

Tuotantoprosessin tehostamisen vaikutus seulakauhainvestoinnin kannattavuuteen



Vesa, Johanna

2009 Hyvinkää

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Hyvinkää

Tuotantoprosessin tehostamisen vaikutus seulakauhainvestoinnin kannattavuuteen

Johanna Vesa
Maaseutuelinkeinojen ko
Opinnäytetyö
Marraskuu, 2009

Johanna Vesa

Tuotantoprosessin tehostamisen vaikutus seulakauhainvestoinnin kannattavuuteen

Vuosi 2009 Sivumäärä 30

Tuotantoprosessit ja niiden kehittäminen on tällä hetkellä maataloudessa ajankohtainen aihe. Prosessien mallintaminen, mittaaminen ja arviointi johtavat usein työn tehostumiseen ja edelleen taloudellisen tuloksen paranemiseen. Tarkastelusta on hyötyä esimerkiksi työn suunnittelussa, ohjeistamisessa sekä investointilaskelmien laatimisessa.

Kasvualustoja valmistetaan sekoittamalla eri maa-aineksia, kalkkia ja lannoitteita keskenään sekä seulomalla seos koneellisesti tasalaatuisiksi. Tarkoituksena on saada aikaan kuhunkin käyttökohteeseen optimaalinen kasvualusta. Maatilan sivuelinkeinoksi mullan seulonta sopii hyvin, sillä maataloudessa käytettävää konekalustoa voidaan käyttää hyväksi seulontaprosessissa. Lisäksi tarvittavia maa-aineksia voi olla tilan ympäristössä hyvin saatavilla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää, kuinka kasvualustoja tuotetaan maatalalla seulakauhamenetelmällä. Seulontaprosessista laadittiin prosessikaavio ja arvioitiin mittausten avulla tuotannon tehokkuutta. Lisäksi tarkoituksena oli pohtia, kuinka prosessin tehokkuutta voidaan parantaa ja laskea tehostamisen vaikutusta investoinnin kannattavuuteen. Kone- ja investointikustannusten laskelmissa on hyödynnetty kesän 2008 aikana tehtyjä mittauksia eri työvaiheisiin kuluneista ajoista seulontaprosessissa.

Tuloksena oli, että tuotantoprosessia tehostamalla investoinnista saatava hyöty lisääntyi. Lisäksi taloudellinen tulos paranee, sillä tuotantoa pystytään lisäämään ja kasvualustan tuotantokustannusta käytettävien koneiden osalta saadaan alennettua.

Johanna Vesa

The effect of the improved production process on the profitability of screening bucket investment

Year 2009 Pages 30

At this moment production process improvement is very topical issue in agriculture. Process modeling, measuring and evaluating often lead to intensification of work and further improving of financial results. Analysis is beneficial for example in planning and briefing work and calculating investment costs.

Growing base is made by mixing different soil materials, lime and fertilizer with each other in suitable proportions and by screening the mixture homogeneous. The aim is to produce an optimal growing base to each target. Growing base screening may be a good extra income possibility for farms because agricultural machines can be made use of in the screening process.

The purpose of this thesis was to find out how the growing base was produced on a farm with a screening bucket and an excavator. A description of the process and meters which described the effectiveness of the process was also developed. The aim was also to consider how the process efficiency could be improved and to calculate the impact of enhancing the profitability of the investment. The measurements of work times of different phases of the screening process were made in summer 2008. The results are the base of machinery and investment cost calculations.

In conclusion, if the process is improved by taking the second machine, a tractor for example, to assist the screening process, the investment payback time of screening bucket and excavator would be halved and the investment benefits will improve.

In addition, financial results would improve because the production can be increased and the machinery costs to produce one cubic meter of growing base will also become smaller.

Key words: growing base, screening bucket, production process, investment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET	6
3	SEULAKAUHA	6
3.1	Seulakauhan toimintaperiaate	7
3.2	Seulakauha traktoriin.....	8
4	KASVUALUSTASEOKSEN LAATUTAVOITTEET JA SEOKSEN TEKEMINEN.....	9
4.1	Fysikaaliset ominaisuudet	9
4.2	Kemialliset ja biologiset ominaisuudet.....	10
4.3	Kasvualustoissa käytettävät maa-ainekset	10
4.3.1	Kivennäismaalajit	11
4.3.2	Eloperäiset maalajit	12
4.4	Tuotantoympäristö ja valmiin mullan varastointi	13
5	TUOTANTOPROSESSI	13
5.1	Tuotantoprosessin kuvaaminen	14
5.2	Mittarit ja prosessin parantaminen	15
6	MITTAUKSET JA TULOSTEN ANALYSOINTI.....	17
6.1	Tehokkuuden parantaminen.....	19
7	INVESTOINNIN KANNATTAVUUS	20
7.1	Investoinnin nykyarvo	21
7.2	Koroton takaisinmaksuajan menetelmä.....	23
8	YHTEENVETO	23
9	OMAN TYÖN JA OPPIMISEN ARVIOINTI.....	24
	LÄHTEET	26
	LIITTEET	27

1 JOHDANTO

Ennen kuin kasvualustoja alettiin valmistaa teollisesti, pihossa ja puutarhoissa käytettiin esimerkiksi nurmikon kasvialustana tavallista peltomultaa. Peltomulta saattoi soveltua käytötarkoitukseen mutta laatu oli monilta osin hyvin vaihtelevaa, riippuen muun muassa peltomullan sisältämistä maalajeista ja lajitteista. Lisäksi se saattoi olla roskaista ja sisältää rikkakasvien juuria.

Nykyään peltomultaa ei juurikaan käytetä, sillä hyvälaatuista kasvualustaa on vaikea saada muuten kuin koneellisesti seulomalla. Sen lisäksi, että suuret tuottajat valmistavat kasvualustoja isoilla seuloilla, myös pienimuotoisemmalle tuotannolle on kysyntää ja se saattaa olla asiakkaalle kilpailukykyinen vaihtoehto. Tällaisessa tuotannossa etuna on se, että asiakkaan vaatimukset voidaan ottaa huomioon yksilöllisemmin. Kasvualustojen seulonnan tarkoituksena on saada aikaan asiakkaalle käyttökohteeseen sopiva ja tarkoitusta vastaava kasvialusta. Valmistukseen käytettävät eri maalajit ja niiden suhde toisiinsa nähdessä vaikuttavat mullan koostumukseen, rakenteeseen ja laatuominaisuuksiin. Seulakauhalla voidaan valmistaa kuohkeaa, roskatonta ja tasalaatuista multaa.

Prosessiajattelu ja tuotantoprosessien tehostamiseen liittyvät toimenpiteet maatalan johtamisessa ovat hyvin ajankohtaisia asioita. Minkä tahansa maatilayrityksen toiminnan tehokkuutta pystytään usein melko yksinkertaisin toimenpitein parantamaan. Prosessin tehostaminen tai mahdollisen uudistamistarpeen arviointi alkaa prosessin mallintamisesta ja mittareiden asettamisesta, jolloin saadaan kattava käsitys nykytilanteesta. Tämän jälkeen voidaan analysoida tuloksia ja pohtia, mitä voidaan tehdä asioiden korjaamiseksi.

2 TYÖN TAUSTA JA TAVOITTEET

Ajatus opinnäytetyön aiheesta on peräisin tilalta, jossa suoritin erikoistumisharjoitteluni. Työn tarkoituksena on selvittää, miten kasvualustoja voidaan valmistaa seulomalla maati-
laympäristössä. Lisäksi pyritään parantamaan työn tehokkuutta ja investoinnin tuomaa hyötyä
tuotantoprosessia tehostamalla. Kuvaamisen apuvälineenä käytetään prosessikaaviota. Tuo-
tantoprosessin kehittämisen apuna käytetään työaikoihin ja kustannuksiin liittyviä mittareita,
kuten mikä on yhden tuotetun multakuution tuotantokustannus käytettyjen koneiden osalta ja
kuinka paljon aikaa kuluu yhden kuution tuottamiseen. Mittauksien avulla voidaan laskea,
minkä suuruinen on tehokkaan työajan osuus suhteessa kokonaistyöaikaan ja parantaa työn
tehokkuutta sekä samalla investoinnin kannattavuutta.

Tavoitteena on pohtia, onko investointi kannattava nykyisellä tuotannolla ja voidaanko tuo-
tantoprosessia tehostamalla saada aikaan taloudellisen kannattavuuden parantumista proses-
sia kokonaan uudistamatta. Prosessin täydellinen uudistaminen tässä tapauksessa tarkoittaisi
seulakauhan vaihtamista kokonaan toisenlaiseen seulatyyppiin. Tällä hetkellä työn toimek-
siantajan kasvualustatuotannossa käytetään suurinta mahdollista seulakauhaa käytössä oleval-
le kaivurikuormaajalle, eli kauhan kokoa suurentamalla prosessia ei voida enää parantaa.

Omia oppimistavoitteitani opinnäytetyön tekemisen alkuvaiheessa olivat prosessiajattelun ja
prosessin mallintamisen oppiminen sekä mullan seulontatyön oppiminen käytännössä. Myö-
hemmin tavoitteet laajentuivat ja tarkentuivat niin opinnäytetyön aiheen kuin oman oppimi-
senkin tasolla ja mukaan tuli investoinnin kannattavuuden arvioinnin sekä aiheeseen liittyvien
laskelmien ymmärtäminen ja hallitseminen.

