

Outi Holappa

# **Luonnonmukaisten maanparannusaineiden vaikutus kevätvehnän satotasoon ja katetuottoon**

Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
SeAMK Ruoka  
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto:

Tekijä: Outi Holappa

Työn nimi: Luonnonmukaisten maanparannusaineiden vaikutus kevätvehnän satotasoon ja katetuottoon

Ohjaaja: Leena Riikonen ja Jyrki Rajakorpi

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 50

Liitteiden lukumäärä: 4

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla uusien maahan lisättävien luonnonmukaisten maanparannus- ja tehosteaineiden vaikutusta kevätvehnän satotasoon ja katetuottoon viljelykierron ensimmäisenä vuonna. Tarkoituksena oli myös arvioida kyseisten maahan lisättyjen aineiden vaikutusta satotasoon ja katetuottoon yhden viljelykierron aikajaksolla.

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin Vapo Clean Waters Oy:n hallinnoiman Päästösäästö-hankkeen kenttäkokeen tuloksia. Kenttäkoe toteutettiin vuosina 2016 - 2017 Varsinais-Suomessa. Koekentän maalaji oli hietasavi (HtS) ja maa-aines oli runsasmultaista. Kenttäkokeessa käytettyjä maanparannusaineita olivat nollakuitu, ravinnekuitu, pajubiohiili, kuusibiohiili, maanparannusturve ja sulfaattiligniini, jotka levitettiin koeruuduille kylvöä edeltävänä syksynä. Koekentällä testattiin myös Combooster -lannoitusmallia sikalalietteen, nollakuidun ja ravinnekuidun kanssa. Lisäksi testattiin siementen käsittelyitä humusvesi-, lignosulfonaatti- ja vesipeittauksilla. Kenttäkokeessa kasvina oli kevätvehnälaajike Anniina.

Kaikki kenttäkokeessa käytetyt maanparannusaineet laskivat kevätvehnän satotasoja ja katetuottoa viljelykierron ensimmäisenä vuonna verrattuna kontrolli N80-koejäseneseen. Tämä oli odotettua, sillä maanparannusaineiden vaikutukset näkyvät yleensä vasta muutaman vuoden jälkeen sen lisäämisestä ja riippuvat myös maanparannusaineen ominaisuuksista. Nelivuotisen viljelykierron vertailulaskelmien perusteella voidaan todeta, että viljelyn monipuolistaminen ja maanparannusaineiden käyttö voi antaa saman katetuoton kuin yksipuolinen kevätvehnän viljely.

Avainsanat: katetuotto, maanparannusaine, maan laatu, kannattavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation:

Author/s: Outi Holappa

Title of thesis: The effect of organic soil amendments on the spring wheat yield and sales profit

Supervisor(s): Leena Riikonen ja Jyrki Rajakorpi

Year: 2018

Number of pages: 50

Number of appendices: 4

---

The purpose of this thesis was to compare the effect of organic soil amendment and fertilizer product on spring wheat yield levels and sales margin on the first year of crop cycle. The aim was also to estimate the effects of these substances on crop yield and the sales margin on one crop rotation cycle.

This thesis utilized the field test results of the Päästösäästö -project managed by Vapo Clean Waters Oy. The field test was carried out in 2016-2017 in Southwest Finland. The soil of the experimental field was sandy clay and the soil was rich in organic matter content. The soil amendments used in the field test were zero fiber, nutrient fiber, willow and spruce biochar, soil improvement peat and sulfate lignin that were applied to the test plots in the autumn preceding the sowing. Combooster fertilizer product was also tested with piggery sludge, zero fiber and nutrient fiber. In addition, seed treatment with humic water, lignosulphonate and water was tested. The plant used in the field test was the spring wheat variety Anniina.

All of the soil amendments used in the field experiment decreased the yield level of spring wheat and the sales margin on the first year of crop rotation comparing to the references. This was expected, as the effects of soil amendments tend to appear a few years after its addition and depend also on the properties of the soil amendment. It can be also concluded that diversification of agriculture and the use of soil amendments can yield the same sales profit as unilateral spring wheat cultivation.

Keywords: sales margin, soil amendment, soil quality, profitability

## ESIPUHE

Tämän opinnäytetyön on mahdollistanut Päästösäästö-hanke, jonka satopunnitusten tuloksia olen saanut työssäni hyödyntää. Haluan kiittää erityisesti Soilfood Oy:n Juuso Joonaa avusta aiheen pohdinnassa. Lisäksi haluan kiittää Luonnonvarakeskuksen erikoistutkijaa Elina Virtasta, jonka ehdotuksesta prosessi sai alkunsa. Haluan kiittää myös ohjaavia opettajia Leena Riikosta ja Jyrki Rajakorpea, jotka mahdollistivat opinnäytetyön valmistumisen pikaisella aikataululla.

Lumijoella 29.5.2018

Outi Holappa

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
ESIPUHE .....	4
SISÄLTÖ .....	5
1 JOHDANTO .....	8
2 KANNATTAVUUS JA KATETUOTTOMENETELMÄ .....	10
3 MAAN LAATU JA MAANPARANNUSAINEEET .....	12
3.1 Maan rakenne .....	12
3.2 Maanparannusaineet .....	13
4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....	19
5 AINEISTO JA MENETELMÄT .....	20
5.1 Kenttäkoe.....	20
5.2 Katetuottolaskelma.....	25
5.3 Viljelykiertojen katetuottovertailu .....	27
6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU .....	29
6.1 Sadon määrä.....	29
6.2 Kokonaistuotto ja katetuotto .....	30
6.3 Tulokset koejäsenittäin.....	32
6.3.1 Maanparannuskuidut .....	32
6.3.2 Biohiilet .....	34
6.3.3 Maanparannusturve .....	36
6.3.4 Sulfaattiligniini .....	36
6.3.5 Sikalaliete+Combooster .....	37
6.3.6 Siementen peittäuskäsittely .....	37
6.4 Viljelykiertojen katetuottovertailu .....	38
7 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	40
LÄHTEET .....	42
LIITTEET .....	46

## Kuva- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Nollakuitu ja ravinnekuitu.....	15
Kuva 2. Pajubiohiili (biohiili 1) ja kuusibiohiili (biohiili 2).....	16
Kuva 3. Lignosulfonaatti (ligniini 1) ja sulfaattiligniini (ligniini 2).....	17
Kuva 4. Maanparannusturve.....	17
Kuva 5. Combooster-liuos.....	18
Kuva 6. Kenttäkartta. ....	22
Kuva 7. Ilmakuva koekentästä maanparannusaineiden levityksen jälkeen syksyllä 2016.....	23
Taulukko 1. Kenttäkokeen koejäsenet. ....	21
Taulukko 2. Koejäsenten peruslannoitus. ....	24
Taulukko 3. Muuttuvien kustannusten muodostuminen. ....	26
Taulukko 4. Työmenekkiarvio. ....	26
Taulukko 5. Kaksivuotisen viherlannoitusnurmen muuttuvat kustannukset. ....	27
Taulukko 6. Työmenekki: Kaksivuotinen viherlannoitusnurmi.....	28
Taulukko 8. 15 % kosteuteen suhteutetut satomäärät. ....	30
Taulukko 9. Kevätvehnän hehtaarisato, hinta ja kokonaistuotto. ....	31
Taulukko 10. Kevätvehnän katetuotto.....	32
Taulukko 11. Tuotot: Ravinnekuitu ja Ravinnekuitu+Combooster.....	33
Taulukko 12. Katetuotto: Ravinnekuitu .....	33
Taulukko 13. Tuotot: Nollakuitu ja Combooster+Nollakuitu.....	34

Taulukko 14. Katetuotto: Nollakuitu .....	34
Taulukko 15. Tuotot: Pajubiohiili .....	35
Taulukko 16. Tuotot: Kuusibiohiili. ....	36
Taulukko 17. Tuotot: Maanparannusturve .....	36
Taulukko 18. Tuotot: Sulfaattiligniini. ....	37
Taulukko 19. Tuotot: Sikalaliete+Combooster .....	37
Taulukko 20. Tuotot: Peittaus-koejäsenet.....	38
Taulukko 21. Katetuottovertailu.....	39

# 1 JOHDANTO

Viime vuosina on jouduttu lukemaan lukuisia uutisia viljan viljelyn heikosta kannattavuudesta. Vuonna 2017 vehnän keskisato oli 4130 kg hehtaarilta ja edellisen kymmenen vuoden aikajaksolla yli 4000 kg hehtaarisatoon on ylletty vain neljänä vuotena (Luke Satotilasto 2018). Peltosen (2015) mukaan keskisadoilla viljan tuottaminen ei ole kannattavaa, jos kustannustaso säilyy ennallaan. On selvää, että hehtaarisato ei ole kannattavuuden mittari, vaan kannattavuuteen vaikuttavat sadon määrän ja laadun lisäksi markkinahinta sekä tuotantokustannukset, joiden tunteminen ja hallinta ovat maatalousyrittäjien päätöksenteon pohjana.

Pellon sadontuottokykyyn vaikuttavat oleellisesti maan rakenne ja orgaanisen aineksen määrä. Näihin tekijöihin voidaan vaikuttaa huolehtimalla pellon peruskunnostuksesta, hyvästä viljelykierrosta ja viljelyteknologiasta (Alakukku 2002, 63) sekä käyttämällä orgaanisia lannoitevalmisteita ja maanparannusaineita (Peltonen ym. 2017, 44). Maan rakenteen parantaminen ja orgaanisen aineksen lisääntyminen eivät yksin hyödytä maatalousyrittäjiä suurempien satotasojen muodossa vaan näillä tekijöillä on vaikutusta myös maataloudesta aiheutuviin ravinnepäästöihin. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (2013) mukaan vuosina 2005 - 2009 Saaristomereen päätyvästä fosforista 64 % ja typestä 37 % oli peräsin maataloudesta. Saaristomeren valuma-alueella on peltoa 240000 hehtaaria, jotka ovat pääosin erodoituvia savimaalajeja tai hienoa hietaa. Saaristomeri on ravinnekuormituksen takia rehevöitynyt ja vesien tila on huolestuttava (Saaristomeri 12.5.2017). Suomen hallitus on sitoutunut Itämerihuippukokouksessa vuonna 2010 tehostettuihin toimiin Saaristomeren tilan parantamiseksi ja hyvän vesien tilan saavuttamiseksi vuoteen 2020 mennessä (Baltic Sea Action Summit 2010).

Maatalousyrittäjien toimintaympäristö muuttuu jatkuvasti, ja kilpailu maataloustuotte- ja elintarvikemarkkinoilla on kovaa. Maatalous on yritystoimintaa, jonka tarkoituksena on tuottaa voittoa. Tuotanto-osaamisen rinnalla maatalousyrittäjässä on oltava myös liiketoimintaosaamista. Katetuottomenetelmä on yksi tuotannon suunnittelun väline maatalousyrittäjässä taloudellisen tiedon hankkimiseksi pitkän



aikavälin suunnittelua varten ja se mahdollistaa myös eri vaihtoehtojen välisen vertailun yrityksen sisällä. (Ryhänen & Sipiläinen 2018, 7, 149–150.)

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää maatalousyritysten taloudellisesti kannattavan, hiiltä sitovan ja maanrakennetta parantavan viljelykierron suunnittelussa. Opinnäytetyössä selvitettiin, millainen vaikutus uusilla maahan lisättävillä luonnonmukaisilla maanparannus- ja tehosteaineilla oli satotasoon ja katetuottoon viljelykierron ensimmäisenä vuonna. Maanparannusaineilla saattaa olla sadon määrää pienentävä vaikutus heti lisäystä seuraavana kasvukautena ja täydellinen vaikutus satotasoon ilmenee vasta yhden viljelykierron jälkeen, siksi opinnäytetyössä myös arvioitiin kyseisten maahan lisättyjen aineiden vaikutusta satotasoon ja katetuottoon yhden viljelykierron aikajaksolla. Maanparannusaineita verrattiin NPK-lannoitettuun (N80) koejäseneseen.

Tässä opinnäytetyössä hyödynnettiin Vapo Clean Waters Oy:n hallinnoiman Päästösäästö-hankkeen kenttäkokeen tuloksia. Päästösäästö-hankkeen tavoitteena oli saada tietoa uusista maahan lisättävistä luonnonmukaisista aineista, joilla parannetaan pellon kasvukuntoa ja sitä kautta ravinteiden ja vedenpidätyskykyä. Hankkeen toteuttivat yhteistyössä Vapo Clean Waters Oy, Soilfood Oy, Biokasvu Oy ja Luonnonvarakeskus. Hankkeen yleistavoitteena oli ympäristöystävällisen ja taloudellisesti kannattavan ruuantuotannon turvaaminen sekä uuden tiedon ja toimintamallien tuottaminen viljelymaiden kunnostamiseksi ja sitä kautta Itämeren tilan parantamiseksi ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. Päästösäästö-hankkeesta saa lisätietoa osoitteesta <https://paastosaasto.fi/>.

