

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Metsäteknologian tutkimusosasto

4/1979

08.08.79

KYLVÖN MEKANISOINTI

Pekka Kärkkäinen

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Kirjasto

HELSINKI

SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT

1. JOHDANTO

2. KONEELLINEN KYLVÖ METSÄNUUDISTUSMENETELMÄNÄ

21. Kylvön ja istutuksen vertailua

22. Koneellistamisen tavoitteet

23. Koneellisen kylvön edellytykset ja nykytila

3. IHMISVOIMAISET KYLVÖLAITTEET

31. Kannettavat kylvölaitteet

311. Kylvökannu

312. Heilurilaite

313. Keskipakoiskylvölaitteet

32. Työnnettävät kylvölaitteet

321. Janne-kylvökeppi sekä Jalco- ja Wolf-kylvö-
laitteet

33. Laikkukylväjät

331. Larssonin kylvölaite

332. Molkom-sauva

333. SRA-kylvölaite

334. Åbergin peitekylvölaite

335. Kutznetsovin kylvölaite

336. Jereminin kylvölaite

337. Solojevin kylvölaite

338. Mantunovskin kylvölaite

339. Suojakylvölaitteet

3391. TT-suojakylvölaite

3392. Ruotsalainen suojakylvölaite

4. HEVOSVETOISET KYLVÖLAITTEET

41. Errasin kylvölaite

5. KONEVOIMAISET KYLVÖLAITTEET

51. Traktorisovitteiset kylvölaitteet

511. Hajakylvölaitteet

512. Rivikylvölaitteet

5121. H-C Furrow Seeder

5122. Rome Seeder

5123. Texas Seeder

5124. SZN-1-kylvölaite

5125. PDN-1-kylvölaite

5126. MLTI-1- ja MLTI-2-kylvölaitteet

5127. PST-2A-kylvölaite

5128. SLP-1.3-kylvölaite

5129. SL-2-kylvölaite

51210. Saksalainen tarkkuusrivikylvölaite

51211. Lamu-kylvölaite

51212. Vako-Viska

51213. Maatilahallituksen metsänviljelykone

513. Laikkukylvökoneet

5131. Robertsfors-kylvölaite

514. Siemenlaattamenetelmä

515. "Waldsäer"-kylvölaite

516. Nestekylvö

- 52. Lumikelkkasovitteiset kylvölaitteet
 - 521. Automaattinen kylvölaite
 - 522. Motorized Tree Seed Broadcaster
- 53. Ilma-alussovitteiset kylvölaitteet
 - 531. Yleistä
 - 532. Hajakylvölaitteet
 - 5321. Kalanpyrstölaite
 - 5322. Kylvölinko
 - 5323. Lannoitteen levitykseen tarkoitettut
laitteet
 - 5324. Rulla-annostelija-kylvölaite
 - 5325. BROHMin keskipakoislevitin
 - 533. Rivikylvölaitteet
 - 534. Lennokkikylvö

6. TULOSTEN TARKASTELUA

7. KIRJALLISUUSLUETTELO

1. JOHDANTO

Viime vuosikymmenien epäsuotuisa kustannuskehitys on johtanut intensiiviseen kehittämistyöhön, jonka tarkoituksena on korvata ihmistyövoima koneilla. Hakkuu- ja kuljetustöissä tämä kehitys on johtanut yhä korkeampaan koneellistamisasteeseen ja nousevaan työn tuottavuuteen. Tuottavuuden nousu johtuu sekä työvoiman tehokkaammasta käytöstä että työvaltaisten toimintojen mekanisoinnista.

Metsänviljelyssä useimmat toiminnot ovat kuitenkin yhä käsityön luonteisia. Ihmistyövaltaisia työvaiheita metsänuudistamistöissä ovat sekä istutus että kylvö.

Istutuksen osuus keinollisesta uudistamisesta on Suomessa n. 3/4 ja kylvön 1/4. Kylvö on painottunut voimakkaasti Oulun ja Lapin lääneihin (Metsätilastollinen vuosikirja 1976).

Istutustyön koneellistamisessa on kohdattu monia vaikeuksia: käytössä olevat koneet sopivat lähinnä peltojen tai erittäin tasaisten maiden istutukseen. Maastokelpoiset prototyyppit ovat olleet varsin kalliita. Käsityövälineistä on laajimmin käytössä paakkutaimien istutukseen tarkoitettu pottiputki.

Kylvö kustannuksia säästävänä metsänuudistamismenetelmänä on viime vuosina lisääntynyt varsinkin Pohjois-Suomessa. Tästä ja ihmistyöpanoksen korkeudesta johtuen on kiinnostus kohdistunut myös kylvön mekanisointiin: Tosin varsinkin Pohjois-Amerikassa ja Neuvostoliitossa on koneellinen metsänkylvö ollut yleistä jo parin vuosikymmenen ajan, mutta nämä koneet eivät sovellu lainkaan tai soveltuvat huonosti Suomen pienille,

kivisille ja muodoltaan epäsäännöllisille uudistusaloille. Kuitenkin näiden koneiden ja laitteiden perusratkaisuja ja/tai erillisiä osaratkaisuja voidaan käyttää hyväksi uusia koneellisia kylvölaitteita kehitettäessä.

Tämän esityksen tarkoitus on selvittää kirjallisuuden perusteella käytössä olevat kylvökoneet ja -laitteet, vertailla niiden teknisiä ratkaisuja sekä arvioida niiden soveltuvuus maamme oloihin.

2. KONEELLINEN KYLVÖ METSÄNUUDISTAMISMENETELMÄNÄ

21. Kylvön ja istutuksen vertailua

WILLSTON ja BALMER (1977) erittelevät kylvön ja istutuksen etuja ja haittoja seuraavasti:

- Maanmuokkauksen tarve saattaa kylvössä olla pienempi kuin istutuksessa
- Kylvö vaatii vähemmän työvoimaa ja raskasta kalustoa kuin istutus
- Kylvöllä saavutetaan luonnonmukainen juuristo
- Laajojen alueiden metsittäminen kylvämällä on nopeaa
- Kylvämällä helpotetaan istuttamalla huonosti uudistuvien lajien uudistumista
- Kylvettäessä tuhlataan geneettisesti jalostettua siementä
- Kylvötaimien todennäköinen harvennustarve suurempi kuin istutustaimikoiden
- Kylvölle ominaista huuhtoutumisesta johtuva siemenhukka ja siemenen epätasainen jakautuminen

- Kylvö ei sovi hienojakoisille, routimiseen taipuville maalajeille

22. Koneellistamisen tavoitteet

Koneellistamisen tavoitteet PUTKISTON (1970) mukaan:

- työn tuottavuuden kohottaminen
- kustannusten alentaminen
- työsuorituksen keventäminen

Koneellisessa työssä työhön osallistuu kaksi perustekijää seuraavasti: ihmistyöpanos + konetyöpanos → tuotos.

23. Koneellisen kylvön edellytykset ja nykytila

Elintärkeitä edellytyksiä koneellisen kylvön onnistumiselle ovat (ERIKSSON ja HEPIN 1965, BERGMAN ja FRICK 1968):

- korkeus merenpinnasta ei yleensä saa ylittää 250 m
- maalaji ei saa olla altis routaantumiselle
- pohjoisrinteitä tulisi välttää, jotta tarvittava itämis- lämpötila saavutettaisiin myös kylminä kesinä
- maastokelpoisuus (erittäin kivisiä ja märkiä maita tulee välttää).
- kylvöajankohdan valinta siten, että kevätkosteus on vielä maassa

Maataloudessa käytettäviä ihmistyövoimaisia kylvölaitteita on käytetty myös metsässä, mutta niiden käyttö nykyään on varsin vähäistä (KINNUNEN 1977).

Erillisenä koneena kylvökone ANTOLAN (1967) mukaan tuskin koskaan yleistyy, ja kylvölaitteita kehitettäessä huomio onkin kiinnittynyt maanmuokkauslaitteisiin liitettäviin kylvölaitteisiin (vrt. esim. ANTOLA ja LEHTO 1969, KAUNISTO 1974a, APPELROTH 1976). Näillä laitteilla on huomionarvoisten etujen lisäksi myös huomattavia haittoja: maanmuokkauksen yhteydessä kylvö onnistuu yleensä heikosti varsinkin hienojakoisilla mailla, koska maa ei ehdi tekeytyä ja on näin altis routavaurioille. Toisaalta mm. jyrsvaon kuivattavan vaikutuksen on havaittu vähentävän routimista (ANTOLA ja LEHTO 1969).

Kangasmailla kylvöaika rajoittuu kevääseen ja alkukesään, joten mikäli muokkauskalusto on koko sulan kauden käytössä, suurin osa kylvöalueista joudutaan kuitenkin kylvämään muilla menetelmillä.

Turvemailla kylvökausi on pitempi (KAUNISTO 1974b), ja koska maasto on tasaista ja kivetöntä, maanmuokkauslaitteisiin liitetyt kylvölaitteet ovat käyttökelpoisempia kuin kivennäisilla. Turvemailla kylvön koneellistamisen pääongelma onkin kasvualustan valmistaminen sellaiseksi, että itäminen on varmaa ja taimien kasvu nopeaa (ANONYM 1975).

Ilmeisesti juuri turvemaidella on ensimmäiseksi mahdollista päästä täysin koneelliseen metsänkylvöön, ja todennäköisesti soilla tullaankin vastaisuudessa käyttämään suhteellisesti enemmän koneita kuin kangasmailla (ANTOLA ja LEHTO 1969).

3. IHMISVOIMAISET KYLVÖLAITTEET

31. Kannettavat kylvölaitteet

311. Kylvökannu

Yksinkertaisin kylvön apuväline on kylvökannu. Se soveltuu sekä laikutetuille että auratuille kylvöaloille. Siemenille, joiden määrä on säädeltävissä, voidaan valita edullisin itämisalusta. Laite on halpa ja käyttövarma, joskin hidas ja ergonomisesti huono, koska kylväjä joutuu työskentelemään kumarassa saadakseen siemenet tarkasti haluamaansa kohtaan.

