
SUORAKYLVÖ JA SUORAKYLVÖKONEET



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala, 5.5.2011

Mauno Mäkitalo



Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Mustialantie 105
31310 Mustiala

Työn nimi Suorakylvö ja suorakylvökoneet

Tekijä Mauno Mäkitalo

Ohjaava opettaja Jukka Wähälä
Heikki Pietilä

Hyväksytty _____

Hyväksyjä

MUSTIALA
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma
Maatilatalous

Tekijä	Mauno Mäkitalo	Vuosi 2011
Työn nimi	Suorakylvö ja suorakylvökoneet	

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen suorakylvömenetelmään ja suorakylvökoneisiin liittyvää aineistoa. Aiheessa edetään alkaen maan rakenteesta, maalajeista, jatketaan suorakylvömenetelmän ominaispiirteisiin ja viimeiseksi käsitellään suorakylvökoneiden eroja. Toimeksiantajanani oli Hämeen ammattikorkeakoulu, Mustiala.

Työn ansiosta voidaan päätellä, että viljelijän on hyvä tuntea omalla tilallansa olevat olosuhteet soveltaakseen suorakylvömenetelmää. Suorakylvömenetelmässä onnistuakseen viljelijän on opittava menetelmän ominaispiirteet. Sopivaa suorakylvökoneetta valittaessa valintaan vaikuttaa hyvien suorakylvöominaisuuksien lisäksi mm. koneen käytön, säätämisen, säiliöiden täytön ja tyhjentämisen helppous. Hyviä suorakylvöominaisuuksia ovat mm. kylvövaon hyvä sulkeutuvuus, kasvinjätteiden käsittely tukkeutumatta, hiuspinni-ilmiön välttäminen ja täsmällisen kylvösyvyyden säilyminen.

Suorakylvökoneiden pitkäaikainen ja luotettava vertailu keskenään on vaikeaa, koska suurelle määrälle suorakylvökoneita vaadittaisiin vielä suurempi määrä koeruutuja riittävän kerrannaisvaikutuksen aikaansaamiseksi. Lisäksi eri koneilla on omat olosuhteensa, jossa ne toimivat parhaiten.

Avainsanat aggregaatti, eroosio, happamoituminen, humus, kasvifysiologia, kasvintuotanto, kylvökoneet, kylvösiemen, lierot, maalajit, maanviljely, maatalous, mikroorganismit, orgaaninen aines, routa, suorakylvö, sato, ympäristövaikutukset

Sivut 114 s

MUSTIALA

Degree programme in Agriculture and Rural Industries
Agriculture Option

Author	Mauno Mäkitalo	Year 2011
Subject of Bachelor's thesis	Direct seeding and Direct Seeding Drills	

ABSTRACT

Direct seeding method is no longer such a new thing but there are still some uncertain things involved with the method. Partly those uncertainties occur because of increased information. In addition nowadays there are fairly many different direct seeding drills on the market in Finland. Therefore it is good to study them and get to know the differences of those drills. I decided to make this bachelor's thesis for the HAMK University of Applied Sciences, Mustiala.

The purpose of this thesis is to bring together materials which are related to the direct seeding method and direct seeding drills. The material deals with the structure of soil, Finnish soil types, direct seeding method, and differences of direct seeding drills.

Conclusions were that in the farmers' point of view it is good to know the conditions in their own fields so they can apply the method in the best way. When comparing different direct seeding drills it is also good to pay attention to the usability of the machine in general, adjusting the machine, filling and emptying the tank of seed and fertilizer. Good direct seeding aspects are for example good closing of the slot, good residue handling, avoiding causing hair-pinning and keeping the right seeding depth in variable conditions.

Long-term and reliable comparing of direct seeding drills is difficult to organize because of the large amount of different drills asks for so big an area under cultivation. In addition every direct seeding drill has its own circumstances where it is working better than some other drill.

Keywords aggregate, acidification, direct seeding, environmental impact, farming, frost, humus, no-till, organic matter, plant, plant production, seed, soil, soil type, sowing machine, yield, erosion, micro organism, physiology

Pages 114 p

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	MAAN RAKENNE.....	2
2.1	Kemialliset tekijät	2
2.1.1	Kasvinravinteet.....	2
2.1.2	Maan happamuus.....	3
2.1.3	Johtoluku	4
2.1.4	Haitalliset yhdisteet	4
2.1.5	Eloperäinen aines.....	4
2.2	Fysikaaliset tekijät.....	4
2.2.1	Maalajien vaikutus.....	5
2.2.2	Tavoitteena kestävä mururakenne	5
2.2.3	Kosteusvaihtelut	7
2.2.4	Routa.....	7
2.2.5	Suorakylvö ja maan rakenne	9
2.3	Biologiset tekijät	9
2.3.1	Pieneliöiden näkemiseen tarvitaan mikroskooppia	10
2.3.2	Lierot ovat hyvän maan tuntomerkki	11
2.3.3	Juurikasvustosta voidaan tulkita maan rakennetta	13
2.3.4	Humus.....	14
2.3.5	Suorakylvö ja maan biologia.....	15
3	MAALAJIT SUOMESSA.....	17
3.1	Kivennäismaat.....	18
3.1.1	Lajittuneet kivennäismaat.....	18
3.1.2	Moreenimaat.....	21
3.2	Eloperäiset maat	21
3.3	Suorakylvö ja maalajit.....	21
3.3.1	Maan lämpeneminen	22
3.3.2	Käytännön kokemuksia maalajin vaikutuksista	22
4	SUORAKYLVÖ MENETELMÄNÄ.....	24
4.1	Suorakylvö on lähtöisin Amerikasta	24
4.2	Ympäristövaikutukset.....	25
4.2.1	Maaperävaikutukset.....	25
4.2.2	Vesistövaikutukset ja vesitalous.....	26
4.2.3	Kasvinravinteet suorakylvössä	27
4.2.4	Kasvihuonekaasut.....	28

4.3	Kustannusvaikutukset.....	29
4.4	Suorakylvössä huomioitavia seikkoja.....	29
5	SUORAKYLVÖKONEISSA ON EROJA.....	32
5.1	Etumuokkaimet ja avauskiekot	32
5.2	Kaksoiskiekkovantaat ja lautasvantaat.....	34
5.2.1	Kaksoiskiekkovantaat.....	34
5.2.2	Yksikiekk- eli lautasvantaat	35
5.2.3	Kylvösyvyyden säätö ja kylvöriivin tiivistys kiekkovantaiden osalta....	38
5.3	Vetovantaat.....	40
5.4	Rivivälin merkitys.....	41
5.5	Lannoitteen sijoitus	42
5.6	Suorakylvökoneet yksittäistapauksina	43
5.6.1	Tume Nova Combi	43
5.6.2	Kongskilde Flexidrill.....	45
5.6.3	Väderstad Rapid	48
5.6.4	Semeato	51
5.6.5	Horsch Pronto DC	54
5.6.6	Claydon V Frame / SR	56
5.6.7	Great Plains	60
5.6.8	Junkkari Maestro	63
5.6.9	Väderstad Seed Hawk.....	68
5.6.10	Kverneland Accord.....	71
5.6.11	Lemken Compact - Solitair 9 plus.....	74
5.6.12	Krause.....	78
5.6.13	Bertini	80
5.6.14	VM Aitosuorakylvökone	83
5.7	Suorakylvökoneet vertailussa.....	87
5.7.1	Vakolan vertailu	88
5.7.2	Loimaan suorakylvökokeet 2006 – 2010	89
5.7.3	Hämäläisten viljelijöiden tyytyväisyys suorakylvöön.....	97
6	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ.....	99
	LÄHTEET	102

1 JOHDANTO

Suorakylvö on lähtöisin Yhdysvalloista, jossa menetelmän käytön syynä on ollut mm. eroosion ehkäisy ja kosteuden säästäminen viljelymaassa. Euroopan ja vielä enemmän Suomen erilaisista ilmasto-olosuhteista johtuen suorakylvömenetelmä on yleistynyt Suomessa vasta 2000-luvun alussa. Huolimatta ilmastollisista eroavaisuuksista, suorakylvömenetelmä on myös Suomessa maaperää ja ympäristöä säästävä menetelmä. Lisäksi menetelmän avulla voidaan säästää kustannuksia satotason kuitenkaan kärsimättä. Suorakylvömenetelmä tarkoittaa viljan kylvöä muokkaamattomaan maahan suoraan esikasvin sänkeen, jolloin maata ei muokata lainkaan. Kansainvälisen määritelmän mukaan tässä opinnäytetyössä käsitellään kylvökoneita, joita ei lasketa suorakylvökoneiksi, jos niissä olevia esimuokkaimia käytetään kylvön yhteydessä. Sellaisilla kylvökoneilla kylvämistä kutsutaan virallisesti yhden ajokerran menetelmäksi.

Suorakylvömenetelmä ja suorakylvökoneiden ominaisuuksista tiedottaminen on viljelijän näkökulmasta ollut paljon koneiden valmistajien, maahantuojien ja jälleenmyyjien varassa. Viime vuosien aikana markkinoille on myös tullut monille tuttujen konemerkkien rinnalle uusia, joiden toimivuudesta Suomen olosuhteissa ei ole vielä paljonkaan kokemuksia. Kukin toimija tuo luonnollisesti esille omien koneidensa parhaimpina pitämiään ominaisuuksia. Maatalousalan ammattilehtien toimesta on tässä opinnäytetyössä käsiteltävistä suorakylvöön soveltuvista konemerkeistä testattu puolueettomasti kaikkia merkkejä. Aivan uusimpia malleja ei tietyistä merkeistä vielä ole testattu.

Tässä opinnäytetyössä ei ole tarkoituksena ollut tuottaa uutta tietoa, vaan koota eri lähteistä suorakylvöön soveltuvien kylvökonemerkkien teknisiä tietoja ja ominaisuuksia yhteen teokseen. Lisäksi olen halunnut saada lisää selvyyttä muutamaa tämän opinnäytetyön motiivinakin olleeseen kysymykseen: ”Miksi siirtyisin suorakylvöön?”, ”Onko suorakylvömenetelmällä mahdollistaa saavuttaa kohtuullinen satotaso ja sadon laatu?”, ”Mitkä asiat vaikuttavat suorakylvön onnistumiseen?” ja ”Minkälainen suorakylvökone omilla pelloillani olisi hyvä?”.

Jotta suorakylvömenetelmästä ja suorakylvöön soveltuvista koneista kiinnostunut lukija saisi edellä mainittuihin kysymyksiin vastauksia, lähdin aluksi selvittämään maan rakenteen muodostumista, maan kemiallisia, fysikaalisia ja biologisia ominaisuuksia. Sen jälkeen käsitelin Suomen peltojen maalajeja.

Aiheessa seuraavana kokosin suorakylvömenetelmään liittyviä ominaispiirteitä, menetelmän vaikutuksia ympäristöön ja viljelijän talouteen sekä käytännöllisiä menetelmään liittyviä vinkkejä yhteen. Tämän jälkeen keskityttiin suorakylvöön soveltuvien kylvökoneiden teknisiin eroavaisuuksiin. Tarkoituksenani oli koota yhteen varsinkin eri koneista löytyvien etumuokkain-, vannas-, kylvösyvyyden säätö- ja tiivistysratkaisujen eroavaisuuksia yhteen,

puhumatta kuitenkaan vielä konemerkeistä. Vasta lopuksi käsittelin koneita yksittäistapauksina, ja otin esimerkeiksi kolme suorakylvökoneita käsittelevää aiemmin tehtyä vertailua.

2 MAAN RAKENNE

Monille ihmisille maaperä on vain sekoitus rapaa ja tomua. Todellisuudessa maaperät ovat maapallon eräitä ihmeellisimpiä ekosysteemejä. Miljoonat kasvit, bakteerit, sienet, hyönteiset ja muut eliöt, joista useimmat ovat paljain ihmissilmän näkymättömiä, osallistuvat jatkuvasti prosessiin, jossa eloperäistä ainesta kootaan ja hajotetaan. Maan rakenne on usein sadonmuodostuksen avaintekijä (etenkin hiesu- ja savimailla) ja se vaikuttaa keskeisesti maan vesitalouteen, ilmavuuteen, lämpötilaan ja mikrobitoimintaan (seed 2009, 1; Pietilän tiedonanto 2009).

Uuden teknologian, uusien työtapojen koneiden ja muiden tuotantovälineiden kirjo on nykyään monipuolinen. Tilan tämänhetkisen ja tulevaisuuden tuottavuuden perustana on kuitenkin maan viljavuus. Viljavuus riippuu monen maassa elävän pieneliölajin ja toisaalta maa-aineksien, veden, ilman ja kasvien juurien yhteisvaikutuksesta sekä maan rakenteesta. (Preuschen 1987, 5.)

Maan kemialliset, fysikaaliset ja biologiset toiminnot sekä viljelytekniiset tekijät vaikuttavat maan rakenteen muodostumiseen ja lopullinen rakenne muotoutuu niiden yhteisvaikutuksena. Fysiologiset ominaisuudet vaikuttavat kemiallisiin reaktioihin ja biologisiin tapahtumiin. Toisaalta kemialliset ja biologiset tekijät heijastuvat maan fysikaalisissa ominaisuuksissa jne. (Alakukku & Pietola 2000, 5 – 11.)

2.1 Kemiaalliset tekijät

Maan kemiallisia ominaisuuksia ovat kasvinravinteet, maan happamuus, johdolu, maassa esiintyvät erilaiset hyödylliset tai haitalliset yhdisteet ja eloperäisen aineksen määrä (Viljavuuspalvelu Oy).

2.1.1 Kasvinravinteet

Kasvinravinteiksi nimitetään niitä alkuaineita, jotka ovat välttämättömiä kasvin kasvulle ja normaalille kehitykselle siemenestä uuteen itämiskykyiseen siemeneseen. Mikään toinen alkuaine ei pysty korvaamaan puuttuvaa kasvinravinnetta kokonaan. Kasvi siis tarvitsee kasvaakseen 16:tta eri kasvinravinnetta. Hiiltä (C) ja happea (O) kasvi saa kaasuna ilmakehästä hiilidioksidina ja happena. Osittain rikkiäkin (S) kasvi saa rikkioksidina ilmasta, mutta normaali rikinotto tapahtuu maan kautta. Vety on peräisin vedestä. Muut 12 ravinnetta kasvi ottaa maasta. Ravinteet luokitellaan useimmiten makro- ja mikro-ravinteiksi niiden määrälliseen tarpeeseen perustuen. Makroravinteiden tarve lasketaan peltoviljelyssä kiloina hehtaaria kohden, kun taas mikroravinteiden

tarve grammoina tai satoina grammoina hehtaaria kohden. Makroravinteita ovat typpi (N), fosfori (P), kalium(K), hiili (C), happi, (O), vety (H), rikki (S), kalsium (Ca) ja magnesium (Mg). Loput seitsemän mikroravinnetta ovat rauta (Fe), mangaani (Mn), kupari (Cu), sinkki Zn), molybdeeni (Mo), boori (B) ja kloori (Cl). On havaittu, että näiden lisäksi saattaa jokin alkuaine olla hyödyllinen tai jopa välttämätön jollekin tietylle kasville. (Farmit.net; Jaakkola 1992, 207.)

2.1.2 Maan happamuus

Maan happamuutta kuvataan pH-arvolla. Maan happamuus säätelee voimakkaasti kemiallisia ja biologisia reaktioita ja vaikuttaa välillisesti myös maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Suomen maaperä on luonnostaan hapan ja pysyy heikosti vastustamaan happamoittavia tekijöitä. Siksi pelloille pitääkin levittää emäksisesti vaikuttavaa kalkkia. Kalkitustarve ei ole suoraan verrannollinen pH-arvoon, vaan siihen vaikuttaa myös savespitoisuus ja orgaanisen aineksen määrä. Eri kasveilla on myös omat optimaalisimmat maan pH-olosuhteet. Happamoittavia tekijöitä ovat hapan laskeuma, viljelytoimenpiteet, ilmastolliset tekijät ja yhtenä voidaan pitää vielä rannikkoseutujen sulfaattimaita. Happamoiva laskeuma johtuu pääasiassa fossiilisten polttoaineiden polttamisesta. Sateiden mukana maahan joutuva hapan laskeuma aiheuttaa noin 40kg/ha kalkitustarpeen vuodessa. (Hartikainen 1992, 58 – 59; Farmit.net.)

Viljelytoimenpiteistä erityisesti typpilannoitteiden käyttö happamoittaa viljelymaata. Lannoitteiden ja lannan sisältämä ammoniumtyppi nitriitiksi muodostuessaan happoja, jolloin niiden neutraloimiseksi tarvitaan jokaista typpikiloa kohden kaksi kiloa kalkkia. Happamoitumista lisää myös runsas muokaus ja avokesannointi, sillä ne lisäävät pelloilta tapahtuvaa huuhtoutumista. Ilmastollisesti happamuutta aiheuttaa sadanta, joka Suomessa on suurempaa kuin haihdunta. Vesi siirtää kalkitsevia aineita alempiin maakerrokseen ja aina vesistöihin saakka. Suomelle tyypilliset karkeat kivennäismaat ovat erityisen alttiita huuhtoutumiselle. Rannikkoseutujen sulfaattimailta tarkoitetaan sellaisia peltoalueita, jotka on raivattu viljelyskäyttöön jääkauden aiheuttaman maankohoamisen seurauksena. Kun entistä merenpohjaa oleva sulfidirikkiä sisältävä maa pääsee tekemisiin ilman kanssa, sulfidi hapettuu sulfaatiksi ja aiheuttaa voimakkaasti happamuutta maassa.(Hartikainen 1992, 58 – 59; Farmit.net.)

2.1.3 Johtoluku

Maan johtoluku kertoo maassa olevien vesiliukoisten suolojen määrän. Maassa, jossa on korkea johtoluku, on kasvin vaikea ottaa ravinteita ja vettä. Kasveilla on eroja suolapitoisuuden kestämisessä. Joissain kylvökoneissa siemen ja lannoite sijoitetaan saman vantaan kautta. Siihen liittyy kuitenkin riski, että itävä siemen ei saa imettyä itseensä vettä, jos suolaväkevyys siemenen läheisyydessä on liian suuri. Tällöin orastuminen ja itäminen hidastuvat ja heikenevät. Maaperän eliöiden on helpompi toimia alhaisessa suolapitoisuudessa. (Maan viljavuustekijät; Kauppila 2004, 36.)

2.1.4 Haitalliset yhdisteet

Maahan tulee ilmasta sateiden ja laskeumien mukana aineita, jotka vaikuttavat maaperän eliöstön toimintaan ja kasvien kasvuun. Tällaisia päästöjä voi olla esim. happamat sateet tai suurkaupunkien, teollisuuslaitosten, kaivosten tai vilkkaan ajoneuvoliikenteen aiheuttamat raskasmetallipäästöt. Myös väärin annosteltuna tai käytettynä kemialliset kasvinsuojeluaineet voivat aiheuttaa muutoksia maaperän pieneliöstössä tai viljelykasvien kasvussa. Maan pieneliöstö hajottaa näitä vieraita yhdisteitä hitaasti. Ne eivät pysty mahdollisesti hajottamaan yhdisteitä kokonaan tai jopa tuhoutuvat itse yhdisteen vaikutuksesta. Jos pieneliöt eivät pysty hajottamaan vierasta ainetta, on vaarana että, nämä aineet rikastuvat maaperään. (Maan viljavuustekijät; Hartikainen 1992, 331 – 332.)

2.1.5 Eloperäinen aines

Maan eloperäinen aines koostuu kasvien ja eliöstön jätteestä, joko paikalla muodostuneista tai lannoitteena pellolle tuoduista. Maaperän eliöstö hajottaa eloperäistä ainesta, jolloin sen sisältämät ravinteet vapautuvat maahan ja kasvien käyttöön. Eloperäinen aines voi myös vähentää haitallisten yhdisteiden, kuten raskasmetallien ja torjunta-aineiden jäämien, myrkyllisyyttä maassa. Lisäksi eloperäinen aines sitoo hyvin vettä, tasaa maan kosteuden vaihteluja ja edistää mururakenteen muodostumista. (Agronet.fi.)

2.2 Fysikaaliset tekijät

Maan rakenteella ja fysikaalisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan sen primäärihiukkasten, eli maan perusjakeiden, keskinäisiä sidoksia ja ryhmittymiä sekä näiden muodostamia huokostiloja. Maahiukkaset voivat olla maassa irrallisina tai hyvin löyhinä ryhmittyminä, kuten karkeissa kivennäismaissa. Ne voivat myös sitoutua yhteen ja muodostaa muruja, kuten savespitoisissa maisissa. (Agronet.fi.)

Kun ravinteiden puutteet on opittu korjaamaan lannoituksella, maan rakenteesta on tullut etenkin hiesu- ja savimaiden viljavuuden avaintekijä. Maan rakenne vaikuttaa kasvien kasvuun säätelemällä maan vesitaloutta, ilmavuutta ja osittain lämpötilaakin sekä näiden tekijöiden välityksellä mikrobin ja maaeläinten toimintaa, esimerkiksi typen mobilisaatiota ja denitrifikaatiota. Suoraan negatiivisesti vaikuttavana kasvutekijänä maan rakenne esiintyy silloin, kun maan tiiviys ja kovuus ehkäisevät orastumista ja juuriston kehittymistä. (Heinonen 1992, 90.)

2.2.1 Maalajien vaikutus

Karkeiden kivennäismaiden (karkea hieta, hiekka ja vastaavat moreenimaat) muokkauskerroksen rakenne ei yleensä aiheuta ongelmia, vaikka niiden primäärihiukkaset esiintyvät enimmäkseen irrallisina tai vain löyhästi sekundäärisiksi rakenneosiksi, eli aggregaateiksi ryhmittyneinä. Syvemmissä kerroksissa hiukkasrakenne on usein iskostunut haitallisen kovaksi. (Heinonen 1992, 90.)

Runsasmultaiset aitosavimaat edustavat toista äärimmäisyyttä, jossa sekundääristä rakennetta muodostavat luonnolliset prosessit ovat voimakkaimmillaan. Niihin kehittyä suotuisissa olosuhteissa hyvin kestävä mururakenne, jolle ovat luonteenomaisia 1 – 10 mm läpimittaiset, enimmäkseen pyöreäkööt aggregaatit, eli murut. Mikroaggregaateiksi sanotaan alle 0,5 mm läpimittaisia, usein hyvin kestäviä osasia, joista isoimmat murut koostuvat ja joiksi ne hajoavat esim. sateen piiskatessa maata. Tavallisesti vain pieni osa savimaan muruista hajoaa primäärisiksi savihiukkasiksi. (Heinonen 1992, 90 - 91.)

Tiivistä massiivista rakennetta esiintyy kaikkien hienojen maalajien syvemmissä kerroksissa. Hiesumaiden rakenne on jokseenkin massiivinen heti kyntökerroksen alapuolella, ja runsassateisissa roudattomissa olosuhteissa savimaatkin pyrkivät tiivistymään. Massiivisen rakenteen toiminta viljelyn kannalta on kuitenkin mahdollista halkeamien, juurikanavien ja madonreikien ansiosta. (Heinonen 1992, 90 – 92.)

2.2.2 Tavoitteena kestävä mururakenne

Maan hyvän rakenteen tuntomerkkeinä käytännön viljelyssä voidaan pitää kolmea seikkaa:

1. Maalla on riittävä vedenläpäisykyky ja kantavuus. Tällöin pelto kuivuu keväällä suhteellisen aikaisin ja tasaisesti. Kesäsateiden jättämät pintavesilätäköt häviävät noin vuorokauden kuluessa sateen päättymisestä. Jos vedenläpäisykyvyssä on ongelmia, pintavalunnan riski kasvaa myös suuremmaksi.
2. Maa muokkautuu helpommin. Kaikkien maalajien muokkaus kevenee ja muokkauskelpoisen kosteuden alue laajenee aina, kun maan rakenne paranee. Suorakylvettäessä kylvövako murustuu kiinni helposti.

3. Maan rakenne kestää vettä. Muokatun maan pitäisi kestää varovaista kastelua ja runsastakin pehmeää sadetta liettymättä niin pahoin, että kylvöalusta kuivuu läpeensä kuivuessaan. Hyvärakenteisetkin maat kovettuvat kastumisen jälkeen jonkin verran, mutta niiden kuorettuma rikkoutuu helposti.

Nämä kolme hyvän maan tuntomerkkiä kertovat pysyvämmistä maan rakeneominaisuuksista ja ne riippuvat hyvin paljon maalajista. Maan lajitekoostumus ja eloperäisen aineksen määrä ovat perusta sille, minkä tyyppinen rakenne maahan voi muodostua. (Heinonen 1992, 92; Hartikainen 1992, 50.)

Kestävän mururakenteen synty on monitahoinen ja monista erilaisista ilmiöistä koostuva prosessi. Rakenteen perusedellytys on kolloidikemiallinen saostumisilmiö (koagulaatio, flokkulaatio), jossa veteen hajaantuneet primäärihiukkaset takertuvat toisiinsa. Koagulaatio perustuu pienten savihiukkasten sattumanvaraiseen lämpöliikkeeseen (Brownin liike), joka aiheuttaa hiukkasten yhteentörmäyksiä ja niiden välisten sidosten muodostumista. Hiukkaset liittyvät toisiinsa ensisijaisesti reunoiltaan, sillä jäykkäliikkeinen vesi estää liitteitä hiukkasia törmäämästä yhteen leveät sivut vastakkain. Koagulaation tuloksena syntyy näin löysää, höytyväistä massaa eli flokkeja. Vastakkaista ilmiötä, dispersiota, tapahtuu varsinkin silloin kun rankkasade piiskaa paljasta maanpintaa ja rakennetta koossa pitävät sidokset ovat heikkoja (Heinonen 1992, 93 - 94).

Kuivuminen toimii mururakenteen vahvistajana. Kuivuminen ja sitä kautta maan halkeileminen on sitä voimakkaampaa, mitä enemmän maassa on eloperäistä liejuainesta ja hienoa savea. Näihin maihin jää yleensä pysyviä raonaiheita, jotka muodostuvat samoihin paikkoihin vuodesta toiseen. Tiiviimpi flokkirakenteen kiinteytyminen muodostuu vasta murun kuivuessa lähelle lakastumisrajaa, jolloin vesikalvon pintajännitys puristaa maahiukkaset lähemmäksi toisiaan. Tällöin muodostuu savihiukkaspaketteja, jolloin kationikehät sulautuvat ja kationisillat vahvistuvat. Kuivumisen aiheuttama kutistuspaine voi olla yli 10 bar. (Pietilän tiedonanto 2009; Heinonen 1992, 98)

Kemialliset sidokset, joissa kationit toimivat siltana, ovat merkityksellisiä mururakenteen muodostumiselle ja kestävyydelle. Saveshiukkaset ovat negatiivisesti varautuneita, jolloin ne vetävät puoleensa positiivisesti varautuneita kationeja, jotka voivat muodostaa siltoja hiukkasten välille. Kationeja on sekä helposti dissosioituvia, että vähän dissosioituvia. Helposti dissosioituvat kationit sitovat ympärilleen paljon vettä, jolloin hiukkasten on vaikeampi takertua toisiinsa. Tällainen rakenne on heikkosidonnainen ja mururakenne hajoaa helpommin. Vähän dissosioituvat kationit, kuten viljelysmaiden yleisin kationi kaksiarvoinen kalsium, sitovat vähemmän vettä ympärilleen. Tällainen kestävämpi sidos luo hyvän perustan maan rakenteelle. Kalkitus parantaa maan rakennetta muuttamalla maan kationikoostumusta merkittävästi ja lisäämällä mikrobitoimintaa. Happamien maiden kolme arvoiset alumiini ja rauta sitovat lujia muruja tehokkaimmin. Jos maata kastellaan usein merivedellä, natriumin (Na) merkitys voi nousta. Natrium on rakenteen kannalta ongelmallinen,

koska se sitoo paljon vettä ja liettää maata helposti.(Pietilän tiedonanto 2009; Alakukku & Pietola 2002, 13.)

2.2.3 Kosteusvaihtelut

Kosteusvaihteluilla on vaikutusta maan rakenteeseen vielä mururakenteen muodostumisen jälkeenkin. Kosteusvaihtelut vaikuttavat sekä hyödyllisesti että haitallisesti. Moniarvoisten kationien sidokset ovat yleensä niin lujia, että savipaketit kostuessaan uudelleen paisuvat vain kationisiltojen venymiskyvyn verran. Paisuminen on suhteellisen hidasta ja siihen voi kulua kuukausia. Vaillinaisesti kuivuneet, joissa koagulaatio ei ole ollut täydellinen, savet paisuvat ”täyteen” helpommin. Natriumin heikentämät kationisillat hajoavat myös helpommin. Kerran kuivuneesta savimaasta ei kuitenkaan tule koskaan pohjavedenalaisille savikerrostumille luonteenomaista pehmeää savea, vaikka maa joutuisi pysyvästi uudelleen veden alle kuivumisen jälkeen. Kuitenkin pitkälle menevä paisuminen on mahdollista, jos likomärällä pellolla on jatkuvaa liikennettä, joka rikkoo savipakettirakenteet. Toisin sanoen, pitkäaikainen märkyys huonontaa maan rakennetta. (Pietilän tiedonanto 2009; Heinonen 1992, 99.)

Maan kastuminen on hyödyllistä silloin, kun hieno sade kostuttaa kuivan ja kokkareisen savimaan hitaasti. Vesi imeytyy kokkareisiin epätasaisesti ensi sijassa isompiin huokosiin. Se aiheuttaa epätasaista paisumista ja sisäisiä jännityksiä, jotka synnyttävät halkeaman aiheita ja heikentävät kokkareita. Oikealla hetkellä tehty muokkaus rikkoo helposti sellaiset kokkareet. Jos maa taas kastuu nopeasti, aggregaattien kestävyys joutuu kovemmalle koetukselle. Vesi tunkeutuu ensin murun suurempiin huokosiin ja synnyttää siten lukemattomia pieniä paisumiskeskuksia, jotka kiilaavat murut pienempiin osiin. Tällainen hajoaminen on usein liian perusteellinen. Kovan sateen haitallisuudesta on toisenlainenkin selitys. Kun aggregaatteihin imeytyy nopeasti vettä joka puolelta, niin muruun sulkeutuu ilmakuplia, joiden paine kasvaa niin paljon, että lopulta paine murtaa murun sen heikoimmasta kohdasta. Äkillisen vetymisen haittoja ei ilmene, jos maa on esimerkiksi katteen ansiosta hieman kostea jo sateen alkaessa tai jos sade alkaa hienona maasateena. Sateen hyödyllisyys tai haitallisuus ja kastuneen maan kuivumisen synnyttämä rakenne riippuu siis sateen kastamisen intensiteetistä, siitä millainen maan tila on ennen kastumista ja minkälaiset ovat maan pysyvät rakenneominaisuudet.(Pietilän tiedonanto 2009; Heinonen 1992, 100,119.)

2.2.4 Routa

Suomessa kaikki maalajit jäätyvät eli routaantuvat. Vain osa niistä routii, jolloin maa kohoaa roudan vaikutuksesta. Routa ei vaikuta karkeiden tai multa- ja turvemaiden rakenteeseen. Hyvin kapillaarisissa maissa kuten hienohietaja hiuemaissa routa muodostaa paksuhkoja jääkerroksia ja roudan aiheuttama heikko rakenne häviää jään sulaessa. Näille maille tällainen routiminen aiheuttaa kuitenkin talvehtimisvaurioita katkoessaan juuria (rouste). Kun saveksen

osuus maassa kasvaa ja jääkerrokset ohenevat, routa vaikuttaa myönteisesti maan rakenteeseen. Roudan vaikutuksen ymmärtämiseksi on hyvä tietää sellaiset peruseikat kuin jään kiderakenne ja laajenemispaine, veteen liuenneiden aineiden, pienten huokosten ja hiukkaspintojen aiheuttama jäätymisspisteen alenema sekä puhtaiden jääkerrosten synnyn mekanismi.(Alakukku & Pietola 2002, 15; Heinonen 1992, 100.)

Jää on kidemuodostuma, joka pyrkii pitämään itsensä puhtaana vieraita aineita pois työntäen (kristallipaine). Veden jäätyminen aiheuttaa itse asiassa maan kuivumista. Nesteessä vesimolekyylien sidokset ovat joustavia. Jäätymässä vesimolekyylin asemat lukkiutuvat ja samalla tilavuus kasvaa noin 8 %. Tämä aiheuttaa suljetussa tilassa kovan paineen, joka voi rikkoa vahvatkin rakenteet. Maan rakenteessa on kuitenkin tavallisesti ilmaa, joka tekee tilaa laajenukselle. Peltomaan routaantumisessa jään laajenemisella ei siten ole kovin suurta merkitystä. Roudan aiheuttama maan kohoaminen eli routiminen johtuu ensi sijassa maaveden kapillaarisesta noususta routarajalla kehittyviin puhtaisiin jääkerroksiin.(Pietilän tiedonanto 2009; Heinonen 1992, 100 – 101.)

Märän maan suuremmissa huokosissa esiintyvä vesi jäätyy aluksi melkein samassa lämpötilassa kuin puhdas vesi. Maaveteen liuenneet aineet ja veden luja sitoutuminen maan pienempiin huokosiin ja maakolloideihin, vaikeuttavat kuitenkin vesimolekyylien siirtymistä jääkiteisiin ja sen vuoksi jäätymisspiste alenee maan vesipitoisuuden vähetessä.(Heinonen 1992, 101.)

Routa voidaan jakaa kolmeen routatyyppiin. Ensimmäinen on jo aikaisemmin mainittu rouste. Roustetta muodostuu, kun maan kapillaarisuus nostaa vettä syvemmistä kerroksista maan pinnan tasalle asti, jolloin vesi jäätyy puikoksi maan pinnalle. Puikkojen kasvu jatkuu, kunnes veden virtausnopeus on hitaampaa kuin jäätymissnopeus. Yhdessä yössä voi syntyä jopa 3 – 7 cm:n korkuisia jääpuikkoja. Rouste on haitallista kasville, koska jääpuikkojen kasvu nostaa jään yläpuolella olevan maan ja kasvin, jolloin kasvin juuret saattavat katketa. (Pietilän tiedonanto 2009.)

Toinen routatyyppi on kerrosrouta. Tiiviissä maassa jääpuikkojen pituuskasvu estyy, joten jää kasvaa sivusuunnassa ja muodostuu linssimäisiä muodostumia. Osmoottinen paine ja maahiukkasten vettä pidättävät voimat jarruttavat veden kulkua maassa. Tästä seuraa se, että linssillä on tietty maksimietäisyys, josta vesi kulkeutuu sitä kohti. Kun maksimietäisyys on saavutettu, alkaa uuden linssin muodostuminen edellisen viereen. Jäälinsseistä muodostuu sitä paksumpi, mitä enemmän on vettä, mitä suurempi on maan kapillaarisuus ja mitä hitaammin maa jäätyy. (Pietilän tiedonanto 2009.)

Kolmas routatyyppi on massiivinen routa. Sitä muodostuu karkeilla mailla, kuten hiekka- ja sora- mailla. Näillä mailla vedenpidätys ja kapillaarisuus ovat heikkoja, jolloin syntyy tasainen routa tai joskus ei synny routaa ollenkaan.(Pietilän tiedonanto 2009.)

Vuoroittainen jäätyminen, toisaalta kuivuminen, ja sulaminen muokkaavat maata kosteusvaihteluihin perustuen. Esimerkki routimisen myönteisestä vaikutuksesta on toistuvan sulamisen ja jäätyminen murustama savimaan kynnös keväällä. Pohjamaassa roudan merkitys lyhyellä aikavälillä on pieni, koska se routaantuu vain kerran talven aikana.(Alakukku & Pietola 2002, 15.)

2.2.5 Suorakylvö ja maan rakenne

Murujen kestävyys lisääntyy ajan myötä jos niitä ei häiritä. Tällöin hiukkasten väliset sidokset lujittuvat. Murujen lujittuminen edellyttää myös erilaisten rakennetta lujittavien aineiden (rautaoksidit, humus, liima-aineet) kertymistä niiden pinnoille. Mitä suuremmiksi murut muodostuvat, sitä merkittävämpiä sidosaineita ovat eliöiden, mikrobien ja juurten erittämät liima-aineet. Lisäksi juuret ja sienirihmastot sitovat muruja mekaanisesti. Kestävimpiä muruja ovat humuksen ja hienoimman saveksen sekä alumiini- ja rautaoksidien tai hydroksidien iskostamat murut. Huonoiten kestävät puhtaasti mekaanisesti muodostuneet murut, joita syntyy esim. muokkaamalla.(Alakukku & Pietola 2002, 13.)

Pitkään suorakylvetty maa on usein lujaa toisin kuin juuri muokattu maa. Suorakylvetyn maan lujuus kasvaa ajan myötä maan tiivistyessä. Tämä parantaa mm. maan kantavuutta vähentäen uppoumien syntymistä. Ruokamultakerroksen lujuus ei haittaa juurten kasvua tai märän maan vedenläpäisevyyttä, jos maassa on hyvä makrohuokosverkosto. Kivennäismailla tehtyjen mittausten mukaan suorakylvetyn maan makrohuokosverkosto oli pienempi kuin kynnetyn maan. Tämän perusteella märän suorakylvetyn maan kyky varastoida hetkellisesti vettä runsaan sateen jälkeen on pienempi kuin kynnetyn. Huokosten määrän ohella niiden jatkuvuus on tärkeä ominaisuus, joka vaikuttaa veden ja kaasujen kulkeutumiseen märässä maassa sekä juurten kasvuun. Muokkaamattomuus lisää ajan myötä huokosten jatkuvuutta, kun huokosia ei enää katkota muokkaamalla. Muokkaamattomassa maassa lierokäytävät ja juurikanavat ovat tärkeitä makrohuokosia.(Alakukku 2004, 11 – 12.)

2.3 Biologiset tekijät

Maan biologiset tekijät pitävät maan elävänä ja ravinteiden kiertoa yllä. Biologisia tekijöitä ovat maan pieneliöstö eli mikrobit, eläimet ja kasvin juuret. Maaperäeliöillä on tärkeä rooli eloperäisen aineksen hajotuksessa ja ravinteiden vapauttamisessa. Eliöstön laatu ja aktiivisuus riippuvat pitkälti maassa vallitsevista olosuhteista, joihin osaltaan voidaan vaikuttaa myös viljelytoimenpiteillä. Maan eliöt ja kasvin juuret osallistuvat myös maan muru- ja huokosrakenteen muodostamiseen. (Agronet.fi; Nuutinen & Palojärvi 2002, 24; Hartikainen 1992, 72.)

2.3.1 Pieneliöiden näkemiseen tarvitaan mikroskooppia

Kourallisessa maata on miljardeja yksittäisiä eliöitä. Myös lajiston monimuotoisuudessa maaperä voittaa yläpuolisen pellon. Pieneliöitä on käytännössä kaikkialla, mutta ne esiintyvät maaperässä runsaimpina siellä, missä niille on suotuisimmat elinolot. Jos maassa on ravinteita ja eloperäistä ainetta, olosuhteet mikrobeille paranevat. Siksi pieneliöitä onkin pintamaassa eniten ja määrä laskee syvemmälle maakerrokseen mentäessä. Pieneliöiden hajottaessa kasvinjätteitä, hajoavasta aineksesta vapautuu ravinteita sekä pieneliön itsensä että kasvien käyttöön. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 24 – 25; Hartikainen 1992, 72 -73.)

Erityisen paljon pieneliöitä on kasvien juurien lähellä, kasvinjätteen ja erilaisen murujen pinnoilla sekä lierokäytävien seinämällä. Optimaalisin lämpötila pieneliöille on noin parikymmentä astetta ja lämpötilan pudotessa nolnaan, niiden aktiivisuus on lähes pysähdyksissä. Maan neutraali pH, riittävä kosteus ja happipitoisuus parantavat myös pieneliöiden viihtyvyyttä. Tärkeimmät ryhmät maaperän pieneliöstöstä ovat bakteerit, sienet ja alkueläimet. Bakteereja on maassa valtava määrä, eikä niistä siksi ole tunnistettu vielä kymmenesosaakaan. Parhaiten tunnetaan hyödylliset palkokasvien typensitojabakteerit, *Rhizobium*-suvun jäsenet, ja haitalliset kasvitautibakteerit. Osa typensitojabakteereista elää symbioosissa kasvin kanssa, jolloin kumpikin osapuoli hyötyy. Bakteerit saavat kasveilta energiapitoisia yhteyttämistuotteita ja kasvi taas bakteereilta kasvuun tarvittavaa typpeä. Sienet esiintyvät maassa mikroskooppisen ohuina rihmoina, joiden avulla ne tunkeutuvat maakerrosten läpi. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 24 – 25; Hartikainen 1992, 72 -73.)

Grammassa maata voi olla jopa useita satoja metrejä sienirihmaa. Maataloudelle tärkeitä sieniä ovat mm. erilaiset eloperäisen aineksen lahottajat ja useiden viljelykasvien kanssa sienijuuren muodostavat mykorritsasienet. Mykorritsasienet elävät symbioosissa kasvien, esim. puiden kanssa, jolloin ne parantavat isäntäkasvin ravinteiden saantia niukkafosforisessa metsämaassa. Haitallisimpia sieniä ovat kasvitauteja aiheuttavat sienet. Maassa elävät alkueläimet ovat kooltaan bakteereja suurempia ja ne ovat tärkeitä bakteerien saalistajia. Liikkuakseen ne tarvitsevat vesikalvon. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 24 – 25; Hartikainen 1992, 72 -73.)