## 2 KANNATTAVUUS JA KATETUOTTOMENETELMÄ

Kannattavuudella tarkoitetaan maatalousyrittäjän tulontuottamiskykyä pitkällä aikavälillä. Kannattavuuteen vaikuttavat tuotteiden myyntihinnat ja -määrä sekä muuttuvat kustannukset, tuotantoprosessin onnistuminen, kiinteät kustannukset, resurssien hyödyntäminen sekä yleiskustannukset. (Ryhänen & Sipiläinen 2017, 217.)

Maatalouden kokonaistuotto muodostuu myyntituotoista ja maataloustuista. Vuonna 2015 maatalouden kokonaistuotosta maataloustukien osuus oli keskimäärin 33 %. Viljanviljelyssä tukien osuus oli noin 50 % kokonaistuotosta. (Niemi & Väre 2017, 57, 61.) Maataloustuilla on siis merkittävä vaikutus maatalousyrittäjän tulonmuodostukseen.

Maatalouden tukijärjestelmä muodostuu EU:n suorista tulotuista, tuotantoeläinten hyvinvointikorvauksesta sekä luonnonmukaisen tuotannon tuesta ja EU:n osittain rahoittamista luonnonhaitta- ja ympäristökorvauksista. Tätä EU:n tukijärjestelmää täydennetään kansallisilla erityisoloihin tarkoitetuilla tuilla, joita ovat Etelä-Suomen kansallinen tuki ja pohjoinen tuki. (Palonen, [viitattu 2.5.2018].) Liitteessä 2 on esitetty tukialue AB:n maataloustuet. Kuluvalla tukikaudella ympäristösitoumuksen antanut maatalousyrittäjä on voinut valita erilaisia lohko kohtaisia toimenpiteitä, joista yksi on ravinteiden ja orgaanisten aineiden kierrättäminen. Hyväksyttäviä orgaanisia lannoitevalmisteita ovat mm. maanparannusturve ja orgaaniset maanparannusaineet kuten maanparannuskuitu, joita Päästösäästö-hankkeessa testattiin. (Ympäristö-korvauksen sitomusehdot 2015.)

Maatalousyrittäjässä taloudellisen tiedon hankkimiseksi pitkän aikavälin suunnittelua varten voidaan käyttää katetuottomenetelmää, joka myös mahdollistaa eri vaihtoehtojen välisen vertailun yrityksen sisällä. Katetuotto lasketaan vähentämällä kokonaistuotosta muuttuvat kustannukset, joihin luetaan ne tuotantopanosten kustannukset, jotka muuttuvat tuotannon määrän muuttuessa. Näitä muuttuvia kustannuksia ovat siemenistä, lannoitteista, maanparannusaineista ja kasvinsuojeluaineista aiheutuvat kustannukset sekä koneiden poltto- ja voiteluaineiden kustannukset ja rahtikustannukset. Näiden lisäksi muuttuviin kustannuksiin lasketaan liikepääoman korkokustannus, jossa laskennan

perusteena käytetään muuttuvien kustannusten ja työkustannuksen summaa. Katetuotto osoittaa, paljonko liikevaihdosta jää käytettäväksi kiinteiden kulujen kattamiseen. Kasvintuotannossa katetuotto lasketaan hehtaaria kohden (€/ha). (Ryhänen & Sipiläinen 2017, 149–150, 156, 229.)

### 3 MAAN LAATU JA MAANPARANNUSAINEEET

Kasvutekijät määräävät sadon määrän ja laadun. Sisäisiä kasvutekijöitä ovat kasvilaji ja lajike. Kasvin kasvuun vaikuttavia ulkoisia kasvutekijöitä ovat sää- ja maaperätekijät. Säätekijöitä ovat valon määrä ja lämpötila, joka määrittää kasvukauden pituuden. (Yli-Halla 2009, 6.) Maaperätekijät voidaan jakaa kemiallisiin, fysikaalisiin ja biologisiin osatekijöihin, jotka säätelevät maaperän veden ja ravinteiden kiertoa sekä niiden kulkeutumista vesistöihin. Maaperätekijät muodostavat maan laadun. Maatalousmaan orgaanisen aineksen määrällä ja maan rakenteella on merkittävä vaikutus kasvien kasvuun ja ympäristökuormitukseen. (Alakukku 2016, 53; Hartikainen 2016, 17.)

#### 3.1 Maan rakenne

Maan rakenne muodostuu maahiukkasten muodostamista sidoksista ja niiden väliin jäävästä huokostilasta, jolla on oleellinen merkitys maan vesi-, kaasu- ja lämpötilouteen, ravinteiden kulkeutumiseen ja juurten kasvuun (Alakukku 2016, 53). Humus on orgaanisten ainesten seos, jonka maan rakennetta ja vesitaloutta parantava vaikutus perustuu sen kykyyn sitoa vettä moninkertaisesti painoonsa nähden. Humuksen vaikutuksesta maan mururakenne paranee, jolloin myös liettyminen ja ravinteiden huuhtoutuminen vähenevät ja eroosioriski pienenee. (Hartikainen 2013, 31, 38.)

Maatalousyrittäjä voi vaikuttaa maan rakenteeseen ja orgaanisen aineksen määrään huolehtimalla ojituksen toimivuudesta, kalkituksesta sekä hyvästä viljelykierrosta ja viljelyteknologiasta. Myös maan jäätyminen ja sulaminen sekä kuivuminen ja kostuminen sekä mikrobit, lierot ja juuret vaikuttavat maan rakenteen muodostumiseen. (Alakukku 2002, 63.) Maan rakenteen ja kasvukunnon parantamiseksi voidaan myös käyttää eloperäisiä maanparannusaineita, jotka parantavat maan mururakennetta sekä lisäävät maahan humusta ja parantavat maan mikrobitoimintaa (Joonas 2013a).

Luonnonvarakeskuksen [viitattu 12.5.2017] mukaan Itämereen ihmisen toiminnan seurauksena päätyvästä tyydestä ja fosforista puolet on lähtöisin maataloudesta siitä

huolimatta, että viljelyteknologia on kehittynyt ja lannoitusmäärät ovat pienentyneet. Pellon pintavaluntaan voi vaikuttaa huolehtimalla maan hyvästä kasvukunnosta ja pellon vesitaloudesta, jolloin eroosio ja ravinteiden huuhtoutuminen vähenevät (Korppinen ym. 15, 2008).

Heikkisen (2016, 5) väitöstutkimuksen mukaan kivennäismaiden hiili on vähentynyt muokkauskerroksessa viimeisten vuosikymmenien aikana johtuen metsien raivaamisesta pelloksi, mutta myös viljelystoimien voimaperäistymisen ja yksivuotisten viljelykasvien yleistymisen seurauksena. Orgaanisen aineksen väheneminen johtuu intensiivisestä muokkaamisesta, eroosiosta ja yksipuolisesta viljelykierrosta (Peltonen ym. 44, 2017). Luonnonvarakeskuksen julkaisemassa artikkelissa Heikkinen toteaa, että viimeisimpien tilastojen mukaan kivennäismaiden hiilipäästöt ovat kuitenkin vähentyneet (Sihvonen 2017). Orgaanista ainesta kerääntyy maaperään kasvitähteistä, viherlannoituksesta sekä pellolle levitettävästä lannasta ja orgaanisista lannoite- ja maanparannusvalmisteista (Peltonen ym. 44, 2017).

### **3.2 Maanparannusaineet**

Maanparannusaineet ovat lannoitevalmisteita, jotka parantavat kasvien kasvuedellytyksiä vaikuttamalla maaperän kemiallisiin, fysikaalisiin ja/tai biologisiin ominaisuuksiin. Maanparannusaineet voivat sisältää myös pää- ja sivuravinteita. (A 1784/14/2011.)

Orgaanisten lannoite- ja maanparannusaineiden avulla voidaan vähämultaisen maan orgaanisen aineksen pitoisuutta nostaa tehokkaasti. Se vaatii kuitenkin useimmiten toistuvia käyttökertoja sekä monipuolisen viljelykierron ja kevennetyn muokkauksen. Jos lannoite- tai maanparannusaine on ravinteiden ja hiilen suhteen tasapainossa, sen käyttömäärä voi olla korkea, jolloin merkittäviä hyötyjä voidaan saavuttaa jo yhdellä käyttökerralla. Liete- tai raemaiset valmisteet eivät yleensä vaikuta juurikaan maan orgaanisen aineksen määrään. Valmisteiden oikea-aikaisesta käytöstä ja tarvittavasta täydennyslannoituksesta on syytä neuvotella asiantuntijoiden kanssa. (Peltonen ym. 2017, 51.)

Maanparannusaineiden käyttö peltoviljelyssä on pitkävaikutteista, mikä tuloutuu usean vuoden aikana ja pitkäjänteisessä käytössä hyödyt kumuloituvat. Maanparannusaineiden vaikutuksia ovat mm. vedenpidätyskyvyn paraneminen ja ravinteiden huuhtoutumisen väheneminen, pieneliötoiminnan vilkastuminen ja maan ravinnevarastojen vapautuminen sekä hiilen määrän kasvu. Nämä muutokset lisäävät viljelyvarmuutta ja ravinteiden hyväksikäyttöä. (Peltonen ym. 2017, 52.)

### **Maanparannuskuidut**

**Ravinnekuitu** (Kuva 1) valmistetaan hyödyntämällä metsäteollisuuden kuitupitoisia sivutuotteita. Se on ravinnepitoinen maanparannusaine, jonka vaikutuksesta vähämultaisen maan eloperäisen aineksen määrä kasvaa tehokkaasti, jolloin maan veden- ja ravinteiden pidätyskyky paranee ja pieneliötoiminta lisääntyy. (Soilfood, [viitattu 29.4.2018]). Soilfood Oy:n Ravinnekuitua on käytetty NSP Pulp -hankkeen kenttäkokeissa. Hankkeen viimeisimmät tulokset osoittavat, että ravinteiden huuhtoutumisriski pieneni levitystä seuraavana vuonna jopa 77 %, kun verrattiin pelkkää keinolannoitusta saaneeseen alaan. (Leino 2017.) Ravinnekuidun suositeltu käyttömäärä on 35-40 t/ha ja levitys tehdään ennen syyskasvien kylvöä tai sängelle, joka mullataan. (Soilfood, [viitattu 29.4.2018].)

**Nollakuitu** (Kuva 1). Nollakuitu on sellu- ja paperiteollisuuden sivutuote. Se on niukkaravinteinen maanparannusaine, joka lisää maan eloperäistä ainesta ja jonka sisältämä kalsiumkarbonaatti vaikuttaa maan happamuuteen. Sen kalkitusvaikutus on hidas ja pitkäaikainen. Nollakuitua suositellaan käytettäväksi viherlannoitusnurmille tai lopetettaville nurmille sekä eloperäisten lannoitteiden kanssa yhdessä. Suositeltava käyttömäärä nollakuidulle on 70 t/ha. (Soilfood, [viitattu 29.4.2018].)



Kuva 1. Nollakuitu ja ravinnekuitu.

Maanparannuskuituja kannattaa käyttää muutaman vuoden välein. Levittämiseen käytetään kuivalannanlevityskalustoa. Maanparannuskuitujen hajoaminen kuluttaa hetkellisesti maasta runsaasti happea ja typpeä ja siksi levittämistä juuri ennen satokasvin kylvöä on syytä välttää. (Soilfood, [viitattu 29.4.2018].)

### **Biohiilet**

Biohiili on hapettomassa pyrolyysissä tuotettua heterogeenistä ainetta, joka käytetään tavalla, jossa biohiilen nopeaa mineralisaatiota hiilidioksidiksi ei tapahdu ja se päättyy lopulta maanparannusaineeksi. Biohiilen hiilipitoisuus kuiva-aineessa tulee olla yli 50 %. (European Biochar Certificate 2017, 6, 11.)

Maataloudessa biohiiltä voidaan käyttää maanparannusaineena. Biohiili pidättää vettä ja ravinteita sekä parantaa maan ilmavuutta sen huokoisen rakenteen ja suuren ominaispinta-alan ansiosta. Yleensä biohiili on negatiivisesti varautunut, jolloin maan kationinvaihtokapasiteetti paranee. Biohiilen alkalisuus voi nostaa maan pH:ta. Rakenteensa ansiosta biohiili on hyvin maassa pysyvä ja näin ollen hyvä keino varastoida hiiltä pitkäksi ajaksi maaperään. Se voi myös vähentää maatalouden typpioksiidi- ja metaanipäästöjä. (RAE 2014).

Kettusen ja Saarnion (2016, 9–10) kirjallisuusselvityksen mukaan biohiilen vaikutukset sadontuottoon ovat vaihtelevia riippuen muun muassa biohiilen raaka-aineesta, valmistusprosessista, käytetystä biohiilen määrästä, maalajista sekä kasvilajista.

