määrällisesti (kg/ha) ohra ja kaura ovat hyötynneet sadetuksesta enemmän kuin ominaisatou-suudeltaan luontaisesti huonompi vehnä.

Rivilannoituksen suhteen on usein arveltu, että sen teho jää pintalannoitukseen verrattuna tuntuvasti pienemmäksi, jos sadetta saadaan riittävästi. Kokeiden pe-

rusteella on kuitenkin ilmeistä, että rivilannoitus ja sadetus täydentävät toisiaan niin, että rivilannoitus vaikuttaa tehokkaimmin kasvin kehityksen alkuvaiheessa ja sadetus jonkin verran myöhemmin.

Rivilannoitus ja sadon muodostuminen

Mikäli maan esimuokkaus on suoritettu kunnollisesti rivilannoituksella ei ole todettu olevan vai-

kutusta oraiden lukumäärään. Oraiden väri on rivilannoitetuilla ruuduilla ollut selvästi tummempaan vihreä kuin hajalannoitetuilla. Nämä värierot ovat säilyneet yleensä lähes koko kasvullisen kehitysjakson ajan.

Versojen lukumäärää, pituutta ja painoa tutkittiin vuonna 1967. Vehnän ja ohran versojen lukumäärä yksilöä kohden laskettiin 10. 7. ja 21. 8. Tulokset muodostuivat seuraaviksi

Taulukko 9. Versojen lukumäärä yksilöä kohden v. 1967

	Vehnä		Ohra	
	10. 7.	21. 8.	10. 7.	21. 8.
Hajalannoitus	1,00	1,00	1,56	2,01
Rivilannoitus	1,04	1,00	2,43	2,13

Rivilannoitus on lisännyt vehnän versomista tähkimisvaiheessa v. n. 4 %, mutta ohran tuntu- vaa enemmän, n. 56 % Tuleentumisvaiheessa sivuversojen la- kastuttua erot ovat tasaantuneet ja vain ohran versojen lukumäärä on ollut n. 6 % suurempi.

Vehnän ja ohran versot ovat koko kasvukauden ajan olleet sel-

västi pitempiä. Tuleentumisvai- heessa sadetetuilla ja rivilannoit- etuilla ruuduilla vehnän korsien pituus on ollut n. 13 cm ja ohran n. 6...7 cm suurempi kuin vastaa- valla hajalannoitetuilla.

Rivilannoituksen vaikutusta vehnän oraiden massa- an selvitettiin kokeissa v. 1965 (taulukko 10).

Taulukko 10. Oraiden kuivapainot (kg/ha v. 1965)

Päivämäärä	Lannoitus kg/ha	Oraiden kuivapaino kg/ha	
		Hajalannoitus	Rivilannoitus
18. 6.	500	151	223
18. 6.	1000	132	223
8. 7.	500	874	1444
8. 7.	1000	864	1843

Rivilannoitus on lisännyt merkittävästi oraiden kuivapainoa hajalannoitettuun verrattuna. Eri lannoitustasoilla ei ole ollut merkittävää eroa.

Rivilannoitus ja oraiden ravinteiden otto

Rivi- ja hajalannoituksen vaikutusta oraiden (vehnä) ravinteiden (typpi, kalium ja fosfori) saantiin

tutkittiin vuoden 1965 kokeissa. Ravinteet määritettiin oraista sekä ravinnepitoisuuksina (%) että oraiden ottamina ravinteiden määrinä (kg/ha), joista viimeksi mainittu ilmaisee paremmin kasvin ravinteiden saantia eri lannoitustapoja käyttäen. Tulokset ilmenevät taulukosta 11.

Rivilannoitus on lisännyt runsaasti oraiden typen pitoisuutta

Taulukko 11. Rivilannoituksen vaikutus oraiden ravinteiden ottoon (v. 1965)

	18,6 %			8,7 %			18,6 kg/ha			8,7 kg/ha		
	L1	L2	ka	L1	L2	ka	L1	L2	ka	L1	L2	ka
Typen määrä kuiva-aineesta												
Hajalannoitus	2,9	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	4,4	3,9	4,2	26	24	25
Rivilannoitus	4,3	4,9	4,6	3,1	3,0	3,1	9,7	10,8	10,2	41	56	54
Kalium												
Hajalannoitus	3,2	3,3	3,3	2,8	2,8	2,8	4,9	4,4	4,7	25	24	25
Rivilannoitus	4,1	4,3	4,2	2,7	2,7	2,7	9,0	11,4	10,2	38	50	44

Fosfori

Hajalannoitus	0,36	0,35	0,36	0,33	0,34	0,34	0,55	0,46	0,51	2,9	2,9	2,9
Rivilannoitus	0,38	0,41	0,40	0,28	0,29	0,29	0,84	0,92	0,88	4,0	5,4	4,7

L1 500 kg Yn/ha
L2 1000 kg Yn/ha

(%) ja määrää. (kg/ha). Erot rivilannoituksen saaneilla ruuduilla eri lannoitustasoilla ovat varhaisemmassa kehitysvaiheessa myös merkittäviä typen pitoisuuksien suhteen hajalannoitukseen verrattuna, mutta eivät typen määrään nähden. Myöhemmässä kehitysvaiheessa erot typen pitoisuudessa ovat kuitenkin tasaantuneet melkoisesti Tämä johtuu siitä, että kasvu rivilannoitetuilla ruuduilla on ollut tuntuvasti reheväämpää kuin hajalannoitetuilla. Typen määrä rivilannoituksen saaneilla ruuduilla on myöhemmässä kehitysvaiheessa ollut vielä yli kaksinkertainen hajalannoitukseen verrattuna. Lannoitteen määrällä ei ole ollut merkittävää vaikutusta typen pitoisuuteen eikä määrään nähden.

Oraiden kaliumin ottoon rivilannoitus on vaikuttanut saman suuntaisesti kuin typen. Kaliumin pitoisuus myöhemmässä kehitysvaiheessa on kuitenkin rivilannoitetuilla ruuduilla niiden rehevämässä kasvusta johtuen ollut hieman pienempi kuin pintalannoitetuilla.

Varhaisemmassa kehitysvaiheessa rivilannoitus ei ole vaikuttanut oraiden fosforin pitoisuuteen merkittävästi. Myöhemmässä kehitysvaiheessa oraiden fosforin pitoisuus on pienentynyt merkittävästi rivilannoituksen vaikutuksesta. Fosforin määrä (kg/ha) on rivilannoituksen vaikutuksesta lisääntynyt tuntuvasti.

täneet sekä rivi- että hajalannoitetuilla ruuduilla yhden tähkän Ohrassa myös osittain sivuversois on tähkinnyt. Rivilannoitus on sääntynyt hieman tähkien lukumäärää yksilöä kohden (taulukko 12)

Vehnän tähkän tuottamien jyvien kokonaispaino on ollut rivilannoitetuilla ruuduilla n. 87 % suurempi, mutta ohran n. 4 % pienempi kuin hajalannoitetuilla

Rivilannoitus on jouduttanut vehnän tähkälle tuloa 4 vuorokaudella (v. 1965). Eri lannoitustasojen välillä ei rivilannoitetuilla hajalannoituksella ole ollut merkittävää vaikutusta tähkälle tuloon.