Monien maamikrobien, varsinkin tiettyjen bakteerilajien sivutuotteena ja jätteenä syntyy erilaisia lima-aineita (yleensä polysakkarideja), joilla on voimakas taipumus sitoutua humus- ja mineraalihiukkasiin vetysidoksin ja kationisilloin. Lima-aines toimii muruja koossapitävänä joustavana sidosaineena. Erityisen tärkeä mikrobiston rooli on karkeammilla maalajeilla, kuten hiekalla ja hiesulla. Savimaassa taas muiden tapahtumien, kuten maan halkeilun, merkitys on suhteellisesti suurempi. Mykorritsasienet ovat erityisroolissa murujen muodostamisessa, koska niiden erittämän glykoproteiini – lima-aineen on todettu olevan erittäin kestävä. Ympäristön kannalta on merkitystä sillä, että mikrobit tuottavat ja sitovat kasviuonekaasuja, voivat vapauttaa typpeä silloinkin kun kasvit eivät sitä tarvitse ja että ne hajottavat haitallisia orgaani-

sia vierasaineita, kuten torjunta-aineita. (Heinonen 1992, 115; Palojärvi 2002, 26; Agronet.fi.)

Mikrobit pystyvät hajottamaan maataloudessa käytettäviä ja muita vierasaineita vain osittain. Tällöin saattaa muodostua alkuperäistä myrkyllisempiä yhdisteitä, jotka rikastuvat maahan. Epäorgaanisten synteettisten aineiden hajoaminen on sitä vähäisempää, mitä enemmän ne rakenteeltaan poikkeavat luonnossa esiintyvistä yhdisteistä. Orgaaniset torjunta-aineet valmistetaan joko biosynteettisesti tai kemiallisesti. Biosynteettisiä valmisteita pidetään yleensä helposti hajoavina, koska maan mikrobit ovat sopeutuneet käsittelemään aineita, joiden kanssa ne ovat joutuneet tekemisiin luonnon kanssa. Orgaanisia torjunta-aineita on erittäin monentyppisiä, minkä vuoksi myös niiden biologinen tai kemiallinen hajoaminen sekä pidättyminen maahan vaihtelevat paljon. Bakteerit ja sienet voivat käyttää torjunta-ainetta hiilenlähteenään ja saavat siitä energiaa. Tällaista hajotusta sanotaan metaboliseksi. Jos maassa käytetään pitkään samaa metabolisesti hajoavaa valmistetta, mikrobit sopeutuvat siihen ja pystyvät hajottamaan sitä yhä nopeammin. (Hartikainen 1992, 329 -330.)

2.3.2 Lierot ovat hyvän maan tuntomerkki

Maaperäeläimistö on lukumäärältään runsas ja lajimäärältään monipuolinen yhteisö. Eläinten joukossa on maan luontaisia muokkaajia, joiden esiintymiseen vaikuttaa paljon etenkin maan mekaaninen muokkaus. Maaperäeläimet ovat maan luontainen muokkauksen voimavara, joka kannattaa hyödyntää mahdollisuuksien mukaan. (Nuutinen 2002, 28 – 29; Heinonen 1992, 105.)

Maaperäeläimet ryhmitellään yleensä niiden koon perusteella. Pienimmät, mm. sukkulamadot ovat leveydeltään alle 0,1 mm kokoisia, niveljalkaiset punkit ja hyppyhäntäiset ovat 0,1 – 2 mm levyisiä. Samaan kokoluokkaan kuuluvat myös änkyrimadot. Tätä suuremmat eläimet, lierot, ovat tutumpia. Lierojen leveys voi lähennellä jo kymmentä millimetriä. Eläimistön määrää ei ole tarkkaan tutkittu, mutta suuruusluokka on selvillä. Sukkulamatoja on laskettu miljoonia ja hyppyhäntäisiä, punkkeja sekä änkyrimatoja kymmeniä tuhansia yksilöitä neliometrillä pellon pintamaata. Lierojen määrä neliometrillä on vaihdellut muutamista yksilöistä runsaaseen pariin sataan. Johtopäätösten vetäminen eläinten paikallisista tiheyksistä on kuitenkin harhaanjohtavaa, koska kaikkien lajien runsaus vaihtelee huomattavasti jo lyhyelläkin matkalla. Yleensä siellä missä on paljon kasvinjätteitä, on myös paljon maaperäeläimiä. Maaperäeläimien lukumäärä laskee huomattavasti maakerroksissa syvemmälle mentäessä ja eloperäisen aineksen vähentyessä. Lierojen ja muiden luke-mattomien pienempien maaeläinten ruoansulatuskanavissa maa-aines ja eloperäinen aines joutuvat intensiivisen mekaanisen ja mikrobiologisen muokkauksen alaiseksi ja lopputuloksena on lima-ainesten vahvistamia muruja. (Nuutinen 2002, 28 – 29; Heinonen 1992, 105.)

Tiheä ja lajirunas lierokanta kertoo maan hyvästä rakenteesta. Maan rakenetta ja lierojen määrää voidaan tutkia mm. lapiodiagnoosin avulla, jolloin maasta kaivetaan lapiolla maanäyte. Maanäytteestä voidaan laskea silminnähtävien lierojen määrä ja tarkasti tutkiessa maanäytteestä voidaan huomioida kastematojen käytävien laatua. Käytävien tulisi olla tasaisesti jakautuneina maanäytteessä, niiden pitäisi olla mustalla vuorattuja ja laajennuksissa ja suuremmissa huokosissa pitäisi olla ns. madonläjiä. Ne ovat merkinä orgaanisesta tai maaliöstöstä koostuvasta lierojen ruoasta, jonka ainekset ovat tiivistyneinä lannassa. Lierojen tekemät käytävät ovat tärkeitä veden imeytymisreittejä ja hyödyllisiä maan ilmanvaihtokanavia sekä juurten kasvureittejä. Varsinkin kohtisuorat paalujuuret seuraavat mielellään kastelieron pystysuoria käytäviä syvälle maahan ja edistävät siellä maan elävyyttä. (Preuschen 1987, 31 – 32.)

Lierot voidaan ryhmitellä elintapojensa perusteella kolmeen lajiryhmään. Niiden kaivamalla käytävillä on kullakin omat erityispiirteensä. Pintamaan lajeihin kuuluu yleisesti tunnettu peltoliero. Toinen yleinen liero pintamassa on pienempi multaliero. Väriltään pintamaan lierot ovat vaaleita. Ne kaivavat eri suuntiin etsiessään kuollutta kasvimateriaalia sekä sopivia lämpö- ja kosteusoloja. Peltoliero pystyy rei'ittämään hyvinkin savista maata ja vaikka sen aktiivisuus keskittyy pintamaahan, se voi kaivautua kuivuutta ja kylmyyttä pakoon yli puolen metrin syvyyteen. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 31.)

Toiseen lajiryhmään kuuluvat pintakarikkeen lajit. Ne ovat väriltään tummia. Nimensä mukaisesti pintakarikkeen lajit viihtyvät lähellä maan pintaa esimerkiksi korjuutähteiden lomassa, eivätkä ne kaivaudu syvälle mineraalimaahan. Tämän lajin yleisin liero on onkiliero ja toinen usein tavattu on pienikokoinen punaliero. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 31.)

Kolmanteen lajiryhmään kuuluvat syvälle kaivautuvat lajit. Suomalaisesta viljelymaasta löytyy ainoastaan yksi tähän lajiryhmään kuuluva laji, eli kasteliero. Laji elää pystysuorassa, jopa yli metrin syvyyteen ulottuvassa kotikäytävässä. Käytävä ulottuu maan pintaan asti, josta kastelieron keräävät ravinnokseen korjuutähteitä. (Nuutinen & Palojärvi 2002, 31.)

Viljelytoimilla on vaikutusta lierojen esiintymiseen. Peltoja kannattaa kalkita, koska lierojen viihtyvyys lisääntyy, jos pellon pH on lähellä neutraalia. Myös karjanlannan käyttö, nurmien viljely, peltomaan hyvä rakenne ja vesitalous lisäävät lierokantoja. Pellon muokkaustekniikan vaikutukset voivat olla hyvin lajiryhmäkohtaisia. Jos peltoa on kynnetty useita vuosia peräkkäin, maassa saattaa esiintyä ainoastaan peltolieroja, koska niiden luontainen elintapa ilmeisesti sopii hyvin voimakkaasti muokattuun maahan. Toistuvasta kynnöstä on haittaa etenkin kastelieron roolle, koska kyntö rikkoo niiden käytävät sekä hautaa lajin luontaisen ravintolähteen maan alle. Ravinnon hautaaminen vaikeuttaa myös pintakarikkeen lajien toimeentuloa. Kyntäminen myös vahingoittaa maaperäeläimiä ja siirtää niitä epäedullisiin maakerroksiin esimerkiksi lähelle maan pintaa lieroja ravinnokseen käyttävien lintujen armoille. Kynnön jälkeä seuraava lintuparvi ei kuitenkaan ulkomailla tehtyjen selvitysten perusteella

vähennä lierokantaa merkittävästi. (Alakukku 2004, 19; Nuutinen 2002, 31 – 32; Heinonen 1992, 105.)

Vaikka muokkaustekniikassa siirryttäisiin kynnöstä vähemmän intensiiviseen muokkaukseen tai suorakylvöön, ei lierokantojen lajisuhteiden muutoksia silti välttämättä tapahdu kovin nopeasti. Jos pitkään jatkuneet epäedulliset olosuhteet ovat johtaneet jonkun lajin paikalliseen sukupuuttoon, voi olla hyödyllistä lisätä lierokantaa keinotekoisesti istuttamalla niitä aktiivisesti. Pelkkä muokkaustavan keventäminen ei luonnollisesti välttämättä lisää esim. kastelierojen ja pintakarikkeen lajeja, jos pellolla on huono kuivatus tai alhainen pH jne. Siksi lieroja ei kannatakaan lisätä keinotekoisesti huonoon maahan. (Alakukku 2004, 19; Nuutinen 2002, 31 – 32; Heinonen 1992, 105.)

2.3.3 Juurikasvustosta voidaan tulkita maan rakennetta

Kasvin kasvu muokkaa juuriston kasvulla maan makrohuokostoa ja ruokkii juurieritteillä maan pieneliöstöä, mikä vaikuttaa edullisesti maan rakenteen kestävyYTEEN. Parhaimmillaan viljelykasvin ja maan välinen vuorovaikutus hyödyttää sekä kasvia että maan rakennetta. (Pietola 2002, 16.)

Juuret parantavat maan rakennetta neljällä tavalla:

- Ottamalla vettä maasta, jolloin maa kuivuu ja halkeilee,
- tunkeutumalla tiiviiseen maahan, johon jää juurien lahottua hyödyllinen huokosverkosto,
- sitomalla maata tiheällä hienojen juurien ja juurikarvojen verkostolla
- ja luovuttamalla mikrobien ravinnoksi eritteitä ja kuolevia juuria.

Tiheä juuristo suojaa, kuohkeuttaa ja murustaa tehokkaasti maan pintakerrosta. Syvemmällä maassa juuret eivät lisää maan kokonaishuokoisuutta, vaan ainoastaan suurten huokosten osuutta, sillä juuret kasvavat työntäen maahiukasia sivuun ja huokostila vähenee siten juurten ympärillä yhtä paljon, kuin se lisääntyy itse juurikanavassa. Paksujen juurien tekemät kanavat vaikuttavat eniten maan vesitalouteen, sillä niiden kuoltua maahan jää pyöreä heikosti sulkeutuva kanava, joka parantaa vedenläpäisevyyttä. (Heinonen 1992, 104.)

Yleisesti voidaan todeta, että mitä hienompi juuristo ja mitä syvemmälle se ulottuu, sitä tuotantokykyisempi on itse kasvi. Samalla hieno ja syvä juuristo luo seuraavan sadon edellytyksiä, koska juurten kuoltua maahan vapautuu niiden käyttämät huokokset ja käytävät. Joskus myös heikoilla juurilla voidaan tuottaa hyvä sato, jos vettä ja ravinteita sattuu olemaan riittävästi saatavilla. Tällöin suuri osa maan ravinnevaroista jää kuitenkin hyödyntämättä ja alttiiksi ravinnehuuhtoutumiselle. Juurien tulee kasvaa mahdollisuuksien mukaan tasaisesti ylhäältä alas ja sivuille, ilman jyrkkiä suunnanmuutoksia. Niiden tulee olla tasaisesti haaroittuneita, eivätkä ne saa esiintyä vain tietyissä kerroksissa. Jyrkät kulmat ovat juurten kasvussa merkki kovien kappaleiden kiertä-

misestä. Joskus kaikki juuret ovat kääntyneet vaakasuoraan maan tiettyssä kerroksessa. Se osoittaa juurten kasvavan läpitunkemattoman kerroksen, useimmiten kyntöanturan, päällä. Juuriston toimintatehon ratkaisee sen pinta-alan suuruus. Harvakasvuisten ja paksujen juurien yhteispinta-ala on pienempi, ja siten niillä on vähemmän kosketuspinta-alaa maahan ja sen elämään kuin runsailla ohuilla juurilla. Juuriston tulisi siis pystyä kasvamaan veden ja ravinteiden äärelle. (Preuschen 1987, 28 – 29; Pietola 2002, 17 – 21.)

Varsinkin viljakasveilla sato määräytyy aivan kasvun alkuvaiheessa, jolloin veden saatavuudella on suuri merkitys lopulliseen satoon. Muillakin kasveilla tasainen taimettuminen ja riittävä vedensaanti kasvun alkuvaiheessa luo puitteet hyvälle ja laadukkaalle sadolle. Ravinteiden osalta varsinkin kaliumin ja fosforin saanti on paljolti juuriston toimintatehon varassa, sillä kalium ja fosfori liikkuvat maaperässä heikosti. (Preuschen 1987, 28 – 29; Pietola 2002, 17 – 21.)

2.3.4 Humus

Humus on yhteisnimitys luonnossa esiintyville eloperäisille aineille, jotka ovat syntyneet kasvien, eläinten ja pieneliöiden jäänteiden hajottua epätäydellisesti. Runsashumuksinen maa on kuohkeaa, ravinteikasta ja kosteutta sitovaa. Tällaisessa maassa pieneliötoiminta on vilkasta ja pieneliöitä on paljon sekä määrällisesti että lajillisesti. Humus myös kuljettaa ravinteita maasta veteen. Näiden syiden perusteella voidaan sanoa, että humus on pellon paras ravinneakku ja siksi sen huuhtoutumista veden mukana vesistöihin tulisi välttää. Kun humus häviää pellolta, maa alkaa väsyä ja se tiivistyy helposti. Sadepesi imeytyy siihen heikommin ja ravinteet jäävät kasveilta käyttämättä. Ylimääräinen vesi valuu myös helposti pois humusköyhästä maasta, vieden samalla hienoja maa-aineksia ja liukoisia ravinteita mukanaan. (Maan viljavuustekijät; Ympäristö.fi 2006; Peltonen 2010, 11.)

Viljelymaittemme humuspitoisuus on pienentynyt nurmialojen pienentyessä ja kyntösyvyyden lisääntyttyä. Humuspitoisuus voi laskea kuitenkin vain tiettyyn tasoon asti, johon vaikuttavat maalaji, lämpö- ja kosteusolot sekä viljelyjärjestelmä ja satotaso. Jos satotaso pystytään pitämään korkeana ja olkea ei poisteta pellolta, savimaiden humuspitoisuus ei yleensä laske jatkuvassa viljanviljelyssä alle 10 %:iin savespitoisuudesta. Jos savespitoisuus esimerkiksi on 45 %, humuspitoisuuden lasku pysähtyy noin 4,5 %:iin. Vaikka taitavasti hoidettuna, tällaisella viljelyn kannalta optimaalisen humuspitoisuuden alapuolella olevalla pellolla, tehokas tuotanto on mahdollista, on satotaso kuitenkin yleensä korkeampi sellaisilla alueilla, joilla humuspitoisuus on suurempi. Tutkimusten mukaan savimaiden mururakenteen vedenkestävyys paranee humuspitoisuuden noustessa 6 – 8 %:iin. Lisäksi humus vähentää maan tiivistymisalttiutta aina 15 % humuspitoisuuteen saakka. (Heinonen 1992, 113; Pietilän tiedonanto 2009.)

2.3.5 Suorakylvö ja maan biologia

Suorakylvössä maan omien toimintojen on muodostettava ja ylläpidettävä rakenne. Biologiset prosessit ovat avainasemassa, jotta muokkaamattomaan maahan muodostuu hyvä rakenne. Lierokäytävistä, juurikanavista, hiukkasten ja murujen välisistä pinnoista sekä savimaiden halkeamista muodostuu suurten huokosten verkosto, joka korvaa koneellisesti tehdyt huokokset. Erityisen tärkeinä voidaan pitää lierokanavia. (Alakukku, Mikkola, Nuutinen & Palojärvi 2004, 11.)

Pitkäaikainen kyntämättä viljely, jossa maata ei muokata lainkaan, lisää etenkin kastelierojen määrää maassa. Kun jokainen kasteliero tekee oman syvän kanavansa ja kerää olkia sen suojaksi, syntyy tehokas kanavajärjestelmä, joka jouduttaa maan kuivumista keväällä. Kateaineita kerätessään lierot samalla hajottavat puinnin jättämiä olkikasautumia. Olkien ja ruumenien leviämistä ei kuitenkaan kannata jättää pelkkien lierojen varaan. On tärkeää saada oljet ja ruumenet leviämään tasaisesti peltoon jo puinnin yhteydessä. (Heinonen 1992, 105; Mikkola 2004, 24.)

Koska suorakylvössä maata ei muokata, pintamaassa eloperäisen aineksen määrä ja biologinen aktiivisuus kasvaa. Näin ollen maaprofiili alkaa muistuttaa luonnontilaista maata, jolloin maaperäeläinten ravintokin on siellä mihin ne ovat kehityshistoriansa aikana sopeutuneet. Suorakylvettäessä maan pinnalla oleva korjuujätekerros ja maan säilyminen eheänä takaavat sen, että suorakylvömaa kykenee puskuroimaan kynnettyä maata paremmin lämpö- ja kosteusolojen muutoksia. Se helpottaa maaperäeläinten sopeutumista sääoloihin ja lisääntymiselle otollisten ajanjaksojen kestoa. Lierojen tekemien käytävien säilyessä eheänä, vesitalous paranee ja kasveille jää juurikanavia. Myös kuolleiden kasvien juurikäytävät edesauttavat uusien, kasvavien kasvien juurten kasvua. (Alakukku ym. 2004, 11 – 16.)

Pieneliötoiminnan seurauksena vaikeammin hajoavasta eloperäisestä jätteestä syntyy kallisarvoista humusta. Maatalouden teollistumisen myötä eloperäisen aineksen ja sitä kautta humuksen ja siihen sitoutuvan hiilen määrä pelloilla on vähentynyt viimeisten vuosikymmenien aikana. Yleisenä harhaoletuksena on osittain ollut se, että maaperän hedelmällisyyttä voitaisiin korvata ja ylläpitää kemiallisilla lannoitteilla. Eloperäisen aineksen häviämiseenkin on kiinnitetty vain vähän huomiota. Nykyään on kuitenkin alettu taas ymmärtää maan kasvukunnan säilyttämisen ja parantamisen olevan maanviljelyn perusta. (Grain 2009, 2; Heinonen 1992, 105; Alakukku 2002, 3; Puustinen, Turtola, Regina & Mylly 2004, 82 – 87.)

Oikeassa kosteustilassa tehty taitava muokkaus parantaa hetkellisesti maan rakennetta ja hyvään satoon johtaessaan se samalla auttaa välillisesti suotuisan rakenteen kehittymistä maassa. Siitä huolimatta jokavuotinen intensiivinen muokkaus johtaa melkein aina maan rakenteen vähittäiseen huononemiseen. Se jättää maanpinnan alttiiksi eroosiolle, joka aiheuttaa maan köyhtymistä ja kasvukunnan heikkenemistä, ja kiihottaa eloperäisen aineksen mik-

robiologista hajotusta muodostaen kasvihuonekaasunakin tunnettua hiilidioksidia. Mikrobitoiminta kiihtyy muokkauksen jälkeen, koska maahan sitoutunut orgaaninen aines, eli hiili, pääsee tekemisiin hapen kanssa, jolloin hiili haihtuu hiilidioksidina ilmaan. Siksi pitäisi antaa etusija sellaiselle viljelytekniikalle, joka mahdollistaa maan muokkauksen vähentämisen ja maksimoi luonnollisten prosessien hyväksikäytön. (Grain 2009, 2; Heinonen 1992, 105; Alakukku 2002, 3; Puustinen, Turtola, Regina & Mylly 2004, 82 – 87.)

Eroosiota ja hiilidioksidin muodostumista voidaan vähentää muokkausta keventämällä tai luopumalla siitä kokonaan. Suorakylvössä maan pinnalle jäävä sänki ja kasvinjätteet sitovat maa-ainesta, jolloin eroosio on vähäisempää. Useita vuosia suorakylvetyn pellonpinnan maarakenne muuttuu myös eroosiota kestävämmäksi mm. eloperäisen aineksen kertymisen ja mururakenteen vahvistumisen vuoksi. Suorakylvössä maa sitoo hiiltä orgaanisen aineksen mukana, eikä hiili siis haihdu hiilidioksidina taivaan tuuliin, kuten intensiivisesti muokatussa maassa. (Grain 2009, 2; Heinonen 1992, 105; Alakukku 2002, 3; Puustinen, Turtola, Regina & Mylly 2004, 82 – 87.)

Orgaaninen aines, eli hiili on terveen maaperän tärkeä ainesosa ja sen väheneminen huonontaa maaperää. Yleisesti ottaen maaperässä on kaksi kertaa enemmän hiiltä kuin ilmakehässä ja kolme kertaa enemmän kuin kasvistossa. Maaperä on siis valtava hiilivarasto. Jos orgaaninen aines vähentyy, maasta vapautuu myös hiilidioksidia ilmakehään. Toisaalta, kun orgaanista ainesta muodostuu, maa sitoo ilmakehän hiilidioksidia. Suorakylvöllä, jolloin hiilidioksidia ei haihdu turhaan, on siis maan orgaanisen aineksen lisääntymisen lisäksi positiivisia vaikutuksia myös ilmastonmuutokseen. (Euroopan yhteisöt 2009, 1; Grain 2009.)

Suomalaista tutkimustietoa tuhoeläinriskiin on vielä hyvin vähän. Suorakylvön mahdolliset tuholaisongelmat liittyvät todennäköisimmin sellaisiin lajeihin, jotka talvehtivat sängessä ja tai maan pintakerroksissa. Ulkomailla tehtyjen tutkimusten mukaan yhtenä biologisena riskinä voidaan pitää sateisina vuosina etanoiden runsasta lisääntymistä muokkaamatta jätetyillä pelloilla. (Huusela-Veistola 2004, 53; Baker, Saxton & Ritchie 2006, 22.)

3 MAALAJIT SUOMESSA

Viljelymaan ominaisuudet määräävät ilmaston ohella pitkälti, mitä kasveja milläkin alueella viljellään ja millaisia viljelymenetelmiä voidaan käyttää. Kasvinviljelykokeissa eri käsittelyillä saatavat vaikutukset riippuvat maan ominaisuuksista. Koetulosten tulkinta edellyttää, että koealueen maaperää on luonnehdittu yleisesti ymmärrettävällä tavalla. Maan nimi ilmaisee tiivistetysti maan keskeiset ominaisuudet. (Yli-Halla, Mokma, Peltovuori & Sippola 2000, 7.)

Suomen yleisin maalaji muokkauskerroksessa on hieta. Sitä esiintyy kaikkialla, mutta suhteellisesti eniten Pohjanmaalla. Savimaita esiintyy eniten Lounais- ja Etelä-Suomen pelloilla. Keski- ja Itä-Suomessa peltojen vallitsevana maalajina on hiesu tai hiekka. Eloperäisiä turvemaita on yleisimmin Kainuussa ja Lapissa. (Ruokatieto Yhdistys ry 2011.)

Suomessa ja Pohjoismaissa maata voidaan luonnehtia lajitekoostumuksen ja orgaanisen aineksen pitoisuuden perusteella. Tällä alueella on samankaltaisen ilmaston ja geologisen historian takia yhteinen käsitys siitä, millaista on savimaa, millaista on hieta tai multamaa jne. Useimmilla muilla alueilla maailmassa maaperä on vanhempaa, ja sitä on tapana luonnehtia maannostumista kuvaavilla ilmaisuilla, eli kertomalla maaprofiilissa tapahtuneiden prosessien tuloksena syntyneistä piirteistä. Tällöin luokittelu tapahtuu pääasiassa muokkauskerroksen alapuolella olevien horisonttien perusteella. Lajitekoostumus ja orgaanisen aineksen pitoisuus ovat tällaisessa luokittelussa täydentäviä tietoja. (Yli-Halla, Mokma & Wilding 2001, 1 - 4; Yli-Halla ym. 2000, 7; Hartikainen 1992, 24.)

Suomen viljelymaiden keskeisiä maannostumisprosesseja ovat mineraalien rapautuminen, rakenteen muodostuminen, raudan hapettumis- ja pelkistymisreaktiot ja saveksen kulkeutuminen maaprofiilissa alaspäin. Esimerkkeinä pelkistyneiden olojen aikaansaama harmaa väri, ruostesaostumat, veden vaivaamilla mailla yhtenäisen ruosteen peitossa olevat kokkareet ja vanhoihin juurikanaviin saostuneet rautapillit ovat savimaillemme tyypillisiä piirteitä. Ojitus on saanut aikaan rakenteen muodostumista ainakin metrin syvyyteen saakka. Koska maaperämme on nuorta, (alle 10000 vuotta) lajitekoostumus ja orgaanisen aineksen pitoisuus ovat meidän oloissamme tarkoituksenmukaisia ja riittäviä luokitteluperusteita. Kivennäismaissa luokitus perustuu raekoostumukseen ja eloperäisissä maissa orgaanisen aineksen määrään ja laatuun. (Yli-Halla, Mokma & Wilding 2001, 1 - 4; Yli-Halla ym. 2000, 7; Hartikainen 1992, 24.)

3.1 Kivennäismaat

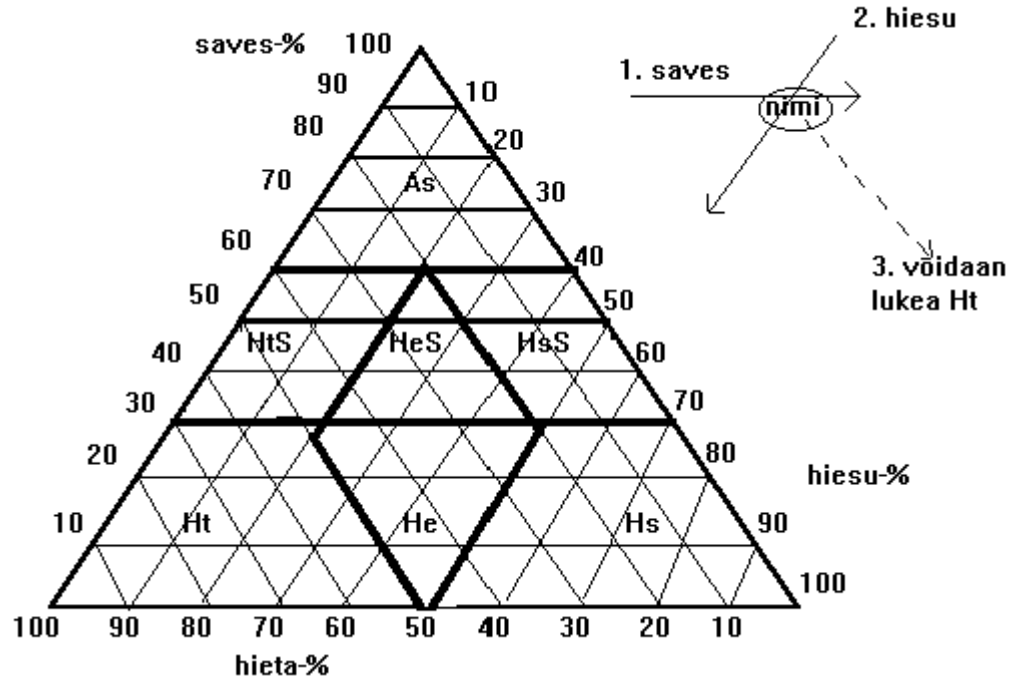
Kivennäismaiksi luetaan maat, joissa on orgaanista ainesta alle 20 %. Poikkeuksena liejumaat, jotka luetaan kuuluviksi eloperäisiin maihin, jos niiden orgaanisen aineksen pitoisuus on yli 6 %. Kivennäismaat jaetaan kahteen pääryhmään, joita ovat moreenimaalajit ja lajittuneet maalajit. Maalaji saa nimensä sen mukaan, mikä tai mitkä lajitteet siinä ovat vallitsevia. Eri lajitteille tyypilliset ominaisuudet vaikuttavat maalajin ominaisuuksiin sitä enemmän, mitä suurempi niiden osuus on. Kivennäismaat jaetaan hiukkasten koon mukaan eri maalajitteisiin. (Taulukko 1) Orgaanisen aineksen pitoisuus otetaan huomioon kivennäismaissa käyttämällä maalajin nimen edellä lisämäärettä vähämultainen (orgaanista ainetta alle 3 %), multava (3 – 6 %), runsasmultainen (6 – 12 %) ja erittäin runsasmultainen (12 – 20 %). Multavuuksista käytetään lyhenteitä vm, m, rm ja erm. (Hartikainen 1992, 24 – 25; Agronet.fi 2011.)

Taulukko 1 Maalajiluokitukset maataloudessa (Hartikainen 1992, 25).

Rakeiden läpimitta mm	Maataloudessa käytettävä luokitus
< 0,002	saves
0,002 - 0,006	hieno hiesu
0,006 - 0,02	karkea hiesu
0,02 - 0,06	hieno hieta
0,06 - 0,2	karkea hieta
0,2 - 0,6	hieno hiekka
0,6 - 2	karkea hiekka
2,0 - 6,0	hieno sora
6,0 - 20,0	karkea sora
20,0 - 60,0	pienet kivet

3.1.1 Lajittuneet kivennäismaat

Maalaji voidaan määrittää aistinvaraisesti, jolloin kiinnitetään huomiota kovuuteen, sitkeyteen, tahraavuuteen, väriin, rakeisuuteen ja kasvinjäänteisiin. Tarkempi määrittäminen tehdään kuitenkin laboratoriossa, jossa tehdään ns. mekaaninen maa-analyysi. Hienon hiedan ja sitä hienojakoisemman aineksen raekokoanalyysissä verrataan erikokoisten hiukkasten erilaista laskeutumisenopeutta vedessä. Karkea hieta ja sitä karkeammat lajitteet määritetään seulomalla. Maalajin määrittämisessä voidaan käyttää apuna myös maalajikolmiota, jossa määrittäminen aloitetaan saveksen pitoisuutta osoittavalta sivulta (Kuvio 1). (Hartikainen 1992, 26.)



Kuvio 1 Maalajikolmio (MattiPekkarinen.net 2011).

Suomessa lajittuneet kivennäismaat luokitellaan savimaiksi (< 0,002 mm), jos saveksen osuus niissä on yli 30 %. Maataloudessa savet jaetaan vielä neljään ryhmään saves – ja hiesupitoisuuden perusteella (Taulukko 2). Savimaat ovat kosteina muovailtavia ja sitkeitä, kuivina kovia ja halkeilevia. Vesi nousee savimaissa hitaasti ja sitä pidättyy runsaasti. Halkeilu ja murustuminen parantavat maan vedenläpäisevyyttä. (Hartikainen 1992, 26 – 30.)

Hietasavet (HtS) ovat vesi- ja ravinnetalouden kannalta hyviä viljelymaita. Hietasavien viljelyominaisuuksissa on kuitenkin alueellisia eroja. Rannikkoalueiden hietasavet ovat hyviä, sillä niiden hiesupitoisuus on alhainen, mutta savespitoisuus korkeahko ja niihin on ilmeisesti sekoittunut liejua. Hiesusavet ovat vaikeimmin viljeltäviä maita niiden herkän liettymisominaisuuden takia. Hieta- ja hiesusavien väliin jäävien hiuesavien ominaisuudet määräytyvät pitkälti hiesupitoisuuden mukaan. (Hartikainen 1992, 26 – 30.)

Aitosavet, joissa savesta on vähintään 60 %, ovat tuoreena hyvin muovailtavaa. Kuivuessaan se kutistuu ja halkeilee 1 – 2 m:n syvyyteen. Pellon pinta ja ojien luiskat voivat olla kuivina jaksoina täynnä halkeamia, jotka helpottavat juurten tunkeutumista kostempaan pohjamaahan. Aitosaven kastuessa halkeamat turpoavat ja painuvat umpeen. Aitosavet ovat myös luontaisesti runsasravinteisia ja hyviä pidättämään ravinteita ja vettä. (Hartikainen 1992, 26 – 30.)

Liejusavet luokitellaan syntytapansa perusteella. Ne ovat syntyneet meren tai kirkasvetisten sisävesien pohjalle laskeutuneesta kivennäisaineksen sekä kasvin- ja eläinjäänteiden seoksesta. Jos pohjamaa on savea ja sen orgaanisen ai-

neksen pitoisuus on 3 – 6 %, maalaji luokitellaan liejusaveksi. Liejusavi on tuoreena ruskehtavan tai vihertävän harmaata ja pehmeää. Kuivuessaan se kutistuu ja halkeilee voimakkaasti. Rakoilu on osittain pysyvää. Liejusavimaiden muokkaus on helppoa ja sopiva muokausaika on suhteellisen pitkä. (Hartikainen 1992, 27 – 30.)

Hiesumaat (Hs) ovat kuivina vaalean harmaita ja perunajauhomaisia. Kosteana hiesu ei ole muovailtavaa eikä sitkeää. Veden kapillaarinen nousu on huomattavasti hitaampaa kuin hienossa hiedassa (HHt). Roustetta ja kerrosrountaa muodostuu runsaasti. Pohjamaana hiesu on erittäin tiivistä, jolloin juurten kasvu vaikeutuu. Tästä syystä kasvit kärsivät helposti poutakausina kuivuudesta. Hiesumaa läpäisee myös heikosti vettä, joten se liettyy helposti. Vähämultaiset hiesumaat ovat erittäin vaikeita viljellä ja runsasmultaisinaan niitä ei voida pitää kuin kohtalaisina viljelysmaina. (Hartikainen 1992, 28.)

Hietamaat (Ht) ovat tyypillisesti hikeviä. Karkea hieta läpäisee vettä hyvin eikä ole altista kuorettumaan. Rakenteeltaan se on irtonaista ja kuohkeaa. Lievästi savinen hieta on ihanteellista viljelysmaata. Hienon hiedan (HHt) päälaajitetta ei enää pysty paljain silmin erottamaan. Rakenteeltaan se on löyhästi kokkareista ja pehmeää. Vedenpidätyskyky on hyvä ja veden kapillaarinen nousu kosteammista maakerroksista on nopeaa. Maa on tavallisesti sopivan kosteaa, riittävän ilmavaa ja ravinteita pidättyy kohtalaisesti. Haitallinen ominaisuus sille on voimakas rousteen muodostus. (Hartikainen 1992, 28.)

Hiue (He) sijoittuu lajitekoostumuksensa puolesta hiesun ja hiedan väliin. Sen ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti riippuen siitä, kumpaa maalajia siinä on enemmän. Yleensä hiue on kuorettuvaa ja altista rousteen muodostukselle. (Hartikainen 1992, 29.)

Soramaat (Sr) ovat kuivia ja useimmiten huonokasvuisia metsämaita, joilla on lähinnä teknistä käyttöä. Hiekkamaita (Hk) esiintyy harjujen lähistöillä ja jokivarsilla. Karkeilla hiekkamailla on huono vesi- ja ravinnetalous. Hiekkamaat voivat olla kohtalaisia viljelytarkoitukseen, jos niissä on runsaasti orgaanista ainesta ja jos lähellä oleva pohjamaa on tiivistä. (Hartikainen 1992, 28.)

Taulukko 2 Savien jaottelu maatalouden käytäntöjen tarpeisiin (Hartikainen 1992, 25).

savet	saves - %	hiesu - %
aitosavi (AS)	yli 60	
hiesusavi (HsS)	30 - 60	20 - 70
hiuesavi (Hes)	30 - 60	20 - 50
hietasavi (HtS)	30 - 60	0 - 20

3.1.2 Moreenimaat

Moreenimaat ovat Suomen yleisimpiä maita. Peltojen osalta moreeni ei kuitenkaan ole yleinen ja niiden käyttö riippuu pitkälti kivisyydestä. Yleensä vähäkivisimmätkin maat on yleensä jätetty metsämaiksi. Niiden etuna on lajitekoostumuksen monipuolisuus. Hienot lajitteet ovat edullisia ravinnetalouden kannalta ja karkeammat maat fysikaalisten ominaisuuksien kannalta. Hieta-, hiesu- ja savimoreeni luokitellaan hienoaineksiksi moreeneiksi (HMr). Näistä hietamoreenin (HtMr) kosteus- ja ilmapuussuhteet ovat keskimäärin kaikkein edullisimmat ja siksi se on myös viljelymaaksi sopivaa. (Hartikainen 1992, 30 – 31.)

3.2 Eloperäiset maat

Orgaanisten maalajien luokittelu perustuu orgaanisen aineksen määrään ja maalajien syntytapaan. Turpeet ja multamaat luokitellaan orgaanisen aineksen perusteella, ja liejun ja järvimudan luokittelun lähtökohtana on syntyhistoria. Turpeet sisältävät orgaanista ainesta yli 40 %, kun taas multamaa 20 – 40 %. Lieju on hienon kivennäisaineksen ja eloperäisen aineksen seos, jota on kerrostunut kirkkaisiin vesiin. Järvimutaa on kerrostunut tummissa vesissä. Siinä on myös samoja aineksia kuin liejussa, mutta lisäksi siinä on humusaineita, jotka ovat kulkeutuneet ympäristöstä ja sedimentoituneet vesistön pohjalle. (Hartikainen 1992, 31 – 32.)

Turvemaat ovat huokoisia ja kevyitä. Ne sitovat runsaasti vettä, joten ne ovat kylmiä ja hitaasti lämpeneviä. Turpeen viljavuus ja kuivatustekniset ominaisuudet määräytyvät turvelajin ja maatuneisuuden mukaan. Keskimäärin maatuneet turpeet sopivat parhaiten viljelyyn. (Hartikainen 1992, 31 – 32.)

Varsinkin Etelä-Suomen mutasuot sisältävät usein runsaasti mobilisoituvaa tyyppiä, ja niiden viljelyssä tullaan toimeen hyvinkin pienellä typpilannoituksella. Multamaan ominaisuudet vaihtelevat paljon orgaanisen aineksen pitoisuuden ja kivennäisaineksen laadun mukaan, mutta yleensä se on viljelyominaisuuksiltaan erinomainen maalaji. Varsinainen multamaa on viljeltyjen peltojen pintakerroksessa esiintyvä maalaji, joka on syntynyt, kun pinnassa alun perin ollut ohut turvekerros on sekoittunut alla olevaan kivennäismaahan maata muokattaessa. (Hartikainen 1992, 31 – 32.)

3.3 Suorakylvö ja maalajit

Suorakylvötutkimusta on tehty paljon Etelä-Suomen savimailla. Menetelmän on todettu toimivan hyvin, kun ojitus on kunnossa ja edellisvuoden olki on levitetty tasaisesti. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan ilmasto-oloissa ja tyypillisillä maalajeilla (hieta-, turve- ja multamaat), suorakylvön toimivuutta ei ole juurikaan tutkittu. (Lötjönen & Isolahti 2008, 1.)

Savi- ja hiesumailla kevätkylvöisten kasvien kylvön ajoitus ja onnistuminen ovat vaikeammin hallittavia asioita kuin karkeilla ja eloperäisillä mailla. Karkeilla ja eloperäisillä mailla kasvustojäte ja rikkakasvit ovat todennäköisesti suurempi ongelma kuin hienojakoisilla mailla. Tähän viittaavat kevennetyn muokkauksen pitkäaikaisten kokeiden tulokset. (Alakukku & Mikkola 2004, 9.)

Kevyillä mailla on etua, jos suorakylvökone on varustettu poimutetuin avauskiekoin, jotka valmistavat kylvökohdan valmiiksi kylvövantaalle. Tämä vähentää kevyen pintamaan ja kasvinjätteiden kasaantumista koneen eteen. Myös erilaisten olkiharojen ja etumuokkainten käyttö kylvettäessä kevyempiä maita, saattaa helpottaa kylvöä. Jäykällä savimailla kylvön tekninen onnistumien on siis helpompaa. Toisaalta savimaan paras kylvöaika on kuivumisen kannalta lyhyempi kuin kevyemmällä mailla. (Mykrä 2010, 21.)

3.3.1 Maan lämpeneminen

Muokkaus nopeuttaa pintamaan kuivumista ja lämpenemistä. Suorakylvetyin maan pinnassa olevat kasvinjätteet hidastavat keväällä roudan sulamista, maan lämpenemistä ja kuivumista. Mitä paksumpi kasvinjätekerros on, sitä hitaammin maa kuivuu ja on kylvökunnossa. Savimailla suorakylvettäessä siemenen päälle ei kerry tarpeeksi muruja haihtumissuojaksi, jos maa on liian märkää. Karkeilla ja eloperäisillä mailla murustumista suurempi ongelma on lämpeneminen, joka sekin riippuu maan kuivumisesta. Muokkauksessa maan pintaa rikottaessa, veden kapillaarinen nousu katkeaa muokkaussyvyudessa, mikä nopeuttaa pintamaan lämpenemistä. (Mikkola & Alakukku 2004, 30 – 31.)

Kynnetyn tai sänkimuokatun maan pinta on tumma ja epätasainen verrattuna sänkimaahan. Muokkaus siis edistää pintamaan kuivumista ja lämpenemistä keväisin. Sänkimaan pinnassa oleva kasvinjäte heijastaa auringon säteilyä, jolloin roudan sulaminen, maan lämpeneminen ja kuivuminen hidastuvat. Jos edellisen vuoden viljelykasvina on ollut vähän kasvinjätettä jättävä kasvi, voi maa tällöin kuivua nopeammin suorakylvökuntoon. Joissain suorakylvökoneissa on kylvövantaan edellä erillinen piikki, joka siirtää vaaleaa olkea sivuun peittämästä kylvöriiviä. Tällöin kylvöriivin kohdalta maan lämpeneminen on nopeampaa. (Alakukku, Laine, Salo, Mikkola & Känkänen 2005, 26 – 27.)

