

Juha Ikonen, Juha Kilpeläinen  
& Helena Puhakka-Tarvainen

# Kuituhampun jalostuksen mahdollisuudet Suomessa



KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Julkaisusarja B: Oppimateriaaleja ja kokoomateoksia, 42

Vastaava toimittaja Kari Tiainen

Graafinen suunnittelu ja taitto Salla Anttila

Kansikuva Juha Ikonen

© Tekijät ja Karelia-ammattikorkeakoulu  
Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

ISBN 978-952-275-185-0  
ISSN-L 2323-6876  
ISSN 2323-6876

Joensuu 2015

Karelia-ammattikorkeakoulu - Julkaisutoiminta  
julkaisut@karelia.fi  
tahtijulkaisut.net

Euroopan komissio tai yksikään komission puolesta toimiva henkilö ei ole vastuussa siitä, millä tavalla tähän julkaisuun liittyviä tietoja saatetaan käyttää. Julkaisun laatijat ovat vastuussa siinä esitetyistä näkemyksistä, eivätkä näkemykset välttämättä vastaa Euroopan komission kantaa.

## SISÄLLYS

Mitä kuituhamppu on? **4**

Viljely **5**

Hyödyntämisen mahdollisuudet **5**

Kuituhampun jalostusprosessi **7**

Mallilaskelmat **10**

Jalostuslaitteistot ja tekninen toteutettavuus **10**

Kuituhampun viljelyn ja jalostuksen kannattavuus **13**

Herkkyysanalyysi **16**

Johtopäätökset **17**

Lähteet ja linkit **18**

Liitteet **20**

Liite 1. Täysperävaunuyhdistelmän tuntikustannuksen arviointi

Liite 2. Investointilaskelman lähtöarvot

Liite 3. Teollisuuskiinteistön kokonaiskustannukset

Liite 4. Kuituhampun katetuottolaskelma

Liite 5. Rehuohran katetuottolaskelma

Liite 6. Katetuottolaskelmissa käytettyjen koneiden ja laitteiden kiinteät sekä muuttuvat kustannukset

Liite 7. Rehuohran ja kuituhampun työmenekit

## MITÄ KUITUHAMPPU ON?

Hamppu (*Cannabis sativa* L.) on yksivuotinen kuitukasvi, joka voi kasvaa puolestatoista metristä jopa yli viisi metriä korkeaksi (kuva 1). Hampun lajikkeet voidaan jakaa käyttötarkoituksen perusteella kolmeen ryhmään: kuituhamppu, siemen- eli öljyhamppu, sekä lääkehamppu. Suomessa ja suuressa osassa maailman maista lääkehampun viljely eli kasvatus huumausainetarkoituksiin on kielletty.

Hamppukasvi sisältää rakenteellisesti kaksi eri osaa, kuidun ja päistäreen. Varren päällimmäinen osa on kuitua, ja sen osuus kasvista on noin 22 prosenttia lajikkeesta ja kylvötiheydestä riippuen. Loppuosa varresta eli puumainen sisäosa on puolestaan niin kutsuttua päistärettä.



Kuva 1. Kuituhampun katkaistu varsi. Taustalla hamppukasveja.

Kuva: Juha Ikonen

## VILJELY

Hamppu on perinteinen viljelykasvi Suomessa ja paikoin sitä on viljelty jopa kauemmin kuin pellavaa. Hamppua on viljelty sekä kuitu- että ravintotarkoituksiin, ja sitä on käytetty muun muassa kankaiden ja köysien valmistukseen sekä ravintona öljymuodossa ja puuroina. 1900-luvun puolivälissä muut kuidut ja elintarvikekasvit syrjäyttivät hampun viljelykasvina, mutta 2000-luvulla hamppu on tehnyt paluun viljelykasvina tarjoten ekologisen vaihtoehdon mm. vaate- ja eristeteollisuuden tarpeisiin sekä runsaasti hyviä rasvahappoja sisältävän vaihtoehdon elintarvikkeeksi.

Kuituhampun korsisato Suomessa on lajikkeesta riippuen noin kuusi tonnia hehtaarilta. Kuituhamppu kylvetään keväällä ja sato korjataan suositeltavimmin seuraavana keväänä.