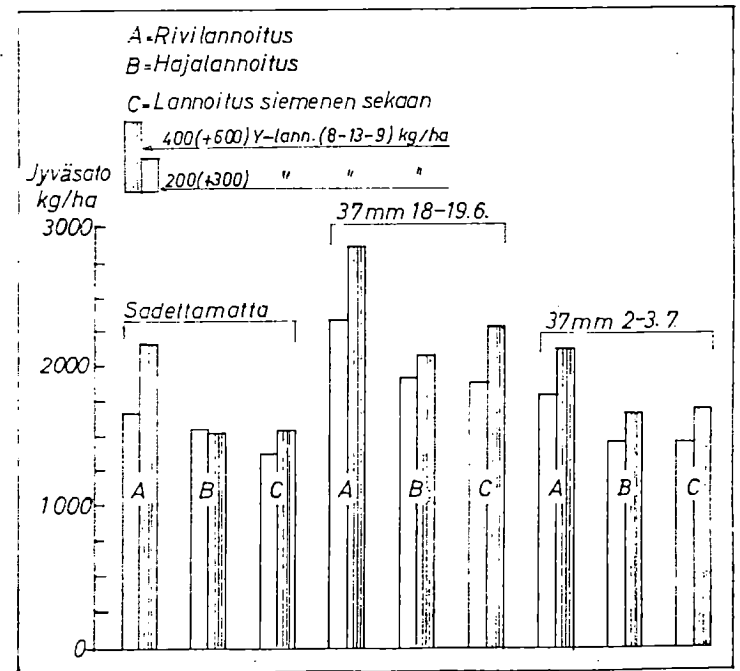
Kymmenvuotuisissa kokeissa tuotteen leentuminen on ollut tuntuvasti nopeampaa rivilannoitetuilla saaneilla ruuduilla. Tätä kuvaavasti hajalannoitetuilla rivilannoitetuilla saaneiden koejäsenten jyvien kosteuserot. Rivilannoitus alentanut vehnän jyvien kosteutta (10 v. kokeissa) keskimäärin 1,9 % ohran (4 v.) 1,2 % ja kauran (3 v.) 1,9 %, kun ei oteta huomioon poikkeuksellisen kuivaa kasvukautta 1969. Tällöin vehnän jyvien pintikosteus rivilannoitetuilla ruuduilla oli 2,8 % suurempi kuin hajalannoitetuilla. Tämä johtui osittain siitä, että rivilannoitetuilla kuivuudesta johtuvan vehnän jyvien kosteutta on alentanut jyvien kosteutta samalla tavoin lannoituksesta riippumatta.

Rivilannoituksen vaikutus jyväsadon kehittymiseen

Vehnän sivuversot eivät ole kehittyneet satoa tuottaviksi, ainoastaan kaikki pääversot ovat kehittä-

Sadon laatu

Jyvien kokoa ja tilavuuspainoa tutkittiin tarkemmin vuoden 1965 kokeissa. Rivilannoituksen vaikutuksesta vehnän ja ohran 1000 jyvän paino pieneni 0,5



Piirros 6. Sadetuksen ja siemenen sekaan sijoitetun lannoitteen vaikutus vehnän (Svenno) jyväsadon määrään (korkeammalla lannoitus- tasolla 400 kg/ha siemenen sekaan ja 600 kg/ha hajalevittämällä se vastaavasti alemmalla 200 kg/ha siemenen sekaan ja 300 kg/ha hajalevittämällä).

sekä kauran 1,1 %. Vihreiden jyvien osuus vehnässä on sekä haja- että rivilannoitetuilla ruuduilla ollut likimain yhtä suuri, mutta vähentynyt rivilannoituksen vaikutuksesta ohrassa n 1 % ja kaurassa n. 3,4 %. Erot sekä 1000 jyvän painossa että vihrei-

den jyvien määrässä ovat merkitseviä vain kauran kohdalla.

Rivilannoitus on hieman suurentanut vehnän ja kauran tilavuuspainoa, kun taas ohran tilavuuspaino on päinvastoin pienentynyt. Erot eivät kuitenkaan ole merkitseviä.

Taulukko 12. Tähtkien lukumäärä ja jyvien paino yksilöä kohden (21. 8. 67)

	Tähtkiä kpl/yksilö		Jyvien paino mg/tähkä	
	vehnä	ohra	vehnä	ohra
Hajalannoitus	1,00	1,84	305	1171
Rivilannoitus	1,00	1,91	572	1102

Sakoluku ja raakavalkuaispitoisuus

Sakolukuun rivilannoituksella ei ole ollut merkitsevää vaikutusta. Rivilannoitus on alentanut vehnän raakavalkuaispitoisuutta n. 1,6 % ja siis huonontanut vehnän leivinkelpoisuutta. Ohran raakavalkuaisen osuus on rivilannoituksen vaikutuksesta vastaavasti pienentynyt n. 0,5 % ja kauran 0,3 %. Erot ovat vain vehnässä merkitseviä. Lannoitustason noustessa jyvien raakavalkuaispitoisuus on hieman lisääntynyt. Näin ollen jyvien valkuaispitoisuuden alenemista voitaneen rajoittaa runsasta typpilannoitusta käyttäen.

Tiivistelmä

Rivilannoitusta on maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella tutkittu kymmenen vuoden aikana. Osa kenttäkokeista on ensimmäisen 5 vuoden aikana ollut alustavia ja lähinnä suuntaa antavia, koska perusaineiston puutteessa kenttäkokein on pyritty mahdollisimman monitahoisesti selvittämään lähinnä rivilannoituskoneen rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä.

Lannoitteiden multauksessa ei äestyskertojen määrällä eikä käytetyillä äestystyypeillä ole ollut sanottavaa lannoituksen tehoa lisäävää vaikutusta.

Rivilannoitus on parantanut eniten kasvien typen, sitten kaliumin ja vähiten fosforin saantia. Ravinteiden saannin tehostuminen on lisännyt kasvuston rehevyyttä ja pensomista sekä edistänyt ja tasannut tuleentumista.

Jyväsadon määrä on lisääntynyt rivilannoituksella tuntuvasti lähes poikkeuksetta kaikissa koevuosina. Lannoitustason noustessa satoerot hajalannoitukseen verrattuna ovat kasvaneet, eikä rivilannoituksen taloudellista huipua runsaallakaan lannoituksella ole vielä saavutettu. Sadetus on tehostanut rivilannoituksen vaikutusta.

Rivilannoitus on alentanut jyvien kosteutta tuntuvasti. Raakavalkuaispitoisuus on hieman alentunut rivilannoituksen vaikutuksesta. Lannoitustason noustessa tämä ero hajalevitykseen verrattuna on kuitenkin melkoisesti ta-

saantunut. Sakolukuun rivilannoitus ei ole vaikuttanut merkitsevästi.