Kansainväliset maanluokittelujärjestelmät, kuten amerikkalaisperäinen Soil Taxonomy, luokittelevat maata myös lämpötilan perusteella. Soil Taxonomy -järjestelmän luokitteluun Suomessa kuuluvat järjestelmän kylmimpään luokkaan. (Yli-Halla ym. 2001, 1 – 3.)

3.3.2 Käytännön kokemuksia maalajin vaikutuksista

Säkylläisellä Esa Eelalla on pitkä kokemus suorakylvöstä. Eelan maat ovat pääosin hieta- ja eloperäisiä maita, mutta joillakin lohkoilla on myös savialu-

eita. Hänellä oli suorakylvämisen alkuvaiheessa ongelmia eloperäisen maan kylvössä. Pehmeällä maalla olki kerääntyi helposti suorakylvölannoittimen pienten etukiekkojen eteen. Ongelmasta päästiin nostamalla etukiekkoja ylöspäin. Kylvökoneena Eelalla on Massey Ferguson 130, jossa on kolmikiekko, eli triple disc -vantaat. (Alakukku 2004, 10.)

Joutsalaisella Reijo Niemisellä tärkein syy suorakylvöön siirtymiseen oli peltojen kivisyys. Hänellä peltojen maalajeina esiintyy karkeaa tai hienoa hietaa, multamaata, turvemaata, hiesua ja huetta. Pellot ovat multavia tai runsasmultaisia. Hietamaat ovat kivisiä tai erittäin kivisiä. Niemisellä oli vaihtoehtoina hankkia peltojensa kivisyyden takia joko oma kivenkeruukone tai suorakylvökone. Näistä hän valitsi suorakylvökoneen, joka on merkiltään Great Plains FCP 1000 F. Kylvöajankohdan ja -syvyyden valinta on Niemisen mielestä vaikeinta hiesumailla. Hieta-, turve- ja multamailla kylvöajan valinta ei ole niin tarkkaa. (Mikkola 2004, 40.)

Laihialaisella Jussi K. Niemistöllä on kokemuksia syysrukiin ja ohran suorakylvöstä viiden vuoden ajalta (vuonna 2004). Pääosa Niemistön maista on hienoa hietaa (HHt) ja osa maista on hieman enemmän hiesua sisältävää tai liejusavea. Hienolle hiedalle suorakylvö sopii Niemistön mielestä mainiosti. Hänen mielestään kevätiljan suorakylvötekniikka vaatii enemmän opettelua kuin syysviljan. Kylvöaika on keväällä erittäin tärkeä ja se on keskimäärin normaalia kylvöä myöhäisempi ajankohta. Kylvövantaat eivät saa liipata märkää maata kovaksi, vaan maan tulee murustua vantaan kosketuksesta ja murujen tulee peittää siemen. (Kuoppala & Peltonen 2004, 69.)

Paavo Mäkimattilalla Alastarolta, on kokemuksia ohran, syysvehnän ja kauran suorakylvöstä. Mäkimattilan kokemuksen perusteella maan multavuus vaikuttaa suorakylvön onnistumiseen enemmän kuin maalaji. Hyvä multavuus varmistaa onnistumisen kaikilla maalajeilla. Vähämultaisilla savimailla siemenen peittyminen ja pinnan tiivistyminen on suurempi ongelma kuin multavilla mailla. Myös kylvösyvyyteen on kiinnitettävä enemmän huomiota ja oljet aiheuttavat enemmän vaikeuksia, silloin kun multavuus on huono. (Mikkola 2004b, 79.)

4 SUORAKYLVÖ MENETELMÄNÄ

Suorakylvö (no-till) tarkoittaa kansainvälisen määritelmän mukaan kylvöä esikasvin sänkeen ilman edeltäviä muokkaustoimenpiteitä. Jos maata muokataan tarkoituksellisesti kylvön yhteydessä esimerkiksi kylvökoneessa olevalla esimuokkaimella, joka useimmiten on lautasmuokkain, kyseessä ei varsinaisesti ole enää suorakylvömenetelmä, vaan ns. yhden ajokerran kylvömenetelmä. Tässäkin opinnäytetyössä käsitellään kylvökonemalleja, jotka kansainvälisen määritelmän mukaan eivät siis ole varsinaisesti suorakylvökoneita siinä tapauksessa jos niiden esimuokkainta käytetään kylvön yhteydessä. (Mikkola, Alakukku ja Kauppila 2004, 23.)

Kuitenkin yhtenäisyyden vuoksi ja termien sekamelskan välttämiseksi, tässä opinnäytetyössä mukana olevia kylvökoneita kutsutaan kaikkia suorakylvökoneiksi, koska niillä kaikilla kuitenkin pystyy kylvämään suoraan muokkaamattomaan maahan.

4.1 Suorakylvö on lähtöisin Amerikasta

Mekaaninen suorakylvö jankkurilla on saanut alkunsa tutkimusten mukaan Amerikan keskiosasta, Great Plainsista 1930-luvulla siellä olleiden tomyrskyjen (dust-bowl) ansiosta. Menetelmällä haluttiin lieventää tuulieroosion vaikutuksia. Hieman myöhemmin vuonna 1943 julkaistu kirja ”Plowman’s Folly”, vapaasti suomennettuna ”Kyntäjän Hulluus”, toimi eräänlaisena virsitanpylväänä maatalouden muokkauskäytäntöjen muuttumisessa kohti auraton viljelyä. Vuonna 1955 Isossa-Britanniassa keksittiin (paraquat) parakvattiniminen herbisidi, joka mahdollisti rikkakasvien torjumisen viljelykasvia vahingoittamatta. Keksinnöstä sai alkunsa nykyaikaisemman suorakylvön kehittäminen Euroopassa ja koko maailmassa. Parakvatti oli käytetyin aine 1970-luvulle asti, jonka jälkeen käytetyin aine oli glyfosaatti (Derpsch; Alakukku & Mikkola 2004, 5)

Suorakylvöstä käytetyt termit ovat vaihdelleet siitä lähtien kun nykykäsitteen mukaista suorakylvöä on alettu harjoittaa. Englannissa siitä käytettiin nimitystä ”Direct drilling”. Pohjois-Amerikasta puolestaan on lähtöisin termi ”no-tillage”, mutta viime aikoina termi ”Direct seeding” on alkanut yleistyä. Suorakylvöä halutaan pitää positiivisena asiana ja siksi halutaan välttää negatiivisena ilmaisuna pidettävää no – sanan käyttöä suorakylvöstä puhuttaessa. (Baker & Saxton 2006, 3.)

Brasiliassa, Argentiinassa ja Paraguayssa puolet tai enemmän pelloista kylvetään suorakylvämällä. Maailmanlaajuisesti arvioituna suorakylvön osuus on kuitenkin vain 5 – 10 % viljellyistä pelloista. (Baker & Saxton 2006, 1.)

Vaikka syysviljan suorakylvämistä tutkittiin 1980-luvulla, suomalaisen suorakylvön pioneerina voidaan pitää säkyläläistä Esa Eelaa, joka aloitti suorakylvämisen 1980-luvun alussa. Hänellä oli tavoitteena parantaa vihannesviljelyn aiheuttamia maan rakenneongelmia ja vähentää peltotöihin kuluva aikaa. Eela on ollut myös perustamassa Suomen CA-viljelyn yhdistystä, joka aloitti toimintansa vuonna 2002 (Alakukku & Mikkola 2004 3,10).

CA-viljely (Conservation Agriculture) on FAO:n käyttämä yleisnimitys erilaisille ympäristöä säästäville viljelymenetelmille. Niitä ovat erilaiset kevyt-muokkauskäytännöt. Tärkein näistä käytännöistä on suorakylvö (FINCA- esite.pdf, 2006 1).

Muually Suomessa suorakylvö on alkanut yleistyä vasta vuosituhaten vaihteissa. Vuonna 2002 suorakylvöala Suomessa oli 30000 ha, vuonna 2005 105000 ha ja vuonna 2009 jo 200000 ha. Suomen koko viljeltävä peltopinta-ala on n. 2,2milj.ha. Tällä hetkellä viljelytekniikan kehittymisen ja tiedon lisääntymisen johdosta valtaosa viljelijöistä, jotka ovat siirtyneet suorakylvömenetelmään, ovat sitä mieltä että paluuta perinteiseen kylvömenetelmään ei ole (Latostenmaa 2007, 1-3; Muokkaamattaviljely_www.pdf, 2009, 5; Tietohaarukka 2009).

4.2 Ympäristövaikutukset

Tehokas kasvintuotanto ja hyvän taloudellisen tuloksen tekeminen ovat yleisiä tavoitteita kasvintuotannossa maailmanlaajuisesti. Tiedetäänhän se, että hyvän sadon tuottaminen on sekä taloudellisesti kannattavaa, että ympäristön kannalta hyvä asia. Samat tavoitteet liittyvät yhtä lailla suorakylvöön kuin tavanomaiseen maata enemmän muokkaavaan viljelytapaan. Suorakylvöön liittyy kuitenkin erityisiä etuja. Nämä edut ovat tavoitettavissa vain, jos menetelmä hallitaan ja siihen liittyvät riskit saadaan hallintaan. (Reicosky & Saxton 2006, 13.)

4.2.1 Maaperävaikutukset

Pellon pintarakenteeseen vaikutetaan voimakkaasti eri muokkausmenetelmillä ja niihin liittyvällä talviaikaisella kasvipeitteisyydellä. Suorakylvö muistuttaa monivuotista nurmea, jossa on vahva maata eroosiolta suojaava kasvillisuus. Pellon pinnalla oleva kasvinjäte vähentää myös sadepisaroiden aiheuttamaa roiske-eroosiota toimiessaan sadepisaroiden iskunvaimentimena. Sängelle jätetyn ja keväällä muokatun pellon pintarakenne on löyhempi, eikä pinnassa ole yhtä paljon kasvinjätettä kuin nurmella tai suorakylvetyssä maassa. Tästä syystä eroosio onkin suurempaa muokatulla sängellä kuin suorakylvössä tai nurmessa. Eroosion määrä ja sen hetkellinen voimakkuus riippuvat mm. pellonkaltevuudesta, maalajista, viljelykasvista, sadannasta ja valunnasta. Maatilan näkökulmasta osa kuorimitustekijöistä on sellaisia, joihin ei voida vaikuttaa. Sen sijaan viljely- ja muokkausmenetelmän valintaan viljelijä voi vaikuttaa. (Puustinen & Turtola 2004, 82 – 83; Finca – esite.pdf, 2006.)

Erosio on selektiivistä ja kohdistuu voimakkaimpana hienoimpaan irrottuvaan kivennäisainekseen. Tässä fraktiossa on usein runsaasti mineraaliaineksen pinnoille sitoutunutta humusta. Kaikkein eroosioherkin maalaji on hiesu. Saveshiukkaset eivät ole niin helposti irtoavia, mutta lopulta irrottuaan ne kulkeutuvat pitkiä matkoja jopa mereen asti. Suomessa eroosio on voimakkainta savikkoalueilla Etelä- ja Lounais-Suomessa. (Hartikainen 1992, 304.)

Maan hiilen, eli humuksen tuomat edut viljelyn kannalta ovat etuja myös ympäristön kannalta. Maan humuspitoisuus nousee suhteellisesti korkeaksi erityisesti mailla, joissa kasvinjätteet jätetään maan pintakerrokseen, jonka seurauksena maan orgaanisen aineksen määrä lisääntyy ja eroosio pienenee. Orgaanisen aineksen yksi päätehtävistä maan kulumisen vähentämisessä on maan mururakenteen parantaminen, jonka myötä kuorettumisriski pienenee ja maan tiivistyminen vähenee. Näiden seurauksena myös pintavalunta vähenee. Pintavalunnan vähentäminen ja ehkäisy ovat tärkeitä seikkoja ympäristön kannalta. Kasvinjätteet maan pintakerroksessa eivät ainoastaan sido maahiukkasia, vaan myös ravinteita ja kasvinsuojeluaineita. Yhdysvaltalaisen tutkimuksen mukaan, pintakerroksen orgaaninen aines minimoi torjunta-aineiden huuhtoumat. Minimimuokkauksellakin torjunta-aineiden huuhtoumien on todettu vähenevän jopa puoleen. (Reicosky & Saxton 2006, 14 - 15.)

4.2.2 Vesistövaikutukset ja vesitalous

Suorakylvössä maan pintakerrokseen kertyneellä orgaanisella aineksella on merkittävä vaikutus maan vesitalouteen parantuneen vedenimeytymisen ja veden pidätyskapasiteetin ansiosta. Orgaanisesta aineksesta muodostuu humusta, joka pidättää vettä ja vapauttaa sitä hitaasti. Tästä on etua etenkin kuivina kausina. Vuosien mittaan lierojen ja juurien muodostamista kanavista tulee merkittäviä ylimääräisen veden poistumisreittejä, jolloin pintavalunta vähenee. (Reicosky & Saxton 2006, 15.)

Vesistöjä kuormittavien menetelmien tekijöiden lukuisuus vaikeuttaa viljelymenetelmien välisten erojen kokonaisarviointia. Eri muokkausmenetelmillä, viljelykasveilla ja lannoitustavoilla on vesistökuormitukseen vaikuttavat erityispiirteensä, jotka tulevat esille vaihtelevasti eri olosuhteissa. Esimerkiksi peltojen kaltevuus vaikuttaa vesistökuormitukseen olennaisesti. Pelloilta valuva vesi vie mukanaan maata ja ravinteita. Valunta muodostuu sadevedestä ja talven aikana kertyneen lumen sulannasta. Vesi poistuu pelloilta useita reittejä pitkin ja kaltevilla pelloilla vesi poistuu usein pintavaluntana. Jos pinnalla ei näy valuntaa, ylimääräinen vesi poistuu maan huokosten kautta salaojiin ja edelleen vesistöön. (Puustinen & Turtola 2004, 82 – 85.)

Suorakylvön etuna on se, että kasvinjätteet ja juuret sitovat maata, eikä valunta vie maa-aineksia ja ravinteita mukanaan vesistöön. Toisaalta runsaiden sateiden aikana, jolloin veden olisi suotavaa poistua pelloilta nopeasti, voi suorakylvöön siirtymisen alkuvaiheessa pellon notkokohtiin kerääntyä vettä, kos-

ka biologisesti muodostunut kanavajärjestelmä ei ole vielä ehtinyt muodostua riittäväksi. Lopullinen tilanne saavutetaan vasta usean vuoden kuluttua viljelymenetelmän muutoksesta maaperän mukautuessa uuteen käsittelyyn. (Puustinen & Turtola 2004, 82 – 85.)

4.2.3 Kasvinravinteet suorakylvössä

Typpi jää helposti liukoiseksi, jolloin se on altis huuhtoutumaan maanesteen mukana. MTT:n kokeiden mukaan muokkausta kevennettäessä typen huuhtoutuminen kuitenkin vähenee. Kevennetyssä muokkauksessa pintavalunta vähenee esimerkiksi kyntöön verrattuna, joten pääosa huuhtoutumisesta tapahtuu salaojien kautta. Myös salaojavalunta vähenee muokkausta kevennettäessä, jolloin typen kokonaishuuhtouma siis pienenee. (Hartikainen 1992, 310; Puustinen & Turtola 2004, 83.)

Fosforin liikkuminen maaprofilissa riippuu merkittävästi maan kemiallisista ominaisuuksista. Fosfori pidättyy erityisesti raudan ja alumiinin hydratoituneihin oksideihin. Näitä yhdisteitä on yleensä enemmän savimaissa kuin karkeissa maissa, jolloin savimaissa pidättyminen on tehokkaampaa. Puhtaissa turvemaissa on vähän fosforia sitovia yhdisteitä, minkä vuoksi helppoliukoisina yhdisteinä lisätty fosfori huuhtoutuu niistä helpommin. Happamuuden lisääntyminen edistää fosforin pidättymistä. Orgaaninen aines sen sijaan vähentää pidättymistä, sillä orgaaniset anionit pyrkivät pidättymään samoille oksidipinnoille fosforin kanssa. Toisaalta fosforin tehokas pidättyminen pienentää huuhtoutumisriskiä ja toisaalta taas alentaa sen käyttökelpoisuutta kasveille. (Hartikainen 1992, 315.)

Vesistöihin kulkeutuva fosfori kulkeutuu etupäässä eroosioainekseen sitoutuneena, mutta myös liuenneena pintavirtailu- ja tulvavesien mukana. Niin sanottu partikkelimainen fosforikuormitus vesistöön riippuu voimakkaasti eroosiosta. Eroosiota voidaan vähentää muokkausta keventämällä. Sen sijaan liukoisen fosforin huuhtoutuminen lisääntyy helposti muokkausta kevennettäessä. (Hartikainen 1992, 316; Puustinen & Turtola 2004, 83; Muukkonen, Hartikainen, Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian laitos, Alakukku, Helsingin yliopisto Agroteknologian laitos. 10.3.2008 7 - 10.)

Eryteisesti suorakylvössä maan pintakerrokseen rikastuu liukoista fosforia. Myös orgaanisen aineksen rikastuminen pintakerrokseen lisää liukoisen fosforin määrää. Tämä lisää liukoisen fosforin huuhtoutumisriskiä, jos vesi ei pääse imeytymään syvemmälle maahan. Tämä korostuu vielä enemmän kaltevilla pelloilla. Pidemmällä aikavälillä fosforin huuhtoutumista voidaan vähentää hoitamalla maan rakennetta niin, että vesi ja sen mukana myös fosfori saadaan liikkumaan alaspäin maassa. Myös suorakylvöpeltojen lannoitus tulisi tehdä ravinnetaseita seuraten, jotta fosforin kertyminen pintaan saataisiin minimoitua. (Hartikainen 1992, 316; Puustinen & Turtola 2004, 83; Muukkonen, Hartikainen, Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian laitos, Alakukku, Helsingin yliopisto Agroteknologian laitos. 10.3.2008 7 - 10.)

Maan tärkeimpiä kemiallisia ominaisuuksia on sen kyky pidättää ja sitoa positiivisesti varattuja ioneja. Tämä ns. kationinvaihtokyky (kationinvaihtokapasiteetti) on tunnettu 1850-luvulta asti. Kationinvaihtoreaktiossa maahan sitoutuu kationeja sellaiseen muotoon, että ne ovat melko hyvin suojassa huuhtoutumiselta, mutta ovat silti pääosin kasvien käytettävissä. Niillä on huomattava merkitys maan ravinnetalouden samoin kuin kasvien mineraaliainneiden saannin kannalta. Tämän lisäksi vaihtuvat kationit vaikuttavat muihinkin tärkeisiin maan ominaisuuksiin kuten rakenteeseen ja biologiseen aktiivisuuteen. (Hartikainen 1992, 57.)

Tutkimusten mukaan maan orgaanisen aineksen lisääntyessä myös kationinvaihtokapasiteetti (cation exchange capacity, CEC) kasvaa. Kapasiteetti voi lisääntyä jopa nelinkertaiseksi orgaanisen aineksen lisääntyessä 1 – 4 %. (Reicosky & Saxton 2006, 17.)

4.2.4 Kasvihuonekaasut

Suorakylvöllä voidaan lisätä ilmakehän hiilidioksidin sitoutumista maaperään eloperäisenä aineksena. Suorakylvössä kasvinjätteitä ei sekoiteta maahan, kuten esimerkiksi kynnössä, jolloin ne kertyvät maan pintakerrokseen. Maan pintakerroksessa olevat kasvinjätteet hajoavat hitaammin kuin maahan sekoitetut, koska ne joutuvat hitaammin tekemisiin maan mikrobiston kanssa. Suorakylvetyt maan lämpötila on myös alhaisempi kuin kynnetyt, jonka vuoksi maan mikrobitoiminta ja eloperäisen aineksen hajoaminen on hitaampaa. Muun muassa näiden syiden takia on useissa tutkimuksissa viitattu siihen, että maan eloperäisen aineksen pitoisuus kasvaa suorakylvettäessä ja menetelmällä on nähty mahdolliseksi torjua ilmastonmuutosta. (Regina, MTT & Alakukku, Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos, 10.3.2008, 10 – 11; Myllys & Regina 2004 88 – 91.)

Suomen oloissa suorakylvö ei kuitenkaan välttämättä vähennä peltomaan kasvihuonekaasupäästöjä. Tämä havaittiin MTT:n tekemässä esiselvityksessä, josta kirjoitettiin Maaseudun Tiede -liitteessä vuonna 2008. Kahdella koepaikalla suorakylvetyltä pelloilta tuli kasvihuonepäästöjä vähemmän kuin kynnetyiltä, mutta muilla kentillä ero oli pieni tai päästöjä syntyi kynnetyillä vähemmän kuin suorakylvössä. (Regina, MTT & Alakukku, Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos, 10.3.2008, 10 – 11; Myllys & Regina 2004 88 – 91.)

Muun muassa kanadalaiset tutkimukset osoittavat, että ainakin kosteassa ilmastossa hiilidioksidia voimakkaamman kasvihuonekaasun, dityppioksidin, päästöt saattaisivat nousta niin paljon, että suorakylvöstä ei olisikaan todellista hyötyä ilmastonmuutoksen torjunnassa. Dityppioksidi on 300 kertaa voimakkaampi kasvihuonekaasu kuin hiilidioksidi. Siksi pienikin dityppioksidin lisääntyminen kumooa hiilen sidonnasta saatavan hyödyn. Todennäköisin syy suorakylvetyiltä pelloilta tuleviin runsaisiin kaasumaisiin tyyppipäästöihin on sen kynnetyä peltoa kosteampi maaperä. Dityppioksidi on pääasiassa hapet-

tomissa olosuhteissa tapahtuvan denitrifikaation tuote. Märkä maa muuttuu helposti hapettomaksi, joten suorakylvetyssä pellossa on usein suotuisat olosuhteet denitrifikaatiobakteerien suotuisalle toiminnalle. Ilmastonmuutoksen ehkäisy ei siis ole painavin syy suosia suorakylvöä, mutta se on mahdollisesti saavutettavissa oleva lisähyöty. (Regina, MTT & Alakukku, Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos, 10.3.2008, 10 – 11; Myllys & Regina 2004 88 – 91.)

4.3 Kustannusvaikutukset

Usein suorakylvöön siirtymisen painavimpana syynä on tarkoitus alentaa tuotantokustannuksia ja pienentää työaikaa. Tuotantokustannuksista pyritään pienentämään useimmiten suurimpina kustannuksina olevia korko- ja poistokustannuksia. Myös polttoainekustannusten ja kunnossapitokustannusten osuutta on mahdollisuus pienentää. Suorakylvön kustannusvaikutuksia on tutkittu tekemällä tilamallilaskelmia, joissa suorakylvöä on verrattu tavanomaiseen menetelmään. Tavanomaisen menetelmän työvaiheita ovat kyntö tai kevytmuokkaus, kylvömuokkaus ja kylvölannoitus. Kustannusten säästöön täytyy ottaa huomioon tilan olemassa oleva konekanta. Jos konekanta on vanhaa, ja se on tarkoitus uusia joka tapauksessa, suorakylvöön siirtyminen voi tuoda merkittäviä kustannussäästöjä. Antti Nikulan opinnäytetyön mallilaskelmien tulosten mukaan suorakylvön vaikuttaisi olevan taloudellisesti kannattavaa niin 40, 100 kuin 200 peltohehtaarin tilakokoluokissa. (Mikkola & Lähti 2004, 72 – 73; Nikula 2003, 39.)

Uuden menetelmän omaksumiseen ja suorakylvöön liittyvien maan hyvien ominaisuuksien kehittymiseen kuluu yleensä useampi vuosi aikaa. Siksi kannattaakin varautua satotason alenemiseen alkuvaiheessa. Kokemuksien perusteella voidaan sanoa, että satotaso yleensä palautuu vähintään samalle tasolle, mitä se oli ennen suorakylvöön siirtymistä.

4.4 Suorakylvössä huomioitavia seikkoja

Suorakylvön kylvöalusta tehdään puimurilla. Oljen ja ruumenten määrä ja levitystasaisuus pellon pinnalla vaikuttavat ratkaisevasti kylvön onnistumiseen. Paksu olki ei yleensä haittaa itse kylvöä, mutta siemen ei orastu paksun olkipatjan alta. Siemen saattaa jäädä myös olkipatjaan, jolloin se ei saa maasta kosteutta. Oljen lahotessa muodostuu myös orgaanisia happoja, erityisesti etikkahappoa, joka on myrkyllistä oralle. Syyskylvöissä olki- ja ruumenongelmat ovat yleensä suurempia kuin kevätkylvöissä, koska olki ei ole ehtinyt hajota ja maata vielä. Tasainen olkikerros on tavoiteltavaa myös siksi, että pelto kuivuu ja lämpenee tasaisemmin, jolloin kylvämään päästään aikaisemmin. (Mikkola 2004, 24.)

Suorakylvö ei tasoita pellolle syntyneitä epätasaisuuksia, joten pellon pinnan muotoilua on syytä tehdä ennen suorakylvöön siirtymistä. Suorakylvetyt pellon tiivistämisestä tulee välttää varsinkin ensimmäisinä vuosina tarkoin. Vähi-

tellen pelto alkaa kuitenkin muuttua kantavammaksi, koska se muodostuu tiiviimmäksi kuin muokattu maa. Jos pellolle kuitenkin muodostuu ajouria esim. puinnin yhteydessä, ne voidaan tasoittaa pintamuokkaamalla, jotta urat eivät haittaisi seuraavan vuoden kylvöjä. (Alakukku & Mikkola 18.10.2004, 3 – 5.)

Varsinkin savimailla suorakylvettäessä kylvön ajoitus on tärkeää. Syysviljojen kylvössä kylvöajankohta on sama kuin perinteisessä menetelmässä, mutta kevätiljojen kohdalla ajankohta voi olla keskimäärin viikon myöhemmin kuin perinteisellä menetelmällä maan hitaamman kuivumisen ja lämpenemisen vuoksi. Savimailla kylvämään voi mennä kun kylvövako murustuu kiinni kylvettäessä. Jos kylvämään mennään liian aikaisin, kylvökoneen vantaat voivat tiivistää vaon pohjan ja reunat niin, että vako jää auki ja siemenen päälle ei jää haihtumissuojaa, eikä runsaiden sateiden aikaan vesi pääse imeytymään maahan vaan jää lainehtimaan vakoon haitaten itämistä ja orastumista. Yksi tapa selvittää oikea kylvöajankohta, on kokeilla kylvöä tyhjällä koneella. Jos kylvöjälki on muruinen, pelto voidaan kylvää. (Agronet.fi 25.2.2011; Mikkola & Alakukku 2004, 30.)

Kylvötavasta riippumatta siemen pitää kylvää kosteaan maahan. Kylvösyvyys säädetään sen mukaan, kuinka syvälle maa on kuivunut ennen kylvöä. Kylvösyvyyteen vaikuttaa edelleen myös kylvettävän siemenen koko, eli suuri-siemeniset syvemmälle ja pienisiemeniset matalammalle. Suorakylvettäessä kylvösyvyyttä voidaan madaltaa, koska kosteutta on yleensä enemmän kuin muokatulla pellolla. Yksi nyrkkisääntö on, että mitä kosteampi ja kylmempi maa on, sitä matalampi kylvösyvyys. Moni suorakylvöön siirtynyt onkin pettynyt kylvöjen onnistumiseen kylvettyään liian syvään, jolloin orastuvuus on jäänyt heikoksi. (Mikkola & Alakukku 2004, 31.)

Suorakylvöön liitetään usein termi nimeltään hiuspinni-ilmiö (hairpinning). Hiuspinni-ilmiössä olkia tai kasvinjätteitä ei saada leikattua, vaan ne painetaan kylvövantaalla maan sisään. Kuivissa olosuhteissa hiuspinni-ilmiössä kasvinjätteet estävät siemenen maakontaktin, joka aiheuttaa ongelmia itämiselle. Ilmiössä kylvövako jää myös auki, jolloin kosteus karkaa ja siemenen itäminen vaikeutuu entisestään. Kosteissa olosuhteissa siemenen tai oraan suora kosketus kylvövaossa olevan kasvinjätteen kanssa saattaa lisätä tautipainetta. Kasvinjätteen aiheuttama hiuspinni-ilmiö aiheuttaa usein vakavia ongelmia ja on yksi tärkeimmistä syistä, miksi viljelijät luopuvat suorakylvöstä. Kylvötekniikalla, kylvöjen ajoituksella ja kiinnittämällä huomiota puintijätteen levitystasaisuuteen, ilmiö saadaan kuitenkin minimoitua. (Suorakylvö.net 2003, 3.)

Suorakylvön seurauksena monet kasvitautien esiintymiseen vaikuttavat tekijät muuttuvat kasvitauteja suosiviksi. Loppujen lopuksi tautien runsauteen vaikuttavat peltolohkon kasvu- ja sääolot. Yleisin maaperän tauti, jota suorakylvö näyttää edistävän, on etenkin juurikkaille taimipoltetta aiheuttava ja suuria juurikkaita mädättävä Rhizoctonia-sieni. Maan muokkaaminen näyttää osittain tuhoavan sienitauteja. Suorakylvöön siirtyminen vaikuttaa kuitenkin todennäköisimmin muihin kasvitauteihin, kuten lehtilaikku- sekä tyvi ja juuris-

totauteihin, jotka säilyvät kasvinjätteen mukana ja lahoavissa kasvinosissa sekä juurikanavissa. Kasvitauteja ehkäistäessä täytyy huolehtia monipuolisen viljelykierron järjestämisestä, taudinkestävien lajikkeiden, elinvoimaisen ja terveen kylvösiemenen käytöstä sekä tarvittaessa kasvitautiaineiden käytöstä. Tällöin kasvitauteja ei esiinny enempää kuin tavanomaisessakaan viljelyssä. (Baker, Ritchie & Saxton 2006, 22; Peltonen, Jalli, Lindroos, Parikka & Huusela-Veistola 2004, 46 – 47.)

Suorakylvettäessä peltojen kasvuolot alkavat muuttua lähemmäs muokkaamattomien alueiden ja pientareiden oloja, jolloin rikkakasvilajistokin alkaa muuttua. Koska maan pintaa ei muokata, siemenrikkakasvien siemenpankki alkaa ehtyä ja torjunnan tarve ajan myötä vähenee. Kestorikkakasvien (juolavehna, peltovalvatti, pelto-ohdake), jotka leviävät juurakoiden avulla, juurakoita ei suorakylvettäessä pilkota ja siirrellä, joten niidenkin torjuntatarve ajan myötä todennäköisesti vähenee. Kokemus on kuitenkin osoittanut, että varsinkin kevyillä maalajeilla juolavehna pysyy ongelmana pitkään, ja vaatii monivuotista ja tarkkaa torjuntaohjelmaa. Heinämäiset rikot, kuten puntarpää, lauhat, timotei ja nurminata, jotka kyntö on pitänyt kurissa, saattavat muodostua ongelmaksi suorakylvössä. Myös syksyllä itäneet ja sängellä talvehtineet linnunkaalit ja saunakukat voivat olla ongelmallisia, koska ne saavat keväällä suorakylvettyyn kasviin nähden etumatkaa ja ne ovat voineet ehtiä kasvaa jo suuriksi. Tällöin niitä on vaikea poistaa rikkakasvuiruiskutuksilla. (Peltonen ym. 2004, 42 – 46.)

Karjanlannan käyttö onnistuu myös suorakylvössä. Ympäristötukiehtojen mukaan viljeltäessä karjanlanta tulisi syksyisin ja kasvustoa perustettaessa mullata tai kyntää vuorokauden sisällä levityksestä, jos sitä ei ole levitetty sijoittamalla tai injektoimalla. Ympäristöministeriön tämän hetken kannan mukaan suorakylvö riittää multaamaan sekä kuiva- että lietalannan. Suositeltavaa kuitenkin on, että maa on sopivan kuivaa ja ajonopeus on riittävän suuri, jotta kylvökoneen vantaat murustavat ja sekoittavat maata ja lantaa keskenään. Lantaa voidaan levittää myös letku- tai tarkkuuslevittimellä oraille ja nurmille, jolloin sitä ei tarvitse mullata. Sijoittamalla lantaa ei kannata oraille levittää, koska siitä voi aiheutua kasvustovaurioita. Sijoitusmenetelmä nurmille ja ennen kylvöä on kuitenkin ammoniakkin haihtumisen kannalta hyvä menetelmä, koska silloin haihtuminen on pientä ja lisäksi ravinteet tulevat paremmin juurten saataville. Äestyskään ei vie ravinteita yhtä syvälle kuin sijoitus. (Alakukku & Mikkola 2004, 9; Lannoiteopas 2009; Loiskekoski 2005.)

Pintaan levitetty kalkki liukenee ja kulkeutuu kalsiumvetykarbonaatti-ioneina sadeveden mukana syvempiin maakerroksiin pari senttiä vuodessa. Kalkitus-tarvetta on eniten siinä syvyydessä, mihin lisälannoitteena annettava ammoniumtppi sijoitetaan, joten tähän perustuen kalkkia ei tarvitse mullata suorakylvettäessä. Peruskalkitus kannattaa kuitenkin tehdä ennen suorakylvöön siirtymistä, koska maailmalla on erilaisia käsityksiä muokkaustarpeesta. (Alakukku & Mikkola 2004, 8 – 9.)

Kalkituksen vaikutusta suorakylvetyllä pellolla selvitettiin MTT:n Kasvintuotannon tutkimuksen ja Nordkalk Oy:n kanssa kahdessa kenttäkokeessa Ylistarossa. Kokeessa vertailtiin suorakylvöä, sänkiäestystä ja kyntöä keskenään. Suorakylvössä kalkituksen jälkeen pintamaan pH nousee nopeasti, mutta vaikutus syvemmillä maassa tulee myöhemmin ja näkyy heikompana kuin kynetyssä maassa. Pellon vähäinenkin muokkaus parantaa kalkituksen vaikutusta pintakerroksen alapuolella. Jos pH:n halutaan nousevan paljon ja nopeasti, on kalkki parasta sekoittaa maahan kyntäen. Ylläpitokalkituksen takia ei ole kuitenkaan välttämätöntä katkaista suorakylvöä. (Kangas 2008, 16.)

5 SUORAKYLVÖKONEISSA ON EROJA

Suomen markkinoilta löytyy tällä hetkellä pitkälle toistakymmentä erilaista suorakylvökonevaihtoehtoa. Vaikka koneista löytyy paljon yhtäläisyyksiä, kahta täysin samanlaisilla vannasratkaisuilla, etumuokkainratkaisulla, niiden yhdistelmillä jne. olevaa konetta ei tästä joukosta löydy. Jokaisessa koneessa on omanlaisensa hallintalaitteet, säätöratkaisut, kiertokoejärjestelyt, syöttölaitteistot jne. Viime kädessä olennaisimmat kylvötulokseen, ts. orastumiseen ja sitä kautta sadonmuodostukseen vaikuttavat seikat löytyvät kuitenkin jokaisessa suorakylvökoneesta kylvövannasratkaisuista, etumuokkaimista ja kylvörivin tiivistämisratkaisuista.

Kirjassaan *No-tillage seeding in conservation agriculture*, tutkija C.J. Baker on tehnyt yhteenvedon, jossa on tiivistettynä avauskiekkojen ja vantaiden tehtäviä ja hyviä ominaisuuksia. Näitä tehtäviä ja ominaisuuksia ovat:

- sopivien kylvöolosuhteiden ja siemenen olosuhteiden luominen
- vaon seinämien tiivistymisen välttäminen
- kasvinjätteiden käsittely tukkeutumatta
- siirtää ja pilkkoa kasvinjätteitä niin, että kylvö onnistuu paremmin
- sijoitettaessa siemen ja lannoite samaan vakoon, erottaa tai porrastaa ne toisistaan välttäen siemenen vioitusta
- välttää hiuspinni-ilmiötä joka vaikeuttaa siemenen itämistä
- kylvövaon hyvä sulkeutuvuus
- täsmällisen kylvösyvyyden säilyminen
- hyvä pellon pinnan muotojen myötäily

(Baker 2006, 58.)

5.1 Etumuokkaimet ja avauskiekot

Osassa vertailuissa suorakylvökoneista on kylvövantaiden edessä joko esimuokkain tai tarkalleen kylvörivin kohdalla avauskiekko. Kumpienkin tarkoituksena on ensinnäkin helpottaa kylvövantaan tunkeutumista maahan kasvinjätteiden läpi haluttuun kylvösyvyyteen ja toiseksi myös pienentää hiuspinni-ilmiön riskiä.

Avauskiekkoo (Kuva 1) säädetään kulkemaan hieman tavoiteltua kylvösyvyyttä syvemmältä. Riittävän syvälle painuva kiekko katkaisee vaon pohjalle jäävät oljet estäen vaon pohjaa kuivattavan hiuspinni-ilmion. Avauskiekkoo voi olla myös poimutettu, jolloin se muokkaa maata myös kylvörivin sivuilta, jolloin siemenen ympärille jää pehmeää maata. Vaossa oleva hienoksi muokattu maa parantaa itävyyttä ja juurilla pitäisi olla paremmat mahdollisuudet levitä tehokkaasti koko pellon pintakerrokseen. Avauskiekkoot jättävät rivivälit muokkaamatta. Tällöin pellon pintaa ei rikota ja näin ollen rikkakasvien itäminen vaikeutuu. (Oristo & Oristo 2004, 7)



Kuva 1 Oikealla avauskiekkoo, joka tekee uran vain kylvörivin kohdalle (pala.net 2011)

Etumuokkaimen (Kuva 2) tehtävänä on muokata maata kevyesti ja sekoittaa edellisen kasvukauden kasvinjätteitä ennen kylvövantaita. Etumuokkaimet ovat yleensä lautasmuokkaimia, ts. kevytmuokkaimia, jotka toimivat koko työlevyyden alalla. Muokkaimen lautaset ovat hieman maahakuisia, joten mitä syvemmälle lautaset painuvat ja mitä enemmän maata halutaan muokata, sitä enemmän vaaditaan myös tehoa kylvökoneetta vetävältä traktorilta. Yleensä muokkain kannattaakin säätää mahdollisimman matalalle. Jossain määrin etumuokkaimen haittapuolena voidaan pitää sitä, että tietyissä kylvökoneemalleissa se lisää kylvökoneen kokonaispituutta, jolloin kylvökone on ahtaammilla peltolohkoilla kömpelömpi. (Oristo & Oristo 2006, 39)



Kuva 2 Kylvövannasrivistön edessä kaksirivinen etumuokkain (Härkönen 2008).

5.2 Kaksoiskiekkovantaat ja lautasvantaat

5.2.1 Kaksoiskiekkovantaat

Kaksoiskiekkovannas (Kuva 3) perusrakenteeltaan sileillä lautasilla on hyvin yleinen suorakylvökoneissa. Kyseisen mallisessa vantaassa on kaksi sileää lautasta asetettu vastakkain ala- ja etureunoistaan. Kylvökoneen kulkusuuntaan nähden lautaset ovat näin ollen hieman auraavassa kulmassa. Lautasparin keskipisteet voivat poiketa toisistaan joitakin millijä tai lautasten halkaisijoissa voi olla muutaman millin ero, jolloin toinen lautanen kulkee edempänä ja leikkuukulma on terävämpi. Näin syntyy V-malliseen kylvövakoon ohjataan siemen, lannoite tai useassa tapauksessa molemmat. Vastakkain asetetut lautaset teroittuvat koko ajan pyöriessään toisiaan vasten, joten kylvörivin kohdalla olevat kasvinjätteet leikkaantuvat helposti poikki. Lisäksi kaksoiskiekkorakenteen ansiosta vantaan painuessa maahan, vantaan levittäessä vako-olki viimeistään katkeaa (VM_kansio.pdf 2007; Baker 2006, 41).

Vaikka kaksoiskiekkorakenne on tehokas leikkaamaan olkea, monessa suorakylvökoneessa on myös avauskiekot varmistamassa vantaan toimivuutta. Tällaista yhdistelmää voidaan kutsua myös kolmikiekkovantaaksi (triple disc). (Alakukku 2004, 10).



Kuva 3 Kaksoiskiekkovantaat (VM – kansio.pdf 2007).

Kaksoiskiekkovantaasta löytyy myös versio, jossa lautasparin lautaset ovat keskenään hieman erikokoiset halkaisijaltaan ja lisäksi ne ovat lievästi hammastetut. Hammastus tehostaa vantaan pyörimistä ja oljen leikkaantumista, varsinkin jos kylvetään löyhempään esim. kevytmuokattuun maahan. (Holma 2003, 20)

Kaksois- ja kolmikiikkovantaista voidaan kiteyttää, että ne vaativat vain vähän huoltoa ja ne selviytyvät hyvin kasvinjätteistä. Haittapuolena ne taas vaativat suuren vannaspainotuksen kylvösyvyyden säilyttämiseksi eri olosuhteissa. V – mallisen kylvövaon reunat ja pohja saattavat myös silottua ja tiivistyä kosteammassa olosuhteissa, koska vantaalla on alaspäin kiilaava työtapa. Kylvövako voi jäädä myös auki, eikä siemenen päälle saada haihtumissuojaa, jos kylvöolosuhteet ovat liian kosteat. Hiuspinni-ilmiön vuoksi siemen ei välttämättä saa maakosketusta, vaan jää kasvinjätteisiin. (Baker 2006, 41, 59.)