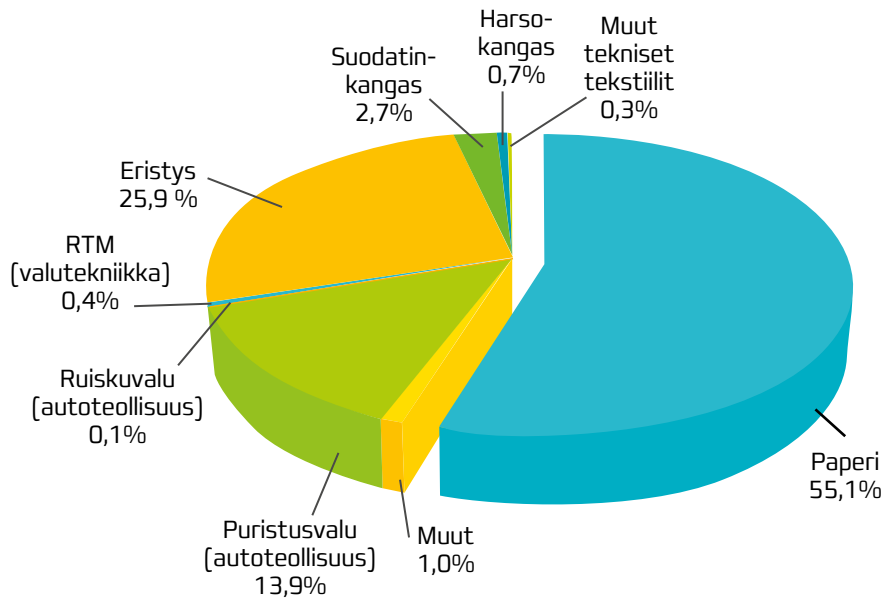
## HYÖDYNTÄMISEN MAHDOLLISUUDET

Kuituhampun varresta saadaan mekaanisen erottelun jälkeen pääjakeiksi kuitua sekä päistärettä. Kuituhamppua viljellään nimensä mukaisesti siitä saatavan kuidun vuoksi, mutta myös päistärettä on mahdollista hyödyntää. Hampun kuitu on noin kaksi kertaa arvokkaampaa verrattuna päistäreeseen, mutta päistäreen hyödyntäminen on viljelyn taloudellisuuden kannalta tärkeää, sillä jokaista tuotettua kuitukiloa kohti saadaan sivutuotteena lähes kaksinkertainen määrä päistärettä (1,7 kg päistärettä /1 kg kuitua).

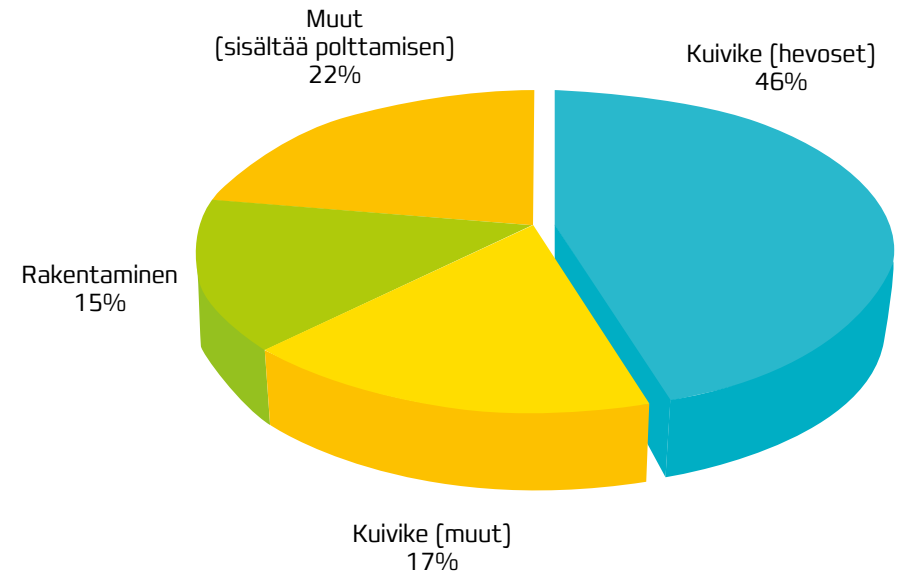
Pääosa kuidusta käytetään savuke- ja muiden papereiden valmistukseen sekä vähemmässä määrin eriste- ja komposiittituotantoon (kuvio 1A). Vaikka kuituhampun eristyskäytössä on muutamia etuja verrattuna synteettisiin materiaaleihin, on käyttäjäkunta silti rajoittunut hinnasta johtuen lähinnä ympäristötietoisiin asiakkaisiin. Verrattuna puuselluun, hamppusellun hinta on tällä hetkellä noin viisi kertaa korkeampi. Bio-komposiittien suurin käyttäjä on autoteollisuus, joka käyttää kuitua puristusvalettuihin osiin. Markkinat sijaitsevat lähinnä Keski-Euroopassa, joissa suurimmat kuidun käyttäjät ovat Saksan, Ranskan ja Tshekin autoteollisuus.