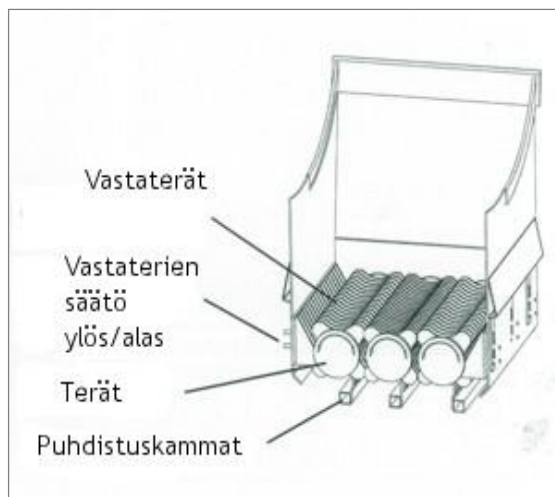
3 SEULAKAUHA

Seulakauha on tarkoitettu maa-ainesten jalostamiseen ja sillä pystytään tehokkaasti tuotta-
maan kasvualustoja eri käyttökohteisiin. Seulakauha soveltuu parhaiten kaivinkoneeseen tai
pyöräkuormaajaan, mutta molemmat suurimmat kauhavalmistajat Suomessa ovat testanneet
tuotteitaan myös traktorin etukuormainkäytössä. Testeissä on kuitenkin havaittu ongelmia
kauhojen traktorikäytössä, mm. hydrauliiikan osalta (Sairanen 2009; Pentti 2008). Seula-
kauhoja valmistavat muun muassa Allu Finland Oy, sekä Remu Oy, joiden tuotemerkit kanta-
vat yritysten nimiä. Kauhoja on saatavilla erikokoisia koneita varten. Tässä opinnäytetyössä
on tutkittu Remu L-150-kauhan kannattavuutta seulontakäytössä.

Remu-kauhojen tilavuudet vaihtelevat 0,11 m³:sta 6,3 m³:iin. Suurimmilla seulakauhoilla voidaan valmistajan ilmoittamien tietojen mukaan saavuttaa yli 200 m³/h seulontakapasiteetti. Seulakauhan toimintaperiaatteena on erotella toisistaan hienojakoinen ja karkea aines. Remu-kauha erottelee eri raekoot toisistaan eikä siinä ole aineksia murskaavaa ominaisuutta. Remu-kauhoissa on myös puhdistajakammat, joiden ansiosta terien välit pysyvät puhtaina. Seulakauhaa käytetään yleisimmin pintamaan sekoittamiseen ja seulomiseen, sekä piharakennuksissa käytettävien kasvualustojen valmistamiseen, jolloin lopputuotteen tasalaatuisuus on erityisen tärkeää. Seulakauhaa voidaan käyttää myös esimerkiksi kaapeli- ja putkilinjojen peittämiseen. Terien väli määräytyy lopputuotteen raekoon mukaan. Teräväli vaihtelee kauhoissa 20 ja 75 mm:n välillä. (Remu Oy 2009).

3.1 Seulakauhan toimintaperiaate

Remu-seulakauhan toiminta perustuu pyöriviin teriin ja erityisiin puhdistuskamppoihin, jotka estävät teriä tukkeutumasta (Kuva 1). Tämä mahdollistaa hankalien aineiden, kuten saven ja muun liimautuvan aineksen seulomisen. Terien muodon ansiosta materiaali liikkuu ylös ja alas muutamia senttimetrejä, mikä auttaa hienojakoista ainesta liikkumaan sujuvasti seulovan osan läpi. Teriä voidaan liikuttaa molempiin suuntiin ja samalla estää maa-ainesta kasaantumasta seulakauhan sivuille. Seulakauhaa käytetään eniten pintamaan sekoittamiseen ja seulomiseen. (Remu Oy 2009).



KUVA 1. Remu-seulakauhan rakenne. (Remu Oy 2009).

Allu-seulamurskainta käytetään Remun tavoin kasvualustojen seulontaan, mutta sen toimintatapa on hieman erilainen. Siinä on murskaavat terät, jotka hienontavat materiaalia rumpujen läpi. Molemmissa kauhoissa ylittemateriaali, kuten kivet ja puunkappaleet, jotka eivät mene rummun läpi, jäävät kauhaan, josta ne on helppo tyhjentää omaan kasaansa. Allun SM-sarjan

peruskauhat soveltuvat hyvin pienimittakaavaiseen mullan seulontaan. Ne vastaavat kooltaan karkeasti Remun L-mallisarjan kauhoja. (Allu Finland Oy 2009).

3.2 Seulakauha traktoriin

Urakointiutisten Allu-seulamurskain-testissä oli käytössä SC-sarjan kevyin kauha 2-20 sekä Valtra T171-traktori. Seulakauha painaa tyhjänäkin vähintään 1000 kg, joten toimiakseen se tarvitsee riittävän järeän käyttökoneen sekä tehokkaan hydrauliiikan. Kaivinkoneiden ja pyöräkuormaajien hydrauliiikka pyörittää helposti seulakauhan rumpuja ja puomiston voima riittää kauhan liikuttamiseen. Traktorin ja etukuormaimen ominaisuudet ovat rajalliset. Pienin SC-sarjan kauha toimii n. 130 litran minuuttituotolla. Seulontatyön edistymiseen vaikuttaa se, kuinka nopeasti rumpu pyörii. (Pentti 2008).

Kokemukset osoittivat, että varsinkin kaltevalla tasolla yhdistelmä oli epävakaata ajettava. Lisäksi seulamurskaimen käyttö erosi tavallisesta kauhasta tuki- ja painopisteen siirtymisen osalta. Etenkin kauhan täyttäminen osoittautui haasteelliseksi. Kauhan ollessa täynnä, etukuormaajaa ei saatu nostettua kokonaan ylös. Seulamurskaimen rumpuja voidaan myös traktorin hydrauliiikalla pyörittää kahteen suuntaan, vaikka työ useimmiten käy kätevimmin kun materiaali virtaa takakautta alas. Seulojen pyörimissuunnan vaihtaminen auttoi, jos materiaali sattui holvaantumaan kauhaan. Etenkin märkä aines holvaantuu helposti. Kauhan ravistelu on kuitenkin traktoria ja etukuormaajaa kuluttavaa, eikä sen vuoksi suositeltavaa. (Pentti 2008).



KUVA 2. Kaivurikuormaaja ja Remu-kauha kesällä 2008. (Vesa 2008).

4 KASVUALUSTASEOKSEN LAATUTAVOITTEET JA SEOKSEN TEKEMINEN

Kasvualustan laatu pitää sisällään sen biologiset, kemialliset sekä fysikaaliset ominaisuudet. Hyvä mullan tulee sopia ominaisuuksiltaan käyttökohteeseensa. Alueen käyttötarkoitus sekä multa tehtävät istutukset vaikuttavat kasvualustan laatuvaatimuksiin. Hyvä kasvualusta on tasalaatuinen, helposti muokkautuva, lämmin ja ravinteikas sekä antaa käyttökohteen kasveille optimaalisen kasvupaikan. Hyvä kasvualusta ei sisällä monivuotisten rikkakasvien juuria, mutta rikkakasvien siementen joutuminen mullan sekaan on kuitenkin mahdoton estää. (Koivunen 2006).

Kasvualustan ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa käyttämällä seoksissa erilaisia maa-ainesseoksia eri suhteissa, ottaen huomioon kunkin maalajin ominaispiirteet. Toimiva kasvualusta on riittävän kantava, mikä on etenkin kovassa kulutuksessa olevilla nurmialueilla tärkeä ominaisuus. Maa-aines ei saa kuitenkaan tiivistyä liikaa. Kasvualustan tulee olla myös vettä läpäisevä ja kosteuden säilyttävä, mutta se ei saa liettyä. Veden läpäisykyky on myös merkki hyvästä ilmanvaihdosta, jolloin kasvien juuret saavat riittävästi happea. (Koivunen 2006).

	NURMIKOT	KOTIPIHAT	VAATELIAAT puut, pensaat ja perennat	VAATIMATTOMAT puut, pensaat ja pe- rennat
Johtoluku 10xmS/cm	3 < 4 < 6	3 < 4 < 6	3 < 4 < 6	1,5 < 2 < 4
pH	5,5 < 6 < 7	5,5 < 6 < 7	5,5 < 6 < 7	5 < 5,5 < 6
Kalsium (mg/l)	1900 < 2500 < 3800	1900 < 2500 < 3800	2000 < 3000 < 4500	750 < 1000 < 2000
Fosfori (mg/l)	10 < 15 < 30	10 < 15 < 20	10 < 20 < 30	5 < 10 < 20
Kalium (mg/l)	150 < 200 < 300	150 < 200 < 400	150 < 200 < 350	75 < 150 < 250
Magnesium (mg/l)	150 < 200 < 400	150 < 200 < 400	200 < 300 < 450	50 < 100 < 200
Rikki (mg/l)	10 < 30 < 200	10 < 30 < 200	10 < 30 < 200	5 < 20 < 100
Boori (mg/l)	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5	0,4 < 0,6 < 1,5
Kupari (mg/l)	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Mangaani pH korjattu	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500	10 < 30 < 500
Sinkki (mg/l)	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20	2 < 3 < 20
Liukoinen typpi (mg/l)	35 < 50 < 100	35 < 50 < 100	20 < 40 < 60	10 < 20 < 30
Orgaaninen aines (paino- %)	6 < 8 < 10	8 < 12 < 16	10 < 12 < 14	8 < 10 < 12
Tilavuuspaino (kg/m ³)	800 < 1000	600 < 900	640 < 800	760 < 950

TAULUKKO 1. Kasvualustoille asetettuja laatuvaatimuksia. (Viherympäristöliitto 2004).