5.2.2 Yksikiikko- eli lautasvantaat

Myös yksikiikkoiset vantaat (Kuva 4), joita yleisemmin kutsutaan lautasvantaiksi, soveltuvat suorakylvöön hyvissä olosuhteissa. Yksikiikkovantaat voivat olla muodoltaan suoraa tai kuperia ja reunoiltaan sileitä tai hammastettuja. Hammastetut suorat vantaat ovat hyvin yleisiä, vaikka niiden yhtenä heikompänä ominaisuutena voidaan pitää sitä, että siemeniä saattaa nousta pintaan loven ja kiekon kylvökerroksen alapuolelta kahmaiseman kosteamman maan mukana. Yksikiikkoinen selviytyy kohtuullisesta määrästä kasvinjätteistä. Yksikiikkovantaalla ei ole niin suurta tiivistysvaikutusta kuin kiilaavalla kak-

soiskiekkovantaalla ja etenkin hammastettu kiekko myös murustaa hieman maata vaon pohjalle. (Baker 2006, 41 – 42; Holma 2006, 32.)

Kiekko on asetettu kulkusuuntaan nähden avaraavaan kulmaan, jolloin syntyy ns. U-mallinen kylvövako. Aorauskulma on yleensä maksimissaan 10 astetta. Kiekkojen täytyy olla ainevahvuudeltaan kohtuullisen paksuja ja niiden laakerien täytyy olla erityisen kestäviä, koska vantaaseen kohdistuu melko suuri sivuttaisvoima, etenkin jos ajonopeus on suuri. Koska vantaaseen kohdistuu koko ajan samansuuntainen sivuttaisvoima, kylvökoneessa vantaat ovat yleensä kahdessa rivissä, jolloin eri rivien vantaat ovat vastakkaisiin kulmiin asetettuina. Muutoin koko kylvökone pyrkisi ajautumaan vantaista johtuen koko ajan toiseen reunaan. (Baker 2006, 41 – 42; Holma 2006, 32.)



Kuva 4 Yksikiekkovannas (Rapid – esite 2010).

Siemen ja/tai lannoite johdetaan kiekon takaosan sivussa olevan suppilon kautta syntyvän vaon pohjalle. Suppiloa voidaan kutsua myös kaapimeksi, koska vantaan kiekkovantaan pyöriessä kaavin samalla puhdistaa kiekkoa. Suppiloa voidaan säätää, jotta siemen ohjautuisi mahdollisimman tarkasti kylvövakoon. Suppilon säätäminen tulee kyseeseen yleensä kiekon tai suppilon kulumisen johdosta. Pellolla olevien kasvinjätteiden määrä vaikuttaa myös hieman säätötarpeeseen. (Baker 2006, 41; Mäkelä & Oristo 2006, 33). Kaavinlevyn tilalla voi olla myös erillinen kaavinlautanen, joka pyörii kiekkovannasta vasten samaa tahtia. Kaavinkiekkko on materiaaliltaan muovia ja se on halkaisijaltaan varsinaista lautasta pienempi. Kaavinkiekon etuna on se, että se pysyy puhtaana märemmissä olosuhteissa eikä siksi tukkeudu niin helposti ja sitä ei tarvitse säätää olosuhteiden muuttuessa. Lisäksi pyörivä kaavin verrattuna paikallaan olevaan poskilevyyn jarruttaa vähemmän kylvökoneen etenemistä (MSC_GB kverneland.pdf, 7).

Toisenlaisessa yksikiekkovantaassa ns. kiilajyrävantaassa (Kuva 5) hammastetun kiekon kylkeen on hitsattu halkaisijaltaan pienempi esim. 45 asteen kulmassa oleva kuppimallinen kannatuslautanen. Siemen, lannoite tai mo-

lemmat johdetaan kylvövaon pohjalle putkilta suoran kiekon viereltä poskilevyn suojassa. (Varpio & Härkönen 2006, 6) Kannatuslautasen ansiosta kiilajyrävannas pystyy pitämään tasaisen kylvösyvyyden paremmin vaihtelevassakin maassa. (Junkkari käyttöohje 2002, 18)



Kuva 5 Kiilajyrävannas (Varpio & Härkönen 2006, 10).

Kuperan lautasvantaan ainevahvuuden ei tarvitse olla niin paksu kuin suoralla lautasella, koska kaareva lautanen on rakenteeltaan vahvempi. Lautanen on asetettu samalla tavoin ajosuuntaan nähden avaraavaan kulmaan kuin suorakin lautanen ja siemen johdetaan suppilon kautta maahan. Joskus lautanen on voitu asettaa kulmaan myös vaakatasoon nähden lautasen kupera puoli lievästi ylöspäin tai alaspäin. Hyvä ominaisuus, jos kupera puoli on alaspäin, on se että maa ei lennä sivulle, josta se olisi vaikea taas siirtää siemenen päälle suojaksi. Huono puoli on taas se, että jos maassa on paljon juuristoa joka sitoo maata, vannas kääntää maahan läpän kuin aura, jonka alle siemen johdetaan. Siemenen on vaikea itää tällaisen läpän alta. Jos lautanen taas on asetettu kupera puoli ylöspäin, lautanen irrottaa leikkaamalla maata enemmän ja maakerroksen kääntäminen on vähäisempää. Tästä syystä ylöspäin käännettyä rakennetta suositaan lautasantaita käytettäessä. (Baker 2006, 42.)

Yksikiikkovantaiden hyvinä ominaisuuksina voidaan pitää kohtuullista maahantunkeutumiskykyä, leikkaavaa ja murustavaa työtapaa, kohtuullisesta kasvinjättemäärästä selviytymistä ja vähäisempää tiivistämisvaikutusta. Heikkouksina ovat hiuspinni-ilmion riski, lannoitetta ja siementä on vaikeampi erottaa sijoitettaessa ne saman vantaan kautta ja kallistetulla lautasantalla on huonompi maahantunkeutumiskyky. (Baker 2006, 59.)

5.2.3 Kylvösyvyyden säätö ja kylvöriivin tiivistys kiekkovantaiden osalta

Kylvösyvyys säädetään vannaskohtaisesti nostamalla tai laskemalla vantaiden säätöpyöriä (Kuva 6). Joidenkin koneiden vantaat säädetään keskitetysti, kaikki yhtä aikaa. Keskitetty säätö toimii yleensä hydrauliiikan avulla (Alakukku & Mikkola 2004, 32).

Jotta vannas painuisi haluttuun kylvösyvyyteen kovissakin olosuhteissa, vantaita täytyy painottaa riittävästi jousilla tai hydrauliiikalla. Painatusta voidaan säätää ja sen määrään vaikuttaa esimerkiksi myös se, että onko koneessa avauskiekot. Painatusvoima säädetään siten, että vantaat pysyvät säädetyssä syvyydessä välttämättä kuitenkin painotusta varmuuden vuoksi. Jos nimittäin säätöpyörä kulkee rivin kohdalla tai aivan sen sivussa, niin liiallinen painatus saattaa märissä oloissa tiivistää riviä liikaa. Markkinoilla olevissa suorakylvökoneissa käytetyt vannaspainot vaihtelevat muutamasta kymmenestä kilosta jopa yli 270kg/vannas (Mäkelä, Levomäki & Oristo 2006, 22 – 33; Alakukku & Mikkola 2004, 32 - 33).



Kuva 6 Kaksoiskiekkovantaan takana kulkee vannaskohtainen syvyydensäätöpyörä, joka myös sulkee ja tiivistää kylvövaon (Oristo & Oristo 2004, 7).

Kaksoiskiekkovantailla varustettujen suorakylvökoneiden vantaat säätävät usein vantaan edessä tai takana kulkevan säätöpyörän avulla vannaskohtaises-

ti. Säättöpyörän asemaa säätämällä voidaan muuttaa kylvösyvyyttä. Säättöpyörän kulkiessa vantaan takana, se toimii samalla kylvövaon sulkijana ja tiivistäjänä. Kylvösyvyyteen vaikuttaa säättöpyörän lisäksi kylvökoneen työasento, vantaan maahan joko jousikuormitteisesti tai hydraulisesti aikaansaatu painatusvoima sekä maan pehmeys. Kaksoiskiekkovantaaseen liitetään usein sellainen ominaisuus, että ajonopeuden kasvaessa työsyvyys pyrkii kasvamaan. (VM- ohjekirja 2008, 6,14.)

Toisenlaisessa kaksoiskiekkovantaassa (Kuva 7) toisen kiekon vieressä oleva leveä rajoitinkiekkö estää vantaan painumisen liian syvälle. Vannasta painotetaan vain riittävästi, jonka ansiosta kylvösyvyys pysyy vakiona. Vantaan jäljessä kulkeva kartiomainen valurautainen jyräpyörä painaa vaon toiselta puolelta umpeen. Jos kylvösyvyyttä halutaan muuttaa, täytyy rajoitinkiekkö vaihtaa jokaisesta vantaasta ja se on kohtalaisen työläs operaatio. Suorakylvettäessä työsyvyyttä ei usein ole tarpeellista säätää, vaikkakin piensiemenet kannattaisi kylvää matalammalle kuin esimerkiksi viljat. Äestetyllä tai kevytmuokattulla pellolla kylvettäessä säätötarvetta saattaa kuitenkin ilmetä. (Oristo 2005, 7-9.)



Kuva 7 Kaksoiskiekkovantaan sivuun on kiinnitetty syvyyden rajoittava leveä kiekko (suomensuorakylvo.fi 2011b).

Kylvösyvyys voi määräytyä myös kylvökoneen takana olevien jyrä-/kuljetuspyörien (takapakkeri) välityksellä. Toisin sanoen koko kylvökoneen asemaa takapakkeriin nähden rajoittamalla säätyy kylvökoneen työsyvyys. Jyräpyörien pitkä etäisyys vantaista aiheuttaa viivettä kylvösyvyyden säätymiseen, joten epätasaisella kylvöalustalla joskus siemenet saattavat joutua halut-

tua kylvösyvyyttä syvemmälle tai matalammalle. Joissain kylvökoneissa on takana olevan jyräpyörästä lisäksi pyörästä myös vantaiden etupuolella. Näissä koneissa kylvösyvyys säätyy etupyörien mukaan ja takapakkeri ainoastaan tiivistää kylvöksen ja toimii koneen kuljetuspyörästä. (Mäkelä & Oristo 2006, 33; Holma 2003, 21; Holma 2006, 30.)

5.3 Vetovantaat

Vetovannas (Kuva 8) on järeä piikki, jonka kärki kulkee maan sisällä. Jotta vannas saadaan työsyvyyteen se voi olla joko maahakuinen tai sitä painotetaan hydraulisesti. Itse vantaan edellä voi kulkea lisäpiikki tai kiekko, joka toimii kylvöuran avaajana ja muokkaajana. Pyörivän vantaan toisinaan aiheuttamaa hiuspinni-ilmiötä ei pääse syntymään vetovantailla kylvettäessä eikä vannas tukkeudu märissäkään olosuhteissa, koska vetovantaan toimintatapa on ns. alhaalta ylöspäin. (Mikkola 2004b, 39; Mustonen 2007, 42 – 44; Vanhakartano 2007, 18 – 20.)

Vetovantailla voidaan kylvää esimerkiksi nauhakylvönä perinteisen rivikylvön sijaan. Vantaan kärkipalaa muuttamalla voidaan kylvää joko leveämpää tai kapeampaa nauhaa. Nauhakylvön ideaa perustellaan sillä, että niin kylvettäessä viljelykasvilla on enemmän tilaa kasvattaa maanpäällistä kasvustoa ja juuristoa ja toisaalta rikkakasveille jää vähemmän kasvutilaa. Vantaat on usein suunniteltu myös niin, että siemen ja lannoite saadaan pysymään erillään, jolloin polttovioituksen riski pienenee. Vetovantaiden työsyvyyttä voidaan säätää joko keskitetysti kylvökoneen kannatinpyörien avulla, jolloin säädellään kuinka paljon kone pääsee laskeutumaan tai vannaskohtaisilla kannatinpyörillä. (Mikkola 2004b, 39; Mustonen 2007, 42 – 44; Vanhakartano 2007, 18 – 20.)



Kuva 8 Vetovantaat vasemmassa ja oikeassa rivissä sekä avauspiikit keskimäisessä rivissä (tak-sai.com 2011).

5.4 Rivivälin merkitys

Kylvökoneessa rivivälillä tarkoitetaan kahden siementä kylvävän vantaan etäisyyttä toisistaan. Suomen markkinoilla olevien suorakylvökoneiden rivivälit vaihtelevat perinteisestä 12,5 cm aina 25 cm asti.

Viljasato riippuu tähkien lukumäärästä hehtaaria kohden, jyvien lukumäärästä tähkää kohden ja jyvien painosta. Tähkien määrä riippuu kylvötiheydestä ja pensastumisesta. Termit riviväli ja kylvötiheys eivät tarkoita samaa asiaa. Vaikka riviväli olisi 12,5 cm tai 25 cm, tavoitellaan kummassakin tapauksessa yleensä samaa kylvötiheyttä, esimerkiksi 500 kpl/m². Rivivälin ollessa suuri ja samaa kylvötiheyttä tavoiteltaessa, rivimetriä kohden tuleva siemenmäärä kasvaa. (Virkajärvi & Reiman 1988, 25, 54 – 58; Knaapi 2009.)

On todettu, että suuri siementiheys kylvörivissä heikentää orastumista. Oraiden tiheys ei siis vastaa täysin kylvötiheyttä, vaan osa itämiskykyisistä jyivistä jää orastumatta. Orastumisen heikkeneminen osaltaan pienentää satoa. Kasvutilan optimointi riviväliä kaventamalla lisää siis satopotentiaalia orastumisen parantuessa ja sitä kautta tähkäluku kasvaa. Kapealla rivivälillä onkin saavutettu kokeissa parhaat sadot. Toisaalta orastumisen heikkenemistä kompensoi kasvin parempi pensominen. Harvempi kylvö siis orastuu paremmin ja pensoo enemmän, kun taas tiheä kylvö orastuu suhteessa heikommin ja pensoo vähemmän. (Virkajärvi & Reiman 1988, 25, 54 – 58; Knaapi 2009.)

Ristikukkaisten kasvien, kuten rypsin ja rapsin, sadontuotantofysiologia poikkeaa viljakasvien vastaavasta. Siemensadon määräävät satokomponentit koostuvat kasviyksilöiden määrästä tietyllä pinta-alalla, lituja muodostavien haarojen lukumäärästä kasvia kohti, litujen määrästä haaraa kohti, siementen lukumäärästä lidussa sekä siementen koosta. Kasvuston lopullinen tiheys on kylvötiheyden ja taimettumisen onnistumisen lopputulos. Tiheyttä kompensoi rypsin ja rapsin hyvä haaroittumiskyky. Näin ollen harvaksi jäänyt kasvusto haarautuu enemmän ja suurta riviväliä käytettäessä, rypsi ja rapsi käyttävät kasvutilan tehokkaasti hyödyksi haaroittumalla. (Alikärri 1988, 121.)

Suurta riviväliä käytettäessä, siemenmäärä kasvaa rivimetrillä. Rypsin ja rapsin taimet tarvitsevat tilaa. On todettu että ylitieheissä kasvustoissa menetetään lajinsisäisen kilpailun takia huomattava määrä taimia. (Pahkala & Känkänen 2006, 15.)

Eräässä tilakokeessa hybridirapsi oli tuottanut lähes kolmen tonnin hehtaarisadon, kun rivivälinä oli käytetty 37 ja 42 senttiä. Rapsi oli kylvetty pienillä muutoksilla juurikkaan kylvökoneella. 12,5 sentin rivivälillä kylvetyssä osassa hehtaarisato oli jäänyt 500kg pienemmäksi. Sadot oli mitattu Borealin koe-ruutupuimurilla. Harvan rivivälin oli todettu kasvattavan etenkin siementen kokoa. (Vuorela 2010, 9.)

Herneellä ja härkäpavulla kylvösiemenen määrää kannattaa laskea riviväliä kasvattaessa, jotta siemenetäisyys rivimetrillä pysyisi samana. Pientä riviväliä

(12 – 14 cm) käytettäessä sato on kuitenkin yleensä parempi. (Ruippo & Kilttilä 1988, 101 ja 113.)

Pienemmän rivivälin etuna on se, että viljelykasvusto peittää suuremman pinta-alan neliöltä ainakin kasvun alkuvaiheessa. Tällöin myös rikkakasvien kilpailukyky viljelykasvia kohtaan on heikompi. Suuremman rivivälin etuna suorakylvössä on se, että pellon pintaa ei rikota riviväleistä, jolloin rikkakasvit eivät niin helposti idä. Suuremman rivivälin omaavat suorakylvökoneet eivät myöskään tukkeudu niin helposti, jos pellolla on paljon kasvijätettä. Lisäksi jokainen vannas vaatii vetotehoa traktorilta, joten suuremmalla rivivälillä varustetussa kylvökoneessa on kylvövantaita vähemmän työlevyyttä kohden ja siten vetotehon tarve suhteessa pienenee.

5.5 Lannoitteen sijoitus

Suomessa on totuttu sijoittamaan lannoite kylvön yhteydessä joka toisen siemenvantaan väliin. Useissa suorakylvökoneissa lannoite ohjataan kylvösiemenen kanssa saman vantaan kautta maahan. Samaan riviin sijoitettaessa on kuitenkin riski, että suolaväkevyys siemenen läheisyydessä kasvaa liian suureksi ja siemen ei saa imettyä itseensä vettä. Riskin muodostaa lannoiterakeen sisältämä typpi. Kun siemenen ja lannoiterakeen väliin saadaan pienikin muruinen rako (1 – 2cm), haitat pienenevät. Ongelmat korostuvat kuivassa maassa. Lisäksi rypsi on piensiemenenä arempi typpilannoitteen haittavaikutukselle. MTT:n tutkimusten mukaan suurimmat sadot on saatu, kun lannoite sijoitettiin omaan riviinsä erilleen siemenrivistä. Koko lannoitemäärän sijoittaminen samaan riviin siemenen kanssa alensi satoa kuitenkin vain n. 5 %. 1960 – luvulla tehtyjen tutkimusten mukaan sadonalennuksen olisi voinut olettaa olevan suurempi. Lannoitteet ovat tosin muuttuneet niistä ajoista. (Kauppila 2004, 35 – 36; Mikkola 2003, 3.)

Kanadalaisen PAMI:n (Prairie Agricultural Machinery Institute) tutkimuksen tulokset ovat suurelta osin yhteneviä MTT:n tutkimusten kanssa. Kanadalaisessa tutkimuksessa kylvettiin kolmea eri kasvilajiketta (ohra, vehnä ja rypsi) ja kylvövantaina käytettiin kolmea erilaista vetovannasta, joita Kanadassa yleisesti käytetään. Tutkimuksessa selvisi, että mitä kevyempi maalaji, mitä kuivempi maa, mitä suurempi riviväli, mitä pienempi siemen, mitä suurempi lannoitteen käyttömäärä ja mitä pienempi orgaanisen aineksen pitoisuus maassa, sitä suurempi riski sadonalentumiseen on. Maan kuivuuden osalta tosin rypsilä oli pienempi riski vahingoittua kuivassa maassa kuin vehnällä ja ohralla. Rivivälin suurentamisessa on suurempi riski lannoitteen haittavaikutuksille, koska sama lannoitemäärä sijoitetaan harvempaan riviin, jolloin rivinä kohden lannoitemäärä kasvaa. (PAMI 1997, 1 – 4.)

Toisessa tutkimuksessa kanadalaiset olivat toisaalta huomanneet lannoitteen sijoittamisesta siemenen lähelle olevan myös etua muokkaamatta viljeltäessä. Tämä johtui siitä, että koska varsinkin typpi on maanesteeseen liukenemisen vuoksi herkkäliikkeinen, ravinteita ei joudu niin paljoa rikkakasveille sijoitet-

taessa lannoite samaan riviin, kuin jos lannoite levitettäisiin kylvön jälkeen hajalevityksenä kasvustoon. (Tyhtilä 2001, 14.)

Jos lannoite sijoitetaan saman vantaan kautta, ne olisi hyvä saattaa toisistaan hieman erilleen. Eri kylvövantaista löytyy erilaisia teknisiä ratkaisuja siemenen ja lannoitteen erottamiseen. Geometrisesti ajateltuna ratkaisuja on kuitenkin periaatteena kolme. Lannoite voidaan sijoittaa suoraan siemenen alapuolelle, viistosti siemenen alapuolelle tai siemenen sivulle. Lannoitteen sijoittaminen siemenen yläpuolelle ei ole looginen vaihtoehto, koska kasvin juuret suuntautuvat pääosin sivulle ja alaspäin. (Baker 2006, 120.)

5.6 Suorakylvökoneet yksittäistapauksina

5.6.1 Tume Nova Combi



Kuva 9 Tume Nova Combi 3000 (pdf – esite Nova Combi 2008)

Tume Nova Combi (Kuva 9) on suomalaisen Tume-Agri Oy:n Turengissa valmistama suorakylvökone. Suomessa konetta myy ja markkinoi tällä hetkellä K-Maatalous. Vantaistona Nova Combissa käytetään kaksoiskiekkovantaita, jotka ovat hieman ulospäin kuperia ja erikokoisia, reunoiltaan lievästi hammastetut ja niillä on keskipiste hieman eri kohdissa. Rakenteella pyritään varmistamaan kiekkojen varma pyöriminen, puhtaana pysyminen. Lannoite ja siemen ohjataan saman vantaan kautta, mutta maassa lannoite sijoittuu siemenestä hieman erilleen viistosti siemenen alapuolelle. Lannoite saadaan sieme-

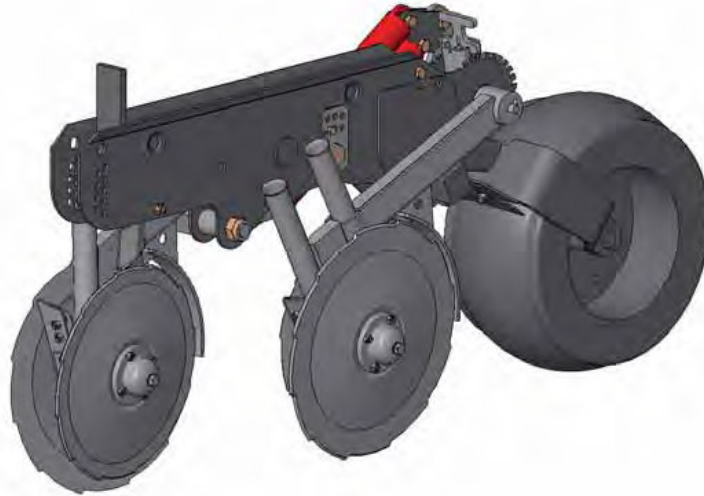
nestä erilleen kylvövantaassa lannoiteputken alapuolelle olevan polyuretaanikielekkeen (Kuva 10) avulla, joka painaa lannoitteen isomman kiekon tekemään vaon pohjalle. Käytännössä kuitenkin siemenen ja lannoitteen väliin jäävä puskurivyöhyke vaihtelee, mutta ratkaisulla saadaan kuitenkin vähennettyä siemenen vioitusriskiä. (Holma 2003, 20 – 21.)



Kuva 10 Nova Combin kaksoskiekkovannas (pdf – esite Nova Combi 2008)

Kiekkovantaat (Kuva 11) on kiinnitetty kahden vantaan yksiköiksi. Työsyvyyden säätöön jokaisella yksiköllä on vannasyksikön etupuolella tunnustelupyörä, jonka avulla kylvö- ja lannoitusyvyttä voidaan säätää. Tunnustelupyörä myös tiivistää maata vantaiden edellä. Vantaiden painotus hoidetaan kierrejousilla. Painotusta puolestaan säädetään koneen korkeutta muuttamalla. Eli mitä alemmaksi konetta lasketaan, sitä kireämmiksi jouset kiristyvät ja painotus kasvaa. Kaksoskiekkovantaiden takana olevien erillisten peittolautasten avulla saadaan varmistettua vaon sulkeutuminen ja lopuksi koko koneen levyinen kuljetuspyörästä tiivistää kylvöksen. (Mäkelä & Oristo 2006a, 30; Härkönen 2004, 12.)

Syöttölaitteina Tumessa käytetään rihlasyöttimiä sekä lannoite- että siemenpuolella. Syöttömäärää säädetään siirtämällä teloja sivusuunnassa, jolloin rihlan tehollinen leveys muuttuu. Syöttölaitteiden käyttö on toteutettu suurikokoisella erillisellä maapyörällä. (pdf – esite Nova Combi 2008.)



Kuva 11 Tume Nova Combin vannasyksikkö (pdf – esite Nova Combi 2008)

Teknisiä tietoja:

- työleveys 3 tai 4 m
- riviväli 12,5 cm
- vantaiden lukumäärä 24 tai 32 kpl
- kaksoiskiekkovantaat
- vannaskiekkojen halkaisijat pienempi 36 cm ja suurempi 40 cm
- vannaspainotusalue 20 – 200 kg/vannas
- paino 3750 tai 5475 kg
- vetotehotarve 90 tai 120 hv
- lannoitteen ja siemenen mekaaninen rihlasyöttö, joka saa voimansa maapyörältä, säätö rihlan leveyttä muuttamalla
- säiliötilavuudet 3250 tai 4500 litraa
- lisävarusteina mahdollisuus valita ajotietokone, hydrauliset sitkaimet, esimuokkain CultiPack, pyöränvälilyrä, peittauslaite, heinänsiemenen kylvölaite, multainkiekot vantaiden taakse, sekoitinakselit lannoite-siemen, jälkiäes, matalanostotoiminto, takatason kaide

(pdf – esite Nova Combi 2008)

5.6.2 Kongskilde Flexidrill

Kongskilde Flexidrill (Kuva 12) on Suomessa suunniteltu ja ennen Suomen Mynämäellä valmistettu kylvökone. Nykyään konetta valmistetaan Ruotsissa. Mynämäellä jatkuu kuitenkin vielä tuotekehitys, myynti ja varaosamyynti. Lisäksi Kongskilde Flexidrill -kylvökonetta Suomessa myyvät useat muut maatalouskonekaupan edustajat, joiden yhteystiedot löytyvät Kongskilden verkkosivuilta. (Kongskilde.com 2011)



Kuva 12 Kongskilde Flexidrill (Flexidrilliesittely.pdf 2010)

Flexidrill on uudistettu ja paranneltu versio aikaisemmasta Multiseedista. Flexidrill-kylvökoneita on vantaistoltaan kahta mallia. C-mallissa on erilliset siemen- ja lannoitevantaat ja M-mallissa siemen ja lannoite sijoitetaan saman vantaan kautta. Vantaina ovat yksikiekkaiset lovi-reunaiset ja suorat vannas-kiekkot, joissa on säädettävä vannassuppilo. Suppilon alaosassa oleva lisävanna leventää vakoja. Auraava kiekko murustaa peittomultaa kylvöriivin päälle ja koneen kuljetuspyörästä tiivistää kylvövaon. (Flexidrilliesite.pdf 2010; Oristo, Oristo, Turtiainen & Härkönen 2008, 26; Mäkelä & Oristo 2007, 44.)

Vantaisto (Kuva 13) koostuu puolen metrin vannasyksiköistä, joissa on neljä siemenvannasta ja C-mallissa kaksi erillistä lannoitevannasta. Jokainen yksikkö pääsee nousemaan ja laskemaan riippumatta muista vannasyksiköistä, jolloin vantaat seuraavat pellon epätasaisuuksia hyvin. Vannasyksiköissä olevilla hydraulisylintereillä nostetaan ja lasketaan vantaita sekä hoidetaan myös niiden painotus. Eri vannasyksiköiden sylinterit on kytketty yhdeksi suljetuksi piiriksi, jolloin vannaspainotus on sama eri yksiköiden välillä. Painetta, eli vantaiden painotusta voidaan säätää ajon aikana ja sitä voidaan seurata erillisestä painemittarista. Kylvösyvyys säädetään kookkaiden vannasyksikkökohtaisten syvydensäätöpyörien mukaan. Jokaisessa yksikössä on veivi, jolla pyörän asemaa ja sitä kautta kylvösyvyyttä säädetään. Pyörät sijaitsevat yksiköiden etupuolella jolloin ne myös tiivistävät mahdollisesti muokattua kylvöalustaa. Lisäksi koko kylvökoneen painoa jakautuu kylvötilanteessa huomattavasti myös syvydensäätöpyörille. (Flexidrilliesite.pdf 2010; Oristo, Oristo, Turtiainen & Härkönen 2008, 26; Mäkelä & Oristo 2007, 44.)



Kuva 13 Vannasyksikkö ja sen edessä oleva syvyydensäätöpyöräpari. Kuvassa näkyy myös säätöveivi. (Flexidrill_FIN.pdf 2007)

Siemenen ja lannoitteen syöttö hoidetaan kierteistelasyöttimillä. Säädot perustuvat telan pyörimisnopeuden muuttamiseen, jota voidaan muuttaa portaattomasti. Siemenpuolelle on lisäksi kolmiportainen aluevaihteisto, jolloin voidaan tehdä karkeasäätö heinästä herneen siemeneen. Voimansa syöttölaitteet saavat rullaketjuvälityksin koneen oikeasta, traktorikuvioisilla renkailla varustetusta etupyöräparista. (Varpio, Palojärvi & Härkönen 2003 7; Flexidrilliesite.pdf 2010.)

Teknisiä tietoja:

- työleveys 3 tai 4 m
- riviväli 12,5 cm
- siemenvantaiden lukumäärä 24 tai 32 kpl
- lannoitevantaiden lukumäärä 12 tai 16 kpl (huom. M-malli)
- paino tyhjänä 3610 – 3810 kg tai 4620 – 4870 kg
- yksikiekkovantaat
- vannaskiekkojen halkaisija 40 cm

- maksimivannaspaino säiliöt tyhjänä C-malli n. 105 kg, M-malli n. 150 kg, täydellä koneella yli 250 kg
 - siemensäiliön tilavuus 4 m koneessa 1430 – 2430 litraa
 - lannoitesäiliön tilavuus 4 m koneessa 1690 – 2140 litraa
 - valmistajan ilmoittama vetotehon tarve 3 m koneella 90 – 110 hv ja 4 m 120 -140 hv
 - siemenen ja lannoitteen mekaaninen kierteistelysyöttö, joka saa voimansa rullaketjujen välityksellä oikeanpuoleisen vannasyksikön etupyöräparista
 - syöttömäärien säätö telan pyörimisnopeutta muuttamalla
 - haluttaessa syöttöteloja voidaan poistaa käytöstä sulkuläpällä
 - Siemensäiliön tilavuus 3 m koneessa 1080 – 1830 litraa ja 4 m koneessa 1430 – 2430 litraa (siemen- lannoitepuolen väliseinää voidaan siirtää)
 - lannoitesäiliön tilavuus 3 m koneessa 1270 – 2140 litraa ja 4 m koneessa 1690 – 2850 litraa
 - lisävarusteina ajouralaite, lannoitteen kaukosäätölaite, säiliön tasovahti, syöttöakselin pyörimisvahti, heinäsiemen/starttiravinnesäiliö, ajourien rivimerkitsimet, kiekot rivimerkitsimiin, Multi Flex -etulata ja S-piikki etuäes
- (Flexidrill_FIN.pdf 2007; Oristo ym. 2008, 21; FD Käyttöohjeet 2007, 30 – 31)

5.6.3 Väderstad Rapid

Väderstad Rapidin (Kuva 14) valmistaja on Väderstad Verken AB Ruotsista. Suomessa Väderstadin työkoneita myy ja markkinoi Agrimarket, joka vastaa myös varaosista ja huollosta (agrimarket.fi 2011).

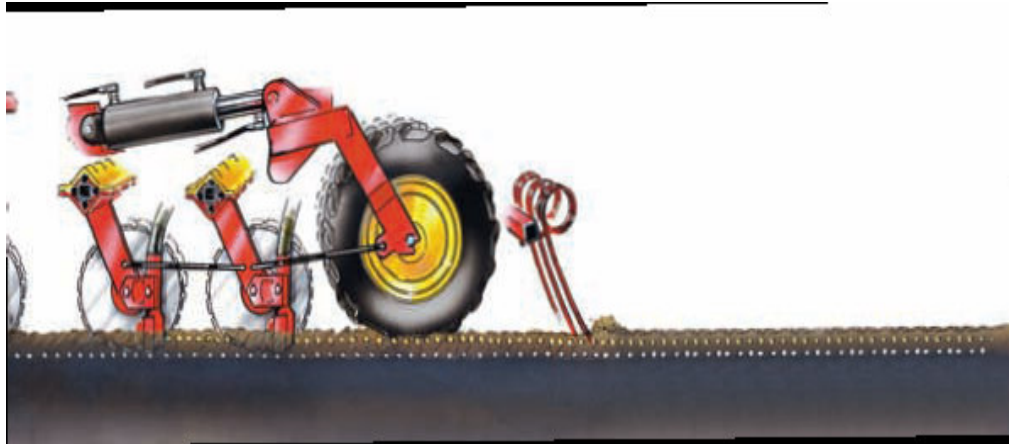


Kuva 14 Väderstad Rapid varustettuna System Disc – esimuokkaimella (Rapid – esite 2010).

Rapidissa vantina ovat suorat yksiekkoiset hammastetut kiekot (Kuva 16). Siemen ja lannoite ohjataan erillisten vantaiden kautta. Kiekot ovat kolmen asteen auraavassa kulmassa ja siemen ohjataan vantaan takaosan sivussa olevan suppilon kautta vaon pohjalle. Suppiloa voidaan säätää kylvöolosuhteiden ja kuluneisuuden mukaan. Kylvövantaiden työsyvyyttä Rapidissa säätävät ta-

kapakkerin pyörät (Kuva 15). Syvyydenohjaus tulee reaktiotangon välityksellä pyörältä ja yksi pyörä ohjaa aina yhtä vannasparia. Tällainen ratkaisu on kohtalaisen jäykkä, eikä seuraa pellon pinnan muotoja niin tarkasti, mutta se on vakaa ja mahdollistaa kovatkin ajonopeudet. (Holma 2006 30 – 33; Knaapi 2006 36.)

Kylvösyvyyttä voidaan muuttaa hydraulisesti, jolloin rajoitetaan koko koneen laskusyvyyttä vantaisiin nähden. Kone on varustettu yhdellä nostosylinterillä (Kuva 15), jossa on kaksi peräkkäistä mäntää. Yksinkertaisesti selitettynä mäntiä on pienempi ja suurempi, joista pienempi toimii varsinaisessa koneen nostossa ja suurempi taas määrittelee sen, mille korkeudelle vantaat laskeutuvat ja toimii varsinaisen nostomännän topparina. Suhteellista työsyvyyttä voidaan seurata kylvökoneen lannoitelaatikon etureunassa sijaitsevasta viisarista. Takapakkerin pyörät ovat porrastettu eteen – taakse suunnassa kahteen tasoon. Tällainen ratkaisu estää keveillä maalajeilla maavallin syntymisen pyörärvin eteen. (Holma 2006 30 – 33; Knaapi 2006 36.)



Kuva 15 Kuvassa näkyy takapakkerilta vannasparille tulevat reaktiotangot ja nostosylinteri (Rapid – esite 2010).

Rapidissa vannaspainotuksen määrää ei voida erikseen säätää, vaan koska vantaiden syvyys välittyy takapakkerin pyöriltä mekaanisesti, ääritilanteessa vantoille jakautuu teoriassa koko kylvökoneen paino. Myös kylvökoneen täyttöaste vaikuttaa painotukseen ja osaltaan myös kylvösyvyyteen.



Kuva 16 Kylvövannas jossa näkyy suppilo, reaktiotanko, ja kumipatukkajousitus, joka mahdollistaa kivien ja muiden epätasaisuuksien ylitykset (Rapid – esite 2010).

Siemenen ja lannoitteen syöttö Rapidissa on toteutettu lannoitepuolella kierteistelasytöllä ja siemenpuolella tela koostuu hienojakoisesta nastatelasta ja normaalista kierteistelasta. Kapeampaa nastatelaä käytetään piensiemienien kylvöön ja normaalia telaa suuremmille siemenille ja siemenmäärille. Säätö perustuu telan pyörimisnopeuden muuttamiseen, jota pidetään hyvänä ratkaisuna, koska syöttötelat kuluvat tällöin tasaisesti koko leveydeltään ja esimerkiksi lannoitteen jauhautumista ei pääse tapahtumaan, koska syöttöakselin pyörimisnopeus pysyy melko alhaisena koko ajan. (Rapid käyttöohjekirja 2009, 33; Knaapi 2006, 36.)

Rapidista hyvinä ominaisuuksina nousevat esiin laadukkaat rakenneratkaisut, varmatoimisuus, nopean ajonopeuden ja tasaisen kylvösyvyyden mahdollistama vannasratkaisu. Huonompina seikkoina kone vaatii tasaisen kylvöalustan ja jos kone on varustettu esimuokkaimella, yhdistelmän pituus kasvaa ja kone vaatii pitkät päisteet. Lisäksi kone vaatii paljon vetotehoa traktorilta verrattuna esimerkiksi suorakylvökoneeseen, jossa lannoite ja siemen sijoitetaan saman vantaan kautta, riviväli on suurempi ja jossa ei käytetä paljon tehoa vaativaa esimuokkainta. (Holma 2006, 31; Knaapi 2006, 36.)

Teknisiä tietoja:

- Työleveys 3 tai 4 m (Rapideja myös 6- ja 8-metrisinä)
- riviväli 12,5 cm
- siemenvantaita 24 tai 32 kpl
- paino tyhjänä riippuen varusteista 3 m kone 2300 – 4300 kg ja 4 m kone 2900 – 5200 kg
- yksikielkkoventaat
- kiekkojen halkaisija 41cm
- vannaspaino koko ajan maksimi

- vetotehon tarve riippuen varusteista 3 m kone 90 – 160 hv ja 4 m kone 120 – 220 hv
 - mekaaninen kierteistela/nastatelasyöttö, säätö pyörimisnopeutta muuttamalla
 - siemensäiliöiden tilavuus 3 m koneessa 2900 – 3100 ja 4 m koneessa 4000 – 4200 litraa
 - lisävarusteina Crossboard-lata/tuplalata, S-piikit + Crossboard-lata, Discmuokkausvarustus ladalla
 - sähköinen lannoitteen ja/tai siemenen kaukosäätö
 - piensiemennaite
 - starttilannoitusvarustus
 - ohjautuva pyöräväljyrä
 - Autopilot-työsyvyyden säätö
 - Autocheck-työsyvyyden mitta
- (Rapid – esite 2010; Rapid käyttöohjekirja 2009, 132; agrimarket.fi 2011a)

5.6.4 Semeato

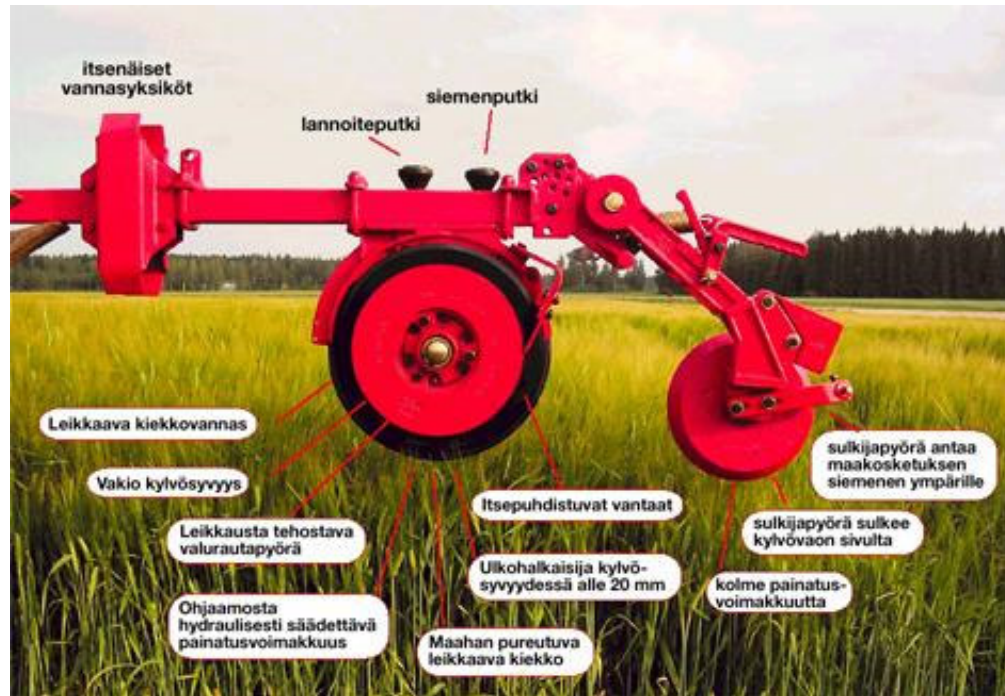
Semeato on suuri brasilialainen suorakylvökoneiden valmistaja ja tehtaita on useita. Suomessa Semeaton kylvökoneita myy, markkinoi ja huollosta vastaa Suomen Suorakylvö Oy, jonka liike sijaitsee Tuusulassa. Kylvökoneita alkoi maahantuoda tuusulalainen viljelijä Jukka Peuranpää. Yritys myy myös muita maatalouskoneita, kuten kasvinsuojeluruiskuja, sänkijankkureita, olkiharjoja ym. koneita. Varaosavarausta pidetään Suomessa ja varaosien toimitus onnistuu seuraavaksi päiväksi tai jopa samana päivänä. Lisäksi vaativampiin huoltoihin yrityksellä on oma huoltoasentaja. (Suomensuorakylvö.fi 2011; Peuranpää, sähköpostiviesti 13.3.2011.)