Biohiilen hinta on tällä hetkellä 275–300 €/m<sup>3</sup> (Suutari 2018), ja se riippuu biohiilen lähtömateriaalista, prosessointitavasta ja laadusta. Puusta valmistetun biohiilen tilavuuspaino on tyypillisesti 300–450 kg/m<sup>3</sup> (Riikonen 2017, 7–8). Näin ollen biohiilen hinnaksi muodostuu 670–1000 €/tonni. Suutarin (2018) mukaan biohiilen käyttö peltoviljelyssä ei ole konkreettinen vaihtoehto sen korkean hinnan takia. Biohiilen positiivinen vaikutus näkyy 3–4 vuoden kuluttua lisäyksestä mikrobikannan kehittymisen seurauksena. Biohiilen rooli peltoviljelyssä olisi ennemminkin toimia lietteen, kuivalannan tai kierrätysravinteiden komponenttina. Biohiililisäetty komposti, lanta ja ravinnejakeet soveltuvat tavanomaiseen ja luomuviljelyyn peltoviljelyssä sekä rajatuissa kasvualustoissa. (Suutari 2018.)



Kuva 2. Pajubiohiili (biohiili 1) ja kuusibiohiili (biohiili 2).

## Ligniinit

Sellunkeiton jäteliuoksista jäljelle jäävä ligniini on hyvin kestävää hajotusta vastaan ja voi muodostaa maassa pysyviä humusrakenteita (Joonas 2013b, 18). **Sulfaattiligniini** (kuva 3) on peräisin sulfaattiselluprosessista ja on luonteeltaan stabiili ja kondensoitunut fenolinen polymeeri. **Lignosulfonaatti** (kuva 3) on peräisin sulfiittiselluprosessista, jossa puun ligniini pilkkoutuu ja sulfonoituu. Lignosulfonaatti sisältää sulfonihapporyhmän eli se on hydrofiilinen ja reaktiivinen. Se on sekoitus muunnettua kalsiumlignosulfonaattia, komplekseja hiilihydraatteja ja puun sokerihappoja. (Kolppo 2010.)





Kuva 3. Lignosulfonaatti (ligniini 1) ja sulfaattiligniini (ligniini 2).

### **Maanparannusturve**

Maanparannusturpeet ovat maanparannusaineita, jotka koostuvat pääasiassa luonnon turpeesta (A 1784/14/2011). Maanparannusturve (kuva 4) on tummaa ja pitkälle maatonuturvetta, jolla on nopea ja pitkäkestoinen maanparannusvaikutus. Savi- ja hiekkamailla se parantaa maan ravinteiden- ja vedenpidätyskykyä. (Turveinfo, [viitattu 29.4.2018].)



Kuva 4. Maanparannusturve.

### **Combooster -lannoitusmalli**

Biokasvu Oy:n Combooster-lannoitustuotteet on kehitetty ympäristöystävällisen ja kustannustehokkaan ammattiviljelyn tarpeisiin. Combooster-lannoitevalmisteet hyödyntävät viljelymaahan sitoutuneita ravinnevarantoja, jolloin peruslannoitustarve on huomattavasti pienempi. Combooster-lannoitusmallissa karjanlanta tasapainotetaan tarvittavilla ravinteilla tehokkaasti maata ravitsevaksi ja sen

mikrobitoimintaa kiihdyttäväksi lannoitteeksi. Combooster Pelto (kuva 5) sisältää orgaanisia ravinteita, erilaisia pintakatalyyttisiä savimineraaleja, epäorgaanisia ravinteita ja hivenravinteita. (Biokasvu, [viitattu 29.4.2018].)



Kuva 5. Combooster-liuos.

### **Humusvedet**

Humus on osa luonnonvesissä olevasta orgaanisesta aineksesta, ja muodostaa vesitai kolloidiliuoksen antaen vedelle kellertävän tai ruskean värin. Humusta muodostuu pääasiassa kasvien maatumisen seurauksena. Sitä kertyy maaperään erityisesti soilla, joilta sitä myös liukenee ja huuhtoutuu runsaasti valumavesien mukana vesistöihin. (Vapo 2012.)

Humus muodostuu humusaineista, jotka voidaan jakaa humus- ja fulvohappoihin sekä humiineihin. Humushapot sitovat ravinteita ja vettä, jolloin riski ravinteiden huuhtoutumiseen vähenee. Fulvohapot edistävät mineraaliaineksen rapautumista, jolloin hivenravinteita vapautuu kasvien käyttöön. Fulvohapot myös muodostavat liukoisia kompleksiyhdisteitä sinkki-, kupari-, mangaani- ja rauta-ionien kanssa, jotka liikkuvat juurten pinnoille edistäen näin ko. ravinteiden saatavuutta. Humiini sitoutuu maahiukkasten pinnoille peittäen fosforin sitoutumispaikkoja, mikä edistää kasvien fosforin saantia. (Hartikainen 2016, 38; Hartikainen, [viitattu 30.4.2018].)

## 4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla uusien maahan lisättävien luonnonmukaisten maanparannus- ja tehosteaineiden vaikutusta kevätvehnän satotasoon ja katetuottoon viljelykierron ensimmäisenä vuonna. Tarkoituksena oli myös arvioida kyseisten maahan lisättyjen aineiden vaikutusta satotasoon ja katetuottoon yhden viljelykierron aikajaksolla. Tuotettua tietoa voidaan hyödyntää maatalousyritysten taloudellisesti kannattavan, hiiltä sitovan ja maanrakennetta parantavan viljelykierron suunnittelussa. Laskelmissa käytettyä taulukkolaskelmapohjaa voidaan käyttää Päästösäästö-jatkohankkeissa katetuoton määrittämiseksi.

Tutkimustehtävät:

1. Mikä on eri koejäsenten prosentuaalinen satotasojen ero verrattuna referensseihin?
2. Mikä on eri koejäsenten prosentuaalinen katetuottojen ero verrattuna referensseihin?

Opinnäytetyö liittyi Vapo Clean Waters Oy:n, Soilfood Oy:n, Biokasvu Oy:n ja Luonnonvarakeskuksen yhteiseen Päästösäästö-hankkeeseen, jonka tavoitteena oli saada tietoa uusista maahan lisättävistä luonnonmukaisista aineista, joilla parannetaan pellon kasvukuntoa ja sitä kautta ravinteiden- ja vedenpidätyskykyä. Päästösäästö-hankkeen yleistavoitteena oli ympäristöystävällisen ja taloudellisesti kannattavan ruuantuotannon turvaaminen sekä uuden tiedon ja toimintamallien tuottaminen viljelymaiden kunnostamiseksi ja sitä kautta Itämeren tilan parantamiseksi ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi. (Päästösäästö 20.8.2017.) Opinnäytetyössä hyödynnettiin Päästösäästö-hankkeen kenttäkokeen satopunnitusten tuloksia.

## 5 AINEISTO JA MENETELMÄT

### 5.1 Kenttäkoe

Opinnäytetyössä hyödynnettiin Päästösäästö-hankkeen kenttäkokeen satopunnitusten tuloksia. Päästösäästö-hankkeessa selvitettiin maanparannusaineiden soveltuvuutta maan kasvukunnon parantamiseen ja sitä kautta kasvintuotannon tehostamiseen ja peltomaiden ravinteiden ja vedenpidätyskyvyn parantamiseen.

Päästösäästö-kenttäkoe toteutettiin vuosina 2016 - 2017 Kuitian kartanon tilalla Paraisilla Varsinais-Suomessa. Koekentän maalaji oli hietasavi (HtS) ja maa-aines oli runsasmultaista. Hietasavi on ominaisuuksiltaan hikevää ja murenevaa. Kenttäkokeessa maanparannusaineet lisättiin koejäsenille kylvöä edeltävänä syksynä. Kasvina kenttäkokeessa oli kevätvehnälajike Anniina.

Kenttäkokeessa käytettyjä maanparannusaineita olivat nollakuitu, ravinnekuitu, pajubiohiili, kuusibiohiili, maanparannusturve ja sulfaattiligniini. Koekentällä testattiin myös Combooster-lannoitusmallia sikalalietteen, nollakuidun ja ravinnekuidun kanssa. Lisäksi testattiin siementen käsittelyitä humusvesi-, lignosulfonaatti- ja vesipeittauksilla. Näiden lisäksi koekentällä oli kolme kontrollikoejäsentä: Kontrolli N0, Kontrolli N80 ja Kontrolli N120. Taulukosta 1 ilmenee koejäsenet, käytetyt maanparannus- ja tehosteaineet, toteutetut käsittelyt sekä typen ja kokonaishiilen (TOC) lisäysmäärät. Kenttäkokeessa oli 15 koejäsentä ja toistoja tehtiin 3 (Kuva 6).

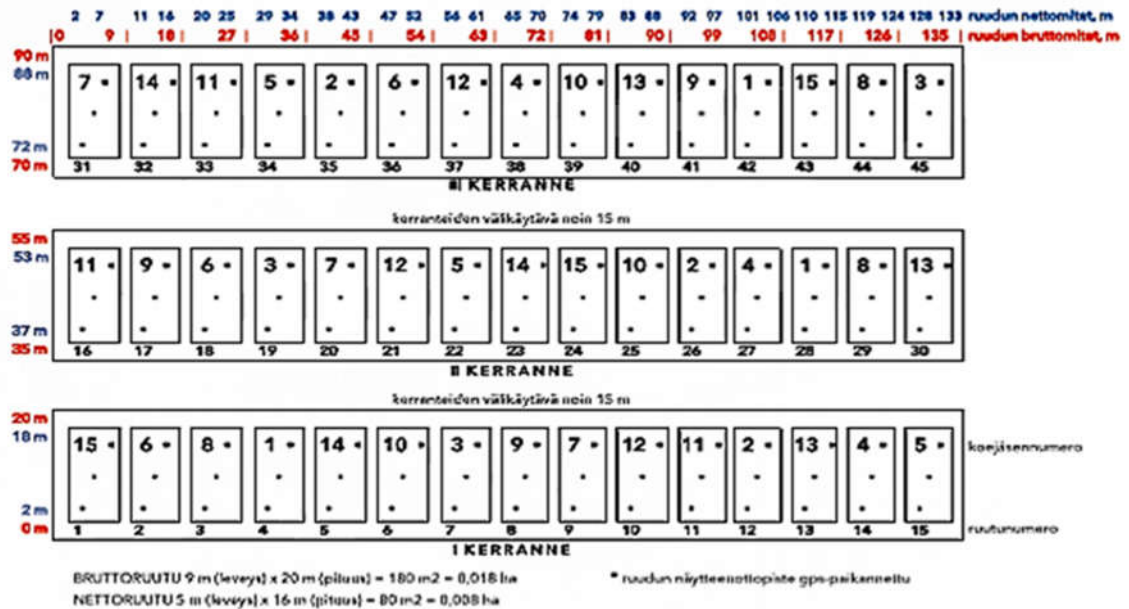
Kenttäkokeen perustaminen aloitettiin syksyllä 2016 mittaamalla koeala peltolohkolle ja kiinnittämällä se maastoon. Koekentän pinta-ala oli 90 m x 135 m, bruttoruutujen pinta-ala oli 9 m x 20 m ja nettoruutujen 5 x 16 m. Kenttäkoetta perustettaessa ruutukohtaiset perusmaanäytteiden ottopisteet (3 kpl/ruutu) merkittiin GPS-paikantimella ja maanäytteet kerättiin metrin säteeltä jokaisesta pisteestä muokkauskerroksesta.

Taulukko 1. Kenttäkokeen koejäsenet.

Koejäsen	Maanparannusaine				NPK
	Käyttömäärä	TOC	Liukoinen-N	Kokonais-N	Liukoinen N
	(tn/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Kontrolli 0 kg N/ha	0	0	0	0	0
Kontrolli 80 kg N/ha	0	0	0	0	80
Kontrolli 120 kg N/ha	0	0	0	0	120
Ravinnekuitu	24,2	3250	0,27	90,0	80
Ravinnekuitu+Combooster	24,2+544,5*	3250+51,2	0,27+4,46	90,0+6,53	80
Nollakuitu	47,1	5456	0,14	6,02	80
Nollakuitu+Combooster	47,1+544,5*	5456+51,2	0,14+4,46	6,02+6,53	80
Sulfaattiligniini	8,40	5696	0,04	9,57	80
Maanparannusturve	40,0	6635	2,29	322	80
Pajubiohiili	33,4	18016	0,31	373	80
Kuusibiohiili	20,6	18999	0,10	85,6	80
Sikalaliete+Combooster	1450**	139	69,8	91,3	0
Peittaus (vesi)	0	0	0	0	80
Peittaus (Humusvesi)	0	0	0	0	80
Peittaus (Lignosulfonaatti)	0	0	0	0	80

\*kg/ha; \*\* l/ha

# KENTTÄKARTTA



- 1 Käsittölmätön O-ruutu
- 2 Kontrolli 80 kg N/ha
- 3 Kontrolli 120 kg N/ha
- 4 Ravinnekuitu 24,2 t/ha
- 5 Nollakuitu 47,1 t/ha
- 6 Pajubiohiili 33,4 t/ha
- 7 Kuusibiohiili 20,6 t/ha
- 8 Sulfaattiligniini 8,4 t/ha

- 9 Maanparannusturve 40,0 t/ha
- 10 Poittauskontrolli
- 11 Humusvesi, nestepoittaus
- 12 Lignosulfonaatti, nestepoittaus
- 13 Sikalaliete + Combooster
- 14 Ravinnekuitu + Combooster 24,2 t/ha
- 15 Nollakuitu + Combooster 47,1 t/ha

Kuva 6. Kenttäkartta. (Päästösäästö, [viitattu 20.8.2017].)

