
**METSÄTEOLLISUUDEN SIVUVIRROISTA
VALMISTETTAVIEN LANNOITETUOTTEIDEN
MARKKINAT**



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Biotalousliiketoiminnan kehittäminen

Visamäki, syksy 2017

Olli Lehtovaara

VISAMÄKI

Biotalouden liiketoiminnan kehittäminen

Tekijä	Olli Lehtovaara	Vuosi 2017
Työn nimi	Metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden markkinat	
Työn ohjaaja	Antti Peltola	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoite oli selvittää metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden markkinoita. Tutkimus suoritettiin kvalitatiivisena tutkimuksena ja tutkimusmenetelmänä käytettiin haastattelututkimusta. Metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavia lannoitetuotteita on jo saatavissa ja sellaisia on myös tuotekehityksen eri vaiheissa. Näiden tuotteiden valmistamista on selvitetty useissa tutkimuksissa ja kehityshankkeissa 1980-luvulta lähtien, mutta niiden markkinoista ei kuitenkaan ole julkaistu tutkimuksia.

Metsäteollisuus tuottaa päätuotteidensa ohessa useita erilaisia niin sanottuja sivuvirtoja. Jos nämä sivuvirrat hylätään käytöstä ne ovat jätteitä, joiden käsittelystä aiheutuu merkittäviä taloudellisia kuluja ja päästöjä ympäristöön. Sivuvirtoja voidaan kuitenkin käsitellä, jalostaa ja varastoida siten, että niistä voidaan valmistaa kaupallisia tuotteita. Sivuvirtojen taloudellinen potentiaali on tärkeää tunnistaa ja löytää niille hyödyllistä ja taloudellisesti kannattavaa käyttöä. Yksi lupaava käyttökohde on lannoitevalmisteiden valmistus ja tämä tutkimus tehtiin tarpeesta selvittää metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitevalmisteiden kannattavuutta. Työn toimeksiantaja on Metsä Fibre Oy.

Työn tuloksena selvisi, että markkinoilla on kysyntää metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettaville lannoitevalmisteille ja sellaisten raaka-aineille. Lannoitevalmisteita voi valmistaa monista ensimateriaaleista tai muiden toimialojen sivuvirroista, mutta useilla metsäteollisuuden sivuvirroilla on ominaisuuksia, joiden vuoksi ne ovat kysytyjä. Taloudellinen kannattavuus on arvoketjun portaasta riippuen monitahoinen kysymys, eikä sivuvirrasta valmistettavan lannoitetuotteen tai sellaisen raaka-aineen kannattavuudesta ole mahdollista muodostaa yksiselitteistä lopputulosta.

Avainsanat Jätteet, lannoitteet, markkinatutkimus, metsäteollisuus, sivutuotteet, sivuvirrat

Sivut 59 s. + liitteet 2 s.

VISAMÄKI

Bioeconomy Business Development

Author	Olli Lehtovaara	Year 2017
Subject of Master's thesis	Market for fertilizers from Forest Industry sidestreams	
Supervisor	Antti Peltola	

ABSTRACT

The aim of this study was to the markets of forest industry sidestreams as fertilizer products. The study was carried out as a qualitative study with interviews. Fertilizer products produced from forest industry sidestreams are already available on the market ja such products are in product development phases. The production of said products has been studied widely since the 1980's, but articles have not been published regarding their markets.

In addition to its main products the Forest industry produces several so called sidestreams. If they are discarded they are considered waste and generate handling fees and environmental loading. However sidestreams can be handled, upcycled and utilized to produce products. It is therefore important to acknowledge the financial potential of sidestreams and develop ways to utilize them profitably. One promising use for sidestreams is fertilizer products and this study answers to the question of their profitability. The study was commissioned by Metsä Fibre Oy.

The study showed that there is demand for fertilizer products from forest industry sidestreams and their raw materials. Fertilizer products can naturally be produced from other materials, but forest industry sidestreams have certain qualities that generate demand for them. Financial profitability is a multifaceted issue depending on the level of the value chain. Thus there is no straightforward answer to the profitability of a fertilizer product or a material that is used to produce them.

Keywords Forest industry, fertilisers, market research, by-products, sidestreams, wastes

Pages 59 p. + appendices 2 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	2
2.1.	Tutkimuskysymykset	2
2.2.	Rajaus.....	2
3	TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	3
3.1.	Sivuvirtojen käytön toimintaympäristö.....	3
3.2.	Lannoitteet ja lannoitetuotteet.....	4
3.2.1.	Lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö	5
3.2.2.	Lannoituksen ja maanparannuksen tarve maataloudessa	7
3.2.3.	Lannoituksen tarve metsätaloudessa	7
3.2.4.	Lannoitetuotteiden markkina.....	8
3.2.5.	Ravinteiden hinnat.....	9
3.2.6.	Lannoitevalmisteiden lainsäädännön näkymät tulevaisuudessa.....	13
3.3.	Metsäteollisuus ja sen sivuvirrat	13
3.3.1.	Metsäteollisuus toimialana	13
3.3.2.	Metsäteollisuuden tuotteet ja sivuvirrat.....	14
3.3.3.	Puunhankinnan sivuvirrat.....	18
3.3.4.	Puun kuori	18
3.3.5.	Lietteet.....	19
3.3.6.	Tuhka biomassan polttamisesta.....	20
3.3.7.	Kalkki	21
3.3.8.	Soodakattilan lentotuhka (gläubersuola)	22
3.3.9.	Viherlipesäkkeet	23
3.3.10.	Muut sivuvirrat	23
3.4.	Sivuvirtojen käyttö lannoitteeksi.....	24
3.4.1.	Sivuvirtojen prosessointi	24
3.4.2.	Epäpuhtaudet	25
4	TUTKIMUKSEN AINEISTOT JA MENETELMÄT	27
4.1.	Menetelmät.....	27
4.2.	Tutkimuksen toteutus ja aineisto.....	28
5	TULOKSET	31
5.1.	Tulokset kysymyksittäin	31
5.1.1.	Haastateltujen tiedot	31
5.1.2.	Yritysten tiedot	31
5.1.3.	Yritysten tuotteet	32
5.1.4.	Yritysten raaka-aineet.....	34
5.1.5.	Kokemuksia uusioraaka-aineista.....	35
5.1.6.	Uusiomateriaalien vaikutus markkinoihin.....	38
5.1.7.	Hinnat ja kustannukset	40
5.1.8.	Lannoitetuotteen taloudellinen kannattavuus	42
5.1.9.	Lannoitetuotteen raaka-aineen taloudellinen kannattavuus.....	43
5.1.10.	Tulevaisuus.....	44

5.2. Yhteenveto	45
5.3. Tulosten validiteetti ja reliabiliteetti	46
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	48
6.1. Lannoitetuotteen taloudellinen kannattavuus	48
6.2. Lannoitetuotteen raaka-aineen taloudellinen kannattavuus	49
6.3. Markkinatilanteen ja kysynnän tulevaisuudennäkymät	50
7 POHDINTA.....	51
7.1. Kannattavuus.....	51
7.2. Investoinnit.....	52
7.3. Lainsäädäntö.....	52
7.4. Ravinteiden omavaraisuus ja ilmastonmuutos	53
7.5. Tarpeet jatkotutkimukselle.....	53
LÄHTEET	54
HAASTATTELUT	59
LIITTEET	
Liite 1	Teemahaastattelun aihealueet
Liite 2	Esimerkki kustannusten ja myyntihinnan laskurista

Sanasto

CE-merkintä	Tuottaja osoittaa CE-merkillä tuotteen täyttävän sitä koskevien EU direktiivien vaatimukset. CE-merkintä koskee useita eri tuoteryhmiä ja on joissakin tuoteryhmissä pakollinen. Merkintä on tarkoitettu helpottamaan tuotteiden vapaata kauppaa Euroopan sisämarkkinoilla. Suomessa CE-merkinnästä säädetään Kuluttajaturvallisuuslaissa 920/2011.
EVIRA	Suomen elintarviketurvallisuusvirasto
Jäte	Jätedirektiivin 2008/98/EY artiklan 3.1 ja Jätelain 646/2011 5§ mukaan aine tai esine on jätettä jos se on poistettu käytöstä.
Jätedirektiivi	Direktiivi jätteistä 2008/98/EY
Jätelaki	Jätelaki 646/2011
Kemera-tuki	Kestävän metsänhoidon tuki on tarkoitettu yksityisten metsänomistajien metsänhoidon tukemiseen. Säädetty laissa kestävän metsänhoidon rahoituksesta.
Lannoitevalmistelaki	Lannoitevalmistelaki 539/2006
Lannoiteasetus	MMM asetus lannoitevalmisteista 24/2011
Markkinatutkimus	Asiakkaista liiketoimintaa varten tehtävä tutkimus.
Porttimaksu	Vastaanottomaksu materiaalin käsittelystä. Materiaalin jalostajalle ostohinnan vastakohta tai sen tuottajalle myyntihinnan vastakohta.
Sivutuote	Jätedirektiivin (artikla 5.1) ja Jätelain (5§) mukaan aine ei ole jäte vaan sivutuote, jos se täyttää asetetut kriteerit.
Sivuvirta	Yleiskäsite, joka tarkoittaa erilaisia päätuotteen lisäksi syntyviä materiaaleja.

1 JOHDANTO

Metsäteollisuus kokonaisuutena teollisuudenalana sisältää pitkän arvoketjun, jossa useat eri toimijat tuottavat tärkeimpinä tuotteinaan sellua, paperia, kartonkia ja sahattua puutavaraa. Edellä mainittuja pidetään yleisesti metsäteollisuuden päätuotteina. Päätuotteiden tuotannon yhteydessä syntyy olennaisena osana myös erilaisia sivuvirtoja, joista osa on tuotteita, osa sivutuotteita, osa tähteitä ja osa jätteitä. Tuote, sivutuote, tähte ja jäte ovat EU-direktiiveissä ja kansallisessa lainsäädännössä määriteltyjä termejä. Määritelmät eivät kuitenkaan ole yhteneviä eri lakitekstien kesken ja yleisessä keskustelussa ne sekoittuvat hyvin helposti. Näin ollen tässä opinnäytetyössä päätuotteiden ohessa syntyvistä materiaaleista käytetään yleistä termiä ”sivuvirta”, koska se ei ole virallisesti määritelty termi. Tämä työ keskittyy sivuvirtojen kannattavuuteen lannoitevalmistena, joten määritelmässä tukeudutaan pääasiassa lannoitevalmistelakiin.

Sivuvirtoihin liittyvä sääntely ja laillinen status sekä samalla niiden taloudellinen arvo ovat muuttuneet useasti aikojen kuluessa. Esimerkiksi puun kuorta sijoitettiin vielä 1980-luvulla yleisesti kaatopaikkoihin, mutta nykyisin siitä on tullut yksi Suomen tärkeimmistä biopolttoaineista. Tällä hetkellä metsäteollisuudessa pyritäänkin yhä korkeampaan resurssitehokkuuteen sekä taloudellisista syistä, että lainsäädännön ohjaamana. Tämä kehitys realisoituu esimerkiksi kehittämällä tuotannon sivuvirtojen hyödyntämistä, jolloin tuotantoprosessien tuottaman matala arvoisen jätteen määrä vähenee ja korkeampi-arvoisten tuotteiden osuus kasvaa.

Metsäteollisuuden sivuvirroilla voidaan korvata osittain tai kokonaan lannoitevalmisteen raaka-aineita, jotka ovat usein neitseellisiä tai fossiilisia. Tästä koituu lannoitetuotteen valmistajalle kilpailuetua mahdollisesti halvempaa raaka-ainekustannuksena tai hyötynä erilaisissa tuotteen kestävyyttä kuvaavissa jalanjälkilaskennoissa. Kuluttajien kiinnostus kiertotaloutta kohtaan on myös nouseva trendi, joten sivuvirtojen hyödyntäminen voi tuoda tuotteelle myös imagollista kilpailuetua tai täyttää jonkin kierrätysraaka-aineisiin liittyvän kriteerin. Loppukäyttäjää sivuvirtojen hyödyntäminen voi hyödyttää valinnanvaran lisääntymisenä, pienemmän jalanjäljen aiheuttavana tuotteena ja mahdollisesti halvempaa lopputuotteen hintana. Toisen tuotantoprosessin sivuvirtana syntyvän raaka-aineen käyttäminen parantaa myös molempien tuotantoketjujen resurssitehokkuutta.

Edellä kuvatuista syistä johtuen nähtiin tarpeelliseksi tehdä selvitys metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden markkinoista. Tämä selvitys tehtiin osana kirjoittajan ylemmän amk-tutkinnon opintoja.

2 TAVOITE JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

2.1. Tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tavoite on selvittää metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden markkinoita. Näitä tuotteita on jo saatavissa ja sellaisia on myös tuotekehityksen eri vaiheissa. Näiden tuotteiden valmistamista on selvitetty useissa tutkimuksissa ja kehityshankkeissa 1980-luvulta lähtien. Niiden markkinoista ei kuitenkaan ole julkaistu tutkimuksia.

Tässä opinnäytetyössä selvitetään millaisia markkinamekanismeja lannoitetuotteisiin liittyy sekä markkinoiden kehitystilanne ja vastaanottavuus edellä kuvatuille tuotteille ja raaka-aineille. Tämän perusteella pyritään perusteltuun johtopäätökseen metsäteollisuuden sivuvirtoina syntyvien lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden markkinoista ja taloudellisesta kannattavuudesta.

Opinnäytetyön tavoite pyritään saavuttamaan tutkimuskysymysten avulla. Tutkimuskysymykset ovat:

1. Onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuote taloudellisesti kannattava?
2. Onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuotteen raaka-aine taloudellisesti kannattava?
3. Onko markkinoilla tunnistamatonta kysyntää metsäteollisuuden sivuvirroille?

2.2. Rajaus

Työ on rajattu Suomen metsäteollisuuteen ja sen sivuvirtoihin nykypäivänä. Työssä ei siis käsitellä esimerkiksi suomalaisten metsäteollisuusyritysten toimintaa Etelä-Amerikassa tai muissa maanosissa. Nykyisin Suomessa toimivat sellutehtaat käyttävät sulfaattimenetelmää ja tästä syystä sulfiittimenetelmän sivuvirrat on myös rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Alueellinen ja teknologinen rajaus vaikuttaa merkittävästi sekä metsäteollisuuden käyttämään puuraaka-aineeseen ja siten tuotannon sivuvirtojen laatuun että maatalouden viitekehukseen.

3 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

3.1. Sivuvirtojen käytön toimintaympäristö

Sivuvirtojen käytön kehittämisen viitekehyksessä suurimmat paineet aiheutuvat sivuvirtojen tuottajien paineesta parantaa omaa materiaalitehokkuuttaan ja tuottaa korkean lisäarvon tuotteita ja samanaikaisesta markkinoiden tarpeesta löytää uusia tehokkaita ja kustannuksiltaan edullisia tuotteita. Näiden markkinoita ohjaavien tarpeiden eli trendien yhtenä seurauksena on lannoitevalmisteiden tuotanto alkanut suuntautua yhä enemmän niin sanotun kiertotalouden suuntaan. Kiertotalous on Sitran (2017) mukaan ”talouden uusi malli, jossa materiaalit ja arvo kiertävät ja tuotteille luodaan lisäarvoa palveluilla ja älykkyydellä”. Sivuvirran tuottajalle sen kehittäminen lopulliseksi tuotteeksi ei yleensä ole päätoimialaa, mutta vastaavista raaka-aineista tuotteita jo aiemmin valmistaneelle yritykselle sivuvirta voi soveltua käyttöön hyvinkin helposti. Näin toiselle tarpeeton materiaali kiertää arvoketjussa seuraavalle, jolloin materiaalille syntyy lisäarvoa.

Kestävä kehitys on terminä hyvin monitahoinen (Suomen YK-liitto 2017), mutta se voidaan tässä yhteydessä tulkita tarkoittamaan maanviljelyn tai metsähoidon kestävyyttä. Ollakseen kestävää maatalouden tai metsätalouden pitää pystyä tuottamaan arvoa kuluttamatta liikaa raaka-aineita, tässä tapauksessa viljelypanoksia. Kestävän kehityksen periaatetta noudatettaessa maan viljely ei kuluta maaperää liikaa, mihin orgaaniset lannoitevalmisteet antavat hyvän mahdollisuuden.

Toinen vähemmän julkisessa keskustelussa ollut keskeisesti lannoitteiden valmistamiseen liittyvä näkökulma on lannoitteiden omavaraisuus Suomessa ja Euroopassa. Partion (2013, 27) mukaan omavaraisuus kertoo lannoitteiden kansainvälisen kaupan suunnasta, missä Eurooppa on muihin maanosiin verrattuna hyvässä asemassa. Henkilön C mukaan (Henkilö C 2016) Suomi on pääravinteiden osalta riippuvainen venäläisestä typestä ja norjalaisesta fosforista. Laskelmien mukaan maatalouden päästöistä olisi teoriassa mahdollista ottaa talteen tuontiravinteita vastaava määrä typpeä ja fosforia, mikä tekisi Suomesta käytännössä omavaraisen näiden pääravinteiden osalta.

Myös EU:ssa on havahduttu omavaraisuuskysymykseen ja se onkin noussut yhdeksi näkökulmaksi esimerkiksi EU:n lannoiteasetuksen päivityksen valmistelussa (Joint Research Centre 2016, 5 ja 79). Vaikka Suomessa ei ole nähtävissä varsinaisen nälänhädän riskiä, on ruokaturva eli ruoan riittävyys Suomessakin sidoksissa lannoitteiden saatavuuteen. Globaalissa mittakaavassa on selvää, että maailman väestöä ei voida ruokkia ilman lannoitteita ja Partion (2013, 32) mielestä onkin selvää, että lannoitteilla on tärkeä rooli maailman ruokaturvassa.

3.2. Lannoitteet ja lannoitetuotteet

Nykyisessä suomalaisessa lainsäädännössä lannoitevalmisteella tarkoitetaan lannoitteita, kalkitusaineita, maanparannusaineita, kasvuvalustoja, mikrobivalmisteita sekä lannoitevalmisteina sellaisenaan käytettäviä sivutuotteita (Lannoitevalmistelaki 539/2006 §4). Lannoitevalmisteet on Suomessa jaettu tyyppeihin ja edelleen tyyppinimiryhmiin ja tyyppinimiin (Evira 2011). Tyyppejä ovat Maa- ja Metsätalousministeriön asetuksen lannoitevalmisteista (24/2011) mukaan lannoitteet, kalkitusaineet, maanparannusaineet, mikrobivalmisteet ja kasvuvalustat. Tyypit jaetaan edelleen alaluokkiin ja ne on esitetty taulukossa 1.

Metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden markkinat

Taulukko 1. Lannoitteiden tyypit (MMM asetus lannoitevalmisteista 24/11)

1 Lannoitteet	1A Epäorgaaniset lannoitteet	1A1 Epäorgaaniset yksiravinteiset pääravinnelannoitteet
		1A2 Epäorgaaniset moniravinteiset pääravinnelannoitteet
		1A3 Epäorgaaniset sivuravinnelannoitteet
		1A4 Epäorgaaniset hivenravinnelannoitteet
		1A5 Epäorgaaniset lannoitteet, joiden teho perustuu pääosin muihin vaikutuksiin kuin kasviravinteisiin
		1A6 Epäorgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
		1A7 Tuhkalannoitteet
	1B Orgaaniset lannoitteet	1B1 Orgaaniset eläinperäiset lannoitteet
		1B2 Orgaaniset ei eläinperäiset lannoitteet
		1B3 Orgaaniset lannoitteet, joiden teho perustuu pääosin muihin vaikutuksiin kuin kasviravinteisiin
		1B4 Orgaanisina lannoitteina sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
	1C Orgaaniset kivennäis-lannoitteet	1C1 Orgaaniset moniravinteiset kivennäislannoitteet
		1C2 Epäorgaaniset orgaanista ainetta sisältävät moniravinnelannoitteet
		1C3 Kalkitsevat orgaaniset kivennäislannoitteet
2 Kalkitusaineet		2A1 Kalkkikivet ja muut kalkitusaineet
		2A2 Sellaisenaan kalkitusaineena käytettävät sivutuotteet
3 Maan-parannusaineet		3A1 Maanparannusturpeet
		3A2 Orgaaniset maanparannusaineet
		3A3 Maan rakennetta parantavat aineet
		3A4 Biologista aktiivisuutta lisäävät aineet
		3A5 Maanparannusaineena sellaisenaan käytettävät sivutuotteet
4 Mikrobivalmisteet		
5 Kasvualustat		5A1 Turpeet
		5A2 Seosmullat
		5A3 Muut kasvualustat

Metsäteollisuuden sivuvirtojen kannalta tärkeimmät tyyppinimiryhmät ovat 1A epäorgaaniset lannoitteet, 2 kalkitusaineet, 3 maanparannusaineet ja 5 kasvualustat (Apila Group 2013b, 8).

3.2.1. Lannoitevalmisteita koskeva lainsäädäntö

Lannoitevalmisteita säädellään EU-tasolla ja niitä koskee lukuisa määrä asetuksia, joista tärkeimmät ovat:

- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus lannoitteista 2003/2003

- Asetus muiden kuin ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläimistä saatavien sivutuotteiden ja niistä johdettujen tuotteiden terveystähtöistä 1069/2009
- Asetus kasvinsuojeluaineiden markkinoille saattamisesta 1107/2009.

EU asetukset on implementoitu suomalaiseen lainsäädäntöön lannoitevalmistelaisissa 539/2006 ja edelleen tarkemmin Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista 24/2011 sekä kansallisessa lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelossa. Nykyinen lainsäädäntö perustuu tyyppinimiin, joiden mukaan lannoitevalmisteet luokitellaan. Tyyppinimi kattaa erilaisia tuotteita kunhan ne täyttävät tyyppinimelle annetut kriteerit.

