

Matti Ylämäki

Olkiäkeen jatkojalostaminen piensiemenkylvöäkeeksi

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Elintarvike ja Maatalous

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Ilmajoen yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Agrologi

Suuntautumisvaihtoehto: Agriteknologia ja kasvinsuojelu

Tekijä: Matti Ylämäki

Työn nimi: Olkiäkeen jatkojalostaminen piensiemenkylvöäkeeksi

Ohjaaja: Jussi-Matti Kallio

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 37

Liitteiden lukumäärä: 25

Opinnäytetyön aiheena on olemassa olevan olkiäkeen jatkojalostaminen piensiemenkylvöäkeeksi. Opinnäytetyön tilaajana toimi Harri Ylämäki Alavudelta.

Ylämäen tila siirtyi vuonna 2011 maidontuotannosta naudanlihantuotantoon. Eläinmäärän lisääntyä tilan kaikki pellot siirrettiin yksinomaan nurmiviljelyyn. Nurmiviljelyyn siirtymisen myötä tilalle jäi ylimääräiseksi Potila-merkinen hinattava kuuden metrin työlevydellä varustettu olkiäes. Äes haluttiin ottaa työlevyensä sekä keveytensä puolesta hyötykäyttöön nurmien uudistamis- ja paikkauskylvöön lisäämällä siihen piensiemenkylvölaite.

Koska tilan kaikki pellot ovat nurmella, ei olkiäkeelle ole sille suunniteltua käyttöä tilalla. Olkiäkeen jatkojalostusprojekti alkoi eri piensiemenkylvölaitteiden myyjien hintojen kilpailutuksella, teknisten tietojen sekä eri ominaisuuksien tarkastelulla. Kylvöäkeeseen hankittavan piensiemenkylvölaitteen valintaperusteiden tarkastelu oli tärkeää, sillä eri valmistajien välillä oli eroja kuin myös valmistajien eri mallien välillä. Kun omaan käyttötarkoitukseen parhaiten soveltuvat eri vaihtoehdot olivat valittu, jätettiin tarjouspyynnöt kylvölaitteiden jälleenmyyjille. Kylvötavaksi valikoitui pneumaattinen eli ilma-avusteinen kylvö, jonka puhallinta pyöritetään sähköllä.

Avainsanat: piensiemenkylvöäes, jatkojalostus, pneumaattinen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Ilmajoki campus

Degree programme: Agrologi

Specialisation: Agritehcnology and crop protection

Author/s: Matti Ylämäki

Title of thesis: Transformation of an straw harrow into a overseeder

Supervisor(s): Jussi-Matti Kallio

Year: 2017

Number of pages: 37

Number of appendices: 25

The topic of this thesis is the transformation of an existing straw harrow into a overseeder. The thesis was ordered by Harri Ylämäki from Alavus.

In 2011 Ylämäki farm switched from dairy cattle production to beef cattle production. All the fields of the farm were also switched exclusively into grass cropping. After this change a towable Potila- harrow with a working width of six meters was left unused. Because of its working width and lightness we wanted to utilize it in renewal sowing and patching sowing by adding a overseeder to it. Since all the fields in the farm are growing grass there was no use for a straw harrow.

The project to modify the harrow began by comparing the prices of different sellers and also by comparing different technical information and features. This was very important because there are many differences between different models and manufacturers. After we chose the best options for our purposes we requested a quotation from the sowing machine retailers. We chose pneumatic sowing as our sowing method

Keywords: overseeder, transformation, pneumatic

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	4
1. Työn tausta ja tavoite	6
2. Pienisienlaitteiden vertailu.....	8
2.1 Markkinoilla olevat pienisienlaitteet.....	8
2.2 Pienisienlaitteiden tekniset tiedot ja hinnat	9
2.3 Pienisienkylvölaitteen valinta olkiäkeeseen	10
3. Olkiäkeen valmistus	12
3.1 Asennus	12
3.2 Kalibrointi ja koekylvö	23
3.3 Koepellon kylvö ja tulosten seuranta.....	30
4. Jatkojalostuksen taloudellista pohdintaa	33
Kuvalähteet	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1 Potila OM600 olkiäes	7
Kuva 2 Piensiemenkylvölaitteiden teknisten tietojen vertailu	10
Kuva 3 Tilan valitsema piensiemenkylvölaite APV PS 200	11
Kuva 4 Kylvötassuja toimitettiin laitteen mukana kahdeksan kappaletta.....	12
Kuva 5 Kylvötassujen asennuskohtien määrittäminen	13
Kuva 6 Jalkojen mitat sekä suunnitelma niiden asentamisesta asennuslevyyn	15
Kuva 7. Jalat hitsattuna kiinni kylvölaitteen asennuslevyyn	16
Kuva 8 Jatkojalostuksessa käytetty WALLIUS LKC sekä kaasu AGA CO2	17
Kuva 9 Kylvölaite kiinnitettynä ja teline hitsattuna äkeen runkoon	18
Kuva 10 Muovimatto telineineen asennettuna sähköpuhaltimen suojaksi	18
Kuva 11 Kylvötassujen asettelu nippusiteillä	19
Kuva 12 Kylvötassu asennettuna lopulliseen kohtaansa	20
Kuva 13 Kylvöletkujen asentelua	21
Kuva 14 Polkupyörän peilinrunko hitsattuna kiinni ohjainyksikön telineeseen	22
Kuva 15 Ohjainyksikkö asennettuna Valtran ohjaamoon	23
Kuva 16 Syöttörihla-akselit. Alempana piensiemenerihla	24
Kuva 17 Alempi rulla poistamalla päästiin käsiksi vaihdettavaan rihlaan	24
Kuva 18 Kylvötraktoriksi valikoitu Valtra 6750 varustettuna paripyörillä.....	25
Kuva 19 Kylvölaite asetettuna kiertokoetilaan. Alareunassa kangaspussin narujen hahlot	26

Kuva 20 Kiertokokeen punnitustulos tarkistettiin keittiövaaja'alla	27
Kuva 21 Piensiemenkylvöes kalibroitu ja valmiina testiajoo.....	28
Kuva 22 Koekylvö suoritettiin 7.4.2014	29
Kuva 23 Työsyvyys todettiin silmämääräisesti olevan riittävä	29
Taulukko 1 Kesän sademäärät kuukausittain	30
Taulukko 2 Valmiiden piensiemenkylvölaitteiden tarjoukset	34

1. Työn tausta ja tavoite

Ylämäen tilalla käytöstä poisjäänyt POTILA OM 600 -olkiäes (kuva 1) päätettiin jatkojalostaa nykyisen tarpeen mukaan. Tilalla on käytössä Vieskan Metallin valmistama kahden ja puolen metrin työleveydellä varustettu suorakylvökone. Suorakylvökoneen toimintaperiaate on kylvää siemen sekä lannoite saman kylvövantaan kautta maaperään kovalla vannaspainatuksella, millä varmistetaan kylvettävän siemenen riittävä kylvösyvyys maalajista riippumatta. Heinäkasvien siemenet (esimerkiksi timotein) ovat pieniä, jonka vuoksi heinäkylvöä ei voida suorittaa tavallisella kylvölannoittimella sekä perinteisellä kylvöllä heinäsiemen menee liian syvälle itääkseen.