4.1 Fysikaaliset ominaisuudet

Kasvualustan kivennäisaines tekee siitä kantavan ja muodostaa ns. tukirakenteen. Fysikaaliset ominaisuudet tarkoittavat rakenteeseen vaikuttavia tekijöitä, joita ovat esimerkiksi aineiden

rakeisuus ja rakeiden muoto, sekä ominaispinta-alassa tapahtuvat muutokset. Kivennäismaiksi luokitellaan kasvualustat, joissa orgaanisen aineksen määrä on alle 20 %. Hienorakenteisissa kasvualustoissa, jotka koostuvat esimerkiksi hiesu- tai hieno hieta-maa-aineksista, esiintyy mururakennetta ja ovat kosteina helposti muokattavissa, mutta tiivistyvät helposti ja kantavat huonosti. Fysikaalisiin ominaisuuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota valmistusvaiheessa, sillä niihin on vaikea vaikuttaa enää jälkikäteen. (Sirviö 2004).

Orgaaninen aines vaikuttaa fysikaalisiin ominaisuuksiin parantamalla huokoisuutta, ilmapitoisuutta sekä vedenpidätyskykyä. Kasvualustassa myös orgaanisen aineksen määrä ja koostumus vaikuttavat fysikaaliseen laatuun. Hyvä multa sisältää yleensä vain hyvin maatunutta orgaanista ainesta. (Sirviö 2004).

4.2 Kemialliset ja biologiset ominaisuudet

Kasvualustan kemiallisista ominaisuuksista tärkeimmät ovat happamuus eli pH-arvo sekä johtoluku eli vesiliukoisten suolojen määrä. Kasvualustojen johtoluvun suuruuteen vaikuttavat käytetyt maanparannusaineet sekä lannoitus. Kotipihoissa johtoluvun tavoitearvo on 3-6. Peltomullan johtoluku on useimmiten alle 2,5. Kasvualustojen johtoluvun suuruuteen vaikuttavat käytetyt maanparannusaineet sekä lannoitus. Kasvien vedenotto häiriintyy jos maanesteen suolapitoisuus on liian korkea (yli 10). Maanparannuskomposteissa saattaa olla korkeita johtolukuja, joten jos niitä käytetään kasvualustaseoksissa, määrä pitää mitoittaa siten, etteivät ohjearvot ylity. Happamuutta voidaan säädellä kalkituksella ja ravinnetasoja lannoittamalla. Kemiallisia ominaisuuksia seurataan maa-analyyysien avulla ja ominaisuudet ovat voimassa vain tuotantohetkellä.

Biologiset ominaisuudet tarkoittavat ominaisuuksia, joihin vaikuttavat maan eloperäinen aines ja tekijät kuten eloperäisten aineiden maatuneisuusaste, mineralisoituminen sekä eliötoiminta. Kasvualustoja valmistettaessa tulisi käyttää taudinaiheuttajista puhtaita seosaineksia. Esimerkiksi kompostin tulee olla riittävästi kumentunutta. Kun kasvijäte hajoaa kunnolla, useimmat taudinaiheuttajista eivät pysty säilymään elinkykyisinä. Lahoavassa puujätteessä ja juurenpalasissa voi säilyä lahottajia, jotka tartuttavat myöhemmin kasvualustaan istutettavia kasveja. Siksi puuaineksen joutumista kasvualustaseokseen tulisi välttää. Turpeessa ei yleensä ole kasvitautien aiheuttajia. (Sirviö 2004; Koivunen 2006).

4.3 Kasvualustoissa käytettävät maa-ainekset

Maalajit jaetaan kivennäismaalajeihin sekä eloperäisiin, eli orgaanisiin maalajeihin, niiden syntyvän mukaan. Eloperäisiä maalajeja ovat esimerkiksi turve, multamaat sekä lieju ja

muta. Ne ovat syntyneet kasvi- ja eläinjätteiden maatumisen tuloksena. Kivennäismaalajeja ovat mm. savi, hieta ja hiesu. Useimmat maalajit eivät sovellu kasvualustaksi sellaisenaan, mutta sekoittamalla niitä sopivassa suhteessa toisiinsa ja seulomalla seos tasalaatuiseksi, saadaan aikaan kuhunkin käyttökohteeseen parhaiten soveltuva kasvualusta. (Koivunen 2006).

Humus on kasvualustan biologisten ominaisuuksien kannalta tärkeä ainesosa. Se on eloperäisen aineksen hajoamisesta syntynyttä tuotetta, jossa tapahtuu mm. kasveille tärkeää pieneliötoimintaa. Humus kuohkeuttaa maata sekä antaa mullalle tumman värin, mikä yleensä koetaan hyvän mullan ominaisuudeksi. Humus vähentää hienojakoisilla mailla liettymistä ja kuorettumista, tiiviillä mailla se puolestaan helpottaa muokattavuutta. Humus myös parantaa karkeiden maalajien kykyä varastoida vettä sekä ravinteita. Humus sitoo kivennäismaahiukasia yhteen, jolloin kasvualustaan muodostuu mururakenne. Pieneliöt erittävät liima-aineita, jotka lisäävät mururakenteen kestävyyttä. Humus myös sitoo maahan lisättyjä ravinteita ja tasapainottaa maan kemiallisia ominaisuuksia. (Koivunen 2006; Sirviö 2004).

KASVUALUSTATYYPPI	Kotipiha	Vaativampi nurmikko	Urheilunurmikot	Vaateliaat puut, pensaat ja perennat
Eloperäistä ainesta (tilavuus-%)	60	50	20	55
Kivennäisainesta (tilavuus-%)	40	50	80	45
Kivennäisaineksen savipitoisuus (paino-%)	7	7	1	12
Kivennäisaineksen hiekan osuus (paino-%)	40	50	80	30

TAULUKKO 2. Kasvualustojen esimerkkikoostumuksia valmistusvaiheessa. (Viherympäristöliitto 2004).

4.3.1 Kivennäismaalajit

Moreeni on yleisin maalaji Suomessa. Moreenimaat ovat hyvin kantavia, sillä ne ovat yleensä kivisiä ja tiiviitä. Moreenimaat jaetaan sora-, hiekka-, hieta-, hiesu-, ja savimoreeniin. Niiden viljelyominaisuudet riippuvat siitä, mitä lajitetta moreenissa on eniten. (Koivunen 2006).

Hiekka on helposti muokattavaa, ilmavaa sekä kantavaa. Hiekka jaetaan raekoon mukaan hienoon (0,2-0,6mm) sekä karkeaan (0,6-2,0mm) hiekkaan. Hiekkaa käytetään usein kasvualustaseoksissa, sillä se kestää kovaa kulutusta, lämpenee aikaisin keväällä eikä roudi. Hiekkamaa kuivuu helposti ja on poudanarka eli vaatii paljon kastelua. Ravinteiden varastointikyky on

myös heikko, joten hiekkamaa tarvitsee kunnollisen lannoituksen. Sellaisenaan hiekka on huono kasvualusta. Humus- ja savimaat sekä kasvuturve parantavat hiekkamaan ominaisuuksia. Hiekka puolestaan parantaa esimerkiksi hiesun ja saven laatua. (Koivunen 2006).

Karkea hieta (0,06-0,2mm) on kantavuudeltaan lähes yhtä hyvää kuin hiekka. Se on ilmavaa, irtonaista, kuohkeaa sekä läpäisee melko hyvin vettä. Karkea hieta kuitenkin varastoi vettä ja ravinteita paremmin kuin hiekka, eikä se kuoretu tai halkeile kuivuessaan. Hieno hieta (0,02-0,06mm) on myös melko kantava maalaji. Sen kapillaarisuus eli veden kyky nousta maasta kasvien juurien saataville, on erittäin voimakas, minkä vuoksi maalajia sanotaan hikeväksi. Hieno hieta on altis vesieroosiolle ja rousteelle. Rouste, eli pintarouta, voi vaurioittaa syksyllä perustettuja nurmikoita ja katkoa heikkojen kasvien juuria. Hieno hieta routii helposti. Humusta lisäämällä hiedasta saadaan erittäin hyvä kasvualusta. Hieta on hiekan tavoin lämmin maalaji ja vaikka se on luontaisesti melko ravinneköyhää, ravinteiden pidätyskyky on kuitenkin yleensä hyvä. (Koivunen 2006).