Maa- ja metsätalousministeriön asetuksessa lannoitevalmisteista 24/2011 on säädetty myös lannoitevalmisteiden sisältämistä epäpuhtauksista. Esimerkiksi raskasmetallipitoisuuksille, patogeeneille kuten e-coli bakteerille ja roskille kuten luulle, metallille ja muoville on säädetty raja-arvot. Taulukossa 2 on esitetty nykyiset raskasmetallien raja-arvot lannoitevalmisteissa.

Taulukko 2. Raskasmetallien raja-arvot lannoiteissa (MMM asetus lannoitevalmisteista 24/11, liite IV)

Kokonaispitoisuudet mg/kg ka.	Peltolannoitus raja-arvo	Metsälannoitus raja-arvo
Arseeni (As)	25	40
Kadmium (Cd)	1,5 (2,5)	25
Kromi (Cr 6 ⁺)	300	300
Kupari (Cu)	600	700
Elohopea (Hg)	1,0	1,0
Lyijy (Pb)	100	150
Nikkeli (Ni)	100	150
Sinkki (Zn)	1500	4500
Seleeni (Se)	20	20

Lannoitteiden sisämarkkinakauppa EU-alueella ei ole vapaata ja kansalliset lainsäädännöt eivät ole yhdenmukaisia. Lannoitevalmisteita voi kyllä viedä maasta toiseen ns. vastavuoroisen hyväksymisen perusteella jos molemmat maat hyväksyvät lannoitevalmisteiden kansallisessa lainsäädännössään. Aina näin ei kuitenkaan ole ja jäsenmaiden käytännöt ovat joiltain osin hyvinkin erilaisia. Esimerkiksi jätevesilietteestä ja eläinten lannasta valmistettujen tuotteiden sääntely poikkeaa merkittävästi jäsenmaiden kesken (Salminen 2017).

Suomessa lannoitelainsäädäntöä valvoo ja tyyppinimiluetteloa ylläpitää elintarviketurvallisuusvirasto Evira.

3.2.2. Lannoituksen ja maanparannuksen tarve maataloudessa

Kasvit tarvitsevat ravinteita tuottaakseen kasvulle välttämättömiä ravintoaineita. Välttämättömiä kasviravinteita on 16, joista tärkeimmät makroravinteet ovat typpi, fosfori ja kalium. Ravinteen puute tai ylitarjonta heikentää kasvin kasvua ja lisäksi ravinteiden tarve ja suhde vaihtelee kasvin kehitysvaiheiden mukaan. (Ruokatieto 2017, Partio 2013, 12; Joint Research Centre 2016, 5.)

Maatalouden kannattaessa heikosti viljailuilla on merkittäviä kustannuspaineita löytää mahdollisimman halpoja ratkaisuja sekä lannoitukseen, että kalkitukseen. Edullinen hinta yhdistettynä hyviin ominaisuuksiin on ollut erityisesti selluteollisuudesta syntyvän meesakalkin myyntivaltti. (Reku 2016a.) Osassa metsäteollisuuden sivuvirroista, kuten esimerkiksi ns. ravinnekuidussa, on myös merkittävä määrä orgaanista ainetta. Se lisää maaperän orgaanisen aineen määrää mikä edelleen vaikuttaa maaperän fysikaalisiin ja biologisiin ominaisuuksiin. (Reku 2016b.) Kemiallisten lannoitteiden lisäksi näistä hyötyjä voidaan saada myös muiden toimialojen sivuvirroista, kuten esimerkiksi puhdistamolietteistä (Vesilaitosyhdistys 2013).

3.2.3. Lannoituksen tarve metsätaloudessa

Metsätaloudessa tärkeimmät ravinteet ovat typpi, fosfori ja kalium, joista tyypillisellä suolla on pulaa erityisesti fosforista ja kaliumista. Tästä syystä tuhkalannoitus kohdistuu lähes yksinomaan suotyypin metsiin, missä typpeä on runsaasti ja kasvua rajoittaa maaperän pH sekä fosforin ja kaliumin puute. (Moilanen & Issakainen 2003, 4; Piirainen & Domisch 2004, 4.) Yaran (n.d., 10) metsälannoitusoppaan mukaan tuottavimpia kasvatuslannoituskohteita ovatkin kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden havupuustot ja vastaavat turvemaat. Typen niukkuus on pääasiallinen rajoittava tekijä kivennäismailla kun taas turvemailla kasvua rajoittavat ensisijaisesti fosfori ja kalium sekä hivenravinteista boori.

Kemiallisten lannoitteiden vaikutus näkyy puuston kasvussa nopeammin kuin tuhkalannoitteen. Tuhkalannoitteen vaikutus näkyy puustossa kuitenkin pidemmän ajan. Joka tapauksessa lannoitettu metsä kasvaa selvästi lannoittamatonta paremmin. (Pohjala 2016, Saarsalmi, Mälkönen & Piirainen 2001, 366.) Myös kansallisessa metsäohjelmassa (Maa- ja metsätalousministeriö 2015, 15) yhtenä tarvittavana toimenpiteenä puuntuotannon kestävyuden parantamiseksi on esitetty terveys- ja kasvatuslannoitusten sekä puutuhkan käytön lisäämistä.

Metsien tuhkalannoituksen markkinoita tutkineen Tuovisen (2015, 2) mukaan tuhkalannoitus pyrkii nimenomaan valtaamaan markkinoita kemiallisilta lannoitteilta. Vaikka tuhkaa on Suomessa käytetty metsien lannoitteena jo kaskeamisesta lähtien, on nykyinen tuhkalannoitus tullut käyttöön vasta Kemera-tukien ja biomassavoimalaitosten yleistymisen myötä. Metsätilastollisen vuosikirjan (2014, tunnuslukuja) mukaan metsälannoitusala oli vuonna 2013 41 000 hehtaaria. Yksityismetsissä

(20 000 ha) terveyslannoitusten osuus oli 60%, kun taas teollisuuden ja valtion metsissä (21 000 ha) kasvatuslannoituksen osuus oli 90%.

3.2.4. Lannoitetuotteiden markkina

Lannoitemarkkinalla tarkoitetaan lannoitevalmisteiden tuottajien ja käyttäjien muodostamaa periaatteessa markkinatalouden ehdoilla käytävää kaupankäyntiä. Markkinataloudessa hyödykkeiden hinnat määräytyvät vapaan kysynnän ja tarjonnan säatelemänä (Suomisanakirja.fi n.d.). Mikään talousjärjestelmä ei kuitenkaan toimi puhtaasti markkinatalouden ehdoin. Eurooppalaista ja suomalaista lannoitemarkkinaa rajoitetaan ja ohjataan sekä tuotteisiin, että kaupankäyntiin liittyvällä lainsäädännöllä.

Joint Research Centerin (Joint Research Centre 2016, 5) mukaan tehokkaiden lannoitteiden saatavuus on olennaista kun ruuan ja rehun kansainvälinen kysyntä kasvaa mm. väestönkasvun ja kulutustottumusten muutosten myötä. Näin ollen kilpailukykyinen eurooppalainen lannoiteteollisuus on tarpeen varmistaa lannoitteiden saatavuuden viljelijöille kilpailukykyiseen hintaan.

Joint Research Centerin arvion mukaan (Joint Research Centre 2016, 5) EU:n lannoitemarkkinan liikevaihto on vuositasolla noin 20-25 miljardia euroa. Dikovin (Dikov, Hermann, Hukari, Muskolus, Nättorp, Pokorna & Gonzales de Ubieta 2014, 9) mukaan fosfaattikiven markkinahinta euroopassa on noin 500 €/t ja varsinaisen tuotteet eli TSP:n (triple super phosphate) noin 1400 €/tonni fosforia. Talteen otetun fosforin markkinahinta on samaa luokkaa vaihdellen välillä 300-1700 €/ tonni fosforia. Puhtaammat tuotteet voivat olla hinnaltaan jopa 3000 €/tonni fosforia.

Suomalaisilla lannoitemarkkinoilla vallitsee ilmeisen vakiintunut tilanne, jossa sekä tuottajat, että asiakkaat ovat melko vakiintuneita ja hintataso on suhteellisen vakaa. Alalle voi toisinaan tulla uusia toimijoita, tai vanhoja voi poistua. Suuren lannoitekatsauksen (2014) mukaan ”Suomen lannoitemarkkinoilla on yksi ylivoimainen, kaksi suurehkoa ja pari pienempää toimijaa”. Samassa yhteydessä kivennäislannoitteiden markkinaosuuksien todetaan olevan Yara 80-85%, Cemagro 10-15% ja Belor 10-15%. Pienikin toimija voi kuitenkin löytää markkinaraon ja esimerkiksi tuhkalannoitteita ja kevytkiviainesta valmistava Ecolan Oy laajentaa toimintaansa ja rakentaa uuden laitoksen Nokialle (Huovinen 2016).

Hinta on keskeinen kilpailukeino markkinoilla, tuotteen, jakelun ja markkinoinnin ohella. Hinta myös yleisesti sidotaan laatuun ja yleisesti puhutaankin hinta-laatusuhteesta. Tämä suhde kuvaa asiakkaan maksaman hinnan ja saamansa tuotteen tai palvelun suhdetta. Asiakkaan saama hyöty voi olla myös abstrakti tunne. (Mäntyneva 2002.) Lannoitealan toimijat voivat muuttaa hinnoitteluaan, mutta radikaaleja kansallisia hinnanmuutoksia ei ole nähty. Partion (2013, 35) mukaan lannoitteiden

kansainvälisiin hintoihin vaikuttavat erityisesti raakaöljyn ja maakaasun hinnat.

3.2.5. Ravinteiden hinnat

Lannoitustuotteiden hinnoista Suomessa on saatavilla hyvin vähän julkista tietoa. Alan julkaisut kuten Maaseudun Tulevaisuus –lehti ja Käytännön Maamies –lehti julkaisevat tiettyjen lannoitustuotteiden hintatietoja (Niittymaa 2016a, 2016b). Maaseudun tulevaisuus on julkaisut lannoitteiden hintatietoja jo pitkään. Metsäteollisuuden sivuvirroista valmistettujen lannoitteiden ja maanparannusaineiden hintoja on kuitenkin Henkilön C mukaan (haastattelu 2016) julkaistu vasta syksystä 2016 lähtien, kun Soilfood Oy:n hintoja alettiin julkaista osana Maaseudun tulevaisuuden markkinakatsausta. Taulukoissa 3 – 6 on esitetty esimerkinomaisesti Maaseudun Tulevaisuudessa julkaistuja lannoitteiden hintatietoja.

Taulukko 3. Lannoitteiden hintatietoja lokakuussa 2016 (Niittymaa 2016a)

Tuote	N %	P %	K %	Hinta €/t alv 0% ilman rahtia
Berner, peltolannoitteet				
YaraMila Y1 650 kg	27	1,3	4	281
YaraMila Y2 650 kg	27	2,6	3	283
YaraMila Y3 650 kg	23	3	8	294
YaraMila Y4 650 kg	20	2	12	298
YaraMila NK1 650 kg	25	0	7	271
YaraMila NK2 650 kg	22	0	12	285
Yara Y 4 hiven 650 kg	20	2	11	316
Berner, typpilannoitteet				
YaraBela Suomensalpietari 650 kg	27	0	1	217
YaraBela Seleenisalpietari 650 kg	27	0	1	228
YaraBela AXAN 650 kg	27	0	0	209
Berner, kloorivapaat lannoitteet				
GreenCare Pro Extra 600 kg	3	0	0	745
GreenCare Pro Ca/Mg 600 kg				500

Edellä olevasta taulukosta laskien typen hinta Yaran peltolannoitteessa (NPK) lokakuussa 2016 oli keskimäärin 1238 €/tonni typpeä kun se Yaran typpilannoitteessa oli keskimäärin 807 €/tonni typpeä. Korkein fosfori- ja kaliumpitoisuus on YaraMila Y3:ssa, missä fosforin hinta on 9800 €/tonni fosforia ja kaliumin hinta 3675 €/tonni kaliumia.

Taulukko 4. Lannoitteiden hintatietoja lokakuussa 2016 (Niittymaa 2016a)

Tuote	N kg/t	P kg/t	K kg/t	S kg/t	Orgaaninen aine kg/t	Hinta e/t
Soilfood						
Oulu, ravanneliete	4,5	1,7	0,6	0,6	32	3,2 ⁽¹⁾
Hämeenlinna, ravanneliete	15,0	0,5	7,5	18	84	7,0 ⁽¹⁾
Forssa ravanneliete	3,6	0,8	0,9	0	22	3,2 ⁽¹⁾
Riihimäki ravanneliete	4,5	1,7	0,6	0,6	32	3,2 ⁽¹⁾
Kouvola ravanneliete	5,0	0,9	0,7	0,3	26	3,2 ⁽¹⁾
Kaakon ravanneliete ⁽³⁾	5,3	0,5	1,7	0,2	17	11,0 ⁽¹⁾
Hämeenlinna maanparannuslannos (3)	16,0	3,4	1,4	18	150	11,0 ⁽¹⁾
Kotka ravinnekuitu ⁽³⁾	3,7	1,1	0,2	1,1	309	5,0 ⁽¹⁾
Imatra ravinnekuitu ⁽³⁾	3,9	0,3	0	1,4	301	5,0 ⁽¹⁾
Typpirikkikide	210	0	0	220	0	189 ⁽²⁾
Typpirikkiliuos	74	0	0	82	0	67 ⁽²⁾

1) Hinta 50 km etäisyydelle laitoksesta peltoon levitettynä. Etäisyys laitoksesta vaikuttaa hintaan. Kysy tarjous myös jos haluat itse levittää tuotteen.

2) Hinta ilman rahtia ja levitystä.

3) Käy luomuun.

Edellä olevasta taulukosta laskien typen hinta Soilfoodin korkeimman typpipitoisuuden omaavassa Hämeenlinnan ravannelietteenä (NPK) lokakuussa 2016 oli 467 €/tonni typpeä ja vielä kaikkien korkeimman typpipitoisuuden tuotteessa typpirikkikiteessä (NS) 900 €/t. Korkein fosforipitoisuus on Oulun ja Riihimäen ravannelietteenä (NPK), joissa fosforin hinta on 1882 €/tonni fosforia.

Taulukko 5. Lannoitteiden hintatietoja marraskuussa 2016 (Niittymaa 2016b)

Tuote	N %	P %	K %	S %	Hinta €/t alv 0% ilman rahtia
Belor Agro					
Standard NPKS 27-1,3-2,5-3	27	1	3	3	249
Premium 27-3-5-2	27	3	5	2	271
Standard 26-5-5-2	26	5	5	2	298
Premium typpi 27	27	0	0	0	188
Premium typpi 27+Se	27	0	0	0	203
Premium typpi 27-4S	27	0	0	4	198
Standard typpi 26-4S	27	0	0	4	190
Standard typpi 25-8S	25	0	0	8	190
Standard typpi 38-8S	38	0	0	8	285
Premium 22-3-10-2	22	3	10	2	280
Premium 16-7-13	16	7	13	0	311
Premium NK 21-17	21	0	17	0	274
Premium NK 21-17+Se	21	0	17	0	288
Standard NK 24-10	24	0	10	0	254
Premium NS 21-24	21	0	0	24	220
Standard Urea 46	46	0	0	0	285
Urea 46 plus	46	0	0	0	310
Premium Startti P	12	23	0	0	480
Premium KS 45-13	0	0	45	13	667

Taulukko 6. Lannoitteiden hintatietoja marraskuussa 2016 (Niittymaa 2016b)

Tuote	N %	P %	K %	S %	Hinta €/t alv 0% ilman rahtia
Cemagro					
Agro 16-7-13 500 kg	16	7	13	0	319
Agro 18-3-15+S	18	3	15	-	320
Agro 18-7-10+2S 500 kg	18	7	10	-	320
Agro 19-4-14+S 500 kg	19	4	14	2	306
Agro 20-0-19+S 500 kg	20	0	19	2	276
Agro 21-1-15+S 500 kg	21	1	15	3	280
Agro 21-3-10+S 500 kg	21	3	10	5	286
Agro 22-7-0+7S 500 kg	22	7	0	-	325
Agro 23-4-8+S 500 kg	23	4	8	2	287
Agro 24-4-6+S+B	24	4	6	-	300
Agro 24-5-2+4S 500 kg	24	5	2	-	299
Agro 25-5-5+S	24	5	5	-	300
Agro 25-2-8+S 500 kg	25	2	8	3	266
Agro 26-0-10+S 500 kg	26	0	10	3	262
Agro 26-4-4+S	26	4	4	-	285
Agro 27-1-6+S 500 kg	27	1	6	4	271
Agro 27-3-5+S 500 kg	27	3	5	3	279
28-3-5+S 500 kg	28	3	5	2	270
Agro CAN27+4S 500 kg	27	0	0	4	197
Agro Kalisuola (K50) 500 kg	0	0	50	0	402
Agro Kaliumsulfaatti (K45-S13)	0	0	45	13	609
Agro N21-S24 500 kg	21	0	0	24	258
Agro N38-S8 500 kg	38	0	0	8	290
Agro Start+K 500 kg	8	16	15	2	459
Agro Start+K+S	9	15	14	-	449
Agro Startfosfori 500 kg	12	23	0	1	497
Agro Startfosfori lavapakattu	12	23	0	1	527
Agro UAN typpiliuos 1300 kg	32	0	0	0	285
Agro Urea 46 500 kg	46	0	0	0	297
Agro+ 20-0-19+S+Se 500 kg	20	0	19	2	286

Edellä olevista taulukoista laskien typen hinta Belor Agro:n NPK-lannoitteissa lokakuussa 2016 oli keskimäärin 1021 €/tonni typpeä, fosforin hinta 9090 €/tonni fosforia ja kaliumin hinta 5145 €/tonni kaliumia. Belorin kahdessa ureatuotteessa typen hinta vaihteli välillä 620 € - 674 €/tonni typpeä. Belorin tuotteissa korkein fosforipitoisuus oli Premium startti P:ssä missä fosforin hinta oli 2087 €/tonni fosforia.

Typen hinta Cemagron NPK-lannoitteissa oli keskimäärin 1430 €/tonni typpeä, fosforin hinta 6122 €/tonni fosforia ja kaliumin hinta 3894 €/tonni kaliumia. Cemagron ureatuotteessa typen hinta oli 646 €/tonni typpeä.

Cemagron tuotteissa korkein fosforipitoisuus oli Startfosforissa missä fosforin hinta oli 2161 €/tonni fosforia.

3.2.6. Lannoitevalmisteiden lainsäädännön näkymät tulevaisuudessa

EU on keväällä 2016 osana kiertotalouspakettia ”Circular Economy Strategy” ilmoittanut uudistavansa EU:n parlamentin ja neuvoston asetuksen lannoitteista EY N:o 2003/2003 ja antanut ehdotuksen asetukseksi CE-merkittyjen lannoitevalmisteiden asettamista saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten 1069/2009 ja 1107/2009 muuttamisesta (Euroopan komissio 2016, 1). Tämän asetusmuutoksen tarkoituksena on kumota nykyinen tyyppinimiin perustuva järjestelmä EU-tasolla ja luoda säännöt, joiden perusteella voitaisiin valmistaa vapaasti sisämarkkinoilla kaupattavia CE-merkillä tai vastaavalla merkityjä lannoitevalmisteita (Joint Research Centre 2016, 1). Yksinkertaistetusti CE-merkinnän saisi lannoitevalmiste, joka on valmistettu yhdestä tai useammasta sallitusta raaka-aineesta eli ainesosaluokasta ja joka täyttää toimintoperusteisen tuoteluokan vaatimukset. Tällä tavoin CE-merkityt tuotteet olisivat vapaasti kaupattavissa EU-alueella, mutta läheskään kaikki suomessa tai muissakaan jäsenmaissa nykyisin käytössä olevat lannoitevalmisteet eivät saisi CE-merkkiä. Onkin huomattava, että ehdotetun asetuksen ei pitäisi vaikuttaa suoraan nykyisiin kansallisiin lakeihin lannoitevalmisteista ja niiden kansallisiin markkinoihin vaan sillä pyritään luomaan niiden rinnalle CE-merkittyjen lannoitevalmisteiden vapaa sisämarkkina. Asetuksen tavoitteena on myös mahdollistaa jätöpohjaisten materiaalien käyttö raaka-aineena nykyistä laajemmin sekä unionin laajuisesti. (Salminen 2016.)

Nykyisen asetusehdotuksen sisältämät ainesosaluokat eivät salli metsäteollisuuden sivuvirroista muiden kuin puun kuoren käytön CE-merkityn lannoitteen raaka-aineena. Komissio on kuitenkin jo käynnistänyt työryhmän nimeltä ”STUBIAS Technical Working Group”, jonka tavoitteena on luoda uudet ainesosaluokat tuhkalle, struviitille ja biohiillelle. Uusien ainesosaluokkien luominen on kuitenkin vielä hyvin epävarmaa, koska varsinaista asetustakaan ei ole vielä hyväksytty. (Joint Research Centre 2016, Joint Research Centre 2017.)