Vehnän ja kauran tilavuuspaino on hieman, mutta ei merkitsevästi, suurentunut. Ohran hl-paino on kuitenkin hieman pienentynyt. Rivilannoitus on pienentänyt hieman myös jyvien kokoa. Ero hajalannoituksen verrattuna on vain kaurassa ollut merkitsevä.

Riittäväksi rivilannoitusvyydeksi on osoittautunut n. 8..10 cm. Kuivissa kasvuoloissa lannoitusvyyvyys voi ilmeisesti olla jonkin verran tätä suurempi.

Erillistä rivilannoitusta käytettäessä pienehkö n. 12..15 cm riviväli on osoittautunut edulliseksi. Yhdistettyä kylvöä ja rivilannoitusta käytettäessä lannoitteiden sijoitus, joka toiseen kylvöriviväliin on ollut riittävä.

Samojen vantaiden kautta siemenen sekaan tapahtuva kylvölannoitus on osoittautunut oloisamme epäedulliseksi ja antanut yleensä hajalannoitustakin huonompia satoja.

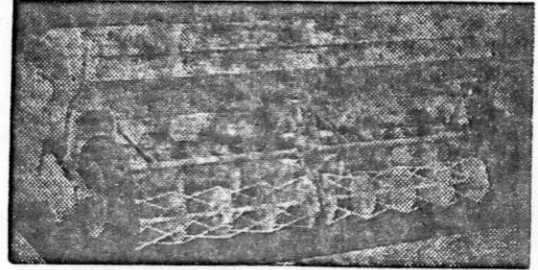
Rivi- ja kylvö-lannoituskoneet

Rivilannoituskoneiden kehitystyö maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella aloitettiin varsinaisesti talvella 1959-60. Tehdasvalmisteisten rivilannoittimien myynti alkoi v. 1963, jolloin valmistui ensimmäinen 15 kpl koesarja. Kahtena seuraavana vuonna rivilannoittimien myynti oli melko vähäistä, yht. n. 460. Tämän jälkeen koneiden myynti on tuntuvasti lisääntynyt. Vuoden 1970 alkuun mennessä rivilannoittimia on maassamme myyty yhteensä n. 9 300.

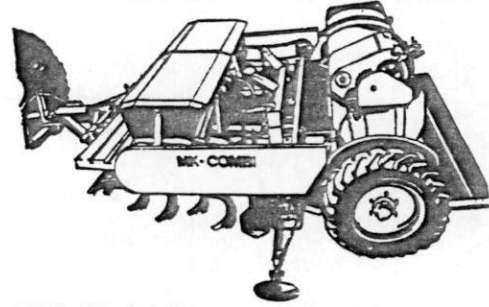
Kylvö-lannoituskoneita, joilla rivilannoitus tapahtuu samalla ajokerralla kuin kylvö määrätäisyydelle ja -syvyydelle siemenriveistä, on maassamme valmistettu myyntiä varten vuodesta 1966 alkaen. Vuoden 1970 alkuun mennessä näitä koneita on myyty yhteensä n. 900, joista v. 1969 n. 600. Vuonna 1970 kotimaiset valmistajat ovat varautuneet lähes 2000 kylvö-lannoituskoneen myyntiin ja vilkkaasta kysynnästä päätellen tämä tavoite voitaneen myös saavuttaa.

Kylvö-lannoittimia, joilla lannoite sijoitetaan siemenvantaan kautta siementen sekaan, ei meillä viime vuosina ole enää myyty - aikaisemminkin vain muutamia kymmeniä - siitä syys-

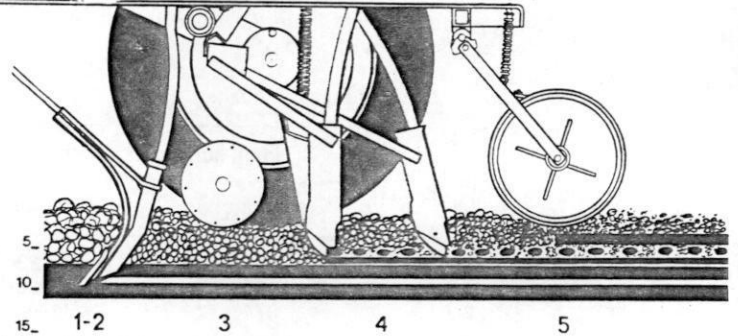
ta, että niillä saavutetut satotulokset etenkin suurehkoja lannoitemääriä käytettäessä ovat oloisamme olleet yleensä huonompia kuin tavallisella hajalannoituksella saadut.



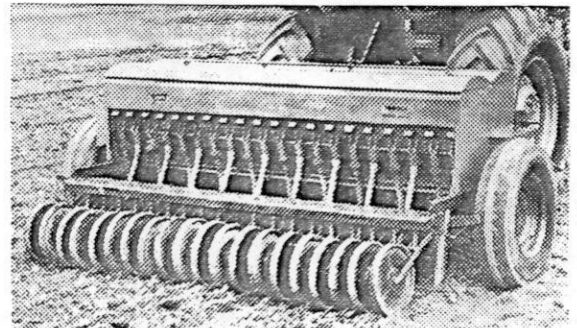
Kuva 2. Kaksiosaisella varpajyrällä varustettu rivilannoitin.



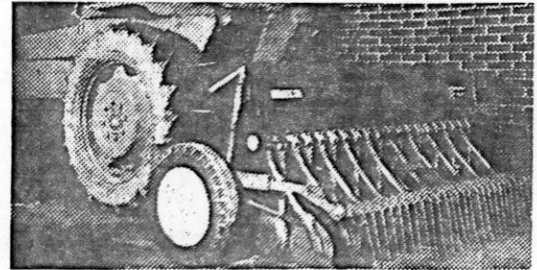
Kuva 3. Erillisellä kylvö- ja lannoitusyksiköllä varustettu hinattava kylvölannoitin.



Kuva 4. Kylvö-lannoituskoneen kaaviokuva. 1-2) lannoitusvannas, 3) varpajyrä, 4) kylvövantaat ja 5) jyräpyörät.



Kuva 5 a. Kolmipistekiinnitteinen jyräpyörillä varustettu kylvö-lannoituskone, jossa kylvökone ja rivilannoitin on sijoitettu samaan koneyksikköön.



Kuva 5 b. Tässä koneessa on uudentyyppiset pyörivät kylvövantaat. Koneen perässä on jälkiäes.

Koneiden rakenne

Kotimaiset erilliset rivilannoittimet (kuva 2) ovat 3-pistekiinnitteisiä nostolaitteita. Rivilannoitukseen käytettävien koneiden paino vaihtelee lisävarusteista ja työleveydestä riippuen n. 450..650 kg.