Kylvölannoitin voidaan varustaa erikseen piensiemenkylvölaitteella jolla heinäkasvien ja muiden pienien siemenien tarkka kylvö onnistuu (esimerkiksi sinappi ja öljykasvit rapsi sekä rypsi). Tilan VM ([vieskan](#) metalli) suorakylvökone on myöskin varusteltu piensiemenkylvölaitteella. Suorakylvökoneen kapea työleveys, suuri omapaino sekä pieni tilavuuksinen piensiemenkylvölaite tekevät siitä epäsuotuisan koneen nurmien uudistamiseen.

Jatkojalostettavan Potila-olkiäkeen etuja on sen optimaalinen painojakauma, yli kaksinkertainen työleveys tilan suorakylvökoneeseen verrattuna sekä jousitetut suorat piikit jotka vain kevyesti rikkovat pellon pinnan voimallisen muokkaamisen sijaan (esimerkiksi S-piikki).



Kuva 1. Potila OM600 olkiäes.

2. Piensiemennlaitteiden vertailu

Piensiemenkylvölaitteita on markkinoilla monia erilaisia. Levitystavat jakautuvat kuitenkin pääasiassa kahteen kategoriaan; pneumaattiseen levitykseen (puhallus) ja viskolevitykseen (keskipakoislevitys). Pneumaattiseen levitykseen on tarjolla yksi ratkaisu kahdella eri tavalla toteutettuna; sähköpuhaltimella sekä hydraulipuhaltimella.

2.1 Markkinoilla olevat piensiemennlaitteet

Puhalluslevitys. Sähköpuhaltimella varustetussa piensiemenkylvölaitteessa sähkömoottori pyörittää puhallinta jonka tarkoitus on puhallaa siemenet kylvöputkia pitkin levitystassuille (kuva). Hydraulinen levitys puolestaan tarkoittaa käytännössä samaa kuin sähköpuhaltimella toimiva piensiemenkylvölaite. Ero on että sähkömoottori on korvattu traktorin hydrauliiikan virtausta hyödyntävällä puhaltimella. Hydraulipuhaltimella varustellun etuja verrattuna sähköpuhaltimella varusteltuun on työleveys; sähköpuhaltimella kylvölaitteen työleveys on kolmesta kuuteen metriä, kun hydraulipuhaltimisen kylvölaitteen työleveys on kahdeksasta kahteentoista metriä.

Viskolevitys eli keskipakoislevitys. Viskolevitys toimii samalla periaatteella kuin lannoitteenlevitin. Keskipakoislevittimessä levitettävä tavara (siemen tai teollinen rakeistettu lannoite) putoaa säiliöstä pyörivälle levityslautaselle. Levityslautasen pyörivä liike siirtää levitettävän tavaran levityslautasen heittosiiville, joiden asennolla ja pituudella määritetään työleveys. Keskipakoislevittimen suurimmaksi ongelmaksi muodostuu kevyttä tuotetta (heinäsiemen) kylväessä sen epätarkkuus verrattuna puhaltimilla ja määräsäätöautomaatiikalla varustettuihin kylvölaitteisiin.

Kylvölaitteiden valintaperusteita tarjouskierrokselle oli äkeen asettama raja kuuden metrin työleveydestä, joten levitystavaksi valikoitui sähköpneumaattinen levitys työleveytensä ja paremman tarkkuuden vuoksi verrattuna viskolevitykseen. Eri valmistajien kylvölaitteita ja niiden ominaisuuksia vertailtiin internetistä jälleenmyyjien verkkosivuilta. Tarkastelujen jälkeen lopulta valikoitui kolmen eri valmistajan




piensiemenkylvölaitteet joista päätettiin jättää tarjouspyyntö, laitevalmistajat olivat APV, Einböck sekä Technik Plus.

Piensiemenkylvölaitteiden jälleenmyyjiltä pyydettiin tarjoukset keskenään suhteellisen tasavertaisista laitteista. Tarjouspyynnöt jätettiin Seinäjoella järjestetyillä Sarkamessuilla keväällä 2014. Tarjoukset pyydettiin APV:n valmistamasta laitteesta jonka jälleenmyyjänä toimii Nord Mills, sekä Technik-Plus:n ja Einböckin laitteista joiden jälleenmyyjänä puolestaan toimii Ekotjänst Lindgård (nykyinen BT-Agro).

2.2 Piensiemennlaitteiden tekniset tiedot ja hinnat

Einböck:issä on 300 litran metallinen siemensäiliö sekä kaksi syöttövalssia, kylvötarkkuus 100g. Kylvön säätöyksikkö on portaattomasti säädettävä rulla, sekä syötön on/off kytkin. Laitteen mukana toimitetaan 24 metriä kylvöletkua rullalla sekä kahdeksan kappaletta kylvösuuttimia (kylvötassuja). Tehcnik-plus:ssassa puolestaan on 200 litran muovisäiliö sekä kaksi syöttövalssia, kylvötarkkuus 300-400g. Tässä koneessa on samanlainen kylvön säätöyksikkö kuin Einböckissä eli portaattomasti säätävä rulla sekä syötön on/off kytkin. Tämänkin laitteen mukana toimitetaan 24 metriä kylvöletkua rullalla sekä kahdeksan kappaletta kylvösuuttimia (kylvötassuja). Apv:ssä on valinnan mukaan 120,200 tai 300 litran muovisäiliö sekä yksi syöttövalssi, kylvötarkkuus 100g. Kylvöyksikkönä on sähkömonitori, josta saadaan tehtyä kylvölaitteen määränsäädöt sekä kiertokoe. Kuten kahden muunkin laitteen mukana APV:n kanssa toimitetaan 24 metriä kylvöletkua rullalla sekä kahdeksan kappaletta kylvösuuttimia (kylvötassuja).

Piensiemenkylvölaitteiden hinnat ovat olivat tuhannen euron hintahaarukassa kalleimman ja edullisimman välillä. Edullisin laitteista oli Tehcnik Plus (3400€), seuraavaksi edullisin oli APV (4340€) ja kallein oli Einböck:in valmistama tuote (4400€). Hinnat sisältävät arvonlisäveroa 24%.

	 PS 200	 Jet Super 8	 P-BOX SPEED 600
Merkki ja malli			
Kylvötapa	Pneumaattinen	Pneumaattinen	Pneumaattinen
Työleveys, m.	6	6	6
Säiliön tilavuus, ltr.	200	200	300
Säiliön kansi	ilmatiivis	ilmatiivis	ilmatiivis
Syöttörihlojen lkm.	1	2	2
Suuttimien lkm.	8	8	8
Päisteautomatiikka	lisävaruste	lisävaruste	vakiovaruste
Säiliön materiaali	muovi	muovi	metalli
Hallintalaite	ohjausyksikkö	portaaton säätörulla	portaaton säätörulla
Puhalluslaite	sähköinen	sähköinen	sähköinen
Säätötarkkuus, g.	100	400	100
Lisävarusteet	kyllä	ei	ei
Hinta, sis ALV 24%	4 340 €	3 400 €	4 400 €

Kuva 2. Piensiemenkylvölaitteiden teknisten tietojen vertailu.

2.3 Piensiemenkylvölaitteen valinta olkiäkeeseen

Tarjousten saavuttua kylvölaitteeksi valikoitui Nord Mills:in tarjoama APV PS 200. Suurimmat valintaperusteet olivat hyvät käyttäjäkokemukset muilta käyttäjiltä sekä APV oli ainoa kylvölaite jota oli mahdollista varustella jälkikäteen. APV:n mahdollisia jälkiasennettavia varusteita on muun muassa ajonopeuden mukaan säätävä kylvömäärä sekä nostolaiteanturi, joka sammuttaa syöttörihlan automaattisesti työkonetta nostaessa. Kuvassa (kuva 2) on eritelty eri piensiemenkylvölaitteiden teknisiä tietoja sekä hintoja. Apv:n piensiemենlaite yhdeksi suureksi valintaperusteeksi muodostui myös sen säätötarkkuus verrattuna toiseen muovisäiliöllä varustettuun laitteeseen.