3.3. Metsäteollisuus ja sen sivuvirrat

3.3.1. Metsäteollisuus toimialana

Metsäteollisuus on Suomen tärkeimpiä teollisuudenaloja ja tuo noin 20 % Suomen vientituloista. Metsäteollisuus on myös merkittävä työnantaja valtakunnallisesti ja erityisesti kasvukeskusten ulkopuolella. Metsäteollisuuden tuotteet ovat läsnä suomalaisten arjessa: asumme puutaloissa, ajamme biodieselillä ja käytämme erilaisia paperituotteita päivittäin. Metsäteollisuus on paljon muutakin kuin vähenevää kopiopaperia ja sanomalehtiä. Suomessa on edelleen 48 paperi-, kartonki-

ja sellutehdasta sekä noin 130 teollista sahaa ja muuta mekaanista laitosta. Tuottaakseen 20,7 miljardin euron arvosta tuotteita vuonna 2014 metsäteollisuus käytti yhteensä 65 miljoonaa kuutiota puuta, josta kotimaista puuta oli 55 miljoonaa kuutiota ja 10 miljoonaa kuutiota tuontipuuta. (Metsäteollisuus 2015.)

Metsäteollisuus ajatellaan helposti vain paperi- tai selluteollisuudeksi, koska niiden näkyvyys mediassa on suurinta. Tosiasiassa metsäteollisuus on pystynyt muuttamaan suuntaa ja korvaamaan selvästi vähentyneen paperintuotannon muilla tuotteilla. Metsäteollisuuden materiaalitehokkuus on nykyään huippuluokkaa, monista aiemmin jätteinä kaatopaikkaan hylätystä materiaaleista on kehitetty raaka-aineita ja polttoaineita metsäteollisuuden omaan käyttöön ja raaka-aineita lannoiteteollisuuteen. Esimerkiksi puun kuori nähtiin vielä 1970-luvulla tarpeettomana, mutta se on nykyään Suomen tärkeimpiä biopoltoaineita.

Opinnäytetyön toimeksiantaja Metsä Fibre Oy kuuluu suomalaiseen Metsä Group konserniin, missä opinnäytetyön tekijä työskentelee ympäristöpäällikkönä. Metsä Group on suomalainen metsäteollisuuskonserni, jolla on toimintaa lähes 30 maassa ja tuotantoa yhdeksässä. Pääosa tuotannosta, 23 tuotantolaitosta, sijaitsee Suomessa. Metsä Groupin liikevaihto oli vuonna 2015 5,0 mrd. euroa ja henkilöstömäärä 10 500 henkilöä. Metsä Fibren liikevaihto oli 1,3 mrd. euroa ja henkilöstö 850 henkilöä. Metsä Group konsernin emoyritys on Metsäliitto Osuuskunta, jonka omistaa noin 122 000 suomalaista metsänomistajaa. (Metsä Group 2015a; 2015b.)

3.3.2. Metsäteollisuuden tuotteet ja sivuvirrat

Metsäteollisuudessa on historian saatossa ollut useita päätuotteita sekä niiden lisäksi oheistuotteita, sivutuotteita, sivuvirtoja ja jätteitä. Näiden asema tuotannossa ja lainsäädännössä on vaihdellut aikojen saatossa. Nykyisin päätuotteita ovat sellu, paperi, kartonki, pehmopaperi ja puutavara. Näiden lisäksi syntyy niin sanottuja oheistuotteita kuten mäntyöljyä, tärpähtiä ja metanolia sekä sähköä ja lämpöä. Aikaisemmin vallalla olleen sulfiittisellun sivutuotteena syntyi lisäksi mm. etanolia, mutta koska Suomessa ei nykyisin ole sulfiittisellutehtaita siihen liittyvät sivuvirrat on rajattu tästä työstä pois. Koska sivutuote on lainsäädännöllisesti melko uusi käsite, ovat monet tässä tutkimuksessa mainitut sivuvirrat mielletty vielä vähän aikaa sitten jätteiksi. Osa on sitä edelleen, koska niille ei ainakaan vielä ole pystytty kehittämään jatkuvaa hyödyllistä käyttöä.

Nykyisin parhaiten tunnettu metsäteollisuuden oheistuote on mäntyöljy, joka erotetaan selluprosessista. Siitä on muodostunut tärkeä raaka-aine kokonaisuudelle jalostusteollisuudelle. Mäntyöljystä jalostetaan monenlaisia lopputuotteita maaliteollisuuteen ja kosmetiikkaan, biodieseliä ja jopa siipikarjan rehua. Muita esimerkkejä erittäin monipuolisesti hyödynnettävistä sivuvirroista ovat sahauksessa syntyvä hake joka päättyy

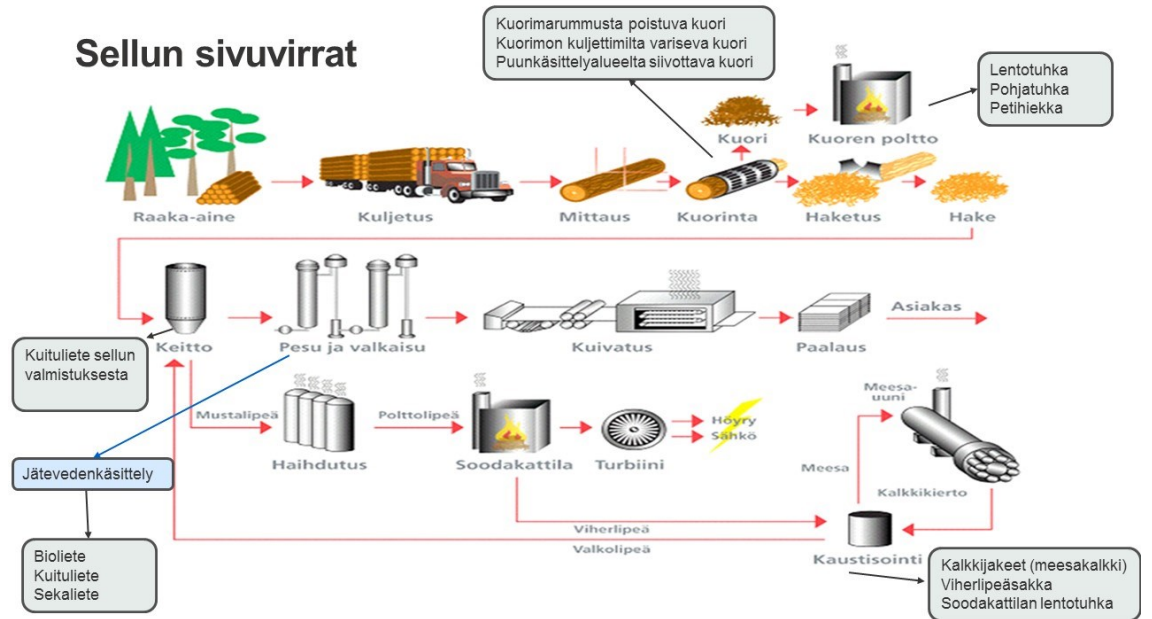
selluksi ja kuivikkeeksi sekä puru joka päätyy polttoainepelletiksi ja bioetanolin raaka-aineeksi.

Puun kuori voi olla liian märkää polttoaineena käytettäväksi, mutta se on silti aivan kelvollinen katemateriaaliksi tai mullan raaka-aineeksi. Monet muutkin sivuvirrat sisältävät ominaisuuksia, joista on haittaa jossakin muussa käytössä, mutta hyötyä lannoitevalmisteena. Esimerkiksi sellutehtaan kemikaalikierrossa kalkkiin kertyy puusta peräisin olevaa fosforia ja magnesiumia, jotka ovat haitallia sellutehtaalalle mutta erittäin hyödyllisiä maanviljelylle.

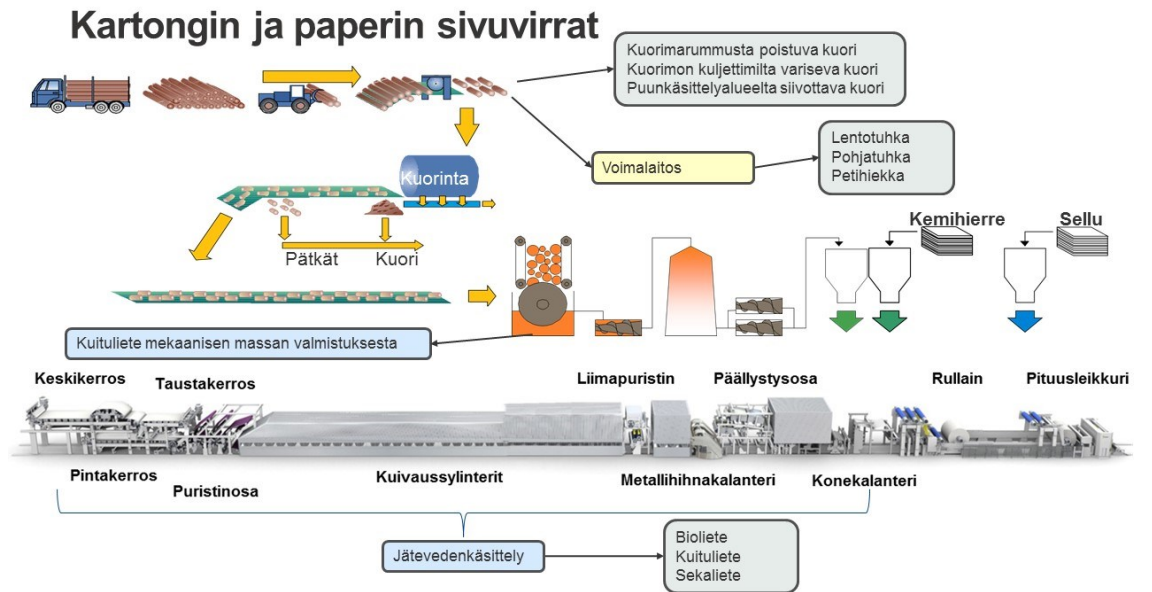
Tämän opinnäytetyön pohjana on sivuvirtojen käyttöön liittyvä tekninen kehitys sekä metsäteollisuudessa, että lannoitteita valmistavissa yrityksissä. Tähän tekniseen kehitykseen liittyy useita julkisia ja yritysten sisäisiä tutkimus- ja kehityshankkeita, joiden lopputuloksena sivuvirtojen on todettu soveltuvan hyvin lannoitevalmisteiksi tai sellaisten raaka-aineiksi. Tämän kehityksen seurauksena monia metsätalouden luonnosta hyödyntämiä ravinteita on mahdollista palauttaa takaisin luonnon kiertoon. (Apila Group 2013a.)

Taulukko 7. Metsäteollisuuden toimialat ja päätuotteet sekä sivuvirrat nykyisene käyttöineen, lannoitevalmisteet kursivoitu

Metsäteollisuuden toimiala	Päätuotteet	Sivuvirrat	Sivuvirtojen nykyisiä käyttöjä
Puunhankinta	Puutavara teollisuudelle	Latvukset Oksat Kannot	Bioenergia Bioenergia Bioenergia
Mekaaninen metsäteollisuus (sahateollisuus)	Sahatavara Vaneri	Kuori Hake Puru	Bioenergia, <i>katemateriaali</i> Bioenergia, sellu Bioenergia, sellu
Kemiallinen metsäteollisuus (selluteollisuus)	Erilaiset sellulaadut Mäntyöljy Metanoli Tärpätti Rikkihappo Bioenergia	Kuori Kuitujae Kalkkijakeet Viherlipeäsakka Glaubersuola	Bioenergia, <i>katemateriaali</i> <i>Mullan raaka-aine</i> <i>Kalkitusaine</i> Kaatopaikka Liotus jäteveteen
Paperi- ja kartonkiteollisuus	Erilaiset paperi- ja kartonkilaadut	Kuori Siistausliete Kuituliete	Bioenergia, <i>katemateriaali</i> Bioenergia, maarakentaminen Bioenergia, maarakentaminen, <i>maanparannusaine</i>
Bioenergian tuotanto	Lämpö Sähkö	Lentotuhka Pohjatuhka Petihiekka	<i>Lannoitus</i> , maarakentaminen <i>Lannoitus</i> , maarakentaminen Maarakentaminen
Jäteveden puhdistus	Puhdistettu jätevesi	Kuituliete (primääriliete) Bioliete Tertiääriliete	Bioenergia, maarakentaminen, <i>maanparannusaine</i> Bioenergia Bioenergia



Kuva 1. Selluntuotannon sivuvirtojen muodostuminen prosessin eri vaiheista (Lehtovaara 2015, 4)



Kuva 2. Kartongin- ja paperintuotannon sivuvirtojen muodostuminen prosessin eri vaiheista (Lehtovaara 2015, 5)

Kuvissa 1 ja 2 on kuvattu yleisellä tasolla selluntuotannon ja kartongin- ja paperintuotannon sivuvirtojen syntymistä prosessin eri vaiheista. Koska tarkka prosessikuvaus olisi huomattavan monimutkainen, on sivuvirtojen syntymistä prosessin eri vaiheista helpompi hahmottaa yleisellä tasolla. Asia on esitetty tarkemmin prosessikuvauksin esimerkiksi Apila Group Oy Ab:n selvityksessä Metsäteollisuuden ravinteet (Apila Group 2013a, 13 ja 15).

3.3.3. Puunhankinnan sivuvirrat

Metsäteollisuuden arvoketju alkaa puunhankinnasta eli puun kaatamisesta ja katkonnasta metsässä. Nykyisin puun katkonta on pääpiirteissään seuraava: oksat ja latvukset bioenergiaksi, pieniläpimittainen runko selluksi ja suuriläpimittainen runko tukiksi. Tämän lisäksi leimikolta voidaan kerätä myös kannot bioenergiaksi.

3.3.4. Puun kuori

Metsäteollisuudessa käytetään useita puulajeja, Suomessa yleisimmät ovat mänty, kuusi, koivu ja haapa. Kaikessa teollisessa puun käytössä puu kuoritaan ennen sen jalostamista. Kuorinnassa voidaan käyttää erilaisia tekniikoita, rumpukuorinnan ollessa yleisin. Kaikissa kuorintamenetelmissä pyritään kuoren mahdollisimman tarkkaan poistamiseen puuaineksesta, kuitenkin mahdollisimman pienellä puuaineksen hävikillä, eli kuorintahäviöllä. Kuorinnan lopputuloksena syntyy kuorittua puuta ja erilaisia kuorijakeita. Kuorta irtoaa puista myös varastoinnin ja kuljetuksen aikana, kun puuta varastoidaan suurissa kasoissa ja käsitellään työkoneilla. (Lehtovaara 2015, 6.)

Kuorijakeet voidaan jakaa yleisellä tasolla kolmeen ryhmään (Lehtovaara 2015, 6):

- Kuorimarummusta poistuva kuori.
Erittäin hyvälaatuista, käytetään lähes täysin biopolttoaineeksi.
- Kuorimon kuljettimilta variseva kuori.
Hyvälaatuista, mutta usein liian märkää polttoainekäyttöön.
- Puunkäsittelyalueelta siivottava kuori.
Heikkolaatuista ja märkää, sisältää kahta muuta jaetta enemmän kiviä, harvoin polttoaineeksi sopivaa.

Kaikkia em. kuorijakeita voidaan käyttää lannoitevalmisteena tyyppinimellä 3A3/1 katemateriaali (Lehtovaara 2015, 6; Apila Group 2013a, 35). Tyyppinimen kuvaus on ”Teknisesti käsittelemällä puusta, kuoresta tai muusta orgaanisesta materiaalista valmistettu tuote, joka voi koostua yhdestä tai useammasta raaka-aineesta ja joka voi sisältää myös kivennäisainesta” (Evara 2011). Puun kuori on sallittu raaka-aine myös ehdotetussa EU-lannoiteasetuksessa (Salminen 2017). Katemateriaalia käytetään esimerkiksi viherrakentamisessa tai istutusten suojana. Kuorijakeita voidaan käyttää myös kasvualustojen raaka-aineena (Henkilö D 2016).

Apila Groupin selvityksen mukaan kuorihiekalla on seuraavat ominaisuudet.

Taulukko 8. Kuorihiekan ominaisuudet (Apila Group 2013a, 24)

Johtoluku	2,0	10*mS/cm
Happamuus	5,9	pH
Kalsium (Ca)	890	mg/l
Fosfori (P)	9,3	mg/l
Kalium (K)	260	mg/l
Magnesium (Mg)	170	mg/l
Rikki (S)	4,1	mg/l

3.3.5. Lietteet

Tilastokeskuksen määritelmän mukaan liete on ”nesteiden ja siihen suurena pitoisuutena sekoittuneen kiinteän, hienojakoisen aineksen seos” (Tilastokeskus 2017). Metsäteollisuudessa syntyy Lehtovaaran (2015) ja Apila Groupin (2013a) mukaan useita erityyppisiä lietteitä sekä tuotantoprosesseista, että jätevedenpuhdistuksesta.

Tärkeimmät lietetyypit ovat:

- Kuituliete kartongin ja paperin valmistuksesta.
 Erotetaan jätevedestä mekaanisessa selkeytyksessä ja sisältää sellukuitua sekä täyteaineita. Käytetään myös nimitystä kuitusavi, ryhmät A ja B. (Finncao 2001, 5.)
- Kuituliete mekaanisen tai kemimekaanisen massan valmistuksesta.
 Erotetaan jätevedestä mekaanisessa selkeytyksessä ja sisältää vain mekaanista tai kemimekaanista kuitua (Finncao 2001, 5).
- Kuituliete sellun valmistuksesta.
 Erotetaan sellutehtaan lajittamalla pesuun menevästä keitetystä massasta. Sisältää kuitukimppuja, heikosti keittyneitä lastuja, oksanappuloita, kuorihippuja, hiekkaa ja muita sellusta poistettuja roskia. Keittoliipeän pesuasteesta johtuen pH vaihtelee neutraalista voimakkaasti emäksiseen. (Prowledge 2015.)
- Siistausliete uusiomassan valmistuksesta.
 Kierrätyspaperista valmistetaan uusiomassaa korvaamaan ensiomassaa paperinvalmistuksessa. Uusiomassan valmistuksessa kierrätyspaperisilppu sekoitetaan veteen ja massasta poistetaan roskat (muovi, metalli) rejektiksi ja täyteainetta ja huonolaatuista kuitua siistauslietteeksi. Käytetään myös nimitystä kuitusavi, ryhmä C. Painomusteet vaahdotetaan ja johdetaan jäteveteen. (Finncao 2001, 5.)
- Bioliete jätevedenpuhdistuksesta.
 Metsäteollisuudessa on käytössä sekä mekaanisia, kemimekaanisia, että biologisia jätevedenpuhdistamoita sekä näiden erilaisia yhdistelmiä. Biologisessa jätevedenpuhdistuksessa kiintoaine erotetaan mekaanisesti

tai kemimekaanisesti ennen biologista vaihetta. Sen jälkeen jäteveden happea kuluttavaa kuormaa käytetään ravintona puhdistamon biolietteelle eli alkueläimistöille. Bioliete elää puhdistamon ilmastusaltaassa ja jälkialtaissa. Lieteiän säätelemiseksi lietettä poistetaan ja kierrätetään prosessissa tarpeen mukaan. Poistettua biolietettä voidaan polttaa biovoimalaitoksessa tai soodakattilassa tai käyttää lannoitevalmisteena. Varsinainen bioliete on pelkkää bakteerimassaa, eikä sisällä kuitua. Usein lietteen kuivaamiseksi siihen sekoitetaan kuitulietettä, jolloin yhdistelmää kutsutaan sekalietteeksi. (Harjula 2017)

– Tertiääriliete jätevedenpuhdistuksesta.

Tertiäärilietteeksi kutsutaan biologisen käsittelyn jälkeen tapahtuvan ravinteiden kemiallisen saostuksen yhteydessä syntyvää lietettä. Jos biologisesti puhdistetun jäteveden ravinnepitoisuutta, esimerkiksi fosforin pitoisuutta, täytyy alentaa ennen veden johtamista vesistöön voidaan kemiallinen saostus tehdä rauta- tai alumiinikemikaalilla. Kemikaali saostaa fosforin kiintoaineeksi, joka voidaan erottaa vedestä esimerkiksi flotaatiolla tai suodatuksella. Metsäteollisuudessa on nykyisin hyvin vähän tertiäärikäsitteilylaitteistoja. Tertiäärilietettä ei yleensä synny omana erillisenä virtanaan vaan se sekoitetaan biolietteeseen. (Harjula 2017.)

Kaikkia em. lietteitä voidaan käyttää lannoitevalmisteena tyyppinimellä 3A5/4 kuituliete (Apila Group 2013a, 36). Tyyppinimen kuvaus on ”Kateaineena sellaisenaan käytettävä puuteollisuuden kuivaliete. Ei sisällä merkittävästi ravinteita.” (Evira 2011). Katemateriaalia käytetään esimerkiksi viherrakentamisessa tai istutusten suojana. Lietteitä voidaan käyttää myös kasvualustojen raaka-aineena (Henkilö D 2016).

Apila Groupin (2013a, 22) selvityksen mukaan lietteillä on seuraavat ominaisuudet.

Taulukko 9. Lietteiden tyypilliset ominaisuudet (Apila Group 2013a, 22)

	Kuituliete paperin ja kartongin valmistuksesta
Typpi, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	0,52 %
Fosfori, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	< 0,1 %
Kalium, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	< 0,1 %

3.3.6. Tuhka biomassan polttamisesta

Metsäteollisuudessa tarvitaan energiaa, sähköä ja lämpöä, sekä tuotteiden valmistamiseen, että niiden kuivaamiseen. Tuotantolaitoksilla on yleensä käytössä jonkinlainen voimalaitos tämän energian tuottamiseksi. Voimalaitosten polttoaineina käytetään kuorta, lietteitä ja metsähaketta sekä turvetta. Voimalaitoksista syntyy erilaisia tuhkakajakeita voimalaitosten

prosessiratkaisuista riippuen. Syntyneiden tuhkien ominaisuudet vaihtelevat sekä prosessiratkaisuista, että polttoaineista johtuen. (Lehtovaara 2015, 7.)