Maanparannusaineiden levitys toteutettiin suunnitelman mukaisesti syyskuussa 2016. Perustamisvaiheessa levitetyt aineet olivat ravinnekuitu, nollakuitu, pajubiohiili, kuusibiohiili, sulfaattiligniini ja maanparannusturve, jotka selkeästi erottuivat ilmakuvassa vielä muokkauksen jälkeen (Kuva 7). Maanparannusaineista otettiin levityksen yhteydessä näytteet analysoitaviksi. Maanparannusaineiden levityksen jälkeen koekenttä muokattiin 10 cm syvyyteen hanhenjalkaterin varustetulla Horsch Terrano 3.5 FX-kultivaattorilla.



Kuva 7. Ilmakuva koekentästä maanparannusaineiden levityksen jälkeen syksyllä 2016. (Päästösäästö, [viitattu 20.8.2017].)

Peittaus-koejäsenten siemenet esikäsiteltiin toukokuussa 2017 ennen kylvöä betonimyllyllä, jossa 100 kg siementä käsiteltiin 1 litralla liuosta. Kylvöä edeltävänä päivänä koekenttä kylvömuokattiin noin 3 cm:n syvyydelle 8 metriä leveällä Multivan S-piikkiäkeellä. Combooster-lannoitevalmiste levitettiin reppuruiskulla koejäsenille 14 ja 15. Koejäsenelle 13 levitettiin sikalaliete-Combooster-liuosta 483,3 litraa/ruutu kastelukannuilla. Comboosterin ja sikalaliete-Combooster-liuoksen lisäysten jälkeen koekenttä kylvömuokattiin uudelleen noin 5 cm syvyyteen S-piikkiäkeellä.

Kasvina kenttäkokeessa oli kevätvehnälajike Anniina, jonka itävyys oli 84 % ja tuhannen siemenen paino (tsp) oli 33,7 g. Kylvötiheys oli 550 kpl itävää siementä/m<sup>2</sup>. Kylvö ja peruslannoitus (Yara Mila 3 (NPK 23-3-8)) toteutettiin 3 metriä leveällä Överum Tive -merkkisellä laahavantaisella hinattavalla yhdistelmäkylvökoneella. Peruslannoituksen määrät koejäsenittäin on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Koejäsenten peruslannoitus.

	YaraMila Y3 (kg/ha)	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
<b>Kontrolli N0</b>	0	0	0	0
<b>Kontrolli N80</b>	348	80	10	28
<b>Kontrolli N120</b>	522	120	16	42
<b>Ravinnekuitu</b>	348	80	10	28
<b>Ravinnekuitu+Combooster</b>	348	80	10	28
<b>Nollakuitu</b>	348	80	10	28
<b>Nollakuitu+Combooster</b>	348	80	10	28
<b>Sulfaattiligniini</b>	348	80	10	28
<b>Maanparannusturve</b>	348	80	10	28
<b>Pajubiohiili</b>	348	80	10	28
<b>Kuusibiohiili</b>	348	80	10	28
<b>Sikalaliete+Combooster</b>	0	0	0	0
<b>Peittaus (Vesi)</b>	348	80	10	28
<b>Peittaus (Humusvesi)</b>	348	80	10	28
<b>Peittaus (Lignosulfonaatti)</b>	348	80	10	28

Kasvukauden aikana koekentällä havainnoitiin ruuduittain vehnän orastumista 1-2 kertaa viikossa, kunnes 80 % siemenistä oli itänyt, kasvustojen kehitystä Zadoksin asteikon mukaan kahden viikon välein, pituuskasvua sekä rikkakasvien ja kasvitautien esiintymistä. Kasvianalyysinäytteet otettiin 47 vuorokautta kylvöstä, kasvustojen ollessa kasvuasteella 43 - 47 (Zadoks).

Koeruudut puitiin syyskuussa Luonnonvarakeskuskeskuksen Massey Ferguson 8 -koeruutupuimurilla. Jokaisesta koeruudusta otettiin yksi edustava näyte (23,5 m<sup>2</sup>/ruutu), joista mitattiin puinnin yhteydessä vehnän puintikosteus ja lämpötila. Satonäytteet kuivattiin, puhdistettiin ja punnittiin. Jokaisesta näytteestä määritettiin Luken Jokioisten toimipisteessä hehtolitraino, tuhannen siemenen paino sekä kosteuspitoisuus. Jyvien tärkkelys ja proteiini pitoisuus määritettiin Luken NIT-mittalaitteella. Lisäksi maanäytteistä tehtiin lukuisia määriä analyysejä, mutta niitä ei käsitellä tässä opinnäytetyössä.

Kasvukaudella 2017 kylvöstä puintiin (17.5.2017 - 6.9.2017) kertyi lämpösummaa 1028,7 astetta ja kertynyt sademäärä oli 247,4 mm. Sekä lämpösumma että sademäärä olivat alueen keskiarvoa alhaisemmat. Etenkin alkukasvukausi oli poikkeuksellisen viileä ja kuiva.



## 5.2 Katetuottolaskelma

Katetuottolaskelmassa tuotto muodostui vehnäsadon määrän ja vehnän yksikköhinnan tulosta (Liite 1) sekä maataloustuista (Liite 2). Vehnäsato on ilmoitettu 15 % kosteudessa, jotta koeruutujen satomäärät ovat toisiin verrattavissa. Vehnän hintana käytettiin Hankkija Oy:n kevätvehnän päivän hintaa 173 €/tn (Hankkija 2018a) ja Hankkija Oy:n viljan laatu hinnoittelua (Hankkija 2018b).

Muuttuvat kustannukset muodostuivat taulukon 3 mukaisesti. Laskelmassa Anniina-lajikkeen ostosiemenen hintana käytettiin 450 €/tonni (Maatalouskauppa Iso-Karhu Oy) ja lannoitteen (YaraMila Y3) hintana 348 €/tonni. Taulukossa 3 esitetyt maanparannusaineiden kustannukset on katetuottolaskelmassa jaettu useamman vuoden aikajaksolle, koska niiden käyttö ei ole jokavuotista. Ravinnekuidun kertakustannus jaettiin neljälle vuodelle, joten vuosittaiseksi rakennekuidun hehtaarikustannukseksi muodostui noin 30 euroa. Vastaavasti nollakuidun hehtaarikustannus oli noin 41 euroa. Puusta valmistetun biohiilen tilavuuspaino riippuu lähtömateriaalin tilavuuspainosta ja on tyypillisesti 300–450 kg/m<sup>3</sup> (Riikonen 2017, 7–8). Kuusibiohiilen hinta on 275 €/m<sup>3</sup> (Suutari 2018), joka vastaa hintaa 733 €/tn, kun tilavuuspainoksi arvioidaan 375 kg/m<sup>3</sup>. Myös pajubiohiilen hintana käytettiin 733 €/tn. Biohiilen kertakustannus jaettiin 4 vuodelle, joten vuosittaiseksi biohiilen kustannukseksi muodostui 183 euroa. Kenttäkokeessa ei käytetty korrenvahvisteita tai kasvinsuojeluaineita, joten näiden kustannusten määrä laskelmassa on 0 euroa. Poltto- ja voiteluainekustannukset on laskettu olettaen, että käytössä on 81–100 kW traktori ja 350–450 cm leikkuupuimuri. Kuivauskustannukset on laskettu olettaen, että käytössä on oma 25 m<sup>3</sup> pakettikuivaamo, jonka polttoaine- ja sähkökustannukset ovat 16 €/tonni. Rahtikustannukseksi on arvioitu 15 €/tn. Liikepääoman määräksi arvioitiin 30 % muuttuvien kustannusten ja työkustannusten summasta. Liikepääoman koroksi asetettiin 5 %. Työtuntihintana käytettiin hintaa 15,80 €/tunti.

Taulukko 3. Muuttuvien kustannusten muodostuminen.

<b>Tuotantopanokset</b>					
	<b>Yksikkö</b>	<b>Hinta</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Käyttömäärä I</b>	<b>Käyttömäärä II</b>
Ostosiemen Anniina	€/tn	450	kg/ha	221	
YaraMila Y3	€/tn	348	kg/ha	348	522
Kasvinsuojeluaineet	€/ha	0		0	
<b>Maanparannus- tai tehosteaineet levitettynä</b>					
	<b>Yksikkö</b>	<b>Hinta (€)</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Käyttömäärä</b>	
Ravinnekuitu	€/tn	5	tn/ha	24,2	
Nollakuitu	€/tn	3,5	tn/ha	47,1	
Sulfaattiligniini	€/tn	ei hintaa	tn/ha	8,4	
Maanparannusturve	€/tn	ei hintaa	tn/ha	40,0	
Pajubiohiili	€/tn	733	tn/ha	33,4	
Kuusibiohiili	€/tn	733	tn/ha	20,6	
Combooster	€/l	ei hintaa	l/ha	544,5	
Sikaliete+Combooster	€/l	ei hintaa	l/ha	1450,0	
Lignosulfonaatti	€/tn	ei hintaa			
Humusvesi		ei hintaa			
Peittauksen hinta	€/kg	0,005			
Rahtikustannus	€/kg	0,015			
Polttoaine, Traktori 81-100 kW	€/l	0,67	l/h	11,30	
Voiteluaine, Traktori 81-100 kW	€/kg	2,49	kg/h	0,14	
Polttoaine, Leikkuupuimuri 350-450	€/l	0,67	l/h	13,00	
Voiteluaine, Leikkuupuimuri 350-450	€/kg	2,49	kg/h	0,16	
Kuivaus, poltto- ja voiteluaineet	€/kg	0,016			
Työkustannus	€/h	15,8			

Kevätviljan viljelyn työstä aiheutuvien kustannusten laskemiseksi on taulukossa 4 esitetty arvio käytetyn työajan (h/ha) määrästä jokaisessa prosessin vaiheessa.

Taulukko 4. Työmenekkiarvio.

<b>Työmenekkiarvio kevätilja (h/ha)</b>					
	<b>Traktori- Leikkuu-</b>			<b>Toistuvuus</b>	<b>Ihmistyö (h) + 20%</b>
	<b>Ihmistyö (h)</b>	<b>työ (h)</b>	<b>puimuri (h)</b>		
Kultivointi	0,50	0,50		1	0,60
Äestys	0,50	0,50		2	1,20
Kylvölannoitus	0,33	0,33		1	0,40
Kasvinsuojelu ja tarkkailu	0,50	0,00		3	1,80
Leikkuupointi	0,85	0,00	0,80	1	1,02
Viljan kuljetus pellolta	0,40	0,33		1	0,48
Viljan kuivaus	0,20	0,20		1	0,24
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>3,28</b>	<b>1,86</b>	<b>0,80</b>		<b>5,74</b>
Hukka-aikalisä +20%	0,66	0,37	0,16		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>3,94</b>	<b>2,23</b>	<b>0,96</b>		

### 5.3 Viljelykiertojen katetuottovertailu

Vehnän hinnan, sadon määrän, viljelykierron ja maanparannusaineiden vaikutusta katetuottoon arvioitiin laskemalla katetuotto 2 nelivuotisen viljelykierron aikajaksolla. Laskelmassa verrataan yksipuolista vehnän viljelyä nelivuotiseen viherlannoitusnurmi-viherlannoitusnurmi-kevätevehnä-kevätevehnä -viljelykiertoon, jossa maanparannusaineena on nollakuitu.

Kaksivuotisen viherlannoitusnurmen muuttuvat kustannukset muodostuivat taulukon 5 mukaisesti (Taulukko 5). Muuttuvat kustannukset sisältävät siemenkustannuksen, traktorin poltto- ja voiteluainekustannukset, liikepääoman korkokustannuksen ja nollakuidun kustannuksen. Nollakuidun kokonaiskustannus jaettiin neljälle vuodelle, joten vuosittaiseksi nollakuidun hehtaarikustannukseksi muodostui noin 41 euroa. Poltto- ja voiteluainekustannukset on laskettu olettaen, että käytössä on 81–100 kW traktori. Viherlannoitusnurmen työstä aiheutuvien kustannusten laskemiseksi on taulukossa 6 esitetty arvio käytetyn työajan (h/ha) määrästä jokaisessa prosessin vaiheessa (Taulukko 6). Viherlannoitusnurmen kahden vuoden aikana aiheutuneista muuttuvista kustannuksista sekä työstä aiheutuneista kustannuksista laskettiin keskiarvo, jota käytettiin laskelmissa. Liikepääoman määräksi arvioitiin 30 % muuttuvien kustannusten ja työkustannusten summasta. Liikepääoman koroksi asetettiin 5 %. Työtuntihintana käytettiin hintaa 15,80 €/tunti.

Taulukko 5. Kaksivuotisen viherlannoitusnurmen muuttuvat kustannukset.