312. Heilurilaitte

Kylvökannun ergonomisesti huonoa työasentoa on pyritty parantamaan nk. heilurilaitteella, jossa siemensäiliö on koko ajan samassa asennossa kylväjän rinnalla. Siemenet ohjataan n. 70 cm pituisen puusauvan avulla muoviputkea pitkin haluttuun kohtaan. Tässäkin menetelmässä on siemenmäärä säädettävissä ja kylvö käy lähes kävelyvauhtia (TYNKKYNEEN 1973). Työasento on pysty eikä näin rasita selkää. Menetelmä soveltuu lähinnä auratuille kylvöaloille.

313. Keskipakoiskylvölaitteet

Varsinkin Yhdysvalloissa käytetään metsänkylvöön kannettavia, käsikäyttöisiä, maatalouskylvölaitteista kehiteltyjä keskipakoiskylvölaitteita. Niissä on yksinkertainen rakoannostelulaite, jota kylväjä kammien välityksellä käyttää. Kylvökaistan leveys on 5...6 m, ja siemen leviää hieman tasaisemmin kuin käsin kylvettäessä. Todellinen siemenmäärä vaihtelee $\pm 10\%$ halutusta määrästä (MANN ja DERR 1971, STIELL 1976).

Nämä laitteet on todettu tehokkaimmiksi alle 80 ha suuruisilla, muodoltaan epäsäännöllisillä kylvöaloilla, joilla on jo luontaista taimiainesta. Keskipakoiskylvölaitteiden tuotos on MANNin ja DERRin (1971) mukaan 0.5...1,0 ha/h.

Suomessa on Metsähallituksen työmailla käytetty saksalaista alkuperää olevaa KLEEGERE-hajakylvölaitetta. Laitteessa on säädettävä rakosäätäjä ja keskipakoislevy, jota kylväjä sukkaa liikuttamalla käyttää (ETHOLÉN suull.).

32. Työnneltävät kylvölaitteet

321. Janne-kylvökeppi sekä Jalco- ja Wolf-kylvölaitteet

Peltokylvölaitteista on kehitelty useita, lähinnä auratuille kylvöaloille soveltuvia apuvälineitä. Näitä ovat Janne-kylvökeppi (valmistus lopetettu) sekä Jalco- ja Wolf-kylvölaitteet. Näiden laitteiden perusosat ovat työntövarsi ja kantopyörä, jossa on rakosäätäjä. Kun laitteita työnnetään pitkin palleeta, siemenet putoavat ennalta määrätyn välein kylvövakoon joko

ryhmissä (Wolf ja Jalco) tai yksitellen (Janne) (vrt. TYNKKYNEEN 1973, KINNUNEN 1977).

Jalco-kylvölaitteessa on kantopyöränä kaksi toisiaan vasten kallistettua kiekkeleikkuria, jotka auraavat pientä vakoa. Siementen pudottua vakoon perässä tuleva laahus peittää ne. Sekä vaotuksen että laahuksen on todettu soveltuvan huonosti suomalaisille kylvöaloille, ja Wolf-kylvölaitteesta onkin laahus poistettu eikä se tee kylvövakoa.

Siemensäiliönä on laitteen ontto varsi (Janne ja Jalco) tai pyörivä kiekko (Wolf). Janne-kylvökepeissä siemenväli on vakio, kun taas kahdessa kehittyneemmässä laitteessa se on säädettävissä. Jalco-kylvölaitteessa on varren alapäässä reikälevy, jonka avulla voidaan valita sopiva reikä kylvötiheyden säätämiseksi. Varren sisällä pyörivät harjakset työntävät siemenet terien muodostamaan vakoon. Wolf-kylvölaitteessa siemenet putoavat kiekon ulkokehillä olevista, portaattomasti säädettävistä aukoista omalla painollaan maahan.

KINNUSEN (1977) mukaan nämä laitteet sopivat varsin hyvin myös metsässä käytettäväksi. Biologinen tulos vastaa vakoruutukylvöä, ja tuotos on huomattavasti suurempi. Jalco-kylvölaitteen tuotos on KINNUSEN (1977) mukaan n. 2.2 ha/pv, Wolfin n. 2.1 ha/pv ja vakoruutukylvön 1.2 ha/pv.

33. Laikkukylväjät

Laikkukylvöön on kehitetty lukuisia käsikäyttöisiä välineitä. Näiden kylvölaitteiden perusosat ovat muokkausosa, siementen annostelulaite sekä laukaisumekanismi, jonka avulla kylväjä voi pudottaa tietyn määrän siemeniä kylvölaikkuun.

331. Larssonin kylvölaite

1950-luvulla kehitettiin Ruotsissa laikkukylvöön tarkoitettu kylvölaite, jonka erikoisuutena on laitteen alaosassa oleva karkaistusta teräksestä valmistettu rengas, joka on hammadettu siten, että se käsikahvasta liikuttamalla leikkaa itsensä humuskerroksen läpi. Tämän jälkeen jalkakäyttöisen nostotankomekanismin välityksellä toimiva lusikanmuotoinen rauta työntää humuksen syrjään.

Siemensäiliössä on kaksi osastoa, ja siemenmäärä on säädettävä. Laite on varsin painava, 9 kg, ja sen tuotos on 1 ha/pv (CARLBORG 1959).

332. Molkom-sauva

Ruotsalaista alkuperää on myös Molkom-sauva. Sen pääosat ovat kevytmetalliputki, joka sisältää sekä siemensäiliön että syöttömekanismin, ja laitteen alaosassa oleva suukappale, jossa on muuraussiivet. Syöttömekanismia käytetään laitteen yläosassa olevaa kädensijaa vääntämällä, ja siemenmäärä on säädettävissä. Suukappale on litistetty, jotta siemenet saataisiin jakautumaan n. 12 cm pituiselle, kapealle viirulle.

Multaussiivillä siirretään kylvön yhteydessä osa irtonaisesta pintamaasta syrjään. Kun siemenet ovat laikussa, nostetaan multaussiivet ylös ja ohut maakerros putoaa siementen päälle (KORTE 1965).

333. SRA-kylvölaite

SRA on Ruotsissa 1960-luvun puolivälissä kehitetty kylvölaite. Laite muistuttaa ulkonäöltään kävelykeppiä. Sen alaosaan on kiinnitetty siemensäiliö ja kolme muokkaussiipeä, jotka keppiä väännettäessä möyhentävät maan siemenen ympärillä.

Laitteen erikoisuus on, että se laitetta maahan painettaessa syöttää siemenet yksitellen. Säiliöön sopii 15 000 siementä ja laitteen paino on n. 2 kg. Tuotos on 5000 siementä eli 2.5 ha/pv (ANONYM 1965, BRUUN 1965, ANONYM 1966).

334. Åbergin peitekylvölaite

Jo 30 vuotta vanha on ruotsalainen kylvölaite, joka kylvön lisäksi peittää siemenen. Tämänk. peitekylvön ajatuksena on, että kun kosteus tiivistetyssä maakerroksessa kulkeutuu kapillaarivoiman ansiosta, peitekerros katkaisee etenemisen, ja siemen saa itämiseen tarvittavan kosteuden.

Laitteen näkyvän osan muodostavat paksu putki, jonka yläpäähän on kiinnitetty kahva, ja siemenlevittäjä, johon on liitetty vakorauta. Putken sisällä samankeskisesti kulkee ohuempi putki. Putkia erottaa kylvölaitteen alaosassa pohjalevyn yläpuolella väliseinä.

Pohjalevyssä on kaksi putkien kanssa yhteydessä olevaa kanaavaa, ja sen alla siihen osittain upotettuna on levittäjään laakeroitu sylinteri, jossa on kaksi pitkiästä lovea. Lovet ja pohjalevyn kanavat saadaan toistensa yhteyteen vaijerien välityksellä.

Siemenet ovat ohuemmassa putkessa ja peiteaine paksummassa. Peiteaineena voi olla esim. sahanpurua. Vakoraudalla tehdään kylvövako, ja sen jälkeen levittäjän etureuna siirretään vaon keskikohdalle. Kun nyt sylinterin urat ja pohjalevyn aukot saatetaan kohdakkain, putoavat urassa olevat siemenet levittäjän kautta kylvövakoon. Kun sylinteri kääntyy toiseen suuntaan, putoaa peiteaine vakoon ja siemenura täytyy: laite on valmis seuraavan laikun kylvöön.

Laitteen etuja ovat mm.

- hyvä työasento
- vakorauta, siemenen levittäjä ja peiteaine samassa laitteessa
- levittäjä varmatoiminen ja siemenet leviävät tasaisesti
- siemenmäärä säädettävä
- kylvön nopeuttamiseksi voidaan molemmat putket täyttää siemenillä (LINDGREN 1950).

Seuraavassa muutamia Venäjän federaation maatalousministeriön vv. 1957-58 järjestämässä käsikylvölaitteiden näyttelyssä esille tulleita kylvölaitteita. Laitteet ovat hyvin erityyppisiä: levy- kiekko- ja mäntärakenteisia. Annostelijana on joko aukko tai kolo, mistä johtuen yhteen kylvöpisteeseen kohdistettu siemenmäärä on vakio. Joissakin konstruktioissa

aukko ja siten siemenmäärä ovat säädettäviä.

Annosteluperiaatteiltaan (rakenteesta riippumatta) kylvölaitteet voidaan jakaa neljään ryhmään:

Ensimmäisen ryhmän muodostavat laitteet, joiden annosteluaukoissa liikkuu levy, jossa on liukukappaleella säädettävä säätelyaukko. Liukumattomissa levyissä on lähellä toisiaan syöttö- ja kylvöaukot.

Toisen ryhmän laitteissa on varsi, johon on tehty kolo. Kun kolo on siemensäiliössä, se täyttyy. Kun varsi lasketaan säiliöstä alas, siemenet putoavat kylvökohteeseen.

Kolmannen ryhmän muodostavat laitteet, joissa varren tilalla on rumpu, jossa on kolo. Kun rumpu pyörähtää siten, että kolo on kylvölaitteen sisällä, kolo täyttyy. Rummun pyörähtäessä ulospäin siemenet putoavat kohteeseen.