Tuhkat voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin (Lehtovaara 2015, 7):

- Lentotuhka
Kaikissa voimalaitostyypeissä syntyvää, savukaasuista pussisuodattimella, sykloonilla tai sähkösuodattimella erotettua, pölymäistä ja kuivaa tuhkaa. Käytetään yleisesti lannoitteena ja maarakentamisessa.
- Pohjatuhka
Arinakattiloissa syntyvä arinalta sammuttimeen tippuva karkea tuhka. Sekoitetaan yleensä lentotuhkaan ennen tuhkan ajamista ulos prosessista.
- Petihiekka
Leijupetikattiloissa käytettävää leijutushiekkaa, johon on sekoittunut tuhkaa. Joissakin laitostyypeissä voidaan sekoittaa lentotuhkaan ennen tuhkan ajamista ulos prosessista.

Kaikkia em. tuhkia voidaan käyttää lannoitevalmisteena tyyppinimellä 1A7/1 Puun ja turpeen tuhka (Lehtovaara 2015, 8 Apila Group 2013a, 32). Tyyppinimen kuvaus on ”Puun, turpeen tai peltobiomassojen tuhka” (Evira 2011). Tuhkalannoitetta voidaan käyttää sekä peltolannoituksessa, että metsälannoituksessa, mutta näille käyttötarkoituksille on eriävät laatuvaatimukset.

Apila Groupin (2013a, 24) selvityksen mukaan tuhkalla on seuraavat ominaisuudet.

Taulukko 10. Tuhkan keskimääräiset ominaisuudet (Apila Group 2013a, 24)

Fosfori, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	0,56 %
Kalium, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	1,58 %
Kalkitseva vaikutus	17,8 % Ca

3.3.7. Kalkki

Sellutehtaan talteenottolaitoksen tärkein, muttei ainoa, tehtävä on ottaa talteen ja käyttää uudelleen tärkein keittokemikaali natriumhydroksidi eli lipeä. Talteenottolaitoksessa soodakattilasta saatava viherlipeä kaustisoidaan kalsiumoksidin avulla uudelleen valkolipeäksi, mikä käytetään uudelleen keittokemikaalina. Sellutehtaissa on kalkin kierrättämiseksi oma kalkkiuuni, jota kutsutaan meesauuniksi. Siinä kaustisoinnissa käytetty kalkki eli meesa poltetaan kalsiumkarbonaatista takaisin kalsiumoksidiksi. Kalkkikierrosta poistetaan kalkkia vierasainetaseen hallitsemiseksi sekä prosessihäiriöiden vuoksi. (Prowledge 2015.)

Kalkkikierrosta syntyy yleensä kolmea kalkkijakeita (Lehtovaara 2015, 10; Prowledge 2015):

- Kalkkipöly
Meesan kuivurilta ja meesauunin sähkösuotimelta talteenotettava pöly, pääasiassa kalsiumkarbonaattia (CaCO₃).
- Poltettu kalkki
Meesauunissa poltettu kalkki, reaktioasteesta riippuen kalsiumoksidin (CaO), kalsiumhydroksidin (CaOH) ja kalsiumkarbonaatin seos.
- Meesa
Kaustisointireaktiossa käytetty kalkki, lähes täysin kalsiumkarbonaattia.

Kaikkia em. kalkkijakeita voidaan käyttää lannoitevalmisteenä tyyppinimellä 2A2/4 meesakalkki (Lehtovaara 2015, 10; Apila Group 2013a, 31). Tyyppinimen kuvaus on ”Selluloosan valmistuksessa syntyvä sivutuote.” (Evira 2011). Meesakalkkia käytetään kalkitusaineena maanviljelyssä sekä Suomessa että joissakin muissa EU maissa (Salminen 2017).

Apila Groupin (2013a, 21) selvityksen mukaan meesakalkilla on seuraavat ominaisuudet.

Taulukko 11. Meesakalkin keskimääräiset ominaisuudet (Apila Group 2013a, 21)

Fosfori, vesiliukoinen kuiva-aineessa	0,27 %
Kalium, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	0,04 %
Kalkitseva vaikutus	43,9 % Ca

3.3.8. Soodakattilan lentotuhka (glaubersuola)

Soodakattila on osa sellutehtaan talteenotto-osastoa, ja siinä keitossa käytetyn mustalipeän natrium ja rikki reagoivat keskenään, jolloin mustalipeän orgaaninen osa palaa tuottaen lämpöä. Kemikaalit ja lämpöenergia otetaan reaktion jälkeen talteen kemikaalisulana ja höyrynä (Prowledge 2015). Soodakattilan savukaasuista erotetaan sähkösuotimella lentotuhkaa, josta käytetään yleisesti nimeä glaubersuola, vaikka se ei tarkalleen ottaen sitä kemiallisesti olekaan (Prowledge 2015, Kinnarinen, Golmaei, Jernström & Häkkinen 2017, 955). Soodakattilan lentotuhkaa ei pidä sekoittaa biomassojen polton lentotuhkaan, niillä ei ole muuta yhteistä kuin synty tapa eli erottelu savukaasuista sähkösuotimella.

Soodakattilan lentotuhka sisältää paljon kasviravinteena hyödyllistä kaliumia (K), mutta myös paljon kasveille haitallista sulfaattia (SO₄²⁻) (Mikkanen, Kauppinen, Pyykkönen, Jokiniemi, Aurela, Vakkilainen & Janka 1999, 778-795).

Soodakattilan lentotuhkalle ei ole omaa tyyppinimeä, eikä se sovellu käytettäväksi missään nykyisessä tyyppinimessä. Sitä olisi kuitenkin mahdollista käyttää lannoitevalmisteen raaka-aineena, kuten mitä tahansa muutakin kemikaalia (Salminen 2017).

3.3.9. Viherlipeäsakka

Soodakattilasta reaktiotuotteena syntyvä sula liuotetaan laihavalkolipeään, jolloin syntyy viherlipeää. Viherlipeä puhdistetaan kiintoaineesta, jolloin syntyy viherlipeäsakkaa, josta käytetään myös nimeä soodasakka. Selkeytetty viherlipeä johdetaan edelleen kaustisointiin. Viherlipeäsakka sisältää puusta peräisin olevia epäorgaanisia aineita ja se voidaan kuivata esimerkiksi linkoamalla tai erilaisilla suodatuksilla. Jos käytössä on meesa-precoat suodatus, viherlipeäsakka sisältää runsaasti kalsiumkarbonaattia. Muissa kuivausmenetelmissä viherlipeäsakan kalkkipitoisuus jää alhaiseksi. (Prowledge 2015.)

Viherlipeäsakalla ei ole omaa tyyppinimeä, eikä se sovellu käytettäväksi missään nykyisessä tyyppinimessä (Salminen 2017). Sen hyödyntämistä lannoitteena on tutkittu ja se sisältää sekä maanviljelyssä hyödyllisiä aineita kuten kaliumia ja magnesiumia, että haitallisia ainesosia kuten kadmiumia (Manskinen, Nurmesniemi & Pöykiö 2011, 960). Se on lisäksi määrältään sellutehtaan merkittävin sivuvirta ja siten teolliseen käyttöön sopivin (Kinnarinen, Golmaei, Jernström & Häkkinen 2016, 962).

Apila Groupin (2013a, 21) selvityksen mukaan viherlipeäsakalla on seuraavat ominaisuudet.

Taulukko 12. Viherlipeäsakan keskimääräiset ominaisuudet (Apila Group 2013a, 21)

Fosfori, vesiliukoinen kuiva-aineessa	0,11 %
Kalium, kokonaispitoisuus kuiva-aineessa	0,36 %
Kalkitseva vaikutus	38,8 % Ca

3.3.10. Muut sivuvirrat

Metsäteollisuuden tuotantolaitoksilta, erityisesti sellutehtailta, on mahdollisesti tulevaisuudessa erotettavissa tärkeitä makroravinteita typpeä (N), kaliumia (K) ja fosforia (P). Nämä puuaineksessa selluprosessiin tulevat ravinteet päätyvät nykyisin pieniksi pitoisuuksiksi edellä mainittuihin sivuvirtoihin. Tulevaisuudessa, erotustekniikoiden kehittyessä tai prosessien muuttuessa tuotannollisista syistä, näitä ehkä pystytään erottamaan omiksi sivutuotteikseen jostakin prosessin vaiheesta. (Kinnarinen et. al. 2016, 962.) Esimerkiksi typpeä ja fosforia päätyy sellutehtaan jäteveteen ja sitoutuu jätevesilietteeseen, mikä nykyisin pääasiassa poltetaan. Mikäli metsäteollisuuden jätevesilietteiden mädätys tulevaisuudessa lisääntyy saatetaan näitä ravinteita saada nykyistä enemmän talteen mädättämön rejektiveden tai siitä valmistettavien tuotteiden muodossa. (Harjula 2017.)

3.4. Sivuvirtojen käyttö lannoitteeksi

3.4.1. Sivuvirtojen prosessointi

Osa sivuvirroista voi olla käytettävissä lannoitevalmisteeksi sellaisenaan, mutta niitä voidaan myös käsitellä pitoisuuksien, kuiva-ainetason tai levitettävyyden muokkaamiseksi (Apila Group 2013a ja 2013b). Apila Groupin (2013a, 25) selvityksessä on esitetty seuraavia käsittelymenetelmiä eri sivuvirroille.

Taulukko 13. Sivuvirtojen käsittelymenetelmiä (Apila Group 2013a, 25).

Meesakalkki	Vaahdotus	Kalsiittia voidaan puhdistaa flotaatiolla, mitä voidaan tehostaa vaahdotuskemikaalilla
	Valkaisu	Kalkkia voidaan valkaista vetyperoksidilla, kloorilla tai brominella
	Regenerointi	Meesa eli kalsiumkarbonaatti voidaan polttaa kalsiumoksidiksi meesauunissa
Kuivalietteet	Kompostointi	Kompostoinnissa orgaaninen aines hajoaa hapen vaikutuksesta
	Mädätys	Mädätys perustuu bakteeritoimintaan hapettomissa olosuhteissa
	Termofiilinen lahotus	Lietettä ilmastetaan termofiilisissä (55-60°C) olosuhteissa
	Vanhentaminen	Pitkäaikainen varastointi
	Pastörinti	Lietemassan kuumentaminen 70°C lämpötilaan tunnin ajaksi
	Terminen kuivaus	Hygienisointi edellyttää kuivaamista 80°C lämpötilassa kahden tunnin ajan
	Terminen hydrolyysi	Lietemassan kuumentaminen paineistettuna 160°C jolloin orgaaninen aines hydrolysoituu
	Kalkkistabilointi	Ph:n nosto yli 12 vähintään 2 tunnin ajaksi
	Happo- ja hapetuskäsittely	Ph:n laskeminen happamaksi ja sen jälkeinen neutralointi
	Tuhka	Luokittelu/lajittelu
Luokittelu sähkösuotimella		Tuhkan jakaminen raekoon perusteella sähkösuotimessa
Ilmaluokittelu		Tuhkan jakaminen raekoon perusteella ilmaluokituslaitteella
Rakeistus, itsekovetus, granulointi ja pelletöinti		Tuhkan jauhemaisen olomuodon muuttaminen eri kokoisiksi rakeiksi
Stabilointi eli kiinteytys		Haitta-aineiden kapselointi sideaineen avulla

Uuttaminen	Tuhkan sisältämien aineiden liuotus veteen
Vaahdotus	Tuhkaa voidaan puhdistaa flotaatiolla, mitä voidaan tehostaa vaahdotuskemikaalilla

Alla olevassa taulukossa on esitetty metsäteollisuuden sellaisenaan käytettävät sivuvirrat tyyppinimittäin, joista osa on mainittu myös Apila Groupin (Apila Group 2013a, 1) selvityksessä sekä esimerkin omaisesti tyyppinimiin soveltuvia tuotteita.

Taulukko 14. Tyyppinimet ja esimerkkejä tuotteista.

Numero	Tyyppinimi	Tuote-esimerkkejä
1A7/1	Puun ja turpeen tuhka	Rakeistettu tai kasvarastoitu metsätuhka tai peltotuhka
2A2/4	Meesakalkki	Rakennekalkki, kalkitusaine
2A2/7	Kalkkiuunin suodinpöly	Kalkitusaine
2A2/12	Sellaisenaan käytettävien kalkitusaineiden seos	Rakennekalkki, kalkitusaine
3A3/1	Katemateriaali	Kuorikate
3A5/2	Mädätysjäännös	Maanparannusaine
3A5/4	Kuituliete	Kateaine, maanparannusaine
5A1/3	Erityiskasvualustatuote	Puristetut kasvualustatuotteet
5A2	Seosmullat	Irtomullat ja pakatut mullat ja kasvualustat

Kasvualustalla tarkoitetaan materiaalia missä kasvi kasvaa, esimerkiksi maaperää. Lannoitevalmistelain (539/2006) 4 §:ssä kasvualustalla tarkoitetaan kasvien kasvatukseen tarkoitettuja aineita sekä erilaisia irtomultatuotteita ja kasvihuoneviljelyssä käytettäviä pakattuja tai puristettuja kasvualustatuotteita. Irtomultatuotteita käytetään vastaavasti esimerkiksi Mähönen-Mendozan (2012, 3) Viherympäristöliiton (2008, 6) mukaan kuvaamalla viheralueilla eli mm. puutarhoissa ja puistoissa sekä viherrakentamisessa.

3.4.2. Epäpuhtaudet

Kaikissa edellä mainituissa sivuvirroissa on myös kasvien kasville tai muuten haitallisia aineita eli epäpuhtauksia. Tärkeimpiä epäpuhtauksia ovat raskasmetallit, e-coli bakteeri, ja käyttötarkoituksesta riippuen myös korkea pH. Puuaineksen luontaisesti sisältämät raskasmetallit rikastuvat sivuvirtoihin erityisesti selluteollisuudessa ja biomassan polttamisessa. Näistä tärkein on kadmium (Cd), minkä raja-arvo lannoitevalmisteissa on hyvin alhainen. Jätevesilietteiden kannalta tärkeä epäpuhtaus on raskasmetallien lisäksi e-coli bakteeri, mitä ei voida välttää lietteessä jos jäteveden käsittelyssä on mukana yhdyskuntajätevettä. Erityisesti selluteollisuuden sivuvirroissa on katsontakannasta riippuen ominaisuutena

tai epäpuhtautena korkea pH, koska kuitulinjalta poistetuissa kuitulietteissä on pesuasteesta riippuen jonkin verran keittokemikaalia jäljellä.

4 TUTKIMUKSEN AINEISTOT JA MENETELMÄT

4.1. Menetelmät

Tutkimusmenetelmäksi valittiin haastattelututkimus ja tarkemmin puolistrukturoitu teemahaastattelu sekä kirjallisuusselvitys.

Haastattelututkimuksella voidaan kerätä opinnäytetyössä tarvittavaa tietoa tehokkaasti ja kohdennetusti (Ramste 2015a, 22). Tarkemmin opinnäytetyössä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua. Muhosen (2014, 17) mukaan Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2010) neuvoo käymään jokaisessa haastattelussa läpi samat aihealueet mutta haastattelun sisältöä voitiin muokata tarpeen mukaan. Tutkimuskysymyksiin ei voida vastata tuottamalla määrällistä ja numeerista tietoa, vaan pyrkimällä ymmärtämään lannoitemarkkinan periaatteita ja sivuvirroista valmistettavien lannoitevalmisteiden ja niiden raaka-aineiden sijoittumista ja merkitystä markkinoilla. Tämän vuoksi tarvittiin kohdennettua ja tapauskohtaista lähestymistä aiheeseen. Tutkittavien toimijoiden ja tuotteiden joukko ei ollut kovin suuri, mutta niihin perehdyttiin syvällisesti. Opinnäytetyössä tarvittun tiedon hankkiminen oli tehokkainta ja tarkoituksenmukaisinta haastattelututkimuksen avulla.

Haastattelututkimus valittiin, koska sen avulla voitiin kerätä kohdennettua tietoa alan toimijoilta. Puolistrukturoidun teemahaastattelun avulla jäykkä kysymyslista voitiin korvata haastattelussa väljästi läpikäytävällä aiheistalla, jolloin samoista aiheista voitiin keskustella joustavasti haastateltavan toimialaan, kokemukseen ja toimenkuvaan peilaten. Tutkimuskysymysten kannalta oli myös hyödyllisempää saada vastaukseksi kokonaisuuksia keskustelun kautta, sillä aihealueiden sisältö olisi tuottanut hyvin pitkän kysymyslista esimerkiksi kyselytutkimuksessa. Haastattelututkimuksesta muodostui myös kohtuullisen helposti tulkittavissa oleva aineisto, josta johtopäätösten tekeminen on helpompaa kuin kyselyaineistosta. Haastattelussa haastateltavat pääsivät myös perustelemaan mielipiteensä.

Työssä käytettiin puolistrukturoitua teemahaastattelua, koska sen avulla päästiin pureutumaan nimenomaan opinnäytetyön kannalta tärkeisiin asioihin. Vaikka kysymysten muotoilu ja järjestys vaihtelivat hieman haastattelujen välillä, käytiin jokaisessa haastattelussa silti läpi samat aihepiirit ja asiakokonaisuudet. Teemahaastattelun haasteena oli kuitenkin varmistaa, ettei haastattelija vaikuttanut tai edes pyrkinyt vaikuttamaan haastattelun lopputulokseen tai haastateltavan vastauksiin omalla toiminnallaan. Tätä riskiä hallittiin pitäytymällä osittain strukturoidussa haastattelumallissa, jolloin samat asiat tulivat käsitellyksi jokaisessa haastattelussa, vaikkakin eri järjestyksessä. (Ramste 2015a, 24.) Lista teemahaastattelujen aihealueista on liitteenä 1.

Markkinatutkimus on yleiskäsite, jolla tarkoitetaan liiketoimintaa varten tehtävää tutkimusta. Markkinatutkimus soveltuu liiketoiminnan tutkimiseen riippumatta siitä mistä toimialasta on kysymys (Laaksonen

2012, 12). Markkinatutkimus tarkoittaa asiakkaista ja muista markkinoiden toimijoista kerättävää tietoa, minkä perusteella voidaan tehdä perusteltuja päätöksiä. Markkinatutkimuksen keinoja voivat olla sekä kvalitatiiviset, että kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät, kuten haastattelututkimus tai kyselytutkimus (McQuarrie 2006; Lotti 1994; Lotti 2001).

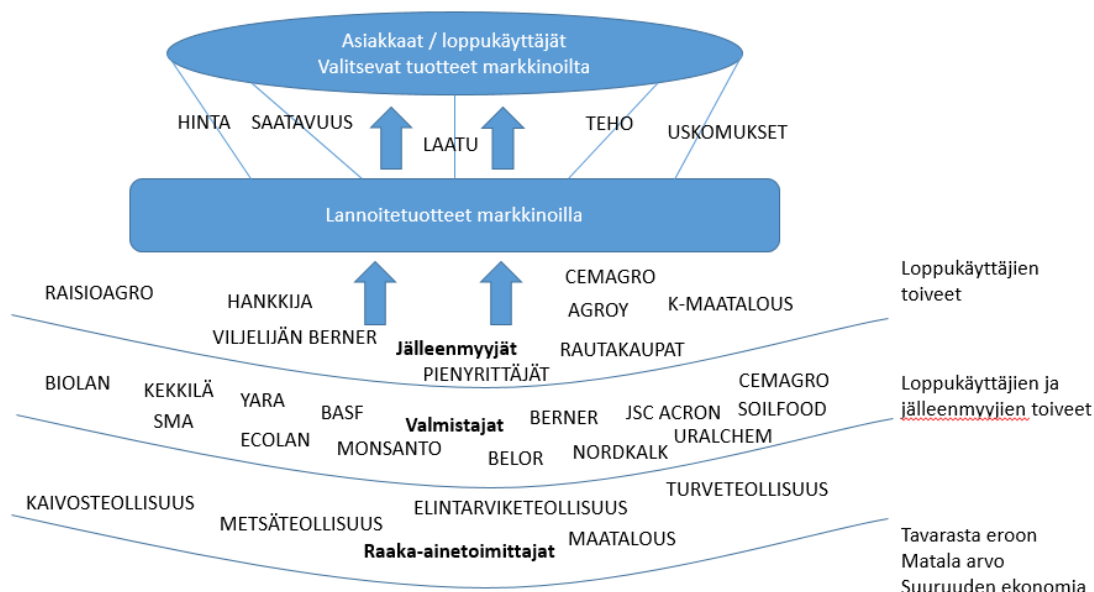
Lannoitemarkkinoiden hintatasoa selvitettiin myös kirjallisuusselvityksellä. Työn tekijällä olleiden lannoitemarkkinoita koskevien esitietojen perusteella vaikutti siltä, että markkinoilla olisi kysyntää uusiomateriaaleista valmistetuille lannoitetuotteille ja raaka-aineille. Esitietojen perusteella hintataso markkinoilla olisi kuitenkin niin alhainen, että lannoitetuotteiden ja niiden raaka-aineiden tuotannon kannattavuus olisi heikkoa. Esitiedot ovat Steppingstonesin (2004) mukaan arvokasta tietoa, minkä tulkinnassa tulee kuitenkin huomioida sen lähteeseen liittyvä epävarmuus ja saatavuus. Tutkimuksen aineisto jakaantuukin Schmidt & Hollensenin (2006) mukaan ensisijaiseen tutkimuksella saatuun tietoon ja toissijaiseen tutkijan keräämään esitietoon.