<b>Tuotantopanokset</b>				
<b>Viherlannoitus 2-vuotinen</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Hinta €</b>	<b>Yksikkö</b>	<b>Käyttömäärä</b>
Sinimailanen	€/kg	7	kg/ha	7
Ruokonata	€/kg	3,65	kg/ha	5
Valkoapila	€/kg	7,2	kg/ha	2
Maanparannusaine (nollakuitu)	€/tn	3,5	tn/ha	47,1
Polttoaine, Traktori 81-100 kW	€/l	0,67	l/h	11,3
Voiteluaine, Traktori 81-100 kW	€/kg	2,49	kg/h	0,14
Työkustannus	€/h	15,8		

Taulukko 6. Työmenekki: Kaksivuotinen viherlannoitusnurmi

<b>Työmenekki VLN murskataan peltoon (h/ha) 1. vuosi</b>					
	Ihmistyö (h)	Traktori-työ (h)	Leikkuu-puimuri (h)	Toistuvuus	Ihmistyö (h) + 20%
Kultivointi	0,5	0,5		1	0,60
Äestys	0,50	0,50		2	0,60
Kylvö	0,33	0,33		1	0,40
Kasvuston murskaus	0,33	0,33		1	0,40
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>1,66</b>	<b>1,66</b>	<b>0,00</b>		<b>1,99</b>
Hukka-aikalisä +20%	0,33	0,33	0,00		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>1,99</b>	<b>1,99</b>	<b>0,00</b>		
<b>Työmenekki VLN murskataan peltoon (h/ha) 2. vuosi</b>					
	Ihmistyö (h)	Traktori-työ (h)	Leikkuu-puimuri (h)	Toistuvuus	Ihmistyö (h) + 20%
Kultivointi	0	0		0	0,00
Äestys	0,00	0,00		0	0,00
Kylvö	0,00	0,00		0	0,00
Kasvuston murskaus	0,33	0,33		1	0,40
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,00</b>		<b>0,40</b>
Hukka-aikalisä +20%	0,07	0,07	0,00		
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>0,40</b>	<b>0,40</b>	<b>0,00</b>		

Viherlannoitusnurmen jälkeen viljeltävän vehnän muuttuvat kustannukset ja työkuustannukset on laskettu kappaleessa 5.2 Katetuottolaskelma esitettyjen lukujen perusteella lukuunottamatta lannoitekustannusta. Kaksivuotisen viherlannoituksen typpilannoitusvaikutus on ensimmäisenä viherlannoituksen jälkeisenä vuonna arviolta noin 70 kg/ha ja toisena vuonna noin 20 kg/ha (Känkänen ym. 2015, 66) ja siksi vehnän lannoitekustannus on pienempi kuin yksipuolisessa kierrossa. Maanparannusaineen kustannus (nollakuitu) on 41 euroa/vuosi.

Nelivuotisen viljelykierron vertailulaskelmassa (Liite 3) laskettiin katetuotto 2, kun hinta on 189 €/ha ja kun hinta on 149 €/tn, joka on Luonnonvarakeskuksen tilastojen (Liite 4) mukaan leipävehnän laatukorjattu tuottajahinta keskimäärin vuonna 2017. Vertailun helpottamiseksi sadon määrinä on käytetty tasakiloja 500 kg:n välein lähtien 3500 kg:n hehtaarisadosta.

## 6 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Opinnäytetyössä verrattiin eri koejäsenten satotasojä ja katetuottoja Kontrolli N80 -koejäseneneen. Vertailun perusteella arvioitiin, kannattaako kevätvehnää viljellä heti seuraavana vuonna, kun maanparannusaine on lisätty edeltävänä syksynä. Opinnäytetyössä myös arvioitiin, voidaanko kyseisillä kiertotalouden ratkaisuilla parantaa kevätvehnää viljelevän maatalousyrityksen kannattavuutta olettaen, että kiinteät kustannukset pysyvät muuttumattomina.

### 6.1 Sadon määrä

Aineiston keskiarvot laskettiin ja tilastolliset tarkastelut tehtiin vehnäsadon osalta R-ohjelmalla. Analyyseissä koejäsenten vaikutusta mitattuihin vastemuuttujien verrattiin ensisijaisesti kontrolli N80 -koejäseneneen. Tilastoanalyyseissa käytettiin lineaarista sekamallia, jossa satunnaistekijänä oli kerranne (N=3). Katetuottolaskelmat tehtiin Excel-ohjelmalla.

Vehnäsadon määrä suhteutettiin 15 % kosteuteen. Tilastollisen tarkastelun perusteella koejäsenten Kontrolli N0, Nollakuitu, Nollakuitu+Combooster, Sulfaattiligniini ja Sikalaliete+Combooster satomäärät olivat pienempiä kuin Kontrolli N80 -koejäsenen. Muutoin koejäsenten välillä ei ollut merkitseviä eroja.

Koejäsenten 15 % kosteuteen suhteutetut satomäärät on esitetty taulukossa 8 (Taulukko 8). Koejäsenten kolmen kerranteen keskimääräinen sadon määrä vaihteli 3547 - 5055 kg/ha välillä ja oli korkein koejäsenellä Kontrolli N80 ja pienin lannoittamattomalla Kontrolli N0 -koejäsenellä. Luonnonvarakeskuksen julkaisemien virallisten lajikekokeiden tulosten mukaan Anniina-lajikkeen sadon määrä savimailla oli 4975 kg/ha (Laine ym. 2017, 63). Kolmen kerranteen keskiarvotuloksissa koejäsenet Kontrolli N 80 ja Maanparannusturve ylittävät virallisen lajikekokeen tuloksen. Kolmen kerranteen keskiarvotuloksissa vain Kontrolli N0 -koejäsenen satotaso jää alle 4000 kg/ha (3547 kg/ha), mikä on 30 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrä. Nollakuitu-, Nollakuitu+Combooster- sekä Sulfaattiligniini-koejäsenien keskimääräiset satomäärät jäivät alle 4500 kg/ha.

Taulukko 7. 15 % kosteuteen suhteutetut satomäärät.

Koejäsen	Sato (kg/ha)	%:a pienempi kuin Kontrolli N80
Kontrolli N80	5055	
Maanparannusturve	4996	-1 %
Kuusibiohiili	4952	-2 %
Peittäus (Humusvesi)	4930	-2 %
Peittäus (Vesi)	4889	-3 %
Pajubiohiili	4778	-5 %
Peittäus (Lignosulfonaatti)	4726	-7 %
Ravinnekuitu	4594	-9 %
Kontrolli N120	4568	-10 %
Ravinnekuitu+Combooster	4555	-10 %
Sikalaliete+Combooster	4524	-10 %
Sulfaattiligniini	4482	-11 %
Nollakuitu	4474	-11 %
Nollakuitu+Combooster	4206	-17 %
Kontrolli N0	3547	-30 %

## 6.2 Kokonaistuotto ja katetuotto

Katetuottolaskelmassa kokonaistuotto muodostuu myyntituotoista ja maataloustuista. Taulukosta 9 käy ilmi kevätvehnän hehtaarisadot, hinta, satotuotto, maataloustuen määrä hehtaaria kohden sekä kokonaistuotto koejäsen kohtaisesti. Lisäksi taulukossa 9 on verrattu koejäsenten satotuottoa ja kokonaistuottoa Kontrolli N80-koejäseneseen sekä laskettu tukien osuus kokonaistuotosta. (Taulukko 9). Kaikkien koejäsenten vehnän laatu täytti leipävehnän laatukriteerit ja hinnaksi muodostui 183–189 euroa/tonni (Liite 1). Satotuotto vaihteli välillä 649–955 €/ha ja oli korkein koejäsenellä Kontrolli N80 ja alhaisin lannoittamattomalla Kontrolli N0-koejäsenellä. Kokonaistuotto vaihteli välillä 1117–1452 €/ha ja oli korkein Maanparannusturve-koejäsenellä ja alhaisin lannoittamattomalla Kontrolli N0-koejäsenellä. Maataloustuen määrä oli Ravinnekuitu-, Ravinnekuitu+Combooster- ja Maanparannusturve-koejäsenillä 40 euroa/hehtaari korkeampi kuin muilla koejäsenillä, koska kyseisten maanparannusaineiden (ravinnekuitu, maanparannusturve) käyttö kuuluu ympäristökorvauksen lohko kohtaisiin toimenpiteisiin (Liite 2). Maataloustuen osuus kokonaistuotosta oli 33 – 42 %.

Taulukko 8. Kevätvehnän hehtaarisato, hinta ja kokonaistuotto.

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonais- tuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Ravinnekuitu	4594	183	841	508	1348	-115	-12 %	-75	-5 %	38 %
Ravinnekuitu + Combooster	4555	189	861	508	1368	-94	-10 %	-54	-4 %	37 %
Nollakuitu	4474	183	819	468	1286	-137	-14 %	-137	-10 %	36 %
Nollakuitu + Combooster	4206	183	770	468	1237	-186	-19 %	-186	-13 %	38 %
Kuusibiohiili	4952	189	936	468	1404	-19	-2 %	-19	-1 %	33 %
Pajubiohiili	4778	189	903	468	1371	-52	-5 %	-52	-4 %	34 %
Maanparannusturve	4996	189	944	508	<b>1452</b>	-11	-1 %	29	2 %	35 %
Sulfaattiligniini	4482	189	847	468	1315	-108	-11 %	-108	-8 %	36 %
Sikalaliete+ Combooster	4524	189	855	468	1323	-100	-10 %	-100	-7 %	35 %
Peittäus (Vesi)	4889	189	924	468	1392	-31	-3 %	-31	-2 %	34 %
Peittäus (Humusvesi)	4930	189	932	468	1399	-24	-2 %	-24	-2 %	33 %
Peittäus (Lignosulfonaatti)	4726	189	893	468	1361	-62	-7 %	-62	-4 %	34 %

Taulukossa 10 on esitetty kontrollikoejäsenten sekä Ravinnekuitu-, Nollakuitu-, Pajubiohiili- ja Kuusibiohiili-koejäsenten katetuotto 1 ja 2 sekä koejäsenten katetuotto 2 verrattuna Kontrolli N80 -koejäseneseen. Muiden koejäsenten maanparannusaineiden tai lannoitevalmisteiden hintatietoja ei ollut saatavilla. Korkein katetuotto oli koejäsenellä Kontrolli N80. Lannoittamattoman Kontrolli N0 - ja Kontrolli N120 -koejäsentien katetuotot olivat lähes saman suuruiset ollen noin 15 % pienemmät kuin Kontrolli N80 -koejäsenen. Kuitu- ja biohiilikoejäsenten katetuotot olivat myös pienemmät kuin Kontrolli N80-koejäsenen.

Taulukko 9. Kevätvehnän katetuotto.

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Tuotto (€/ha)			Maanparan- nusaineen hinta (€/ha)	Muuttuvat kustan- nukset yhteensä (€/ha)	Kate- tuotto 1 (€/ha)	Kate- tuotto 2 (€/ha)	Katetuotto 2 vrt. Kontrolli N80:een	
		Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)					€	%
Kontrolli N0	3547	649	468	1117	0	240	877	814	-136	-14 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	<b>955</b>	468	<b>1423</b>	0	410	1012	<b>950</b>		
Kontrolli N120	4568	863	468	1330	0	<b>457</b>	874	812	-139	-15 %
Ravinnekuitu	4594	841	508	1348	30	427	922	859	-91	-10 %
Nollakuitu	4474	819	468	1286	41	434	852	790	-160	-17 %
Kuusibiohiili	4952	936	468	1404	3777	4241	-2837	-2899	-3849	-405 %
Pajubiohiili	4778	903	468	1371	6123	6617	-5246	-5308	-6259	-659 %

### 6.3 Tulokset koejäsenittäin

#### 6.3.1 Maanparannuskuidut

**Ravinnekuitu.** Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty ravinnekuitu sisälsi 3259 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Ravinnekuidun vaikutuksesta sadon määrä oli 9 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrä. Ravinnekuidun kanssa käytettynä Combooster-lannoitevalmisteella ei ollut juurikaan vaikutusta sadon määrään, kun verrataan Ravinnekuitu-koejäseneseen.

Ravinnekuitu-koejäsenen satotuotto oli 12 % pienempi ja kokonaistuotto 5 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen satotuotto. Combooster ei juurikaan vaikuttanut satotuottoon. Ravinnekuitu+Combooster-koejäsenen sadosta saatava hinta (€/tn) muodostui 6 euroa korkeammaksi kuin Ravinnekuitu-koejäsenen, mistä johtuen satotuotto oli noin 2 % korkeampi kuin Ravinnekuitu-koejäsenellä. (Taulukko 13.)



Taulukko 10. Tuotot: Ravinnekuitu ja Ravinnekuitu+Combooster

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonais- tuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Ravinnekuitu	4594	183	841	508	1348	-115	-12 %	-75	-5 %	38 %
Ravinnekuitu + Combooster	4555	189	861	508	1368	-94	-10 %	-54	-4 %	37 %

Ravinnekuidun hinta on laskelmissa 5 €/tn ja sitä levitettiin 24,2 tn/ha. Tämä kustannus jaettiin neljälle vuodelle, joten vuosittaiseksi hehtaarikustannukseksi muodostui noin 30 euroa, mikä oli noin 7 % muuttuvista kustannuksista. Ravinnekuitu-koejäsenen katetuotto 2 oli 10 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen. (Taulukko 12.)