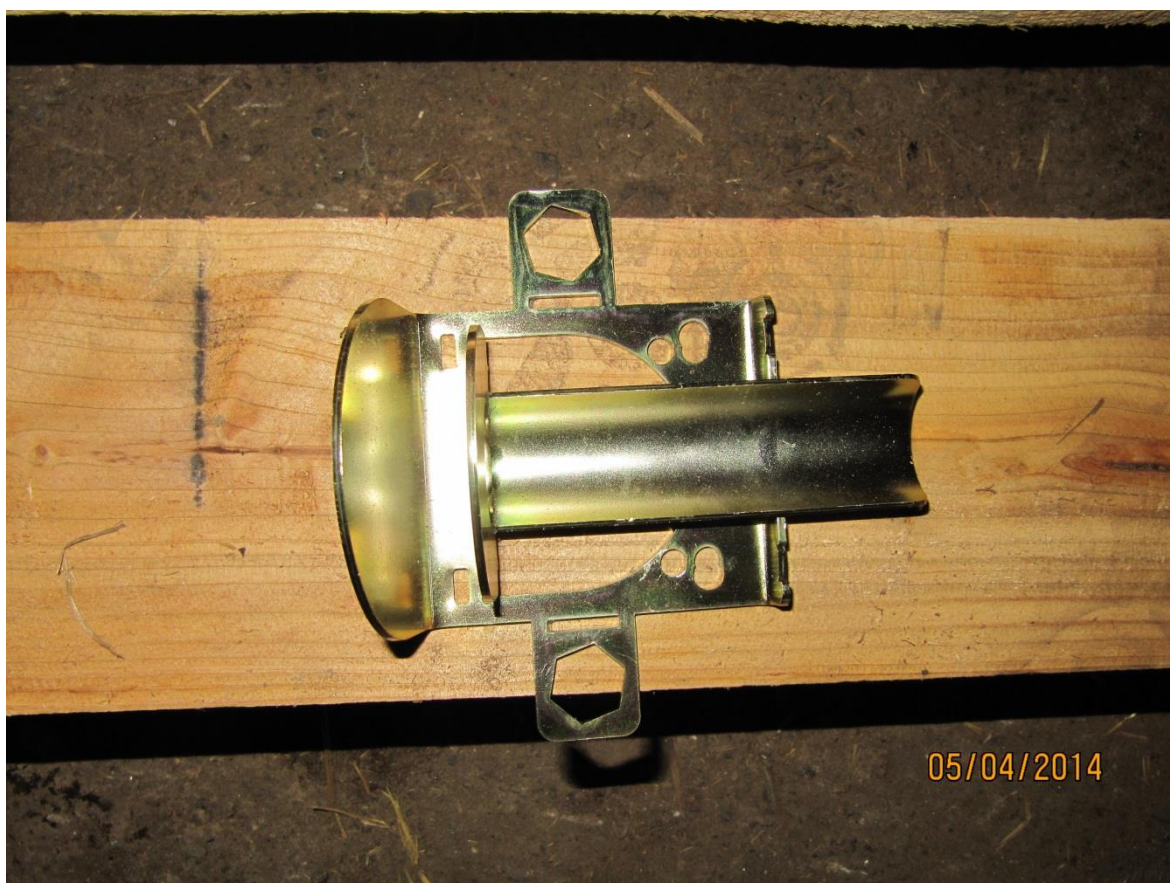


Kuva 3. Tilan valitsema piensiemenkylvölaite APV PS 200.

3. Olkiäkeen valmistus

3.1 Asennus

Apv piensiemenkylvölaite toimitettiin kahdeksan kylvötassun kanssa (kuva 4). Potilan olkiäkeen työleveys on kuusi metriä, jolloin kylvötassut tuli asentaa 75 cm etäisyydelle toisistaan (6 metrin työleveys jaottuma 8 kappaleella kylvötassuja = työleveys 0,75 metriä per kylvötassu). Uloimmat tassut tuli asentaa 37,5cm etäisyydelle äkeen (0,75metriä per tassu jaettuna kahdella = 0,375m) ulkoreunoista tasaisen koko kuuden metrin työleveyden kattamiseksi.



Kuva 4. Kylvötassuja toimitettiin laitteen mukana kahdeksan kappaletta.

Mahdollisia kylvökohtia äkeeseen nähden oli kolme; siemenen kylvö äkeen etupuolelle, puoliväliin tai taakse. Kylvökohdaksi valittiin siemenen sijoittaminen äkeen etupuolelle. Valinnan peruste oli että äes muokkaa jo kylvetyn maan ja samalla peittää siemenet kevyesti maalla, sillä heinäkasvit vaativat itääkseen koste-

utta, lämpöä sekä maakosketuksen. Äkeen puoliväliin suunnattuna siemenet eivät tulisi peitettyä niin hyvin kuin eteenpäin suunnattuna sekä äkeen taakse kylvetyt siemenet olisivat jääneet pintaan jolloin niiden itäminen ja juurtuminen olisi heikentynyt.

Kylvötassujen suunnan ja sijainnin päättämisen jälkeen äkeestä mitattiin ulkoreunoista 37,5cm ja äkeen runkoon piirrettiin merkit johon tassut tulee asentaa. Tämän jälkeen merkittiin loput kuusi kylvötassua 75cm etäisyydelle toisistaan, jolloin siementen peittävä ala tulee täysin katettua. Kuvassa viisi on paperille hahmoteltuna kylvötassujen tulevat asennuskohdat (kuva 5).



Kuva 5. Kylvötassujen asennuskohtien määrittäminen.

Seuraavaksi tuli suunnitella mihin/miten itse piensiemenkylvölaite olisi hyvä asentaa. Aluksi kylvöyksikkö oli tarkoitus asentaa koneen takaosaan keskelle runkoa, josta kylvöletkut saisi suurin piirtein yhtä pitkiksi että jokaisessa kylvöletkussa olisi menossa tasainen määrä kylvettävää siementä. Kylvölaitteen sijoittaminen äkeen keskelle taakse ei olisi onnistunut, sillä mittauksien jälkeen todettiin että äkeen siivet nousevat yli 90 asteen kulmaan jolloin ne olisivat ottaneet kiinni kylvölaitteeseen ja särkeneet sen muovisen säiliön. Toinen syy oli, että kylvölaitteen säiliö olisi ollut haastava täyttää sillä se olisi noussut epäkäytännöllisen korkealle säiliön täyttöä ajatellen. Näiden johtopäätösten jälkeen todettiin että keskelle konetta kyl-

vöyksikköä ei myöskään voida asentaa samojen ongelmien vuoksi miksi sitä ei voida sijoittaa laitteen takaosaan.

Äkeen keskelle etuosaan laitetta ei voitu myöskään asentaa, koska korkeuden säädön mekaniikan vivut ovat tiellä, sekä äkeen siivet osuisivat silloinkin kylvölaitteeseen. Kylvölaite päädyttiin asentamaan äkeen etuosaan vetoaisan oikealle puolelle vetorunkoa, sillä äkeessä on aisan molemmin puolin askeltaso, johon siivet eivät osu. Kylvölaitteen säiliön täytön todettiin olevan optimaalinen, kun koneen käyttäjä seisoo vetoaisan toisella puolella ja täyttää säiliön toiselle puolelle vetoaisaa. Kylvölaitteen säiliön täyttökorkeuden todettiin olevan hieman liian matalalla ergonomista säiliön täyttöä varten, joten asennusta varten olevalle asennuslevylle päädyttiin tekemään jalat, jolloin kylvöyksikkö nousee sopivalle korkeudelle, joka myös helpottaa asennuslevyn hitsausta äkeen runkoon.