Tutkimuksen keskeisenä käsitteenä on liiketoiminnan kannattavuus. Kotro (2007) kuvaa yrityksen kannattavuutta toiminnan myyntituottojen ja toiminnan kustannusten suhteella. Yrityksen toiminta on siis kannattavaa kun tuotokset kattavat panostukset. Kotron (2007) mukaan asia voidaan yksinkertaistaa lauseeksi ”Voitto % = 100 x voitto / tappio” mikä kuvaa kannattavuutta sekä yrityksen että yksittäisen tuotteen tasolla. Toinen tapa arvioida yrityksen kannattavuutta olisi arvioida sijoitetun pääoman tuottoa (Ramste 2015c, 4 ja 17), mutta tämä arviointimalli ei sovellu yksittäisen tuotteen kannattavuuden arvioimiseen.

4.2. Tutkimuksen toteutus ja aineisto

Haastattelututkimus suoritettiin syksyn 2016 aikana. Haastateltavien valitsemiseksi luotiin yleisen tason luonnos sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden arvoketjusta: alkutuotannosta jalostajien ja jälleenmyyjäin kautta loppukäyttäjiin, mikä kuvasi tutkimuksen kannalta asiaankuuluvaa populaatiota. Populaation kooksi on arvioitu 40 toimijaa/yritystä. Populaation kokoa arvioitaessa on tehtävä yleistyksiä, kuten käsiteltävä vain suuria metsäteollisuusyrityksiä ja rajoittamalla loppukäyttäjien laskennallista määrää käyttämällä MTK:ta heidän edustajanaan. Otanta populaatiosta tehtiin harkintaotantana (Ramste 2015b, 48) valitsemalla haastateltavia jokaiselta arvoketjun väliportaalta, päättämällä ensin haastateltavat yritykset tai toimijat ja selvittämällä sen jälkeen ketkä henkilöt niistä olisivat haastateltavissa. Tällä tavoin saatiin aikaiseksi otos joka edustaa populaatiota, mutta oli laajuudeltaan soveltuva toteutettavaksi haastattelututkimuksena. Haastateltuja toimijoita valittiin yhteensä 10 kpl, mikä on 25 % oletetusta populaatiosta. Populaation ja otannan arvioinnissa on huomioitava, että tutkimus painottui lannoitetuotteita valmistaviin yrityksiin ja kaupan alaan. Maatalouden harjoittajia on Suomessa kymmeniä tuhansia ja pelkästään heidän mielipiteistään lannoitteisiin liittyen voisi tehdä kokonaan oman tutkimuksensa. Yleistason luonnos lannoitemarkkinoiden arvoketjusta

on esitetty kuvassa 3. Kuvan on laatinut kirjoittaja koosteena useasta eri tietolähteestä.



Kuva 3. Luonnos lannoitemarkkinoiden arvoketjusta

Haastateltaviksi valittiin lopulta kymmenen henkilöä, joista kahdeksan saatiin haastateltua henkilökohtaisesti ja yksi haastateltava vastasi kirjallisesti. Puuttuva haastattelu olisi ollut mielenkiintoinen ja tuonut lisäarvoa tutkimukseen, mutta hänen puuttumisensa ei kuitenkaan vaikuta tutkimukseen niin paljoa, etteikö tutkimusta olisi voitu suorittaa loppuun. Yhdeksän toteutuneen haastattelun aikana on katettu myös puuttumaan jääneen haastateltavan edustama arvoketjun porras. Haastatelluista 8 oli miehiä ja 1 nainen, mikä johtui puhtaasti sattumasta. Haastatellut henkilöt on peitekoodattu tutkimusaineistossa aakkosilla A...I, henkilö J jäi haastatteleematta. Taulukossa 2 on esitetty henkilöiden peitekoodaus, toimialat ja tittelit. Osa haastatelluista toimii maanviljelijänä ja käy lisäksi päivätyössä ja edustaa siten kahta toimialaa ja arvoketjun porrasta yhtä aikaa. Peitekoodausta käytetään, koska tutkimuksen otanta on pieni ja haastatellut henkilöt toimivat samoilla markkinoilla.

Taulukko 15. Haastatellut henkilöt

Nro	Koodi	Toimiala	Titteli
1	A	Raaka-ainetoimittaja, loppukäyttäjä	Manager, increasing harvesting
2	B	Raaka-ainetoimittaja	Senior Manager, yritysvastuu
3	C	Loppukäyttäjä, valmistaja	Maanviljelijä, osakas
4	D	Valmistaja	Tuotantopäällikkö
5	E	Valmistaja	Liiketoiminnan kehitysjohtaja, tuotekehitysjohtaja
6	F	Jälleenmyyjä	Tuotepäällikkö
7	G	Jälleenmyyjä	Johtaja, kasvuohjelma
8	H	Loppukäyttäjä, valmistaja	Maanviljelijä, yrittäjä
9	I	Valmistaja	Business Manager, Industrial, Environmental Solutions
10	J	Loppukäyttäjä	

Haastattelututkimuksella selvitettiin haastateltavien taustaa arvioida lannoitemarkkinoita, heidän edustamiensa yritysten asemaa lannoitemarkkinoilla, heidän mielipidettään sivuvirroista valmistettavien lannoitustuotteiden asemointiin lannoitemarkkinoilla ja heidän näkemyksiään lannoitemarkkinoiden tulevaisuudesta.

Tutkimusaineisto koostuu teemahaastattelujen muistiinpanoista ja nauhoituksista. Haastatteluista 5 kpl toteutettiin etäkokouksena tietokoneen välityksellä käyttäen Skype for Business –ohjelmaa, 1 kpl toteutettiin puhelinhaastatteluna ja 2 kpl kasvokkain. Yksi haastateltava vastasi omasta aloitteestaan kirjallisesti etukäteen toimitettuun aihealuelistaukseen. Osa haastatteluista saatiin nauhoitettua kännykän nauhurilla tai Skype for Business –ohjelmalla. Kaikista haastatteluista tehtiin muistiinpanot ja nauhoituksia käytettiin täydentämään muistiinpanoja. Nauhoituksia ei litteroitu. Haastattelujen teemat on esitetty liitteessä 1.

5 TULOKSET

5.1. Tulokset kysymyksittäin

5.1.1. Haastateltujen tiedot

Haastattelututkimukseen osallistui 9 haastateltavaa. Heidän tittelinsä ja työkokemuksensa on esitetty taulukossa 16. Työkokemusta nykyisistä tehtävistä oli keskimäärin 7,8 vuotta.

Taulukko 16. Haastateltujen työkokemus nykyisistä tehtävistä

Henkilö	Titteli	Työkokemus nykyisistä tehtävistä
Henkilö A	Manager, increasing harvesting	2 vuotta
Henkilö B	Senior Manager, yritysvastuu	8 vuotta
Henkilö C	Maanviljelijä, osakas	5 vuotta
Henkilö D	Tuotantopäällikkö	4,5 vuotta
Henkilö E	Liiketoiminnan kehitysjohtaja, tuotekehitysjohtaja	9 vuotta
Henkilö F	Tuotepäällikkö	5 vuotta
Henkilö G	Johtaja, kasvuohjelma	8 vuotta
Henkilö H	Maanviljelijä, yrittäjä	2 vuotta
Henkilö I	Business Manager, Industrial, Environmental Solutions	9 vuotta

Haastateltavat edustivat yritystensä toiminnan kannalta korkeata tasoa, ollen merkittävästi vaikuttamassa yritystensä tekemiin linjauksiin raaka-aineiden, tuotteiden ja toiminnan kannalta. Selvimmin tämä näkyy yrittäjän suunnitellessa yrityksensä toimintaa, mutta sama ohjaus näkyy myös esimerkiksi liiketoiminnan kehitysjohtajan työssä. Molemmat vaikuttavat suoraan ja merkittävällä tavalla yrityksen valitsemiin tuotteisiin ja suuntaukseen markkinoilla. Tutkimuksessa ei selvitetty miten paljon haastatellut henkilöt tosiasiaa osallistuvat yrityksensä päätöksentekoon. Härkäsen (2011, 46) mukaan tästä huolimatta heidän näkemyksiään voidaan pitää tutkimuksen kannalta merkittävänä koska toisaalta heidän työtehtävistään voidaan päätellä, että heillä on vaikutusta yrityksen päätöksiin ja erityisesti toiminnan ohjaukseen.

Haastateltujen kokemus uusiomateriaaleista oli korkealla tasolla ja he olivat seuranneet asian kehitystä työnsä kautta jo useita vuosia.

5.1.2. Yritysten tiedot

Haastateltavien yritykset edustivat kuvassa 3 kuvattua arvoketjua. Yritysten jakautuminen arvoketjuun on esitetty taulukossa 17.

Taulukko 17. Haastateltujen yritykset arvoketjussa

Yritys	Toimiala	Arvoketjun porras
Henkilön A yritys	Metsäteollisuus	Raaka-ainetoimittaja
Henkilön B yritys	Metsäteollisuus	Raaka-ainetoimittaja
Henkilön C yritys	Lannoitteiden valmistus	Valmistaja
Henkilön D yritys	Lannoitteiden valmistus	Valmistaja
Henkilön E yritys	Lannoitteiden valmistus	Valmistaja
Henkilön F yritys	Kauppaliike	Jälleenmyyjä
Henkilön G yritys	Kauppaliike	Jälleenmyyjä
Henkilön H yritys	Lannoitteiden valmistus	Valmistaja
Henkilön I yritys	Lannoitteiden valmistus	Valmistaja

Edustetut yritykset ovat liiketoiminnaltaan hyvin eri kokoisia, mikä on aivan luonnollista kun kyseessä ovat sivuvirrat syntyvät suurten metsäteollisuusyritysten toiminnan ohessa ja osa niiden jalostajista on vain yhteen tuotteeseen keskittyneitä pienyrityksiä.

Yritysten ainoa yhdistävä tekijä on metsäteollisuuden sivuvirrat ja niistä valmistetut lannoitetuotteet. Edustetuista yrityksistä ainoastaan toisella kauppaliikkeellä ei ollut mitään suoraa kokemusta metsäteollisuuden sivuvirroista valmistetuista lannoitetuotteista, mutta silläkin oli kokemusta muista sivuvirroista valmistetuista tuotteista.

5.1.3. Yritysten tuotteet

Haastateltujen henkilöiden edustamien yritysten tuotteet poikkesivat toisistaan arvoketjun portaiden mukaisesti. Yritysten tuotteita on esimerkin omaisesti kuvattu taulukossa 18. Taulukossa mainitut tuotteet liittyvät tähän tutkimukseen, eivätkä ole kattava lista yritysten tuotteista.

Taulukko 18. Yritysten tutkimuksen kannalta relevantit tuotteet

Yritys	Toimiala	Tutkimuksen kannalta relevantit tuotteet
Henkilön A yritys	Metsäteollisuus	Sivuvirrat, tuhkalannoite
Henkilön B yritys	Metsäteollisuus	Sivuvirrat
Henkilön C yritys	Lannoitteiden valmistus	Kalkitusaineet, maanparannusaineet, ravinneliuokset
Henkilön D yritys	Lannoitteiden valmistus	Kasvualustat, katteet
Henkilön E yritys	Lannoitteiden valmistus	Kasvualustat, lannoitteet, ravinneliuokset
Henkilön F yritys	Kauppaliike	Maatalouden kasvupanokset
Henkilön G yritys	Kauppaliike	Maatalouden kasvupanokset
Henkilön H yritys	Lannoitteiden valmistus	Kalkitusaineet
Henkilön I yritys	Lannoitteiden valmistus	Mineraalilannoitteet ja ravinteet

Yritykset poikkesivat toisistaan tuotteiden osalta merkittävästi, mikä oli arvoketjun perusteella täysin odotettavissa. Yritykset jakaantuivat selvästi ryhmiin: sivuvirran eli raaka-aineen tuottajat (metsäteollisuus), sivuvirran jalostajat eli lannoitevalmisteiden valmistajat, jälleenmyyjät eli kauppaliikkeet ja loppukäyttäjät eli maanviljelijät.

Raaka-ainetuottajien tuotteet ovat käytännössä luvussa 3.3 kuvatut sivuvirrat. Osa sivuvirroista on jo jalostettu tuotteiksi itse tai yhteistyökumppanien avulla, mutta osa on vielä kehityksen alla. Toisella yrityksellä on jo myytävänä tuotteena metsälannoituspalvelu, jossa lannoitteena käytetään biomassan polttamisen tuhkaa.

Sivuvirtoja jalostavilla lannoitteiden valmistajilla tuotteina on sekä kasvualustoja, lannoitteita, kalkitusaineita, maanparannusaineita, että katteita ja muita viherrakennustuotteita. Osa tuotteista sisältää niin sanottuja uusiomateriaaleja tai kierrätysmateriaaleja ja osa on valmistettu perinteisemmistä materiaaleista, kuten turpeesta, hiekasta ja kemiallisista lannoitteista. Ylipäätään jalostajien oli vaikeata vetää rajaa, mitkä raaka-aineet pitäisi ajatella uusioraaka-aineiksi tai kierrätysmateriaaleiksi, koska kasvualustojen ja maanparannusaineiden raaka-aineet ovat aina ennenkin olleet suurimmaksi osaksi jonkinlaista sivuvirtaa. Tämä osoittaa kuinka kiertotaloutta on tietyillä toimialoilla toteutettu jo pitkään, eikä toisen sivuvirran hyödyntämisessä välttämättä ole mitään ihmeellistä.

Täähän on just oikeestaan tämä meidän dilemma, että kun me ollaan käytetty tällaisia materiaaleja niin kauan. Et siion niinku vaikee sanoa sitten, niinku verrata tähän että me tehtäis ihan tavallaan neitseellisestä tavarasta jotain. Kun tää on

niinku se meidän toiminta, se on sellasta että pyritään minimoimaan sellaiset tuotteet, jotka tulis ihan raaka-aineena tähän meidän tontille.

Henkilö E

Jälleenmyyjien osalta tuotevalikoima on hyvin kattava ja lannoitevalmisteet ovat vain yksi segmentti tarjoamassa. Toisella jälleenmyyjällä on valikoimassa jo nyt useita uusiomateriaaleja tai sellaisia sisältäviä tuotteita, toisella ei ole ollut valikoimassa vielä yhtään. Merkittävin huoli molemmilla jälleenmyyjällä oli uusiomateriaalista tuotetun tuotteen tasalaatuisuus. Jälleenmyyjän näkökulmasta tuotteen laadusta johtuvat reklamaatiot ovat merkittävä riski kannattavuudelle ja tuotteen sekä kauppaliikkeen maineelle.

5.1.4. Yritysten raaka-aineet

Myös yritysten raaka-aineet poikkesivat toisistaan arvoketjun portaiden mukaisesti. Yritysten raaka-aineita on kuvattu esimerkin omaisesti taulukossa 19. Taulukossa mainitut raaka-aineet liittyvät tähän tutkimukseen, eivätkä ole kattava lista yritysten käyttämistä raaka-aineista.

Taulukko 19. Yritysten tutkimuksen kannalta relevantit raaka-aineet

Yritys	Toimiala	Tutkimuksen kannalta relevantit raaka-aineet
Henkilön A yritys	Metsäteollisuus	Puu, kemikaalit
Henkilön B yritys	Metsäteollisuus	Puu, kemikaalit
Henkilön C yritys	Lannoitteiden valmistus	Sivuvirrat
Henkilön D yritys	Lannoitteiden valmistus	Sivuvirrat, turve, hiekka
Henkilön E yritys	Lannoitteiden valmistus	Sivuvirrat, turve, hiekka, lanta
Henkilön F yritys	Kauppaliike	Ei tuotantoa
Henkilön G yritys	Kauppaliike	Ei tuotantoa
Henkilön H yritys	Lannoitteiden valmistus	Sivuvirrat
Henkilön I yritys	Lannoitteiden valmistus	Maakaasu, CO ₂ , ammoniakki, typpihappo, apatiitti, kalium

Metsäteollisuuden pääraaka-aine on luonnollisesti puu. Meesakalkkia lukuun ottamatta kaikki tässä työssä käsitellyt sivuvirrat ovat jollakin tavalla puuraaka-aineesta peräisin. Meesakalkin raaka-aine on periaatteessa tehtaalle ostettu kalkki.

Sivuvirtojen jalostajien raaka-aineita ovat metsäteollisuuden sivuvirtojen lisäksi myös maanviljelyn, bioenergia-alan, liha- ja siipikarjantuotannon sekä kunnallisen jätevedenpuhdistuksen jätteet ja sivuvirrat. Myös turve ja hiekka ovat tärkeitä raaka-aineita. Sivuvirtojen jalostajat ovat pitkän ajan

kuluessa innovoineet reseptiikkaa, eli mitkä materiaalit täydentävät toisiaan ja miten niitä täytyy käsitellä lisäarvon tuottamiseksi.

Mut sitten totaniin kasvualustapuolella me käytetään tietysti ihan turvetta, mutta ... ihan sellaisenaan ostettavan turpeen hinta on sen verran kova että mielellään jos se voidaan korvata jollain muulla niin korvataan.

Henkilö E

Bioenergiateollisuuden tuotteet, mädätysjäännökset, ne on kaikki niinkun sellaisenaan käyttökelpoisia. ... Sit taas metsäteollisuudessa niin nää nollakuidut on sellaisenaan käyttökelpoisia, mutta sitten kaikki muu oikeastaan vaatii meiltä käsittelyä.

Henkilö C

5.1.5. Kokemuksia uusioraaka-aineista

Kaikilla haastatelluilla ja heidän yrityksillään oli kokemusta sivuvirroista, uusioraaka-aineista tai kierrätysmateriaaleista. Useilla toimijoilla oli vaikeuksia erottaa mikä heidän omassa toiminnassaan on erityisesti uusio- tai kierrätysmateriaali, koska käsitteiden rajat ovat katsontakannasta riippuen häilyvät. Määritelmiä tehtäessä on vaikea erottaa toisistaan esim. katemateriaaliksi tarkoituksella tehtyä puumursketta ja puun varastoinnista syntynyttä murskattua kuorimateriaalia. Miksi toinen on kiertomateriaali ja toinen ei, vaikka niillä ei teknisesti tai käytön kannalta ole mitään eroa keskenään? Tähän haastatteluissa nousseeseen kysymykseen eivät haastatellut osanneet vastata. Taulukkoon 20 on koottu haastateltujen kokemuksia pääpiirteittäin.

Taulukko 20. Haastateltujen kokemuksia uusioraaka-aineista

Yritys	Toimiala	Kokemukset
Henkilö A	Metsäteollisuus	Positiivisia ja negatiivisia kokemuksia sivuvirtojen laadun ja tuotteiden kehittamisestä sekä käyttökohteiden etsinnästä.
Henkilö B	Metsäteollisuus	Positiivisia ja negatiivisia kokemuksia sivuvirtojen laadun kehittamisestä ja käyttökohteiden etsinnästä.
Henkilö C	Lannoitteiden valmistus	Positiivisia kokemuksia sivuvirtojen jalostuksesta ja tuotteiden kehittamisestä.
Henkilö D	Lannoitteiden valmistus	Positiivisia kokemuksia sivuvirtojen jalostuksesta ja tuotteiden kehittamisestä.
Henkilö E	Lannoitteiden valmistus	Positiivisia kokemuksia sivuvirtojen jalostuksesta ja tuotteiden kehittamisestä.
Henkilö F	Kauppaliike	Positiivisia kokemuksia useiden sivuvirtoja sisältävien tuotteiden kaupasta.
Henkilö G	Kauppaliike	Negatiivisia kokemuksia sivuvirtatuotteiden laadusta ja luotettavuudesta.
Henkilö H	Lannoitteiden valmistus	Positiivisia kokemuksia jalostuksesta, negatiivisia kokemuksia sivuvirtojen laadusta ja luotettavuudesta.
Henkilö I	Lannoitteiden valmistus	-

Kaikilla arvoketjun portailla oli kokemusta uusioraaka-aineista, toisilla enemmän ja toisilla vähemmän, mutta kaikilla kuitenkin.

Metsäteollisuudella oli kokemusta sivuvirtojen laadun kehittamisestä sekä monenlaisista toimijoista ja loppukäytöistä. Sivuvirtoja on kehitetty ja tuotteita yritetty luoda sekä omana työnä että yhteistyökumppaneiden kanssa. Nykyisin metsälannoituksessa käytettävä tuhka on ainoa selkeästi omaksi varsinaiseksi myyntituotteeksi jo päätynyt sivuvirta. Sen tuotanto on moniin muihin sivuvirtoihin verrattuna yksinkertaista ja sen myyminen on hyvin lähellä metsäteollisuuden ydinliiketoimintaa, puunhankintaa. Orgaanisia sivuvirtoja on myös kehitetty ja pyritty luomaan niihin perustuvia tuotteita, mutta koska niiden loppukäyttö on maataloudessa, on niiden tuotanto ja myynti päätynyt yhteistyökumppaneille.

Mehän ei oo tuotteistettu niitä itse vaan meidän yhteistyökumppani.

Henkilö B

Jalostajien kokemukset uusioraaka-aineista olivat poikkeuksetta positiivisia, mikä ei ollut yllätys kun ottaa huomioon jalostajien pääosin pitkän kokemuksen sivuvirtojen jalostuksesta. Materiaalin ominaisuuksista

levitettävyyttä, visuaalista ulkonäköä ja hajua pidettiin selvästi tärkeimpinä. Maanviljelyyn päätyville tuotteille niiden levitettävyyden perinteisellä kalustolla on erittäin tärkeää, jotta niiden käyttöönotosta ei aiheudu investointitarpeita levityskalustoon. Monille loppukäyttäjille on myös ilmeisen tärkeää, että uusi tuote on ”tutun ja turvallisen” näköinen ja hajuinen, jolloin sitä pidetään riittävän samankaltaisena kuin tuttua ja totuttua tuotetta. Maanviljelyssä soveltuvan levityskaluston puute rajoittaa etenkin orgaanisten maanparannusaineiden menekkiä, sillä niitä voi levittää tehokkaasti vain lannanlevittimillä tai kalkinlevittimillä.