Kuva 17 Semeato TD Tronic 300 (Suomensuorakylvö.fi 2011a)

Eurooppaan tuotavissa TDNG- ja TD Tronic -malleissa (Kuva 17) käytetään samanlaisia kaksoiskiekkovantaita (Kuva 18). Kiekot ovat erikokoisia. Suurempi on halkaisijaltaan 40,64 cm ja pienempi 38,1 cm (15 ja 16 tuumaa). Tällöin leikkauskulma on terävä, jolloin oljet katkeavat helpommin. Toisen vannaskiekon sivussa on leveä rajoitinkiekkko, jonka olkapää estää vannasta painumasta liian syvälle. Kylvösyvyys on siis vakio ja sen muuttaminen edellyttää rajoitinkiekkojen vaihtamista. Valittavissa on kolmeen vakiokylvösyvyyteen, 15, 25 ja 40 mm, rajoittavat rajoitinkiekot. Yleisimmin Suomessa käytetään 25 mm syvyyttä, joka on useimmiten sopiva kylvösyvyys ainakin viljoilla. Rajoitinkiekkko estää tehokkaasti hiuspinni-ilmiötä, koska se puristaa oljen tiukasti maata vasten samalla kun kiekko leikkaa vako auki. Tällöin myös olki leikkaantuu tehokkaasti. (Mäkelä & Oristo 2006b, 29; Oristo 2005a 6 – 12; Suomensuorakylvö.fi 2011a.)

Vannasta painotetaan hydraulilla ja painotuksen määrällä ei ole muuta merkitystä, kuin se että sitä on riittävästi. Liian syvälle vantaat eivät rajoitinkiekkojen ansiosta sukella. TD Tronic -mallissa vantaiden nosto ja lasku hoidetaan kahdella hydraulisylinterillä. Itse kone on koko ajan samassa asennossa, vain vantaiden korkeutta muutetaan. Sylintereissä on rajoitin, jolla valitaan haluttu sylinterien painatus. Painatusta voidaan tarvittaessa keventää ohjaamosta käsin ja taas palauttaa takaisin rajoittimella säädettyyn asentoon. Yleensä voidaan käyttää maksimipainatusvoimaa, mutta esim. rypsiä kylvetäessä voidaan käyttää pienempää painatusta. Kaksoiskiekkovantaan tekemän vaon sulkee vantaan perässä tuleva kartiomainen valurautainen jyräpyörä. Jyräpyörä kulkee vaon sivulla, eli vako sulkeutuu sivultapäin. Pyörä on itsessäänkin jo painava, mutta sitä voidaan painottaa kierrejousella kolmella eri voimakkuudella. Kaksoiskiekkovannas ja jyräpyörä on varustettu kaapimilla, jotka pitävät ne puhtaana kosteissakin oloissa. (Mäkelä & Oristo 2006b, 29; Oristo 2005a 6 – 12; Suomensuorakylvö.fi 2011a.)



Kuva 18 Vannasyksikkö (Suomensuorakylvö.fi 2011b)

TD Tronic -malleissa on uusitut lannoitteen ja siemenen syöttölaitteet (Kuva 19). Siemenen ja lannoitteen syöttömäärää voidaan säätää portaattomasti muuttamalla syöttöakselin pyörimisnopeutta. Uusittujen syöttölaitteiden ansiosta saavutetaan myös suuremmat kylvömäärät, joita aikaisemmillä syöttölaitteilla ei aina saavutettu. Syöttölaitteiden voima välittyy pyöriltä mekaanisesti. Säiliöt (Kuva 19) on myös muotoiltu siten, että ne voidaan helposti ajaa tyhjäksi. Kylvökone on myös varustettu kiertokoeaukalolla, johon voidaan tehdä kiertokoe. Mainittakoon että aikaisemmissa malleissa syöttölaitteet olivat erilaiset ja säiliö oli sen vuoksi hankalampaa ajaa täysin tyhjäksi. Lannoite ja siemen kylvetään saman vantaan kautta ja ne ohjataan omia putkiensa pitkin vantaalle asti. (Suomensuorakylvö.fi 2011c)



Kuva 19 Vasemmalla on TD Tronic -mallin uusitut syöttölaitteet ja oikealla lannoite/siemensäiliö (Suomensuorakylvö.fi 2011c).

Teknisiä tietoja Semeato TD Tronic 300:

- työleveys 3 m
- riviväli 16,67 cm
- vantaiden lukumäärä 18 kpl
- kaksoiskiekkovantaat
- vannaskiekkojen halkaisija 38,1 cm ja 40,64 cm
- vakiokylvösyvyydet 15, 25 ja 40 mm
- mekaaninen lannoitteen ja siementen syöttö
- säätö pyörimisnopeutta muuttamalla
- siemen- ja lannoitesäiliön tilavuus (säädetty) yhteensä 3000 l
- tehovaatimus 90 hv
- vantaiden maksimipaino 272 kg/vannas
- paino 4900 kg
- vakiovarusteina ohjautuva välipyörästö, piensiemennlaatikko, kylvötietokone, ruiskutusurallaitteet, siemenpuolen akselivahti, tasovahdit, pintaalamittari, ajonopeusmittari, rullautuva pressu ja säiliön säädetty väliseinä

(Mäkelä & Oristo 2006b, 29; Suomensuorakylvö.fi 2011a.)

5.6.5 Horsch Pronto DC

Horsch on saksalainen kylvökoneiden valmistaja. Suomessa sitä myy ja markkinoi Suomen Yrittäjien Maatalous Oy (Y-Maatalous). Horsch valmistaa useita eri kylvökonemalleja ja lisäksi erilaisia kultivaattoreita ja lautasmuokkaimia. Pronto DC (Kuva 20) on siis vain yksi malli. Mallimerkintä DC tarkoittaa Disc Systemiä, eli koneessa olevaa esilautasmuokkainta. Valmistajan mukaan Pronto DC soveltuu ennen kaikkea kevytmuokatuille maille, mutta sillä voidaan kylvää myös suoraan sänkeen. (yrma.net 2011; Pronto – esite 2009.)



Kuva 20 Horsch Pronto DC, joka on varustettu täysleveällä etupakkerilla (Pronto – esite 2009, 5).

Pronto DC on siis varustettu hydraulisesti nousevalla ja laskevalla kaksiakselisella lautasmuokkaimella. Muokkaussyvyyden säätäminen onnistuu vauhdissa koneen sijoitetun viisarinäytön avulla. Koneessa on erilliset lannoite- ja siemenvantaat, jotka kummatkin ovat suoria kaksoiskiekkovantaita. Siemenvannas on varustettu kielellä, joka seuraa kaksoiskiekkovannasta ja varmistaa siemenen maakosketuksen. Valmistaja kertoo kielen auttavan siemenen maakosketusta erityisesti kosteissa oloissa. Vannasta seuraa vielä painepyörä, joka sulkee vaon. Horsch käyttää siemenvantaasta nimitystä Turbo Disc (Kuva 11). (Pronto – esite 2009, 7,12; Koneviesti 2007-11-09, 36; Härkönen 2008, 33.)

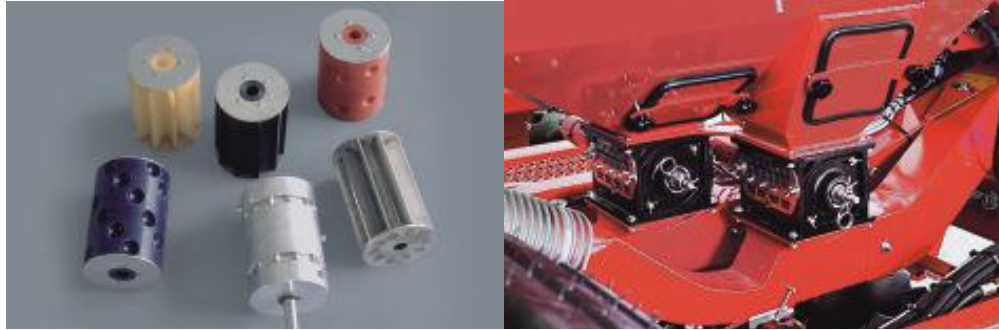
Kylvösyvyyden karkea säätö tehdään rajoittamalla koneen laskukorkeutta kuljetus/jyräpyörästään nähden. Rajoitus tapahtuu asettamalla nostosylinterin männänvarren ympärille tarvittavaa määrää säätölevyjä. Kylvösyvyyden hienosäätö tapahtuu vannaskohtaisten tiivistyspyörien korkeutta muuttamalla. Kylvövannasyksiköt (Kuva 21) on kiinnitetty runkoon kumipatukkajousituksen välityksellä. Vannaspainoa voidaan säätää mekaanisesti (vakiona) tai hydraulisesti muuttamalla kumielementtien esijännitystä portaattomasti jolloin vannaspaino vaihtelee välillä 5 – 120 kg. Lannoitevantaiden painotus on hoidettu hieman erilaisella ratkaisulla ja niiden painotusta voidaan lisätä aina 200 kiloon asti. (Pronto – esite 2009, 7,12; Koneviesti 2007-11-09, 36; Härkönen 2008, 33.)



Kuva 21 Turbo Disc -vannasyksikkö, kaksoiskiekkon jäljessä näkyy kieli, joka painaa siemenet vaon pohjalle. Sen jälkeen painepyörä painaa vaon kiinni ja jälkiäes seuraa viimeisenä. (Pronto – esite 2009, 7.)

Horsch Pronto DC -kylvökoneessa lannoitteet ja siemenet menevät vantaille hydraulikalla toimivan puhaltimen avulla pneumaattisesti. Hydraulikalle on oma öljysäiliö ja traktorin voimanoton pyörittämä pumppu. Puhaltimen tuottama ylimääräinen ilman paine johdetaan ilmatiiviisti suljettuihin siemen- ja lannoitesäiliöihin, mikä tehostaa ja tasaa syöttöä. Itse syöttölaitteet toimivat sähköllä. Syöttömäärien karkeasäädöt tehdään syöttöteloja (Kuva 22) vaihtamalla ja hienosäätö telan pyörimisnopeutta muuttamalla. Kierrosnopeussäätö

perustuu tutkan mittaamaan maanopeuteen. (Pronto-esite 2009, 8; Koneviesti 2007-11-09, 36; Härkönen 2008, 33.)



Kuva 22 Vasemmalla näkyvät vaihdettavat syöttörullat eri kylvömäärille ja oikealla on siemenen ja lannoitteen annostelulaitteet (Pronto – esite 2009).

Teknisiä tietoja:

- työleveydet 3 – 9 m
 - riviväli 15 cm
 - kaksoiskiekkovantaat
 - siemenvantaiden lukumäärä 3 m koneessa 20 kpl
 - lannoitevantaiden lukumäärä 3 m koneessa 10 kpl
 - paino 3 m kone 4100 kg
 - vantaiden ja painepyörien halkaisija 32 cm
 - siemenvantaiden vannaspaino 5 – 120 kg
 - lannoitevantaiden vannaspaino maksimissaan 200 kg
 - valmistajan ilmoittama vetotehon tarve 3 m koneelle 100 hv, 4 m koneelle 136 hv
 - siementen ja lannoitteen syöttö sähköinen/pneumaattinen
 - siemensäiliön tilavuus 1520 litraa (sama 3 ja 4 m koneissa)
 - lannoitesäiliön tilavuus 2280 litraa (sama 3 ja 4 m koneissa)
 - valmistaja ilmoittama työnopeus 10 – 20 km/h
 - lisävarusteina esim. lisälaidat säiliöihin, hydraulinen täyttöruuvi, välipakkeri, etupakkeri, pyöränjälkien kuohkeuttajat, hydraulinen cross board -lata, harjanteita tasaava äes, vetoaisan jatke, puolen leveyden poiskytkentä, ajourien pintamerkkarit, valot, hydraulinen vannaspaineen säätö
- (Pronto – esite 2009, 11 – 12.)

5.6.6 Claydon V Frame / SR

Claydonia myy, markkinoi ja maahantuo auralainen TAK-sai Oy. Suorakylvökoneiden lisäksi yritys myy täsmäviljelyyn liittyviä laitteita. Yhtiön mukaan varaosien tarve on Claydoniin vähäinen, koska kone on rakenteeltaan tehty todella kestäväksi. Suomessa varaosavarasto on pieni, mutta tarvittaessa osia saa tulemaan 24 tunnin sisällä. Claydon V Frame -mallia, jota tähän mennessä on testattu maatalous- ja konealan ammattilehtien toimesta, ei tällä

hetkellä tuoda enää maahan. Sen on korvannut paremmin Suomeen sopiva SR-malli. Claydon on valmistettu Iso-Britanniassa. Koneen on suunnitellut 1990-luvun lopulla brittiläinen maanviljelijä Jeffrey Claydon. Markkinoille kone saatiin vuonna 2003. Suorakylvökoneiden lisäksi Claydon Yieldometer Ltd valmistaa mm. sadonmittauslaitteita. (tak-sai.com 2011; claydondrill.com 2011; Mustonen 2007, 42; Isotalo, sähköposti 27.3.2011.)



Kuva 23 Nostolaitesovitteinen Claydon SR ilman lannoitevarustusta(tak-sai.com 2011a).

Vaikka V Frame -mallia ei enää tuodakaan Suomeen, käsittelen silti myös kyseistä mallia, koska SR-mallia (Kuva 23) ei toistaiseksi ole maatalous- ja konealan ammattilehtien toimesta testattu. Koneiden vannasratkaisut ovat hyvin samantyyppiset, joten siksi V Frame -mallia käsitellessä, voidaan ominaisuuksia osittain liittää myös SR-malliin. Merkittävä uudistus Suomen oloihin SR-mallissa on se, että sillä voidaan sijoittaa myös lannoite, jota V Framella ei voinut tehdä. Lannoitevarustuksellisessa SR-mallissa säiliöt eivät ole vantaiden ja etupiikkien päällä, vaan erikseen etusäiliössä koneen etuosassa. SR on myös varustettu esim. pellon kivisyyttä silmällä pitäen etupiikkien automaattilaukaisimilla. Pellon suurta olkimäärä oli V Framessa otettu huomioon asettamalla vantaat V-muotoon, jolloin keskimmäiset vantaat olivat edempänä kuin reunimmaiseta vantaat. SR-malli sietää jopa enemmän olkea, koska siinä vantaat ovat kahdessa suorassa rivissä. (Isotalo, sähköposti 27.3.2011; Claydondrill.com. 2011.)

Claydon V Frame ja SR kuuluu vannasratkaisunsa osalta Suomessa vähemmistöön. Niissä käytetään vetovantaita (Kuva 24) ja lisäksi vielä nauhakylvöä.

Leveää nauhakylvöä perustellaan sillä, että silloin viljelykasvi peittää suuremman maapinta-alan ja jättää siten vähemmän tilaa rikkakasvien kasvuun. Vantaan edessä kulkee 19 mm leveä piikki, joka säädetään kulkemaan esimerkiksi 5 cm kylvösyvyyttä alempana. Piikki tekee näin ollen ikään kuin salaajaa vedelle ja antaa juuristolle helpomman kulkureitin syvemmälle maahan. Etupiikin syvyyttä voidaan säätää jopa 20 cm saakka. Piikin muokkausvaikutus on suurempi kuin esimerkiksi avauskiekoilla. (Mustonen 2007, 42; Vanhakartano 2007, 18 – 21.)

Rivivälin leveys, joka on 31 cm, kuulostaa alkuun suurelta. Kylvövantaita on kuitenkin saatavissa useaa eri leveyttä ja leveimmällä vantaalla, joka on 180 mm, siemenet levittyvät n. 15 cm levyiseksi nauhaksi. Vannas on pikakiinnitettävä, jolloin sen voi vaihtaa nopeasti olosuhteiden mukaiseksi. Vannasta ei myöskään tarvitse painottaa erikseen, koska se on muodoltaan hanhenjalkavannas, jolloin se on maahakuinen, leikkaa, kohottaa sekä muokkaa siementen päälle jäävää pintamaata. Työsyvyys määräytyy koneen etupuolella olevien kannatinpyörien korkeutta säätämällä. Vannas on kiinnitetty runkoon leveällä, kultivaattoreissa käytetyllä järeällä s-piikillä, jossa on erittäin leveä, erillinen joustinosa. Samaan jouseen on myös kiinnitetty vantaan perässä tuleva jyräpyörä, joka tiivistää kylvöksen. Pyörän voi myös poistaa erittäin märissä olosuhteissa, jolloin vantaan perässä kulkee vain viimeistelyhara. (Mustonen 2007, 42; Vanhakartano 2007, 18 – 21.)



Kuva 24 Hanhenjalkatyyppinen nauhakylvävä vetovannas. Kuvassa näkyy myös avauspiikkejä (Mustonen 2007, 43).

Työleveydeltään esimerkiksi 3,45 m SR-mallin valmistajan vetotehosuosituksena on 175 hv ajettaessa suositeltua 8 – 12 km/h ajonopeutta. Ajonopeutta saa olla enemmänkin, mutta tietyillä maalajeilla maa alkaa kovemmassa nopeudessa liikkua liikaa. Muihin vastaavan levyisiin koneisiin nähden vetotehon tarve on ylähaarukassa. Koneessa olevien etupiikkien työsyvyydellä on suuri merkitys vetotehon tarpeeseen. Suositus on annettu savimaalle, jos kuohkeutuspiikkejä vedetään 20 cm syvyydessä. Silloin voimaa on harvoin liikaa. Normaalitilanteessa, jossa piikkejä vedetään vaikkapa 5 cm kylvösyvyyttä alempana, vetotehon tarve on siis huomattavasti pienempi. (Isotalo, sähköposti 27.3.2011.)



Kuva 25 Claydon SR, etupiikit automaattilaukaisimilla ja vetovantaita kahdessa rivissä (tak-sai.com 2011).

Siemenen syöttö hoidetaan pneumaattisesti. Siemensäiliö, puhallin ja siemenen annosteleva nastasyöttölaite on ranskalaisen Sulkyn toimittamaa tekniikkaa. Koneessa on vakiona tietokone, joka huolehtii siemenen annostelusta, kun siihen naputellaan haluttu siemenmäärä ja kiertokokeen tulos. Annostelusäätö perustuu erillisen maapyörän mittaamaan maanopeuteen. Kiertokoetta ei tarvitse tehdä kuin kerran. Lannoite voidaan sijoittaa joko etupiikin taakse tai kylvövantaan kautta siemenen sekaan kylvönauhaan. (Mustonen 2007, 44; Isotalo, sähköposti 27.3.2011.)

Teknisiä tietoja Claydon SR:

- työleveydet 3, 3,45 ja 4 m
- riviväli 31 cm
- vetovantaat
- kylvönauhan maksimileveys 170 mm
- vantaiden lukumäärä 3,45 m koneessa 11kpl
- siementen ja lannoitteen syöttö pneumaattisesti
- vantaalla ei kilomääräistä painotusta maahakuisuuden takia
- nostolaitekiinnitteinen, saatavana myös hinattavana
- siemensäiliön tilavuus 1700 l
- valmistajan ilmoittama vetotehon tarve 3,45 m koneelle 175 hv (claydondrill.com 2011; Koneviesti 20.7.2007, 19).

5.6.7 Great Plains

Great Plains on Yhdysvaltojen Kansasissa toimiva yritys, joka on erikoistunut aurattomaan viljelyyn käytettyyn kalustoon. Se valmistaa kevennettyyn muokkaukseen tarkoitettuja muokkaimia ja kylvökoneita sekä suorakylvökoneita. Yritys on onnistunut saavuttamaan markkinajohtajan aseman kotimarkkinoillaan. Suomeen Great Plainsia tuo säkyläläinen Propax Agro Oy. Suora-

kylvökoneille on useita, joista suorakylvo.net mainitsee Suomen lippulavaksi mallin V300 (Kuva 26). Alan aikakauslehtijulkaisuissa on testattu hyvin samantyyppistä keskipyöräkonetta, CP 1000 F -mallia. Etukiekkojen, vantaiden ja syöttölaitteiden osalta mallit ovat hyvin yhteneviä. Varaosien tilaus onnistuu verkkosivujen kautta syöttämällä kenttään kylvökoneen malli ja varaosan numero. Varaosat voidaan toimittaa kotiin asti. (Härkönen 2003, 16; suorakylvo.net 2011.)



Kuva 26 Great Plains V300 (suorakylvo.net 2011).

Great Plains tuo vahvasti esille patentoidun etuleikkurinsa, josta käytetään nimitystä Turbo-kiekko (Kuva 27). Etuleikkurikiekko on poimutettu siten, että se murustaa maata kylvörivin kohdalla, jolloin siemenen itämisolosuhteet paranevat. Etukiekkon poimu on pystysuunnassa painuessaan maahan ja vaakasuunnassa noustessaan pois maasta. Leikkurit on suunniteltu toimimaan nopeudella 7 – 15 km/h. Kiekkojen syvyyttä säädetään hydraulisesti, jolloin sillä voidaan muokata kylvöriviä nolasta aina 15,5 cm syvyyteen asti. Sääto voidaan tehdä traktorin ohjaamosta. Kiekko on varustettu järeällä säädettävällä kierrejousella, joka antaa myöten ylitettäessä kylvörivillä olevia esteitä. Maksimipainotus/kiekko on 240 kg. Kiekot sijaitsevat kahdessa rivissä, jolloin tukkeutumiskahva on pienempi. (suorakylvo.net; (Oristo & Oristo 2004, 7 – 8; Härkönen 2003, 17 – 18.)

Kylvövannas on malliltaan kaksoiskiekkovannas (Kuva 27). Kiekkoparin kiekkojen laakerilinjat poikkeavat toisistaan n. 6 mm, jolloin leikkuukulma on saatu teräväksi. Siemen ja lannoite ohjataan omia putkia pitkin samantien kautta kylvövakoon. Vannaskiekkojen välissä on saattoputki, joka ohjaa siemenet vaon pohjalle. Siemenet painetaan vaon pohjalle vielä erillisellä kumiläpällä. Lannoite sijoittuu siemenen yläpuolelle olevaan murkerrokseen. Vantaiden kierrejousipainotus on valittavissa väliltä 10 – 82 kg. Koneen pe-

russyvyssäätö tehdään koneen nostosylinterien männänvarsiin asetettavilla säätöpaloilla. Kylvösyvyys säädetään vannaskohtaisesti tiivistyspyörällä, joka kulkee vantaan takana. Sääto voidaan tehdä viiden millin portaissa välillä 0 – 90 mm. Tiivistyspyöräksikin on tarjolla mm. 50 mm leveä sileä tai 76 mm leveä keskiharjallinen malli. (suorakylvo.net; (Oristo & Oristo 2004, 7 – 8; Härkönen 2003, 17 – 18.)



Kuva 27 Vasemmalla patentoitu Turbo-kiekko ja oikealla näkyy kaksoiskiekkovantaan väliin jäävä siemeniä ohjaava putki ja kumiläppä (suorakylvvo.net 2011a).

Siemenen ja lannoitteen syöttö hoidetaan mekaanisesti. Syöttölaitteisto alkaa pyöriä, kun kitkapyörä kohtaa koko konetta laskettaessa kannatuspyörän. Uusissa koneissa on kaksi kitkapyörää varmistamassa syöttölaitteiston pyörimistä. Siemenen syöttö tapahtuu telasyöttimillä. Perussäätö tehdään ketjuvälityksillä telan pyörimisnopeutta muuttamalla ja hienosäätö telan tehollista leveyttä muuttamalla. Säätomahdollisuuden ansiosta kylvökoneella voidaan kylvää monia eri kasveja, sokerijuurikastakin on kokeiltu. (Oristo & Oristo 2004, 8; Härkönen 2008a, 36.)

V300- ja CP 1000 F -malli ovat ns. keskipyöräkoneita. Koneen rungossa on etuleikkurien ja kylvövantaiden välissä nivel, joka sallii rungon taittumisen. Kannatuspyörät sijaitsevat nivelen takana vantaiden edellä. Nivelrakenteen ansiosta kylvövantaat seuraavat etuleikkurien tekemiä uria kaarrosissakin. (Oristo & Oristo 2004, 7.)

Teknisiä tietoja Great Plains V300:

- työleveys 3 m
- paino 4361 kg

- väliseinällä säädettävien siemen- ja lannoitesäiliöiden kokonaistilavuus 3175 l
 - riviväli 15,25 cm
 - kaksoiskiekkovantaat
 - vantaiden lukumäärä 19
 - etuleikkurien painotus 180 – 250 kg
 - vantaiden painotus 10 – 82 kg
 - kylvönopeus 8 – 15 km/h
 - vetotehon tarve vähintään 105 hv
 - mekaaninen siementen ja lannoitteiden syöttö
 - siemenen syöttömäärän säätö syöttötelan nopeutta ja tehollista leveyttä muuttamalla
 - ajomerkkarit lisävarusteena
- (suorakylvo.net 2011; Härkönen 2003, 18)

5.6.8 Junkkari Maestro

Junkkari Oy on suomalainen konevalmistaja, jonka konevalikoimaan kuuluu niin maatalous- kuin metsätalouden hoitoon tarkoitettuja koneita. Yhtiö sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla Kauhavan Ylihärmässä. Yhtiö on myös osa MSK Group -yhtiötä. Jälleenmyyjänä ja markkinoijana Junkkarin maatalouskoneille Suomessa on Agrimarket, jonka kautta saa hankittua myös varaosat ja huollon. Suorakylvöön soveltuvia malleja Junkkarilta ovat Junkkari Maestro -mallit. (junnkari.fi 2011; agrimarket.fi 2011b.)



Kuva 28 Junkkari Maestro Plus, kuvassa näkyy mm. yksirivinen etulata (Maestro Plus – esite 2010, 3).

Maestroa löytyy kahta mallia tällä hetkellä, joita kumpaakin valmistetaan kolme- ja neljämetrisenä. Maestro Plus (Kuva 28) on uudistunut versio alkuperäisestä Maestrostä. Toinen malli on Maestro Direct, jossa on erilaiset kovempaankin maahan ja suorakylvöön soveltuvat kylvövantaat. Tavallista Maestroa on testattu useampaan kertaan kahden Suomen maatalous/konelehden toimesta, toisin kuin uudistunutta Plus- ja Direct-mallia. Teknisten tietojen osalta uusinta tietoa on saatavilla, mutta ominaisuuksia käsitellessä täytyy osittain tyytyä muutaman vuoden takaisiin Maestron ominaisuuksiin.

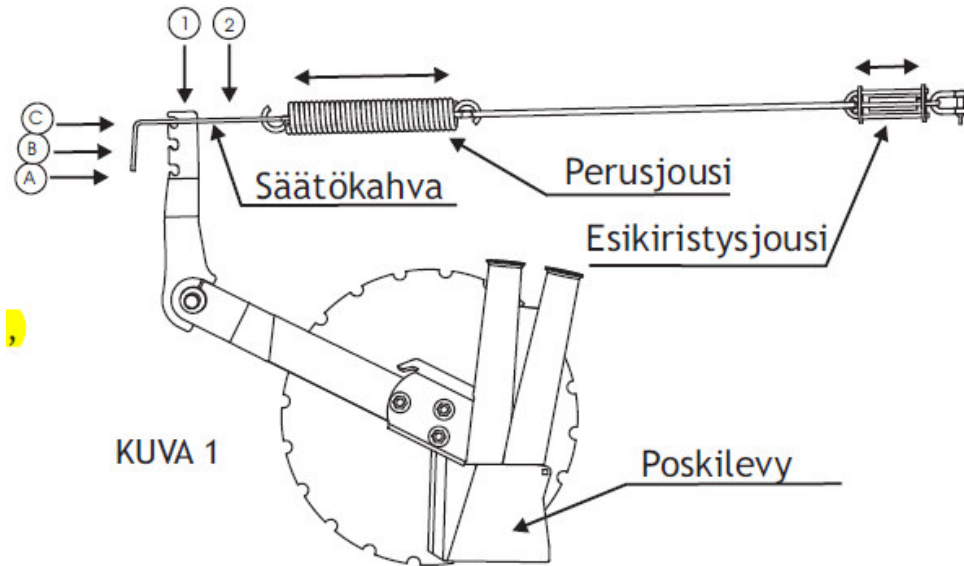
Maestrossa on erillinen runko, johon voidaan kiinnittää erilaisia moduuleita tarpeiden mukaan. Kone voidaan varustaa yksi- tai kaksirivisellä etuladalla, auraavilla kiekkoilla varustetulla esimuokkaimella tai aallotetuilla kiekkoilla varustetuilla avauskiekoilla. Kaikkia edellä mainittuja voidaan painottaa ja säätää hydraulikalla. Avauskiekkoja suositellaan etenkin suorakylvöön ja kevytmuokatun maan kylvöön. Maestron ja Maestro Plussan vantaat ovat hammastettuja yksiekkoisia kiilajyrävantaita (Kuva 29). Siemen ja lannoite ohjataan normaalisti saman vantaan kautta, mutta halutessaan lannoitteelle voi valita lisävarusteena omat sijoitusvantaat. (Kallio 2004, 54 - 55; Varpio & Härkönen 2006, 8 - 10; Jussila 2006, 45; Maestro käyttöohje 2009, 10, 18.)

Kiilajyrävantaan etuna on se, että se säilyttää tasaisen kylvösyvyyden monenlaisissa olosuhteissa. Vannastyypin toimii hyvin etenkin perinteisesti muokatuilla mailla ja kevytmuokatuilla mailla, mutta suorakylvössä vannas kantaa jopa liikaa, jolloin se ei saavuta kovemmillä mailla riittävää kylvösyvyyttä maksimipainotuksellakaan, joka on kone täyteen lastattuna 140 kg/vannas. Suorakylvön onnistumiseen tällä vannastyypillä vaikuttaa suuresti myös avuskiekkojen tai esimuokkaimen tekemä kylvöalustan esimuokkaus ja luonnollisesti maalaji, maan rakenne, kovuus, kuivuus jne. Vannaskohtainen painotus hoidetaan kahdella peräkkäisellä kierrejousella (Kuva30). Jouset voidaan asettaa kahteen kireysasentoon. Löysemässä asennossa vannaspainotus on haarakassa 6 – 30 kg, joka on sopiva kylvömuokatulle alustalle. Kireämmässä asennossa painotus on 35 – 140 kg, joka vaaditaan suorakylvössä ja kevytmuokatulle maalle kylvettäessä. Koneen säiliöt tyhjinä maksimipainotus/vannas on 119 kg. Painotukseen vaikuttaa myös vannasripustuksen momenttivarren pituus, jota voidaan muuttaa asettamalla jouset yhteen varren kolmesta vaihtoehdosta. (Kallio 2004, 54 - 55; Varpio & Härkönen 2006, 8 - 10; Jussila 2006, 45; Maestro käyttöohje 2009, 10, 18.)

Kylvösyvyyden perussäätö keskussäätöisesti tehdään asettamalla rajoitinlammelle koneen nostosylinterin männänvarren ympärille. Nostosylinteri, jolla kylvösyvyyttä säädetään, muuttaa koneen takana olevan jyräpyörästänsä asemaa runkoon nähden. Koska vannaspainotuksen säätömekanismi toimii myös rungon ja jyräpyörästänsä välillä, nämä kaksi säätöä liittyvät kiinteästi toisiinsa. Vantaiden työskentelysyvyyttä säädetään siis myös yksittäisten vantaiden painatusta muuttamalla. Kylvö tiivistetään koko koneen levyisellä jyräpyörästänsä. Pyörästänsä on rakennettu niin, että se myötäilee pellon pinnan muotoja. Pyörästänsä seuraa vielä jälkihara. (Kallio 2004, 54 - 55; Varpio & Härkönen 2006, 8 - 10; Jussila 2006, 45; Maestro käyttöohje 2009, 10, 18.)



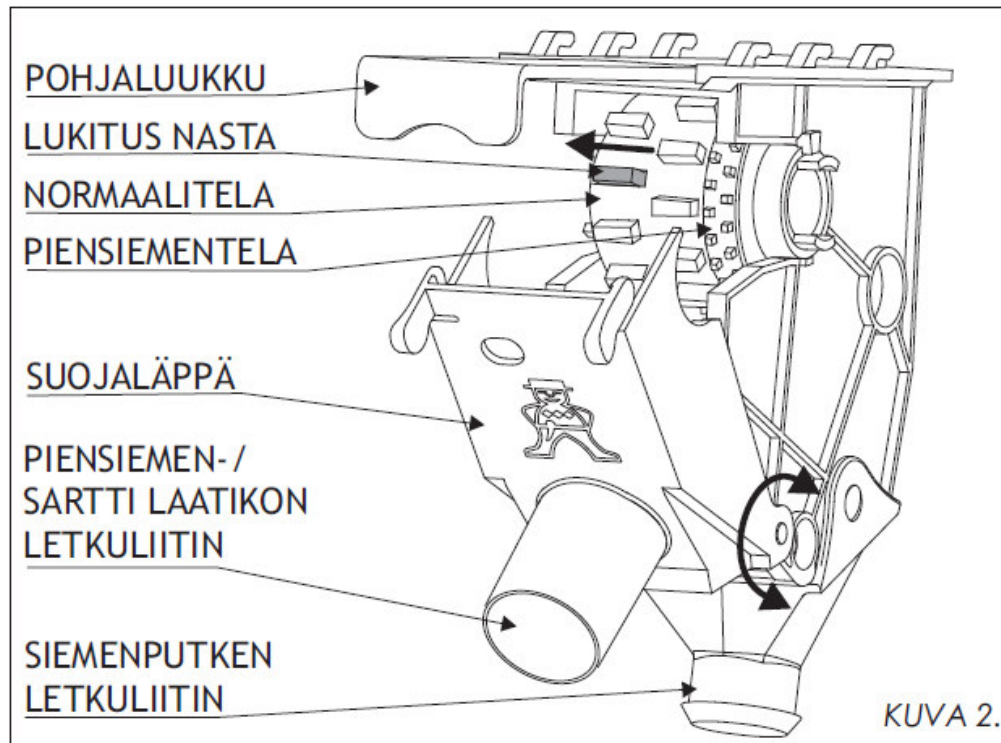
Kuva 29 Kiilajyrävannas, lannoite ja siemen samaan vantaaseen (Varpio & Härkönen 2006, 10).



Kuva 30 Maestron vannasripustus, jossa näkyy kaksi jousen kiristysasentoa (1 ja 2) sekä kolme kiinnityskohtaa momenttivarressa (A,B ja C). Vantaassa on aina oma putki siemenelle ja lannoitteelle, vaikka lannoite ohjattaisiinkin erillisten vantaiden kautta. (Maestro käyttöohje 2009, 18.)

Maestro Direct -mallissa on sama perusrakenne kuin Maestrossa ja Maestro Plussassa. Jyräpyörästö, säiliörakenne, syöttölaitteet ja jälkihara ovat samantyyppisiä. Edellisten sijaan, yhdistetty kylvö- ja lannoitusvannas on kovempia maita varten kehitetty kaksoiskiekkovannas. Vannaspainotus on hoidettu jousilla ja painoalue on 30 – 220 kg/vannas. (junkkari.fi 2011a.)

Syöttölaitteet (Kuva 31) saavat voimansa maapyörältä. Siemenpuolella on Junkkarin omaa tuotantoa oleva nastatelasyötin. Tela on kaksiosainen, joista kapeampaa piensiementelaa käytetään piensiemeniä kylvettäessä ja viljaa ja sitä suurempia siemeniä kylvettäessä kytketään myös normaalitela pyörimään. Siemenmäärä säädetään muuttamalla akselin pyörimisnopeutta. Portaaton säätövaihteisto on ostettu Kongskildeltä. Lannoitesyöttö toimii rihlateloilla ja säätö tapahtuu telan tehollista leveyttä muuttamalla. (Kallio 2004, 54 – 55; Maestro käyttöohje 2009, 10, 21.)



Kuva 31 Kuvassa mm. nastatelasäytin (Maestro käyttöohje 2009, 21).

Teknisiä tietoja Maestro Plus:

- työleveydet 3 ja 4 m
 - paino 3m koneelle 3050 kg
 - siemensäiliö 1950 – 3180 litraa
 - lannoitesäiliö 970 – 2200 litraa
 - täyttökorkeus 208,5 cm
 - riviväli 12,5 cm
 - yksikiekkoiset kiilajyrävantaat
 - vantaiden lukumäärä ilman erillisiä lannoitevantaita 3 m koneessa 24 kpl
 - lisävarusteena saatavien lannoitevantaiden lukumäärä 3 m koneessa 12 kpl
 - vannaspaino 6 – 140 kg
 - vetotehon tarve 100 – 140 hv
 - ajonopeus 8 – 12 km/h (Varpio & Härkönen 2006, 12)
 - mekaaninen lannoitteen ja siemenen syöttö
 - lannoitteen määrän säätö työntörihlalla ja siemenen määrän säätö pyörimisnopeutta muuttamalla
 - vakiovarusteina mm. kylvötietokone, säiliövahdit, ajouramerkitsin, rivimerkitsimet, syöttöakseleiden pyörintävahdit, koneiston vahti
 - lisävarusteina lannoitteen määrän kaukosäätö, erillinen lannoitevantaisto, pyöränvälilyrä, piensiemenn - /starttilaatikko
- (Maestro Plus – esite 2010, 7 – 8).

5.6.9 Väderstad Seed Hawk

Väderstad Verken AB osti osuuden kanadalaisesta suorakylvökonevalmistajasta Seed Hawkista. Tavoitteena oli kylvömalliston täydentäminen mm. Venäjän kylvöoloihin sopivalla kalustolla. Kaupan myötä Väderstad sai vannastekniikkaa, joka on sovitettavissa myös Suomessa käytettäviin pienempiin kylvökoneisiin. Väderstad Seed Hawkin (Kuva 32) vannastekniikka on siis lainattu Kanadasta ja muut komponentit on valmistettu Ruotsissa. Rapidin tapaan, Seed Hawkin myynnistä, markkinoinnista, varaosista ja huolloista Suomessa vastaa Agrimarket. (Härkönen 2009, 28; Oristo & Oristo 2010, 30.)

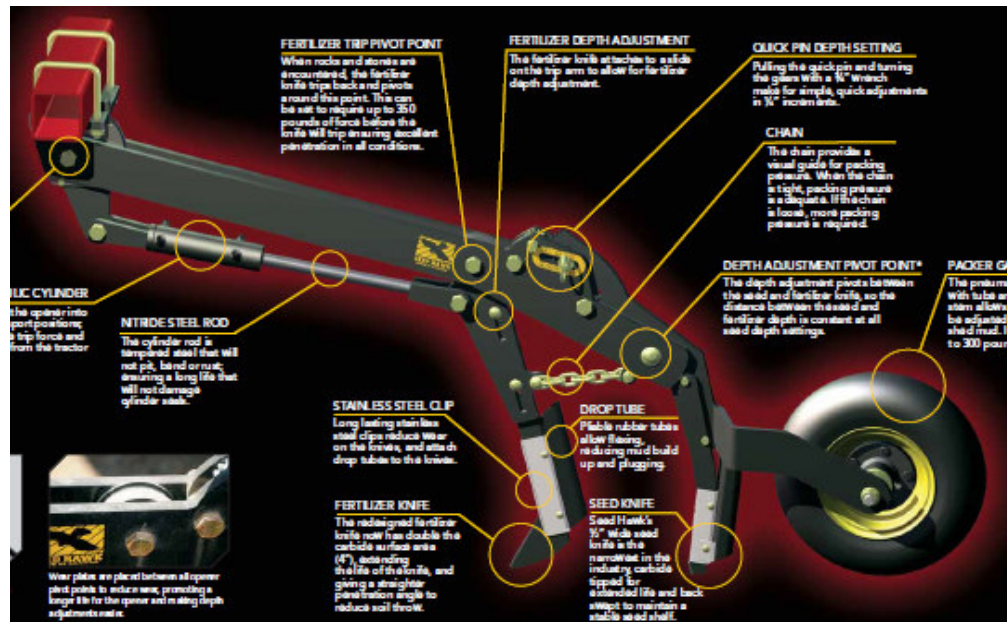


Kuva 32 Väderstad Seed Hawk (Agrimarket.fi 2011c).

Seed Hawkin yksittäinen vannasyksikkö (Kuva 33) rakentuu vannasvarresta ja siihen kiinnittyvistä lannoite- ja siemenvantaista sekä vantaita seuraavasta kylvösyvyyttä säätävästä pakkeripyörästä. Vannas sijoittaa lannoitteen ja siemenen tarkasti pakkeripyörällä säädettyyn syvyyteen ja kylvöuran päälle jää maakerros pieneksi harjaksi. Vantaat ovat peräkkäin, joista maahakuinen lannoitevannas kulkee edellä. Perässä neljä senttiä sivussa kulkee laahavannasta muistuttava siemenvannas. Siemen- ja lannoitevantaan korkeuseroa voi säätää 10 – 38 mm välillä. Vannastyypinä on siis vetovantaan ja laahavantaan yhdistelmä (Kuva 34). Lannoitevantaiden maahakuisuuden ja melko suuren kylvövaon vuoksi pakkeripyörä on kokoluokaltaan kottikärryn pyörän kokoinen ja ilmatäytteinen, jotta pyörä kantaisi riittävästi. Vannasyksikkö nousee ja laskee vannasvarren alla olevilla kaksitoimisilla hydraulisyntereillä, joiden avulla vannaspainotus voidaan nostaa aina 150 kiloon saakka. Painotusta voidaan uudemmissa koneissa säätää traktorin ohjaamosta. Vantaita suojaavat paineakut sallivat sekä väistöliikkeen esteen sattuessa että tarkan maanpinnan seuraamisen. (Härkönen 2009, 28; Mustonen 2009, 10 – 11; Oristo & Oristo 2010, 30.)