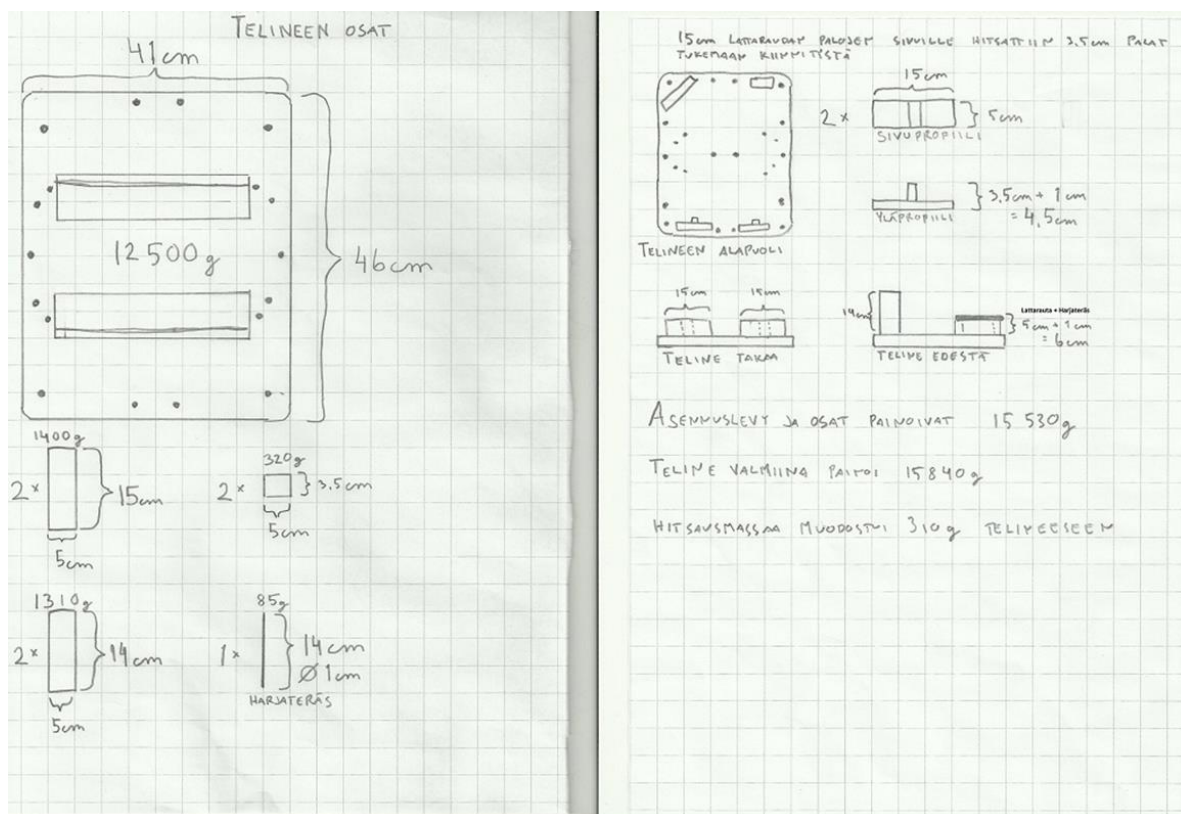
Kylvölaitetta päätettiin nostaa 5 cm ylemmäs työergonomian vuoksi. Asennusrungon korottamiseen tehtävät palat päädyttiin tekemään 5cm x 1cm lattaraudasta, jolla saadaan tavoiteltu 5 cm korotus asettamalla lattarauta lappeelleen. Lattaraudasta kaavailtiin tehdä takakiinnitykseksi kaksi t-muotoista palaa äkeen rungon ja asennuslevyn väliin, eteen yksi pala pystyyn työtason pohjasta asennuslevyyn sekä toinen pala eteen viistoon lappeelleen eturungon ja asennuslevyn väliin

Lattaraudasta leikattiin kaksi 15 cm pituista ja kaksi 3,5 cm pituista kappaletta, jonka jälkeen lyhemmät (3,5 cm) palat hitsattiin keskelle pitempiä (15 cm) paloja t-muotoon. Eteen leikattiin kaksi 14 cm pituista kappaletta. Kun palat oli leikattu, ne myös punnittiin; $2 \cdot 15 \text{ cm} = 1,4 \text{ kg}$, $2 \cdot 3,5 \text{ cm} = 0,32 \text{ kg}$, $2 \cdot 14 = 1,31 \text{ kg}$, yhteensä 3,03 kg. Asennuslevy punnittiin myös, sen paino oli 12,5 kilogrammaa.

Ennen asennusta asennuslevy sekä siihen tehdyt jalat aseteltiin niiden tuleville kohdille ja piirrettiin äkeeseen jalasten ääriviivat, jonka jälkeen kulmahiomakoneella ja hiomalaikalla hiottiin ääriviivojen sisältä sekä reunat paljaalle metallille helpottamaan hitsausta. Tämän jälkeen jalat hitsattiin asennuslevyn pohjaan niille kaavailuille paikoille. Jalkojen hitsauksen jälkeen asennuslevy punnittiin uudelleen jolloin painoa oli 15,76kilogrammaa jalkojen kanssa.

Seuraavaksi asennuslevyä kokeiltiin asetella sen tulevalle sijainnille, jossa todettiin asennuslevyn olevan etätasapainossa joten se pääsi keinumään. Keinumisen

syyksi osoittautui asennuslevyn etupuolella rungonpuoleisen kiinnitysjalan ja rungon väliin jäävä noin yhden senttimetrin (cm) rako. Ongelma ratkaistiin leikkaamalla 14cm pätkä yhden senttimetrin halkaisijalla olevasta harjaterästangosta. Harjaterästangon pätkä punnittiin (0,085kg) ja se hitsattiin lappeellaan olevan jalan alle, jolloin keinumisen aiheuttanut rako saatiin poistettua ja asennuslevy oli mahdollista asentaa suoraan. Kuvasta ilmenee telineen korokepalojen mitat ja painot (kuva 6).