Viljelijälle saattaa olla hyvin tärkeää se että, se tuote vaikka näyttää hyvälle vaik sillä ei olis mitään tekemistä sen niinku toimivuuden kanssa. ... Sen pitää näyttää hyvälle se tavara silloin kun se kipataan rekasta siihen pellon laitaan, se ei riitä että se näyttää hyvälle kun se on levitetty peltoon.

Henkilö C

Levitettävyyden merkittävä ominaisuus. Se että se saadaan sinne peltoon mahdollisimman tasaisesti levitettyä, silloin se toimii niinku oikein. ... Vallitseva teknologia perustuu pitkälti kylvölannoittimiin. ... Kaluston puute tulee meillä jossain vaiheessa pullonkaulaksi tässä kiertotalouden edistämiseksi. Eli tota nää kiinteän lannan levittimet sekä lietteen levittimet, niin niitä ei oo maassa riittävästi tällä hetkellä.

Henkilö C

Jälleenmyyjien kokemukset olivat kahtiajakoiset, toisella oli positiivisia kokemuksia ja toinen ei ollut toistaiseksi uskaltanut ottaa niitä valikoimiin. Uusiomateriaaleja myynyt kauppa-yritys piti niitä hyvänä tapana kehittää kilpailuetua tiukasti kilpailuilla markkinoilla. Toinen taas piti uusiomateriaaleihin liittyviä laatuvariaatioita tai ainakin riskiä laadunvaihtelusta niin merkittävänä, että oli katsottu parhaaksi seurata tilanteen kehittymistä toistaiseksi.

Tällä hetkellä valikoimassa ei ole uusiotuotteita. Aiemmin oli suunnitelmia yhden luujauhotuotteen ottamisesta valikoimaan, mutta lopulta riski katsottiin liian suureksi. ... Markkinoilla on kuitenkin varmasti tilaa uusiotuotteille jos uusiotuotteeseen voi luottaa 100%.

Henkilö G (muistiinpano)

Meillä on kyllä ollut hyvin vahva yhteistyö mm. [toimijan] kanssa, et heillä on tämmösiä terästeollisuuden maanparannuskuonatuotteita ja sanotaanko että ne on jatkuvasti kasvattanu roolia meidän portfolioissa ... Markkinoilla kyllä on tarvetta [sivuvirtatuotteille]. Myöskin meillä on tarvetta, et tarvii pikkusen kattoo eri tuotteita kun mitä aiemmin on meillä tuotevalikoimassa ollu.

Henkilö F

Haastatellut loppukäyttäjät olivat myös olleet tyytyväisiä uusiomateriaaleihin. Loppukäyttäjien jakautuminen karkeasti kahteen ryhmään, valveutuneisiin ja taantuneisiin, tuli esiin useamman haastateltavan kanssa. Osa loppukäyttäjistä on hyvin kiinnostuneita luomusta, uusista kasvatus- ja maanparannusmenetelmistä sekä uusiomateriaaleista. He ovat ylipäänsä valveutuneita maatalouden muutoksesta ja hakevat aktiivisesti uusia ratkaisuja kannattavuuden parantamiseksi ja ympäristövaikutusten pienentämiseksi. Tämän ryhmän innostaminen sivuvirtoja sisältävien lannoitetuotteiden käyttäjiksi ei haastateltujen mukaan liene vaikeaa, pelkkä hyvän tuotteen tuominen markkinoille riittänee, sillä he ovat innokkaita kokeilemaan uusia ratkaisuja. Haastateltujen mielestä osa loppukäyttäjistä on sitä vastoin vakiintunut vanhoihin menetelmiin ja taantunut pelkäämään ja vastustamaan uusia ratkaisuja. Perinteisillä menetelmillä voi tietysti saavuttaa aivan riittävän kannattavuustason maanviljelyssä, mutta siitä seuraa myös tunnetut sivuvaikutukset, kuten maaperän köyhtyminen ja ravinnepäästöt. Taantuneiden ryhmän innostaminen edes kokeilemaan sivuvirroista valmistettuja lannoitevalmisteita saati sitten niiden aktiiviseen käyttöön vaatii haastateltujen mielestä paljon tutkimustietoa niiden hyvistä ominaisuuksista ja eroista perinteisiin menetelmiin. Tämä tieto täytyy lisäksi onnistua viestimään tehokkaasti.

Vallitseva maatalous ja maanviljely ja ne viljelijät eivät niinku tiedosta sitä maanparannuksen merkitystä riittävästi, etenkin näiden maanparannuskuitujen osalta.

Henkilö C

Ei myydä pelkkää tuotetta vaan palvelua, jossa osaaminen on mukana. Asiantuntemus hyödyttää sekä asiakasta että myyjää. Osa asiakkaista toki on vanhoillisia ja asiakaskunta on selvästi jakautunut kehittäjiin ja taantujiin.

Henkilö G (muistiinpano)

5.1.6. Uusiomateriaalien vaikutus markkinoihin

Kaikki haastatellut olivat huomanneet uusiomateriaalien vaikutuksia markkinoilla. Haastatellut olivat kuitenkin keskenään eri mieltä vaikutusten suuruudesta ja merkityksestä. Kiistatta kaikki olivat kuitenkin huomanneet niillä olleen jotakin vaikutusta markkinoilla. Taulukkoon 21 on koottu haastateltujen näkemyksiä pääpiirteittäin.

Taulukko 21. Haastateltujen näkemyksiä uusiomateriaalien vaikutuksista markkinoihin

Yritys	Toimiala	Vaikutus markkinoihin
Henkilön A yritys	Metsäteollisuus	Tuhkalannoite pystyy valtaamaan koko markkinan turvemailla.
Henkilön B yritys	Metsäteollisuus	Edetty varovasti ja kerätty kokemuksia, monille jakeille vielä porttimaksu.
Henkilön C yritys	Lannoitteiden valmistus	Kalkkimarkkinoilla isot toimijat reagoineet uusiokalkkeihin hinnanmuutoksilla.
Henkilön D yritys	Lannoitteiden valmistus	Kiertotalous isosti esillä, mutta se ei vielä näy kysynnässä.
Henkilön E yritys	Lannoitteiden valmistus	Kaikki uusiomateriaalit eivät ole luomua, mutta niillä on päästy alempiin tuotantokustannuksiin.
Henkilön F yritys	Kauppaliike	Markkinaosuuksista ei virallista tietoa, mutta ainakin uusiokalkeilla merkittävä markkinaosuus. Uusiopeltolannoitteita ei ole saatavilla.
Henkilön G yritys	Kauppaliike	Asiakkaat kyselevät uusiotuotteita.
Henkilön H yritys	Lannoitteiden valmistus	Asiakkaat kiinnostuneita myös hinnasta, pelkkä kierrätys ei riitä.
Henkilön I yritys	Lannoitteiden valmistus	Kierrätyslannoitteiden markkinaosuus on tällä hetkellä hyvin pieni.

Parhaiten menestynyt esimerkki uusiomateriaalin vaikutuksesta markkinoihin on metsälannoitukseen käytettävä tuhka, mikä on Henkilön A mukaan pystynyt valtaamaan turvemaiden markkinat. Tämä johtuu hänen mukaansa tuhkalannoitteen paremmista ominaisuuksista kemialliseen lannoitteeseen verrattuna erityisesti turvemailla. Tuhkalannoitteen ravinteet, fosfori ja kalium, lisäävät henkilön A mukaan puuston kasvua. Turvemailla kasvaa pääasiassa kuitupuuta, joten sen hinta vaikuttaa suoraan metsänomistajalle kannattavaan lannoitushintaan.

Vaikka metsäteollisuudesta syntyvät maatalouskalkit ovat volyymiltään hyvin pieni osa Suomen koko kalkitusmarkkinasta, on niillä henkilön C mukaan ollut vaikutusta markkinahintoihin. Hänen mukaansa isot kalkintoimittajat laskivat aiemmin hintojaan kilpailukseen halvemman meesakalkin kanssa. Markkinaosuuksista ei kuitenkaan ole tilastoa, missä

uusiomateriaalit olisi eroteltu. Haastateltujen mielestä metsätuhkan ja meesakalkin osalta markkinoilla on vetoa, ainakin nykyisellä hintatasolla.

Henkilön C mukaan metsäteollisuuden lietteistä valmistettavat maanparannusaineet ovat lisätuote markkinoille, ne eivät kilpaile suoraan minkään muun tuotteen kanssa. Näiden tuotteiden osalta kyseessä on työntömarkkina, kuluttajia pitää vielä valistaa, kouluttaa ja innostaa käyttämään orgaanisia maanparannustuotteita.

Henkilön D mukaan jalostetut kasvualustat ovat lannoitettuja ja kalkittuja, jolloin ne ovat parempia kuin niin sanottu peltomulta. Jalostetuista kasvualustoista on kuitenkin vaikea saada merkittävästi parempaa hintaa, jolloin kilpailuetu täytyy saada tuotantokustannuksista esimerkiksi sivuvirtoja hyödyntämällä. Tämä tuotantokustannuksen aleneminen toisaalta myös sallii yrityksen laajentaa tuotevalikoimaansa kaikkiin hintaluokkiin.

Haastateltujen mielestä sekä maanviljelyssä, että kasvualustoissa olisi tilausta luomukelpoisille tuotteille, mitä sivuvirroista valmistetut tuotteet yleensä eivät ole. Luomukelpoisesta tuotteesta saisi monesti korkeamman hinnan. Luomun markkina on toisaalta huomattavasti perinteisen maatalouden markkinaa pienempi, jolloin jalostajien kannattaa valmistaa pääasiassa tavanomaisia tuotteita ja vain osaksi luomutuotteita.

5.1.7. Hinnat ja kustannukset

Hinnat ja kustannukset ovat aihealueena jo niin tiiviisti yrityksen liiketoimintaan liittyviä, että osa haastatelluista alkoi pidättäytyä vastauksissaan. Lähes kaikki haastatellut jättivät kertomatta omat tarkat hinnastonsa tai hintojen todettiin olevan kohdekohtaisia. Myöskään omia raaka-ainekustannuksia ei haluttu paljastaa. Taulukossa 22 on yhteenvetona haastateltujen näkemyksiä hinnoista ja kustannuksista.

Taulukko 22. Haastateltujen näkemyksiä sivuvirtojen hinnoista ja kustannuksista

Yritys	Toimiala	Hinnat ja kustannukset
Henkilö A	Metsäteollisuus	Metsän tuhkalannoitus monesti kemiallista halvempaa. Lannoituksen hinta lasketaan kohdekohtaisesti.
Henkilö B	Metsäteollisuus	Hinnat ovat tällä hetkellä vakiintuneet.
Henkilö C	Lannoitteiden valmistus	Esimerkkihinnat julkisia mutta tarjous lasketaan kohdekohtaisesti. Ravinteiden maailmanmarkkinahinnat ohjaavat hinnoittelua.
Henkilö D	Lannoitteiden valmistus	-
Henkilö E	Lannoitteiden valmistus	Uusiomateriaaleista sai ennen porttimaksua, nykyään harvemmin. Myös perinteisten raaka-aineiden hinnat vaihtelevat.
Henkilö F	Kauppaliike	Sivuvirtatuotteen hinta asetetaan perinteisen tuotteen hinnan perusteella.
Henkilö G	Kauppaliike	-
Henkilö H	Lannoitteiden valmistus	Hinnat julkaistu alan lehdessä. Kalkeissa tonnihinta on merkittävin myyntivaltti.
Henkilö I	Lannoitteiden valmistus	Uusiomateriaalit ovat hyvin erilaisia, yleispätevää vastausta ei ole.

Metsän tuhkalannoitus on henkilön A mukaan yleensä halvempaa hehtaarille kuin kemiallinen lannoitus, samoin henkilöiden C ja H mukaan meesakalkki on toistaiseksi hinnaltaan perinteistä kalkkia halvempaa. Henkilön C mukaan myös maaparannusaineissa kilpaillaan hinnalla. Nämä kolme tuoteryhmää ovat vielä melko nuoria ja niissä joudutaan kilpailemaan vakiintuneiden tuotteiden ja viljelymenetelmien kanssa. Tässä tilanteessa hyvän tai muita paremmankin tuotteen on haastateltujen mielestä helpointa kilpailla hinnalla.

Sekä maanviljelyn, että metsänhoidon kannattavuus on kiinni pienistä asioista, joten tuotantopanosten hinta on haastateltujen mukaan viljelijälle ja metsänomistajalle hyvin tärkeä. Lisäarvon tuottamiseksi ja siten katteen parantamiseksi sekä tuhkalannoitus että maanparannus pyritäänkin ensisijaisesti myymään palveluna, jolloin toiminnan suunnittelun lisäarvo parantaa lannoitemyynnin kannattavuutta. Tämä myös vaikeuttaa hintojen vertailua, kun kemialliset lannoitteet hinnoitellaan ravinnetonnille ja maanparannusaineet tuotetonnille. Henkilön G mukaan tuote on kuitenkin aina asemoitavissa markkinoille monella tavalla. Vaikka nyt on lähdetty kilpailemaan hinnalla mikään ei estä esittelemästä tuotteita halvan kategorian lisäksi keskiryhmään tai kalliiden erikoistuotteiden ryhmään.

Myös sivuvirtatuotteen voi lanseerauksessa asemoida kuinka haluaa. Sen voi vapaasti asemoida halvaksi, tavalliseksi tai vaikka Rolls Royceksi.

Henkilö G (muistiinpano)

Kuten haastattelujen aiemmissa aihealueissa on tullut esiin, on uusiomateriaaleilla haastateltujen mielestä mahdollista saada kilpailuetua tuotantokustannuksiin jalostettujen kasvualustojen ja maanparannustuotteiden valmistuksessa. Uusioraaka-aineista on henkilöiden C, D, E ja H mukaan saanut aiemmin jopa vastaanottomaksua, vaikka tämä on muuttumassa nollahinnaksi tai matalaksi hankintahinnaksi. Vastaanottomaksu ja matala hankintahinta kuitenkin kompensoivat uusioraaka-aineen käsittelystä aiheutuvia kuluja verrattuna perinteiseen raaka-aineeseen, joka on lähes aina helpommin käsiteltävissä tai ei tarvitse esikäsitelyä lainkaan.

Tässä tilanteessa ei ole mitään uutta, jätteitä ja sivuvirtoja on käsitelty jo pitkään. Kustannukset ovat kuitenkin muuttuneet ja uusia materiaalivirtoja tulee esiin koko ajan. Lopputuotemarkkinoilta ei kuitenkaan saa sivuvirtatuotteesta parempaa hintaa, joten uusioraaka-aineesta on saatava kilpailuetua tuotantoketjussa.

Henkilö D (muistiinpano)

Henkilö H kuitenkin korosti, että loppukäyttäjien näkökulmasta lopputuotteen hinta on määräävä tekijä, eikä loppukäyttäjälle ole merkitystä miksi jokin tuote on hinnaltaan kilpailukykyisempi kuin jokin toinen.

Jos määkin tän rupeisin täst laskeen poltetust kalkista oikeen niin et mitä se on se hyöty, se neutraloiva kyky sinne peltoon levitetynä ja rupeisin siit niinku pyytämään sitä hintaa, niin eivät olis valmiit maksamaan tavallaan enempää [tonnille] siitä. Koska aika monta kertaa tuntuu tässä kun myy että mitä halvempi sull on se tonnihinta niin sitä enemmän se kiinnostaa, et kun saa vaan niitä tonnei ja kuutioi sinne pellon päähän halvemmalla hinnal niin se tuotteen ominaisuus jopa vähän unohtuu siinä.

Henkilö H

5.1.8. Lannoitetuotteen taloudellinen kannattavuus

Myös lannoitetuotteen kannattavuus oli arka aihealue haastatelluille. Tietysti toiminnan kannattavuus on lähtökohta kaikkien yritysten toiminnalle ja oma kannattavuus ja yhteistyökumppanin kannattavuus voivat olla jossain määrin ristiriidassa keskenään. Taulukossa 23 on vedetty yhteen haastateltujen näkemyksiä sivuvirrasta valmistetun lannoitetuotteen kannattavuudesta.

Taulukko 23. Haastateltujen näkemyksiä lannoitetuotteen kannattavuudesta

Yritys	Toimiala	Lannoitetuotteen kannattavuus
Henkilö A	Metsäteollisuus	Alueellisesti voi olla kannattava.
Henkilö B	Metsäteollisuus	Koko jalostusketjun kannattavuus on epätodennäköistä, mutta se voi silti olla kannattavampaa kuin jokin toinen vaihtoehto.
Henkilö C	Lannoitteiden valmistus	Raaka-aineiden käsittelytarpeen vähentyminen parantaisi kannattavuutta. Lopputuotteiden hintojen nousua ei ole näköpiirissä.
Henkilö D	Lannoitteiden valmistus	Suomen markkinat ovat melko pienet, eivätkä kaikki sivuvirrat tule mahtumaan markkinoille.
Henkilö E	Lannoitteiden valmistus	Raaka-aineiden käsittelytarpeen vähentyminen parantaisi kannattavuutta. Se kuka tekee käsittelyt vaikuttaa kannattavuuteen eri tasoilla.
Henkilö F	Kauppaliike	-
Henkilö G	Kauppaliike	Koko tuotantoketju voi olla kannattava.
Henkilö H	Lannoitteiden valmistus	Joillekin sivuvirroille kysyntää on enemmän kuin tarjontaa, jolloin tärkeimmäksi kannattavuustekijäksi nousee laatu.
Henkilö I	Lannoitteiden valmistus	-

5.1.9. Lannoitetuotteen raaka-aineen taloudellinen kannattavuus

Tämä aihealue poikkesi hyvin vähän edellisestä ja se näkyi myös haastateltujen näkemyksissä. Aihealueet limittyvät, kun monissa tapauksissa on vaikea tehdä eroa lopputuotteen ja sen raaka-aineen kannattavuudelle. Yksikään haastatelluista ei ottanut suoraan kantaa siihen, voiko sivuvirrasta valmistetun lannoitetuotteen raaka-aine olla erikseen tarkasteltuna kannattava.

Loppupelissä kun tää on kuitenkin meille ei niinkun core-bisnestä, ni en nää järkevaks että me alettas niinku isos mittakaavas tätä tekemään itse, missään tapauksessa. ... En pidä [arvoketjun kannattavuutta] mahdottomana mutta pidän sitä kyllä vähemmän kuin 50% todennäköisenä. Mut vaikka niistä virroista ei sais suoraa hintaa niin muitten käsittelyjen kustannukset voi olla sellaset et [lannoitevalmisteita] kannattaa tehdä. Sen nään taas hyvin todennäköisenä.

Henkilö B

5.1.10. Tulevaisuus

Haastatellut näkivät sivuvirroista valmistettujen lannoitustuotteiden tulevaisuuden pääosin valoisana. Tulevaisuudessa nähtiin toki sekä positiivisia, että negatiivisia tapahtumia ja mahdollisuuksia. Taulukkoon 24 on kerätty haastateltujen näkemyksiä aiheeseen liittyvistä tulevaisuuden kuvista.

Taulukko 24. Haastateltujen näkemyksiä tulevaisuudesta

Yritys	Toimiala	Tulevaisuuden näkymät
Henkilö A	Metsäteollisuus	-
Henkilö B	Metsäteollisuus	Perinteinen lannoiteteollisuus on vahvasti mukana lainsäädännössä. Lainsäädännössä on myös mahdollisuuksia uusille tuotteille. Lannoitteiden CE-merkinnällä tuskin suurta merkitystä. Toteutuvatko sivuvirtatuotteilta odotetut ympäristöhyödyt todellisuudessa?
Henkilö C	Lannoitteiden valmistus	Näkyvissä voimakasta kasvua tietyissä tuoteryhmissä. Aletaanko maanviljelyn ympäristövaikutuksia mittaamaan ja positiivisia vaikutuksia tukemaan? Nouseeko lannoitevalmisteiden omavaraisuus puheenaiheeksi?
Henkilö D	Lannoitteiden valmistus	Positiiviset näkymät, koska uusiomateriaalien arvostus ja tietoisuus ovat kasvussa. Kasvualustoissa CE-merkintä tulee olemaan tärkeää.
Henkilö E	Lannoitteiden valmistus	Lannoitteiden markkina tuskin kasvaa merkittävästi. Uusia ratkaisuja ja materiaaleja tulee koko ajan lisää, mutta mikä jää pitkäaikaiseksi?
Henkilö F	Kauppaliike	Peltolannoituksessa olisi markkinat jos olisi tuotteita. Ravinteet ja hinta ratkaisee, CE-merkinnällä tuskin suurta merkitystä.
Henkilö G	Kauppaliike	Uusiomateriaalit muuttumassa trendiksi ja edelleen normaaliksi toiminnaksi. CE-merkintä voi tuoda lisää kilpailua markkinoille. Viljan ostajat tuskin ajavat CE-pakkoa, jos se merkitsee viljan hinnan nousua.
Henkilö H	Lannoitteiden valmistus	Positiiviset näkymät.
Henkilö I	Lannoitteiden valmistus	Työntömarkkinan seurauksena uusiomateriaaleja tulee käyttöön. Ravinteiden hidas liukeneminen tai raskasmetallit eivät saa aiheuttaa haittoja. Prosessoinnin haasteet näkyvät myös kustannuksissa.