Kylvö-lannoituskoneita on sekä eri kylvö- ja rivilannoitusyksiköllä (kuva 3) että samalle runkoalustalle sijoitetulla suuren- ja lannoitesäiliöllä varustettuja (kuvat 4 ja 5). Edelliset ovat hinattavia ja jälkimmäiset yleensä 3-pistekiinnitteisiä.

Eri yksikköä olevat kylvö-lannoituskoneet nostetaan kuljetus-asentoon kahden hydraulisynteroin avulla koneen pyörien varaan. Nostolaitteissa suurehkoilla siemen- ja lannoitesäiliöillä varustetuissa koneissa on yleensä koneen nostoa varten apusynterit.

Viimeaikoina on herättänyt paljon keskustelua, onko yleensä edullista valmistaa nostolaitteita niin painava kone kuin sen nostot kylvö-lannoituskoneet.

Hinattava kone voidaan tukkeutumisaarasta vähentämiseksi rakentaa ajosuunnassa riittävän väljäksi ja varustaa suuremmilla lannoite- ja siemensäiliöillä. Mutta 3-pistekiinnitteiset ovat ketterämpiä käyttäviä avo-ojitetuilla ja teräväkulmaisilla peltolohkoilla ja mikäli traktorin etuakselipaino ei kevenee liikaa, niiden kuljetus huonohkoilla tilusteilla on helpompaa.

Kolmipistekiinnitteiset kylvö-lannoituskoneet ovat raskaita - paino säiliöt täynnä 1000..1800 kg - ja edellyttävät traktorissa etulisäpainojen käyttöä. Otettakoon esimerkiksi kone, joka säiliöt täynnä painaa 1350 kg, jonka painopiste on n. 50 cm vetovarsien kiinnityspisteestä. Nostettaessa tätä konetta suurehkon kokoluokkaan (voa-teho n. 65 hv) kuuluvalla traktorilla (paino 2500 kg, etuakselipaino 900 kg, akseliväli 220 cm ja peräakselin etäisyys taka-akselista 200 cm) traktorin etuakselipaino kevenee

$$1350 \times (50 + 100) = 220$$

920 kg. ts. traktorin etupää nousee ilmaan (900 - 920 = -20 kg). Etupää kevenee vielä enemmän traktorin liikkua. Jotta etuakselipaino olisi turvallisuuksimääräysten mukaisesti 20 % traktorin omasta painosta (paino säiliöt täynnä ilman varsinaisia lisäpainoja), tarvitaan etuakselille lisäpainoa 520 kg. Traktori vaatii siis tuntuvasti enemmän lisäpainoa kuin mitä sen normaaliin varustukseen kuuluu.

Vetovoiman tarve

Rivilannoittimien ja etenkin kylvö-lannoituskoneiden vetovoiman tarve on melko suuri. Siihen vaikuttavat mm. lannoitteen multaus-syvyys, vantaiden lukumäärä, työleveys, esimuokkauksen perusteellisuus ja pellon kaltevuussuhteet

sekä koneen lisävarusteet, kuten varpajyrä ja jyräpyörät.

Erilliset työleveydeltään 2..2,5 m varpajyrällä varustetut rivilannoittimet vaativat voa-tehoiltaan keskimäärin 45..55 hv ja työleveyden ollessa n. 3 m n. 65 hv traktorin.

Varpajyrillä varustettujen nostolaitteiden kylvö-lannoituskoneiden vetovoiman tarve on keskimäärin n. 5..10 voa-hv vastaa kokoisten rivilannoittimien vetovoiman tarvetta suurempi. Hinattavien (työleveys 2,5..3 m) koneiden vetovoiman tarve on n. 60..75 voa-hv.

Liiallista työleveyttä rivi- ja kylvö-lannoituskoneille on turhaa tavoitella. On edullisempaa, kun vetovoimareserviä on riittävästi käytettävissä, jolloin hyvissä oloissa voidaan ajaa suurehkoilla ajonopeudella ja selviydytään paremmin vaikeissa oloissa ja rinne- mailla. Rivilannoittimien ajonopeus voi olla n. 12..15 km/h ja kylvö-lannoituskoneiden n. 9 km/h. Kylvö-lannoituksessa on syytä tarkkailla siemenen peittymistä ja sovitaa ajonopeus sen mukaiseksi.

Rivilannoituskoneilla lannoitteiden levitystä ei voida suorittaa ennen kuin maa on kuivumisasteeltaan täysin muokkaukelpoinen, koska lannoitteiden sijoitus tapahtuu normaalia äestyssyvyyttä syvemmälle. Toisaalta hajalannoitettaessa pyritään melko usein kevätyhuipun tasaamiseksi menemään pellolle - etenkin jäykähköillä mailla - liian aikaisin. Tutkimukset ovat osoittaneet traktoreiden ja raskaiden työkoneiden tiivistävän - nimenomaan liian aikaisin pellolle mentäessä - maan rakennetta siinä määrin, että viljasato jää pyörien tiivistämissä paikoissa tuntuvasti - jäykällä mailla jopa 30..40 % - pienemmäksi. Kuivumisen edistyessä maan kantavuus paranee nopeasti niin, että normaaliin kylvöaikaan ja sen jälkeen tulleilla pyörien jäljillä saattaa olla päinvastoin edullinen vaikutus

Siemen- ja lannoitesäiliö

Kartiomainen säiliön muoto, kuten keskipako- ja heilurilevityksissä, olisi täyden kannalta edullisin. Tätä ei kuitenkaan rivi- ja kylvö-lannoituskoneissa ilman kaltevia rakenneratkaisuja voida toteuttaa. Lähes ainoa kysymykseen tuleva säiliömalli onkin koko työleveyden mittainen, laatikkomainen säiliö. Erityisesti on syytä korostaa säiliön täyden helppouden merkitystä, sillä säiliöiden esim. kylvö-lannoituskoneiden täyttöön kuluva aika on lähes 1/4 varsinaisesta kylvöajasta

Lannoite- ja siemensäiliön on oltava mahdollisimman matalalla ja tai astintasolla tms. varustettu. - Nostolaitteiden säiliöiden tilavuutta rajoittaa täysin olevien säiliöiden kokonaispaino, koska etulisäpainoja traktorissa ei voida käyttää rajattomasti. Hinattavat

kylvö-lannoituskoneet voidaan sitä vastoin varustaa tuntuvasti suuremmilla säiliöillä. Nykyisellä lannoitustasolla siemen- ja lannoitesäiliöiden edullinen tilavuuksien suhde on n. 1:2.

Etenkin lannoitesäiliön raaka-aineen valinnassa ja pintakäsittelyssä on kiinnitettävä huomiota ruostumisen estämiseen. Edullisinta tässä suhteessa on valmistaa säiliö ruostumattomasta teräksestä. Säiliön on myös oltava helposti tyhjennettävissä ja puhdistettavissa. Näihin seikkoihin vaikuttaa nimenomaan syöttölaitteen rakenne. Eräissä koneissa lannoitesäiliön pohja voidaan avata ja esim. nast- ja rihlasyöttimillä varustetuissa koneissa säiliön tyhjennys voidaan suorittaa avaamalla syöttökammioiden pohjaläpät. Eräiden koneiden säiliöiden pohja on W-muotoinen, jolloin syöttö tahtuu säiliön sekä etu- että takavuilta (kuva 6). Tästä on luonnollisesti se etu, että lannoiteputket voidaan suunnata paremmin etu- ja takavantaisiin. Tällainen säiliö ei holvaa sanottavasti lannoitteita ja se voidaan rakentaa tuntuvasti tilavammaksi.