Neljännän ryhmän laitteissa on yksi liikkumaton ja kaksi liikkuvaa kiekkoa. Liikkumattomassa kiekossa on yksi tai kaksi annosteluaukkoa. Liikkuviin kiekkoihin on tehty leikkaukset siten, että ylemmän osuessa annosteluaukon kohdalle aukko täyttyy siemenillä, mutta alempi on vielä suljettuna. Kylvöhetkellä liikkuvat kiekot pyörähtävät päinvastaiseen asentoon ja siemenet putoavat kohteeseen.

Useimpien kylvölaitteiden runko-osa on teräs- tai alumiini-putkea, joka toimii myös siemensäiliönä (LARJUKHIN 1959).

335. Kuznetsovin kylvölaite

Kuznetsovin kehittämässä laitteessa putken alaosassa on leikkaus ja sillä kohtaa levy. Tässä levyssä on syöttöaukko, jonka läpi siemenet putoavat annosteluaukkoon. Annosteluaukon suuruutta voidaan säätää liukukappaleella.

Putken alapäässä on yläosaltaan kourumainen kuokka, joka on kiinnitetty loven avulla levyyn. Lisäksi kourun pohjaan on hitsattu varsi, joka kulkee suuntaajan aukon läpi. Liikkuva levy on kiinnitetty ruuvilla kuokan kouruosaan. Suuntaajan ja kourun välisessä varressa on kierrejousi. Vapaassa tilassa jousi painaa kourun etuasentoon, jolloin annosteluaukko ja syöttöaukko ovat kohdakkain, ja jälkimmäinen täyttyy siemenillä. Tässä vaiheessa valmistetaan kylvölaikku.

Laikun teon jälkeen kylväjä painaa vartta alaspäin. Tällöin putki liikkuu kourun sivulovia pitkin, syöttöaukko sulkeutuu ja alapuoli aukeaa, sekä siemenet putoavat kourua pitkin laikkuun. Sen jälkeen jousi painaa kylvölaitteen alkuasentoon.

Laitteen etuna on, että laikun teon jälkeen kylvöpainallus voidaan tehdä laitteen asennosta riippumatta, kun taas muissa välineissä on tehtävä jokin lisäliike. Haittana suuri paino ja epätarkka rakenne, josta johtuen 3.7 % siemenistä rikkoutuu.

336. Jereminin kylvölaite

Tämä laite koostuu alumiiniputkesta, jonka alapäässä on muokkausosa. Putken sisällä on mäntävarsityyppinen annostelujärjestelmä. Mäntävarsi nousee jousivoiman ansiosta painonappia vasten ja vapaassa tilassa varsi on putken sisällä, jolloin siemenkolo täyttyy. Nappia painamalla jousi puristuu, ja mäntä siemenineen painuu ulos.

337. Solojevin kylvölaite

Solojevin kylvölaite on rumpusyöttöinen. Lähtöasennossa rummun kolo on syöttöaukon kohdalla ja täyttyy siemenillä. Kun kylväjä vetää kädensijasta, rumpu liikahdaa ja siemenet putoavat laikkuun.

Maanpinnan valmistamista varten laitteen alapäähän voidaan kiinnittää joko kuokkamainen tai haravamainen muokkausosa, joista jälkimmäisessä on kaksi siemenaukkoa.

338. Manturovskin kylvölaite

Laite on tarkoitettu muokatuille kylvöaloille. Siinä on puinen siemenlaatikko ja puinen varsi rumpusyöttölaitteineen (LARJUKHIN 1959).

339. Suojakylvölaitteet

Suojakylvössä yläpäästään avoin muovikupu asetetaan suojaamaan siemeniä ja myöhemmässä vaiheessa sirkkatainta. Siemenmenekki

(3...5 itävää siementä laikkua kohden) on huomattavasti pienempi kuin muita kylvömenetelmiä käytettäessä.

3391. TT-suojakylvölaite

Suojakylvölaitteen muodostavat kylvökeppi ja suojiin kantovaljaat. Siemensäiliö sijaitsee kepin yläpäässä ja siinä on säädettävä annostelulaite.

Kylvöön valmistauduttaessa valjaista irrotetaan kylvösuoja, ja se napautetaan kepin alapäässä olevaan paininrenkaaseen. Tämän jälkeen kylvölaite suojineen painetaan maahan. Vipusta painamalla siemenet putoavat kylvösuojan sisään ja se irtoaa laitteesta.

Keskimääräinen tuotos äestetyllä maalla on n. 1 ha/msp.

KINNUSEN (1977) mukaan tuotos on n. 0.6 ha/msp ja ANONYMIN (1973) n. 1 ha/msp.

Biologisia tuloksia ovat esittäneet mm. LÄHDE (1973, 1974, 1978), LÄHDE ja PÖYHTÄRI (1972) ja SAVILAMPI (1978) Suomessa sekä RAGNER ja WENDT (1973) Ruotsissa. SAVILAMPEA lukuun ottamatta ovat em. tutkijoiden saamat tulokset osoittaneet, että kylvösuoja parantaa ratkaisevasti itämistä ja taimien alkukehitystä. SAVILAMPI on tutkinut suojakylvön onnistumista Oulun läänissä, eikä ole havainnut suojakylvöllä saavutettavan sanottavaa hyötyä.

3392. Ruotsalainen suojakylvölaite

Ruotsissa on myös kehitetty suojakylvölaite. Laitteen käytön edellytyksenä on kivennäismaan paljastaminen ja kylvöpaikan tiivistäminen vedenpidätyskyvyn parantamiseksi.

Laite koostuu ontosta putkesta, jonka alapäässä on kartiomainen levennys ja yläpäässä siemensäiliö. Putken yläpäähän on kiinnitetty toinen, em. putken suuntainen putki, johon kylvösuojat on kiinnitetty. Lisäksi laitteeseen kuuluu kylvösuojien hidastuslaite, joka on lähinnä kiemurteleva johto, jota pitkin pudotessa kylvösuojan nopeus pienenee ja kylväjä voi suunnata sen tarkasti haluamaansa kohtaan. Kylväjä käyttää syöttömekanismia käsikahvassa olevalla liipaisimella.

Kylväjä nostaa siirtyessään kylvösuojapidäkkeen yli ja pitelee sitä, kunnes kylvöpaikka on valmis. Sen jälkeen kylvösuoja pudotetaan hidastuslaitteen kautta maahan ja painetaan 0.5...1,5 cm syvyyteen. Samanaikaisesti syötetään siemen suojan sisään.

Tuotokseen on todettu suurimmin vaikuttavan kylvölaikun laadun sekä erilaisten kylvöä vaikeuttavien tekijöiden, kuten hakkuutähteiden määrän (ANDERSSON 1975).

4. HEVOSVETOISET KYLVÖLAITTEET

41. Erkasin kylvölaite

ERKAS (1967) on kehittänyt hevosvetoisen, lähinnä siemen- ja suojuspuualoille soveltuvan kylvölaitteen. Tämä yhdistetty aura-kylvölaite koostuu vakoaurasta sekä auran liitetystä kylvölaitteesta. Siemenet joutuvat maahan 3...5 cm syvyyteen, ja laite multaa ne.

Laitteella kylvettäessä työryhmän muodostaa kaksi henkilöä: toinen ohjaa hevosta, toinen auraa. Etuja esim. traktorikylvöön verrattuna ovat kapeus, helppo kääntyvyys, maastokelpoisuus sekä mahdollisuus jyrkempienkin rinteiden kylvöön.

5. KONEVOIMAISET KYLVÖLAITTEET

51. Traktorisovitteiset kylvölaitteet

Kylvö on tavallisesti koneellistettu liittämällä kylvölaite traktorin vetämään maanmuokkauslaitteeseen. Näin yhdellä ajokerralla voidaan tehdä useita työvaiheita, mikä luo edellytykset koneellisten kylvömenetelmien taloudellisuudelle.

511. Hajakylvölaitteet

Yhdysvalloissa käytetään hajakylvömenetelmää, jossa maanpinnan käsittelyä ei tarvita tai se on tehty aikaisemmin. Jyräpyörät painavat siemenet maahan traktorin telojen eteen, jotka tiivistävät ne maata vasten. Siemenet voidaan myös pudottaa telojen taakse.

Näiden kylvölaitteiden annostelijat saavat yleensä käyttövoimansa joko ketjuvälityksellä teloista, erillisestä sähkömoottorista tai voimanulosottoakselista (ANONYM 1961, 1967).

Toisessa hajakylvömenetelmässä vakokylvöön tarkoitetuista laitteista on poistettu muokkausosat, ja siemenet putoavat siis maan pinnalle. Annostelulaitteiden levyjä käyttää maanpinnalla kulkeva käyttöpyörä, tai voima voidaan ottaa ulosottoakselista (MANN, Jr ja DERK 1964, ANONYM 1967, FRITSCH 1971).

Hollantilaisessa ratkaisussa kaksi sylinterinmuotoista siemensäiliötä on kiinnitetty traktorin etuakselin päihin. Siemenet putoavat maahan säiliöissä olevista aukoista, ja perässä seuraavat metallilevyt peittävät ne (JURRIANSE 1965).

Edellä mainituista poikkeava kylvölaite on traktorin takaosaan kiinnitettävä, käsikäyttöisten keskipakoiskylväjien periaatteella toimiva keskipakoislinko. Laitetta käytetään laajoilla, aukeilla aloilla, joilla niiden käyttöä toisaalta rajoittaa näiden alueiden soveltuminen kylvettäväksi ilma-alusovitteisilla laitteilla.

Em. kylvölingon suositeltavin voimanlähde on sähkömoottori. Voimanulosottoakseli on vähemmän suositeltava, koska vaikeissa maasto-oloissa moottorin nopeuden pitäminen vakiona on vaikeaa. Kylvölingon tuotos suotuisissa oloissa on 4...6 ha/h (MANN, Jr ja DERR 1964, 1971).

512. Rivikylvölaitteet

Rivikylvö on hajakylvön ja laikkukylvön välimuoto. Tähän kylvömuotoon on varsinkin Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa kehitetty lukuisia koneita. Jotkut yksinkertaisesti pudottavat siemenen maahan, mutta useimmat auraavat vaon tai jyrsivät kapean kaistan ja sen jälkeen annostelevat tietyn siemenmäärän vakoon. Viimeisenä työvaiheena tiivistyspyörä tiivistää siemenet kivennäismaahan. Tästä johtuen englannin kielen termi "ROW SEEDER" useimmiten tarkoittaa konetta, joka valmistaa kylvöpenkin, kylvää ja tiivistää kylvöksen yhdeillä ajokerralla.