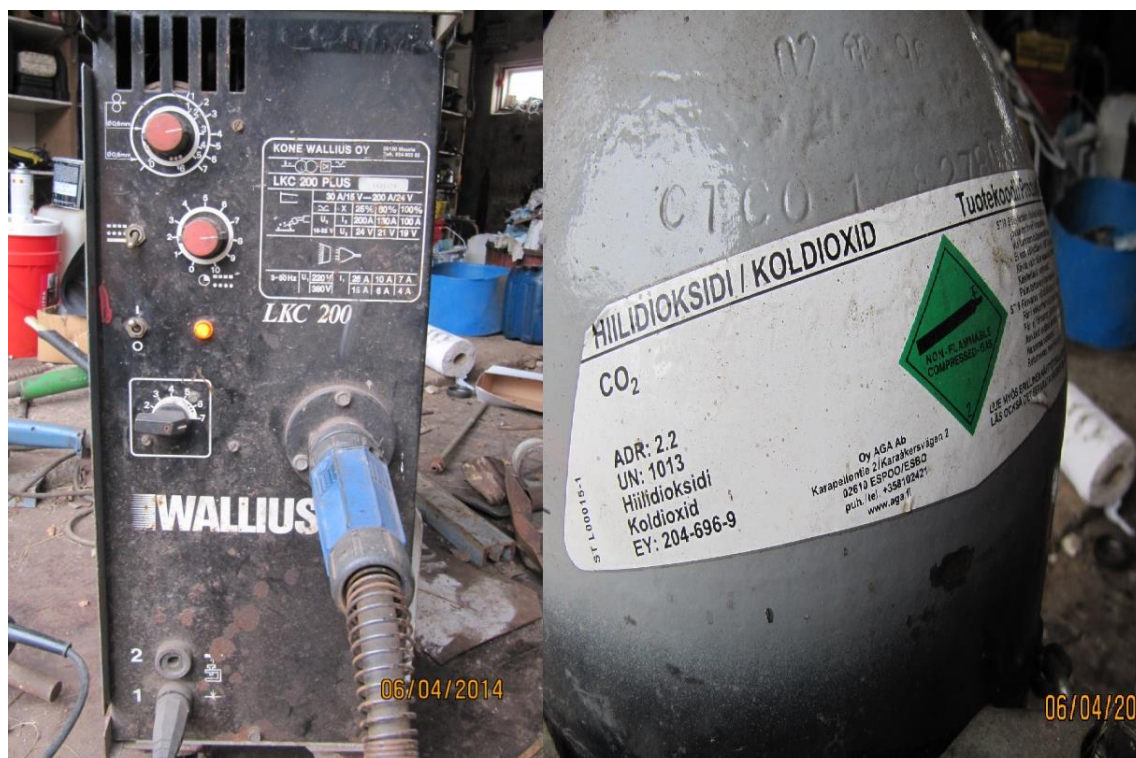


Kuva 6. Jalkojen mitat sekä suunnitelma niiden asentamisesta asennuslevyyn.



Kuva 7. Jalat hitsattuna kiinni kylvölaitteen asennuslevyyn.

Ennen kylvölaitteen asennuslevyn hitsausta äkeen runkoon asennuslevy punnittiin vielä uudelleen harjateräksen pätkän hitsaamisen jälkeen, jonka jälkeen levyn kokonaispaino 15,84kg. Pelkän asennuslevyn ja jalasten materiaalien paino yhteensä 15,53kg, joten valmiiksi saatettuun asennuslevyyn muodostui hitsauksesta massaa 310g. Seuraavaksi asennuslevy hitsattiin äkeen runkoon WALLIUS LKC200 hitsillä, kaasuna käytettiin AGA:n hiilidioksidia (CO^2).



Kuva 8. Jatkojalostuksessa käytetty WALLIUS LKC sekä kaasu AGA CO².

Kylvölaitteen asennuslevyn kiinnittämisen jälkeen itse kylvölaite nostettiin asennuslevyn päälle ja kiinnitettiin levyyn kymmenellä 12 mm pultilla ja kymmenellä nyloc-lukkomutterilla. Mutterien ja pulttien väleihin asetettiin prikat. Kylvölaite asetettiin äkeeseen niin, että puhallin osoittaa traktorin puolelle ja kylvöpuoli osoittaa taaksepäin äestä kohti. Tästä syystä puhaltimen eteen päätettiin tehdä harjateräksestä teline, johon kiinnitettiin muovimaton pala estämään traktorin takapyörän heittämän maa-aineksen sinkoutuminen puhaltimelle (kuva 10).



Kuva 9. Kylvölaite kiinnitettyä ja teline hitsattuna äkeen runkoon.



Kuva 10. Muovimatto telineineen asennettuna sähköpuhaltimen suojaiksi.

Seuraava vaihe olkiäkeen jatkojalostuksessa oli kylvötassujen asennus äkeeseen. Kylvötassuja varten oli jo aiemmin valmiiksi merkitty niiden asennuspaikat, jonka jälkeen tassut oli helppo asentaa oikeille paikoilleen. Tassut asetettiin oikeille kohdilleen aluksi nippusiteillä, jonka jälkeen jokainen kylvötassut kiinnitettiin äkeeseen 10mm poraruuveilla joita käytettiin jokaista tassua kohden kahta ruuvia, kylvöputken molemmin puolin yksi, kuvassa 11 kylvötassut on asetettu niiden tuleville asennuspaikoilleen (kuva 11). Tassut kiinnitettiin ensin yhdellä ruuvilla siksi, että niitä voitiin vielä säätää ennen lopullista asentamista. Tämän jälkeen jokainen tassu asetettiin vaakatasoon äkeeseen nähden ja vasta sen jälkeen porattiin se lopulliselle sijainnilleen toisella ruuvilla. Tassujen asentaminen suoraan on tärkeää, sillä kierossa olevan kylvötassun levitysala ei kattaisi riittävästi koska kylvettävän siemenen lentokaari olisi toiselta puolelta lyhempi.



Kuva 11. Kylvötassujen asettelu nippusiteillä.



Kuva 12. Kylvötassu asennettuna lopulliseen kohtaansa.

Kylvölaitteen ja -tassujen asennuksen jälkeen oli vuorossa kylvöletkujen asentaminen. Kylvöletkuna käytettiin APV piensiemenkylvölaitteen mukana tullutta kylvöletkua, jota toimitettiin 24 metriä. Letkuja ei erikseen mitattu ennen asennusta, oikea pituus määriteltiin asentamalla kylvöletku toisesta päästä kiinni kylvökoneeseen ja letkukelaa purettiin kylvötassulle asti ja katkaistiin sopivan pituiseksi. Kylvöletkut leikattiin sopivan mittaisiksi siten etteivät ne olleet liian kireällä. Riittävä liikkumavara varmistaa sen ettei letkut pääse irtoamaan eivätkä murru poikki. Jokainen kylvöletku asennettiin samalla tavalla, aloittaen äkeen toiselta reunalta ja edeten toiselle puolen, siirtyen aina seuraavalle kylvötassulle.



Kuva 13. Kylvöletkujen asentelua.

Kylvöletkujen asentamisen jälkeen oli seuraavaksi tehtävä kylvölaitteen ohjausnäytölle teline. Kylvölaitteen mukana tuli näytölle teline, joka oli tarkoitettu kiinnittää pulteilla traktorin ohjaamoon. Kylvöäestä oli tarkoitus tulla käyttämään Valtra 6750 traktorilla, jonka ohjaamossa ei ollut mahdollista käyttää näytön telinettä sellaisenaan kuin se laitteen mukana toimitettaessa oli. Valtran ohjaamossa näyttöpäädyttiin johtojen pituuden ja käytön helppouden vuoksi asentaa oikeanpuolimaisen oven kahvaan ja toiseksi siksi, koska hytin verhoiluun ei haluttu turhaan porata ylimääräisiä reikiä. Ohjausnäyttöön tulee kaksi johtoa: toinen itse kylvölaitteeseen ja toinen traktorin 3-napaiseen virtapistokkeeseen. Seuraavaksi piti suunnitella miten teline tulisi asentaa. Telineen kiinnittäminen hitsaamalla oven kahvaan ei ollut vaihtoehto koska kylvöäestä tultaisiin jossain käyttämään myös tilan muilla traktoreilla, joten teline tulisi olla helposti siirrettävissä. Ylämäen tilalta löytyi vanha polkupyörään tarkoitettu ohjaustankoon kiinnitettävän peilin teline, jota päädyttiin käyttämään näytön telineen asennuksessa.