Taulukko 11. Katetuotto: Ravinnekuitu

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Tuotto (€/ha)			Maanparannus- aineen hinta (€/ha)	Muuttuvat kustan- nukset yhteensä (€/ha)	Kate- tuotto 1 (€/ha)	Kate- tuotto 2 (€/ha)	Katetuotto 2 vrt. Kontrolli N80:een	
		Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)					€	%
Kontrolli N0	3547	649	468	1117	0	240	877	814	-136	-14,3 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	<b>955</b>	468	<b>1423</b>	0	410	1012	<b>950</b>		
Kontrolli N120	4568	863	468	1330	0	<b>457</b>	874	812	-139	-14,6 %
Ravinnekuitu	4594	841	508	1348	30	427	922	859	-91	-10 %

**Nollakuitu.** Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty nollakuitu sisälsi 5456 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Nollakuitu vaikutti sadon määrään, joka oli 11 % pienempi kuin Kontrolli N80-koejäsenen sadon määrä. Combooster-lannoitevalmiste näytti nollakuidun kanssa käytettynä vaikuttavan sadon määrään, joka oli 6 % pienempi kuin Nollakuitu-koejäsenen ja 17 % pienempi kuin Kontrolli N80-koejäsenen sadon määrä. (Taulukko 13.)

Taulukko 12. Tuotot: Nollakuitu ja Combooster+Nollakuitu

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Nollakuitu	4474	183	819	468	1286	-137	-14 %	-137	-10 %	36 %
Nollakuitu + Combooster	4206	183	770	468	1237	-186	-19 %	-186	-13 %	38 %

Nollakuitu-koejäsenen satotuotto oli 14 % pienempi ja kokonaistuotto 10 % pienempi kuin Kontrolli N80-koejäsenen satotuotto. Koska Nollakuitu+Combooster-koejäsenen sadon määrä oli alhaisempi kuin Nollakuitu-koejäsenen, myös satotuotto oli noin 6 prosenttia pienempi kuin Nollakuitu-koejäsenellä. (Taulukko 14.)

Nollakuidun hinta on laskelmissa 3,5 €/tn ja sitä levitettiin 47,1 tn/ha. Tämä kustannus jaettiin neljälle vuodelle, joten vuosittaiseksi hehtaarikustannukseksi muodostui noin 41 euroa, mikä oli noin 9 % muuttuvista kustannuksista. Nollakuitu-koejäsenen katetuotto 2 oli 17 % pienempi kuin Kontrolli N80-koejäsenen.

Taulukko 13. Katetuotto: Nollakuitu

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Tuotto (€/ha)			Maanparannus- aineen hinta (€/ha)	Muuttuvat kustan- nukset yhteensä (€/ha)	Kate- tuotto 1 (€/ha)	Kate- tuotto 2 (€/ha)	Katetuotto 2 vrt. Kontrolli N80:een	
		Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)					€	%
Kontrolli N0	3547	649	468	1117	0	240	877	814	-136	-14,3 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	<b>955</b>	468	<b>1423</b>	0	410	1012	<b>950</b>		
Kontrolli N120	4568	863	468	1330	0	<b>457</b>	874	812	-139	-14,6 %
Nollakuitu	4474	819	468	1286	41	434	852	790	-160	-17 %

### 6.3.2 Biohiilet

**Pajubiohiili.** Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty pajubiohiili sisälsi 18016 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Pajubiohiili ei juurikaan vaikuttanut sadon määrään tai satotuottoon, jotka olivat 5 % pienempiä kuin Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrä ja satotuotto. Pajubiohiili-

koejäsenen kokonaistuotto oli 4 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen kokonaistuotto. (Taulukko 15.)

Taulukko 14. Tuotot: Pajubiohiili

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Pajubiohiili	4778	189	903	468	1371	-52	-5 %	-52	-4 %	34 %

Puusta valmistetun biohiilen tilavuuspaino riippuu lähtömateriaalin tilavuuspainosta ja on tyypillisesti 300–450 kg/m<sup>3</sup> (Riikonen 2017, 7–8). Kuusibiohiilen hinta on 275 €/m<sup>3</sup> (Suutari 2018), joka vastaa hintaa 733 €/tn, kun tilavuuspainoksi arvioidaan 375 kg/m<sup>3</sup>. Myös pajubiohiilen hintana käytettiin 733 €/tn. Biohiilen kertakustannus jaettiin 4 vuodelle, joten vuosittaiseksi biohiilen kustannukseksi muodostui 183 euroa.

**Kuusibiohiili.** Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty pajubiohiili sisälsi 18999 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Kuusibiohiili ei juurikaan vaikuttanut sadon määrään tai satotuottoon, jotka olivat 2 % pienempiä kuin Kontrolli N80-koejäsenen sadon määrä ja satotuotto. Kuusibiohiili-koejäsenen kokonaistuotto oli 1 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen kokonaistuotto. (Taulukko 16.)

Taulukko 15. Tuotot: Kuusibiohiili.

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Kuusibiohiili	4952	189	936	468	1404	-19	-2 %	-19	-1 %	33 %

### 6.3.3 Maanparannusturve

Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty maanparannusturve sisälsi 6635 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Maanparannusturve ei vaikuttanut sadon määrään tai satotuottoon, jotka olivat 1 % pienempiä kuin Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrä ja satotuotto. Maanparannusturve-koejäsenen kokonaistuotto oli 2 % suurempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen kokonaistuotto, koska maanparannusturpeen käytöstä maksetaan maataloustukea 40 €/hehtaari. (Taulukko 17.)

Taulukko 16. Tuotot: Maanparannusturve

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Maanparannusturve	4996	189	944	508	<b>1452</b>	-11	-1 %	29	2 %	35 %

### 6.3.4 Sulfaattiligniini

Kenttäkokeessa syksyllä 2016 levitetty sulfaattiligniini sisälsi 5696 kg/ha orgaanista kokonaishiiltä (TOC). Kylvön yhteydessä keväällä 2017 lisättiin NPK-lannoitetta, jossa liukoisen typen määrä oli 80 kg N/ha.

Sulfaattiligniini-koejäsenen sadon määrä oli noin 11 % pienempi verrattuna Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrään. On kuitenkin otettava huomioon, että

sulfaattiligniini koeruuduilla oli rikkakasveja (kpl/m<sup>2</sup>) noin 50 % enemmän kuin Kontrolli N80 -koejäsenen ruuduilla.

Sulfaattiligniini-koejäsenen satotuotto oli myös 11 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen satotuotto ja kokonaistuotto oli 8 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen kokonaistuotto. (Taulukko 18.)

Taulukko 17. Tuotot: Sulfaattiligniini.

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Sulfaattiligniini	4482	189	847	468	1315	-108	-11 %	-108	-8 %	36 %

### 6.3.5 Sikalaliete+Combooster

Kenttäkokeessa ennen kylvöä maahan lisättiin Sikalaliete+Combooster-liuosta, jossa orgaanisen kokonaishiilen lisäys oli 138 kg/ha ja liukoisen typen lisäys 69,8 kg/ha. Muita maanparannusaineita tai väkilannoitteita ei lisätty.

Sikalaliete+Combooster-koejäsenen sadon määrä ja satotuotto olivat noin 10 % pienempiä kuin Kontrolli N80 -koejäsenen sadon määrä ja satotuotto. (Taulukko 19.)

Taulukko 18. Tuotot: Sikalaliete+Combooster

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Sikalaliete+ Combooster	4524	189	855	468	1323	-100	-10 %	-100	-7 %	35 %

### 6.3.6 Siementen peittauskäsittely

Peittaus-koejäsenten siemenet esikäsiteltiin toukokuussa 2017 ennen kylvöä betonimyllyssä, jossa 100 kg siementä käsiteltiin 1 litralla liuosta. Kaikille Peittaus-

koejäsenille lisättiin kylvön yhteydessä NPK-lannoitetta siten, että lisätyn liukoisen typen määrä oli 80 kg/ha.

Peittaus (Vesi) ja Peittaus (Humusvesi) -koejäsenien satomäärät ja satotuotot eivät juuri poikkea Kontrolli N80 -koejäsenen tuloksista. Lignosulfonaattipeittaus näytti pienentävän sadon määrää ja satotuottoa, joka oli 7 % pienempi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen satotuotto. On kuitenkin huomioitava, että Peittaus (Lignosulfonaatti) -koejäsenen yhden ruudun läpi kulki salaoja, mikä vaikutti hyvin todennäköisesti myös siementen itävyyteen ja orastumisnopeuteen ja sitä kautta sadon määrään. (Taulukko 20.)

Taulukko 19. Tuotot: Peittaus-koejäsenet.

Koejäsen	Määrä (kg/ha)	Hinta (€/tn)	Tuotto (€/ha)			Satotuotto vrt. Kontrolli N80:een		Kokonaistuotto vrt. Kontrolli N80:een		Tuen osuus kokonaistuotosta
			Sato (€/ha)	Tuki (€/ha)	Yhteensä (€/ha)	€	%	€	%	
Kontrolli N0	3547	183	649	468	1117	-306	-32 %	-306	-22 %	42 %
Kontrolli N80	<b>5055</b>	189	<b>955</b>	468	1423					33 %
Kontrolli N120	4568	189	863	468	1330	-93	-10 %	-93	-7 %	35 %
Peittaus (Vesi)	4889	189	924	468	1392	-31	-3 %	-31	-2 %	34 %
Peittaus (Humusvesi)	4930	189	932	468	1399	-24	-2 %	-24	-2 %	33 %
Peittaus (Lignosulfonaatti)	4726	189	893	468	1361	-62	-7 %	-62	-4 %	34 %

#### 6.4 Viljelykiertojen katetuottovertailu

Taulukossa 21 verrataan yksipuolista vehnän viljelyä nelivuotiseen viljelykiertoon, joka alkaa kaksivuotisella viherlannoitusnurmella ja nollakuidun lisäämisellä, jonka jälkeen kierrossa on kevätvehnää 2 vuoden ajan. Kun verrataan yhden vuoden viherlannoituksen ja vehnän katetuottoja, viherlannoitusnurmen katetuotto on selkeästi pienempi. Vehnän hinnan ollessa korkea, näyttää vehnä-monokulttuurin nelivuotinen katetuotto selkeästi korkeammalta ja vaaditaan lähes 1000 kg:n satotason nosto, jotta viherlannoitus-vehnä-viljelykierrolla päästään samaan katetuottoon. Laskelmasta käy ilmi, että jos vehnäsato on 4000 kg/ha ja vehnän hinta 149 €/tn, neljän vuoden yksipuolisen viljelyn katetuotto 2 on lähestulkoon sama kuin nelivuotisen viljelykierron katetuotto 2, kun vehnän satotaso on 4500 kg/ha.

Taulukko 20. Katetuottovertailu.

Vehnä monokulttuuri, hinta 189 €/tn							
Katetuotto 2							
N kg/ha	Määrä kg/ha	I	II	III	IV	4 vuotta yhteensä (€)	
						1 ha	100 ha
N80	5000	940	940	940	940	3760	375963 €
N80	4500	845	845	845	845	3382	338163 €
N80	4000	751	751	751	751	3004	300363 €
N80	3500	656	656	656	656	2626	262563 €
N80	3000	562	562	562	562	2248	224763 €
N120	4500	799	799	799	799	3197	319711 €

Nollakuitu+2-v. viherlannoitusnurmi + 2 v. vehnä, hinta 189 €/tn							
Katetuotto 2							
	Määrä kg/ha	I (VLN 1)	II (VLN 2)	III (Vehnä, N10)	IV (Vehnä, N60)	4 vuotta yhteensä (€)	
						1 ha	100 ha
	5500	375	375	1211	1135	3096	309561 €
	5000	375	375	1054	1040	2844	284442 €
	4500	375	375	1022	946	2718	271761 €

Vehnä monokulttuuri, hinta 149 €/tn							
Katetuotto 2							
N kg/ha	Määrä kg/ha	I	II	III	IV	4 vuotta yhteensä (€)	
						1 ha	100 ha
N80	5000	740	740	740	740	2960	295963 €
N80	4500	665	665	665	665	2662	266163 €
N80	4000	591	591	591	591	2364	236363 €
N80	3500	516	516	516	516	2066	206563 €
N80	3000	442	442	442	442	1768	176763 €
N120	4500	619	619	619	619	2477	247711 €

Nollakuitu+2-v. viherlannoitusnurmi + 2 v. vehnä, hinta 149 €/tn							
Katetuotto 2							
	Määrä kg/ha	I (VLN 1)	II (VLN 2)	III (Vehnä, N10)	IV (Vehnä, N60)	4 vuotta yhteensä (€)	
						1 ha	100 ha
	5500	375	375	991	915	2656	265561 €
	5000	375	375	916	840	2507	250661 €
	4500	375	375	842	766	2358	235761 €

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää käytettyjen maanparannusaineiden vaikutus kevätvehnän satotasoon ja katetuottoon viljelykierron ensimmäisenä vuonna. Opinnäytetyössä hyödynnettiin Päästösäästö-hankkeen kenttäkokeen satopunnitusten tuloksia.