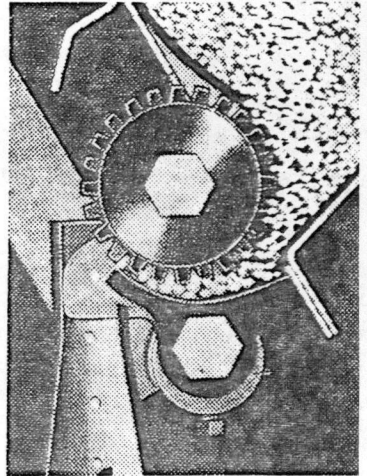
Syöttölaitteet

Rivilannoittimissa käytetään useita eri syöttölaiteratkaisuja ja syötönsäätöjärjestelmiä.

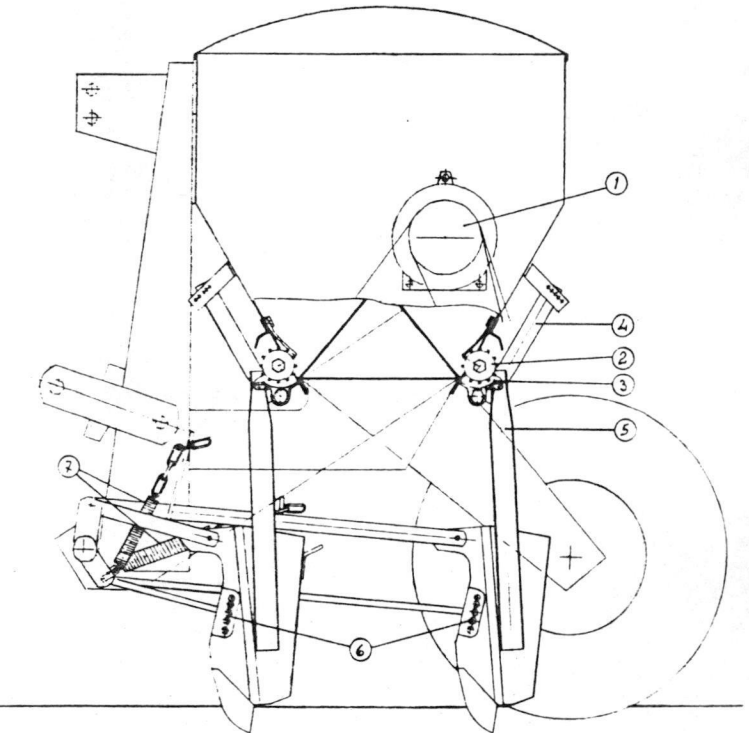
Rakeisten lannoitteiden syöttöön soveltuvat hyvin kylvökoneissa yleisesti käytetyt nast- ja rihlasyöttimet (kuva 8). Vaihdelaatikkolla varustettu nastasyöttö on syötön säädön ja tarkkuuden suhteen jossain mää-

rin rihlasyöttöä edullisempi. Rihlapyörä on toisaalta helppo pitää puhtaana edestakaisin liikuttaen, mikä mahdollisuus on useimmissa koneissa. Ajonopeuden vaihtelut ja koneen kallistuminen eivät sanottavasti vaikuta näiden syöttölaitteiden syötön määrään. Syötön tasaisuus sekä ajosuunnassa että koneen työleveydellä on hyvä, edellyttäen kuitenkin että syöttölaitteiden pohjaläppien jouset ovat riittävän kireät ja osat huolellisesti kootut

Reikälevytimen yläsyöttö (kuva 9), jossa lannoite-laatikko pohjalla oleva sormitela työntää lannoitteen säiliön takana olevista reiistä, oli aikaisemmin rivilannoittimissa yleisin syöttöjärjestelmä. Tämän syöttöjärjestel-



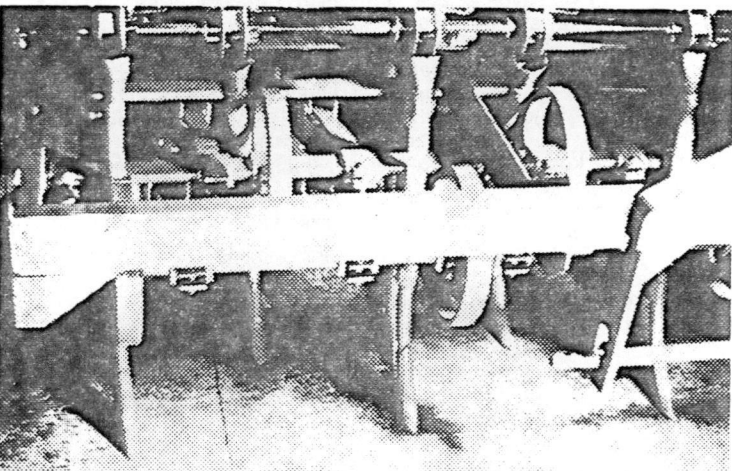
Kuva 7. Rivilannoituskoneen nastasyöttö.



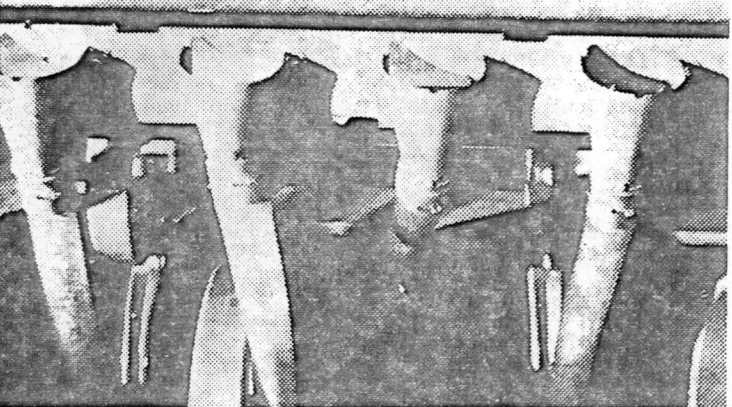
Kuva 6. Kylvövantaan mallisilla lannoitusvantailla ja kaksiosaisella syöttölaitteella varustettu rivilannoitin. 1) Syöttölaitteen nopeuden muutin, 2) nastasyöttimet, 3) syöttökammion pohjaläppä, 4) pohjaläppien säätövipu, 5) lannoiteputki, 6) vantaiden kulman säätöreiät ja 7) vantaan kuormituksen säätöjouset.

män haitta on se, että ajonopeus ja koneen kallistuminen sekä sivu- että ajosuunnassa vaikuttavat syöttömäärään. Myös syötön tasaisuus koneen työlevydeillä on huonompi kuin rihla- ja nastasyöttöisten koneiden. Reikäsyöttökoneiden säällön tyhjentäminen ja syöttölaitteen puhdistaminen on melko helppoa.