Hiesun (0,002-0,02mm) kantavuus on heikko ja viljelyominaisuuksien kannalta hiesu on haastava kasvualusta. Hiesu liettyy helposti sateella ja kuorettuu sen jälkeen kovaksi. Liika tiivistyminen aiheuttaa kasvien juuristolle hapenpuutetta. Hiesun ominaisuuksia saadaan parannettua lisäämällä seokseen karkeaa hiekkamaa ja runsaasti humusta. Hiesu on erittäin routivaa, sekä altis vesieroosiolle ja rousteelle. Kuivana se on vaaleaa ja jauhomaista ja kosteana harmahtavaa, liukasta liejua. (Koivunen, 2006).

Savi (hiukkaskoko alle 0,002mm) on maalajina tiivis, kylmä ja lievästi routiva. Kasvien juuristot voivat kärsiä hapenpuutteesta, sillä savimaa tiivistyy herkästi liikaa jolloin ilmanvaihto on heikko. Savesta voidaan saada seulottua käyttökelpoista kasvualustaa lisäämällä siihen runsaasti eloperäistä ainesta ja karkeaa hiekkamaa, mutta savi soveltuu kaiken kaikkiaan huonosti kasvualustan ainesosaksi ja vaatii paljon maanparannustoimenpiteitä. Saven hyviä puolia ovat sen pH, joka on ilman kalkitustakin 6-7, sekä hyvä ravinnepitoisuus ja ravinteiden pidätyskyky. Savi sopii maanparannusaineeksi vettä läpäiseville maille, kuten hiekalle, sillä se sitoo kosteutta erittäin tehokkaasti. (Koivunen 2006).

4.3.2 Eloperäiset maalajit

Turve on sellaisenaan hapan ja heikosti kantava maalaji. Humuksen osuus turpeesta on yli 40 %. Turve on koostumukseltaan puolilahonnutta suokasvillisuuden jätettä, joka pidättää hyvin vettä ja keväisin lämpenee hitaasti. Maatumisaste vaikuttaa turpeen ominaisuuksiin, kuten kantavuuteen, huokoisuuteen ja vedenpidätyskykyyn. Kasvualustaseosta tehdessä turpeeseen lisätään kivennäismaa-ainesta sekä kalkkia. Seulottu, kalkittu sekä peruslannoitettu turve soveltuu kivennäismaiden maanparannukseen. (Koivunen 2006; Sirviö 2004).

Aidot multamaat ovat harvinaisia. Multamaaksi kutsutaan maata, jossa on eloperäistä ainetta 20–40%. Peltomulta saattaa soveltua pihanrakentamiseen alkuperäisessä koostumuksessaan, vaikka sitä ei luokitellakaan multamaaksi. Peltomullan multavuus riippuu sen humuspitoisuudesta. Maa-ainesta, jossa eloperäistä ainesta on 12–20 %, sanotaan erittäin runsasmultaiseksi. (Koivunen 2006).

4.4 Tuotantoympäristö ja valmiin mullan varastointi

Mullan valmistuspaikalla olevat raaka-ainekasat eivät saisi olla liian korkeita. Etenkään orgaanista ainesta, kuten turvetta tai kompostia, sisältävien kasojen päällä ei pitäisi liikkua koneilla. Raaka-ainelajit, kuten esimerkiksi hiekka, turve ja kalkki tulee säilyttää omissa kasoissaan. Pitkäaikaisessa varastoinnissa hajoavaa materiaalia sisältävä tiivis kasa saattaa joutua hapettomaan tilaan, jolloin voi syntyä kasvivaurioita aiheuttavia kaasuja ja mullan laatu heikenee. (Sirviö 2004, 106–107).

Raaka-aineiden ja valmiiden kasvualustojen pitkäaikainen varastointi ei ole kannattavaa, sillä maa-ainekasat voivat lajittua sateen ja tuulen vaikutuksesta. Erityisen riskialttiita ovat rakenteeltaan kantavat kasvualustat, joiden eloperäiset aineet sekä kiviaines erottuvat helposti toisistaan pitkään varastoitaessa. Lajittumista voivat aiheuttaa myös virheet kasvualustojen käsittelyssä, kuten huolimaton kuormaus tai purku. Parasta olisi, jos valmiit kasvualustat saataisiin toimitettua asiakkaalle mahdollisimman nopeasti niiden valmistumisen jälkeen. Etenkin kantavat kasvualustat pitäisi pyrkiä valmistamaan korkeintaan 2 viikkoa ennen toimitusta. Jos kasvualustoja joudutaan varastoimaan talven yli, ne tulee aumata sekä huolehtia, ettei kasojen päälle ei kerry vettä. Tällöin kasvualusta ei kastu eikä jäädy syvältä. (Sirviö 2004, 106–107).

5 TUOTANTOPROSESSI

Toiminnan järjestelmällisen ja tietoisin parantamisen perustana on, että yrityksellä on sekä päämäärä ja tavoite, tulokset ja prosessit. Prosessien tunnistamisen avulla täsmennetään eri toimintojen merkitys yritystoiminnan kannalta (Jokipii 2006, 65). Prosessi on kokonaisuus, joka koostuu yksittäisistä työtehtävistä. Yrityksen prosessit voidaan jakaa ydinprosesseihin ja tukiprosesseihin. Ydinprosessi alkaa asiakkaan tilauksesta ja päättyy tuotteen tai palvelun toimitukseen muodostaen yrityksen liiketoiminnan. Ydinprosessi sisältää erilaisia aliprosesseja ja toimintoja. Tukiprosessi tarkoittaa toimintaa, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaalle vaan ta-

pahtuu yrityksen sisällä ja tukee ydinprosessin onnistumista. Tukiprosessi voi olla liittyä esimerkiksi tuotannon suunnitteluun. (Jokipii & Teräväinen 2000, 53-59).

Maatilayritykselle ominaisia tukiprosesseja ovat tavoitteiden asettaminen ja tulosten seuranta, strateginen suunnittelu sekä osaamisen kehittäminen. Lisäksi niihin voivat kuulua tuotekehittäminen ja markkinointi, etenkin jos yritys myy tuotteitaan suoraan kuluttajille. (Jokipii 2005, 66-67).

5.1 Tuotantoprosessin kuvaaminen

Jotta voidaan selvittää prosessin nykyinen tilanne ja hahmottaa kehittämiskohteita, on tärkeää laatia siitä kirjallinen kuvaus (Liite 3). Prosessikuvausta voidaan käyttää myös sellaisessa tilanteessa, jossa yritys antaa näyttöjä toiminnastaan ulkopuolelle, esimerkiksi laatujärjestelmää tehtäessä tai rahoitusta hakiessa. Prosessikuvauksen tekeminen helpottaa mm. kokonaisuuden hallintaa, mittareiden tunnistamista sekä vastuiden määrittämistä. (Arhomaa ym. 1995, 79-81).

Prosesseja voidaan kuvata erilaisten kaavioiden avulla. Ns. kalanruotokaavion avulla prosessista saa nopeasti yleiskuvan mutta sen huono puoli on, että se ei havainnollista esim. läpimenoajan pituutta tai turhaa työtä. Lisäksi voidaan käyttää esimerkiksi vuokaavioita, tai resurssit ja aika-kuvaajaa. Prosessikuvausten tarkkuuden ja yksityiskohtaisuuden tason arvioiminen on usein vaikeaa. Kuvauksen ollessa liian tarkka, kokonaisuus saattaa hämärtä ja kuvaaminen on työlästä. Jos prosessia kuvataan liian yleisellä tasolla, kehittämismahdollisuuksia on vaikea havaita, koska kuvauksessa ei päästä konkreettisen toiminnan tasolle. (Arhomaa ym. 1995, 79-81).

Tärkeintä on kuitenkin saada aikaan riittävän havainnollinen kuvaus, jotta prosessia pystytään parantamaan ja kehittämään. Prosessissa piilevien ongelmien syyt tulisi paikallistaa kuvaukseen niin tarkasti, että huomataan millaisilla konkreettisilla toimenpiteillä ne voidaan poistaa pysyvästi (Jokipii & Teräväinen 2000, 54). Pääsääntönä on, että kaikki prosessin aikana suoritettavat tehtävät näkyvät kuvauksessa. Lisäksi siitä tulisi käydä ilmi tavaroiden, palveluiden ja tiedon kulku sekä kaikki keskeisesti prosessiin osallistuvat resurssit, kuten koneet ja työntekijät. (Arhomaa ym. 1995, 79-81).

Prosessikuvaukset ovat usein riittäviä toiminnan ohjeistamiseen. Sen tarkempia työohjeita ei periaatteessa tarvita, jos kaikki prosessiin liittyvät työntekijät tietävät, kuinka yksittäiset kaaviossa olevat tehtävät suoritetaan. Dokumentoinnilla voidaan välttää tehokkaasti turhien työohjeiden laatiminen ja uusien työntekijöiden perehdyttäminen työhön helpottuu. (Jokipii & Teräväinen 2000, 54).

Kuvaamisella saavutetaan myös muita etuja. Esimerkiksi tarpeettomia toimintoja voidaan sen avulla karsia, ongelmien havaitseminen helpottuu sekä yrityksen sisäinen työnjako tarkentuu. (Arhoma ym. 1995, 79-81).