Polkupyörän peilin kiinnitysrunko hitsattiin viistosti kylvölaitteen ohjausnäytön alle poikittain niin, että oven kahvaan kiinnittäessä näyttö osoittaa istuinta kohti (kuva 14). Teline kiinnitetään yhdellä 12mm pultilla ja mutterilla, joilla teline saadaan riittävän lujasti kiinni niin ettei näyttö pääse heilumaan tai kääntymään ajattaessa. Näytön teline kokeiltiin asettaa myös Massey-Ferguson 399:n oikeanpuoleiseen oveen, johon näytön teline saatiin kiristettyä riittävän tiukasti niin että näytön seuraaminen ja käyttäminen onnistui traktorilla ajaessa.



Kuva 14. Polkupyörän peilinrunko hitsattuna kiinni ohjainyksikön telineeseen.



Kuva 15. Ohjainyksikkö asennettuna Valtran ohjaamoon.

3.2 Kalibrointi ja koekylvö

Ennen koekylvöä kylvölaitteeseen piti vaihtaa piensiemennille suunniteltu syöttörihla-akseli, koska koneessa oli toimitettaessa valmiiksi asennettu isommille siemenille kuten herneen ja härkäpavun kylvämiseen tarkoitettu suuremmilla lovilla varustettu syöttörihla-akseli. Kuvassa 16 on päällekkäin toimitetut rihlat; ylempi on tehdasasennettu suurempien siementen rihla, alempana piensiemennrihla (kuva 16). Rihlan vaihtoa varten kylvölaitteesta tuli irrottaa sivupelti, jonka takana rihla sijaitsee. Rihlan vaihtamista varten tuli irrottaa hihna, jonka avulla sähkömoottori pyörittää itse rihlaa. Hihnan irrottamisen jälkeen rihlan sai vetää pois kylvölaitteesta ja asettaa piensiemenn rihla sen tilalle. Vaihdon jälkeen seuraavaksi tuli asettaa hihna ja suojapelti takaisin paikoilleen käänteisessä järjestyksessä kuin irrotettaessa.



Kuva 16. Syöttörihla-akselit. Alempana piensiemensori.



Kuva 17. Alempi rulla poistamalla päästiin käsiksi vaihdettavaan rihlaan.

Kylvötraktoriksi valikoitui ylämäen tilalta 2003 vuosimallin Valtra 6750. Tilan Valtra 6750 on matalakierrosmootorilla varustettu (105hv @ 1800rpm) hitech-malli. Valttran valikoitui kylvötraktoriksi kevyen painonsa (4650kg + etukuormain MP-Lift 245 570kg, yht. 5220kg) sekä kuusimetrisen olkiäkeen taloudelliseen vetoon riittävän tehon vuoksi. Valtra varustettiin vielä ennen kylvöä etu- ja takapariipyöriillä joilla saadaan maahan kohdistuva paine pienemmäksi ja kosteilla pelloilla työskennellessä uppoamisen riski vältettyä (kuva 18).



Kuva 18. Kylvötraktoriksi valikoitu Valtra 6750 varustettuna pariipyöriillä.

Kun piensiemien kylvöä varten toimitettu rihla oli asetettu kylvölaitteeseen, kylvöön valittu traktori varustettu pariipyörin ja ohjausnäyttö kiinnitetty traktoriin oli vuorossa kylvölaitteen kalibrointi. Ennen kalibroinnin aloittamista kylvölaite tuli laitaa kiertokoetilaan ja suorittaa kiertokoe. Kiertokokeen tarkoitus on säätää kylvettävä määrä kiloja hehtaaria kohden halutuksi, esimerkiksi uusia nurmia perustettaessa kylvömäärä on 30kg/ha, täydennyskylvössä pärjätään 10kg/ha. Kiertokokeen periaate on samanlainen kylvettäessä heinäsiemeniä, viljanjyviä kuin teollisia lannoitteitakin. Kiertokoetilaan APV kylvölaite saadaan asettamalla kylvöletkujen ja

niille johtavien kourujen väliin koneen mukana kulkeva metallilevy, joka estää siementen kulkeutumisen kylvöletkuihin.



Kuva 19. Kylvölaite asetettuna kiertokoetiltaan. Alareunassa kangaspussin narujen hahlot.

Kun metallilevy oli asetettu, sen päähän asetettiin kangaspussin narut juuri niitä varten tehtyihin hahloihin jotka näkyvät kuvassa 19, jolloin levyä pitkin kulkevat siemenet saadaan punnitusta varten kerättyä talteen. Kylvölaitteen ohjausnäytön kautta hoidetaan kaikkia sen toimintoja sähköisesti, joten kiertokoetta suorittaessa tehtävänä oli näytön kautta aloittaa minuutin kestävä kalibrointi ja ilmoittaa punnituksen tulos ohjainlaitteelle. Kiertokokeesta tavoitteeksi saatava tulos saadaan laskettua yhtälöstä: "Ajonopeus x kylvömäärä kg/ha x työleveys,m / 600 = kg/min". Kun kylvönopeus oli suunniteltu olevan 10km/h, kylvömäärä täydennyskylvössä 10kg/ha ja äkeen sekä kylvötassujen sijoittelun vuoksi työleveys on 6 metriä, saatiin määreet edellämainittuun yhtälöön: $(10 \times 10 \times 6) / 600$. Kaavasta saatu tulos oli 1kg/min, mikä tarkoittaa että kiertokokeen alettua kylvölaite pyörittää rihlaa yhden minuutin, jonka jälkeen koneesta olisi pitänyt valua siementä kangaspussiin yhden kilon verran. Kun kiertokoe oli suoritettu, kangaspussiin kertyneet siemenet punnittiin keittiövaaja'alla jonka tuloksena oli 1,204 kiloa. Ohjausnäytön ruudulle aukesi

kiertokokeen jälkeen valikko mihin piti ilmoittaa puntarin näyttämä tulos. Punnitustuloksen ilmoittamisen seurauksena ohjainlaite ilmoitti: "Tulos epätarkka!", jonka jälkeen ohjainlaite automaattisesti muutti rihlan pyörimisnopeutta pienemmäksi ja kiertokoe tuli suorittaa uudestaan aiemmin mainitulla tavalla. Toisen kiertokokeen jälkeen vaaka näytti 1,005 kiloa joka jälleen punnittu tulos kerrottiin jälleen ohjainlaitteelle. Uuden punnitustuloksen ilmoittamisen jälkeen ohjainlaite ilmoitti "Kalibrointi valmis". Kalibroinnin jälkeen ohjainlaite oli automaattisesti määrittänyt rihlan pyörimisnopeudeksi 55%.



Kuva 20. Kiertokokeen punnitustulos tarkistettiin keittiöva'a'alla.

Kiertokokeiden ja ohjainlaitteen kalibroinnin jälkeen kylvölaitteen säiliö täytettiin Raision NURMISIEMEN SEOS piensiemennillä, jossa oli seoksena apilaa sekä timoteita. Säiliön täyttämisen jälkeen kylvöäkeen työsyvyys säädettiin neljän senttimetrin syvyyteen mahdollisimman hellävaraista muokkausta tavoitellen.



Kuva 21. Piensiemenkylvöes kalibroitu ja valmiina testiajoon.