Kenttäkokeen koejäsenien kevät vehnän satotaso vaihteli 3,5–5 tn/ha ja kasvustossa oli paikoitellen epätasaisuutta. Kyseisen lohkon maanrakenteen paraneminen ja orgaanisen aineksen lisääminen todennäköisesti vaikuttaisivat hehtaarisatoa nostavasti. Maanrakenteen parantaminen vaatii kuitenkin useiden vuosien suunnitelman, jossa huomioidaan pellon peruskunnostuksen lisäksi hyvä viljelykierto sekä tarvittaessa maanparannusaineiden käyttö ja oikea aikainen mekaaninen syvämuokkaus.

Kaikki kenttäkokeessa käytetyt maanparannusaineet laskivat kevätvehnän satotasoa viljelykierron ensimmäisenä vuonna verrattuna kontrolli N80-koejäseneseen. Hyvin odotettua myös oli lannoittamattoman Kontrolli N0-koejäsenen selkeästi matalin satotaso. Myös Kontrolli N120-koejäsenen satotaso oli matalampi kuin Kontrolli N80 -koejäsenen, vaikka kylvölannoituksessa annetun typen määrä oli 50 % suurempi kuin Kontrolli N80-koejäsenen. Tämä osoittaa, että ainakaan tällä kasvukaudella ja tässä kokeessa vehnäkasvusto ei pystynyt käyttämään kaikkea annettua tyyppiä sadonmuodostukseen, joten lannoitepanoksia tuhlattiin. Kontrolli N120-koejäsenen katetuotto 2 oli sama kuin lannoittamattoman Kontrolli N0 -koejäsenen. Kontrollikoejäsenten katetuottojen erot kuvastavat hyvin erityisesti lannoitekustannusten merkityksen muuttuvien kustannusten muodostumisessa ja vahvistavat käsitystä siitä, että maatalousyrittäjän on tunnettava viljelyssä olevien peltolohkojen kasvukunto sekä tuotantokustannusten muodostuminen ja pyrittävä optimoimaan toiminta siten, että tuotantopanoksia ei tuhlata.

Maanparannuskuitujen hajoaminen maassa kuluttaa hetkellisesti runsaasti happea ja tyyppiä, joten jo lähtökohtaisesti voitiin olettaa, että maanparannuskuitukoejäsenten satotasot ovat Kontrolli N80-koejäsentä pienemmät. Ravinnekuitu-koejäsenten hehtaarisadot olivat noin 500 kg (9-10%) pienemmät kuin Kontrolli N80:n hehtaarisato. Nollakuidun vaikutuksesta hehtaarisato laski



enemmän kuin ravinnekuitekujäsenten. Tähän vaikuttaa nollakuidun niukkaravinteisuus, mutta mahdollisesti myös käyttömäärä (tn/ha), joka oli lähes kaksinkertainen ravinnekuituun verrattuna. Myös biohiilen maan laatua parantava vaikutus tulee esille vasta muutaman vuoden kuluttua sen lisäämisestä. Biohiilen peltoviljelykäyttöä rajoittaa sen korkea hinta. Maanparannusturpeella puolestaan on nopea maanparannusvaikutus, joka ei kuitenkaan näyttänyt ensimmäisenä vuonna vaikuttavan sadon määrään. Maanparannusaineiden vaikutusta onkin mielekästä tutkia vähintään yhden viljelykierron aikajaksolla.

Katetuottovertailu nelivuotisen viljelykierron aikajaksolta näyttää, että hyvin yksinkertaisella viherlannoitusnurmi-viherlannoitusnurmi+kevätevehnä+kevätevehnä-kierrolla, jossa on käytetty nollakuitua, voidaan päästä samaan katetuottoon kuin vehnämonokulttuurissa, kun 4000 kg:n satotaso nousee 4500 kg:aan. On huomioitava, että laskelmassa kasvinsuojeluaineiden ja korrenvahvisteiden kustannus sekä kalkituksen kustannus on 0 euroa. Laskelmassa ei myöskään ole huomioitu nollakuidun odotettuja pitkäaikaisia hyötyjä, joita ovat Joonan (2013b, 22) mukaan typen pidättäminen, kalkitusarvo, tautitorjuntakertojen väheneminen ja satotason nousu vedenpidätyskyvyn lisääntymisen seurauksena. Tämä vahvistaa käsitystä siitä, että viljelykierron monipuolistaminen ja maanparannusaineiden käyttö maan laadun parantamisessa johtaisi pitkällä tähtäimellä parempaan tulokseen.

Maataloustuet ovat iso osa maatalousyrityksen tulonmuodostusta ja niiden avulla pyritään ohjaamaan maatalousyritysten toimintaa. EU:n yhteisen maatalouspolitiikan uudistus on juuri meneillään ja julkisuuteen tulleiden uutisten valossa erityisen tärkeitä asioita ovat ilmastonmuutos ja ympäristöasiat. Mielenkiintoista onkin seurata, millainen rooli näillä asioilla tulee olemaan maataloustuen muodostumisessa ja millaisia toimenpiteitä maatalousyrittäjiltä tullaan vaatimaan sekä miten maanparannusaineet ovat mukana toimenpiteissä.

Tämä opinnäytetyö vahvistaa käsitystä siitä, että maatalousyrittäjän on suunniteltava toimintaa pitkällä aikavälillä. Suunnittelua varten hänellä tulee olla liiketoimintaosaamista sekä tuotanto-osaamista ja lisäksi suunnittelussa on huomioitava maatalouspolitiikan muutokset.

## LÄHTEET

A 1784/14/2011. Maa- ja metsätalousministeriön asetus lannoitevalmisteista.

Alakukku, L. 2002. Maan rakenteen ylläpito peltoviljelyssä. Teoksessa: L. Alakukku & H. Teräväinen (toim.) Maan rakenteen hoito. Tieto tuottamaan 98. Keuruu: ProAgria Maaseutukeskusten liitto, 63–81.

Alakukku, L. 2016. Maan rakenne. Teoksessa: M. Paasonen-Kivekäs, R. Peltomaa, P. Vakkilainen & H. Äijö (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous: Ojitus, kastelu ja ympäristö. 2. täydennetty painos. Helsinki: Salaojayhdistys ry

Baltic Sea Action Summit 2010. [Verkkajulkaisu]. Pääministeri Matti Vanhasen sitoumus. Baltic Sea Action Summit 10.2.2010. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B4B66C9C2-FD35-48DB-B9AA-2138EBEC6125%7D/31377>

Biokasvu: Lannoitetuotteet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Biokasvu Oy. [Viitattu 29.4.2018]. Saatavana: <http://www.biokasvu.fi/combooster-tuoteperhe/lannoitetuotteet/>

Elinkeino,- liikenne- ja ympäristökeskus 2013. [Verkkajulkaisu]. Varsinais-Suomen Ely-keskus. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BCD5C7CBA-FA1B-4C4D-B0C7-BF749AEED73E%7D/93746>

European Biochar Certificate 2017. [Verkkajulkaisu]. European Biochar Foundation. [Viitattu 30.5.2018]. Saatavana: <http://www.european-biochar.org/biochar/media/doc/ebc-guidelines.pdf>

Hankkija 2018a. Viljojen päivän hinnat. [Verkkosivu]. Hankkija. [Viitattu 2.4.2017]. Saatavana: [https://www.hankkija.fi/Maatalous\\_ja\\_metsa/viljakauppa/viljamarkkinat-ja-hinnat/Viljan\\_hintanoteeraukset/](https://www.hankkija.fi/Maatalous_ja_metsa/viljakauppa/viljamarkkinat-ja-hinnat/Viljan_hintanoteeraukset/)

Hankkija 2018b. Viljan laatuhinnoittelu. [Verkkajulkaisu]. Hankkija. [Viitattu 2.4.2017]. Saatavana: <https://www.hankkija.fi/Liitetiedostot/Docs/laatuhinnoittelu2017ver3.pdf>

Hartikainen, H. 2016. Maaperä. Teoksessa: M. Paasonen-Kivekäs, R. Peltomaa, P. Vakkilainen & H. Äijö (toim.) Maan vesi- ja ravinnetalous: Ojitus, kastelu ja ympäristö. 2. täydennetty painos. Helsinki: Salaojayhdistys ry

Hartikainen, H. Ei päiväystä. orgaaninen aines maan kasvukunnon ylläpitäjänä. [Verkkosivu]. Helsingin yliopisto. [Viitattu 30.4.2018]. Saatavana:

<http://www.humuspehtoori.fi/wp-content/uploads/2014/03/helin%C3%A4-hartikainen.pdf>

Heikkinen, J. 2016. Carbon storage of Finnish agricultural mineral soils and its long-term change. [Verkkojulkaisu]. Department of Agricultural Sciences – University of Helsinki. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/160237/CARBONST.pdf?sequence=1>

Joona, J. 2013a. Maanparannus- ja kalkitusaineet. [Verkkojulkaisu]. Ravinnehuhtoumien hallinta (RaHa). [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B42CED9C6-4B31-4459-ACA8-DEE1A620EEF0%7D/76261>

Joona, J. 2013b. Ravinteiden hallinta maanparannusaineiden avulla. [Verkkojulkaisu]. Tyyneläntila. [Viitattu 10.5.2018]. Saatavana: [http://tyynelantila.fi/wp-content/uploads/2013/03/Ravinteiden-hallinta-maanparannusaineilla\\_Joona-20.3\\_2.pdf](http://tyynelantila.fi/wp-content/uploads/2013/03/Ravinteiden-hallinta-maanparannusaineilla_Joona-20.3_2.pdf)

Kolppo, K. 7.11.2010. Ligniini luonnonkuitukomposiittien luontaisena matriisina. [Verkkojulkaisu]. Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 29.4.2018]. Saatavana: <http://docplayer.fi/7940409-Ligniini-luonnonkuitukomposiittien-luontaisena-matriisina.html>

Korppinen, S., Puustinen, M. & Peltonen, S. 2008. Vesistö kuormitus. Teoksessa: K. Tolonen & t. Harmoinen (toim.) Maatilyrityksen ympäristöopas. Tieto tuottamaan 126. ProAgria Maaseutukeskusten liitto, 15–21.

Känkänen, H., Kotimäki, J-A., Keskitalo, M., Peltonen, S. & Hakala, K. Esikasvin typpilannoitustehon arviointi. Teoksessa: N. Toukoluoto & S. Peltonen (toim.) Viljelykiertojen monipuolistaminen. Tieto tuottamaan 141. ProAgria keskustenliitto, 66–72.

Leino, R. 16.3.2017. Maatalouden ravinnepestöt kuriin puukuiduilla - "hyvin tehokas keino". [Verkkosivu] Tekniikka ja talous. [Viitattu 26.8.2017]. Saatavana: <http://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/metsa/maatalouden-ravinnepaastot-kuriin-puukuiduilla-hyvin-tehokas-keino-6633485>

Luonnonvarakeskus. Ei päivystä. [Verkkosivu]. Luke: Ruoantuotannon ja –kuulutuksen vaikutukset ympäristöön ja ilmastoon. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <https://www.luke.fi/tietoa-luonnonvaroista/ruoka-ja-ravitsemus/ruoan-ilmastovaikutukset/>

Luonnonvarakeskus. 9.3.2018. [Verkkosivu]. Luke: Sato ja viljasadonlaatu 2017. [Viitattu 15.4.2018]. Saatavana: [http://stat.luke.fi/sato-ja-viljasadon-laatu-2017\\_fi](http://stat.luke.fi/sato-ja-viljasadon-laatu-2017_fi)