Päistäreen markkinat Euroopassa painottuvat pääasiassa eläinten kuivikekäyttöön (kuvio 1B). Päistäre toimii hyvin kuivikeena, sillä se imee kuivapainoonsa nähden nelinkertaisen määrän kosteutta verrattuna muihin käytössä oleviin materiaaleihin, ja näin ollen säilyy toimintakykyisenä pidemmän aikaa. Kuivikekäytön lisäksi päistäreestä voidaan tehdä myös esimerkiksi hammputononia, joka on kalkin, päistäreen ja veden seos.

Kuituhamppua on kokeiltu myös bioenergian lähteenä, mutta sen käyttö suuren mittakaavan lämmöntuotannossa vaatii ruokohelven tavoin sekoittamista muihin materiaaleihin ennen polttoa. Myös ongelmat energiakäytössä ovat samankaltaiset ruokohelven kanssa (mm. alhainen energiatiheys). Yksi vaihtoehto on briketöidä hamppusato, mikä lisää polttoaineen energiatiheyttä ja hammputonon briketit soveltuvat etenkin kotitalousmittakaavan energiantuotantoon.



Kuvio 1A. Hamppukuidun käyttömahdollisuudet Euroopassa (Carus ym. 2013)



Kuvio 1B. Päistäreen käyttömahdollisuudet Euroopassa (Carus ym. 2013)

## KUITUHAMPUN JALOSTUSPROSESSI

Kuituhampun mekaaninen jalostusprosessi jaetaan kolmeen vaiheeseen: liotus, kuituhampun korjuu sekä murskaus ja erottelu. Ensimmäisenä hamppu täytyy liottaa, jotta kuidun ja päistäreen mekaaninen erottelu kasvin varresta olisi helpompaa. Toisessa vaiheessa hamppu korjataan pellolta. Kolmannessa vaiheessa korjattu hamppu käsitellään linjastolla, jolloin korresta erotellaan päistäre ja kuitu.

### Liotus

Liotusprosessin tarkoituksena on saada pektiini irtoamaan hampun kuitukimppujen väliltä, jolloin kuitu irtoaa helpommin hampun varresta. Suomen olosuhteissa kuituhampun korjaaminen keväällä ns. dry line-menetelmällä on suositeltavampaa, sillä syyskorjuun toteuttaminen on ongelmallista Suomen lyhyen kasvukauden ja kostean syksyn vuoksi. Dry

line –liotus perustuu hampun varteen keräytyneen veden jäätymiseen lämpötilan laskiessa talvella pakkasen puolelle. Jää erottaa kuidun varresta, jolloin erillistä peltoliotusta ei tarvitse suorittaa. Satoa ei myöskään tarvitse kuivata, sillä hampun kosteus on kevätkorjuu-menetelmässä noin kymmenen prosentin luokkaa.

Talven olosuhteet vaikuttavat merkittävästi hampun likoamiseen. Ylilionnut hamppu ei ole niinkään ongelma hampun mekaanisessa jalostuksessa, mutta alilionnut hamppu aiheuttaa ongelmia, sillä korren erotteiluun on käytettävä enemmän energiaa. Jos korjattua kuitusatoa päätyy suunniteltua enemmän jätteenä muodostuvaan pölyjakeeseen, vaikuttaa se merkittävästi taloudelliseen kannattavuuteen.

### Kuituhampun korjuu

Kuituhampun kevätkorjuu onnistuu pienessä mittakaavassa niittokoneen ja pyöröpaalaimen avulla. Niittokoneena voidaan käyttää joko sormipalkkiniittokonetta tai lautasniittokonetta. Hamppu on myös mahdollista jyrätä kumoon, jonka jälkeen kaadettu kasvusto karhotetaan. Kasvuston jyräys ja karhotus on suositeltavampaa, sillä hamppukasvustoa on hankala niittää.

Hampun paalaus voidaan toteuttaa joko muuttuvakammioisella pyöröpaalaimella tai suurkanttipaalaimella. Käytännössä paalausmenetelmän ratkaisee kuituhampun jalostuslinjastolle soveltuva paalityyppi. Linjastojen suosituksena on yleensä suurkanttipaali. Pyörö- ja suurkanttipaalauksen ongelmana on hampun kietoutuminen paalaimen eri osiin, muun muassa noukkimiin. Paalaimen kietoutunut kuituhamppu saattaa lämmitessään aiheuttaa tulipalon. Sujuvan paalauksen edellytyksenä on hampulle sopivan paalaimen käyttö.