Kolmen hehtaarin koekylvö suoritettiin kylvöäkeellä 7.4.2014. Koekylvössä seurattiin silmämääräisesti että kaikista kylvöletkuista tulee siemeniä. Siementen määrän/peittävyden havaittiin myös silmämääräisesti olevan jokaisella tassulla samansuuruinen mikä tarkoittaa että letkussa oleviin mutkiin ei päässyt muodostumaan tukoksia. Koekylvössä tarkasteltiin myös äkeelle asetettua muokkaussyvyyttä joka todettiin olevan riittävä. Kylvölaitteen asennus oli siten onnistunut. Äkeen havaittiin myös sekoittavan pellon pintaa riittävässä määrin niin, että siemenet peittyivät kevyesti (kuva 23).



Kuva 22. Koekylvö suoritettiin 7.4.2014.



Kuva 23. Työsyvyys todettiin silmämääräisesti olevan riittävä.

3.3 Koepellon kylvö ja tulosten seuranta

Koepelloksi valikoitui Ylämäen tilalta 1,33 hehtaarin lohko johon on perustettu nurmi vuonna 2009, joten kyseessä on vanhempi nurmipelto. Koepellon maalaji on multava hietamoreeni (m HtMr). Ennen koepellon kylvöä tuli kartoittaa vanhan nurmen määrä pellossa nurmen ”oraat” laskemalla. Oraiden laskemista varten tuli tehdä mittakehys, jonka reunojen sisäpuolelta oraat tuli laskea. Mittakehykseksi tehtiin kolmesivuinen neliö, jonka sisäreunojen pituus oli jokaisessa 25 cm. Syy 25 cm mittakehysten sisäsivun pituudeksi oli laskemistarpeen vähentäminen, jolloin tulos kerrottuna neljällä saataisiin laskettua oraiden määrä neliömetrin alalla. Ennen kylvöä oraat laskettiin ja tulokseksi mittakehysten avulla tuli 76kpl, mikä tarkoittaa 304 kpl/m².

Koelohko kylvettiin 1.5.2014 samalla nurmiseoksella kuin koekylvössä täydennyskylväen 10kg/ha määrällä. Kylvölaitetta ei erikseen kalibroitu koelohkoa varten, sillä käytettävä siemenen laatu ei muuttunut edellisestä kalibroinnista. Kylvö onnistui hyvin, äes rikkoi pintaa kevyesti ja peitti siemenet kevyesti. Kylvön jälkeen koepellolle vietiin vesimittari, josta seurattiin kasvukauden ajan sademääriä (taulukko 1).

Taulukko 1. Kesän sademäärät kuukausittain.

TOUKOKUU	KESÄKUU	HEINÄKUU	ELOKUU
67ml	59,5ml	72ml	57ml

Koepellolle levitettiin naudan lietelantaa kahteen kertaan. Ensimmäiselle sadolle lietettä levitettiin 10.5.2014 ja levitetty määrä 20m³/ha joka oli 26,8m³ koko koepellolle. Koepellolle levitettiin ensimmäiselle sadolle myös lannoitteena A-Typpilannosta 200kg/ha eli noin 268kg koko koepellolle.

Ensimmäinen rehusato korjattiin koepelloilta 11.6.2014 Agronic 1302R yhdistelmäpaalajalla, jolla paalimääräksi tuli 22 kappaletta 122 cm halkaisijalla. Paalauksen jälkeen paalit siirrettiin pellon laitaan ja nurmen oraat piti laskea uudelleen. Oraiden lasku tehtiin samalta kohdalta kuin ennen kylvöä, ja määräksi tuli 83kpl, eli

332kpl/m². Oraidien laskujen tulosten ero on 9%, mikä tarkoittaa että täydennyskylvöstä oli hyötyä sillä nurmen määrä pellossa lisääntyi melkein 10%.

Koepellolle levitettiin toiselle sadolle naudon lietelantaa 1.7.2014 samalla määrällä kuin ensimmäiselle sadolle, eli 20m³/ha. Toiselle sadolle ei levitetty teollista lannoitetta kuten ensimmäiselle sadolle.

Ennen toisen sadon niittoa koepellon nurmesta laskettiin kuiva-aineen prosenttiosuus. Kuiva-aineen määrittämistä varten 4.8.2014 nurmesta leikattiin 8-10cm pituisia latvoja niin vanhasta nurmesta joka oli huomattavasti pitempikasvuista sekä uudesta täydennyskylvetystä rehumassasta.

Heinästä leikatut latvat leikattiin saksilla noin yhden senttimetrin (cm) pituisiksi suikaleiksi ja asetettiin kahvinkeitin suodatinpussiin. Seuraavaksi asetettiin muovinen astia keittiövaa'alle ja punnittiin astian paino, joka oli 77g. Tämän jälkeen heinän tuorepaino mitattiin asettamalla suodatinpussi sisältöineen muoviasiaan vaa'alle ja punnittiin uudelleen. Tuloksena tuli 100g, eli heinän tuorepaino oli (100 g – 77 g=) 23g.

Tuorepainon punnituksen jälkeen astia laitettiin mikroaaltouuniin ja käynnistettiin minuutiksi täydelle teholle (600w). Minuutin jälkeen tunnustelin heinän olevan vielä kosteaa, joten jatkoin mikroaaltouunilla kuivatusta 20 sekunnin välein tunnustelemalla heinän kosteutta. Kuivatusta jatkoin 3 kertaa, jonka jälkeen näyte tuoksui hieman palaneelta ja tuntui sormiin kuivalta mikä tarkoittaa että kosteus on näytteestä poistunut.

Kuivatuksen jälkeen näyte punnittiin uudelleen jonka jälkeen tulokseksi tuli (88 g – 77 g) 11 g. Kuiva-aine prosentin määrittäminen saadaan punnitustulosten avulla kaavalla: $(11 \text{ g} / 23 \text{ g}) * 100 = 47,826\%$. Kuiva-aineen osuus koepellon toiselle sadolle näin ollen oli 47,8% mikä oli kelpo tulos.

Toinen sato korjattiin 6.8.2014 pyöröpaaleihin samalla paalaajalla kuin ensimmäinen sato, paalimäärä oli tällä kertaa 20 kpl.

Sademäärät kasvukaudella 2014 mitattiin kylvöstä toisen sadon korjuuseen saakka. Toukokuun sademäärä 67 ml, Kesäkuun 59,5 ml, Heinäkuun 72 ml ja Elokuun

sademäärä ennen toisen sadon korjuuta 1,5 ml. Kasvukauden sademäärä kylvöstä viimeiseen korjuuseen oli koepelloilta mitattuna yhteensä 200 ml.

Ylämäen tilalla ensimmäisen ja toisen sadon niiton hoiti urakoitsija. Kuivasta keväästä johtuen alueella säilörehusadot jäivät joillakin tiloilla pieniksi, mutta Ylämäen tilalla sato oli varsin kohtuullinen kokonaisuudessaan. Syyksi tilan hyvään satoon todettiin olleen täydennyskylvö, sillä kaikki pellot oli keväällä kylvetty täydentäen piensiemenkylvöäkeellä. Ennen niittoa silmämääräisesti sadon odotettiin olevan huono, mutta tilalla niittänyt urakoija mainitsi nurmista tulleen karhon olevan hyvä johtuen tiheästä mutta lyhyempikasvuisesta täydennyskylvetystä nurmesta. Täydennyskylvöjen sai todeta onnistuneen sekä olkiäkeen jatkojalustuksen piensiemenkylvöäkeeksi olleen toimiva ratkaisu.

4. Jatkojalostuksen taloudellista pohdintaa

Piensiemenkylvöäkeen rakentamiseen suurin syy oli tilalla käyttämättä jäänyt kone, jonka vaihtaminen uuteen olisi ollut turhan suuri investointi koneen käyttömäärään nähden.