- Luonnonvarakeskus. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Luke: Tilastotietokanta. [Viitattu 8.5.2018]. Saatavana: [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_06%20alous\\_02%20Maataloustuotteiden%20tuottajahinnat/07\\_Tuottajahinnat\\_Vilja\\_rypsi\\_rapsi\\_kk.px/table/tableViewLayout1/?rxid=c4bb6cb2-8ba6-40c5-9632-8de80f8c0359](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_06%20alous_02%20Maataloustuotteiden%20tuottajahinnat/07_Tuottajahinnat_Vilja_rypsi_rapsi_kk.px/table/tableViewLayout1/?rxid=c4bb6cb2-8ba6-40c5-9632-8de80f8c0359)
- Maatalouskauppa Iso-Karhu Oy. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Maatalouskauppa Iso-Karhu Oy: Anniina Kevätvehnä. [Viitattu 2.4.2018]. Saatavana: <https://www.maatalousisokarhu.fi/verkkokauppa/viljansiemenet-ja-puitavat-herneet/anniina-kev%C3%A4tvehn%C3%A4>
- Niemi, J. & Väre, .(toim.) 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 17/2017: Suomen maa- ja elintarviketalous 2016/2017. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 2.5.2018]. [https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2017/04/luke-luobio\\_17\\_2017.pdf](https://www.luke.fi/wp-content/uploads/2017/04/luke-luobio_17_2017.pdf)
- Palonen, J. Ei päiväystä. Maatalouden tukijärjestelmä. [Verkkosivu]. Maa ja metsätalousministeriö. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <http://mmm.fi/ruoka-ja-maatalous/politiikka/maataloustuet>
- Peltonen, S., Känkänen, H., Salo, T. & Joonas, J. 2017. Orgaanisen aineksen lisäys. Teoksessa: Peltonen, S. & Anttila, S. (toim.) Peltojen Kunnostus. Tietotuottamaan 143. ProAgria Keskusten liitto, 44–55.
- Peltonen, S. 2015. [Verkkojulkaisu]. Boreal: Kasvussa 2/15. [Viitattu 15.4.2018]. Saatavana: [http://www.boreal.fi/media/Kasvussa\\_2\\_15\\_s14-15.pdf](http://www.boreal.fi/media/Kasvussa_2_15_s14-15.pdf)
- Päästösäästö. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Soilfood Oy. [Viitattu 20.8.2017]. Saatavana: <http://www.soilfood.fi/viljelijalle/tutkimus-ja-kehitystyö/>
- RAE 2014. Ravinnehävikit euroiksi. Ei päiväystä. [Verkkojulkaisu]. RAE-hanke, Savonia Ammattikorkeakoulu. [Viitattu 3.5.2018]. Saatavana: [https://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/ravinteet-ja-lannoitus/tietokortit/Biohiili\\_maataloudessa.pdf](https://maatila2020.savonia.fi/images/ravinteet/ravinteet-ja-lannoitus/tietokortit/Biohiili_maataloudessa.pdf)
- Riikonen, A. 2017. Biohiili ja sen käyttömahdollisuudet viherrakentamisessa. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.5.2018]. Saatavana: [http://intra.kaupunkitilaohje.hel.fi/?wpfb\\_dl=853](http://intra.kaupunkitilaohje.hel.fi/?wpfb_dl=853)
- Ryhänen, M. & Sipiläinen, T. 2017. Maatalousyrityksen johtaminen ja toiminnan kehittäminen. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tempest Oy, Unigrafia Oy. [Viitattu 20.8.2017]. Saatavana: [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/228594/OPPIKIRJA%28TIMO\\_v6\\_Final%29.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/228594/OPPIKIRJA%28TIMO_v6_Final%29.pdf?sequence=1)

- Saaristomeri. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Saaristomeren suojelurahasto. [Viitattu 12.5.2017]. Saatavana: <http://www.saaristomerensuojelurahasto.fi/ssr/saaristomeri>
- Sihvonen, M. 2017. Hiiltä kannattaa sitoa maaperään muutenkin kuin päästösyistä. [Verkkajulkaisu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 20.8.2017]. Saatavana: <https://www.luke.fi/mt-hiilta-kannattaa-sittoa-maaperaan-muutenkin-kuin-paastosyista/>
- Soilfood. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Soilfood Oy. [Viitattu 29.4.2018]. Saatavana: <http://www.soilfood.fi/viljelijalle/>
- Suutari, M. 1.5.2018. Biohiilen hinta ja käyttö. Carbons Finland Oy. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Outi Holappa. [Viitattu 3.5.2018].
- Turveinfo. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergia ry. [Viitattu 29.4.2018]. Saatavana: <http://turveinfo.fi/kayttotavat/turpeen-muu-kaytto/maailman-eniten-kaytetty-kasvualusta/>
- Vapo 2012. [Verkkosivu]. Vapo Oy. [Viitattu 30.4.2018]. Saatavana: <https://www.vapo.com/turvetuotantoavastuullisesti/ymparistokoulutus-ja-tiedotus/tietoa-humuksesta>
- Yli-Halla, M. 2009. Kasviravinteet. Teoksessa: J. Peltonen & T. Harmoinen (toim.) Ravinteet kasvintuotannossa. Tieto tuottamaan 127. ProAgria keskusten Liitto. 6–24.
- Ympäristökorvauksen sitoumusehdot 2015. [Verkkajulkaisu]. Maaseutuvirasto. [Viitattu 2.5.2018]. Saatavana: <https://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/467/article-35851>

## **LIITTEET**

Liite 1. Satotuotto koejäsenittäin

Liite 2. Pinta-alatuet 2017, tukialue AB

Liite 3. Katetuotto 2 neljän vuoden aikajaksolla.

Liite 4. Vehnän laatukorjattu hinta 2017

## LIITE 1 Satotuotot koejäsenittäin

Tuotot									
Koejäsen	Sato (kg/ha)	Kosteus%	Valk%	Hlp_kg	Perushinta €/tn	Laatuhinnoittelu €/tn			Hinta yhteensä €/tn
						Kosteus	Valk (%)	Hlp_kg	
Kontrolli N0	3547	12,1	14,0	81,9	173,00 €	1,00 €	9,00 €	0,00 €	183,00 €
Kontrolli N80	5055	12,2	16,0	82,7	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Kontrolli N120	4568	12,6	17,4	81,9	173,00 €	0,90 €	15,00 €	0,00 €	188,90 €
Ravinnekuitu	4594	11,5	14,3	82,3	173,00 €	1,00 €	9,00 €	0,00 €	183,00 €
Ravinnekuitu+Combooster	4555	12,1	17,1	82,2	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Nollakuitu	4474	11,5	14,3	82,3	173,00 €	1,00 €	9,00 €	0,00 €	183,00 €
Nollakuitu+Combooster	4206	11,5	14,2	82,0	173,00 €	1,00 €	9,00 €	0,00 €	183,00 €
Sulfaattiligniini	4482	12,4	15,1	82,1	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Maanparannusturve	4996	12,3	16,5	82,4	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Pajubiohiili	4778	12,2	16,9	82,3	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Kuusibiohiili	4952	12,0	16,0	82,2	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Sikalaliete+Combooster	4524	12,0	15,2	82,2	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Peittaus (Vesi)	4889	12,5	16,2	81,6	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Peittaus (Humusvesi)	4930	12,3	16,9	82,4	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €
Peittaus (Lignosulfonaatti)	4726	12,2	16,6	82,1	173,00 €	1,00 €	15,00 €	0,00 €	189,00 €

## LIITE 2

## Tukialue AB

Pinta-alamet vuonna 2017, €/ha

	ohra kaura vehnä nurmi peruna ruokohelpi	ruis	valk.kasvin + viljan seokset (viljaa < 50%)	rypsi rapsi herne härkäpapu	kumina ja muut siemen- mausteet	täkkelys- peruna	2) Ympäristökorvauksen valinnaisia lohko-kohtaisia toimenpiteitä					kesanto (maks. 25%) 1)	kesanto (yli 25%)
							* viher- lannoitus- nurmi	* monivuotiset ympäristö- nurmet	* suoja- vyöhyke (maks. 25%) 1)	* luonnon- hoito- peltonurmi (maks. 5%)1)	* monimuotoi- suuspellot: riista, maisema, niitty, lintu (maks. 15%) 1)		
<b>Ympäristökorvaus</b>	54	54	54	54	200	54	54	500	120	300	0	0	
<b>Luonnonhaittakorvaus</b>	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	0	
<b>LHK:n kotieläin- korotus</b>	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	0	
<b>Perustuki</b>	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	
<b>Viherryttämistuki</b>	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	
<b>Peltokasvipalkkio</b>	0	50	0	70	0	575	0	0	0	0	0	0	
<b>Yleinen ha-tuki</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Pohjoinen ha-tuki</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Yhteensä</b>													
kotieläintila	528	578	528	598	674	1103	528	578	974	594	774	474	197
kasvitila	468	518	468	538	614	1043	468	518	914	534	714	414	197
<b>Kans. nuorenvilj.tuki</b>	36	36	36	36	36	36	36	36	0	0	36	0	0
<b>EU:n nuorenvilj. tuki</b>	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

1) LHP-nurmea voi olla enintään 5%

LHP-nurmea ja monimuotoisuuspeltoja voi olla yhteensä enintään 15 %

LHP-nurmea, kesantoja ja suojavyöhykenurmea voi olla yhteensä enintään 25%

2) Ympäristökorvauksen lohko-kohtaiset toimenpiteet valitaan 1. sitoumusvuonna

3) Tuki tulee kasvipeitteisyysprosentin mukaan €/ha

	Kohdentamisalue:	Muu alue:
20%	4 €/ha	4 €/ha
40%	18 €/ha	9 €/ha
60%	36 €/ha	11 €/ha
80%	54 €/ha	11 €/ha

Ympäristökorvauksen muut valinnaiset lohko-kohtaiset toimenpiteet ja niiden rajoitukset		
Lietelannan sijoittaminen	40 €/ha	enintään 60%:lle korv.kelpoisesta alasta
Org. aineksen kierrättäminen	40 €/ha	enintään 60%:lle korv.kelpoisesta alasta
Säätösalojen hoito	70 €/ha	
Säätökastelu	250 €/ha	
Talviaikainen kasvipeitteisyys 3)	4 - 45 €/ha	ei huomioida * -merkittyjä aloja
Kerääjäkasvit	100 €/ha	enintään 25%:lle korv.kelpoisesta alasta
Saneerauskasvit	300 €/ha	enintään 25%:lle korv.kelpoisesta alasta ja korkeintaan 2 vuotta samalle lohkolle ohjelmakauden aikana



## LIITE 3

## Katetuotto 2 neljän vuoden aikajaksolla

Vehnän hinta 189€/tn					Katetuotto 2					
Vehnä monokulttuuri	Hinta (€/tn)	Määrä (kg/ha)	Kokonais-tuotto	MuKut+ työ	I	II	III	IV	4 vuotta yhteensä (€)	
									1 ha	100 ha
N80	189	5000	1413	473	940	940	940	940	3760	375963 €
N80	189	4500	1318	473	845	845	845	845	3382	338163 €
N80	189	4000	1224	473	751	751	751	751	3004	300363 €
N80	189	3500	1129	473	656	656	656	656	2626	262563 €
N80	189	3000	1035	473	562	562	562	562	2248	224763 €
N120	189	4500	1318	519	799	799	799	799	3197	319711 €

Nollakuitu+2-v. viherlannoitusnurmi + 2 v. vehnä										
Vehnä (vuodet 1 ja 2)					Katetuotto 2					
Hinta (€/tn)	Määrä (kg/ha)	Kokonais-tuotto	MuKut+ työ (vuosi 1)	MuKut+ työ (vuosi 2)	I (VLN 1)	II (VLN 2)	III (Vehnä, N20)	IV (Vehnä, N50)	4 vuotta yhteensä (€)	
									1 ha	100 ha
189	5500	1507	296	372	415	415	1211	1135	3176	317561 €
189	5000	1413	296	372	415	415	1054	1040	2924	292442 €

Vehnän hinta 149 €/tn					Katetuotto 2					
Vehnä monokulttuuri	Hinta (€/tn)	Määrä (kg/ha)	Kokonais-tuotto	MuKut+ työ	I	II	III	IV	4 vuotta yhteensä (€)	
									1 ha	100 ha
N80	149	5000	1213	473	740	740	740	740	2960	295963 €
N80	149	4500	1138	473	665	665	665	665	2662	266163 €
N80	149	4000	1064	473	591	591	591	591	2364	236363 €
N80	149	3500	989	473	516	516	516	516	2066	206563 €
N80	149	3000	915	473	442	442	442	442	1768	176763 €
N120	149	4500	1138	519	619	619	619	619	2477	247711 €

Nollakuitu+2-v. viherlannoitusnurmi + 2 v. vehnä										
Vehnä (vuodet 1 ja 2)					Katetuotto 2					
Hinta (€/tn)	Määrä (kg/ha)	Kokonais-tuotto	MuKut+ työ (vuosi 1)	MuKut+ työ (vuosi 2)	I (VLN 1)	II (VLN 2)	III (Vehnä, N20)	IV (Vehnä, N50)	4 vuotta yhteensä (€)	
									1 ha	100 ha
149	5500	1287	296	372	415	415	991	915	2736	273561 €
149	5000	1213	296	372	415	415	916	840	2587	258661 €
149	4500	1138	296	372	415	415	842	766	2438	243761 €

**LIITE 4**

Vehnän laatukorjattu hinta 2017 (Luonnonvarakeskus [viitattu 8.5.2018])

**Viljan, rypsin ja rapsin tuottajahinnat muuttujina Kuukausi, Hinta ja Laji**

	KAIKKI VEHNÄ 2)
2017/01	
Laatukorjattu hinta 4)	149,31
2017/02	
Laatukorjattu hinta 4)	152,84
2017/03	
Laatukorjattu hinta 4)	151,96
2017/04	
Laatukorjattu hinta 4)	150,92
2017/05	
Laatukorjattu hinta 4)	148,63
2017/06	
Laatukorjattu hinta 4)	147,95
2017/07	
Laatukorjattu hinta 4)	147,61
2017/08	
Laatukorjattu hinta 4)	147,73
2017/09	
Laatukorjattu hinta 4)	145,02
2017/10	
Laatukorjattu hinta 4)	140,40
2017/11	
Laatukorjattu hinta 4)	149,33
2017/12	
Laatukorjattu hinta 4)	156,64