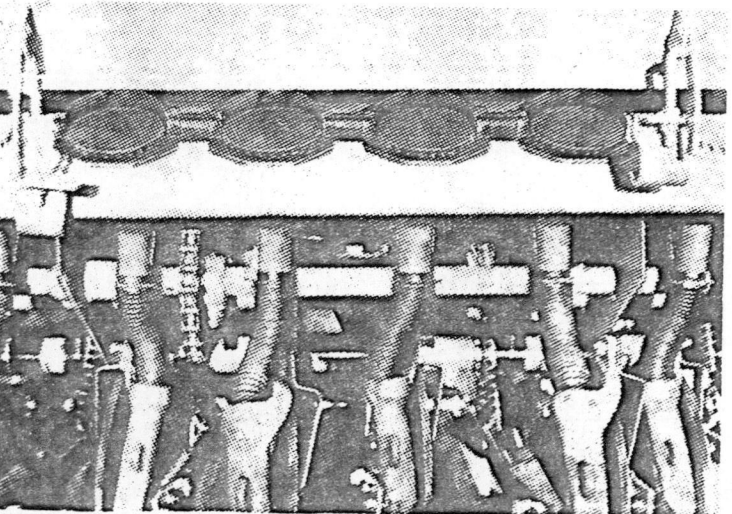
Täntipyörillä ja säädettävillä rei'illä varustettu syöttölaite (kuva 10)



Kuva 8. Rihlasyötöllä varustettu rivilannoitin.



Kuva 9. Lannoiteputkien sijoitus yläsyötöllä varustettuun telasyöttöiseen reikälevittimeen.



Kuva 10. Kylvö-lannoituskone, jossa lannoitteiden syöttö tapahtuu äntipyörillä.

on yleinen mm. englantilaisissa kylvö-lannoittimissa. Tämä syöttölaite syöttää jossain määrin anoksittain. Se on tavallista reikäsyöttöä edullisempi, mutta rakenteeltaan kalliimpi kuin käyttötarkoitukseensa paremmin sopivat nasta- ja rihlasyötöt.

Vantaat

Koska rivilannoitusta on oloisamme tutkittu vielä melko vähän, ei monia koneteknillisesti tärkeitä

peruskysymyksiäkään ole vielä pystytty kuin alustavasti lyhytaikaisin kenttäkokein selvittämään. Tällaisia ovat mm. monet vantaiden rakennetta koskevat ja niihin läheisesti liittyvät kysymykset.

Edullisin lannoitusrypyys kotimaisia S-pikeillä varustettuja vantaata käytettäessä on kenttäkokeiden mukaan 8...12 cm. Monissa tapauksissa jo 8 cm työsyvyyttä voidaan pitää riittävänä. Toisaalta on otettava huomioon, että esim. urea-typellä saadut tulokset ovat vielä jossain määrin epäselviä. Hyvin kuivina kasvukausina on saatu edullisia tuloksia melko syvään n. 15 cm. lannoittaen, kun on käytetty sellaisia kapeita vantaata, jotka eivät näkösanottavasti kylvöalustaa eivätkä nosta kokkareita pinnalle.

Tukkeutumisen rajoittamiseksi vantaiden etäisyyden olisi oltava vähintään 45 cm. Edullisin vantaiden väli (riviväli) erillisissä rivilannoittimissa on kenttäkokeiden mukaan erityisesti silloin, kun lannoitetaan poikittain kylvösuuntaan nähden, n. 12...15 cm. Eriksään kylvörievien suuntaisesti lannoitettaessa olisi yleisesti pyrittävä siihen, että riviväli ei olisi sama kuin yleisimmissä kylvökoneissa (12,5 cm). Jos rivivälit ovat yhtäsuuret, lannoite saattaa koko koneen työlevydeillä joutua kylvörievien alle, mikä lannoitus joutuaan suorittamaan kylvörievien suuntaisesti. Näin voidaan joutua haitallisesti möhentämään siemenrivin alustaa, ja lannoite voi joutua liian lähelle siemeniä.

Kylvö-lannoituskoneilla lannoitteen sijoittaminen jokaiseen tai joka toiseen kylvörivivälisiin (kuva 11) ei ole tähän astisissa kenttäkokeissa antanut mainittavia satokeroja, vaan tulokset ovat eri vuosina jossain määrin poikenneet toisistaan. Koneen rakenteen yksinkertaistamisen kannalta lannoitteen sijoittaminen joka toiseen kylvörivivälisiin on edullista, koska tällöin kone saadaan tuntuvasti kevyemmäksi ja vetovoiman tarve ja tukkeutumisen vaara pienenevät. Tällaisen koneen muokkausvaikutus on erillistä rivilannoitinta pienempi, mutta toisaalta kun lannoite sijoitetaan joka toiseen kylvörivivälisiin, välttyään turhalta kylvöalustan rikkomiselta. Asia kaivannee vielä lisätutkimuksia.

Vantaan muoto

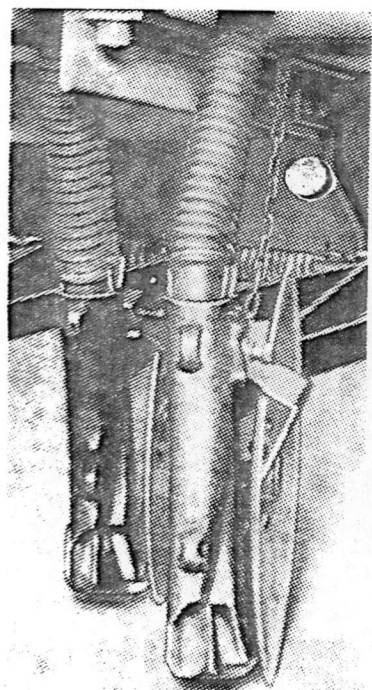
Olisi eduksi, jos jokainen lannoitevannas toimisi kylvövantaiden tapaan toisista riippumatta, jotta lannoitteet epätasaisella pellolla menisivät tasasyvyyteen (kuva 12). Runkoon jäykästi kiinnitetty vantaat edellyttävät, että 3-pistekiinnityksen vetokartulla on liikkumisvara ja maan tasaus on muokaus- ym toimenpitein suoritettu.