### Murskaus ja erottelu

Korren murskauksen tavoitteena on erotella hampun varresta kuitu ja päistäre eri jakeiksi. Hamppu murskataan yleisimmin joko vasaramyllyllä tai loukutusteloilla. Loukutusteloilla tapahtuvassa murskauksessa paali nostetaan syöttöpöydälle, josta se kulkeutuu avajalle. Avauksen jälkeen korsi murskataan ja syötetään kuljettimelle. Seuraavaksi materiaalista erotellaan pölyä ja hamppumassa ajetaan toistamiseen murskausteloen läpi. Viimeisen murskauksen jälkeen materiaali syötetään kuljettimelle, josta se syötetään ravistelupöydälle.

Murskauksen ja erottelun jälkeen hamppukuitu on vielä kuitukimppuina, jonka päistärepitoisuus on 5-15 % (kuva 2A). Kuitu kelpaa tässä vaiheessa myyntiin selluloosateollisuuden raaka-aineeksi, eristeeksi tai jatkojalostukseen. Kuitukimppuja voidaan edelleen jatkojalostaa hienoavaajilla. Tällöin kuitukimput saadaan avattua yksittäiskuiduiksi ja katkottua haluttuun mittaan (kuva 2B). Hienoavauksen jälkeen voidaan saavuttaa 2 % päistärepitoisuus, jolloin kuitua voidaan käyttää autoteollisuuden tarpeisiin kuten autojen ovipaneelien puristusvaluun.



Kuva 2A. Kuitukimppu.  
Kuva: Helena Puhakka-Tarvainen.



Kuva 2B: Vasemmalla avaamaton ja oikealla avattu hamppukuitu.  
Kuva: Helena Puhakka-Tarvainen.

# MALLILASKELMAT

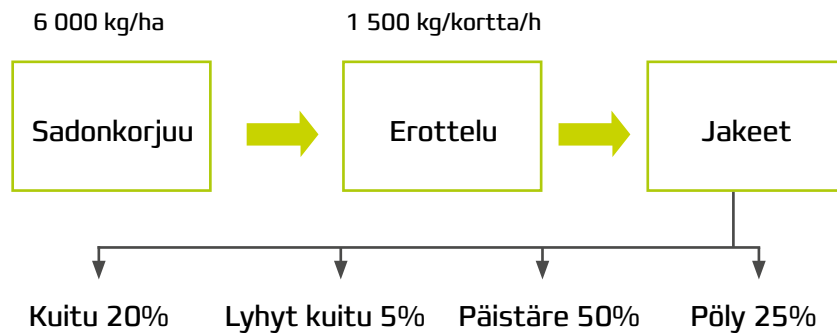
## Jalostuslaitteistot ja tekninen toteutettavuus

Markkinoilla on olemassa kehittyneitä tekniikkaa hampun jatkojalostamiseen kuitu- ja päistärejakeisiin. Vastaavaa teknologiaa on käytetty jo pitkään mm. pellavan jatkojalostukseen. Euroopassa on tiettävästi kaksi toimijaa, joilla on tai on ollut käytössä niin sanottu mobiili kuituhampun prosessointilaitteisto, eli jalostus tapahtuu siirtämällä laitteisto paikasta toiseen korjatun hampun siirtämisen sijaan.

Mallilaskelmissa hampun jalostuksen kannattavuuden selvittämiseksi laadittiin kolme erilaista tuotantolaitosmallia jalostuslaitoksesta. Laitteistot sisältävät tarvittavat koneet kuidun ja päistäreen erottamiseen loukutustekniikalla hampun korresta. Mallivaihtoehtojen hankintakustannus perustuu rakentamisen normikustannuksiin vuonna 2014 sekä jalostuslaitteista pyydettyihin tarjouksiin. Tarjouksiin sisältyy myös jalostuksessa syntyvän pölyn briketointiin tarvittavat koneet.

Kuitu- ja päistärejakeiden suhteena on käytetty kaikissa vaihtoehtolaskelmissa 20 % kuitua ja 50 % päistärettä. Loppuosa käsittelystä korresta on pölyä sekä lyhyttä kuitua, joka on koostumukseltaan noin 1 cm:n pituista pientä silppua. Linjastossa A on mahdollista erotella myös lyhyttä kuitua omaksi jakeekseen. Laskelmissa lyhyen kuidun osuutena materiaalista on käytetty 5 %.