Vannastyypin on suunniteltu erityisesti kuiviin olosuhteisiin ja kylvötekniikka hyödyntääkin maan kosteuden hyvin. Rakenteen vuoksi riviväli on suuri esim. verrattuna Suomessa totuttuun 12,5 senttiin. Varsinkin kevyemmällä ja elope-raisilla mailla kapeammalla rivivälillä saattaisi tulla ongelmia kasvinjätteiden

kanssa. Nykyisellä rivivälillä tukkeutuminen ei ole ollut ongelma, mutta eloperäisillä mailla vannas saattaa alkaa pyöräyttelemään oljesta ja mullasta puintia vaikeuttavia paakkuja. Sama ongelma saattaa muodostua syysviljaa kylvettäessä, jos maa on kosteaa ja olkea on paljon. Paakkuja voi joutua tasoittelemaan eri ajokerralla esimerkiksi olkiharalla. Vannas toimii hyvin ajettaessa nopeutta 6 – 10 km/h. Liian lujaa ajettaessa vantaat alkavat heittää maata sivuille ja kylvövako jää tällöin auki. Työsaavutus siis laskee kohtuullisen hitaan ajonopeuden vuoksi. Toisaalta koneen vaatima pieni vetoteho, esim. 6 m Seed Hawkille 120 – 190 hv, mahdollistaa leveämmän koneen käytön. Tehovaatimus vastaa suunnilleen nelimetrisen Rapidin tehovaatimusta. (Härkönen 2009, 28; Mustonen 2009, 10 – 11; Oristo & Oristo 2010, 30.)

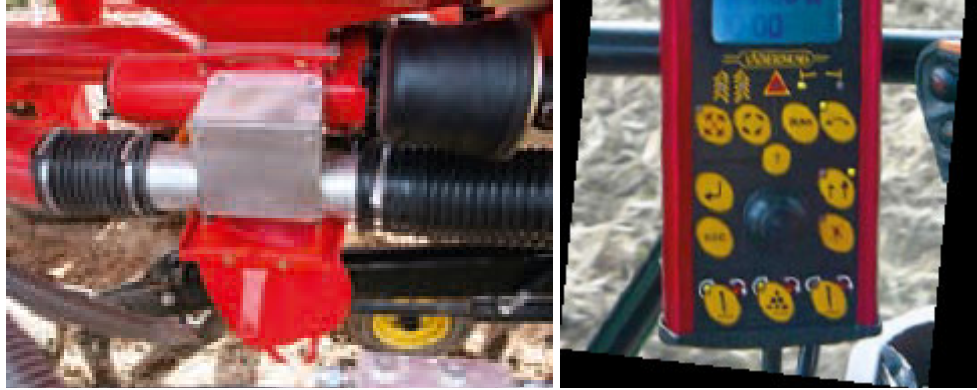


Kuva 33 Seed Hawk -vannasyksikkö. Lannoite- ja siemenvantaan välissä on ketju. Jos kylvettäessä ketju ei ole kireänä, vannaspainotusta pitää lisätä, jotta saavutetaan tavoiteltu kylvösyvyys. (Seed Hawk-Product-Guide 2011, 5.)



Kuva 34 Seed Hawk -vannasyksikkö (Mustonen 2009, 11).

Siemenen ja lannoitteen siirto säiliöltä vantaille tapahtuu hydrauliiikan pyörittämän puhaltimen avulla pneumaattisesti. Säiliöltä ja syöttölaitteilta lannoite ja siemen johdetaan omia paksuja putkiensa pitkin jakolaitteille koneen takaosaan, joista lähtee ohuemmat putket vantaille. Seed Hawkissa on suuremmis- sa Rapideissakin käytetty Fenix-syöttöjärjestelmä. Siemenen syöttö tapahtuu hydrauliiikan pyörittämän telan avulla. Sääto tehdään siirtämällä syöttökotelossa (Kuva 35) olevaa lokeropyörää. Piensiemeniä kylvettäessä syöttökotelon aukkoa pienennetään ja pyörän pyörimisnopeutta lisätään, jolloin syöttötarkkuus paranee. Erikokoisia siemeniä voidaan kylvää välillä 1,5 – 500 kg/ha. Lannoitteen syöttö ilmavirtaan tapahtuu ruuvikuljettimella. Maatutka mittaa ajonopeuden muutokset säätöjärjestelmille. (Mustonen 2009, 11; Härkönen 2009, 28; Oristo & Oristo 2010, 30; Rapid-esite 2010, 30.)



Kuva 35 Vasemmalla syöttölaitteistoa jossa näkyy myös kiertokokeeseen käytettävä pussi. Oikealla Control Station – kylvönhallintayksikkö. (Mustonen 2009, 11; Härkönen 2009, 28.)

Teknisiä tietoja:

- työleveydet 4, 6 ja 8 m
- riviväli 25 cm
- veto/laahavantaat
- vantaiden lukumäärä 4 m koneessa 16 kpl
- vannaspaino tarvittaessa 150 kg/vannas
- säiliön tilavuus 3900 litraa, jaettu puoliksi lannoitteelle ja siemenelle
- paino 4 m koneelle 3800 kg
- kuljetusleveys kaikilla koneilla 2,9 m
- vetotehon tarve 4 m koneelle 80 – 120 hv
- suositeltu ajonopeus 6 – 10 km/h
- Siemenen ja lannoitteen pneumaattinen syöttö, säätö maatutkan mittauksen nopeuden perusteella
- varusteena mm. ajouramerkitsimet, siemenen tasovahdit, Control Station - kylvönhallintayksikkö
- hydraulikka-liitäntöjen tarve 3 x 2 -toimisia liitäntöjä + vapaa paluu (Agrimarket.fi 2011c; Härkönen 2009, 28; Mustonen 2009, 11).

5.6.10 Kverneland Accord

Agritek Oy edustaa Suomessa kaikkia Kverneland-tuotteita. Yhtiölle kuului ennen neljä kansainvälistä tuotemerkkiä: Accord, Kverneland, Rau ja Taarup. Nykyään nämä merkit ovat yhdistetty yhdeksi Kverneland tuotemerkiksi. Kvernelandin tuotevalikoimaan kuuluu maanmuokkauskoneita, lannoitteen levittämiä, kylvökoneita ja rehkoneita. Norjalaislähtöinen Kverneland on

mm. Euroopan suurin aurojen valmistaja. Jälleenmyyntiverkosto Suomessa on laaja. Varaosatoimitukset ja huollot toimivat myös jälleenmyyntiverkoston kautta. Accord on pneumaattisten kylvökoneiden pioneeri. Accordia ei kuitenkaan ole myyty Suomeen, koska sen valikoimaan ei ole aikaisemmin kuulunut kylvölannoitinta. Kverneland Accord MSC + (Kuva 36) paikkasi tämän aukon vuonna 2009. (agritek.fi 2011; Koneviesti 2008, 10.)



Kuva 36 Kverneland Accord MSC (agritek.fi 2011a).

Kverneland Accord MSC + -suorakylvölannoitin on varustettu kokoleveällä etupakkeripyörästöllä, jonka perässä seuraavana tulee esimuokkaava lautamuokkain. Muokkaimen työsyvyyttä voidaan säätää joko mekaanisesti tai hydraulisesti. Muokkaimen perässä tulee vielä toinen kuljetus/kannatinpyörästönä toimiva täysleveä jyräpyörästö, joka tiivistää muokattua maata. Kaksi peräkkäistä pakkeripyörästöä kylvökoneessa vähentää traktorin taka-akselille kohdistuvaa kuormitusta, jolloin kylvöalustaan ei muodostu niin helposti traktorin pyörien kohdalle tiivistymiä ja uria. Edellisten jälkeen tulee vantaisto ja jälkihara. (Härkönen 2008, 32; Kverneland – esite PDF, 4 – 8.)

Konetta on saatavana varustuksella joko lannoite sijoitettuna siemenvantailla siementen joukkoon tai lannoite sijoitettuna etumuokkaimen lautasten (Kuva 37) yhteydessä siemenrivien väliin. Vantaat ovat suoria hammastettuja yksikielkkoavantaata. Siemenvannas (Kuva 37) näyttää nopeasti katsottuna kaksoiskiellovantaalta, koska kiekkoja on kaksi. Toinen kiekkoista on kuitenkin muovinen ja sen tehtävänä on pitää vannas puhtaana kosteissakin olosuhteissa. Siemen ja mahdollisesti lannoite ohjataan näiden kahden kiekon välistä

vannaskiekon tekemään vakoon. Jos lannoite ja siemen ohjataan saman vantaan kautta, niille on omat putkensa vantaalle asti. Yksikiekkoisissa vantaissa on totuttu näkemään muovisen kiekon tilalla, kuten Väderstad Rapidissa ja Kongskilde Flexidrillissa, kaavinlevy, joka toimii samalla suppilona siemenelle ja lannoitteelle. Vantaiden painotus on aina vakio, eli 160 kg/vannas. Jokainen vannas on suojattu kylvöriiville sattuneiden esteiden varalta lehtijousella. Kylvösyvyyden perussäätö tehdään rajoittamalla koneen laskua kannatinpyöriin nähden, asettamalla nostosylinterien männänvarsien ympärille rajoitinlevyjä. Tarkka työsyvyys säädetään vannaskohtaisilla 50 mm leveillä tiivistyspyörillä (Kuva 38), joilla samalla on tärkeä tehtävä tiivistää kylvöriivi. (Härkönen 2008, 32; Kverneland – esite PDF, 4 – 8.)



Kuva 37 Vasemmalla kylvövannas ilman muovikiekkoa, oikealla etumuokkainkierokko lannoitevarustuksella (Kverneland – esite PDF, 8).

Accord-syöttölaitteet ovat sähkökäyttöiset. Sähkömoottorien pyörimisnopeus perustuu maanopeutta mittaavaan tutkaan. Syöttömäärä kuitenkin säädetään muuttamalla kaikille kylvösiemenille käytettävän syöttötelan tehollista leveyttä. Syöttölaitteelta eteenpäin siemen ja lannoite liikkuvat pneumaattisesti hydraulisen puhaltimen tuottaman ilmvirran avulla. Vakiona käytetään traktorin ulkopuolista hydraulikkaa ja lisävarusteena on saatavana hydraulikalle oma öljysäiliö ja pumppu, jota pyöritetään traktorin voimanulosotolla. Maksimisiemenmäärä hehtaarille on 300 kg, joka voi esim. hennettä kylvettäessä tai painavaa (tuhannen jyvän paino) kevätvehnää kylvettäessä olla liian pieni siemenmäärä. Lannoitteen maksimikylvömäärä, joka on vain 275 kg/ha, on useasti liian pieni määrä hehtaarille, koska suurin osa viljelijöistä pyrkii sijoittamaan suurimman osan tai koko lannoitemäärän kylvön yhteydessä. (Härkönen 2008, 32; Tekniset tiedot Kverneland Accord MSC + 2009.)



Kuva 38 Oikealta alkaen jyräpyörästö, kaksi riviä kylvövantaita, tiivistyspyörä ja jälkihara. (Kverneland – esite PDF, 7).

Teknisiä tietoja:

- työleveydet 4, 4,5 4,8 ja 6 m
 - riviväli 12,5 cm
 - yksikiekkovantaa lautaskaapimella
 - vantaiden lukumäärä 4 m koneessa 32 kpl
 - suurin vannaspainotus 160 kg/vannas
 - kiekkovantaan halkaisija 41 cm
 - tiivistyspyörien koko 36 cm x 5 cm
 - siemensäiliö 1800 l ja lannoitesäiliö 2700 l
 - tasovahdit säiliöissä
 - muokkauskiekkujen väli 25 cm
 - muokkauskiekkujen halkaisija 46 cm
 - pneumaattinen lannoitteen ja siemenen siirto
 - sähköinen syöttölaitteiden käyttö ja säätö
 - nopeuden mittaus maatukalla
 - paino 4 m koneelle 5850 kg
 - vetotehon tarve 4 m koneelle vähintään 110 hv
 - ajouralaite
 - lisävarusteena mm. vannaskohtainen syötönvalvonta ja oma hydraulikka puhaltimelle
- (Tekniset tiedot Kverneland Accord MSC + 2009)

5.6.11 Lemken Compact - Solitair 9 plus

Saksalaista Lemkeniä Suomessa myy ja markkinoi K-Maatalous. Konevalmistajana Lemkenin tuotevalikoimaan kuuluu maanmuokkauskoneita, kylvökoneita ja kasvisuojeluruiskuja. Suorakylvöön hyvissä olosuhteissa sopiva malli, jota Suomeenkin tuodaan, on Lemken Compact - Solitair 9 plus - kylvölannoitin (Kuva 39). (k-maatalous.fi 2011; lemken.com 2011.)



Kuva 39 Lemken Solitair - Compact 9 plus (k-maatalous.fi 2011).

Lemkenin rakenne (Kuva 40) edestä alkaen koostuu etumuokkaimesta, lannoitevantaista, pakkeripyörästöstä, siemenvantaista ja viimeisenä jälkiharasta. Etumuokkaimen työsyvyyttä voidaan säätää ajon aikana traktorin hytistä. Muokkainlautasten halkaisija on 465 mm. Muokkaimen eteen on myös saatavissa yksirivinen etulata. Muokkaimen takana on 400 mm halkaisijaltaan olevat kaksoiskiekkovantaat lannoitteelle. Kiekkoparien laakerilinjat poikkeavat hieman toisistaan, jotta leikkuukulma saadaan terävämmäksi. Lannoitevantaista voidaan suurimmillaan painottaa 150 kg/vannas. Useissa Pohjoismaissa suunnitellussa kylvökoneessa pakkeripyörästö tulee vasta kylvövantaisten jälkeen. Lemkenissä pakkeripyörästö tulee kuitenkin lannoitevantaisten jälkeen ennen kylvövantaita. Rakenteesta on etua varsinkin kevyillä mailla. Pyörien halkaisija on hieman yli metrin ja vierekkäiset pyörät poikkeavat akselilinjoiltaan hieman eteen taakse suunnassa, joten maavallia ei synny helposti. Lisävarusteena jyräpakkerin taakse on vielä saatavana erillinen jyrä, joka tiivistää kylvöalustaa erityisesti kylvörivin kohdalta. (Holma 2009, 14 – 15; Holma 2008, 16 – 17.)

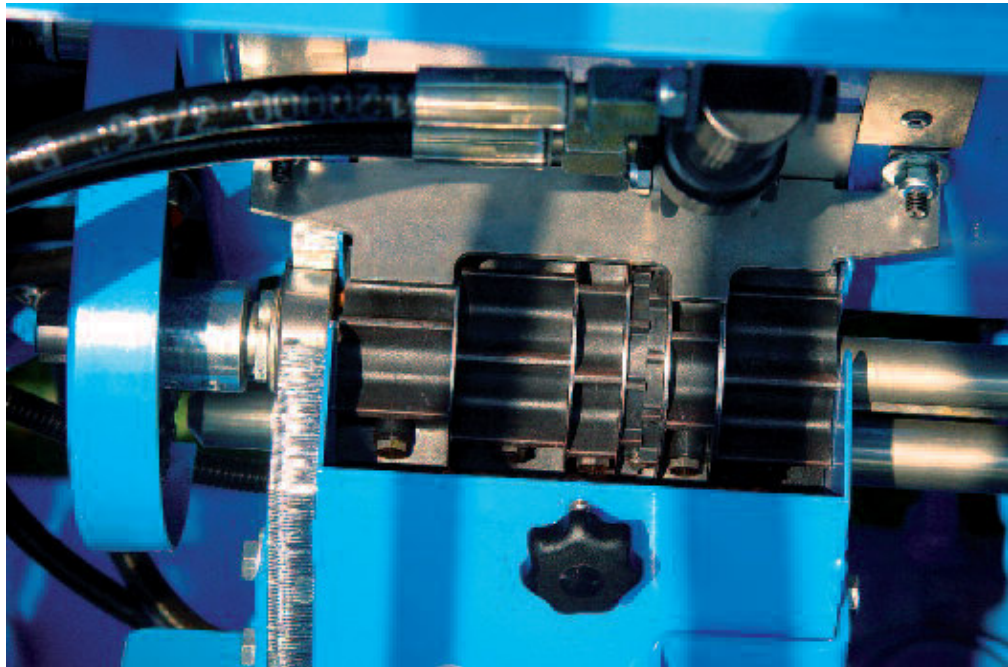
Kylvövantaat ovat samanlaisia kaksoiskiekkovantaita kuin lannoitevantaatkin. Yksi huomion arvoinen eroavaisuus moniin muihin kaksoiskiekkovantaisiin verrattuna on se, että siemenet ja lannoite menevät kylvövakoon kiekkoparin etupuolelta, eli kiekon laskevalle puolelle. Teoriassa siemenen ja lannoitteen pitäisi siis kovassakin ajonopeudessa mennä varmemmin vaon pohjalle saakka, eikä kiekkojen pyöriminen nosta siemeniä pintaan. Jokaista siemenvannasta painotetaan omalla pienellä hydraulisylinterillä. Kaikissa sylintereissä on sama paine ja se on helposti säädettävissä. Kylvövantaisten suurin painotus on 70 kg/vannas. Pääsääntönä painotuksessa on se, että vannaspainoa on sen verran, että vannas kulkee täysin hyppimättä. Painotus suorakylvöön ei välttämättä riitä, jos kylvöalusta on kuivunut liian kovaksi. Kylvösyvyyden mää-

rää vannaskohtaisesti vantaan perässä kulkeva syvyydensäätöpyörä, joka myös tiivistää kylvörivin. (Holma 2009, 14 – 15; Holma 2008, 16 – 17.)



Kuva 40 Jyräpyörästö, trapetsisijrä, kaksoiskiekkovannas ja tiivistyspyörä (Solitair – esite suomi 2008, 9).

Siemenet ja lannoitteet menevät vantaalle hydraulimoottorin pyörittämän puhaltimen avulla. Syöttölaitteet, joita on kaksi siemenille ja kaksi lannoitteelle, pyörivät sähkömoottorien voimin. Puhallin puhaltaa siemenet ja lannoitteet jakajille, joita on kaksi kummankin vantaiston päällä. Kylvö puolikkaalla leveydellä on myös mahdollista. Kostealla ilmalla kylvettäessä puhalletussa ilmassa saattaa olla kosteutta, joka aiheuttaa sen, että lannoite tarttuu letkuun ja letkut voivat tukkeutua. Syöttömäärää muutetaan sähkömoottorien pyörimisnopeutta muuttamalla ja siemenpuolella lisäksi säätämällä 6-osaisesta rihlapyörästöstä (Kuva 41) sopivat rihlat käyttöön. Siemenen kylvömäärä voidaan säätää 1,5 – 300 kg/ha välillä. Suurisiemenistä (tuhannen siemenen paino) viljaa tai esim. hennettä kylvettäessä maksimikylvömäärä ei välttämättä riitä. Koneen näyttöruutu traktorin hytissä ilmoittaa kiertokoetta tehtäessä suurimman ajonopeuden millä syöttölaitteet ehtivät vielä halutun määrän syöttää. Moottorit saavat tiedon ajonopeudesta koneen takana olevalta maapyörältä, joka ilmoittaa impulssin nopeudesta sähköisesti. (Holma 2008, 17; Solitair – esite englanti 2007, 6.)



Kuva 41 Siemenen syöttörihlat, eri rihloja käyttämällä tehdään siemenmäärän karkeasäätö (Solitair – esite suomi 2008, 8).

Nelimetristä konetta saa sekä kiinteillä sivulohkoilla että taittuvilla, jolloin kuljetusasennossa kone on kapeampi. Säiliötilavuus kiinteälohkoisessa mallissa on yhteensä 3500 litraa ja taittuvalohkoisessa 4500 litraa. Väliseiniä voidaan säätää suhteessa 40/60, 50/50 tai 60/40. Säiliöt ovat pitkittäin koneen päällä ja varsin korkealla. Säiliöiden täytössä voi olla vaikeuksia etukuormajalla täytettäessä, mutta nelimetrisellä ruuvilla täyttö onnistuu hyvin. Etumuokkaimen hyvä toimivuus vaatii ajonopeutta vähintään 10 km/h. Valmistajan ilmoittama vähimmäisvetotehon tarve nelimetriselle koneelle on 150 hv ja enimmäistehon tarve 240 hv. Tehon tarpeeseen vaikuttaa huomattavasti etumuokkainten käyttö ja kokemusten mukaan esimerkiksi suorakylvö vaatii vähemmän tehoa kuin suoraan kynnökselle kylväminen. (Holma 2009, 16 - 17; Solitair – esite suomi 2008, 7, 12.)

Tekniset tiedot:

- työleveys 3 – 6 m
- riviväli 12,5 tai 16,7 cm
- kaksoiskiekkovantaat, halkaisija 40 cm
- kylvövantaiden lukumäärä 4 m koneessa 12,5 cm rivivälillä 32 kpl ja 16,7 cm rivivälillä 32 kpl
- kylvövannaspaino maksimissaan 70 kg/vannas
- koneen paino vakiovarustein 4m koneessa, taitettavilla sivulohkoilla ja rivivälillä 12,5 cm 4760 kg
- säiliöiden yhteistilavuus kiinteäsivulohkoisissa koneissa 3500 litraa ja taittuvilla sivulohkoilla varustetussa koneessa 4500 litraa
- vetotehon tarve 4 m koneelle 150 – 240 hv
- ajonopeus vähintään 10 km/h

- varusteina mm. Solitronic PRO elektroninen kylvötoimintojen hallintalaitte, elektroninen säiliön pintavahti
 - lisävarusteina mm. hydrauliset tai paineilmajarrut, ajouramerkitsimet, ajouramerkinnän näyttö, jakolaitteen ja lohkosulun valvonta, jälkihara, trapetsijyrä kylvövantaiden edessä
- (Solitair – esite suomi 2008, 12).

5.6.12 Krause

Yhdysvaltalaisesta Krause-suorakylvökoneesta myy ja markkinoi Suomessa saukkolalainen Aarre Anttila palola.net verkkosivuillaan. Koneet tulevat Suomeen Englannissa konetta edustavan Weaving Machineryn kautta, jonka edustaja Aarre Anttila on Suomessa. Aarre Anttila myy myös mm. GPS-ajopastimia, kosteusmittareita, kylvökoneiden seurantalaitteita, ruumenlevittämiä, jankkureita ja olkiharoja. Krausen ostaja tekee kaupat suoraan Weaving Machineryn kanssa. Kun kauppa tehdään EU:n sisällä ja ostaja on arvonlisäverovelvollinen, kaupasta ei peritä arvonlisäveroa ja tullia. Tarvittaessa Anttila avustaa tuloksetyksessä ja kuljetusjärjestelyissä. Saukkolassa on myös varaosavarasto, jota pyritään täyttämään ennakoidusti varsinkin kuluosien osalta. Muitakin varaosia luonnollisesti saa Weaving Machineryn kautta tilaamalla. (palola.net; Anttila, sähköposti 1.4.2011; Härkönen 2004a, 34.)



Kuva 42 Krause Caddy ja kylvöyksikkö Heavy Residue -vantailla, jotka selviytyvät runsaasta kasvinjättemäärästä (palola.net 2011).

Vanhemmissa Krauseissa oli mahdollisuus valita kone mekaanisella syötöllä ja koko koneen levyisillä laatikkosäiliöillä tai vaihtoehtoisesti pneumaattisella syötöllä varustetulla ja vantaiden päällä pitkittäin olevalla säiliöllä. Uudemmat Krauset ovat ns. Caddy-malleja (Kuva 42), joissa säiliö ja puhallinyksikkö ovat erillinen yksikkö kuljetuspyörillä ja kylvöyksikkö on kiinnitetty koneen taakse 3-pistekytkenällä. Caddy-vaunuja saa kahtena mallina: 25 ja 50.

Mallimerkintä viittaa painoon, eli esim. 25-säiliöön mahtuu pelkästään viljalla täytettynä 2,5 tn vehnää (80kg/hl). Tällöin tilavuus on 3125 litraa. Vantaiston saa kuitenkin uudempaan Caddyyn samanlaisena kuin vanhempiinkin malleihin. Muutenkin uudemmat koneet tehdään lähinnä tilaajan toivomuksesta räätälöitynä. (Anttila, sähköposti 1.4.2011; Härkönen 2004, 32 – 34; Kallio 2003, 12 -13; Härkönen 2007, 27.)

Krausen perusvantaisto (Kuva 43) koostuu poimutetuista avauskiekoista, kaksoiskiekkovantaista ja tiivistyspyörästä. Avauskiekot on halkaisijaltaan 407mm ja ne ovat vapaasti ohjautuvissa, joten ne toimivat hyvin myös kaarteissa. Avauskiekot ovat suojattu kivien varalta kierrejousella 20 cm liikevaralla. Halkaisijaltaan 35 cm kaksoiskiekkovantaiden laakerilinjat poikkeavat toisistaan 16mm, joten toinen kiekkoista kulkee hieman edellä. Näin kiekot pysyvät puhtaampina ja leikkuukulma on terävämpi. Vantaiden painotus hoidetaan kierrejousilla. Painotusmäärä voidaan valita väliltä 0 – 120 kg. Vannasta suuremman painotuksen vaatii kuitenkin etuleikkuri, jonka ansiosta vantaita ei tarvitse painottaa niin paljoa. Vannasta seuraa tiivistyspyörä, jonka avulla rajoitetaan myös kylvösyvyys vannaskohtaisesti. Syvyyttä voidaan säätää kuuden millin portain välillä 0 – 70 mm. Tiivistyspyörävaihtoehtoja on useampia, joista yksi on halkaisijaltaan 330 mm ja leveydeltään 51 mm. (Anttila, sähköposti 1.4.2011; Härkönen 2004, 32 – 34; Kallio 2003, 12 -13; Härkönen 2007, 27.)



Kuva 43 Kuvassa näkyvät mm. etuleikkurit, kaksoiskiekkovantaat ja kumipinoitetut tiivistyspyörät (palola.net 2011).

Lannoite ja siemen siirretään syöttölaitteilta samoille vantaille omia putkiensa pitkin pneumaattisesti. Puhaltimen käyttöjärjestelmä koostuu traktorin voimanoton pyörittämästä hydraulipumpusta, öljysäiliöstä, ja puhallinsiivikkoa pyörittävästä hydraulimoottorista. Syöttömäärä voidaan asettaa RDS Pro-Series 8000i Artemis -järjestelmällä joko kg /ha tai kpl/m² ja syöttömäärää voidaan säätää myös vauhdissa. Aarre Anttilan mukaan syöttölaitteistojen syöttömäärä ei muodostu rajoittavaksi tekijäksi. Ilmamäärän riittävyttä on testattu siten, että ainakin 400 kg/ha vehnää ilma vielä kuljettaa. Syöttölaitteistot pyörivät sähkömoottorien voimin ja nopeus perustuu tutkan mittaa-

maan maanopeuteen. (palola.net 2011; Härkönen 2004, 33; Anttila, sähköposti 1.4.2011; Mäkelä & Oristo 2006c, 26.)



Kuva 44 Krause Caddy kuljetusasennossa (palola.net 2011).

Tekniset tiedot :

- työleveydet 3 – 8 m
 - kuljetusleveydet 3 - 3,7 m
 - riviväli 19 cm
 - kaksoiskiekkovantaat
 - vannaspaino 0 – 120 kg/vannas
 - säiliökoot 2,5 tai 5 tn (3125 tai 6250 litraa)
 - lannoitteen ja siemenen syöttö sähkömoottoreilla tutkan mittaaman maanopeuden mukaan, siirto pneumaattisesti
 - vetotehon tarve 6 m koneelle 170 hv
 - ajonopeus 10 – 12 km/h
 - varusteina mm. hydrauliset jarrut, hydraulinen raideleveyden säätö
 - lisävarusteina mm. työvalot ja suojaverkot säiliöihin
- (palola.net 2011; Härkönen 2007, 26; Kallio 2003, 13.)

5.6.13 Bertini

Bertini on argentiinalainen suorakylvökoneita valmistava yritys. Bertinien Pohjois- Euroopan edustajana toimii englantilainen Stirtloe enterprises Ltd, jonka alaisuudessa Suomeen Bertinejä välittävä Agency Koppinen toimii. Suomeen tuotavaa 22000-mallia (Kuva 45) on saatavana 3-, 4-, 5,2- ja 6-metrisenä. Uutena tuontimallina on Bertini 16000. Varaosia löytyy Suomesta. (agencykoppinen.net 2011.)



Kuva 45 Bertini 22000 kuljetusasennossa, sivulohkot etenkäännettyinä (Oristo & Oristo 2006a, 62).

Bertini 22000 -mallin vantaat sijaitsevat koneessa viimeisenä. Koneen kuljetuspöyrät sijaitsevat vantaiden ja säiliöiden etupuolella, joten säiliöt täynnä ja kone kylvöasennossa vantaat ylhäällä, koneen vetoaisa kevenee. Vantaan edellä kulkee poimutettu avausleikkuri (Kuva 46) ja vannas on kaksoiskiekkovannas. Lannoite ja siemen johdetaan saman vantaan kautta. Normaalisti siemen ohjataan matalammalle kuin lannoite, mutta siemen voidaan yhtälailla laittaa lannoitesäiliöön, jolloin siemen menee syvemmälle kuin lannoite. Siemenen ja lannoitteen painaa vaon pohjalle osana kaksoiskiekkovannasta oleva nailoninen asetinkieli. Vantaan takana kulkee kaksi terävähampaista peittolautasta, joiden tehtävänä on vaon peittämisen lisäksi rajoittaa kylvösyvyyttä. Peittolautasten yläasentoa ja sitä kautta kylvösyvyyttä rajoitetaan tappisäädöllä, mutta lautaset pääsevät liikkumaan erikseen jousikuormitteisesti alaspäin, jolloin vako peittyy myös pellon epätasaisessa kohdassa. Peittopyörien hammastuksen tehtävänä on pudottaa kylvöriivin päälle kuohkeaa maata. Etuleikkuri, kaksoiskiekkovannas ja peittopyörät ovat yhtenä yksikkönä, joten painotus kohdistuu koko yksikköön. Painotus hoidetaan kierrejousella (Kuva 47) joka vantaalle erikseen ja maksimimäärä/yksikkö säiliöt täynnä ja riippuen rivivälistä on n. 250kg. Vannasyksiköiden riviväli on 15,5 cm, mutta riviväliä voidaan kasvattaa jälkikäteen jopa 90 cm:iin. (Oristo & Oristo 2006, 62 – 65; agencykoppinen.net 2011a; Abrahamsson, Mäkelä, Oristo & Oristo 2006, 26 - 28.)



Kuva 46 Jousikuormitus vaikuttaa koko vannasyksikön painatukseen. Kaksoiskiekkovantaan (keskellä poikkileikkauskuva) sisälle katsottaessa näkyy keltaisena lannoite- ja siemenputki. (agencykoppinen.net 2011a 2011.)

Säiliöt ovat Bertinissä vantaiston päällä koko koneen levyisenä. Säiliötilavuudet ovat Suomen oloihin pienet, 3 m koneessa tilavuudet ovat 620 litraa siemenille ja lannoitteille saman verran. Säiliöt on suunniteltu täytettäväksi pikusäkeillä, joten suursäkkejä käytettäessä täyttö hankaloituu. Erikoiseksi Bertini 22000-mallin tekee se, että vantaisto ja säiliöt on jaettu kolmeen osaan. Kaksi sivulohkoa taittuu kuljetusasennossa kiinteän keskilohkon eteen kuljetuspyörien etupuolelle (Kuva 45) ja kuljetusleveys on tällöin 3 m:n koneessa vain 2,1 m. 4 m:n koneessakin leveys on vain 2,5 m. Siirtoajoa ei kuitenkaan kannata tehdä säiliöt täynnä. (Oristo & Oristo 2006, 62 – 66.)

Sekä lannoitteen että siemenen syöttö hoidetaan rihlasyöttimillä ja määrät säädetään pyörimisnopeutta muuttamalla. Pyörimisnopeus valitaan 81-vaihteisesta portaallisesta vaihdelaatikosta. Syöttömäärä voidaan valita tarkasti, koska yhden portaan muutos muuttaa syöttöä vain 3 %. Kiertokokeen tekeminen vaatii hieman totuttelua ainakin alkuvaiheessa koneen käyttöä. Koneessa irrotetaan kolme vannasputkea, jotka johdetaan erilliseen astiaan tai muovipussiin ja loput syöttölaitteet suljetaan sulkemalla niiden pohjaluukut. Tämän jälkeen pyöritetään syöttölaitetta kammella tietty kierrosmäärä ja punnitaan pussin sisältö. Laskutoimitusten jälkeen ja syöttötaulukkoa soveltamalla valitaan oikea vaihde vaihteistosta. Lisävarusteena koneeseen saa ilmaavusteisen tarkkuuskylvölaitteen, jota voidaan käyttää suurisiemenisten siemenien kylvöön. Tarkkuuskylvöyksiköitä asennetaan tarvittava määrä koneen alkuperäisen siemensäiliön ja vantaisten väliin. Tarkkuuskylvöyksikössä ei ole omaa erillistä säiliötä. (Oristo & Oristo 2006, 62 – 66.)



Kuva 47 Vannasyksikön painatusvoimaa voidaan säätää avaimella siirtämällä joustahammaskaarella (Oristo & Oristo 2006, 64.)

Tekniset tiedot Bertini 22000:

- työleveydet 3 – 6 m
 - rivivälit 15,5 - 90 cm
 - kylvövantaiden määrä 3 m:n koneessa 15,5 cm rivivälillä 18 kpl
 - kaksoiskiekkovantaat
 - vannaspaino vannasyksikölle maksimissaan n. 250 kg
 - 3-metrisen koneen paino 3600 kg
 - säiliötilavuudet 3 m:n koneelle 620/620 litraa
 - vetotehon tarve 3 m:n koneelle vähintään 80 hv
 - varusteina mm. ajouralaitteisto, erillinen rypsi/nurmisiemensäiliö, hammastetut multaupyörät
 - lisävarusteena mm. ilmakäyttöinen monosiemenen tarkkuuskylvin suurille siemenille ja kylvömonitori
- (agencykoppinen.net 2011; Oristo & Oristo 2006, 66).

5.6.14 VM Aitosuorakylvökone

VM, eli alavieskalainen Vieskan Metalli kehitti ja valmisti ensimmäisenä suomalaisena yrityksenä kansainvälisen määritelmän mukaisen suorakylvökoneen, jolla voidaan kylvää suoraan sänkeen ilman esimuokkausta. VM alkoi käyttää koneestaan nimitystä Aitosuorakylvökone, joka terminä on Suomessa levinnyt myös yleisesti. Vieskan metalli valmistaa kylvökoneiden lisäksi myös maanmuokkaukoneita ja erilaisia lanoja. Kylvökoneiden myynnistä, markkinoinnista, varaosien ja huollon saatavuudesta Suomessa vastaa Vieskan Metallin itsensä lisäksi Suomen Yrittäjien Maatalous Oy (Y-

Maatalous). Aitosuorakylvökoneiden (Kuva 48) koot vaihtelevat 2,5 – 4 m:n takapyöräkoneista, joissa on mekaaninen lannoitteen ja siemenen syöttö, 6 m:n pneumaattiseen koneeseen. (vieskanmetalli.fi 2011.)

2,5 – 4 -metriset VM 250 SK, VM 300 SK ja VM 400 SK Aitosuorakylvökoneet ovat rakenteeltaan ns. takapyöräkoneita, joissa on koko koneen levyinen jyräpyörästö koneen takana, joka tiivistää kylvöksen ja sen perässä jälkihara murustaa pyöränjäljet. Säiliöt sijaitsevat pyörästön etupuolella ja vantaat säiliön alla. Vantaiden etupuolelle voidaan lisävarusteen asentaa etuhara, joka levittää olkikasat ja piirtää perässä seuraavalle kaksoiskiekkovantaalle kylvöjäljen kasvimassaan. Toisena lisävarustevaihtoehtona on Crossboard-etulata, jota käytetään muokatun maan tasaamiseen. Etuharaa ja -lataa voidaan säätää hydraulisesti. Vannasvaihtoehtoja on kaksi, vakiovannas ja tarkkuusvannas. Lannoite ja siemen kylvetään kummassakin vaihtoehdossa saman vantaan kautta. (VM – ohjekirja.pdf 2008, 3 – 6, 26.)



Kuva 48 VM Aitosuorakylvökone joka on varustettu mm. etuharalla ja pyöränvälilyrällä (VM_kansio.pdf 2007, 20).

Vakiovannasmallissa (Kuva 49) syöttölaitteiden alla on suppilo, jossa siemen ja lannoite yhdistyvät ja sen jälkeen ne johdetaan samaa putkea pitkin vantaalle. Vannastyypinä ovat kaksoiskiekkovantaat. Vantaan sisällä on ohjauslevy, joka ohjaa lannoitteen ja siemenen vaon pohjalle. Vantaan sisällä voidaan käyttää valmistajan nimityksen mukaan sisävannasviikseä, joka estää siementä ja lannoitetta pomppaamasta vaon pohjalta ylempiin maakerroksiin. Vantaan sivuilla voidaan käyttää valmistajan nimityksen mukaan ulkovannasviiksiä, jotka vähentävät maan liikkumista vantaan reunoilla ja painavat oljet maata vasten katkaisua varten. Sisä- ja ulkovannasviikset ovat lisävarusteita. (VM – ohjekirja 2008, 6 – 7, 24 – 26; VM_kansio.pdf 2007, 23 – 27.)

Vantaan perässä kulkee syvyydensäätöpyörä, joka myös sulkee kylvövaon. Pyörän voi valita joko ilmatäytteisenä tai kovana ponnekumirenkaana. Valmistajan mukaan ponnekumirengas sopii kaikille maalajeille, mutta huonommin koville savimaille. Ilmakumirengas taas sopii parhaiten koville savimaille. Kylvösyvyys säädetään vannaskohtaisesti syvyydensäätöpyörän rajoitinta siirtämällä. Vannaspainotus on hoidettu keskitetysti hydraulikan avulla, jolloin muutetaan vannaskohtaisten jousien jännitystä. Vannaskohtainen jousitus mahdollistaa myös kivien ym. esteiden ylitykset yksittäisen vantaan kohdalla. Painotusta voidaan muuttaa ajon aikana välillä 50 – 175 kg/vannas säiliöt tyhjinä. Keskitetty painonsäätö ei mahdollista lisäpainotusta esimerkiksi traktorin pyöränjalkien kohdalla. Lisävarusteena VM:ään on saatavana vetoaisan alle erillinen pyöränvälilyrä, joka tiivistää myös traktorinpyörien välisen maan. Tällöin kylvettävä maa saadaan kauttaaltaan yhtä tiiviiksi. (VM – ohjekirja 2008, 6 – 7, 24 – 26; VM_kansio.pdf 2007, 23 – 27.)



Kuva 49 Vakiovannas ilmakumirenkaalla (VM_kansio.pdf 2007, 25).

Tarkkuusvantaassa (Kuva 50) siemen ja lannoite ohjataan omia putkiensa pitkin vantaalle asti, jolloin ne saadaan paremmin erilleen. Tarkkuusvannas on myös kaksoiskiekkovannas. Siinä kylvösyvyys säädetään vannaskohtaisesti etukylkipyörällä, joka on sijoitettuna aivan kiekkovantaiden kylkeen, hieman vantaan etupuolelle. Ratkaisun ansiosta kylvösyvyys pysyy tasaisempuna maan kovuuksien ja maalajien vaihdella, myös muokatulla maalla. Myös olki katkeaa paremmin kylkipyörän painaessa oljen tiukasti maata vasten samalla kun kaksoiskiekkovantaat leikkaavat vakoa auki. Vantaaseen on myös saatavan ulko- ja sisävannasviikset. Vantaan takana tulevan jousikuormittaisen peittopyörän tehtävänä on ainoastaan sulkea kylvövako. Vannasta painot-

taa jousi, jonka jännitystä säädetään hydraulisesti. Painotusta voidaan säätää välillä 50 – 200 kg/vannas. (vm6000.pdf 2010, 4 – 5; Knaapi 2009a, 21 – 22.)



Kuva 50 Tarkkuuskylvövannas, kuvassa ei näy kylkipyörää, koska se sijaitsee ajosuuntaan nähden kaksoiskiekkovantaan vasemmalla puolella (Knaapi 2009, 21).

Syöttölaitteet ovat 2,5 – 4 m:n koneissa työntörihlatyyppisiä, eli syöttömääriä säädetään muuttamalla rihlan tehollista pituutta. Lisäksi rypsin kylvössä muutetaan rihlojen pyörimisnopeutta hitaammaksi vaihtamalla erikokoiset ketjupyörät. Syöttölaitteet saavat voimansa ketjun välityksellä koneen vasemmasta pyörästöstä. Syöttölaitteessa on syöttökammion ja säiliön välissä sulkulevy, jolla voidaan sulkea syöttökammion syöttö kokonaan. Sulkemalla sulkulevy voidaan kylvää haluttaessa vain osalla vantaista. Piensiemeniä, kuten rypsiä ja heinää kylvettäessä sulkulevyä on suljettava osittain pienen kylvömäärän vuoksi. Lisäksi kylvömääriin vaikuttaa oleellisesti syöttimien pohjaläppien asento. Pohjaläpällä on eri asennot piensiemienien, viljan ja lannoitteen sekä suurien siemienien kylvöön. Piensiemienien kylvöön on saatavissa myös erillinen piensiemienien kylvösäiliö, josta putket johtavat siemenet vaonsulkupyörän eteen pellon pintaan. (VM – ohjekirja 2008, 11, 27.)

Mallimerkiltään VM 6000 DS (Kuva 51) on varustettu vakiona tarkkuuskylvövantailla. Muutenkin rakenne poikkeaa kapeammista malleista. Koneessa isot säiliöt ovat erillisen rungon päällä pitkittäin. Säiliöiden tilavuus on yhteensä 8000 litraa ja täyttökorkeus 3m. Säiliöiden alla on sähköllä toimivat Agrofinaal-syöttölaitteet, joiden nopeus perustuu tutkan mittaamaan maanopeuteen. Koneessa on myös vakiona automatiikkasarja (RDS-Artemis), johon sisältyy säiliöiden siemenvahdit, ruisku-urat sekä siemenen ja lannoitteen määrien kaukosäädöt. Siemenet ja lannoitteet siirretään vantaalle pneumaattisesti hydraulimoottorin pyörittämän puhaltimen avulla. Kylvökoneessa on oma öljysäiliö ja hydraulikka pumppua pyöritetään traktorin voimanulostolla. Säiliön takana on koko koneen levyinen jyräpyörästö ja vasta sen jälkeen tarkkuuskylvövantaat. Kapeammissa koneissahan vantaisto on sijoitettu pyörästön etupuolelle. Rakenteen ansiosta kone on ketterämpi käännoksissä ja

koneen kokonaispituus ei kasva liian suureksi. Säiliöiden alle pyörästön eteen jää runsaasti tilaa asentaa esimerkiksi erilaisia esimuokkaimia. VM 6000 DS:n kuljetusleveys on 3 m, koska kylvöyksikön sivulohkot saadaan nostettua jyräpyörineen ylös. (vm6000.pdf 2010, 4 – 7; Knaapi 2009, 22.)