5.2 Mittarit ja prosessin parantaminen

Prosessin ohjauksen ja parantamisen avuksi laaditaan mittareita, joiden perusteella prosessia lopulta voidaan arvioida. Hyvän mittarin tulee olla relevantti, eli siitä on oltava hyötyä päätöksenteon kannalta. Mitä relevantimpi mittari on, sitä pienemmät erot mittarin arvoissa voivat vaikuttaa päätöksentekoon. Lisäksi mittarin pitäisi olla tarkka, edullinen, uskottava sekä oikeellinen, eli mittari mittaa kattavasti haluttua asiaa. Mittarin avulla toimintaa ohjataan oikeaan suuntaan. Lisäksi mittarin tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen, jolloin tiedon analysointi on nopeaa ja tarvittavat tiedot on helposti saatavilla. (Arhoma ym. 1995, 84).

Mittarin luotettavuuteen vaikuttavat mittarin ja itse mittaustoimituksen kyky tuottaa täsmällistä tietoa. Mittaustulosten tarkkuutta voidaan parantaa määrittelemällä mittaussäännöt huolellisesti etukäteen sekä mietittävä mitä mitataan ja minkä takia. Näin minimoidaan epämääräisestä ohjeistuksesta johtuvat virheet mittauksissa. Mittaajan henkilökohtaiset ominaisuudet vaikuttavat myös tuloksiin, sillä huolimaton mittaaja ei saa aikaan tarkkoja tuloksia. (Aro & Sivonen 2000).

Suorituskykymittarit prosessissa tarkoittavat tunnuslukuja, joita halutaan mitata ja joiden avulla analysoidaan kyseistä prosessia. Mahdollisia mittareita on useita. Tarkoituksena on parantaa tai uudistaa prosessia yhteen tai useampaan mittariin nähden. Kaksi yleisesti käytettyä mittaria ovat prosessin läpimenoajat sekä kustannukset. Muita hyviä mittareita ovat virheiden määrä, kaikki tehottomuuden merkit, kuten hukka-aika, asiakkaan odotusaika, lisäarvoa tuotava aika jne. Usein edellä mainitut mittarit liittyvät suurempaan kokonaisuuteen. (Roberts 1996).

Prosessin läpimenoajalla tarkoitetaan sitä aikaa, joka kuluu prosessin suorittamiseen alusta loppuun. Tuotanto-olosuhteiden muuttumisen vuoksi keskimääräisten läpimenoaikojen muodostaminen saattaa olla hyödyksi. Lisäksi voi olla tarpeellista pyrkiä pienentämään vaihtelua läpimenoajoissa, sillä se helpottaa tuotannon suunnittelua. Kustannuksia lisäävät kaikki toiminnot, joiden takia prosessiin kuluu enemmän aikaa kuin on välttämätöntä. Läpimenoaikojen lyhentäminen on yksi keskeisimmistä tehostamistoimenpiteistä ja sen avulla voidaan merkittävästi parantaa kustannustehokkuutta. (Roberts 1996, 29-30).



KUVA 3. Seulontatyö käynnissä. (Vesa 2008).

Prosessin parantaminen voi koskea koko prosessia tai vain yhtä työvaihetta. Parantamisella tarkoitetaan esimerkiksi tuotannon pullonkaulojen poistamista, työn tuottavuuden lisäämistä, läpimenoaikojen lyhentämistä tai työvaiheiden yhdistämistä. Parannustoimenpide vaikuttaa monesti useampaan prosessin mittariin positiivisesti. (Arhomaa 1995, 100-101). Prosessin tehokkuuden parantamiseen kaksi yleisintä tapaa ovat ns. jatkuva parantaminen, eli olemassa olevan prosessin asteittainen tehostaminen sekä prosessin täydellinen uudelleensuunnittelu. Prosessin uudistamisen tavoitteena on saavuttaa nopeita ja mittavia tuloksia. Mitä paremmin prosessissa pystytään hyödyntämään resursseja tulosten saavuttamiseksi, sitä tehokkaampi prosessi on. (Roberts 1996, 29-30).

Prosessin tehokkuutta analysoitaessa prosessikartan ja mittareista saatavan tiedon avulla tutkitaan prosessin suorituskykyä sen tämänhetkisessä muodossa. Tiedon pohjalta voidaan pohdita, kuinka paljon prosessia kyetään kehittämään ilman täydellistä uudelleensuunnittelua (Roberts 1996). Prosessin tehostamisen tarvetta tulee analysoida muutenkin kuin mittauksen perusteella, sillä toimintatapoihin tai niiden muutoksiin voi liittyä riskejä, jotka eivät suoraan näy tuloksissa. Toimintaan kohdistuvat riskit liittyvät muun muassa henkilöihin, omaisuuteen tai ympäristöön, joilla on suora vaikutus toiminnan keskeytymiseen. Yksittäisten toimintojen arvioimisen sijasta riskejä tulee analysoida prosessikohtaisesti. Lisäksi kannattaa aina tutkia, kuinka eri prosessit liittyvät toisiinsa ja millaisia vaikutuksia muutostoimenpiteillä niihin on. (Jokipii 2006, 67).

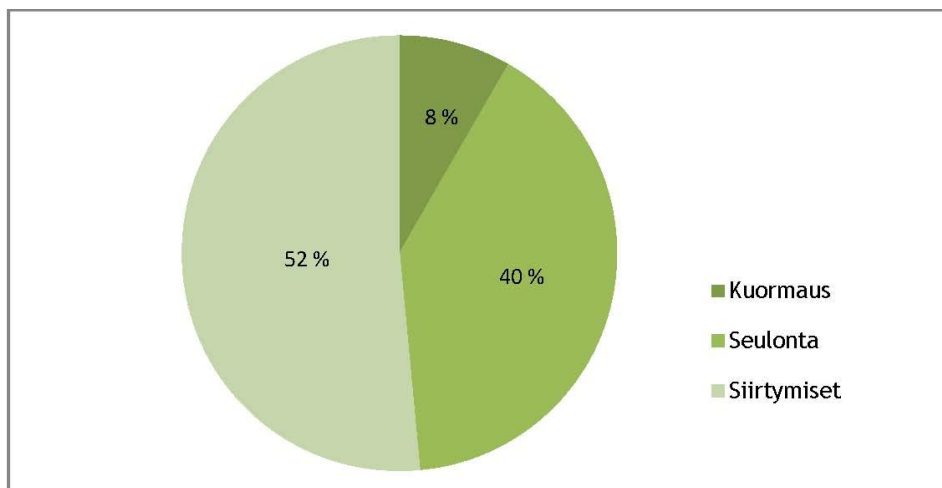
Tähän opinnäytetyöhön tuotantoprosessia ja sen tehokkuutta kuvaaviksi mittareiksi on valittu prosessin läpimenoaika, joka on pilkottu eri toimintojen tasolle. Läpimenoajan avulla voidaan

laskea realistinen tuotantotavoite sekä tulos nykyisen toimintamallilla. Läpimenoaika vaikuttaa suoraan tuotantokustannuksiin, eli sitä parantamalla voidaan saada valmiin multakuution tuotantokustannusta pienemmäksi. Lisäksi voidaan pohtia, minkä vuoksi tuotantotavoitteen ei tällä hetkellä päästä ja mitä toimenpiteitä sen tavoitteeseen pääsemiseksi pystytään tekemään.

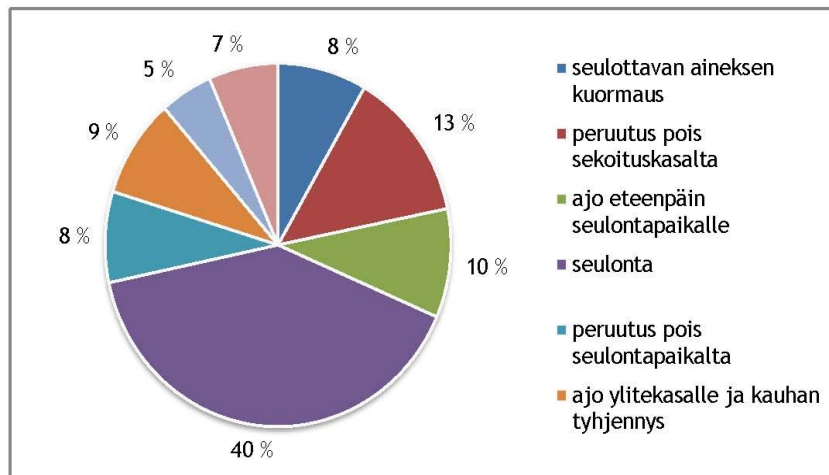
6 MITTAUKSET JA TULOSTEN ANALYYSINTI

Mittaukset on suoritettu Kanta-Hämeessä keväällä ja kesällä vuonna 2008. Mittauksia tehtiin yhteensä kuutena päivänä. Tarkoituksena oli selvittää muun muassa eri työvaiheisiin kuluvat ajat ja niihin vaikuttavat tekijät. Mittaushetkellä sää oli poutainen ja raaka-aineet riittävän kuivia seulonnan onnistumiseksi.