Seuraavat neljä peruskomponenttia ovat kaikissa amerikkalaisissa rivikylvökoneissa (CROKER 1967, CRABER ja THOMSON 1967): aura, kylvöpenkin muodostaja, kylvölaite ja tiivistäjä. Näistä peruskomponenteista on lukuisia muunnoksia.

Aura voidaan kiinnittää joko traktorin etu-(vrt. esim. HORTON ja FLOWERS 1965) tai takaosaan (vrt. esim. CROKER 1967).

Eteen kiinnitetyn auran tehtävä on raivata syrjään hakkuutähteet ja roskapuusto, jotka voisivat vaikeuttaa traktorin ja kylvökoneen muiden osien toimintaa. Takaosaan kiinnitettyjen aurojen käyttö rajoittuu alueille, joilla traktori voi liikkua raivaamatta hakkuutähdettä ja roskapuustoa. Tämän rajoituksen vastapainoksi saavutetaan huomattava etu kompaktirakenteella: laite on nopea kiinnittää traktorin kolmepistejärjestelmään.

Kylvöpenkin valmistuslaitteissa on muita komponentteja enemmän vaihtelua: laikkureita, jyrsimiä, auroja, äkeitä ym. Täten myös kylvöpenkin laatu ja muoto vaihtelevat suuresti.

Varsinainen kylvölaite koostuu kahdesta osasta: siemenen levittäjästä ja maanpinnanavaajasta. Useimmissa vakokylväjissä on tavanomaiset, maatalouskäyttöön tarkoitetut levittäjät, jotka joissakin tapauksissa on muunnettu metsäpuiden siemenille sopiviksi. Levyjen huolellinen valinta ja asennus on tärkeää, jotta siementen vahingoittuminen estyisi.

Levittäjät saavat käyttövoimansa joko maanpinnalla kulkevista käyttöpyöristä, erillisestä voimanlähteestä tai traktorin pyöristä tai teloista (CROKER 1967). Saksalaisessa rivikylvökoneessa levittäjä saa käyttövoimansa voimanulosottoakselista (FRITSCH 1971).

Tiivistäjinä käytetään kumipyöriä, jotka joissakin ratkaisuissa käyttävät siemenen levittäjää.

Levittäjässä käytettävät litteät, mekaaniset levyt saattavat vahingoittaa siementä, ja ne eivät levitä siemeniä yksitellen. Levyt on lisäksi vaihdettava siemenen koon mukaan.

Kaltevia levyjä käytettäessä siemen ei tavallisesti vahingoitu, mutta nämä levyt kylvävät usein tyhjää tai liian monta siementä kerralla. Rakenteestaan johtuen ne saattavat jättää pitkiä matkoja ilman siemeniä, esim. kun kylvökone osuu johonkin esteeseen, ja siemenet ponnahtavat pois levystä (STEVENSON 1966, ANONYM 1967).

Hyvän annostelulaitteen tulisikin täyttää seuraavat kriteerit (ANONYM 1967):

- yksikön tulisi pienellä säädöllä käsitellä kaikkia siemeniä koosta ja muodosta riippumatta
- siemenvälin tulisi olla yksinkertaisesti säädettävä
- yksikön tulisi käsitellä siementä hellästi ja vahingoittamatta
- annostelussa olisi päästävä yksittäiseen kylvöön eli tyhjäkylvö ja liian monet siemenet yhdellä kerralla olisi eliminoitava
- kiinnityksen kaikkiin käytössä oleviin kylvölaitteisiin tulisi olla helppo
- mekanismin tulisi toimia luotettavasti myös kovassa käytössä
- itsepuhdistusjärjestelmä laitteen käytön nopeuttamiseksi
- alhaiset kustannukset ja helppo huolto

5121. H-C Furrow Seeder

H-C Furrow Seeder on Yhdysvalloissa kehitetty pneumaattinen kylvölaite. Laitteella ei ole em. laitteiden haittoja: siemenen käsittely on varovaista eikä siemenen koon muuttuessa ole vaihdettavia levyjä.

Annosteluyksikkö koostuu seuraavista osista: moottori, tyhjiöpumppu, tyhjiöpyörä ja sen varsi, säiliö, pyöräkammio, siemensuppilot sekä virrankatkaisin. Avainkomponentteja ovat ontot, toisesta päästään avonaiset pyörännapaan kiinnitetyt putket, jotka pyörivät siemenkammion kautta.

Ilmapumppu luo alipaineen putkiin, ja jokaisen putken päähän tarttuu yksi siemen ja kulkee kammion läpi. Jos putken päähän tarttuu useampi kuin yksi siemen, ilmasuihku puhaltaa ylimääräiset kammion pohjalle. Kun alipaine lakkaa, siemen putoaa maahan. Ilmavirta vaihtaa nopeasti suuntaa ja puhalttaa pois putkissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet, ja kierto toistuu. Ilmapumppu saa käyttövoimansa kiilahihnan välityksellä bensiini- tai sähkömoottorista (RICHARDSON 1965).

Kukin siementyyppi vaatii erisuuruisen alipaineen. Se on säädettävissä muuttamalla venttiilin avulla ilmavirran määrää.

5122. Rome Seeder

Rome Seeder on amerikkalainen traktorisovitteinen kylvölaite. Kylvöpenkin muodostavat laitteen edessä olevat neljä lautasta. Takana on kaksi tiivistyspyörää, ja niiden yläpuolella siemensäiliö. Siemenet putoavat tiivistyspyörien väliin, joista etummainen tiivistää kylvöalustan ja jälkimmäinen painaa siemenet maahan (MANN ja DERR 1964, TYNKKYNEEN 1973).

5123. Texas Seeder

Texas Seeder on em. laitteen kehittyneempi versio. Laite on asennettu kahden autonpyörän varaan. Kylvöalustan valmistaa pyörien välissä oleva uurteinen tiivistyspyörä. Siemenputki on takimmaisena, sileäpintaisen pyörän edessä. Laitteen tuotos on 0.8...1,2 ha/h (TYNKKYNEEN 1973).

Yleensä yksirivisten rivikylvökoneiden ajanmenekki Yhdysvalloissa on ollut 33...160 min/ha (GRABER 1973) ja kaksirivisten 35 min/ha (MANN, Jr ja DERR 1971).

Näiden laitteiden etuna ovat alhaiset hehtaarikustannukset, jotka johtuvat siemenen tehokasta levittämisestä sekä kylvöpenkin valmistamisen ja kylvön yhdistämisestä yhdeksi työvaiheeksi. Yleensä tehokkaan toiminnan edellytyksenä ovat pitkät, yhtäjaksoiset rivit (MANN ja DERR 1964, CROKER 1967).

Erityisesti Neuvostoliitossa on kylvön koneellistamiseen kiinnitetty suurta huomiota.

5124. Szn-1-kylvölaite

SZN-1 on traktorivetoinen, yksirivinen kylvölaite. Se soveltuu sekä muokatuille että muokkaamattomille kylvöaloille. Kylvövaon tekee laitteen edessä oleva varras. Itse kylvölaite on ketjukäyttöinen ja saa käyttövoimansa tiivistyspyörästä. Siemenmenekki on 4...19 siementä/m ja ajanmenekki 33 min/1000 m (TYNKKYNEN 1973, LARJUKHIN 1974).

5125. PDN-1-kylvölaite

Ko.kylvölaite on kehitetty erityisesti havupuiden kylvöön. Se auraa ja kylvää samanaikaisesti. Laite soveltuu myös kivisille maille ja sen tuotos on 15 km/8h.

5126. MLT1-1- ja MLTI-2-kylvölaitteet

MLT1-1- ja MLTI-2-kylvölaitteet on tarkoitettu suojametsien perustamiseen helpoissa olosuhteissa. Edellä mainittu laite on yksirivinen ja jälkimmäinen kaksirivinen. Yksirivisen kylvölaitteen tuotos rivivälin ollessa 2.5 m on 1.6 ha/h ja kaksirivisen 1.8 ha/h (TYNKKYNEN 1973).

5127. PST-2A

Neuvostoliittolainen on myös kaksirivinen PST-2A-kylvölaite. Tämän yhdenmiehenkäyttöisen muokkaaja-kylväjän ajanmenekki on 8...12 min/1000 m² (LARJUKHIN 1974).

5128. SLP-1.3-kylvölaite

SLP-1.3-kylvölaite on tarkoitettu havupuiden siementen pallekylvöön. Palteet on yleensä tehty kaksisiipisillä auroilla hieta- tai hiekkamaille. Laitetta käytetään pääasiassa Neuvostoliiton metsä- ja aroalueilla.

Laite painaa 470 kg ja se kylvää kahteen riviin. Riviväli on säädettävissä 1.3...3,0 m:iin. Kylvöpisteiden väli on 0,5...1,0 m, ja yhteen pisteeseen kylvetään 20...60 siementä. Vannas tekee 10...12 cm syvyisen vaon, ja siemenet peittyvät 0,5...2,0 cm syvyyteen.

Traktori kulkee palteen päällä tiivistäen sen. Kylvölaitteen kiekkovantaat tekevät vaon ja kylvölaitteiston suojuksesta putoaa vaon pohjalle tietty määrä siemeniä, jotka peittolaitteen

haravaosat peittävät maahan. Kuljettaja voi yksinään hoitaa koko kylvötahtuman, apumiehiä ei tarvita.

Laitteen erikoisuus on sektion tasakorkuinen kannatusjärjestelmä ja siten rivivälin portaaton säätö (STOLJARTSUK^v 1976).

5129. SL-2-kylvölaite

SL-2 on Leningradin metsäntutkimuslaitoksen (Len NIILHin) kehittämä kaksirivinen laite, jossa kylvö- ja istutusosat voidaan vaihtaa keskenään.

Kylvölaitteen osat ovat runko, lautasleikkurit, tukipyörä, peitorumpu ja runkoon liitetty kiekkokylvölaite.