Kuva 51 VM 6000 DS, koneessa myös erillinen piensiemensäiliö (keltainen) (Knaapi 2009, 21).

Tekniset tiedot:

- työleveydet 2,5 – 6 m
 - täyttökorkeudet 1,85, 1,95 tai 3 m
 - paino 3 m koneelle 4200 kg
 - säiliötilavuus 3 m koneelle 3300 litraa
 - riviväli mallista riippuen 14,3 – 15,6 cm
 - kaksoiskiekkovantaat
 - vannaspaino riippuen vannastyypistä 50 – 175 tai 50 – 200 kg/vannas
 - vantaiden lukumäärä 3 m:n koneessa 20 kpl
 - vetotehon tarve 3 m koneella 90 hv
 - ajonopeus 8 – 12 km/h
 - lisävarusteina mm. etuhara, jälkihara, Crossboard-lata, pyöränvälilyjyri, lannoitteen kaukosäätö, ruiskutusurat, pintavahdit
- (vm6000.pdf 2010, 7).

5.7 Suorakylvökoneet vertailussa

Tähän on koottu kolme suorakylvökoneita vertailevaa osiota. Aikajärjestyksessä vanhimmassa vertailussa MTT Vakola testasi vuonna 2003 ja 2004 kuutta eri suorakylvökonetta, joiden verranteena käytettiin jyräkylvöä. Toisena osiona käsitellään Loimaalla vuodesta 2006 lähtien vuosittain mm. Koneviesti-lehden, Loimaan ammatti- ja aikuisopiston ja konevalmistajien järjestämää suorakylvökoesarjaa. Loimaan kokeessa mukana oli alussa kahdeksan eri suorakylvökonetta ja parhaimmillaan vuonna 2009 kokeessa oli 15 eri suo-

rakylvökoneita. Kolmantena vertailuosiona käsitellään Hämeen ammattikorkeakoulussa Mikko Anttilan ja Jussi Heikkilän tekemää opinnäytetyötä, Hämmäläisten viljelijöiden tyytyväisyys suorakylvöön. Opinnäytetyössä saatiin vastaus kahdeksaa konemallia koskien 73:lta suorakylvökoneen omistavalta viljelijältä. Viljelijät olivat vastanneet omien kokemuksiensa perusteella mm. oman koneensa toimivuudesta eri olosuhteissa. (Mikkola 2005, 30 – 31; Levomäki, luentoseminaari 21.10.2009; Anttila & Heikkilä 2009, 6 - 8.)

5.7.1 Vakolan vertailu

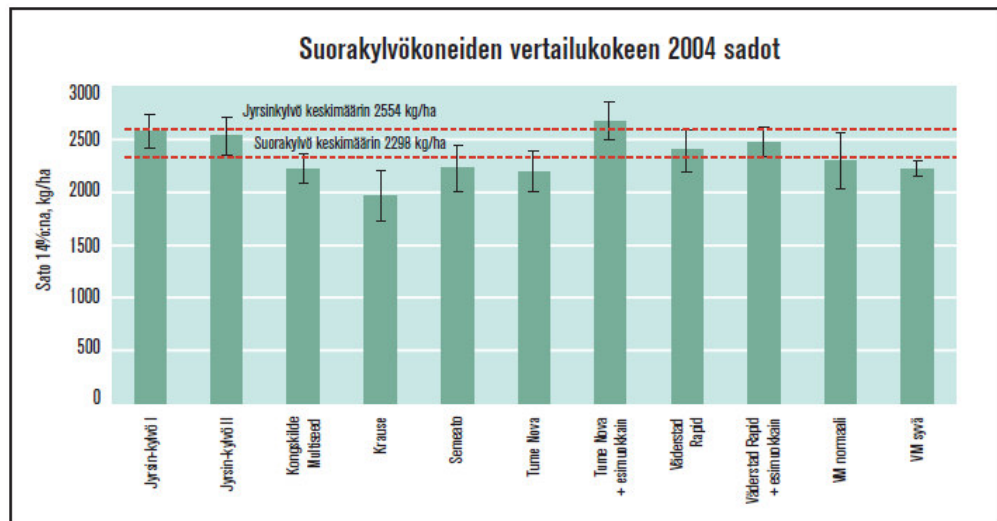
Vakolassa järjestettiin vuonna 2003 esikoe ja vuonna 2004 tehtiin varsinainen suorakylvökoneiden vertailu. Käytännön Maamies -lehti käsitteli koetta numerossa 5/2005 sivuilla 31 – 35. Kokeessa oli mukana Kongskilde Multiseed, Krause, Semeato, Tume Nova, VM aitosuorakylvökone ja Väderstad Rapid. Verranteena käytettiin jyrskinkylvöä, jolla kylvettiin lapiorullaäkeellä muokattuun maahan. Lisäksi Väderstadilla ja Tumella kylvettiin kaksi koesarjaa, joista toisessa käytettiin koneessa olevaa etumuokkainta ja toisessa taas ei. VM:llä kylvettiin myös kaksi koesarjaa, joista toinen kylvettiin syvemmälle ja toinen matalammalle. Koska vertailu tehtiin vain kahtena vuonna, koneiden eroihin täytyy suhtautua varauksella. (Mikkola 2005, 31 – 35.)

Kokeessa kuljettajina toimivat valmistajien maahantuojien nimeämät henkilöt, jotka myös säätivät omat koneensa. Kiertokokeet tehtiin Vakolan tutkimusapulaisten valvonnassa, koska kaikkien tuli käyttää samoja lannoite- ja siemenmääriä. Ainoastaan Semeatolla kylvömäärästä jouduttiin tinkimään, koska sen aikaisella Semeatolla maksimi kylvösiemenmäärä oli 275 kg/ha, kun tavoiteltu oli 296 kg/ha. Jokaisella kylvökoneella kylvettiin seitsemän koeruutua ja esitetyt tulokset ovat näiden keskiarvoja. Koeruudut kylvettiin kaikki samana päivänä, 11.5.2004. Koealue kylvettiin poikittain edellisen vuoden sänkeen, jotta olosuhteet kasvinjätteiden osalta olisivat tasapuoliset. (Mikkola 2005, 31 – 35.)

Eri kylvökoneiden onnistumista vertailtiin oraiden määrää, itäneiden siementen määrää, itäneiden mutta orastumattomien siementen määrää, satojen suuruutta ja satojen laatua vertailemalla. Koneiden teknisten ominaisuuksien eroavaisuuksien lisäksi kylvötuloksiin vaikutti mm. se, että kokeneetkaan suorakylväjät eivät uskaltaneet kylvää riittävän matalaan. (Mikkola 2005, 31 – 35.)

Kyseissä kokeessa suorakylvökoneista olkijätteistä selvisivät koneet, joissa oli etumuokkain, eli Väderstad Rapid ja Tume Nova. Myös Semeato selviytyi hyvin. Nopeimmin orastui esimuokatun Väderstad Rapidin kylvös. Kylvösyvyys vaikuttaa orastumiseen huomattavasti ja useimmalla koneella oli keskimäärin kylvetty syvemmälle kuin viiteen senttiin. Hitaan ja huonon orastumisen syynä voidaan olettaa olevan liian suuri kylvösyvyys. Vähiten oraita ja siemeniä löytyi Krausen ja Semeaton jäljiltä. Koneelle sopiva ajonopeus vaikuttaa työn sujuvuuteen. Hitainta ajonopeutta piti Semeato 5,6 km/h

ja nopeinta Rapid 10,3 km/h. Muut asettuivat välille 7,7 – 9,4 km/h. Satotasoista parhaimman tuloksen antoi esimuokattu Tume. Satotaso (Kuvio 2) oli kuitenkin koko koesarjan osalta heikko, suorakylvön osalta 2298 kg/ha ja jyr-sinkylvön osalta 2554 kg/ha. Esimuokkaimen käyttö lisäsi satoa Väderstad Rapidilla ja Tumella. Esimuokkaimen käyttö vaikuttaa kuitenkin kannattavuuteen, koska esimuokkaimen käyttö vaatii traktorilta lisätehoa, joka lisää polttoaineen kulutusta. Lisäksi vetokoneeksi tarvitaan isompi traktori, jota ei muutoin välttämättä tilalla tarvittaisi. Tumen ja Väderstadin vetämiseen käytettyjen koneiden moottoritehot olivat keskimäärin 83 kW ja muiden 71 kW. Sadon laadun osalta Tume + esimuokkain saavutti eniten hyvän laadun ominaisuuksia. Krausen ja Semeaton osalta hyvän laadun ominaisuuksia oli vähiten. Kuitenkaan yksikään sadoista ei täyttänyt esimerkiksi sakoluvun osalta kauppakelpoisuusrajaa. Myös tuhannen jyvän painojen keskiarvo oli vain 27 grammaa, kun kylvetyn 81 % itävyydeltään olevan Mahti-vehnän kalenteriarvo oli 36 grammaa. (Mikkola 2005, 31 – 35.)



Kuvio 2 Vertailukokeen sadot (Mikkola 2005, 32).

Vuoden 2003 esikokeesta ei esitetty tarkempia tilastoja, muuta kuin se että suorakylvön osalta olosuhteet olivat olleet loistavat verrattuna vuoden 2004 varsinaiseen vertailuun. Kaiken kaikkiaan yhden vuoden koetuloksista on vaikea vetää johtopäätöksiä eri koneiden välille, vaikka kerranteita koeruutujen osaltakin oli seitsemän. Yksi syy on myös se, että kaikilla koneilla kylvettiin samana päivänä. Jonkin koneen ominaisuuksille kyseisen päivän olosuhteet sopivat varmasti paremmin kuin toiselle, joka myös vaikutti tuloksiin. Lisäksi kokeen jälkeen on opittu kokemusten perustella, että kylvösyvyyttä pitää mataloittaa suorakylvöön siirryttäessä.

5.7.2 Loimaan suorakylvökokeet 2006 – 2010

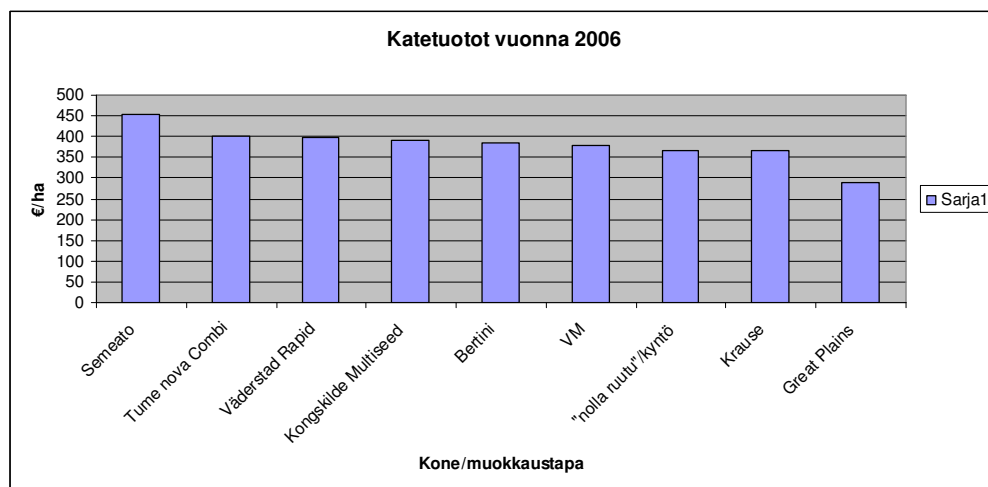
Koneviesti päätti järjestää monivuotisen suorakylvökokeen Loimaan koulutillalla, koska suorakylvöä ja sen vaikutuksia viljelymaahan tai ympäristöteki-

jöitä oli tutkittu melko vähän. Laajemman mittakaavan pitkäaikaiselle eri teknologioita ja menetelmiä vertailevalle tutkimukselle oli tilaus. Kokeeseen haluttiin mukaan mahdollisimman monta erilaista suorakylvökonetta ja koeruidun koon haluttiin olevan riittävän iso, jotta kokeesta tulisi käytännön läheinen. Haluttiin myös, että kylvötyön tekevät käytännön ammattilaiset, jotka saavat itse päättää kylvämällään koneelle sopivan kylvöpäivän. Kokeen halutaan osoittavan todellisen tilanteen suomalaisella maatilalla, joka käyttää suorakylvöurakoitsijaa tai omaa suorakylvökonetta. (Levomäki, luentoseminaari 21.10.2009.)

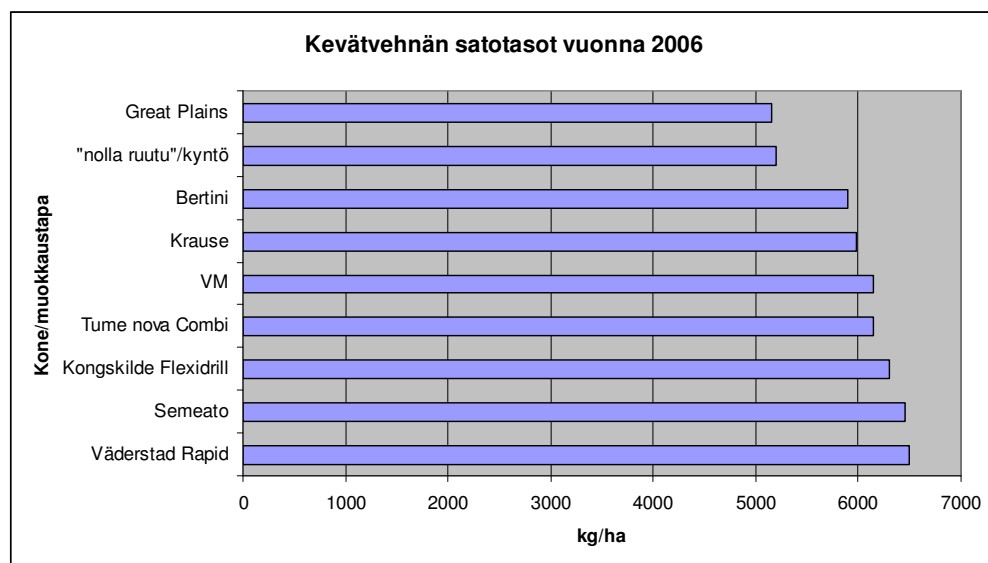
Kokeen toteuttajina ja yhteistyökumppaneina ovat olleet mm. Viestilehdet Oy, Koneviesti-lehti päätoimittajanaan Uolevi Oristo, suorakylvökoneiden valmistajat ja maahantuojat, Loimaan ammatti- ja aikuisopiston maatalousalan opettajat ja oppilaat, agronomi Erkki Mäkelä, maatilayrittäjä Tuomas Levomäki, Tilasiemen Oy Markku Salo Mellilästä, Ravintoraisio Oy, MTK, ja Yara Suomi Oy. Koe aloitettiin vuonna 2006, jolloin mukaan saatiin kahdeksan eri konemallia. Vuonna 2007 määrä lisääntyi kymmeneen, vuonna 2008 kahteentoista, vuonna 2009 viiteentoista ja vuonna 2010 vähentyi kolmeentoista. Verrokkiruutuina on kylvetty laahavannaskoneella kyntö-, syksyn lautasmuokkaus-, kevään lautasmuokkaus- sekä kultivointiruutu. Alkuvaiheessa verrokkiruutuna oli ainoastaan kyntöruutu, mutta vuosien varrella määrä on lisääntynyt neljään. Kaikkien ruutujen koko on 0,5 ha ja kukin kone on kylvänyt vuosittain aina samaan ruutuun. Kylvettävä siemenmäärä on punnittu ja säkitetty valmiiksi jokaiselle koejäsenelle, jotta siemenmäärä on kaikille sama. (Levomäki, luentoseminaari 21.10.2009.)

Kokeen tuloksia ja järjestelyitä on vuosittain käsitelty Koneviesti-lehdissä. Tuloksissa huomiota kiinnitetään sadon määrään, laatuun, laatukorjattuun hinnoitteluun ja muuttuvien kustannusten jälkeen jäävään katteeseen. Muuttuvia kustannuksia ovat kylvötyö, kuivauskustannukset, kasvinsuojeluaineet, ruiskutustyö ja verrokkiruutujen muokkaustyöt. Kuivauskustannuksissa on otettu huomioon myös sadon kosteus puintihetkellä.

Vuonna 2006 ruuduille kylvettiin Amaretto-kevävehnää. Mukana oli verrokkiruudun lisäksi Bertini, Great Plains, lannoitteen ja siemenen eri vantoisiin kylvävä Kongskilde Multiseed, Krause, Semeato, Tume Nova Combi, VM ja Väderstad Rapid. Kyseisenä vuonna kasvukausi oli todella lämmin ja satotasot olivat kaikilta ruuduilta vähintään 5000 kg/ha (Kuvio 4). Yli kuuden tonnin hehtaarisatoja antoivat Kongskilde Multiseedillä, Semeatolla, Tume Nova Combilla ja Väderstad Rapidilla kylvetyt ruudut. Kyseisenä vuonna katteet (Kuvio 3) vaihtelivat välillä 289 – 454 €/ha. (Levomäki 2006, 38 – 40.)

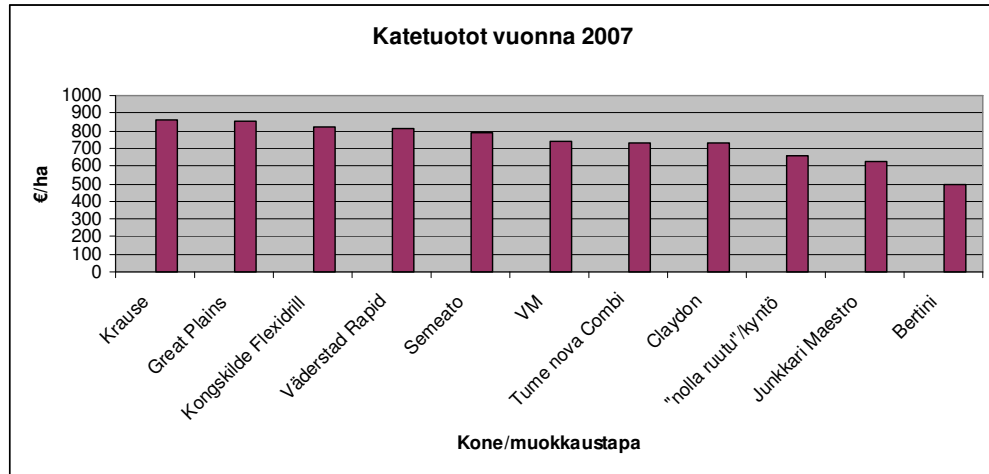


Kuvio 3 Koneviesti 2006/16 (Levomäki 2006, 38).

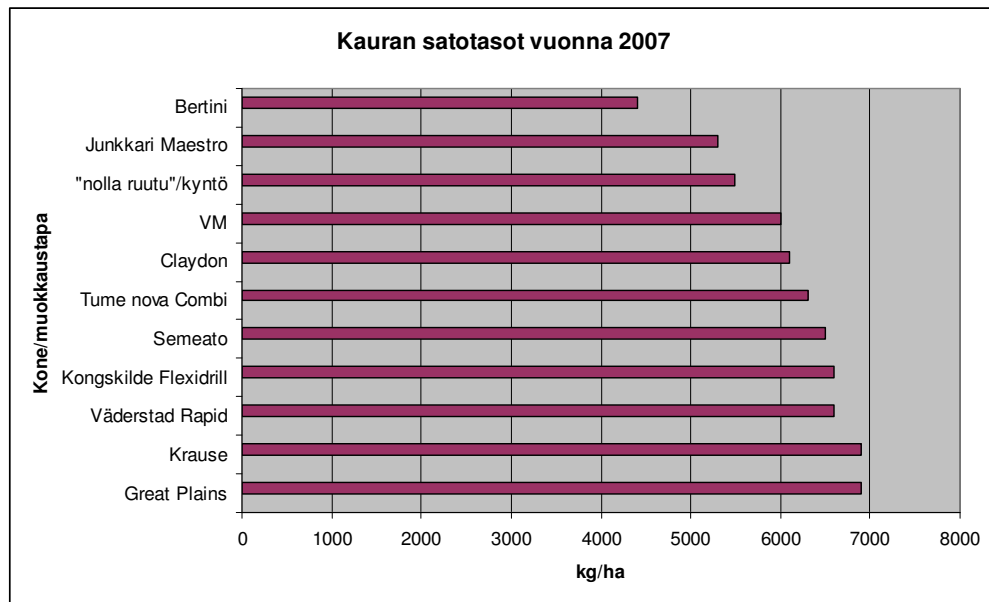


Kuvio 4 Koneviesti 2006/16 (Levomäki 2006, 38).

Kasvukaudella 2007 ruuduille kylvettiin Belinda-kauraa. Kokeeseen osallistui uusina koneina Claydon V Frame ja Junkkari Maestro. Kausi oli sääolosuhteiltaan sateisempi, mutta satotaso kauralta oli Great Plainsin ja Krausen koneilla jopa 6900 kg/ha (Kuvio 6). Osittain kasvusto pääsi lakoutumaan heinäkuun lopun sateissa. Laontorjuntaa ei tehty, koska kesäkuun alussa oli niin kuivaa, jolloin laontorjunta olisi voinut vioittaa kasvustoa. Myyntituotoista vähennettyjen kustannusten jälkeen katteet (Kuvio 5) vaihtelivat välillä 493 – 865 €/ha. (Levomäki 2007, 48 – 49.)



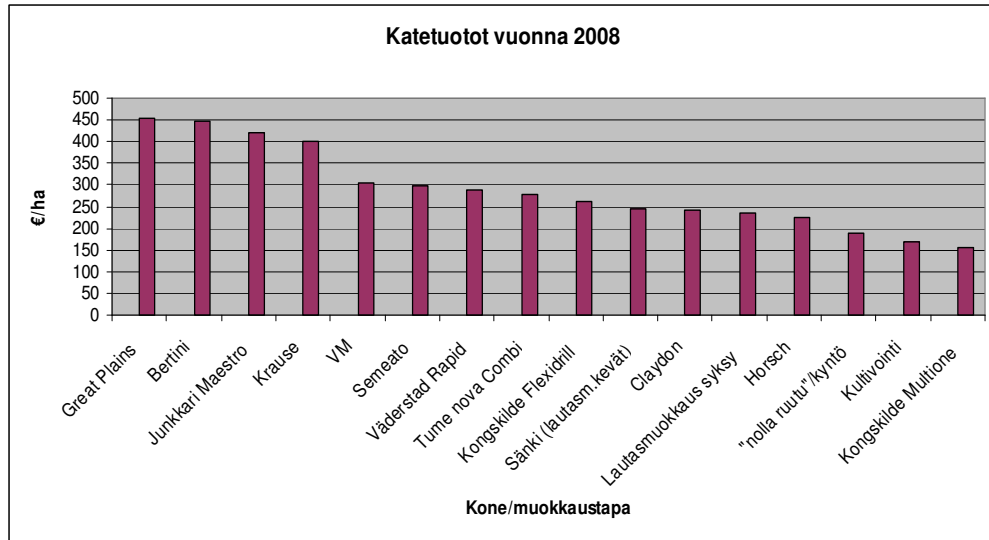
Kuvio 5 Koneviesti 2007/14 (Levomäki 2007, 48 – 49).



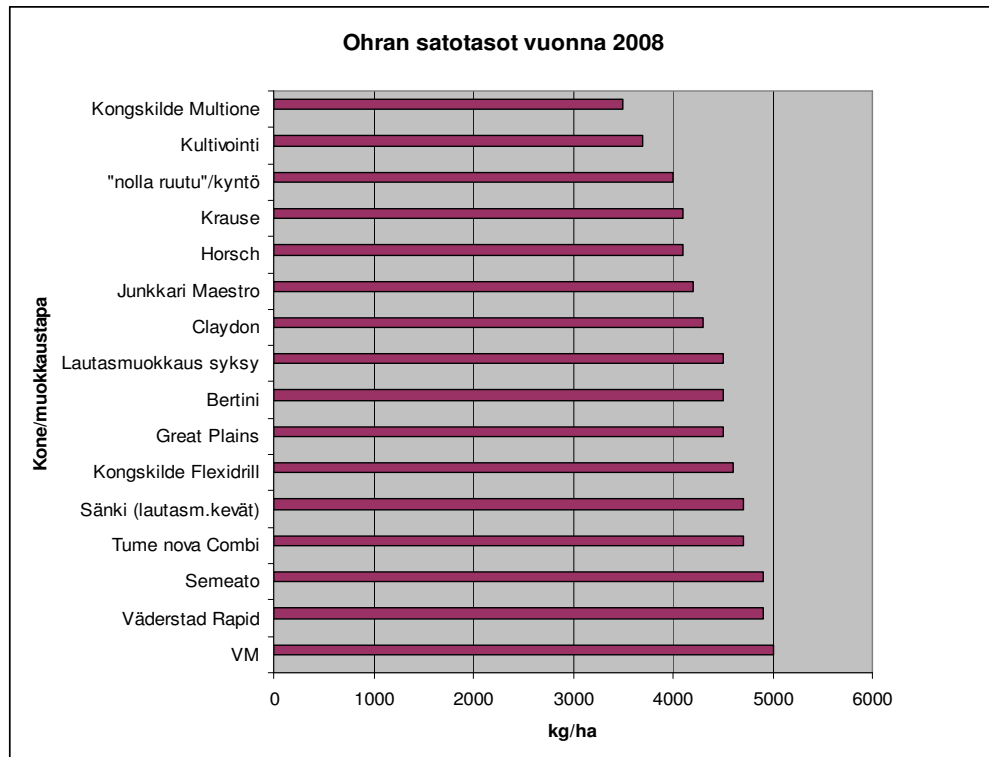
Kuvio 6 Koneviesti 2007/14 (Levomäki 2007, 48 – 49).

Vuonna 2008 ruuduille kylvettiin Braemar-mallasohraa. Uusina koneina kyseisenä vuonna kokeeseen osallistui Horsch Pronto ja Kongskilden MultiOne, joka kylvää lannoitteet ja siemenen saman vantaan kautta. Aiemmin mukana ollut Kongskilde Multiseed päivittyi uudistettuun Flexidrill-malliin. Verrokki-ruutuina mukaan tulivat kultivointi, lautasmuokkaus kevät ja lautasmuokkaus syksy. Kylvön myöhäisempi ajoitus aiheutti ongelmia Claydonin, Horschin, Junkkarin ja Väderstadin koeruutujen orastumisessa, koska maa oli näillä ruuduilla kovin kuivaa. Horschin osalta myöhästynyt kylvö johtui informaatiokatkoksesta. Kesä ja syksy olivat sateisia, joten sääolosuhteet heikensivät mallasohran laatua ja vain satunnaiset lohkot savuttivat mallasohrakelpoisen sadon vaatimukset. Lajittelu olisi todennäköisesti muuttanut tuloksia ja useampi koeruutu olisi saattanut tuottaa mallasohrakelpoisen sadon. Sadon määrät vaihtelivat välillä 3500 – 5000 kg/ha (Kuvio 8). Kolme suurinta satoa saa-

vuttivat VM 5000 kg/ha, Semeato 4900 kg/ha ja Väderstad 4900 kg/ha. Mal-laskelpoisen sadon tuottivat Krause, Bertini, Great Plains ja Junkkari Maestro. Myyntituotoista vähennettyjen välittömien kustannusten jälkeen katteet vai-hetelivat välillä 156,7 – 453,8 €/ha. (Levomäki 2008, 60 – 62.)



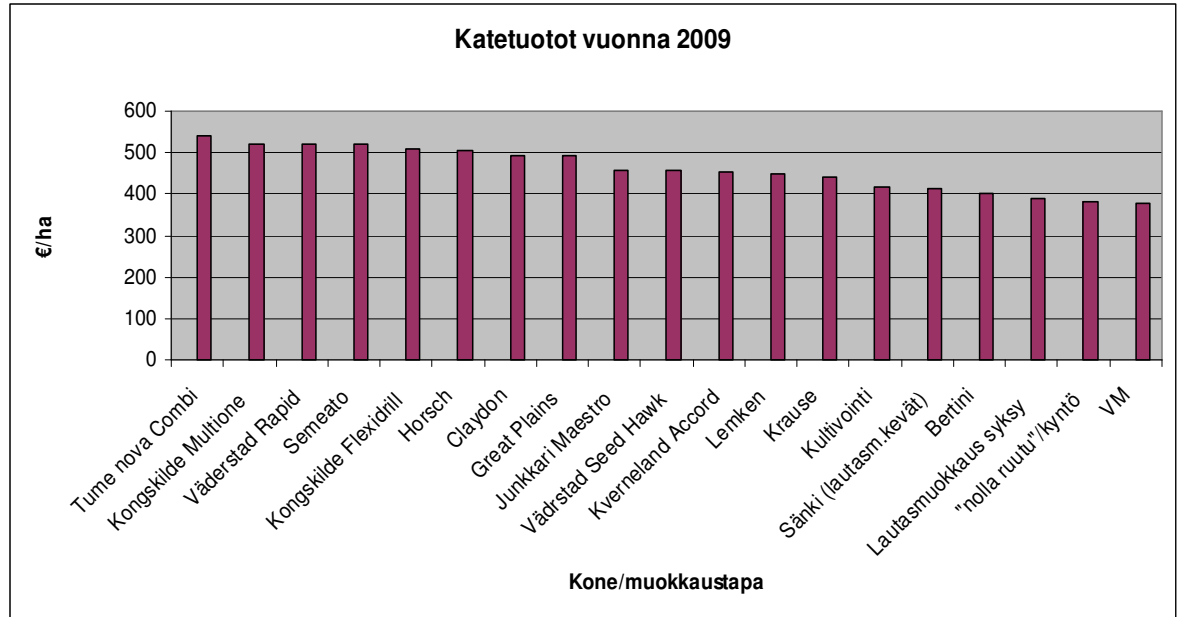
Kuvio 7 Koneviesti 2008/16 (Levomäki 2008, 60 – 61).



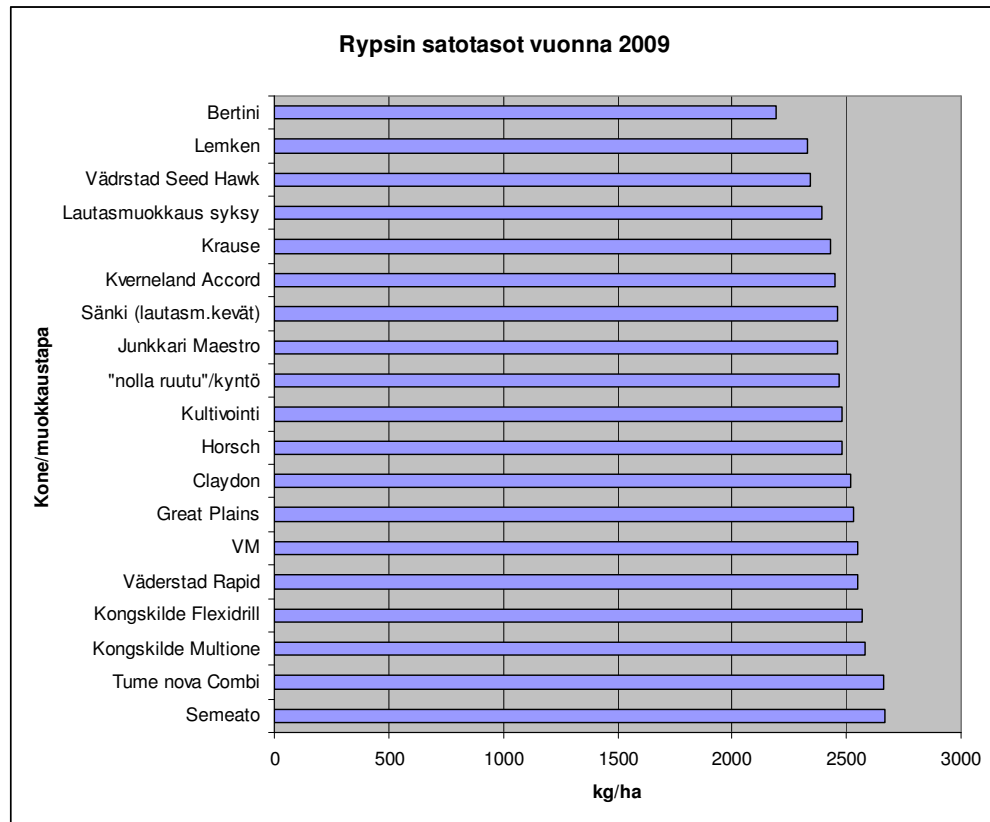
Kuvio 8 Koneviesti 2008/16 (Levomäki 2008, 60 -61).

Neljäntenä vuonna, eli vuonna 2009, kylvettiin rypsiä. Kokeeseen liittyi vielä kolme konetta, Kverneland Accord, Lemken C -Solitair ja Väderstad Seed

Hawk. Kyseisenä vuonna kokeessa olivat mukana kaikki sillä hetkellä Suomen markkinoilla olleet suorakylvökoneet. Kasvukausi oli olosuhteiltaan erinomainen. Tavoitteessa tuottaa elintarvikekelpoinen ja hyvä rypsisato onnistuttiin. Suorakylvö osoittautui siis soveltuvaksi menetelmäksi myös rypsin kylvössä. Satotasot vaihtelivat välillä 2190 – 2660 kg/ha (Kuvio 10), joka kertoo hyvästä onnistumisesta. Kolme suurinta satoa saavuttivat Semeato, Tume Nova Combi ja Kongskilde Flexidrill. Tuotoista vähennettyjen kustannusten jälkeen katteet vaihtelivat välillä 377 – 539 €/ha (Kuvio 9). (Levomäki 2009, 120 – 122.)

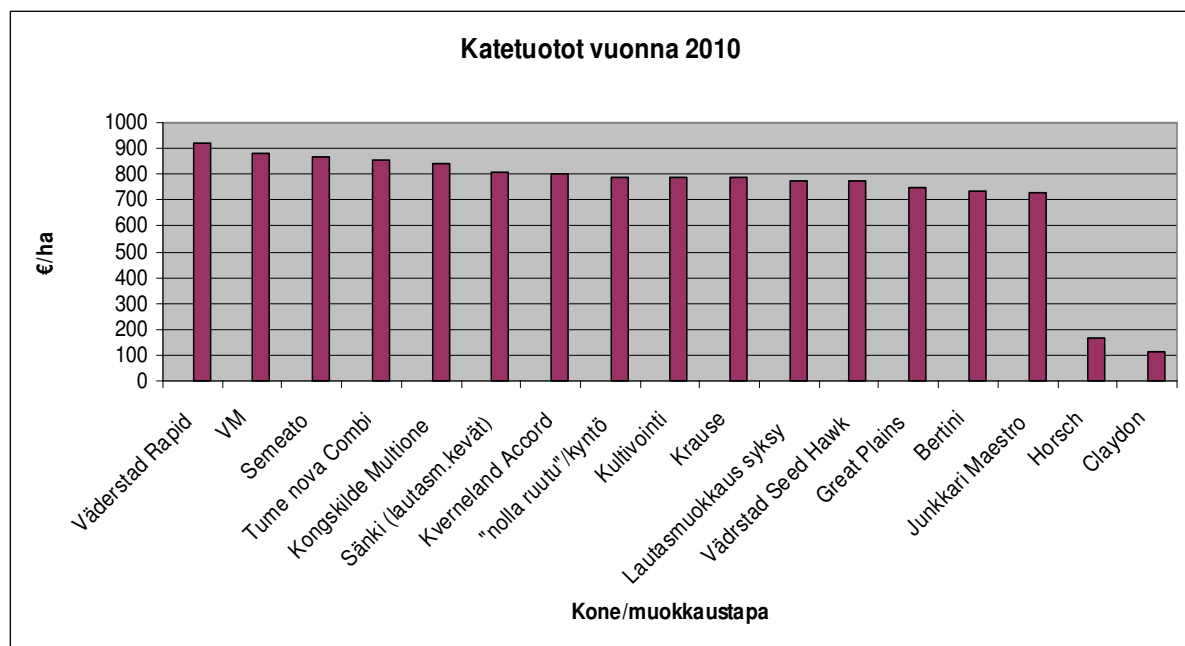


Kuvio 9 Koneviesti 2009/16 (Levomäki 2009, 120 – 121).

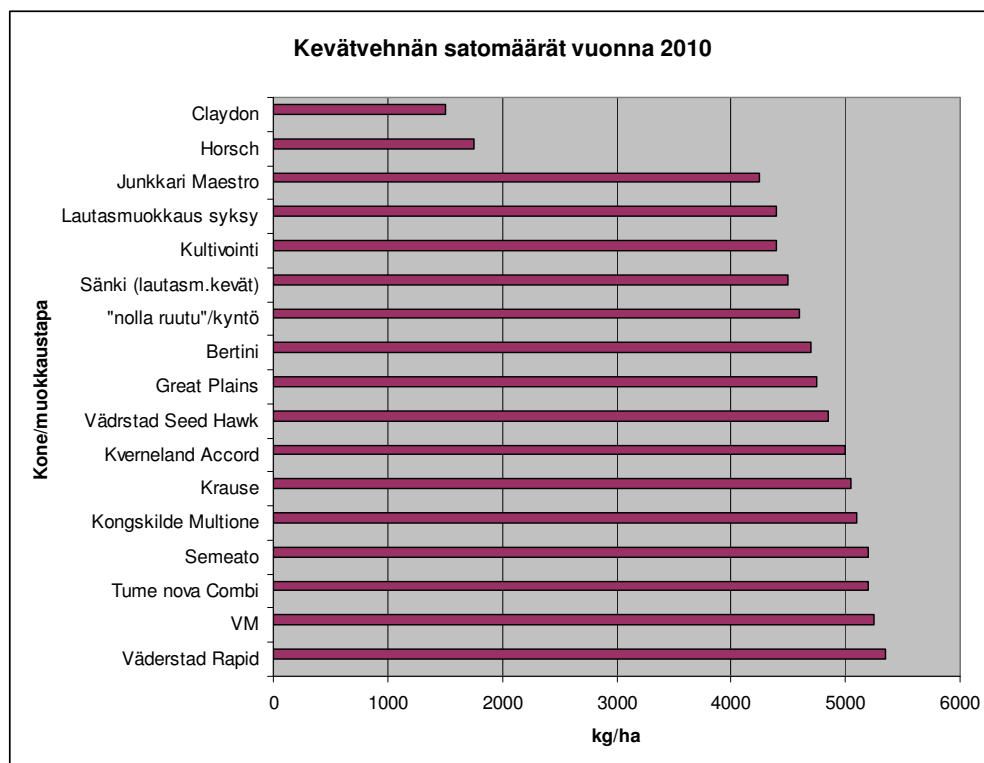


Kuvio 10 Koneviesti 2009/16 (Levomäki 2009, 120 – 121).

Vuonna 2010 koeruuduille kylvettiin Marble-kevätehnää ja tavoitteena oli tuottaa myllykelpoista leipävehnää. Parhaimmillaan myllykelpoista satoa saatiin yli viisi tonnia hehtaarilta. Kevät vaikutti monin paikoin myöhäiseltä, mutta Loimaan seudulla kylvöille päästiin kuitenkin toukokuun puolenvälin paikkeilla. Toukokuun loppupuolelle ajoittuneet runsaat sateet kurittivat oraita, mutta ne kuitenkin selvisivät siitä. Claydonin ja Horschin vielä kylvämättä olleiden ruutujen kylvö kuitenkin siirtyi entisestään ja niiden kylvö tapahtuikin vasta toinen ja neljäs kesäkuuta. Kyseisten koneiden kylvöt siis epäonnistuivat epäsuotuisten sääolojen vuoksi ja satokin jäi alle kahteen tonniin hehtaarilta. Muiden osalta keskisato oli 4973 kg/ha (Kuvio 12) ja perinteisten menetelmien 4475 kg/ha. Kolme suurinta satoa saavuttivat Väderstad Rapid, VM ja Semeato samalla tuloksella Tumen kanssa. Myyntituotoista vähennettyjen muuttuvien kustannusten jälkeen onnistuneiden ruutujen katetuotot vaihtelivat välillä 726,50 – 922,50 €/ha (Kuvio 11). (Levomäki 2010, 21 – 25.)



Kuvio 11 Koneviesti 2010/17 (Levomäki 22 – 23).



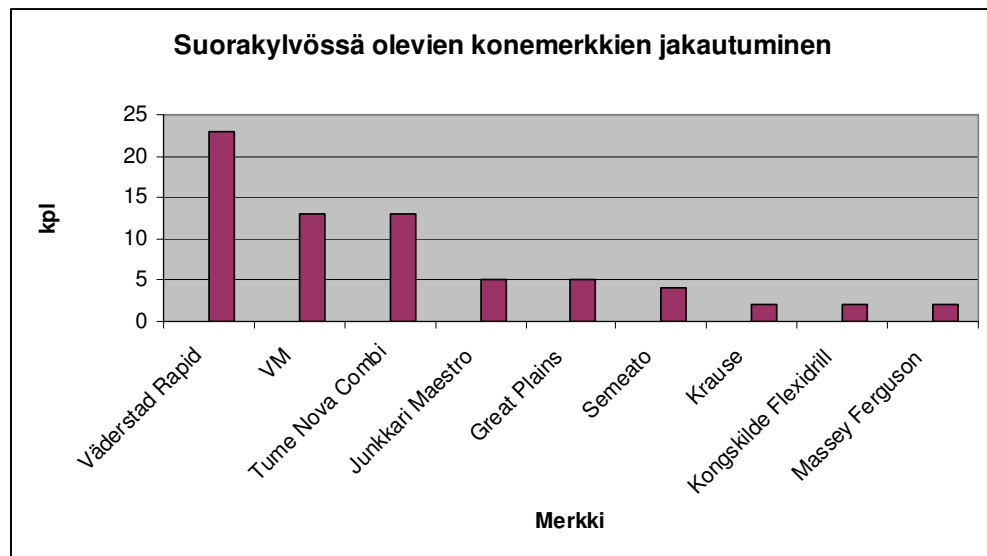
Kuvio 12 Koneviesti 2010/17 (Levomäki 2010, 22 – 23).