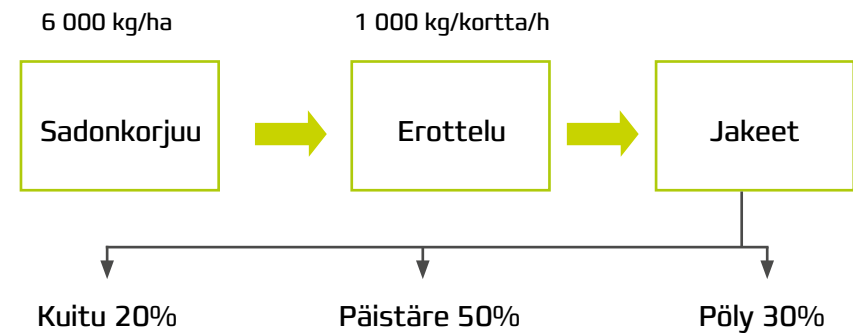
## Vaihtoehto A: Keskihintainen jalostuslaitos



Kuvio 2A. Keskihintainen jalostuslaitos

Vaihtoehto A:n linjaston hankintahinta on 4 miljoonaa euroa ja kapasiteetti 1 500 kg kortta tunnissa. Laitteistolla on mahdollista erotella sekä kuitu-, päistäre- että pölyjakeet. Laitteistolla on myös mahdollista ottaa talteen lyhyttä kuitua, jonka hintana on käytetty laskelmissa 0,3 €/kg. Tuotantolaitosta varten tarvitaan myös teollisuushalli ja varasto, joiden yhteenlaskettu pinta-ala on 2 200 m<sup>2</sup>. Arvioitu kiinteistö-kustannus on 1,36 miljoonaa euroa. Tuotantolaitoksen oletetaan tarvitsevan kolme työntekijää yhdessä vuorossa, ja tehdas toimii kahdessa vuorossa.

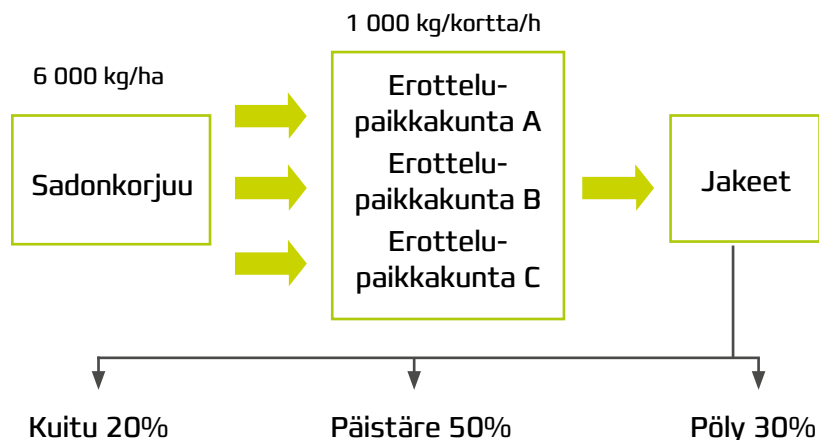
## Vaihtoehto B: Edullinen jalostuslaitos



Kuvio 2B. Edullinen jalostuslaitos

Vaihtoehto B:n laitteisto perustuu Laroche Oy:n laitteistotarjoukseen, jossa laitteen hankintahinta on 2,1 miljoonaa euroa. Eroja laitteiston A ja B välillä on muun muassa kapasiteetti ja saatavat jakeet. Vaihtoehdossa B kapasiteetti on 1 000 kg kortta tunnissa ja laitteistolla on mahdollista erotella sekä kuitu-, päistäre- että pölyjakeet. Laitteistolla ei ole mahdollista ottaa talteen lyhyttä kuitua. Tuotantolaitosta varten arvioidaan tarvittavan teollisuushalli varastoineen, jonka pinta-ala on 2 200 m<sup>2</sup>. Rakennuksen kustannus on noin 1,36 miljoonaa euroa. Työntekijöitä laitoksella on kolme ja laitos toimii kahdessa vuorossa.

## Vaihtoehto C: Mobiili jalostuslaitos



Kuvio 2C. Mobiili jalostuslaitos.