Mittausten perusteella keskimääräisistä työvaiheajoista laskettu kierrosaika oli 1,16 minuuttia. Aika kuvaa sitä, kuinka kauan kestää yhden kauhallisen seulominen. Seulonnassa käytetyn Remu L150-kauhan tilavuus on 1,1 m³ ja seulova pinta-ala 1,0 m². Noin 16,5 m³:n kokoisen peräkärrikuorman täyttämiseen kului keskimäärin 21 seulontakierrosta ja 24,45 minuuttia. Näin ollen yhden valmiin multakuution valmistamiseen kuluu 1,48 minuuttia, ja tunnissa pystytään valmistamaan hyvissä olosuhteissa n. 40,5 m³ valmista multaa. Valmiin tuotteen määrään vaikuttavat raaka-aineen puhtaus, sillä mitä enemmän raaka-aine sisältää esimerkiksi kiviä, puiden oksia tai kantoja, sitä vähemmän seulakauhaan mahtuu varsinaista mullan raaka-ainetta. Kuvioissa 1 ja 2 havainnollistetaan työajan kulumista eri toimintoihin.



KUVIO 1. Työvaiheisiin kuluvat ajat.



KUVIO 2. Työajan jakautuminen eri toimintoihin prosenttiosuuksina kokonaisajasta. Suurin osa ajasta kuluu siirtymisiin multakasojen välillä.

Konekustannuslaskelman mukaan kaivurikuormaajan ja seulakauhan yhteenlaskettu työtunnin hinta on 52,19 € (Liite 1). Valmiin multakuution tuottaminen maksaa noin 1,29 €. Hinta on laskettu konekustannuksen ja seulontatyön läpimenoajan perusteella, eikä se sisällä esimerkiksi raaka-aineita, kuljetuksia tai kasvualustaan mahdollisesti lisättäviä lannoitteita. Konekustannuslaskelmassa oleva vuotuinen käyttö on 150 tuntia ja ajajan palkkavaatimus on laskettu maataloustyöntekijän keskimääräisen palkan mukaan (13 €/h). 150 käyttötuntiin sisältyy seulontatyön lisäksi myös kasvualustan raaka-aineiden siirtelyä sekä seoksen valmistamista. Jos käytännössä tehokas seulontaan käytettävä aika on 80 h, valmista multaa saadaan laskelman mukaan tehtyä 3240 m³ kauden aikana. Varsinainen optimaalinen seulontakausi kestää noin puoli vuotta, huhtikuusta syysateiden alkamiseen saakka. Multaa voidaan seuloa myös talvella, mikäli raaka-aineet ovat kuivia ja ne eivät ole jäässä.

Työ- tai koneketjun käytännön työsaavutus on aina pienempi kuin teoreettinen kapasiteetti. Työkoneesta tai työstä riippuen hyötysuhde voi vaihdella esimerkiksi 55-90 %, kun laskelmissa huomioidaan mm. siirrot ja päivittäishuollot. Lisäksi teoreettista työsaavutusta voivat pienentää erilaiset keskeytykset tai häiriöt, kuten koneen rikkoutuminen, huonosti valitut ajolinjat sekä käännökset. Koneen kapasiteetin hyödyntäminen riippuu tuotantoympäristön olosuhteista, kuten säästä sekä työntekijän ammattitaidosta. (Harmoinen ym. 2008, 47). Jalostusaika, eli aika joka kuluu tuotteen valmistamiseen, sekä tuottamaton aika muodostavat prosessin kokonaisläpimenoajan. Usein läpimenoajasta vain 1-5 % on jalostusaikaa ja loput tuottamattomaa aikaa. (Hannus 1994, 88-89).

Kasvialustan seulomista voidaan tehdä kasvukaudella ajankohtina, jolloin maatilalla ei tapahdu kasvinviljelytoimenpiteitä. Kasvialustan valmistus voi olla hyvä sivutulonlähde. Koska seulonnassa ja raaka-aineiden kuljetuksiin ja siirtämiseen voidaan käyttää osittain maatalouskonekalustoa, koneille saadaan järkevää käyttöä.

6.1 Tehokkuuden parantaminen

Kasvualustan tuotantoprosessia voidaan tehostaa ja työn tuottavuutta parantaa seulontatyön osalta vähentämällä aikaa vieviä työvaiheita, kuten siirtymisiä. Multakasojen järkevällä sijoittelulla toisiinsa nähden on jonkin verran merkitystä, mutta kaivurikuormaajaa käytettäessä siirtymiset ovat välttämättömiä ja käännökset vievät aikaa, kaivurin koosta ja sen vaatimasta kääntösäteestä riippuen. Nämä seikat huomioon ottaen kasoja ei kannata sijoitella liian lähkeäin.

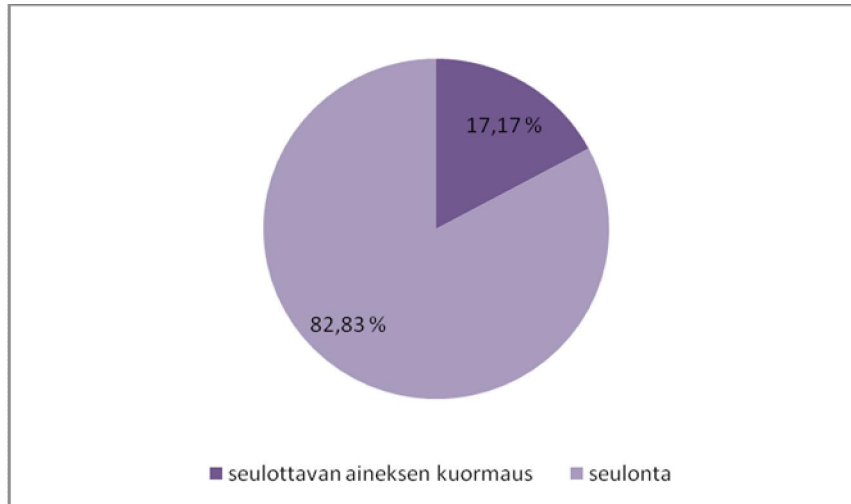
Työvaihe	Aika (s) keskimäärin	Keskihajonta
seulottavan aineksen kuormaus	5,82	1,96
peruutus pois sekoituskasalta	9,4	1,00
ajo eteenpäin seulontapaikalle	6,77	1,39
seulonta	28,07	5,66
peruutus pois seulontapaikalta	5,65	0,69
ajo ylittekasalle ja kauhan tyhjennys	6,17	0,78
peruutus pois ylittekasalta	3,44	0,47
ajo eteenpäin sekoituspaikalle	4,54	0,94
yhteensä (s)	69,86	

TAULUKKO 3. Eri työvaiheisiin kuluva aika sekunteina sekä työvaiheajojen keskihajonta.

Seulonta-ajat vaihtelivat 16,75 ja 40,78 sekunnin välillä. Keskimäärin seulominen kesti 28,07 sekuntia (Taulukko 3). Vaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi raaka-aineen laatu ja sen seassa olevan niin sanotun ylimateriaalin, kuten oksien ja juurien, määrä. Lisäksi, jos seassa on märkää materiaalia, se saattaa jäädä kauhan reunoille kiinni. Tällöin kauhan kapasiteettia ei saada kokonaan käyttöön. Märkiä raaka-aineita ei muutenkaan ole järkevää seuloa, sillä ainekset lajittuvat helposti ja ne läpäisevät seulan hitaasti. Seulonnan tehokkuuteen voidaan vaikuttaa jonkin verran pitämällä seula puhtaana ja välttämällä kostea materiaalia. Lisäksi kannattaa ottaa seulakauha täyteen jo valmiiksi mahdollisimman puhdasta multa-ainesta, jolloin kauhan koko tilavuus ja seulontapinta-ala saadaan tehokkaasti käyttöön. Hienojakoinen materiaali läpäisee seulan hieman nopeammin kuin karkea.

Tehokkuuden parantamiseen voidaan vaikuttaa myös käyttämällä apukonetta, esimerkiksi etukuormaajalla varustettua maataloustraktoria, siirtämään raaka-ainetta seulontakoneen lähelle ja ylitettävä pois. Tällä tavoin voidaan lyhentää siirtymämatkoja tai poistaa ne lähes kokonaan. Tällöin on kuitenkin myös apukone ja sen ajajan palkka otettava huomioon konekustannusten laskennassa (Liite 2).

Jos siirtymiset multakasojen välillä saataisiin kokonaan pois, tehokkuus paranisi huomattavan paljon. Vaikka toista konetta käytettäisiinkin apuna, kaivurikuormaajan kääntelyyn kuluu edelleen välttämättä hieman aikaa, mutta se ei enää vaikuta niin merkittävästi lopputulokseen. Pääpaino on kuormauksella ja seulonnalla (Kuvio 3).



KUVIO 3. Työn tehokkuus paranisi, jos siirtymisiä saataisiin vähennettyä, esimerkiksi apukonetta, tai pyörivää kaivuria käyttämällä.