Erityisesti Ruotsissa on painotettu sitä seikkaa, että suomalaiset lannoitevannat ovat yleensä liian leveitä ja rikkovat kylvöalustaa liiaksi. Ruotsissa suosittelään

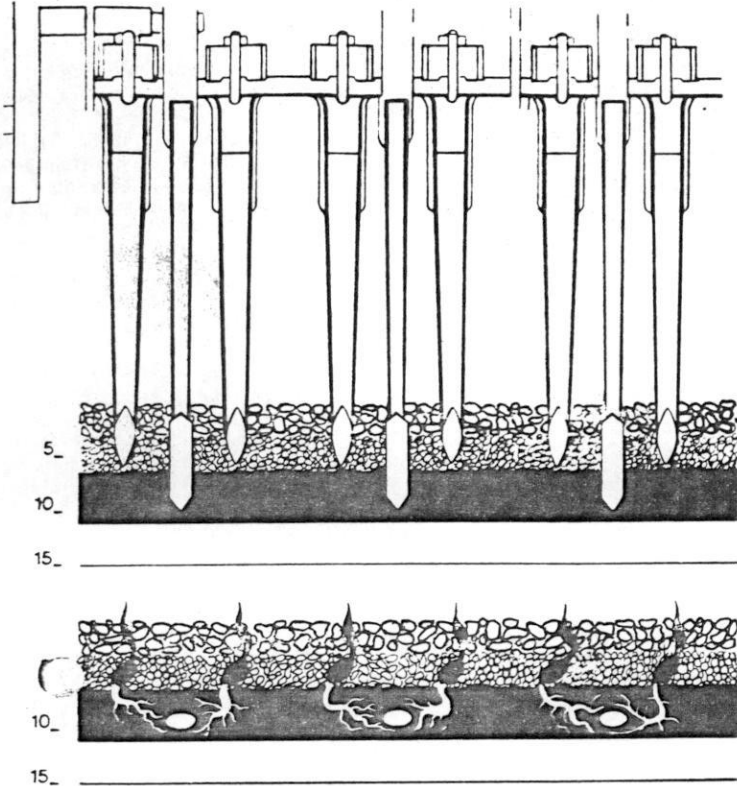
vantaan leveydeksi n. 15...18 mm. Meillä taas rivilannoittimen kehitystyötä aloitettaessa pyrittiin yhdistämään toisiinsa lannoitus ja mahdollisimman tehokas muokkaus ja siten vähentämään äestyskertoja. Rivilannoittimien kehittyminen - etenkin vantaiden tukkeutumisvaaran pieneminen - on kuitenkin tehnyt mahdolliseksi rivilannoituksen ja kylvön yhdistämisen. Tämä onkin traktorin vetovoimakysymyksen kannalta ehkä edullisempi ratkaisu kuin "muokkaus-lannoitus". Epäilemättä tulevaisuudessa pyritään yhdistämään kaikki em. kolme työvaihetta samalla ajokerralla tapahtuvaksi.

Kuten mainittu lannoitevantaat eivät saa olla liiaksi muokkaavia, koska lannoitesyvyys on tuntuvasti muokkausrypyyttä suurempi. Vantaan olisi etenkin jäykkäköillä mailloltava melko jyrkässä asennossa ja teräväharjainen, ettei se nostaisi kokkareita pinnalle. Myös runkoon jäykästi kiinnitetyn vantaan otavuutta olisi voitava olosuhteiden mukaan säätää mikä teräksellä kiertämällä on melko helppoa järjestettävissä. Jos vanna on liiaksi eteen kaartuva, se lisää paitsi kokkareiden nousumista myös tukkeutumisen vaaraa. Liian joustaviin piikkeihin kiinnitetty vantaat aiheuttavat maan kovuuden vaihteluista johtuen epätasaisuutta lannoituksen syvyydessä. Täysin jäykät vannasrakenteet lisäävät tukkeutumisen vaaraa ja ne on lisäksi varmistettava laukaisulaitteella.

Kaksoisvantailla (kuva 13) varustettujen kylvö-lannoittimien lannoitusrypyyttä on voitava muuttaa esim. vantaan kärjen pituutta säätäen. Koska yhdiste-



Kuva 13. Kaksoisvannas sijoittaa lannoitteen yleensä liian lähelle siemenrivä sekä sivu- että korkeussuunnassa.



Kuva 11. Lannoitteen sijoittaminen joka toisen siemenrivin väliin yksinkertaistaa kylvö-lannoituskoneen rakennetta. Juuristolla on kyky hakeutua lannoiteriviä kohden.

tyt kylvö- ja lannoitusvantaat muodostavat kiinteän kokonaisuuden, lannoite joutuu yieensä liian lähelle kylvöriiviä. Vantaiden kuormittuessa maan vetovastuksen vaihteluista johtuen saattavat siemenet ioutua liian matalaan.

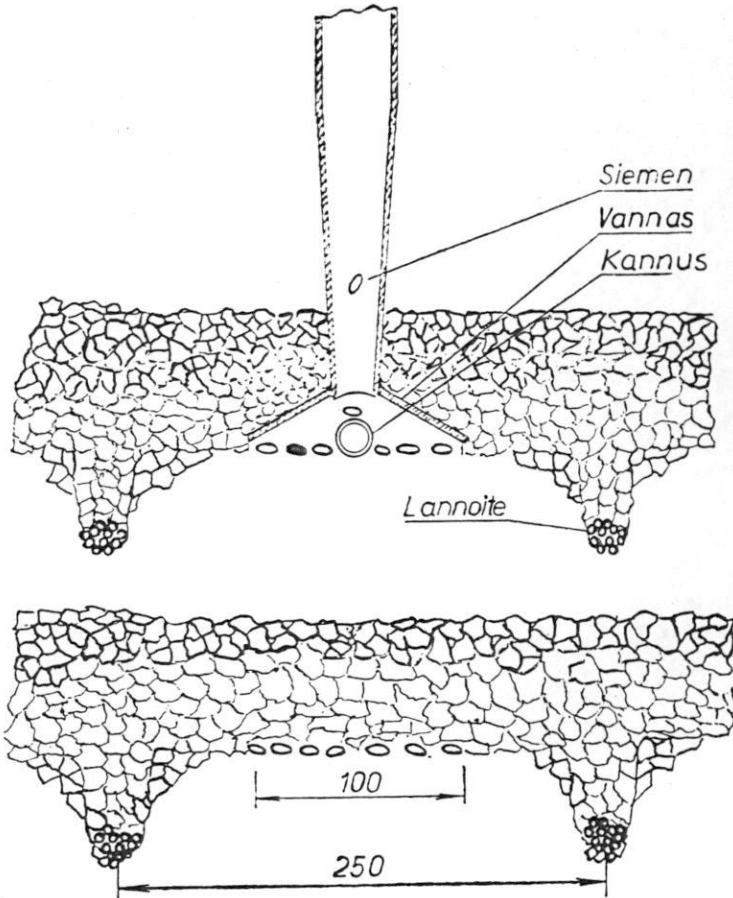
Rivilannoittimen käyttö viljan kylvöön

Erillisten rivilannoittimien kehittämisessä olisi entistä enemmän pyrittävä siihen, että kylvö ja myös muokkaus voitaisiin eri työvaiheina suorittaa samalla koneella. Rivivälin on etenkin siemen kylvön vuoksi oltava riittävästi pieni n. 12 cm. Erityisesti on kiinnitettävä huomio työsyvyyden tasaisena säilymiseen. Toisin sanoen vantaiden olisi toimittava kylvökoneen vantaiden tapaan toisistaan riippumatta. Tavallista ri-

vilannoitinta ei pitäisi käyttää viljan kylvöön, koska kylvösyvyys voi epätasaisilla mailla vaihdella hyvin paljon. Jotta myös esimuokauskausi voitaisiin suorittaa tehokkaasti samalla koneella, olisi syytä tutkia mahdollisuutta lisätä kolmas äespiikkirivi esim. etulataan yhdistäen.