Vaikka sääolosuhteet vaihtelivat tähän mennessä viiden koevuoden aikana merkittävästi, sato- ja laatutaso on Loimaan suorakylvökokeessa saavutettu suorakylvömenetelmällä hyvin. Se ei voi olla sattumaa. Kokeen aikana on ollut neljä kuivuuden ja runsaiden sateiden aiheuttamaa haasteellista kasvukaut-

ta. Ainoastaan vuonna 2009, jolloin kylvössä oli rypsiä, kasvukausi oli ihan-teellinen. (Levomäki 2010, 25.)

5.7.3 Hämäläisten viljelijöiden tyytyväisyys suorakylvöön

Otsikon mukaisesta aiheesta teki opinnäytetyön Hämeen ammattikorkeakou-lussa vuonna 2009 Mikko Anttila ja Jussi Heikkilä. Työn tarkoituksena oli tuottaa tietoa hämäläisten viljelijöiden tyytyväisyydestä suorakylvömenetelmään ja koneisiin. Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Koneviesti-lehden kanssa. Aineisto kerättiin kyselylomakkeiden avulla, jotka lähetettiin viljelijöille. Kyselyihin vastasi 73 viljelijää, joista vain 4 ei harjoittanut suorakylvöä lainkaan. Vastauksien määrä eri konemerkeistä oli seuraava (Kuvio 13): Väderstad Rapid 23 kpl, VM 13 kpl, Tume Nova Combi 13 kpl, Junkkari Maestro 5 kpl, Great Plains 5 kpl, Semeato 4 kpl, Krause 2 kpl, Kongskilde Flexidrill 2 kpl ja Massey Ferguson 2 kpl. Vuosimallit vaihtelivat välillä 1980 – 2009. Keskimääräinen vuosimalli oli 2005. (Anttila & Heikkilä 2009, tiivistelmä, ja sivut 6 ja 8.)



Kuvio 13 Konemerkkien jakautuminen (Anttila & Heikkilä 2009, 8).

Kyselyyn vastanneiden tilojen koko vaihteli välillä 20 – 447 ha ja keskimääräinen peltopinta-ala oli 109 ha. Tiloista 14,5 % ilmoitti kylvävänsä koko pinta-alansa suorakylvönä. Vain 6 % tiloista ilmoitti, ettei peltoja ole muokattu suorakylvöön siirtymisen jälkeen ollenkaan. Yleisin syy muokkaamiseen oli karjanlannan multaus. Keskimääräinen kylvöpinta-ala tiloilla oli 99 ha ja siitä kylvetty suorakylvöpinta-ala oli 63 ha. Tutkimukseen osallistuneet arvioivat koneensa eri ominaisuuksia arvoasteikolla 1 – 5, vitosen ollessa paras arvosana. Poikkeuksena oli kohta, jossa arvioitiin koneiden toimintaa pitkässä oljessa, arvosana 1 on paras ja 5 huonoin (Taulukko 3). Vastausmäärän ollessa pieni Krausen, Massey Fergusonin ja Kongskilde Flexidrillin osalta, tulokset ovat suuntaa antavia. Työn tärkeimpänä tuloksena oli kuitenkin se, että suora-

kylvöä harjoittavat viljelijät ovat pääosin tyytyväisiä kylvömenetelmään. Kyselyn tilojen kokemusten mukaan suorakylvömenetelmän antamat hyödyt ovat suuremmat, kuin sen aiheuttamat haitat. (Anttila & Heikkilä 2009, 6 – 7, 26 - 35 ja 50.)

Taulukko 3 Tutkimukseen osallistuneiden arviot omien koneidensa suorakylvöominaisuuksista (Anttila & Heikkilä 2009, 27 – 32).

	Rapid	VM	Tume	Maestro	Great Plains	Semeato	Krause	Kongskilde	M- F
Suorakylvöominaisuudet	3,7	4,4	4,4	4	5	4,5	5	4	4,5
Vantaat	4	4	4	4	5	5	5	4	5
Vannas painotus	3	4	4	3	4	5	5	3	5
Valmistajan suorakylvö- ohjeet	3,4	3,9	3,6	3,5	3,4	3,5	4	4	4,5
Siemenen peittyvyys	4	4	4	4	5	5	5	4	4
Olkihaitat	3	3	3	3	1	1	2	4	3
Toiminta kosteissa oloissa	3	3	3	3	5	4	4	2	4
Selviytymien eri maala- jeista	4	4	4	4	3	5	5	4	3
Nurmen suorakylvö	3	4	4	3	4	5	5	3	4

6 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Opinnäytetyön teon alkuvaiheessa tavoitteena oli koota sellaista materiaalia yhteen, josta olisi hyötyä käytännön viljelijälle. Esimerkkikysymyksiä olivat ”Onko suorakylvömenetelmällä mahdollista saavuttaa kohtuullinen satotaso ja sadon laatu?”, ”Miksi siirtyisin suorakylvöön?”, ”Minkälainen suorakylvökone pelloillani olisi hyvä?” ja ”Mitkä asiat vaikuttavat suorakylvön onnistumiseen?”. Mielestäni kaikkiin edellä mainittuihin kysymyksiin tämä opinnäytetyö antaa hyviä vastauksia.

Ensimmäiseen kysymykseen satotasosta ja sadon laadusta, kertoo parhaiten Loimaan suorakylvökokeiden viiden vuoden tulokset. Ei voi olla sattumaa, että viitenä vuotena peräkkäin suorakylvökoneiden kylvämien ruutujen sadot ovat olleet erilaisina kasvukausina erinomaisia ja pääosin jopa parempia, kuin verrokkiruutujen sadot. Loimaan suorakylvökokeet antavat osittain vastauksia myös kysymykseen suorakylvössä onnistumiseen vaikuttavista tekijöistä. Kylvön ajoituksen ovat saaneet päättää kyseisessä kokeessa kullakin koneella kylvävät itse, jolloin on huomattu miten eri vuosina satotasoina voi olla suuriakin eroja eri kylvöpäivänä kylvettyjen ruutujen osalta. Suorakylvössä onnistumiseen vaikuttaa kuitenkin loppujen lopuksi huomattava määrä asioita. Siksi tässä opinnäytetyössä on käsitelty asioita melko tarkastikin mm. maan rakenteen ja maalajien osalta. Edellisten seikkojen ymmärtämisen jälkeen viljelijän on helpompi omaksua ja ymmärtää suorakylvömenetelmässä huomioitavia käytännön ohjeita ja omaksua se, että suorakylvömenetelmä tuo muutoksen maan ominaisuuksien muuttumisen lisäksi myös viljelijän rutiineihin kasvinviljelyssä. Kylvöalusta luodaan jo puimurilla, kylvön ajoitus keväällä on tarkempaa varsinkin savimailla, kylvösyvyyttä voidaan madaltaa, viljelykierrosta huolehtiminen ja rikkakasvilajiston muuttuminen ovat ensimmäisiä menetelmään liittyviä käytännössä huomioitavia asioita.

Suorakylvömenetelmään siirtymisestä on hyötyä maan ominaisuuksien parantumisen ja positiivisten ympäristövaikutusten lisäksi myös viljelijän talouteen ja ajankäyttöön. Jos viljelijällä on vanha konekalusto, joka pitäisi vaihtaa uuteen, hyvä vaihtoehto voisi olla siirtyminen suorakylvömenetelmään joko hankkimalla oma kone tai käyttämällä kylvöurakoitsijaa. Tällöin koneisiin sitoutuneen pääoman tarve voi pienentyä merkittävästi. Lisäksi suorakylvöön soveltuvalla kylvökoneella kylvö perinteisesti muokattuun maahan onnistuu hyvin, jolloin kylvökoneita voidaan käyttää monipuolisesti erilaisissa olosuhteissa. Suorakylvömenetelmään siirryttyä peltotöihin kuluva aika vähenee merkittävästi, joten viljelijän on helpompi sovittaa ajankäyttö sopivaksi. Tässä siis vastauksia kysymykseen ”Miksi siirtyisin suorakylvöön?”.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin suorakylvökoneiden eroavaisuuksiin varsinkin etumuokkainten, vantaiden, kylvösyvyyden säätämisen ja kylvöriivin tiivistämisen osalta. Toki edelliset seikat ovat tärkeimmät kylvötulokseen ja orastumiseen vaikuttavat seikat, mutta kylvökoneen valintaan vaikuttavat

myös muut seikat. Jos tilalla aiotaan kylvää jatkossa ainoastaan suorakylvämällä, tai jos aiotaan kylvää sekä suorakylvämällä että perinteisesti muokattuun maahan, paras vaihtoehto ei välttämättä ole molemmissa tapauksissa sama. Vaikka kone kylvöominaisuuksiltaan olisikin hyvä, mutta kylvökoneen säiliötilavuus on pieni ja tilan pellot ovat hajallaan, kylvötoiden sujuvuus häiriintyy, kun säiliöitä joudutaan koko ajan täyttämään. Myös kullekin suorakylvökoneelle sopiva ajonopeussuositus vaihtelee alle 10 km/h ja 20 km/h välillä. Ajonopeus voi siis myös vaikuttaa työn sujuvuuteen. Myös kylvökoneen leveys ja tarkemmin sanottuna kuljetusleveys voi paljon kapeilla kylä- tai peltoiteilla liikkuvalla olla yksi valintakriteeri.

Suorakylvökoneita vertailevan osion perusteella voidaan tehdä vain suuntaa antavia johtopäätöksiä eri mallien paremmuudesta. MTT:n käytännössä yhden vuoden suorakylvökokeessa (2004) parhaiten onnistui Tume ja Väderstad. Epäkohtana kokeessa oli kuitenkin se, että kylvöpäivä oli ennalta määrätty ja kaikille sama, jolloin kyseinen kylvöpäivä saattoi sopia toiselle koneelle paremmin kuin toiselle. Lisäksi kyseisessä kokeessa kylvösyvyydet olivat nykyohjeiden mukaan liian syvät, joten kaikkien kokeessa mukana olleiden kylvökoneiden ruutusadot jäivät pieniksi.

Anttilan ja Heikkilän (2009) opinnäytetyön hämäläisten viljelijöiden tyytyväisyydestä suorakylvömenetelmään, antavat tuloksia suuntaa antavasti ja täytyy ottaa huomioon, että tulokset perustuvat viljelijöiden itsearviointiin. Tulokset kuitenkin viittasivat siihen, että viljelijät olivat tyytyväisiä menetelmään ja omiin suorakylvökoneisiinsa.

Loimaalla järjestettävä suorakylvökoe on onnistunut satotasojen ja laatuojen osalta lähes vuosittain. Suorakylvöruudut ovat menestyneet paremmin kuin verrokkiruudut olleet kyntö- ja eri kevytmuokkausruudut. Vuosittaisten satotasojen ja taloudellisten tulosten perusteella kyseisestä kokeesta voidaan poimia kolme vuosien varrella useimmiten parhaimmilla sijoituksilla olevat suorakylvökoneet. Niitä ovat Väderstad Rapid, Tume Nova Combi ja Semeato. Tätä tulosta ei voida kuitenkaan pitää tuloksena, joka kertoisi varmuudella paremmuusjärjestyksen kaikkien mukana olleiden koneiden osalta, vaikka listaan lisättäisiin vielä muutkin koneet. Se johtuu siitä, että kokeeseen osallistuneiden koneiden määrä on lisääntynyt vuosien varrella, joten myöhemmin mukana tulleiden koneiden osalta tulosten vertailu jo aikaisemmin mukana olleisiin koneisiin on vaikeaa. Lisäksi vaikka koeruudun pinta-ala on kooltaan tieteellisiin tutkimuksiin verrattuna iso, kukin kone kylvää vain yhden ruudun. Tällöin kylväjälläkin on vain yksi mahdollisuus vuosittain onnistua kylvöruudulla. Tärkeää on kuitenkin huomata se, että poimitut suorakylvökoneet, Väderstad Rapid, Tume Nova Combi ja Semeato, ovat teknisesti monilta osin toisistaan poikkeavat.

Tärkeimpänä seikkana suorakylvökoneita vertailtaessa voikin päätellä, että hyvin erilaisilla esimuokkain-, vannas- ja tiivistysratkaisuilla pystyy onnistumaan suorakylvössä. Ennen kaikkea tärkeää on tuntea tietyn kylvökoneen ominaisuudet ja suorakylvömenetelmän ominaispiirteet. Uskon tämän opin-

näytetyön auttavan jatkossakin huomioimaan eri ominaisuuksien merkityksen suorakylvökoneissa niitä vertailtaessa, testattaessa ja valmistajien tuodessa teknisiä uudistuksia suorakylvökoneisiinsa.

LÄHTEET

Abrahamsson, A., Mäkelä, E., Oristo, O. & Oristo, U. 2006. Bertini suorakylvökone kevätkylvöillä. Koneviesti 12/2006, 26 - 28.

agencykoppinen.net 2011. Viitattu 1.4.2011.
<http://www.agencykoppinen.net/index2.htm>

agencykoppinen.net 2011a. Viitattu 1.4.2011.
<http://www.agencykoppinen.net/bbkylvo.htm>

agrimarket.fi 2011. Viitattu 12.3.2011.
http://www.agrimarket.fi/Koneet/Tyokoneet/Kylvo_ja_lannoitus/vaderstad-kylvokoneet/

agrimarket.fi 2011a. Viitattu 13.3.2011.
http://www.agrimarket.fi/Koneet/Tyokoneet/Kylvo_ja_lannoitus/rapid-300-400-c-s/

agrimarket.fi 2011b. Viitattu 28.3.2011.
http://www.agrimarket.fi/Koneet/Huolto_ja_varaosat/Agrihuoltajat/

agrimarket.fi 2011c. Viitattu 28.2.2011.
http://www.agrimarket.fi/Koneet/Tyokoneet/Kylvo_ja_lannoitus/seed-hawk-400-800c---kylvolannoitin/

agritek.fi 2011. Viitattu 26.3.2011. http://www.agritek.fi/kverneland_etusivu

agritek.fi 2011a. Viitattu 26.3.2011.
http://www.agritek.fi/kverneland_malli?=&malli=Kylv%C3%B6koneet

Agronet.fi 25.2.2011. Viitattu 25.2.2011.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/suorakylvo/Tekniikka>

Agronet.fi. 2011. Viitattu 25.2.2011.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/Maan%20laatu%20ja%20Okasvukunto/Maalajit>

Agronet.fi. Viitattu 15.2.2011.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/Maan%20laatu%20ja%20Okasvukunto/Multavuus>

Agronet.fi. Viitattu 28.11.2011.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/Maan%20laatu%20ja%20Okasvukunto/fysikaaliset>

Alakukku, L. & Mikkola, H. 18.10.2004. Suorakylvö on taitolaji siinä missä kyntökin. Maaseudun Tiede, Liite 18.10.2004, 61. Vuosikerta, Numero 3, 3 – 5.

Alakukku, L. & Pietola, L. 2000. Rakenteen muodostuminen. Teoksessa. Alakukku, L. Teräväinen, H 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskuksen Liiton julkaisuja nro 982., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2002.

Alakukku, L. 2002. Lukijalle. Teoksessa. Alakukku, L. Teräväinen, H 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskuksen Liiton julkaisuja nro 982., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2002.

Alakukku, L. 2004. Suorakylvöön siirtymisen edellytykset. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Alakukku, L., Laine, A., Salo, Y., Mikkola, H. & Känkänen, H. 2005. Kevät-suorakylvön ajoitus vaatii opettelua. Käytännön Maamies 5/2005, 26 – 27.

Alakukku, L., Mikkola, H., Nuutinen, V. & Palojärvi, A. 2004. Suorakylvöön siirtymisen edellytykset. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Alikärri, O. 1988. Oljykasvien satokomponentit ja siemensato. Teoksessa. Varis, E. Peltokasvien satofysiologia. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos julkaisuja N:o 17. Helsinki 1988.

Anttila, A. 1.4.2011. Krause suorakylvökoneet. Vastaanottaja, Mauno Mäkitalo. sähköposti. Viitattu 1.4.2011.

Anttila, M. & Heikkilä, J. 2009. Hämmäläisten viljelijöiden tyytyväisyys suorakylvöön. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Baker, C.J. 2006. Fertilizer placement. Teoksessa. Baker. C.J. & Saxton. Keith. E. 2006. No-tillage seeding in conservation agriculture. Wallingford, Oxfordshire, UK : Cambridge, MA, USA : FAO : Cabi Pub , 2006.

Baker, C.J. 2006. Seeding openers and slot shape. Teoksessa. Baker. C.J. & Saxton. Keith. E. 2006. No-tillage seeding in conservation agriculture. Wallingford, Oxfordshire, UK : Cambridge, MA, USA : FAO : Cabi Pub , 2006.

Baker, C.J., & Saxton, K.E. 2006. The 'What' and 'Why' of No-tillage farming. Teoksessa. Baker. C.J. & Saxton. Keith. E. 2006. No-tillage seeding in

conservation agriculture. Wallingford, Oxfordshire, UK : Cambridge, MA, USA : FAO : Cabi Pub , 2006.

Baker, C.J., Saxton, K.E. & Ritchie, R. 2006. The Nature of Risk in No-tillage. Teoksessa. Baker. C.J. & Saxton. Keith. E. 2006. No-tillage seeding in conservation agriculture. Wallingford, Oxfordshire, UK : Cambridge, MA, USA : FAO : Cabi Pub , 2006.

claydondrill.com 2011. Viitattu 24.3.2011.
http://www.claydondrill.com/drill_models.html

Derpsch, R. Viitattu 19.2.2011. <http://www.rolf-derpsch.com/notill.htm#5>

Euroopan yhteisöt 2009. Viitattu 20.2.2011.
<http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/FIFactSheet-03.pdf>

Farmit.net. Viitattu 28.1.2011.
<http://www.farmit.net/kasvinviljely/lannoitus/ravinteet>

Farmit.net. Viitattu.28.1.2011. <http://www.farmit.net/kasvinviljely/kalkitus>

FD Käyttöohjeet 2007. FD_SF_230407_5522001011 flexi käyttö.pdf. Viitattu 10.3.2011. http://www.kongskilde.com/NR/rdonlyres/95D63A2C-587E-4DCE-A813-BB71DB70B299/0/FD_SF_230407_5522001011.pdf

FINCA - esite.pdf. 2006. Viitattu 19.2.2011.
http://www.vieskanmetalli.com/VM/yritys/ca-vieljey_esite.pdf

Flexidrilliesittely.pdf 2010. Viitattu 10.3.2011.
<http://www.kongskilde.com/NR/rdonlyres/949B6502-91AE-422F-A722-490086132157/0/FEXIDRILLIESITTELY.pdf>

Grain 2009. Viitattu 25.1.2011. <http://www.grain.org/seedling/?id=643>

Hartikainen, H. 1992. Maaperä. Teoksessa. Heinonen, R., Hartikainen. H., Aura. E., Jaakkola. A. & Kempainen. E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY. Porvoo, Helsinki, Juva. 1992. ISBN 951-0-17090-9.

Hartikainen, H. 1992. Maatalous ja Ympäristön suojelu. Teoksessa. Heinonen, R., Hartikainen. H., Aura. E., Jaakkola. A. & Kempainen. E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY. Porvoo, Helsinki, Juva. 1992. ISBN 951-0-17090-9.

Heinonen, R. 1992. Maan Rakenne. Teoksessa. . Heinonen, R., Hartikainen. H., Aura. E., Jaakkola. A. & Kempainen. E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY. Porvoo, Helsinki, Juva. 1992. ISBN 951-0-17090-9.

Holma, E. 2003. Tumen Nova Combilla siemen ja lannoite Samaan vantaaseen, mutta eri paikkaan. Koneviesti 1/2003, 20.

Holma, E. 2006. Urakoitsijan kylvökone: Väderstad Rapid, Rapid ei pelkää vauhtia. Koneviesti 17/2006, 30 - 33.

Holma, E. 2008. Lemkenillä kylvetyn siemenen on helppo nousta oraalle, Compact Solitaire 9. Koneviesti 13/2008, 16 – 19.

Holma, E. 2009. Pellon pinta jää tallaamatta, oraat pääsevät pintaan, Lemken Solitair – kylvölannoitin sietää huonojakin kylvökelejä. Koneviesti 14/2009, 14 – 19.

Huusela-Veistola, E. 2004. Kasvinsuojelu. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maa-seutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Härkönen, H. 2003. Great Plains, amerikkalaista suorakylvöä. Koneviesti 2/2003, 16 – 18.

Härkönen, H. 2004. Tume Nova Combi, Kolmas kotimainen. Koneviesti 10/2004, 12.

Jaakkola, A. 1992. Kasvinravitseminen. Teoksessa. Heinonen, R., Hartikainen, H., Aura, E., Jaakkola, A. & Kemppainen, E. 1992. Maa, viljely ja ympäristö. WSOY. Porvoo, Helsinki, Juva. 1992. ISBN 951-0-17090-9.

Härkönen, H. 2004a. Krause, Suorakylvöä lännenmalliin. Koneviesti 12/2004. 32 - 34.

Härkönen, H. 2007. Krause – suorakylvökokemuksia, Neljäs kylvökausi painaa päälle. Koneviesti 6/2007, 24 - 27.

Härkönen, H. 2008. Kverneland Accord ja Horsch, Lisää saksalaista kylvöosaamista. Koneviesti 14/2008, 33.

Härkönen 2008a. Great Plains, Lannoitusta nestemäisellä tyypellä. Koneviesti 13/2008, 34 - 36.

Härkönen, H. 2009. Väderstad Seed Hawk, Suorakylvöä veto- ja laahavantaila. Koneviesti 14/2009, 28.

Isotalo, K. 27.3.2011. RE: Claydon – mallit. Vastaanottaja Mauno Mäkitalo. (sähköposti) Viitattu 27.3.2011.

Junkkari käyttöohje 2002. Viitattu 25.2.2011.
<http://www.junkkaripalvelut.com/pdf/01STk.pdf>

junkkari.fi 2011. Viitattu 28.3.2011.
<http://www.junkkari.fi/Suomeksi/Etusivu/Yritysinfo/Default.aspx>

junkkari.fi 2011a. Viitattu 28.3.2011.
<http://www.junkkari.fi/Suomeksi/Kylv%C3%B6koneet/Maestro%20Direct%2003000,%2004000/Default.aspx>

Jussila, T. 2006. Junkkari Maestro 3000, Yksi kone moneen lähtöön. Käytännön Maamies 4/2006, 42 – 46.

Kallio, M. 2003. Muokkaavat etulautaset ja järeä rakenne, Krause – Viimeisin tulokas suorakylvökonemarkkinoilla. Käytännön Maamies 3/2003, 12 -13.

Kallio, M. 2004. Junkkari Maestro 3000, Erilaisiin tarpeisiin muunneltava kylvölannoitin. Käytännön Maamies 12/2004, 54 – 55.

Kangas, A. 2008. Kalkki vaikuttaa hitaammin suorakylvössä. Käytännön Maamies 2/2008, 16.

Kasvinsuojelu. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Kauppila, R. 2004. Lannoitus suorakylvössä. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Kauppila, R. 2004. Lannoitus suorakylvössä. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Knaapi, J. 2006. Kokemuksia Väderstadista kesältä 2006. Koneviesti 17/2006, 36.

Knaapi, J. 2009. Koneviesti, Viljan riviväli ja kuorettuman rikkomisen tutkimuksen kohteina. Viitattu 5.3.2011.
<http://www.koneviesti.fi/lehti/0710/lisamateriaali/>

Knaapi, J. 2009a. Uusi malli toi kerralla työtehoa ja tarkkuutta Vieskan Metallin repertuaariin, Pneuma 6000 kylvää tarkasti. Koneviesti 14/2009, 20 – 24.

Koneviesti 20.7.2007.Claydon V Frame. Koneviesti 10/2007, 19

Koneviesti 2007-11-09. Koneagriassa 34500 kävijää. Koneviesti 15/2007, 36.

Koneviesti 2008. Kvernelandin ja Agritekin yhteistyö tiivistyy. Koneviesti 12/2008, 10.

Kongskilde.com 2011. Viitattu 10.3.2011. <http://www.kongskilde.com/fi-FI/Soil/About+Juko/Kongskilde+Juko.htm>

Kuoppala, V. & Peltonen, S. 2004. Puinnin merkitys hyvän suorakylvöalusten tekemisessä korostuu. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H. 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisu nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Kverneland – esite PDF. MSC_GB kverneland.pdf. Viitattu 28.3.2011. http://www.agritek.fi/files/agritek/kverneland_kylvojalannoituskoneet/MSC_GB.pdf

k-maatalous.fi 2011. Viitattu 31.3.2011. <http://www.k-maatalous.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/Kylvojalannoitus/kylvolannoittimet/Sivut/89d532c8.aspx>

Lannoiteopas 2009. Opas ympäristötuen ehtojen mukaiseen lannoitukseen 2007-2013. Viitattu 26.2.2011 http://www.mavi.fi/attachments/mavi/viljelijatuet/hakuoppaatjaohjeet/ymparistotuenperusjalisatoimenpiteidenoppaat/5FSJ2pUCH/912996_lannoiteopas_LR_vii.pdf

Latostenmaa, H. 2007. Suorakylvö ympäristönsuojelu edistäjänä. Tiivistelmä. Vanajaveden reitin kehittämishankkeen loppuseminaari 28.11.2007. Viitattu 28.2.2011. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=77744>

lemken.com 2011. Viitattu 31.3.2011. http://www.lemken.com/appc/content_manager/page.php?ID=198576&dbc=a65a7685603d05fbb4991e9afd996593

Levomäki, T. 21.10.2009. LOIMAAN SUORAKYLVÖKOE, Tulosten tarkastelua. luentoseminaari.

Levomäki, T. 2006. Sadon laatu, sekä tuotot ja kustannukset suorakylvössä verrattuna perinteiseen kylvömenetelmään., Isännän kommentti, Ennätysmäisen lämmin kasvukausi antoi erinomaisen sadon. Koneviesti 16/2006, 38 – 41.

Levomäki, T. 2007. Koneviestin suorakylvökokeen toinen vuosi, Hehtaarilta lähes seitsemän tonnia kauraa!. Koneviesti 14/2007, 48 – 50.

Levomäki, T. 2008. Koneviestin suorakylvökokeen kolmas vuosi – myös perinteinen laahavannaskylvö pärjäsikin hyvin, Suorakylvökokeessa jälleen korkea satotaso. Koneviesti 15/2008, 60 – 62.

Levomäki, T. 2009. Koneviestin suorakylvökokeen neljäs vuosi, Erinomainen satotaso jatkui. Koneviesti 16/2009, 120 – 122.

Levomäki, T. 2010. Loimaa 2010, Koneviestin suorakylvökokeen viiden vuosi. Koneviesti 17/2010, 21 – 25.

Loiskekoski, P. 2005. Viitattu 26.2.2011.
http://www.vieskanmetalli.com/Aito/menetelma/liete_karjanlanta.htm

Lötjönen, T. & Isolahti, M. 2008. Lietelanta kannattaa mullata suorakylvöpelioilla. Maaseudun tiede Liite 10.3.2008. 65. Vuosikerta Numero 1, sivu 11.

Maan viljavuustekijät. Viitattu 1.2.2011.
192.98.64.131/web/luomu/lkasvi/viljavuus/viljavuustekijat.htm

Maestro Plus – esite 2010. MAESTRO_Plus_(FI_v4) 2010. Viitattu 28.3.2011.
http://www.junkkari.fi/Kylvokoneet/Esitteet/MAESTRO_Plus_%28FI_v4%29%202010.pdf

Maestro käyttöohje 2009. Maestro2009_ko_suomi. Viitattu 28.3.2011.
http://www.junkkari.fi/Ohjekirjat/Maestro2009_ko_suomi.pdf

Mattipekkarinen.net 2011. Viitattu 15.2.2011.
<http://mattipekkarinen.net/kasvisivut/maaiso.htm>

Mikkola, H. & Alakukku, L. 2004. Säädot ja Kylvö. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mikkola, H. & Lätti, M. 2004. Suorakylvön kannattavuus. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mikkola, H. 2003. Suomessa on tarjolla monenlaisia suorakylvökoneita. Koe-toiminta ja Käytäntö, Liite 17.3.2003, 60. vuosikerta, Numero 1, 3.

Mikkola, H. 2004. Suorakylvöalustan valmistaminen. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mikkola, H. 2004a. Suorakylvö on selkeä ja joutuista menetelmä. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto

tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mikkola, H. 2004b. Suorakylvön kannattavuus. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mikkola, H. 2005. Suorakylvökoneiden vertailu 2004. Käytännön Maamies 5/2005, 30 – 35.

MSC_GB kverneland.pdf. Viitattu 20.2.2011.
http://www.agritek.fi/files/agritek/kverneland_kylvojalannoituskoneet/MSC_GB.pdf

Muokkaamattaviljely_www.pdf 2009. Viitattu 1.3.2011.
http://www.vieskanmetalli.com/muokkaamattaviljely_www.pdf

Mustonen, E. 2007. Claydon tekee salaajaa ja kylvää leveää nauhaa. Käytännön Maamies 7/2007, 42 – 44.

Mustonen, E. 2009 Riviväli peräti 25 senttimetriä, Seed Hawk laittaa siemenen vaon pohjalle. Käytännön Maamies 7/2009, 10 – 11.

Muukkonen, P., Hartikainen, H., Helsingin yliopisto, Soveltavan kemian laitos., Alakukku, L., Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos. 10.3.2008.

suorakylvo.net 2011. Viitattu 24.3.2011. http://suorakylvo.net/GP_v300.html

Suorakylvöpeltojen pinnanmuokkaus vaatii harkintaa. Maaseudun Tiede, Liite 10.3.2008, 65. vuosikerta, Numero 1, 7 – 10.

Mykrä, J. 2010. Suorakylvö maatalousoppilaitoksessa. Laurea Ammattikorkeakoulu Hyvinkää. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Myllys, M. & Regina, K. 2004. Kasvihuonekaasut suorakylvössä. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Mäkelä, E. & Oristo, U. 2006. Väderstad Rapid Super XL RD 400. Koneviesti 16/2006, 33.

Mäkelä, E. & Oristo, U. 2006a. Tume Nova Combi 3000. Koneviesti 16/2006, 30.

Mäkelä, E. & Oristo, U. 2006b. Semeato TD Tronic 300. Koneviesti 16.2006, 29.

Mäkelä, E. & Oristo, U. 2006c. Krause N5210 3m. Koneviesti 16/2006, 26.

Mäkelä, E. & Oristo, U. 2007. Täysin uusi malli: Kongskilde Flexidrill – Kottimainen haastaja kylvökonemarkkinoille. Koneviesti 14/2007, 44.

Mäkelä, E. Levomäki, T. & Oristo, U. 2006. Monivuotinen ja käytännönläheinen suorakylvökoe Loimaalla, Koneviestin suorakylvökokeessa urakoitsijat avainasemassa. Koneviesti 16/2006, 22 – 33.

Nikula, A. 2003. Suorakylvöön siirtymisen vaikutus maatalan talouteen. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Nuutinen, V. & Palojärvi, A. 2002. Maaperäeliöstö ja maan rakenne. Teoksessa. Alakukku, L. Teräväinen, H 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskuksen Liiton julkaisuja nro 982., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2002.

Nuutinen, V. 2002. Maaperäeliöstö ja maan rakenne. Teoksessa. Alakukku, L. Teräväinen, H 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskuksen Liiton julkaisuja nro 982., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2002.

Oristo, O. & Oristo, U. 2004, Painotus puree. Great Plains FCP1000F – suorakylvökone. Koneviesti2/2004, 6 – 11.

Oristo, O. & Oristo, U. 2006. Esimuokkaimen ansiosta Rapid on myös suorakylvökone. Syyskylvöä suoraan sänkeen. Koneviesti 17/2006, 39.

Oristo, O. & Oristo, U. 2006a. Bertini 22000 suorakylvökone, Maantiellä kaipa. Koneviesti 6/2006, 62 – 66.

Oristo, U. & Oristo, O. 2010. Vädrstad Seed Hawk, Kylvöä Amerikan malliin. Koneviesti 14/2010. 30 – 32.

Oristo, O., Oristo, U., Turtiainen, M. & Härkönen, H. 2008. Kongskilde Flexidrill M 3000, Järeä kylvölannoitin. Koneviesti 13/2008, 26.

Oristo, U. 2005. Suomalaistoiveiden mukainen Uusi Semeato TD Tronic 300 suorakylvökone. Koneviesti 6/2005, 7-9.

Oristo, U. 2005a. Semeato TDNG 300 E – suorakylvökone, Tarkkaa kylvöä. Koneviesti 4/2005, 6 – 12.

Pahkala, K. & Känkänen, H. 2006. Koetoiminta ja Käytäntö, liite 12.6.2006, 63. vuosikerta, Numero 2, 15.

Palojärvi, A. 2002. Maaperäeliöstö ja maan rakenne. Teoksessa. Alakukku, L. Teräväinen, H 2002. Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskuksen Liiton julkaisuja nro 982., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu 2002.

palola.net. Viitattu 1.4.2011. <http://www.palola.net/index.html>

PAMI 1997. 731_don_t_gamble_with_fertilizer_rates.pdf. Viitattu 5.3.2011. http://www.pami.ca/pdfs/reports_research_updates/731_don_t_gamble_with_fertilizer_rates.pdf

pdf – esite Nova Combi 2008. Viitattu 20.3.2011. http://www.tumeagri.fi/esitteet/Nova%20Combi_3110081%20suomenk.pdf

Peltonen, J. 2010. Humus hillitsee ravinnepäästöjä. Maatilan Pellervo 10/2010, 11 – 13.

Peltonen, S., Jalli, H., Lindroos, M., Parikka, P. & Huusela - Veistola, E. 2004.

Peuranpää, J. 13.3.2011. VS: Semeato huolto ja varaosat. Vastaanottaja Mau-no Mäkitalo (sähköpostiviesti). Viitattu 15.3.2011.

Pietilän tiedonanto 2009. Tuntiopettaja Heikki Pietilä. HAMK Mustiala. tiedonanto 28.10.2009.

Pietilän tiedonanto 2009. Tuntiopettaja Heikki Pietilä. HAMK Mustiala. tiedonanto 4.11.2009.

Pietola, L. 2002. Kasvin ja maan välinen vuorovaikutus. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Preuschen, G 1987. Maan viljavuuden seuranta. Johdatus lapiodiagnoosin käyttöön. Suom. Jouko Ingervo. Alkuteos. Die Kontrolle der Bodenfeuchtigkeit. 4. uudistettu painos. Kaiserslautern. 1987

Pronto – esite 2009. pronto_dc_as_fi.pdf. Viitattu 21.3.2011. http://www.horsch.com/download/pdf/pronto_dc_as_fi.pdf

Puustinen, M. & Turtola, E. 2004. Suorakylvön vaikutus vesistökuormitukseen. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutokeskusten julkaisuja nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Puustinen, M., Turtola, E., Regina, K. & Myllys, M. 2004. Suorakylvön ympäristövaikutukset. Teoksessa. Alakukku, L., Mikkola, H. & Teräväinen, H 2004. Suorakylvöopas. Tieto tuottamaan. Pro Agria Maaseutukeskusten julkaisu nro 1003., Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu, 2004.

Rapid – esite 2010. Rapid_FI_991000_ver04_15097.pdf. Viitattu 13.3.2011. http://www.vaderstad.com/admin/media/img_preview.aspx?imgId=15097&pathId=19

Rapid käyttöohjekirja 2009. I_900283_12_fi_22336 rapid käyttöohjekirja.pdf. Viitattu 13.3.2011. http://www.vaderstad.hu/files/mdb/document/I_900283_12_fi_22336.pdf

Regina, K., MTT & Alakukku, L., Helsingin yliopisto, Agroteknologian laitos. 10.3.2008. Kasvihuonekaasujen päästöt voivat lisääntyä suorakylvettäessä. Maaseudun tiede, Liite 10.3.2008, 65. vuosikerta, Numero 1, 10 – 11.

Reicosky, D.C. & Saxton, K.E. 2006. The Benefits of No-tillage. Teoksessa. Baker. C.J. & Saxton. Keith. E. 2006. No-tillage seeding in conservation agriculture. Wallingford, Oxfordshire, UK : Cambridge, MA, USA : FAO : Cabi Pub , 2006.

Ruippo, J. & Kiltilä, K. 1988. Palkokasvit. Teoksessa. Varis, E. Peltokasvien satofysiologia. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos julkaisu N:o 17. Helsinki 1988.

Ruokatieto Yhdistys ry 2011. Viitattu 20.2.2011. <http://opetus.ruokatieto.fi/WebRoot/1043190/sisaltosivu.aspx?id=1070979>

Seed Hawk–Product–Guide 2011. Viitattu 31.3.2011. <http://www.seedhawk.com/downloads/Seedhawk-Product-Guide-2011.pdf>

seed 2009. Viitattu 20.2.2011 <http://kulma.net/ossi/seed-09-10-1-fi.pdf>

Solitair – esite englanti 2007. solitair_8_9_10_12_en. Viitattu. 31.3.2011. http://www.lemken.com/appc/upload/2009_28/solitair_8_9_10_12_en.pdf

Solitair – esite suomi 2008. Compact_Solitair_Plus_fi.pdf. Viitattu 31.3.2011. http://www.k-maata-lous.fi/tuotteet/koneet/tyokoneet/Kylvojalannoitus/kylvolannoittimet/Documents/Compact_Solitair_Plus_fi.pdf

Suomensuorakylvo.fi 2011. Viitattu 22.3.2011. <http://www.suomensuorakylvo.fi/>

Suomensuorakylvo.fi 2011a. Viitattu 25.3.2011. <http://www.suomensuorakylvo.fi/semeato-tuontimallit.php>

Suomensuorakylvo.fi 2011b. Viitattu 25.3.2011.
<http://www.suomensuorakylvo.fi/semeato-vantaisto.php>

Suomensuorakylvo.fi 2011c. Viitattu 20.3.2011.
<http://www.suomensuorakylvo.fi/semeato-td-tronic-ominaisuudet.php>

suorakylvo.net 2003. Viitattu 24.3.2011. www.suorakylvo.net/pdf/step1_6.pdf

suorakylvo.net 2011a. Vaihe 1. Pienois-kylvöalustan luonti. Viitattu 24.3.2011. www.suorakylvo.net/pdf/step1_6.pdf

tak-sai.com 2011. Viitattu 25.3.2011. <http://www.tak-sai.com/info/kylvokoneet/claydonsr>

tak-sai.com 2011a. Viitattu 26.3.2011. <http://www.tak-sai.com/info/kylvokoneet/claydonsr?start=1>

Tekniset tiedot Kverneland Accord MSC + 2009. Viitattu 28.3.2011.
http://www.agritek.fi/files/agritek/kverneland_kylvojalannoituskoneet/Tekniset_tiedot_Kverneland_Accord_MSC_2009.pdf

Tietohaarukka 2009. Viitattu 1.3.2011
<http://www.ruokatieto.fi/WebRoot/1037172/sisaltosivu.aspx?id=1173436>

Tyhtilä, M. 2001. Viljan kylvö muokkaamattomaan maahan. Hämeen ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Vanhakartano, J. 2007. Erilaista suorakylvöä, Claydon suorakylvökoneet. Koneviesti 7/2007. 18 – 21.

Varpio, A. & Härkönen, H. 2006. Junkkari Maestro, Tuttu vannas uudessa koneessa. Koneviesti 2/2006, 6 – 12.

Varpio, A., Palojärvi, M. & Härkönen, H. 2003. Kongskilde Multiseed 3000, Järeä kylvölannoitin. Koneviesti 15/2003, 6 – 12.

vieskanmetalli.fi 2011. Viitattu 1.4.2011.
<http://www.vieskanmetalli.com/index.htm>

Virkajärvi, P. & Reiman, H. 1988. Viljakasvit. Teoksessa. Varis, E. Peltokasvien satofysiologia. Helsingin yliopiston kasvitieteen laitos julkaisuja N:o 17. Helsinki 1988.

VM-ohjekirja 2008. Viitattu 3.3.2011.
http://www.vieskanmetalli.com/VM/kaytto_ohjeet/VM-ohjekirja.pdf

- VM_kansio.pdf 2007. Viitattu 28.2.2011.
http://www.vieskanmetalli.com/esitteet/fi/VM_kansio.pdf
- vm6000.pdf 2010. Viitattu 2.4.2011.
<http://www.vieskanmetalli.com/vm6000.pdf>
- Vuorela, H. 2010. Rapsista erinomainen sato liki puolen metrin rivivälillä. Maaseudun tiede, liite 15.3.2010, 1/2010, 9.
- Yli-Halla, M., Mokma, D.L., & Wilding, L.P. 2001. Viitattu 23.2.2011.
<http://www.smts.fi/MTP%20julkaisu%202002/esit/26ylihall.pdf>
- Yli-Halla, M., Mokma, D.L., Peltovuori, T. & Sippola, J. 2000. Suomalaisia maaprofiileja. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja A.
- Ympäristö.fi 2006. Viitattu 5.2.2011.
<http://www.environment.fi/default.asp?contentid=58549&lan=fi>
- yrma.net 2011. Viitattu. 21.3.2011.
<http://www.yrma.net/kylv%C3%B6koneet.htm>