Apukoneen avulla kierrosaika putoaisi 1,16 minuutista noin 34 sekuntiin. Tämän mukaan laskettuna 16,5 m³:n karryn täyttämiseen kuluisi enää 11,9 minuuttia ja valmiin multakuution aikaansaaminen kestäisi 0,7 minuuttia. Tunnin aikana voitaisiin parhaimmillaan saada valmistettua 85,7 kuutiota multaa, mikä on 45,2 kuutiota enemmän kuin nykyisellä toimintatavalla. 80 tehokkaan työtunnin mukaan laskettuna valmistuisi 6856 m³ kauden aikana. Apukoneen, kaivurin sekä seulakauhan yhteenlaskettu konekustannus olisi 96,4 €/h. Laskelmassa (Liite 2) oletuksena on, että apukoneena käytetään tilalla olemassa olevaa etukuormaintraktoria 70 tuntia seulontatyössä. Lasku sisältää myös apukoneen kuljettajan palkan (13 €/h). Tämän mukaan seulontaprosessin kustannus laskisi 1,29 eurosta 1,12 euroon/m³, eli 17 senttiä kuutiometriltä.

7 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

Investoinnin kannattavuuden laskemiseen on olemassa erilaisia menetelmiä ja parhaan näkemys saamiseksi suositellaan käytettäväksi vähintään kahta eri menetelmää. Tässä yhteydessä menetelminä käytetään investoinnin nykyarvon sekä takaisinmaksuajan menetelmän. Jälkimmäisessä ei ole otettu korkoa lainkaan huomioon. Laskelmien avulla voidaan pohtia, kuinka prosessin tehostaminen vaikuttaa tuottoihin, kustannuksiin ja sitä kautta investoinnin kannattavuuteen. Laskelmissa on käytetty mullan seulonnan urakointihintaa, joka on noin 3 €/m³. Ajatuksena on, että tilalle ostetaan kaivinkone ja sille sopivan kokoinen seulakauha,

mutta apukoneena käytettävä traktori on tilalla ennestään ja sitä käytetään seulontatyössä vuodessa 70 tuntia muiden töiden lisäksi.

7.1 Investoinnin nykyarvo

Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)	37 050,00 €		
Laskentakorkokanta	5 % tai 10 €		
Nettotuotot/vuosi	9720 €		
Jäännösarvo (kaivuri ja seulakauha)	16 672,50 €		
	tulot	Diskonttaustekijä (5 %)	Nykyarvo (€)
1. vuosi	9 720,00 €	0,9524	9257,33
2. vuosi	9 720,00 €	0,907	8816,04
3. vuosi	9 720,00 €	0,8638	8396,14
4. vuosi	9 720,00 €	0,8227	7996,64
5. vuosi	9 720,00 €	0,7835	7615,62
6. vuosi	9 720,00 €	0,7462	7253,06
7. vuosi	26 392,50 €	0,7107	18757,15
Nettotulojen nykyarvo			68 091,98 €
Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)			37 050,00 €
Investoinnin nykyarvo			31 041,98 €
	tulot	Diskonttaustekijä (10 %)	Nykyarvo (€)
1. vuosi	9 720,00 €	0,9091	8836,45
2. vuosi	9 720,00 €	0,8264	8032,61
3. vuosi	9 720,00 €	0,7513	7302,64
4. vuosi	9 720,00 €	0,683	6638,76
5. vuosi	9 720,00 €	0,6209	6035,15
6. vuosi	9 720,00 €	0,5645	5486,94
7. vuosi	26 392,50 €	0,5132	13544,63
Nettotulojen nykyarvo			55 877,18 €
Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)			37 050,00 €
Investoinnin nykyarvo			18 827,18 €

TAULUKKO 4. Investoinnin kannattavuus nykyarvomenetelmällä laskettuna.

Laskelman mukaan investointi on kannattava sekä 5 % että 10 % laskentakorkokannalla. Kaivuri-ormaan ja seulakauhan yhteenlaskettu hankintameno on melko pieni verrattuna vuotui-

siin tuottoihin. Riskinä on kuitenkin se, että kasvualustojen kysyntä joinakin vuosina on arvioitua heikompaa, jolloin tulot laskevat. (Taulukko 4). Jos vuoden aikana saataisiin tuotettua enemmän multaa tuotantoprosessia tehostamalla ja mullalle on kysyntää, vuotuinen tuotto-odotus nousisi 18 000 euroon. Hankintakustannukset pysyvät samana, sillä tilalla on olemassa apukoneeksi soveltuva maataloustraktori. Investoinnin kannattavuus paranisi huomattavasti (Taulukko 5).

Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)	37 050,00 €		
Laskentakorkokanta	5 % tai 10 €		
Nettotuotot/vuosi	20 568,00 €		
Jäännösarvo (kaivuri ja seulakauha)	16 672,50 €		
	tulot	Diskonttaustekijä (5 %)	Nykyarvo (€)
1. vuosi	20 568,00 €	0,9524	19588,96
2. vuosi	20 568,00 €	0,907	18655,18
3. vuosi	20 568,00 €	0,8638	17766,64
4. vuosi	20 568,00 €	0,8227	16921,29
5. vuosi	20 568,00 €	0,7835	16115,03
6. vuosi	20 568,00 €	0,7462	15347,84
7. vuosi	37 240,50 €	0,7107	26466,82
Nettotulojen nykyarvo			130 861,76 €
Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)			37 050,00 €
Investoinnin nykyarvo			93 811,76 €
	tulot	Diskonttaustekijä (10 %)	Nykyarvo (€)
1. vuosi	20 568,00 €	0,9091	18698,37
2. vuosi	20 568,00 €	0,8264	16997,40
3. vuosi	20 568,00 €	0,7513	15452,74
4. vuosi	20 568,00 €	0,683	14047,94
5. vuosi	20 568,00 €	0,6209	12770,67
6. vuosi	20 568,00 €	0,5645	11610,64
7. vuosi	37 240,50 €	0,5132	19111,82
Nettotulojen nykyarvo			108 689,58 €
Hankintakustannukset (kaivuri ja seulakauha)			37 050,00 €
Investoinnin nykyarvo			71 639,58 €

TAULUKKO 5. Investoinnin kannattavuus, kun käytetään apukonetta seulontaprosessissa.

7.2 Koroton takaisinmaksuajan menetelmä

Hyvä investointi maksaa itsensä nopeasti takaisin. Takaisinmaksuajalla tarkoitetaan sitä ajanjaksoa, jonka kuluessa investoinnista saatavat tuotot kattavat hankintakustannukset. Koroton takaisinmaksuaika on investoinnin kannattavuuden arvioinnissa hyvin yksinkertainen menetelmä. Vaikka korkoa ei oteta huomioon, menetelmä ottaa kannattavuuden lisäksi huomioon riskin, joka liittyy odotusajan pidentymiseen. (Jokipii 2006, 44).

Takaisinmaksuajan mukaan laskettuna tuotantoprosessia parantamalla takaisinmaksuaika puoliintuisi. Nykyisellä tuotannolla se on 3,8 vuotta ja apukoneen kanssa 1,8 vuotta. Hankintakustannukset ja nettotulot ovat samat kuin nykyarvolaskelmissa (Taulukot 4 ja 5).

Molempien menetelmien perusteella investointi on jo nykyisellä tuotannolla kannattava, jos nettotulot lasketaan tuotetun multamäärän sekä urakointihinnan mukaan. Nettotulot luonnollisesti kasvavat, jos multaa pystytäänkin tuottamaan enemmän lyhyemmässä ajassa.

8 YHTEENVETO

Laskelmat todistavat sen, että pienilläkin muutoksilla tuotantoprosessissa on vaikutusta kannattavuuteen. Maatilamittakaavaisen kasvualustatuotannon kannattavuuden arvioimisen tukena olisi kuitenkin hyvä käyttää katetuottolaskelmaa, jossa otetaan huomioon konekustannusten lisäksi myös muita tuotantokustannuksia, kuten raaka-aineet ja niiden kuljetus sekä kasvualustaraaka-aineiden sekoittamiseen kuluva aika. Prosessi tehostuu muutoksien ansiosta kahdella tavalla. Ensin tuotantokustannus per tuotettu multakuutio laskee konekustannusten osalta ja toiseksi tuotantoa pystytään lisäämään ja lyhyemmässä ajassa voidaan tuottaa enemmän multaa kuin aikaisemmin, mikä lisää tuottoja. Lisäksi työhön osallistuvien henkilöiden palkkavaatimukset vaikuttavat kustannuksiin. Mullan seulonta saattaa olla hyvä vaihtoehto maatilalan sivuelinkeinoksi, jos lähialueella on mullalle kysyntää. Apukoneena seulonnassa ja maa-aineksen kuljettamiseen voidaan käyttää tilalla jo olemassa olevia koneita.

Ongelmana saattaa olla osaavan työntekijän saaminen apukonetta kuljettamaan. Apukonetta ja työntekijän työaikaa voitaisiin tarvittaessa käyttää myös maa-ainesten sekoittamiseen. Työntekijän on kuitenkin oltava selvillä tuotantoprosessin kulusta sekä raaka-aineiden sekoittamiseen liittyvistä seikoista, kuten oikeasta seossuhteesta ja käytettävissä olevista maala-jeista. Muuten virheet ovat mahdollisia ja kasvualustan laatu saattaa kärsiä. Tällöin myös tuotantoprosessi hidastuu virheiden ja mahdollisen uudelleen tekemisen vuoksi. Tuotannon kannattavuus riippuu pitkälti vallitsevasta markkinatilanteesta. Lisäksi kannattavuuslaskennassa on otettava huomioon maa-ainesten saatavuus ja hinta. Edullisin vaihtoehto olisi, jos tila saisi

kasvualustan raaka-aineeksi sopivaa maa-ainesta omilta mailta, eikä sitä tarvitsisi hankkia tilan ulkopuolelta. Tämä on kuitenkin melko harvinaista. Ainakin kalkki ja kivennäisaines, kuten seulontahiekka on ostettava muualta.