Henkilön A mukaan metsätalous on Suomessa kasvussa ja metsän kasvun lisäämiseen liittyvät keinot tulevat olemaan kysytyjä jatkossakin. Kemiallisilla lannoitteilla ei tulla saavuttamaan nykyistä merkittävästi

suurempaa kasvua, mutta sivuvirroista valmistettavilla lannoitevalmisteilla on potentiaalia tuottaa uusia ratkaisuja.

Henkilön C mielestä maanviljely on murroksessa kamppaillessaan heikon kannattavuuden kanssa. Maataloudessa on selvä tilaus tuotteille ja toimintamalleille, joilla toiminnan kannattavuutta voidaan parantaa. Erityisesti maanparannusaineilla on tulevaisuudessa hyvä markkinarako, niiden parantaessa maan kasvukuntoa ja siten maan tuottavuutta.

5.2. Yhteenveto

Vaikka edellisissä kohdissa on käyty haastattelujen sisältöä yksityiskohtaisesti läpi on taulukkoon 25 vielä koostettu haastateltujen näkemyksiä näistä tärkeimmistä kysymyksistä tiivistettynä positiivisiksi tai negatiivisiksi kommentteiksi tai näkemyksiksi.

Taulukko 25. Yhteenveto aihealueista 5-10

Yhteenveto	Positiivista	Negatiivista
5. Kokemuksia uusioraaka-aineista	+Tuhkalannoite on kemiallista parempaa turvemaille. +Metsäteollisuuden sivuvirroissa ei mitään uutta jalostajan kannalta. +Jalostetut kasvualustat ovat parempia kuin ”peltomulta”. +Jo 1990-luvulla kehitettiin ensimmäiset uusiopohjaiset lannoitteet.	-Tuhkan ja kalkin kosteuden vaihtelu. -Sivuvirtojen levitettävyyys vaihtelee. -Sivuvirtojen laatuun ei vielä täysin luoteta. -Sivuvirroissa oletettavasti suuri reklamaatioriski.
6. Uusio- materiaalien vaikutus markkinoihin	+Metsäteollisuuden lietteet ovat lisävalikoimaan, ne eivät korvaa olemassa olevaa tuotetta.	-Pelkkä kierrätysmateriaali ei riitä, tarvitaan mineraalilannoitusta.

7. Hinnat ja kustannukset	+Metsän tuhkalannoitus yleensä kemiallista halvempi per hehtaari. +Hyödyn todistaminen maanviljelyssä parantaneet myyntihintaa.	-Uusiotuote joutuu kilpailemaan hinnalla. -Sivuvirroille on monesti porttimaksu. -Yleispätevää vastausta ei ole, koska sivuvirtoja on erilaisia.
8. Lannoite- tuotteen taloudellinen kannattavuus	+Sivuvirrat ovat hyvin erilaisia, osasta voi tulla arvokkaampia mutta kaikki eivät voi kallistua.	-Uusiotuotteen hinta sidoksissa keinolannoitteisiin. -Kaikki hyvä tuhka menee kaupaksi, paremmalla laadulla päästävässä hyvään kannattavuuteen. -Suomen kasvualustamarkkinat rajalliset suhteessa sivuvirtoihin.
9. Raaka-aineen taloudellinen kannattavuus	+Käsittelyn vähentyminen tuotantoketjussa vapauttaisi kannattavuutta.	-Lopputuotteen hinta ei kata sivuvirran käsittelykustannuksia.
10. Tulevaisuus	+Puunkäyttö lisääntyy, jolloin metsän lannoittaminen lisääntyy. +Maanparannukselle on selvä tarve maanviljelyssä. +Positiivisista ympäristövaikutuksista lisäarvoa tai jopa tuen peruste. +Yleinen tahtotila ja politiikka menossa positiiviseen suuntaan. +Peltolannoituksessa olisi kysyntää, jos olisi sopivia uusiotuotteita.	-Lopputuotteiden hinnan nousua ei ole näköpiirissä. -Uusiotuotteiden on vastattava markkinoiden tarpeita ja vaatimuksia. -Ravinteiden hidas liukeneminen ei saa tehdä ravinteiden käytöstä tehotonta.

5.3. Tulosten validiteetti ja reliabiliteetti

Arvioinnin ja mittaamisen perusedellytys on pystyä tuottamaan luotettavia tuloksia. Tähän päästäkseen tutkijan on käytettävä luotettavia tiedonkeruu- ja mittausmenetelmiä sekä mittareita. (Ramste 2015b, 8.)

Tutkimuksen luotettavuutta kuvataan yleisesti validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Validiteetti kertoo siitä onko mittauksella osoitettu sitä mitä sillä oli tarkoitus osoittaa. (Ramste, 2015b, 8.) Reliabiliteetilla kuvataan sitä olisiko samaan lopputulokseen tultu jos tutkimus olisi tehty monta kertaa, eli kuinka luotettavasti tutkimus tuottaa samat lopputulokset. (Hiltunen 2009, 9.)

Tässä tutkimuksessa sekä validiteettia että reliabiliteettia voidaan arvioida tutkimalla populaatiota, otantaa ja haastattelututkimusta menetelmänä.

Tässä tutkimuksessa populaatioksi määriteltiin arvoketjun avulla määritelty joukko toimijoita lannoitemarkkinoilla ja siitä edelleen muodostettiin valikoitu ja harkittu otanta. Populaatio kuvaa ja edustaa kaikkia toimijoita lannoitemarkkinoiden eri tasoilla, jolloin voidaan todeta että populaatio edustaa tutkimuksen kohteena olevaa toimialaa. Harkinnanvarainen otanta on tässä tutkimuksessa perusteltu, koska populaatiossa olevien yritysten kaikki työntekijät eivät tunne tutkimuksen aiheena olevia asioita riittävän perusteellisesti. Tästä syystä oli perusteltua tehdä harkittu otanta, jossa sekä tutkija, että yritysten edustajat vaikuttivat siihen kuka henkilö yritystä haastattelussa edustaa. Toisaalta otanta painottui lannoitetuotteita valmistaviin yrityksiin ja kaupan alaan maatalouden harjoittajien jäädessä heikosti edustetuiksi.

Haastattelututkimuksella oli mahdollista kohdentaa tiedonkeruu juuri niihin kysymyksiin ja aihealueisiin, mitkä olivat olennaisia juuri kyseiselle haastateltavalle, perustuen haastateltavan asemaan arvoketjussa. Näin ollen tutkimuksella pystyttiin osoittamaan haastateltavien tietämys juuri tutkimuskysymysten kannalta olennaisiin asioihin. Jos haastateltaviksi valitut henkilöt olisivat olleet toiset tai jos haastateltaviksi valitut yritykset olisivat olleet toiset, olisi tutkimusaineisto kieltämättä muodostunut erilaiseksi. Voidaan kuitenkin perustellusti väittää, että tutkimusaineistossa toistuvat teemat olisivat tulleet esiin myös toistetussa haastattelututkimuksessa, koska ne tulivat tässäkin tutkimuksessa esiin toisistaan riippumattomissa haastatteluissa. Vaikka haastattelijan ja haastateltavan keskinäisellä suhteella (entuudestaan tuttuja tai vieraita toisilleen) ja heidän tutkimuksesta riippumattomilla ominaisuuksillaan (mieliala, kiinnostus tutkimusta kohtaan) on epäilemättä vaikutusta haastattelussa esiin tulleisiin mielipiteisiin, voidaan tämänkin osalta perustellusti väittää toistuvien teemojen osoittavan, että tutkimuksen kannalta olennaiset asiat tulivat haastatteluissa esiin tästä huolimatta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Haastattelututkimuksen perusteella sivuvirroista valmistettaville metsä- ja peltolannoitteille ja kasvualustoille on markkinoilla kysyntää. Näiden tuotteiden valmistamiseen käytettäviä ensimateriaaleja ja sivuvirtoja syntyy muiltakin teollisuuden aloilta kuin metsäteollisuudesta, mutta joillakin metsäteollisuuden sivuvirroilla on erityisen hyviä ominaisuuksia niiden valmistamiseen. Näin ollen lannoitetuotteita ja kasvualustoja kannattaa valmistaa, sillä markkinoilla on asiakkaita, jotka ovat valmiita niitä ostamaan. Kun on kysyntää, kannattaa tarjota tuotteita vastaamaan kysyntään.

Hinta markkinoilla muodostuu kilpailevien tuotteiden hintojen ja asiakkaan maksuvalmiuden perusteella. Metsäteollisuuden sivuvirrat kilpailevat perinteisten kemiallisten lannoitteiden kanssa sekä metsä- että peltolannoituksessa, missä hyötyä muodostuu ravinteista tai kalkitsevasta vaikutuksesta. Kasvualustoissa metsäteollisuuden sivuvirrat kilpailevat lähinnä turpeen kanssa ja katemateriaaleissa tarkoitusta varten murskatun puun kanssa. Esimerkiksi metsäteollisuuden lietteistä valmistetut maanparannusaineet eivät kuitenkaan kilpaile suoraan minkään muun tuotteen kanssa, vaan niiden menekkiä rajoittaa kuluttajien tietämys maanparannuksesta.

Haastattelujen perusteella yleisin tapa tuoda uusia tuotteita markkinoille on hinnoitella tuotteet hieman kilpailevien tuotteiden alapuolelle, eli kilpailla hinnalla. Mikään ei kuitenkaan estä tuomasta tuotteita korkeampiin hintaluokkiin, asemoimaan tuotteen kalliimpaan kategoriaan. Tällainen tuotteen lanseeraus tietysti edellyttää korkealaatuista ja hyvin markkinoitua tuotetta, mikä lunastaisi korkeasta hinnasta aiheutuvat odotukset.

Tärkeimmät johtopäätökset keinoista päästä parempaan taloudelliseen kannattavuuteen olivat tehokkaampi lannoitevalmisteen tuotanto, metsäteollisuuden sivuvirtojen parempi laatu ja tuotteiden CE-merkintä. Nämä johtopäätökset on käyty tarkemmin läpi kohdissa 6.1 - 6.3.

6.1. Lannoitetuotteen taloudellinen kannattavuus

Tutkimuskysymyksellä 1, onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuote taloudellisesti kannattava, selvitettiin sivuvirrasta tuotetun lannoitevalmisteen mahdollisuutta olla aidosti kannattava arvoketjun jokaisella portaalla. Aidossa kannattavuudessa katetta jää arvoketjun jokaiselle portaalille, eikä esimerkiksi sivuvirran tuottaja joudu maksamaan jalostajalle porttimaksua.

Haastattelututkimuksen perusteella sivuvirroista valmistetuille lannoitevalmistetuille on kysyntää. Joillekin tuotteille olisi kysyntää tuotantoa enemmän jo nyt ja joillekin olisi nykyistä enemmän kysyntää alhaisemmalla hintatasolla. Myös kuluttajat ovat yhä kiinnostuneempia sivuvirroista valmistetuista tuotteista ja he ovat halukkaita ainakin kokeilemaan niitä.

Tällä hetkellä lähes kaikki sivuvirroista valmistetut lannoitetuotteet kilpailevat hinnalla, eli ne on pyritty hinnoittelemaan kilpailevia tuotteita halvemmiksi. Lannoitetuotteiden yleistä hinnannousua ei ole näköpiirissä. Niittymaa (2015) päinvastoin kirjoitti Maaseudun Tulevaisuudessa urean maailmanmarkkinahinnan painuneen loppuvuodesta 2015 alimmilleen neljään vuoteen, mikä vaikuttaa myös yleensä stabiilimpien NPK-lannoitteiden hintoihin. Näin ollen nykyinen hintataso tuskin tulee nousemaan lähitulevaisuudessa, mikäli kemialliset lannoitteet eivät merkittävästi kallistu ja vedä perässään muidenkin lannoitetuotteiden hintoja ylöspäin. Sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden on siis pystyttävä lisäämään kannattavuutta ja katetta alentamalla käsittelystä ja kuljetuksesta aiheutuvia tuotantokustannuksia. Liitteenä 2 on esitetty esimerkki sivuvirran käsittelystä ja kuljetuksesta muodostuvista yksiköistä, joista jokaisesta aiheutuu kustannus. Liitettä 2 voikin käyttää arvioinnin apuna kun lasketaan millaisia kustannuksia ja millainen myyntihinta materiaalille muodostuu pelkästään siihen liittyvistä käsittelyistä ja kuljetuksista.

Yhteenvedona voidaan todeta, että sivuvirrasta valmistettavan lannoitetuotteen korkea tuotantokustannus on merkittävämpi rajoite kannattavuudelle kuin liian alhainen markkinahinta. Sivuvirtatuotteet eivät ole markkinoilla merkittävästi halvempia kuin perinteiset tuotteet. Niiden tuotanto on kuitenkin pienimuotoista, eikä yhtä kustannustehokasta kuin kemiallisten lannoitteiden. Niiden kuiva-ainepitoisuus on myös merkittävästi alhaisempi kuin kemiallisten lannoitteiden, mikä vaikuttaa suoraan kuljetuskustannuksiin. Teollisen tehokkuuden näkökulmasta sivuvirroista valmistettavien tuotteiden tuotannon yksikkökustannuksia voitaisiin laskea tuotannon lisääntyessä.

6.2. Lannoitetuotteen raaka-aineen taloudellinen kannattavuus

Tutkimuskysymyksellä 2, onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuotteen raaka-aine taloudellisesti kannattava, selvitettiin lannoitevalmisteen raaka-aineena käytettävän sivuvirran mahdollisuutta olla tuottajalleen kannattava. Kuten edellä on todettu, haastattelututkimuksen perusteella tuottajat joutuvat joistakin metsäteollisuuden sivuvirroista maksamaan jalostajille ns. porttimaksua ja joistakin sivuvirroista eivät. Syynä tähän on haastattelututkimuksen perusteella vahvemmin sivuvirtojen käsittelystä aiheutuvat tuotantokustannukset, kuin lopputuotteen liian alhainen myyntihinta tai kysynnän puute. Koska sivuvirroista valmistetuille lannoitetuotteille on jo todettu olevan kysyntää, myös pelkälle raaka-aineelle on kysyntää.

Voidaankin todeta, että lannoitetuotteen raaka-aineen kannattavuutta olisi yksinkertaisinta parantaa panostamalla sivuvirran laatuun syntypaikalla, olivat nämä panostukset sitten laiteinvestointeja tai toimintamallien muutoksia. Esimerkiksi sivuvirran laadukkaalla varastoinnilla tuotantopaikalla voidaan vaikuttaa merkittävästi sen kuiva-ainetasoon ja siihen tahattomasti päätyviin vierasesineisiin kuten esimerkiksi hiekkaan ja

kiviin. Monilla tuotantolaitoksilla lannoitevalmisteiden raaka-aineiksi soveltuviin sivuvirtoihin suhtaudutaan melko ylimalkaisesti, koska niiden kannattavuus on hyvin kaukana varsinaisesta päätuotteesta, minkä laatuun ja määrään kaikki keskittyminen käytetään. Tällaisessa tilanteessa sivuvirran laatu voi vaihdella paljonkin riippuen siitä kuka ja miten paljon on ehtinyt sen tuotantoa seurata.

6.3. Markkinatilanteen ja kysynnän tulevaisuudennäkymät

Tutkimuskysymyksellä 3, onko markkinoilla tunnistamatonta kysyntää metsäteollisuuden sivuvirroille, selvitettiin millaisia tuotteita tai palveluita metsäteollisuuden sivuvirroista pitäisi tulevaisuudessa kehittää, jotta tarjoama kohtaisi kysynnän. Haastattelututkimuksen perusteella markkinoilla tulee lähitulevaisuudessa olemaan kysyntää sekä metsänhoidon, että maanviljelyn tuotteille ja palveluille. Molemmilla sektoreilla uskottiin nimenomaan lannoittamiseen ja maanparannukseen liittyvän osaamisen olevan merkittävä lisäarvon ja kilpailukyvyyn tuottaja. Sivuvirroista on mahdollista valmistaa tuotteita, jotka eivät korvaa mitään olemassa olevaa tuotetta vaan tuovat kokonaan uusia tuoteryhmiä markkinoille. Nämä uudet tuotteet vaativat tietysti taakseen tutkimusta ja markkinointia, mutta niissä piilee merkittävä kannattavuuden potentiaali arvoketjun kaikille portaille.

Sivuvirroista valmistettavilla tuotteilla on aina Suomen ravinneomavaraisuutta parantava vaikutus, koska ravinteet kiertävät uudelleen käyttöön. Tämän lisäksi niillä on mahdollisesti saavutettavissa myös positiivisia ympäristövaikutuksia, esimerkiksi ravinteiden sitomiseen ja pidättämiseen sekä hiilen sitomiseen liittyen. Mikäli metsä- tai maataloudessa alettaisiin laskemaan nykyistä enemmän arvoa ympäristövaikutuksille sekä hyvälle että huonoille, voisi sivuvirroista valmistettujen tuotteiden käyttö olla joskus tulevaisuudessa esimerkiksi valtion ympäristötukien piirissä tai ainakin paremmassa kilpailuasemassa perinteisten lannoitevalmisteiden kanssa. Tämän kaltaisilla muutoksilla metsä- ja maatalouden tukijärjestelmiin voisi olla merkittäviä vaikutuksia sivuvirroista valmistettujen tuotteiden markkinoihin.

Lannoitteiden CE-merkinnästä ja sen säätelystä on helppo löytää uhkakuvia nykyisille toimijoille ja toimintatavoille, mutta se voi myös avata markkinat nykyistä pienemmille toimijoille. Nykyisin melko pieni lukumäärä suuria lannoiteteollisuuden yrityksiä hallitsee lähes koko markkinan ja pienet yritykset ovat hankalassa tilanteessa yrittäessään todistaa loppukäyttäjälle, että vaihtoehtoinen tuote on yhtä hyvä tai parempi. CE-merkinnän avulla tämä epäsuhta voi helpottua, kun kuluttaja voi luottaa kaikkiin CE-merkittyihin tuotteisiin riippumatta siitä mikä tai minkä kokoinen yritys sen on tuottanut. Tämä voisi avata myös sivuvirroista valmistettujen lannoitetuotteiden markkinoita, ne kun ovat ainakin nykyään lähes aina pienempien ja paikallisten yritysten tuotteita.

7 POHDINTA

Edellä mainitut ongelmat kannattavuudelle kuulostavat helposti ratkaistavilta. Mikä sitten estää edullisten ja tehokkaiden kiertotalouslannoitteiden valmistamisen ja ravinteiden ottamisen talteen?

Yksi rajoittava tekijä on ilmeisesti teknologian puute, toinen olemassa olevien teknologioiden korkea energiantarve verrattuna kemiallisten lannoitteiden tuottamiseen. Kolmas ilmeisesti kuluttajien hidas siirtyminen vallitsevista toimintatavoista uusiin. Kaikki edellä mainitut tekijät vaikuttavat suoraan tai välillisesti sivuvirroista valmistettavien lannoitetuotteiden arvoketjuun ja siten niiden kannattavuuteen.

7.1. Kannattavuus

Varsinaisen sivuvirrasta valmistetun lannoitetuotteen taloudellista kannattavuutta voi tarkastella monella tasolla. Tuote ei ole aidosti kannattava, jos vain sen viimeinen jalostaja ja viimeinen jälleenmyyjä saavat myynnille katetta, mutta alkuperäinen sivuvirran tuottaja joutuu maksamaan jalostajalle vastaanottomaksua. Todellinen taloudellinen kannattavuus syntyy vasta kun koko tuotantoketju on kannattava kaikille osapuolille.

Koko uusiomateriaalista valmistettavan lannoitetuotteen tuotantoketju voi tulevaisuudessa olla kannattava, koska kemiallisten lannoitteiden tuotanto on erittäin kannattavaa ja lannoitteiden tuottajille jää siinä arvoketjussa suurin kate. Näin ollen myös uusioraaka-aineesta valmistettaessa on halvempaan tuotantokustannukseen mahdollista päästä tuotantoketjun volyymin kasvaessa. Niin sanottu suuruuden ekonomia ei ole vielä toteutunut uusioraaka-aineiden jalostamisessa ja yksikkökustannukset voivat laskea vielä paljonkin. Kemiallisten lannoitteiden perinteinen tuotanto ja kansainvälinen logistiikka ei ole erityisen halpaa sekään, mutta erittäin suurilla volyymeilla on ajan kuluessa päästy alhaisiin yksikkökustannuksiin. Ainakin tällä hetkellä uusioraaka-aineista valmistettavat lannoitevalmisteet kulutetaan melko lähellä tuotantopaikkaa, koska alhaisesta kuiva-ainepitoisuudesta johtuen kuljetuksen osuus kustannuksista on merkittävän suuri. Mikäli tuotantoteknologia kehittyy korkeamman kuiva-aineen tai väkevempien ravinnepitoisuuksien suuntaan, voi kannattavuuskin parantua.

Tarkasteltaessa vain sivuvirrasta valmistettavan lannoitetuotteen raaka-aineen taloudellista kannattavuutta, kysymys vaikuttaa yksinkertaisemmalta. Todellisuudessa raaka-aineen kannattavuus on niin kiinteästi sidottu lopputuotteen kannattavuuteen, että käytännössä eroa ei ole. Raaka-aine voi olla sen tuottajalle kannattava vain jos sen jalostaja pystyy maksamaan siitä riittävän suuren hankintahinnan, mikä on itsestään selvää markkinataloudessa.