Koneella voidaan tehdä palle ja kylvövako sekä kylvää vaon pohjalle ja peittää siemenet 2 cm syvyyteen.

Laitetta kehitettäessä on pyritty yleiskoneeseen, joka sekä kylvää että istuttaa avattuihin palteisiin tai muokkaamattomiin, raivattuihin kaistoihin. Koneen kinemaattinen järjestelmä mahdollistaa toimivien osien tunkeutumisen palteeseen, pienentää tukkeutumisvaaraa, mahdollistaa kivien ja kantojen kiertämisen sekä minimoi palteiden deformaation.

Kylvötyössä tarvitaan vain yksi työntekijä, kuljettaja, kun taas istutus vaatii 5 työntekijää. Kylvölaitteen tuotos on 15...18 ha/pv ja istutuslaitteen 4...6 ha/pv (STOLJARTSUK^v 1976).

51210 Saksalainen tarkkuusrivikylvökone

Saksassa on kehitetty traktorisovitteinen, maastokelpoinen, kaikkien havupuiden siementen kylvöön sopiva tarkkuuskylvökone. Koneen sydänosan muodostavat kaksi juurikassiemmenten kylvöön tarkoitettua kylvölaitetta. Peltokylvössä näitä laitteita käyttävät maanpinnalla kulkevat käyttöpyörät, mutta metsäkäytössä kylvölaitteisto saa käyttövoimansa kulmakoneiston välityksellä voimanulosottoakselilta.

Kylvövaon muodostaa kummankin siemensäiliön edessä oleva jousitettu aurankärki. Vaon syvyys on säädettävissä maaperän mukaan. Siemensäiliöiden tilavuus n. 2 litraa. Niiden alla pyörivät voimanulosottoakselista käyttövoimansa saavat siippi-pyörät, jotka heittävät säädöstä riippuen yksitellen 25 tai 35 siementä vakometriä kohden. Kylvövaot ovat metrin etäisyydellä toisistaan.

Kaksi vaihtelevilla painoilla kuormitettavaa tiivistyspyörää painavat siemenet maahan. Paremman peiton mahdollistavat pyöriin liitettävät lankaniput.

Koneen ominaispiirre on kylvön tarkkuus, koska kuljettaja voi keskittyä maastoon, koneen kylväessä saman siemenmäärän metriä kohden ajonopeudesta riippumatta. Yksittäisestä kylvöstä johtuen siemenmenekki on pieni, 2...3 kg/ha. Tuotos on 2...4 ha/pv (FRITSCH 1971). Kone on hydraulisesti nostettava ja täten maastokelpoinen. Laite kylvää myös ollessaan koholla maanpinnasta.

51211. Lamu kylvökone

Lamu-kylvökone vaottaa, tekee kylvöpenkin, jyrsee kaistan ja tiivistää sen, lannoittaa sekä kylvää samanaikaisesti. Se on kehitetty lähinnä ojitettujen avosoitten metsittämiseen ja edustaa kotimaista kylvön koneellistamista.

Laite koostuu HOWARD E 70 -jyrsestä, TUME-lannoituslaitteen kuudesta rivilannoitusyksiköstä, jyrseksen takana olevasta, jyrseksikaistan keskelle vaon tekevistä kaksisiipisestä aurasta ja takana olevasta kokopyöräperiaatteella toimivasta TUME MONO-tarkkuuskylvölevitteestä.

Aura tekee vaon molemmille puolille jyrseystä turpeesta kylvöpenkit ja siemenet kylvetään kummankin penkin päälle riviin, jonka jälkeen kylvölaitteen käyttöpyörät tiivistävät kylvökset.

Lannoituslaitetta pyörittää auranvaossa kulkeva kumipyörä ketjun välityksellä ja kumpaakin kylvölaitetta niiden takana oleva kumipyörä. Siemenväli ja lannoitteen annostus määräytyvät kyseisten pyörien ja vastaavien laitteiden akselien hammasrattaiden läpimittojen suhteista, kolopyörän läpimitasta sekä kolojen lukumäärästä. Lannoitteen ja siementen määrät ovat periaatteessa etenemisnopeudesta riippumattomia. Kolopyörää kääntämällä tai se kokonaan vaihtamalla voidaan siemenmäärää säätää (APPELROTH 1976).

Koneen tuotos riippuu käyttökoneesta ja sen suunnittelusta. APPELROTHIN (1976) mukaan tuotos on 0.3 ha/työmaatunti eli 0,6 ha/tehotunti.

51212. Vako-Viska

Vako-Viska on 1960-luvulla maassamme kehitetty kylvökone, joka kylvön lisäksi myös jyrsee ja lannoittaa. Siemenet putoavat yksitellen ja niiden väli on säädettävissä 8...40 cm traktorin ajonopeuden ollessa 1,5 km/h. Siemenmenekki on 150...200 g/ha (ANTOLA 1967, APPELROTH 1967).

Vako-Viskan automaattista kylvölaitetta on käytetty myös erillisenä manuaalisessa rivikylvössä (KOIVISTO 1968).

51213. Maatilahallituksen metsänviljelykone

Maatilahallitus on 1960-luvulla kokeillut kaksirivistä, nostolaitesovitteista metsänkylvökonetta nevojen kylvöön. Kylvön lisäksi kone vaottaa ja lannoittaa. Siemenen kulutus oli n. 50 g/ha ja tuotos n. 0,25 ha/h (APPELROTH 1967).

513. Laikkukylvökoneet

5131. Robertsfors-kylvölaite

Robertsfors on ruotsalainen, laikkuriin liitettävä kylvölaite. Laitteen muodostavat laikkurin pyörien taakse sijoitetut kylvölaitteet, virranjakaja sekä ohjaamossa oleva valvontataulu.

Laikkurin etupyörät käyttävät rumpupyöriä ketjun välityksellä. Pyörivän rummun koko ja hammersäärä ovat suhteessa 2:1 laikkurin etupyöriin nähden. Täten etupyörien kahta pyörähdystä

vastaa yksi rumpupyörän pyörähdys. Olennainen tekninen piirre tässä kylvölaitteessa onkin laikutuksen ja siemenen irtoamisen välinen synkronointi.

Kylvölaitteet on kytketty ajoneuvon sähköjärjestelmään ja siemenet irtoavat täten sähköisesti, kun laikkurin terät joutuvat kosketuksiin laukaisulaitteen kanssa, siemenpyörä pyörähtää ja määrätty määrä siemeniä putoaa laikkuun. Kuljettaja voi valokennojen ja vilkkuvalojen muodostaman järjestelmän avulla tarkkailla siementen putoamista. Siemenmääräksi voidaan säätää 5...8 siementä laikkua kohden (BERGMAN ja FRICK 1968, ANONYM 1968, ANONYM 1970, BURVALL 1971, TYNKKYNEEN 1973).

Ajanmenekki kylvettäessä = 2800...3000 laikkua hehtaarille on 1,4...1,5 tehotuntia/1000 laikkua eli 3,9...4,5 tehotuntia/ha (BERGMAN 1971). BURVALL (1971) ilmoittaa tuotokseksi keskimäärin 0,5 ha/h ja siemenmenekiksi 0,5 kg/ha.

Kone ei sovellu kylvöaloille, joilla on runsaasti hakkuutähteitä ja korkeita kantoja. Tällöin muokkausterät juuttuvat kiinni ja yksikköön kohdistuu huomattava paine (ANONYM 1970).

Amerikkalaisissa laikkureissa on yleensä maatalouskäyttöön tarkoitetuista siemenen levittäjistä metsäpuiden siementen levitykseen muunnetut laitteet. Niiden on optimioloissa todettu toimivan tyydyttävästi, mutta olevan vaikeassa maastossa epätarkkoja. Alipainesysteemi on tarkka normaalissa metsämaastossa (MANN, Jr. ja NERR 1974).

Laikkukylvöä on sovellettu Kanadassa aurauksen yhteyteen (HORTON ja McCORMICK 1962). Kanadassa on myös kylvetty BRÄCKE-laikkurilla maanmuokkauksen yhteydessä (PARKER 1972, ANONYM 1978).

514. Siemenlaattamenetelmä

Ruotsissa esiteltiin 1970-luvun alussa metsänviljelyn koneellistamista helpottamaan kehitetty nk. siemenlaattamenetelmä. Siemenlaatta on 10x10 cm kokoinen, 0,5...1,0 cm paksuinen, puristettu turvelevy. Levy on päällystetty muovilla tai muovipäällysteisellä paperikosteussuojalla. Sen keskellä on siemeniä varten pieniä reikiä. Laatta asetetaan maahan siten, että alapinta tulee kosketuksiin paljastetun kivennäismaan kanssa.

Koneellisen metsänviljelyn kannalta näillä laatoilla on eräitä huomattavia etuja sekä taimiin että irtosiemeniin verrattuna. Esim. pottitaimiin verrattuna laatat ovat erittäin kevyitä: yksi laatta painaa vain n. 30 g, joten käsittely, kuljetus ja varastointi helpottuu. Toiseksi siemenen kulutus irtosiemeniin verrattuna on selvästi pienempi (ANONYM 1971, REMRÖD 1971).

Laattojen levittämiseksi on Ruotsissa kehitetty kone. Se koostuu tavallisesta laikkurista ja laattojen kylvölaitteesta, johon laatat syötetään pitkissä nauhoissa. Yksi nauha sisältää n. 500 laattaa. Laatat kastellaan, syötetään koneeseen, leikataan ja kylvölaite asettaa ne laikkurin muodostamiin kylvölaikkuihin, jonka jälkeen laikkurin takana oleva suuri kumipyörä painaa ne tiiviisti maata vasten. Koko yksikön hoitamiseen tarvitaan vain yksi henkilö.

Ruotsalaisten kokeiden mukaan ajanmenekki on 0,8...1,8 tehotuntia/1000 laikkua eli n. 2,0...11,5 tehotuntia/ha (ANONYM 1973).

515. "Waldsäer"-kylvökone

"Waldsäer" on käsinohjattava, omalla moottorilla toimiva nelipyöräinen rivikylvökone. Laite on tarkoitettu vaikeisiin maasto-oloihin, joissa kylvötulos traktorisoivitteisilla kylvölaitteilla jää heikoksi.