Vaihtoehdossa C hamppu jalostetaan liikuteltavalla jalostuslaitteistolla. Jalostuslaitteiston kapasiteetti on 1 000 kg kortta tunnissa ja laitteistolla on mahdollista erotella sekä kuitu-, päistäre- että pölyjäte. Työntekijöiden määrä on sama kuin vaihtoehtoissa B. Laitteiston arvioitu hankintahinta on noin 2,5 miljoonaa euroa. Laitteisto on sijoitettu kolmeen kuorma-auton perävaunuun, eli jalostuslaitteiston yksikköä voidaan siis siirtää puoliperävaunuyhdistelmänä. Linjaston käyttökuntoon saaminen vaatii perävaunujen yhdistämisen kuljettimilla sekä yhdistelmän kytkemisen sähköverkkoon. Mobiili jalostuslinjasto toimii esimerkkilaskelmassa kolmella eri paikkakunnalla, joten linjastoa varten vuokrataan kolme erillistä teollisuushallia. Yhden hallin koko on noin 800 m<sup>2</sup>. Kiinteistön vuokrahintana on käytetty 5 €/m<sup>2</sup>/kk.

## KUITUHAMPUN VILJELYN JA JALOSTUKSEN KANNATTAVUUS

### Laskelmien taustatiedot

Katetuottolaskentaa käytetään liiketoiminnan kannattavuuden arviointiin lyhyellä tähtäimellä. Perusideana katetuottolaskelmissa on, että kustannukset jaetaan muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, ja katetuotto saadaan tuottojen ja muuttuvien kustannusten erotuksesta. Näissä laskelmissa kuituhampun sekä rehuohran suhteellista kannattavuutta vertailtiin katetuottojen A, B ja C avulla. Kuituhampun jalostusta varten laadittiin kolme investointiskenaariota A, B ja C, joiden kannattavuutta vertailtiin. Lisäksi tehtiin herkkyysoanalyysi, jolla tutkittiin keskeisten muuttujien vaikutusta toiminnan kannattavuuteen. Laskentamenetelmänä käytettiin annuiteettimenetelmää. Laskelmien tarkat perusteet on kuvattu liitteissä 1-7.

### Kuituhampun viljelyn ja jalostuksen kannattavuus

Katetuottolaskelmissa käytetyillä arvoilla kuituhampun viljelyn nettovoitto/-tappio on negatiivinen sekä kuituhampulla että rehuohralla (taulukko 1). Kaikissa katetuottolaskennan vaiheissa kuituhampun viljely on hieman kannattavampaa kuin rehuohran viljely. Käytetyillä lähtöarvoilla rehuohran viljely ei ole kannattavaa missään vaihtoehdossa, ja kuituhampun viljelykin vain katetuotossa C. Herkkyysoanalyysi kuitenkin osoittaa, että pienet muutokset käytetyissä oletusarvoissa muuttavat katetuoton positiiviseksi. Viljelytuet muodostavat kuituhampun tuotoista lähes puolet.

Taulukko 1. Kuituhampun ja rehuohran katetuotot

	Kuituhamppu €/ha	Rehuohra €/ha
Katetuotto A	477	548
Katetuotto B	410	465
Katetuotto C	212	-124
Nettovoitto/tappio	-138	-474

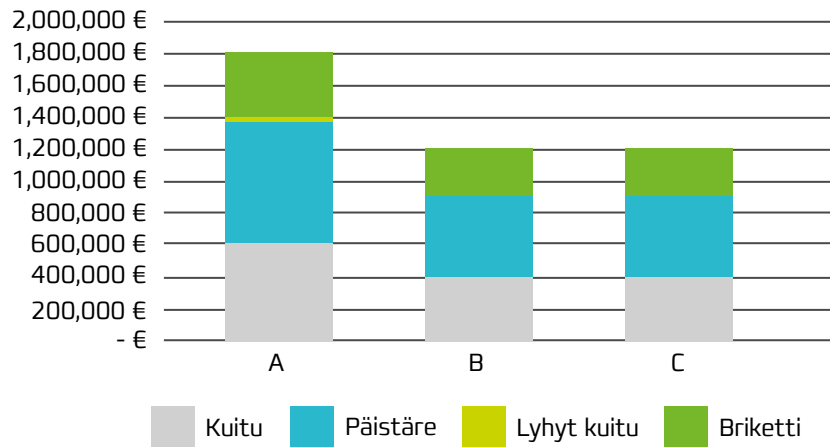
## Mekaanisen jalostuksen kannattavuus

Laskelmien mallivaihtoehto A:n laitteisto pystyy erottelemaan eniten hampua vuodessa (taulukko 2), jolloin sen peltopinta-alan tarve on myös suurin. Vaihtoehtojen B ja C laitteistojen tuotantomäärät ovat saman suuriset.