Sivuvirran tuottajan arvioima kannattavuus on monitahoinen käsite. Sivuvirran tuottaja laskee tuotantoprosessinsa kannattavuuden varsinaiselle

päätuotteelleen, esimerkiksi sellulle. Sen ohessa syntyvät sivuvirrat ovat näennäisen arvottomia, koska tuotantopanosten arvo jyvitetään päätuotteen tuotantomäärälle. Tosiasiassa sivuvirrankin tuottamiseen on kuitenkin kohdistettu panoksia, kuten sähköä ja lämpöä sekä raaka-aineita. Kaikki syntypaikalla tapahtuvat sivuvirran laadun parantamiseen tai muuhun jalostamiseen liittyvät investoinnit näyttävät kuitenkin erittäin arvokkailta, koska niillä on harvoin vaikutusta varsinaisen päätuotteen määrään. Tietysti päätuotteenkin kannattavuus parantuu, jos sivuvirrasta aiheutuvat kulut pienenevät tai jos siitä saa edes pientä tuottoa.

7.2. Investoinnit

Investoinnit tuotantoteknologiaan vaativat varmuutta toiminnan jatkuvuudesta ja volyymien suuruudesta. Merkittävänä erona perinteiseen kemiallisten lannoitteiden valmistukseen, uusioraaka-aineen jalostaja tuskin koskaan omistaa tai määrää uusioraaka-aineen syntymisestä. Kemiallisen lannoitteen valmistaja voi ostaa esimerkiksi kalkkikivikaivoksen ja siten olla varma raaka-aineen saatavuudesta jalostusteknologian investoinnille. Uusioraaka-aineen jalostaja ei kuitenkaan voi ostaa esimerkiksi sellutehdasta, mistä sen käyttämät sivuvirrat syntyvät, jolloin jalostaja on ostosopimuksen varassa arvioidessaan raaka-aineen saatavuutta investoinnilleen.

Liiketaloudellisin periaattein tarkasteltuna kaikkien investointien, liittyivät ne sitten päätuotteeseen tai sivuvirtaan, on kuitenkin oltava toiminnanharjoittajalle kannattavia ja maksettava itsensä takaisin. Takaisinmaksun tavoiteaikataulun on oltava sama riippumatta siitä mihin tuotteeseen investointi kohdistuu. Sivuvirrasta saatavalla pienellä tuotolla tai sen vähäisellä kasvulla on kuitenkin vaikeaa perustella investointeja sivuvirran laadun kehittämiseen.

7.3. Lainsäädäntö

Perinteinen lannoiteteollisuus on ollut aiemmin ja on edelleen hyvin äänessä lainsäädännön valmistelussa. Sivuvirroista ja uusioraaka-aineista kiinnostuneet tahot tarvitsevat tulevaisuudessa merkittäviä ponnistuksia saadakseen todistettua tuotteidensa hyödyn ja turvallisuuden.

Yksi merkittävä lainsäädännön uudistus tulee olemaan EU:n lannoiteasetuksen päivitys ja siihen liittyvä CE-merkintä tai vastaava muu merkintä. Vaikka asetuksen virallisena tavoitteena on helpottaa uusioraaka-aineiden pääsyä markkinoille, tarvitaan asetuksen valmistelussa voimakasta vaikuttamista erityisesti hyötyjen todistamiseen ja yhtä lailla laatuun liittyvien pelkojen poistamiseen. Vaikka kukaan haastatelluista ei tällä hetkellä oletanut loppukäyttäjien olevan erityisen kiinnostuneita CE-merkinnästä, voi sillä olla merkittäviä vaikutuksia lannoitemarkkinaan ja yleiseen mielikuvaan lannoitteiden hyvydestä ja turvallisuudesta. Jo nyt markkinoilla on nähty viljan ostajien asettamia kieltoja käyttää jätevesilietepohjaisia tuotteita, vaikka näiden tuotteiden haitallisista

vaikutuksista ei ole yksiselitteistä tieteellistä näyttöä. Samoin on mahdollista, että CE-merkittyjen ja merkitsemättömien tuotteiden välille syntyy vastaavia markkinaehtoisia rajoituksia vaikka lainsäätäjät ei ole sellaisia tarkoituksella luonut. Lisäksi CE-merkinnän mahdollistama vapaa sisämarkkinakauppa on erityisen tärkeää kasvualustoille, jotka ovat ainoa uusiomateriaaleja sisältävä tuoteryhmä, jota viedään merkittävässä määrin Suomen ulkopuolelle.

7.4. Ravinteiden omavaraisuus ja ilmastonmuutos

Suomi on lannoitetuotteissa vahvasti riippuvainen venäläisestä ammoniakista typen lähteenä sekä norjalaisesta fosforista. Metsäteollisuuden ja maatalouden sivuvirroista olisi laskennallisesti otettavissa talteen kaikki Suomen maatalouden tarvitsema tyyppi ja fosfori. (Henkilö C 2016). Vaikka täysi omavaraisuus kiertotalouden mallilla on ehkä utopiaa, on selvää, että sivuvirtojen hyödyntämisellä on myös ravinnetalouden omavaraisuutta parantava vaikutus.

Ilmastonmuutoksen torjunta on nykyään läsnä kaikessa teollisuudessa, myös ruokateollisuudessa, mihin maanviljelykin kuuluu. Maanviljelyn merkittävin ilmastovaikutus on hiilen sitoutuminen ja vapautuminen maaperästä. Sivutuotteista valmistettavilla orgaanisilla maanparannusaineilla on todennäköisesti mahdollista lisätä hiilen sitoutumista maaperään, mutta tutkimukset ilmiön todistamiseksi ovat vielä kesken. Mikäli maanparannusaineilla todella voidaan sitoa hiiltä maaperään, voi siitä jatkossa tulla jopa merkittävin myyntivaltti. Ei ole lainkaan poissuljettua, että lähitulevaisuudessa maanviljelijöitä jopa kannustettaisiin sitomaan hiiltä maaperään ympäristötukien muodossa. Tämä mullistaisi useiden tässä tutkimuksessa käsiteltyjen sivuvirtojen markkinat.

7.5. Tarpeet jatkotutkimukselle

Tämän tutkimuksen perusteella lisätutkimus olisi aiheellista teknisestä näkökulmasta sivuvirtojen eri käsittely- ja varastointimenetelmien vaikutuksesta niiden laatuun. Taloudellisesta näkökulmasta olisi edelleen syytä tutkia kannattavuuden määrittämistä arvoketjun eri tasoilla, kysynnän muodostumista loppukäyttäjien keskuudessa sekä kokemuksia sivuvirtojen käytöstä niin jalostuksessa kuin loppukäyttäjienkin keskuudessa.

LÄHTEET

- Apila Group Oy Ab (2013a). *Metsäteollisuuden ravinteet, Metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen lannoitevalmisteina*. Joensuu: Apila Group Oy Ab.
- Apila Group Oy Ab (2013b). *Metsäteollisuuden ravinteet – Tuotekortit, Metsäteollisuuden sivuvirtojen lannoituskäytön ohjeet lyhyesti*. Joensuu: Apila Group Oy Ab.
- Dikov, G., Hermann, L., Hukari, S., Muskolus, A., Nattorp, A., Pokorna, M., & Gonzales de Ubieta, C. (2014). *Pre-Normative matrix. Review of fertilization schemes. Review of current legal framework for phosphorus recovery*. P-REX Viitattu 5.11.2017 osoitteesta: <http://studylib.net/doc/18712625/pre-normative-matrix.-review-of-fertilization-schemes---p...>
- Elintarviketurvallisuusvirasto Evira (2011). *Kansallinen lannoitevalmisteiden tyyppinimiluettelo*. Viitattu 6.12.2015 osoitteesta: <http://www.evira.fi/portal/fi/kasvit/viljely+ja+tuotanto/lannoitevalmisteet/lainsaadanto/tyyppinimiluettelo/>
- Euroopan komissio (2016). *Circular Economy*. Viitattu 4.11.2017 osoitteesta: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm
- Finncao Oy (2001). *Finncao-kuitusavet pintarakenteiden tiivistekerroksissa, suunnittelu- ja mitoitusohje*.
- Harjula, J. (2017). Biotuotetehtaan jätevedepuhdistamon esittely. Esitys 7.11.2017, Metsä Fibre Oy.
- Hiltunen, L. (2009). *Validiteetti ja reliabiliteetti*. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 27.11.2016 osoitteesta: http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf
- Huovinen, J. (2016). Nokiella alkaa lannoiterakeen valmistaminen. *Aamulehti* 17.8.2016, A6.
- Härkänen, H. (2011). *Saunakylä Imatralle? Markkinaselvitys saunakyläkonseptista*. Opinnäytetyö. Matkailun koulutusohjelma. SAMK. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2011091112974>
- Joint Research Centre (2016). *Background Document for the kick-off meeting of the strubias sub-group of the commission expert group on fertilisers on 6-7 July 2016*. Sevilla: Joint Research Centre.

Joint Research Centre (2017). *Draft nutrient recovery rules for recovered phosphate salts, ash-based materials and pyrolysis materials in view of their possible inclusion as component material categories in the revised fertiliser regulation*. Sevilla: Joint Research Centre.

Kinnarinen, T., Golmaei, M., Jernström, E. & Häkkinen, A. (2016). Separation, treatment and utilization of inorganic residues of chemical pulp mills. *Journal of Cleaner Production* Vol. 133, 953-964. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.024>

Kinnarinen, T., Golmaei, M., Jernström, E. & Häkkinen, A. (2017). Effective removal of hazardous trace metals from recovery boiler fly ashes. *Journal of Hazardous Materials*. Painossa, hyväksytty manuskripti, saatavilla online. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.11.030>

Kotro, M. (2007). *Yrityksen kannattavuus ja rahoitus, aloittavan ja pk-yrityksen näkökulma*. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Tilastokeskus (2017). *Käsitteet*. Viitattu 6.11.2017 osoitteesta: <http://www.stat.fi/meta/kas/liete.html>

Laaksonen, T. (2012). *A market analysis on the global boating industry*. Opinnäytetyö. Degree Programme in Business Administration. TAMK. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201205219048>

Lannoitevalmistelaki 539/2006. Viitattu 4.12.2015 osoitteesta: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060539>

Lehtovaara, O. (2015). *Metsäteollisuuden sivuvirtojen hyödyntäminen ja ympäristölupaprosessi*. Viitattu 24.11.2017 osoitteesta http://blogit.lamk.fi/lamkgreen/files/2015/11/Lehtovaara_mets%C3%A4teollisuuden-sivuvirrat_nettiin.pdf

Lotti, L. (1994). *Markkinointitutkimuksen käsikirja*. Porvoo: Weilin+Göös.

Lotti, L. (2001). *Tehokas markkina-analyysi*. Juva: WS Bookwell Oy.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista 24/2011. Viitattu 4.12.2015 osoitteesta: <http://www.finlex.fi/data/normit/37638-11024fi.pdf>

Maa- ja metsätalousministeriö (2015). *Kansallinen metsäohjelma 2015*. Viitattu 24.11.2017 osoitteesta: http://mmm.fi/documents/1410837/1721038/3_2008FI_netti.pdf/c8535e3a-7379-44a7-a18a-9840e90e3ac3

Manskinen, K., Nurmesniemi, H. & Pöykiö, R. (2010). Total and extractable non-process elements in green liquor dregs from the chemical

recovery circuit of a semi-chemical pulp mill. *Chemical Engineering Journal*. 166, 954-966. Viitattu 2.12.2017 osoitteesta: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2010.11.082>

McQuarrie, E. (2006). *The market research toolbox, A concise guide for beginners*. Toinen painos. Sage publications. Viitattu 25.11.2015 osoitteesta : <http://books.google.fi/>

Metsä Group (2015a). *Vuosikertomus 2014*. Viitattu 5.12.2015 osoitteesta : <http://www.metsagroup.com/fi/Taloustietoa/Pages/default.aspx>

Metsä Group (2015b). *Tilinpäätös 2014*. Viitattu 5.12.2015 osoitteesta: <http://www.metsagroup.com/fi/Taloustietoa/Pages/default.aspx>

Metsäntutkimuslaitos METLA (2014). *Metsätilastollinen vuosikirja*. Helsinki. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: <http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2014/index.html>

Metsäteollisuus ry. (2015). *Suomen metsäteollisuus numeroina*. Viitattu 27.11.2016 osoitteesta: <https://metsateollisuus.fi/tilastot/Suomen-metsateollisuus-numeroina-169.html>

Mikkanen, P., Kauppinen, E., Pyykkönen, J., Jokiniemi, J., Aurela, M., Vakkilainen, E. & Janka, K. (1999). Alkali salt ash formation in four Finnish industrial recovery boilers. *Energy fuels*, 13, 778-795. Viitattu 2.12.2017 osoitteesta: <https://doi.org/10.1021/ef980189o>

Moilanen, M., Issakainen, J. (2003). *Puu- ja turvetuhkien vaikutus maaperään, metsäkasvillisuuden alkuainepitoisuuksiin ja puuston kasvuun*. Metsätehon raportti 162 22.12.2003. Helsinki: Metsäteho Oy.

Muhonen, M. (2014). *Pellettien markkinointisuunnitelma Case – Yritys X*. Opinnäytetyö. Liiketalouden koulutusohjelma. Laurea-ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2014120117762>

Mähönen-Mendoza, E. (2012). *Viheralan imago Suomessa*. Opinnäytetyö. Johdon assistenttityön ja kielten koulutusohjelma. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2012110114841>

Mäntyneva, M. (2002). *Kannattava Markkinointi*. Vantaa: WSOY.

Niittymaa, V. (2015). Lannoitejätin Urean hinnan lasku ohi. *Maaseudun Tulevaisuus* 7.12.2015, 3.

Niittymaa, V. (2016a). Lannoitteiden hinnat. *Maaseudun Tulevaisuus* 28.10.2016, 7.

Niittymaa, V. (2016b). Lannoitteiden hinnat. *Maaseudun Tulevaisuus* 21.11.2016, 6.

Partio, H. (2013). *Lannoitteiden kansainvälinen kauppa ja tuontiin vaikuttavat tekijät*. Pro Gradu –tutkielma. Maatalouspolitiikka. Helsingin yliopisto. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201507212001>

Piirainen, S., Domisch, T. (2004). *Tuhkalannoituksen vaikutus pohja- ja valumavesien laatuun ja ainehuuhtoumiin ojitetuilla soilla*. Metsätehon raportti 2004 4.2.2004. Helsinki: Metsäteho Oy.

Pohjala, M. (2016). Kiinnostus metsien lannoittamiseen vaihtelee alueittain. *Maaseudun Tulevaisuus* 15.8.2016, 8.

Prowledge Oy (2015). *Knowpulp oppimisympäristö*. Viitattu 6.12.2015 osoitteesta: <http://www.knowpulp.com/suomi/>

Ramste, H. (2015a). Kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: <https://moodle.hamk.fi/>

Ramste, H. (2015b). Kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: <https://moodle.hamk.fi/>

Ramste, H. (2015c). Talouden strateginen johtaminen, Moodle. Hämeen ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: https://moodle.hamk.fi

Reku, J. (2016a). Kierrätyslannoite haastaa säkkitavaran – oltava kustannustehokasta, muuten ei kelpaa. *Maaseudun Tulevaisuus* 3.10.2016.

Reku, J. (2016b). Sellutehtaan ylijäämäkalkki kiertää pellolle maanparanteeksi. *Maaseudun Tulevaisuus* 2.10.2016.

Ruokatietoyhdistys ry. (2017). *Kasvien ravinteidenotto*. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: <http://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/ruokaketju-ruuanmatka-pelloilta-poytaan/luonto/kasvien-biologiaa/kasvien-ravinteidenotto>

Saarsalmi, A., Mälkönen, E. & Piirainen, S. (2001). Effects of wood ash fertilization on forest soil chemical properties. *Silva Fennica* 35(3): 355-368.

Salminen, P. (2017). EU lannoiteasetuksen päivitys. Esitys 28.9.2017, Metsäteollisuus Ry.

Salminen, P. (2016) *Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi CE-merkittyjen lannoitevalmisteiden asettamisesta saataville markkinoilla koskevien sääntöjen vahvistamisesta ja asetusten (EY) N:o*

1069/2009 ja (EY) N:o 1107/2009 muuttamisesta (lannoitevalmisteasetus). Viitattu 4.11.2017 osoitteesta:
<https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/JulkaisuMetatieto/Documents/EDK-2016-AK-58926.pdf>

Schmidt, M. J. & Hollensen, S. (2006). *Marketing research an international approach*. Pearson education limited. Viitattu 25.11.2015 osoitteesta:
<http://books.google.fi/>

Steppingstones (2004). *Research using secondary data sources*. Viitattu 25.11.2016 osoitteesta:
https://www.steppingstones.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=64:secondary-research&catid=17:research

Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra (2017). *Kiertotalous*. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta: <http://www.sitra.fi/ekologia/kiertotalous>

Suomen YK-liitto ry. (2017). *Kestävän kehityksen tavoitteet – Agenda 2030*. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta:
<http://www.ykliitto.fi/yk70v/yk/kehitys/post-2015>

Suomisanakirja.fi (n.d.). Markkinatalous. Viitattu 24.11.2017 osoitteesta
<https://www.suomisanakirja.fi/markkinatalous>

Suuri Lannoitekatsaus. *Käytännön Maamies* 22.1.2014.

Tuovinen, M. (2015). *Ash fertilization stakeholder's perceptions of their external environment in Finland*. Pro Gradu -tutkielma. Metsäekonomia ja markkinointi. Helsingin yliopisto. Viitattu 26.11.2017 osoitteesta:
<http://urn.fi/URN:NBN:fi:hulib-201506101463>

Vesilaitosyhdistys ry. (2013) *Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa*. Viitattu 13.2.2017 osoitteesta:
[http://www.vvy.fi/files/3870/Puhdistamolieteopas_2013\(20032014s\).pdf](http://www.vvy.fi/files/3870/Puhdistamolieteopas_2013(20032014s).pdf)

Yara (n.d.). *Metsälannoitusopas*. Viitattu 24.11.2017 osoitteesta
http://www.yara.fi/images/YARAMetsalannoitusopas2012LoRes_tcm431-119664.pdf

HAASTATTELUT

Henkilö A 2016. Manager, increasing harvesting. Raaka-ainetoimittaja, loppukäyttäjä. 17.10.2016.

Henkilö B Senior Manager, yritysvastuu. Raaka-ainetoimittaja 1.11.2016.

Henkilö C Maanviljelijä, osakas. Loppukäyttäjä, valmistaja 18.10.2016.

Henkilö D Tuotantopäällikkö. Valmistaja. 25.10.2016.

Henkilö E Liiketoiminnan kehitysjohtaja, tuotekehitysjohtaja. Valmistaja. 20.10.2016.

Henkilö F Tuotepäällikkö. Jälleenmyyjä. 20.10.2016.

Henkilö G Johtaja, kasvuohjelma. Jälleenmyyjä. 28.10.2016.

Henkilö H Maanviljelijä, yrittäjä. Loppukäyttäjä, valmistaja. 18.10.2016.

TEEMAHAASTATTELUN AIHEALUEET

1. Haastateltavan perustiedot
 - a. Asema yrityksessä
 - b. Tausta
2. Yrityksen perustiedot
 - a. Yrityksen koko ja päätoimiala
3. Yrityksen tuotteet
 - a. Yleiskuvaus tuotteista
4. Yrityksen raaka-aineet
 - a. Yleiskuvaus tärkeimmistä raaka-aineista
5. Kokemuksia uusioraaka-aineista
 - a. Onko yritys käyttänyt uusioraaka-aineita?
 - b. Kokemuksia?
6. Uusiomateriaalien vaikutus markkinoihin
 - a. Veto vai työntömarkkina?
 - b. Onko uusiomateriaali pystynyt valtaamaan markkinaosuutta?
7. Hinnat ja kustannukset
 - a. Uusiomateriaalin hankintakustannus verrattuna perinteiseen?
 - b. Uusiomateriaalin myyntihinta verrattuna perinteiseen?
8. Onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuote taloudellisesti kannattava?
 - a. Kysyntä markkinoilla
 - b. Hintataso
 - c. Rajoitteena hinta, kustannus vai saatavuus?
9. Onko sivuvirrasta valmistettu lannoitetuotteen raaka-aine taloudellisesti kannattava?
 - a. Kysyntä markkinoilla
 - b. Hintataso
 - c. Rajoitteena hinta, kustannus vai saatavuus?
10. Tulevaisuus?

Esimerkki kustannusten ja myyntihinnan laskurista.

Arvoketjun taso	Otsikko	Kustannus, €	Yksikkö
Raaka-ainetoimittaja	Materiaalin hankintahinta tehtaalle		€/t
	Osuus tuotantopanoksista		€/t
	Laadunvalvonta		€/t
	Sivuvirran arvo syntyessä (välisumma)		€/t
	Varastointi		€/t
	Lastaus		€/t
	Sivuvirran arvo lastattuna (välisumma)		€/t
	Myyntikate		€/t
	Myyntihinta (välisumma)		€/t
Valmistaja	Hankintahinta jalostukseen		€/t
	Kuljetus jalostukseen		€/t
	Jalostusvaihe 1		€/t
	Jalostusvaihe 2		€/t
	Hygienisointi		€/t
	Laadunvalvonta		€/t
	Pakkaus		€/t
	Varastointi		€/t
	Lastaus		€/t
	Arvo lastattuna (välisumma)		€/t
	Myyntikate		€/t
	Myyntihinta (välisumma)		€/t
Jälleenmyyjä	Hankintahinta jälleenmyyjälle		
	Kuljetus jälleenmyyjälle		€/t
	Varastointi		€/t
	Lastaus		€/t
	Markkinointikustannukset		€/t
	Myyntikustannukset		€/t
	Arvo lastattuna (välisumma)		€/t
	Myyntikate		€/t
	Myyntihinta (loppusumma)		€/t