Laitteessa on 275 cm³:n vaihteeton 4-tahtimottori, jonka teho on n. 4 kW. Sen leveys ja pituus ovat 140 cm, korkeus 90 cm sekä paino 200 kg. Laitteen ohjaamista varten siihen on liitetty ohjaussauvat, ja etupyörien välissä on tasauspyörästä laitteen jarruttamiseksi.

Koneen tekemät V-muotoiset vaot ovat osoittautuneet vedenpidätyskyvyltään hyviksi. Taimien itämistulokset ovat myös olleet hyviä.

Kiilanmuotoiset vannakset tekevät kylvövaot, joiden lukumäärä on säädettävissä. Siemensäiliöitä on viisi, yhteistilavuudeltaan 10 l.

Pienet pyöröharjat sekoittavat siemeniä jatkuvasti, jolloin ne tarkoin määrätyn välein putoavat onton vannaksen läpi kylvövakoon, jonka perässä tulevat jousipiikit sulkevat.

Tuotos rivivälin ollessa 1 m on maaston vaikeudesta riippuen 0,8...2,0 ha/pv (CERKAS 1975).

416. Nestekylvö

Nestekylvö (Fluid Drilling) on menetelmä, jossa esi-idätetyt siemenet kylvetään käyttäen kuljetusaineena geeliä.

Geeli suojaa arkaa sirkkajuurta ja on itämistäpahtuman alussa siemenen vedenlähteenä. Menetelmää on tutkittu ja kehitetty 1960-luvun alusta lähtien lähinnä maatalouden piirissä.

Se keksittiin Englannissa rikkakasvien tutkimuslaitoksella etsittäessä rikkaruohottuneiden laidun- ja tuorerehunurmien uudistusmenetelmiä (SIPARI 1979).

Nestekylvölaitteita on kehitelty Englannin lisäksi myös Yhdysvalloissa ja Neuvostoliitossa, lähinnä maatalouskäyttöön.

Amerikkalaisessa ratkaisussa suihkutetaan siemen-lannoite-sekoituksia. Neuvostoliittolainen laite levittää siementen, lannoitteen, maan, sahanpurun ym. muodostamaa sekoitusta tahnamaisessa muodossa. Siemenensekoituksen nostaa säiliöstä käyttöpyörän käyttämä uppomäntä. Laite on tarkoitettu lähinnä Larix gmelini -viljelmien perustamiseen Kauko-idän Neuvostoliiton puoleisissa osissa (SHEVELEV 1972).

52. Lumikelkkasovitteiset kylvölaitteet

Yksi kylvön perustavoitteista on siemenen saattaminen kivennäismaan sisään itämisen edistämiseksi. Sulavan lumen fysikaalinen vaikutus, maan routiminen ja kevätsateet ovat

ovat apuna tässä pyrkimyksessä. Suuri etu hankikylvöstä on myös, että kylväjä voi nähdä tarkasti jo kylvämänsä alueen (STIELL 1976).

521. Automaattinen kylvölaite

Lumikelkkakylvöön on kehitetty automaattinen kylvölaite, jossa siemenmäärä on synkronoitu lumikelkan ajonopueteen. Koska levitysmekanismi toimii vakionopeudella, siemenet leviävät tasaisesti kelkan kummallekin puolelle. Valvontapiste ja kehitysmekanismi on liitetty siemensäiliön yhteyteen. Hehtaarikohmainen siemenmäärä on yksinkertaisesti säädettävissä. Siemenen koon muuttuessa on vaihdeltava tiettyjä mekaanisia osia.

Laitteen tuotos on n. 8 ha/h (LARSON ja JAMROCK 1969).

521. Motorized Tree Seed Broadcasten

Ko. laite on muunnos BROHMIN ilma-alusovitteisesta hajakylvölaitteesta. Se on suunniteltu erityisesti lumikellkaa varten. Kylvökaistan leveys on n. 15 m ja tuotos optimioloissa 24 ha/h (BROWN 1969, SCOTT 1970).

Laitteen pääkomponentit ovat kierukka ja linko, joita kaksitahtimoottori kiilahihnan välityksellä käyttää. Kierukan nopeutta ja samalla siemenmäärää säätelee zero-max-säätäjä.

Linko koostuu neljästä ristinmuotoon hitsatusta putkesta sekä neljästä ohuemmasta putkesta. Rungon keskelle jokaisen putken alle on porattu reikä. Näillä rei'illä on venturi-vaikutus jatkoputken ja lingon rungon sisäseinän välistä kulkevan ilmavirtaan. Tämä ilmavirta noukkii siemenen jatkoputken päästä ja vie sen lingon putkiin (BROWN 1969).

53. Ilma-alusovitteiset kylvölaitteet

531. Yleistä

Yhdysvalloissa, Kanadassa ja Neuvostoliitossa on metsää kylvetty myös helikopterista ja lentokoneesta käsin. Tämä edellyttää tehokasta kivennäismaan paljastamista ja laajoja, yhtenäisiä uudistusaloja tai työmaakeskityksiä ja vaatii varsin runsaasti siementä. Näistä syistä ei ilmakylvö meidän oloissamme liene kovinkaan käyttökelpoinen menetelmä ehkä Pohjois-Suomen suuria uudistusaloja lukuunottamatta (vrt. TYNKKYNE 1973, APPELROTH 1978).

Ilmakylvö on pääasiallisesti hajakylvöä, mutta rivikylvöäkin on kokeiltu (MANN Jr. ja TAYLOR Jr. 1969, MANN Jr. ym. 1974).

USA:n etelävaltioissa ja Kanadassa on 3/4 kaikesta männynkylvöstä viime vuosina tehty ilma-aluksista.

Ilmakylvö on tarkoituksenmukaista, kun kylvön ekologiset edellytykset ovat hyvät ja kyseessä on vuosittain useiden tuhansien hehtaarien kylvö syrjäisillä alueilla, joille työ-

voiman saanti on vaikeaa ja taimien kuljetus kallista. Kylvö-alueen minimikoko on yleensä 20 ha. Ilmakylvön perusedellytys on tarkoituksenmukainen maanmuokkaus.

Yleensä siemen käsitellään alumiini- tai grafiittijauheella. Alumiinijauhe tekee siemenen liukkaaksi ja estää paakkuutumisen ja levittimen tukkeutumisen.

Toivottua tainta kohden kylvetään yleensä 20 itävää siementä. Jos kivennäismaasta on paljastettu puolet, siemenmäärä voidaan pienentää puoleen. Kylvämällä siemenet kahdessa erässä ristiinlennolla siemen määriä voidaan vähentää viidenneksellä, mutta lentokustannukset kasvavat vastaavasti viidenneksellä. Kotimaisen mäntymme käsittelemätöntä siementä tarvitaan n. 200 g/ha (APPELROTH 1978).

Helikopterissa on moottorikäyttöiset siemenannostelijat ja keskipakoislinko, kun taas lentokoneissa käytetään painovoimaa siementen saattamiseksi venturityyppiseen levittäjään. Moottorikäyttöinen laite on helpompi kalibroida ja siemenet jakautuvat tasaisemmin, mutta myös lentokoneen yksinkertaisempi ja toimintavarmempi laite on tarkasti käytettynä riittävän tarkka.

Pääero näiden ilma-alusten välillä on lentokaistan leveys, joka helikopterilla on n. 30 m ja lentokoneella n. 20 m (MANN Jr. ja DERK 1971). Helikopterisovitteisten kylvölaitteiden tuotos on 100...120 ha/h ja lentokonesovitteisten 60...80 ha/h (MANN Jr ja DERK 1964).

LARSON ja JAMROCK (1969) erittelevät seuraavat haitat lentokonekylvölle:

- lentonopeudesta johtuva siemenen leviämisen riittämätön kontrolli
- lippumiesten aiheuttamat kustannukset
- ilmasto-olot. Työ keskeytyy tuulen nopeuden ylittäessä 3 m/s
- peittäusaineiden myrkyllisyys

532. Hajakylvölaitteet

5321. Kalanpyrstökylvölaite

Vanhimpia hajakylvölaitteita on nk. kalanpyrstökylvölaite.

SIRÉN (1954a ja b) tutki 1950-luvun puolivälissä lentokoneen käyttöä metsänkylvöön Lapissa. Samoin Tehdaspuu Oy ja G.A. Serlachius Oy ovat kokeilleet lannoitukseen käytettyä lentokonetta metsänkylvöön. Kylvöaggregaatti ei kuitenkaan ollut sama kuin lannoitteen levityksessä. Siemen sekoitettiin sahanpuruun ja kylvettiin muokattuun maahan. Siemenmenekki oli 1...2 kg/ha ja kylvötulos tasainen (ANONYM 1974).

Tarkoituksenmukaisen kylvölaitteen tulisi SIRÉNIN (1954a) mukaan täyttää ainakin seuraavat vaatimukset.

- leveä ja tasainen siemenen levitys
- siemenmäärä voitava säännöstellä tiettyyn minimiin lentonopeuden pysyessä vakiona
- häiriötön toiminta.

SIRÉNIN kokeissaan käyttämän kalanpystölaitteen yksinkertainen rakenne oikeuttaa oletamaan häiriöiden olevan vähäisempiä kuin keskipakoiskylvölaitteissa. Siementen ulostuloa voidaan säännöstellä muuttamalla sekä ulostuloputkien lukumäärää että suuttimien muotoa ja suuruutta. Suuttimien pituuden, käyryyden ja kitkan merkitys voidaan määrätä kokeellisesti.

Kalanpystölaitteen toiminta perustuu putkiin kasautuneen ilmamassan ulosvirtausvoimaan. Lisäämällä kojeen sisälle tulevaa ilmamäärää voidaan painetta kohottaa. Siemenet putoavat säiliöstä vapaasti neljästä aukosta vakoihin, jotka johtavat suoraan levityspotkiin (SIRÉN 1954a).

Kylvöä vaikeuttavia tekijöitä ovat tuuli, sillä kylvö on mahdollista vain vastatuuleen, ja sade, koska siemenet tällöin liisteröityvät putkiin.

Tuotos riippuu olennaisesti kiitoradan etäisyydestä kylvöalueelta, siemensäiliön tilavuudesta sekä lentokorkeudesta.