Taulukko 2. Mallivaihtoehtojen tuotantomäärät ja peltopinta-alan tarve

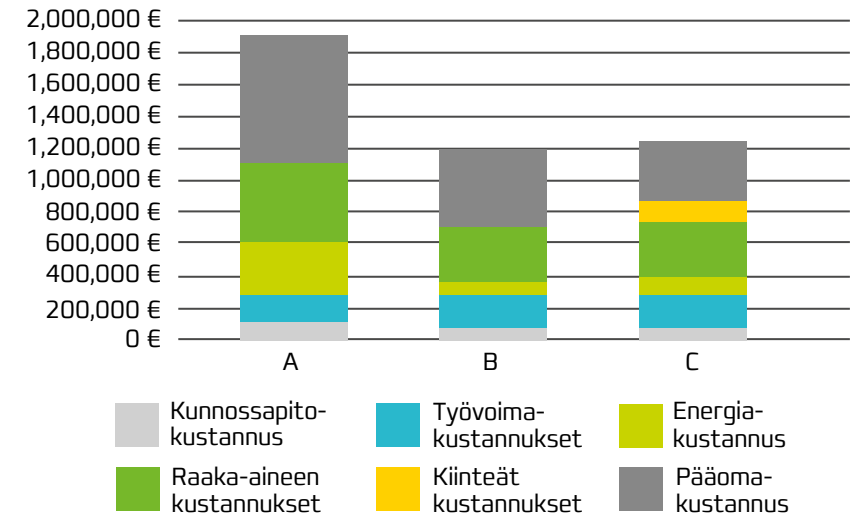
	A	B	C
Kapasiteetti	1 500 kg/kortta/h	1 000 kg/kortta/h	1 000 kg/kortta/h
Tuotantomäärä	5 070 t/v	3 380 t/v	3 380 t/v
Peltopinta-ala	845 ha	563 ha	563 ha

Kuviossa 3 on eritelty eri mallivaihtoehtoista saatavat arvioidut tuotot. Vaihtoehto A:n tuotot ovat vertailussa suurimmat, sillä tuotantolaitteiston on mahdollista käyttää suuremmalla kapasiteetilla verrattuna muihin laitteistoihin. Vaihtoehto A:n laitteistossa on myös mahdollista erotella lyhyttä kuitua. Lyhyt kuitu päätyy muissa vaihtoehtoissa pölyn mukana briketteihin ja energiantuotantoon.



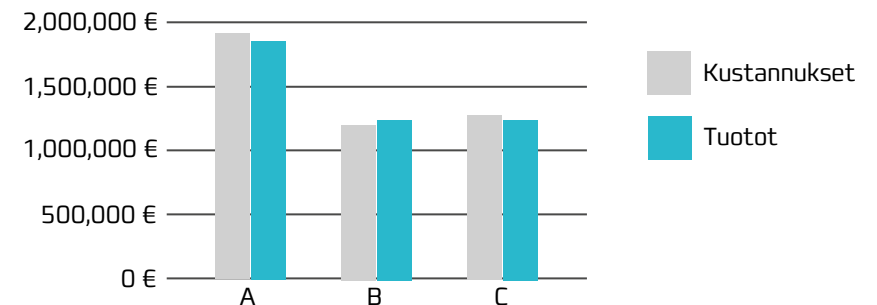
Kuvio 3. Tuottojen jakautuminen eri skenaarioissa

Kustannusjakaumaa on esitetty kuviossa 4. Mallivaihtoehtojen vuotuiset kokonaiskustannukset vaihtelevat aina vaihtoehto B:n 700 000 eurosta aina lähes 1,1 miljoonaan. Suurin yksittäinen kustannus syntyy pääomakustannuksista. Toiseksi suurin yksittäinen kustannus syntyy ostettavasta raaka-aineesta. Vaihtoehdon C kiinteät kustannukset sisältävät teollisuuskiinteistöjen vuokran ja linjaston siirtämisestä aiheutuvat kustannukset.



Kuvio 4. Kustannusten jakautuminen vuositasolla eri skenaarioissa

Laskelmien perusteella eri jalostuslaitosmalleista nousi kannattavimmaksi vaihtoehto B (kuvio 5). Investoinnin kannattavuus, eli tuotto on 8 850 €/v. Tulos on niukasti positiivinen käytetyillä lähtöarvoilla. Vaihtoehdot A ja C jäävät jälkeen kannattavuudessa vaihtoehdolle B, eivätkä ole kannattavia käytetyillä lähtöarvoilla.