Lisälaitteet

Kokkareiden rikkomiseen sekä maan pinnan tasaamiseen ja kylvökuntoon tiivistämiseen käytetään rivi- ja kylvö-lannoituskoneissa lisälaitteena varpajyrää. Varpajyrän olisi oltava kaksiosainen ja jyräys- ja muokkausvaikutuksen tehostamiseksi kuormitusjousilla varustettu. Kylvö-lannoituskoneet voidaan varustaa myös jyräpyörillä (kuva 5 a tai jälkiäkeellä, kuva 5 b). Nykyisissä koneissa ne



Kuva 14. Kaaviokuva kylvö-lannoituskoneesta, jossa siipimäiset siemenvantaat hajoittavat siemenet hajalleen n. 10 cm leveään riviin. Lannoitus- ja siemenvantaiden väli on 25 cm.

eivät tiivistä maata riittävästi eivätkä korvaa jyräystä, mutta tehostavat siementen peittymistä ja parantavat todennäköisesti jossain määrin orastumista.

Rivi- ja kylvö-lannoitus-kustannuksista

Erillisen rivilannoituksen ei voida katsoa vähentävän hajalannoitukseen verrattuna sanottavasti työn menekkiä. Vain hyvin muokkauvilla mailla varpajyrällä varustetulla rivilannoittimella voitaneen korvata yksi äestyskerta.

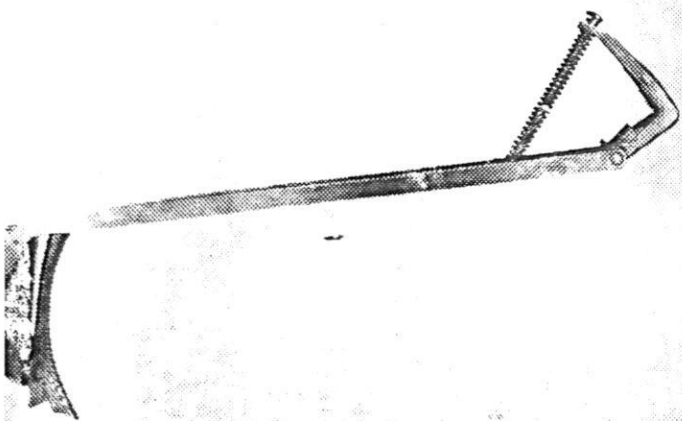
Siirryttäessä hajalannoituksesta rivilannoitukseen vuotuinen konekustannus nousee n. 250...300 mk. Tuottojen ja kustannusten välisiä eroja keskenään verrattaessa erillisten rivilannoittimien käytön voidaan todeta olevan taloudellisesti kannattavaa vuotuisen viljanviljelyn ollessa vähintään n. 5 ha.

Kylvö-lannoituskoneiden käytöllä ei edes melko suurillakaan tiloilla voida katsoa saavutettavan varsinaisiin rivilannoittimiin verrattuna suoranaista säästöä kokonaiskustannuksissa.

Erilliseen rivilannoitukseen verrattuna kylvö-lannoituskoneiden vuotuiset kustannukset suurenevät 700...800 mk:lla. Ottamalla huomioon työkuukustannuksissa tapahtuva säästö kylvö-lannoituskoneet olisivat taloudellisesti saman arvoisia rivilannoittimiin verrattuina

vasta kylvöalan ollessa yli 100 ha. Asia ei kuitenkaan ole näin yksiselitteinen, sillä tärkeintä kylvö-lannoitusmenetelmässä on jonkin verran suurempi työsaavutus erilliseen kylvöön ja rivilannoitukseen verrattuna. Jo melko pienikin töiden nopeutuminen saattaa kiireisenä kylvöaikana vaikuttaa ratkaisevasti sadon muodostumiseen. Kun lannoitus ja kylvö tapahtuvat samanaikaisesti, niin säästetään kevätkesteä erillisin menetelmiin verrattuna. Kylvö-lannoituskoneen hankinta keskikokoisillekin tiloille voi olla taloudellisesti edullista, jos tätä työvaihetta ei muuten voida suorittaa ilman "ylimmitoitettua" mies- ja traktorityövoimaa käyttäen.

Rivi- ja kylvö-lannoituskoneiden voidaan katsoa olevan jo alkukehitysvaiheensa läpikäyneitä. Vaikka tutkimustoiminnalla on vielä monia peruskysymyksiäkin selvittävänä, on ollut merkillepantavaa se riipeys, millä kotimainen teollisuus on käyttänyt hyväkseen ne tutkimustulokset, mitä eri tahoilta on ollut tähän mennessä käytettävissä. Rivi- ja kylvö-lannoituskoneiden rakenne on etenkin kahtena viime vuonna yksinkertaistunut ja kehittynyt tuntuvasti.



Kuva 12 Kylvökoneen vantaan tapaan toimiva lannoitusvannas. Tämä vannasmalli on etenkin epätasaisella pellolla edullinen.

Kirjallisuutta

Aura, E. 1967. Lannoitteiden sijoitus. Pellervo 1-2: 344-345.
Elonen, P., Nieminen, L. & Kara, O. 1967. Sprinkler irrigation on clay soils in Southern Finland. Maatal. tiet. aikak. 39:67-98.
Heinonen, R. & Huhtapa-

lo A. 1968. Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning. Rapporter från Jordarbetsningsavdelningen. (Landsbruks-högskolan Uppsala) nr 10: 7 s.
Johansson, E. 1969. Konstgödselradmyllare - ett nytt begrepp. Lantmannen 2: 11-14.
Kivi, E. & Hovinen, S. 1969. Lajikkeen ja lannoitustavan vai-

kutus kevätvehnän viljelyarvoon. Maatal. tiet. aikak. 4: 258-274.
Köylijärvi, J. 1969. Rivilannoitus kevätiljasatojen varmentajana. Pellervo 70: 204-207.
Larpes, G. 1966. Rivilannoituksen vaikutus kevätiljoissa. Maatalous ja Koetölminta 20:

14-20.
Sipilä, H. 1968. Ajonopeu ja akselikulmien vaikutus la rullaäkeiden työtulokseen. T 3-4: 70-72.
Uotila, P. 1968. Erillisten erilaisten yhdistelmäkonelmuokkaus-, lannoitus- ja ky menetelmien vertailu. Teho 4: 64-68.