Jos kiitoradalta on lyhyt matka kylvöalueelle, on tuotos SIRÉNIN (1954a) mukaan lentokorkeuden ollessa 30 m 400...500 ha/pv. 20 metrin lentokorkeus pienentää päivätuotoksen n. 300 hehtaariin, 40 metrin lentokorkeus nostaa sen 600 hehtaariin.

Kylvön biologisen onnistumisen arviointia vaikeutti käytettävän siemenen ala-arvoinen itävyys (SIRÉN 1954b).

5322. Kylvölinko

Mm. Uudessa-Seelannissa on käytetty helikopterissa kylvölinkoa, jossa siemenet heittää pyörivä levy. Annostelulaitteen hammaspyörissä olevat lasikuitusiivet eliminoivat siemenen vaurioitumisen ja heittävät siemenet tasaisesti koko kaistan leveydelle.

Linko voidaan kiinnittää teleskooppivarteen ja laskea kylvetäessä alas (LEVACK 1973).

5323. Lannoitteen kylvöön tarkoitetut laitteet

Lannoitteen levittämiseen tarkoitettuja laitteita on käytetty metsäpuiden siementen kylvöön mm. juuri Uudessa-Seelannissa. Laitteet eivät juuri vahingoita siementä, mutta suuri haitta on, että ainoa mahdollisuus siemenvirran säännöstelemiseksi on säiliön pohjassa olevan aukon säätäminen. Tämä on epätyytyttävä ratkaisu, koska siemenvirta muuttuu mm. siementen määrän muuttuessa sekä lennon aiheuttamien värähtelyjen vaikutuksesta (LEVACK 1973).

5324. Rulla-annostelija-kylvölaite

Em. kalibrointi-ongelman voittamiseksi on kehitetty nk. rulla-annostelija. Siemensäiliön pohjassa siemenaukossa on pyörivä rulla, joka vetää siemenet säiliöstä. Rullan nopeutta säätää sähkömoottori kiilahihnan välityksellä (LEVACK 1973).

5325. BROHMin keskipakoislevitin

Kehittynein hajakylvölaite lienee BROHMin keskipakoislevitin malli 3 (WORGAN 1973). Laite on alunperin suunniteltu helikopteria varten (BROHM 1967), mutta sittemmin muunnettu myös lentokonesovitteiseksi, ja siitä on myös lumikelkkasovitteinen versio.

Laitteen muodostavat suppilomainen säiliö, jonka pohjassa on sähkömoottorikäyttöinen kierukka ja siemenen syöttönopeuden säätäjä sekä neljän muoviputken linko, jonka pyörimisnopeus on 16,6 r/s.

Kierukan nopeus on säädeltävissä, jolloin hehtaarikohtainen siemenmäärä vaihtelee. Linkon pyörimisnopeuden kasvaessa yli 16,6 r/s pienenee siemenen itävyys huomattavasti (BROHM 1967, WORGAN 1973).

Rumpu-kaapeli-laitteiston avulla linkoa voidaan laskea ja nostaa esteiden ohi. Siemen leviää ympyränmuotoisella alueella, jonka säde on 27 m (BROHM 1967).

533. Rivikylvökokeet

Yhdysvalloissa on kehitetty ilma-alusovitteisia rivikylvölaitteita (MANN, Jr ja TAYLOR 1969, MANN, Jr ym. 1974).

Pyrkimys hajakylvöstä rivikylvöön siirtymiseen perustuu toisaalta siihen, että siemenviljelyksissä tuotettu siemen on

liian kallista hajakylvettäväksi, ja toisaalta uskomukseen, että toisistaan kaukana olevissa riveissä kasvatetun puuston valikoiva ensiharvennus on korjuukustannuksiltaan halvempaa kuin hajakylvöllä perustetun puuston (MANN, Jr ym. 1974).

Rivikylvö on hajakylvöä hitaampaa, mutta halvempaa, koska siemenmääriä voidaan vähentää n. 70 % (MANN, Jr ja TAYLOR, Jr 1969).

Tutkimuksissa on päädytty helikopterin käyttöön, jolloin lentonopeudella 65 km/h siemenet lingotaan 8...15 metrin korkeudelta 96 km/h putoamisnopeudella 6 mm läpimittaisina, pyöreinä savirakeina kolmeen riviin. Savipäällysteiden tarkoitus on antaa siemenille yhtenäinen muoto ja koko ja se huuhtoutuu nopeasti.

Kokeissa riviväli on ollut 3,6 m ja siemenväli 45 cm. Poikkeamat sivusuunnassa olivat 1,5...1,8 m/s sivutuulella alle 60 cm. Rivikylvö edellyttää täydellistä maapinnan paljastamista.

Siementen levitysjärjestelmän pääosat ovat siemensäiliö, sen alapuolella oleva pyörivä levy, jonka ulkokehällä on reikiä sekä suuttimet. Säiliön keskellä on käännetty kartio siementen syötön helpottamiseksi levyn kehällä oleviin reikiin. Levyn pyörimisnopeus on säädettävissä, mutta kokeissa se yleensä on ollut 0,5 r/s.

Suuttimet ovat tietyssä kulmassa tietyn rivivälin saavuttamiseksi. Sivulta tulevan paineilman luoma imu vetää siemenet levyltä suuttimiin ja antaa niille lähtönopeuden. Jokainen suutin kylvää n. 45 siementä sekunnissa (MANN, Jr ym. 1974). Tämä kylvötapa on vielä kokeiluvaiheessa eikä käytännön metsätalous ole hyväksynyt sitä.

534. Lennokkikylvö.

Kanadassa on käytetty suurikokoista lennokkia sumutukseen puutarhassa. Metsänkylvössä se ei ole saavuttanut suosiota koska kylvökustannukset varsinaisilla ilma-aluksilla ovat erittäin pienet ja työ nopeaa. Toiseksi lennokin ohjaaminen edellyttää lippumiehen apua ja tornin rakentamista epätasaisessa maastossa lennokin ohjaamiseksi kasveissa. Kolmanneksi riittävän tarkka kylvölaite sähkömoottoreineen ja hallintalaitteineen on lennokkiin nähden liian painava (vrt. APPELROTH 1978).

LÄHDELUETTELO

- ANDERSSON, P.-O. 1975. Två nya metoder för skogsodling.
Forskningsstiftelsen Skogsarbeten Ekonomi No 17.
Stockholm.
- ANONYM. 1961. Seeding project on Louisiana Card sets record.
Timberman 62(3): 34-37.
- ANONYM. 1965. Ökad skogsodling till mindre kostnad och med
mindre arbetskraft. Skogen No 6: s. 313.
- ANONYM. 1966. Ein reuer Saatstock. Allg. Forstzeitschr.
No 11/12: s. 216.
- ANONYM. 1967. Pine Seed Drill. Equipment Development &
Test Report 2400-1. U.S. Dept. of Agriculture.
Forest Service Equipment Development Center.
San Dimas, California.
- ANONYM. 1970. SFI scarifier-seeder cloes lightweight,
low-cost job. Can. For. Industries 90(8), s. 59, 61.
- ANONYM. 1971. Siemenlaatta-uutuus metsänviljelyyn.
Koneviesti No 15: s. 17.
- ANONYM: 1973. Maskinell skogsfröplantering. Traktor
Journalen No 14: 688-689.
- ANONYM. 1973. Rationalisering av sådd. Skogägaren No 12:
20-25.
- ANONYM. 1974. Sådd från flyg. Skogsaktuellt No 4: s. 16.
- ANONYM. 1975. Kustannuskysymys vielä koneistuksen jarruna.
Metsälehti No 13: s. 10, 12.
- ANONYM. 1977. Suojakylvömenetelmä kokeilusta käytäntöön.
Metsälehti No 39: s. 4.
- ANONYM. 1978. Alberta reforestation: 70 % suggestful so far.
Pulp & Paper Canada, Vol 79, No 1: s. 7.

- ANTOLA, A. 1967. Nykynäkymiä koneellisesta metsänviljelystä. Tapion tiedotuksia kentälle. No 3: 53-59.
- ANTOLA, A. & LEHTO, J. 1969. Metsänkylvö. Metsänviljely (toim. J. Lehto) s. 165-190.
- APPELROTH, S.-E. 1967. Katsaus Suomessa kokeiltuihin metsänviljelykoneisiin. Suomen Metsänhoitajat s. 44-48.
- 1974. Work study aspects of planting and direct seeding in forestry. Symposium Stand Establishment. Proceedings. Wageningen October 15-19.
- 1976. Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta. Summary: Work study of the Lamu Seeding Machine. Folia For. 253: 1-24.
- 1978. Ilma-alusten käyttö metsän kylvössä. Metsä ja Puu No 1: 6-9.
- BERGMAN, F & FRICK, P.-E. 1968. Ny skog till lägre pris. Trävarnindustrien/Sågverksägaren NO 20: 537, 539-540, 561.
- BERGMAN, F. 1971. Direct Seeding of Scots Pine. Pinus Silvestris Techniques in Silviculture Operations. IUFRO Division No 3. Forest Operations and Techniques. Publication No 1: 143-149.
- BROHM, H.H. 1967. Broadcast Seeding from Helicopters in Ontario. Tree Planters' Notes. Vol 18 No 1: 18-19.
- BROWN, G. 1969. A Motorized Tree Seed Broadcaster. Ontario Department of Lands and Forests. Silvicultural Notes 12.
- BRUUN, S. 1965. Nyheter på sådd och planteringfronten. Skogsägaren No 7: 178-179.