9 OMAN TYÖN JA OPPIMISEN ARVIOINTI

Kokonaisuudessaan opinnäytetyö on ollut pitkä projekti, sillä se alkoi marraskuussa 2007 pidetystä suunnitelmaseminaarista. Aihe oli selvillä jo aikaisemmin kesällä, mutta se vaati kypsyttelyä. Sääolosuhteiden vuoksi mittaukset, eli työvaiheiden kellotukset päästiin aloittamaan huhtikuun lopussa 2008 seulontakauden alkaessa ja niitä tehtiin yhteensä kuutena eri päivänä kesän aikana. Jotta seulominen olisi mahdollista, käytettävien maa-ainesten on oltava sulia ja kuivia. Tuotantoprosessista muodostui erittäin hyvä käsitys ja prosessikaavio oli helppo piirtää. Mittausten aikana oli helppo havainnoida prosessin ongelmakohtia.

Opinnäytetyön aihe on mielestäni haastava, mutta mielenkiintoinen ja tällä hetkellä myös erittäin ajankohtainen, sillä prosessiajatteluun maatalan johtamisessa sekä työn tehostamiseen on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota. Prosessikuvaukset liittyvät olennaisena osana esimerkiksi laatuajatteluun. Omat oppimistavoitteeni esimerkiksi oman prosessiajattelun kehittämisen kannalta ovat toteutuneet hyvin. Lisäksi olen oppinut paljon, siitä kuinka kasvualustoja valmistetaan ja miten niiden laatuun voidaan vaikuttaa. Opinnäytetyöprosessin kuluessa työn alkuperäinen idea sekä tavoitteet ovat hieman muuttuneet ja tutkimusongelma yksinkertaistunut. Työn tavoitteet eivät olleet itselleni täysin selviä heti alusta asti, mikä vaikeutti työn tekemistä. Lisäksi suoraan aiheeseen liittyvää lähdemateriaalia oli niukasti saatavilla.

Työn edetessä olen huomannut monia asioita, jotka olisin voinut tehdä toisin. Työstä olisi saanut perusteellisemmän ja vieläkin mielenkiintoisemmän jos mittauksia ja laskelmia olisi voinut tehdä myös muista tuotantovaihtoehdoista. Nyt mittaukset keskittyivät vain työn toimeksiantajan nykyiseen tuotantoon. Toisaalta käytettävissä olleet aikaresurssit niin oman kuin tilankin osalta vaikuttivat mm. mittauskertojen lukumäärään sekä mittausten suorittamiseen. Toisaalta niistä saatiin riittävästi tietoa laskelmien pohjaksi sekä pohdinnan tueksi.

Mittaaminen, eli työvaiheiden kellottaminen oli oletettua haastavampaa. Kellottamisessa tuli olla tarkka, jotta tulokset olisivat luotettavia ja useita mittauskertoja tarvittiin päätelmien tekemiseksi. Eri maa-ainesosojen siirtyminen seulontatyön ja seulontakauden edetessä vaikeutti jonkin verran mittauksia. Tämän vuoksi esimerkiksi ajolinjojen ja kasojen välisten etäisyyksien mittaaminen osoittautui hankalaksi. Lisäksi kellottamista hankaloitti se, että raaka-aineita jouduttiin sekoittelemaan työvaiheiden välissä ja ulkopuolisena tarkkailijana kaivurin

liikkeitä oli hankala arvioida. Mittausten paremmalla suunnittelulla olisi varmasti saatu aikaan nykyistä parempia tuloksia ja saatu työstä laajempi.

LÄHTEET

Kirjallisuus

- Arhoma, S. Järvelin, K., Kvist, H., Räikkönen, J. 1995. Asiakasprosessit. Jyväskylä: Gummerus.
- Aro P. & Arhonen S. 2000. Mittarit kuntoon - Mittaaminen ja mittarit ohjauksen ja kehittämisen apuna. Helsinki: Vanhustyön keskusliitto.
- Hannus, J. 1994. Prosessijohtaminen. Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. 6. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Sirviö, J. (toim.). 2004. Viheralueiden kasvualustat. Helsinki: Viherympäristöliitto ry
- Harmoinen, T., Rikkinen, P. & Teräväinen H. (toim.). 2008. Maatilayrityksen menestystekijät. Porvoo: WS Bookwell Oy
- Jokipii, P. & Teräväinen H. (toim.) 2000. Laatu työllä tuloksiin. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy
- Jokipii, P. 2006. Maatilayrityksen kilpailukyky. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Koivunen, T. (toim.). 2006. Suomalainen Viherpiha. 3. painos. Jyväskylä: Gummerus Kustannus Oy
- Roberts, L. 1996. Prosessireengineering. Helsinki: Oy Rastor Ab
- Sairanen I. Maa-aineksen jalostaminen onnistuu traktorilla. Koneviesti 5/2007. (lehti-artikkeli)

Internet

- Pentti S. Seulamurskain traktoriin - traktorille uusi käyttötarkoitus. Urakointiuutiset 2008. http://www.autokanta.com/urakointi_uutiset/tekniikka_ja_koeajot/traktorit/?x136437=225927 (luettu 28.4.2009) [www-dokumentti]
- <http://www.remu.fi> (luettu 5.2.2009)[www-dokumentti]
- <http://www.allu.fi> (luettu 5.2.2009) [www-dokumentti]

LIITTEET

Liite 1 Konekustannuslaskelma: Remu L150-Seulakauha ja kaivurikuormaaja

Liite 2 Konekustannuslaskelma: Etukuormaintraktori

Liite 3 Prosessikaavio

KONEKUSTANNUSLASKELMA

Liite 1

REMU L150-SEULAKAUHA

Veroton hankintahinta (€)	13 650	
Käyttöaika (v)	7	
Jäännösarvo (€)	6142,5	45 % hankintahinnasta
Vuotuinen käyttö (h)	150	
Peruskustannukset/vuosi		
Poisto	1072,5	(hankintahinta-jäännösarvo)/käyttöaika
Korko (5 %)	494,81	0,05*(hankintahinta+jäännösarvo/2)
Peruskustannus vuodessa yht. (€)	1567,31	
Peruskustannus/käyttötunti (€)	10,45	

KAIVURIKUORMAAJA

Veroton hankintahinta (€)	23 400	
Käyttöaika (v)	7	
Jäännösarvo (€)	10 530	45 % hankintahinnasta
Vuotuinen käyttö (h)	150	
Peruskustannukset/vuosi		
Poisto	1838,57	(hankintahinta-jäännösarvo)/käyttöaika
Korko	848,25	0,05*(hankintahinta+jäännösarvo)/2
Kunnossapito	315,9	3 % jälleenhankinta-arvosta
Säilytys	246,6	0,090*(20m ² *137m ²)
Vakuutukset	21,06	0,2 % jälleenhankinta-arvosta
Peruskustannus vuodessa yht. (€)	3270,38	
Peruskustannus/käyttötunti (€)	21,80	
Käyttökustannukset/vuosi		
Polttoaine (€)	1017	(kulutus 11,3 l/h, polttoaineen hinta 0,60 €/l)
Voiteluaine (€)	24	(0,16 €/h)
Ajajan palkka	1950	(13 €/h)
Käyttökustannus vuodessa yht. (€)	2991	
Käyttökustannus/käyttötunti (€)	19,94	
Työtunnin hinta (kaivuri ja kauha)	52,19 €	
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ/VUOSI	7 828,69 €	

Liite 2

KONEKUSTANNUSLASKELMA ETUKUORMAINTRAKTORI		Oletuksena että traktori seulontakäytössä 70 h
Veroton hankintahinta (€)	92 000	
Käyttöaika (v)	7	
Jäännösarvo (€)	41 400	45 % hankintahinnasta
Vuotuinen käyttö (h)	500	
Peruskustannukset/vuosi		
Poisto	7 229	(hankintahinta-jäännösarvo)/käyttöaika
Korko	3335	0,05*(hankintahinta+jäännösarvo)/2
Kunnossapito	1242	3 % jälleenhankinta-arvosta
Säilytys	246,6	0,090*(20m ² *137m ²)
Vakuutukset	82,8	0,2 % jälleenhankinta-arvosta
Peruskustannus vuodessa yht. (€)	12 135	
Peruskustannus/käyttötunti (€)	24,27	
Käyttökustannukset/vuosi		
Polttoaine (€)	474,6	(kulutus 11,3 l/h, polttoaineen hinta 0,60 €/l)
Voiteluaine (€)	11,2	(0,16 €/h)
Ajajan palkka	910	(13 €/h) jos tekee 70 h seulontatöitä
Käyttökustannus vuodessa yht. (€)	1395,8	
Käyttökustannus/käyttötunti (€)	19,94	
Työtunnin hinta	44,21	
KUSTANNUKSET YHTEENSÄ/VUOSI 13 530,80 €		

PROSESSIKAAVIO

Liite 3