Nurmen paikkaus- ja täydennyskylvöön on olemassa valmiita työkoneita; nurmijyriä sekä rikkaäkeitä varustettuna piensiemenkylvölaitteella, veitsimultaimia ynnä muita. Opinnäytetyössä jatkojalostetun olkiäkeen piikin paksuus on 15 mm kun rikkaäkeessä piikki on 7mm paksuinen, joten olkiäkeen muokkausteho on parempi kuin rikkaäkeessä. Olkiäkeen jatkojalostuksen taloudellisen kannattavuuden selvittämiseksi kyselin tarjouksia eri yrityksiltä heidän edustamistaan nurmenkylvökoneista.

Tarjoukset tuli Carre Prairial nurmenuudistajasta (agrimarket, nyk. eepee Agri), HE-VA seed-weeder nurmiäkeestä (K-maatalous) sekä Kivi-Pekka nurmijyrästä (PEL-tuote).

Carré Prairial nurmenuudistajan toimintaperiaatteena on leikata pellon pintaa, tarkoituksena ilmastaa ja parantaa pellon vesitaloutta. Nurmenuudistaja on nostolaitesovitteinen, 2,5 ja 3 metrin työleveydellä kiinteällä rungolla varustettu, 4,5 ja 6 metrin työleveydellä laite on kokoontaittuva. Carré:ssa on veitset kahdessa rivissä limittäin toisiinsa nähden, joiden takana on hammastettu lata. Kylvöyksikkö on sijoitettu koneen päälle niin, että siemenet kylvetään sähköpuhaltimella koneen etupuolelle. Veitset tekevät viillot pellon pintaan ja lata tasaa pinnan epätasaisuudet. Latan takana on hara joka lopulta peittää kylvetyt siemenet kevyesti maaineksella.

HE-VA seed weeder on rikkaäes, joka on varusteltu pneumaattisella piensiemenkylvölaitteella. Seed Weeder on aina nostolaitesovitteinen. Kevyen rakenteensa ansiosta rikkaäkeen saa 3, 4,5, 6, 7,5, 9 tai 12 metrin työleveydellä. HE-VA:ssa kylvöyksikkö on asennettu rikkaäkeen päälle, kylvö tapahtuu äkeen etupuolelle. Rikkaäkeen toimintaperiaate vastaa hyvin paljon tekemääni piensiemenkylvöäkeen toimintaperiaatetta; piikit puhkovat pellon pintaa ja sekoittaa kevyesti maa-

aineksen siementen päälle. Rikkaäkeen piikin vahvuus on pienempi, jolloin työtehokkuus sekä kulutuskestävyys on hieman huonompi kuin olkiäkeellä.

Kivi-Pekka nurmijyrä 700 on seitsemän metrin työsyvyydellä varustettu hinattava nurmijyrä joka on kokoonlaittava. Nurmijyrän toimintaperiaate koostuu kahdesta eri työlaitteesta: rikkaäkeestä ja jyrästä. Nurmijyrän etuosassa on koko työleveyden kattava rikkaäes joka puhkoo pellon pintaa ja taaempana on kumipinnoitettu jyräpakkeri joka painaa siemenet peltoon ja samalla maan tasaiseksi. Kivi-Pekka nurmijyrä käyttää samaa piensiemenkylvölaitetta kuin olkiäkeenjatkojalostuksessa käytettiin eli APV:n valmistamaa joko 300 tai 500 litran säiliöllä.

Jatkojalostuksessa käytetyn POTILA OM 600 olkiäkeen arvo käytettynä on 6000 euroa sisältäen arvonlisäveron. Piensiemenkylvölaitteen hinta verolla oli 4340€, jolloin jatkojalostuksen koneiden arvo on yhteensä 10 340€ sisältäen arvonlisäveron. Teräksen kilohinta on euron kilo, joten telineen asennuksessa käytetyn teräksen kustannus on 3,05€ sisältäen arvonlisäveron. Työn toteuttamisessa kului aikaa viisi tuntia (poislukien suunnittelutyö) ja työn hinnan laskien 10€/h tuli 50€. Kokonaiskustannus olkiäkeen jatkojalostukselle piensiemenkylvöäkeeksi muodostui täten 10 383,05€.

Taulukko 2. Valmiiden piensiemenkylvölaitteiden tarjoukset.

Myyjä	Valmistaja/malli	Työleveys, metriä	Hinta sis. alv24%
K-Maatalous	HE-VA SEED WEEDER	6	14 800€
Agrimarket (eeppee Agri)	Carré Prairial	6	19 000€
PEL-TUOTE	Kivi-Pekka JYRÄ 700	7	31 000€
Opinnäytetyön valmis tuote	POTILA OM 600	6	10 383,05€

Olemassa olevan työkoneen jatkojalostaminen piensiemenkylvöäkeeksi on taloudellisesti kannattava ja toimiva ratkaisu. Kuitenkin työkone tulee jatkojalostaa siten että sitä voidaan kuitenkin käyttää alkuperäiseen tarkoitukseensa. Käytetyn työko-

neen ostamista jatkojalostusta varten on tarkkaan harkittava ja pohdittava muita vaihtoehtoja sekä millaiseksi kokonaiskustannus tulee muodostumaan.

Kuvalähteet

Potila OM 600 olkiäes (s.7): Valokuvannut Matti Ylämäki.

Piensiemenkylvölaitteiden teknisten tietojen vertailu (s. 10): Valokuvannut Matti Ylämäki

Tilan valitsema piensiemenkylvölaite APV PS 200 (s. 11): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvötassuja toimitettiin laitteen mukana kahdeksan kappaletta (s.12): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvötassujen asennuskohtien määrittäminen (s. 13): Valokuvannut Matti Ylämäki

Jalkojen mitat sekä suunnitelma niiden asentamisesta asennuslevyyn (s. 15): valokuvannut Matti Ylämäki

Jalat hitsattuna kiinni kylvölaitteen asennuslevyyn (s. 16): Valokuvannut Matti Ylämäki

Jatkojalostuksessa käytetty WALLIUS LKC sekä kaasu AGA CO2 (s.17): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvölaite kiinnitettynä ja teline hitsattuna äkeen runkoon (s. 18): Valokuvannut Matti Ylämäki

Muovimatto telineineen asennettuna sähköpuhaltimen suojaksi (s. 18): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvötassujen asettelu nipputiteillä (s. 19): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvötassu asennettuna lopulliseen kohtaansa (s. 20): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvöletkujen asentelua (s. 21): Valokuvannut Matti Ylämäki

Polkupyörän peilinrunko hitsattuna kiinni ohjainyksikön telineeseen (s. 22): Valokuvannut Matti Ylämäki

Ohjainyksikkö asennettuna Valtran ohjaamoon (s. 23): Valokuvannut Matti Ylämäki

Syöttöriihla-akselit. Alempana piensiemenhla (s. 24): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvötraktoriksi valikoitu Valtra 6750 varustettuna paripyörillä (s. 25): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kylvölaite asetettuna kiertokoetilaan. Alareunassa kangaspussin narujen hahlo (s. 26): Valokuvannut Matti Ylämäki

Kiertokokeen punnitustulos tarkistettiin keittiövaalla (s. 27): Valokuvannut Matti Ylämäki

Piensiemenkylvöes kalibroitu ja valmiina testiajoon (s. 28): Valokuvannut Matti Ylämäki

Koekylvö suoritettiin 7.4.2014 (s. 29): Valokuvannut Matti Ylämäki

Työsyvyys todettiin silmämääräisesti olevan riittävä (s.29): Valokuvannut Matti Ylämäki