- BURVALL, T. 1971. Markberedning med automatisk sådd.
Skogsägaren No 6: s. 29.
- CARLBERG, G. 1959. Nykonstruerad såddapparat. Skogen
No 5: 118-119.
- CROKER, T.C. 1967. Furrow Seeders can save much money.
USDA Forest Service. Tree Planters' Notes
Vol 18 No 1: 1-4.
- ERIKSSON, L & HEDIN, A. 1965. Försök med maskinell
skogssådd inom Robertsfors AB och Domsjö AB.
Skogen No 5: 92-94.
- ERRAS, Th. 1967. Maschinelle Saatverjüngung unter Schirm.
Allg. Forstzeitschr. No 41: s. 707.
- 1975. Freilandsaaten mit dem "Waldsäer". Allg.
Forstzeitschr. No 9/10: s. 196.
- ETHOLEN, K. 1979. Suullinen tiedonanto.
- FRITSCH, H. 1971. Eine reue Sämaschine für Nadelholzsamen.
Allg. Forstzeitschrift. n:o 10 s. 200.
- GRABER, R.E. ja THOMPSON, D.F. 1967. Mechanized Direct
Seeding - A Furrow Seeder For Rough, Stony Land.
Southern Lumberman December 1967: 122-123.
- GROSE, R.J., MOULDS, F.R. & DOUGLAS, M.G. 1964. Aerial
Seeding of Alpine Ash. Aust. For. 28(3): s. 176-186.
- HORTON, K.W. & McCORMACK, R.J. 1962. Economical Spot Seeding
and Planting Methods for Pine on Sand Plainn. Canadian
Department of Forestry. Res. Br. Techn. Note No 100.
- HORTON, K.W. & FLOWERS, J.F. 1965. Mechanized forest seeding
method promises lower costs. Contr. For. Res. Br. Can.
No 670.

- HUUSKO, M. 1971. Kylvölaitteiden kehittäminen. Metsähallituksen kehittämisjaosto. Tutkimusseloste No 105: s. 1-11. HIRVAS.
- JURRIANSE, T. 1965. ZAAIGN VAN GROVE-DENNEN-ZAAD MET DE TRACTOR. Ned. Bosb. Tijdschr. 37(11): s. 370-373.
- KALLANDER, R.M. & BERRY, D. 1955. Aerial Seeding. Res. Bull. Ors. Bd. For. No 17.
- KAUNISTO, S. 1974 a. Afforestation of open peatlands. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja. No 12: s. 21-29.
- 1974 b. Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Summary: Date of direct seeding on drained peatland. Folia For. 203: 1-28.
- KINNUNEN, K. 1977. Männyn kylvömenetelmien vertailua. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja No 6: 1-13.
- 1978. Männyn kylvön onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä. Metsäntutkimuslaitoksen Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja No 7: 1-5.
- KOIVISTO, V. 1968. Riviinkylvöstä ja siinä käytettävistä välineistä. Metsälehti No 8: s. 4.
- KOLPE, O. 1965. Några nya hjälpmened för ryggvärligt skogsodlingsarbete. Skogen No 13: 264-265.
- LARIUKHIN, G.A. 1974. Some Aspects of Direct Seeding and Tree Planting in Forestry in the USSR. Contribution to the IUFRO Working Party S-3.02-1.
- LARJUHIN, G.A. 1959. Rutšn'ie sejalki, sordann'ie ratsionalzatorami. Lesn. Hoz 12(4): 53-59.

- LARSON, H. & JAMROCK, E. 1961. Snowmobeile Seeding. USDA Forest Service. Tree Planters' Notes Vol. 20 No 19: 1-3.
- LEVACK, H.H. 1973. The Kaingaroa Air Sowing Era 1960-71. N.Z. Journal of Forestry. Vol 18, No 1: 104-108.
- LINDGREN, A. 1950. Ett nytt såddredskap. Skogen No 5: s. 102.
- LÄHDE, E. 1973. The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination pine of pine (*Pinus Silvestris* L.) seed. Selostus: Kylvösuojan ja kylmästratifiointin merkitys männyn siemenen itämiseen. Folia For. 196: 1-16.
- 1974. Suojakylvömenetelmällä parannetaan siemenen itämistä ja taimien kehitystä. Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja No 6: 10-16.
- 1978. Kylvösuojalla edistetään viljelyn onnistumista. Metsä ja Puu No 4: 17-21.
- LÄHDE, E. & PÖYHTÄRI, O. 1972. Uusi kylvömenetelmä - suoja-kylvö - kehitteillä Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu No 2: 6-8.
- MANN, W.F., Jr. 1962. How to direct seed the Southern Pines. The Forest Farmer Manual Vol. XXI No 7: 52-55.
- MANN, W.F., Jr. & DERR, H.I. 1964. Guides for Direct Seeding Slash Pine. USDA Forest Service. Research Paper SO-12. Southern Forest Experiment Station.
- MANN, W.F., Jr. & DERR, H.I. 1971. Direct Seeding Pines in the South. USDA Forest Service. Agriculture Handbook No 391.

- MANN, W.F., Jr. & TAYLOR, H.T., Jr. 1969. Aerial Row Seeding Possible. Journal of Forestry No 11: 814-815.
- MANN, W.F., Jr., CAMPBELL, T.E. & CHAPPEL, T.W. 1974. Forest Farmer. Vol. XXXIV, No 2: 12-13, 38-40.
- Metsätalastollinen vuosikirja. 1976. Folia For. 345: 1-200.
- PARKER, O.R. 1972. Report on the Bräcke-kultivaattori Scanner Seeder. Ontario Department of Lands and Forests Silvicultural Notes No 13.
- PUTKISTO, K. 1970. Metsätöiden koneellistamisen kehitys ja sitä koskeva kokeilu- ja tutkimustoiminta.
- REMRÖD, J. 1971. Försök med såddplattor. Skogen No 3: 78-79.
- RICHARDSSON, B.Y. 1965. New Tools For Direct Seeding. Southern Lumberman. December 15: s. 150-151.
- RÄSÄNEN, P.K. 1973. Metsänuudistamistöiden ajanmenekki ja kustannukset. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja n:o 10.
- SAVILAMPI, P. 1978. Suojakylvön tuloksia Oulun läänissä. Metsäntutkimuslaitoksen Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja No 17: 66-76.
- SHEVELEV, E.I. 1972. Novoe Napravlenie V. Agrotechike Paseva Semjan. Lesn. Hoz. No 7: 45-46.
- SCOTT, J.D. 1966. Broadcast Seeding by air. Woodlands Section Index 2411(F-2).
- SIPARI, R. 1979. Nestekylvö - jatkoa lyhyeen kasvukauteen siemenen esikäsitteilyllä. SAMPSA No 1: 28-29. Maasalo ylioppilaiden yhdistys Sampsa ry:n julkaisuja.
- SIRÉN, G. 1954 a. Lentokone metsän uudistamistyössä. Metsätaloudellinen aikakauslehti No 1: 17-20.

- SIRÉN, G. 1954 b. Lentokonekylvön tähänastiset tulokset Lapissa. Metsätaloudellinen aikaksudlehti No 10: 417-418.
- STEVENSON, G. 1966. Direct Seeding Machine. USDA, Tree Planters' Notes Vol. 17 No 76: 1-2.
- SMELL, W.M. 1976. White Spruce Artificial Regeneration in Canada. Forest Management Institute Ottawa. Ontario, Canadian Forest Service, Department of the Environment. January 1976.
- STOLJARTŠUK, V.I. 1976. Mekanisoitu istutus ja kylvö palteissa. Sbornik nautsnyh trudov. vyp. 25. LenNIILH.
- TYNKKYNEN, M. 1973. Kylvölaitteita ja -menetelmiä. Metsätehon seloste No 13: 1-6.
- WILLISTON, H.S. & BALMER, W.E. 1977. Direct Seeding of Southern Pine. Forest Farmer Vol. XXXVII No 2 Nov.-Dec.
- WORGAN, D. 1973. Aerial Seeding by Fixed Wing Airgraft. General Airspray Limited St. THOMAS. Ontario. Mimeograph.

TUOTOSVERTAILU

Laite	Tekninen ryhmä	Tuotos
Kylvökannu	aukko-annostelu	?
Heiluri	"	?
Keskipakok.	rako-annostelulaite keskipakolevyt	0,5...1,0 ha/h
Janne	rakosäätäjä	
Jalco	"	2,2 ha/pv
Wolf	"	2,1 "
Larsson	?	1 ha/pv
Molkom	?	?
SRA		2,5 ha/pv
Åberg	rako	?
Kuznetsov	"	?
Jeremin	kolo	?
Solojev	"	?
Manturovski	"	?
TT-suojak.	?	0,1...1,0 ha/mtp
Ruots. "	?	?
Erras hevosvet.	?	?
Traktorisoitt. hajak.		
1) telojen eteen	levyt	?
2) poistettu ?	" tai pneum.	?
Jurrianse	rako	?
Keskipak.linko	keskipak.levyt	4...6 ha/h
Rivikylv. yl.	levyt tai pneum.	
	a) litteät	1-riv. 0,4...1,8 ha/h
	b) kaltevat	2-riv. 1,7 ha/h
H-C Furrow	pneum.	?
Rome Seeder	levyt?	?
Texas "	" ?	0,8...1,2 ha/h
SZN-1	?	1,8 km/h
PDN-1	?	1,9 km/h
MLTI-1	?	1,6 ha/h
MLTI-2	?	1,8 ha/h
PST-2A	?	5...7,5 km/h
SLP-1,3	?	?

TUOTOS

Kylvökannu	
Heilurilaite	
Keskipakoisk.	0,5...1,0 ha/pv
Janne-kylvök.	
Jalco	2,2 ha/pv
Wolf	2,1 ha/pv
Larsson	1 ha/pv
SRA	2,5 ha/pv
TT-suojak.	0,6...1,0 ha/mtp
Kylvölinko	4...6 ha
Texas Seeder	0,8...1,2 ha/h
1-riviset	0,4...1,8 ha/h
2-riviset	1,7 ha/h
SZN-1	33 min/1000 m = 1,8 km/h
PDN-1	15 km/8 h 1,9 km/h
MLTI-1	1,6 ha/h
MLTI-2	1,8 ha/h
PST-2A	8...12 min/1000 m = 5...7,5 km/h
SL-2	15...18 ha/pv
Saks.	2...4 ha/pv
LAMU	0,6 ha/heht.
Maatilah.	0,25 ha/h
Robertsfors	0,22...0,26/h
	0,5 ha/h
Siemenlaatt.	0,22...0,5 ha/h
Waldsäer	0,8...2,0 ha/pv
Autom. kylvöl.	8 ha/h
MTSB	24 ha/h
SIREN	300...600 ha/pv
Helikopt.	100...120 ha/h
Lentok.	60...80 ha/h