Kuvio 5. Jalostuksen kannattavuus eri skenaarioissa



## HERKKYYSANALYYSI

Saaduille tuloksille tehtiin tärkeimpien muuttujien suhteen herkkyyssanalyysi. Alentamalla kuidusta saatavaa hintaa 10 sentillä /kg, laskee kaikkien mallivaihtoehtojen kannattavuus tappiolle. Samoin tekee investoinnin kestoajan lyhentäminen 13 vuoteen. Laskentakorkokannan alentaminen kaksi prosenttiyksikköä nostaa puolestaan myös mobiililaitteiston kannattavaksi. Lisättäessä jalostuslaitteiston kapasiteettia 200 kg/kortta/h, saadaan kaikista vaihtoehdoista kannattavia - teknisesti tämä on kuitenkin mahdollista ainoastaan mallivaihtoehdon A laitteistolle.

Käytettäessä tuotantolaitoksia yhdessä vuorossa ei millään mallivaihtoehdolla ole mahdollista saavuttaa kannattavaa tuotantoa. Siirryttäessä kolmivuorotyöhön saadaan kaikista vaihtoehdoista kannattavia. Vaihtoehto B pysyy kannattavimpana vaihtoehtona, mutta A:n tuotantolaitteistolla päästään lähes samaan kannattavuuteen siirryttäessä kolmeen vuoroon.

Sadosta maksettava hinta muodostaa toiseksi suurimman kustannuserän kuituhampun jalostuksessa. Viljelijälle maksettavaa hintaa - eli niin sanottua porttihintaa - muuttamalla voidaan havaita, että jalostus ei ole enää kannattavaa kaksivuorotyössä, kun raaka-aineen hinta on yli 100 €/t. Alle 100 € tonnihinnalla hampun jalostus on kannattavaa, mutta samalla viljelijän nettovoitto on negatiivinen.

## JOHTOPÄÄTÖKSET

Investointilaskelmien perusteella voidaan arvioida, että käytettävillä lähötöarvoilla hampun mekaaninen jalostus on mahdollista saada kannattavaksi, kun jalostuslaitokselle saadaan kolmivuorotyötä vastaava tuotantomäärä. Laskelmissa käytetyllä hintatasolla kuituhampun viljely ei tosin ole erityisen kannattavaa, mutta kuitenkin kannattavampaa kuin nykyisin tyypillinen rehuohran viljely.

Vertailussa Keski-Eurooppaan kuituhampun viljelylle Suomessa on joitakin etuja. Kylmän talven ansiosta liotusvaihe tapahtuu yleensä itsestään talven aikana, eikä satoa tarvitse erikseen myöskään kuivata. Talven olosuhteet eivät kuitenkaan ole Suomessa aina samanlaiset, minkä vuoksi kuidun jalostajan on varauduttava korjattujen erien epätasaiseen laatuun. Kuituhamppu soveltuu kuitenkin hyvin yhdeksi viljelykierron kasviksi, josta on mahdollista saada kohtuullinen korvaus.

Kuituhampun kasvattamisen tuotoista lähes puolet on EU:n maksamia viljelytukia. Katetuottolaskelmien perusteella kuituhamppua olisi mahdollista viljellä myös pelloilla, jotka eivät ole oikeutettuja viljelytukiin. Ilman viljelytukia viljelijän on mahdollista saada katettua viljelystä aiheutuvat muuttuvat kustannukset. Kuituhamppua kasvattamalla voidaan myös hyödyntää peltoja, jotka eivät ole muuten soveltuvia ravinnontuotantoon.

Laskelmista voidaan havaita, että suuren kokoluokan jalostus vaatii vähintään 500 hehtaarin sopimusviljelyalan ja ongelmaksi voi muodostua peltojen ja laitoksen välimatka. Välimatkan kasvaessa myös rahdin osuus tuotantokustannuksista nousee suureksi. Laskelmien mukaan kuituhampun viljely on kannattavaa korkeintaan 100 kilometrin etäisyydellä jalostuslaitoksesta. Skenaariossa C kuvattu mobiililaitos pyrkii ehkäisemään etäisyydestä johtuvaa kannattavuusriskiä.

Lisätietoja laskelmista voi lukea agrologi Juha Iksen opinnäytetyöstä *Kuituhampun kasvatuksen ja jalostuksen liiketoimintamallit* (Karelia-ammattikorkeakoulu 2015).

## LÄHTEET JA LINKIT

Carus, M., Karst, S., Kauffmann, A., Hobson, J. & Bertucelli, S. 2013. The European hemp industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs and seeds.

Elinkeinoelämän keskusliitto. 2010. Palkkatilastokatsaus 2009.

Enroth, A. 2008. Mallilaskelmia maataloudesta 2008.

Föhr, J. & Karttunen, K. 2012. Hakerekkojen kustannusvertailu. [www.motiva.fi/files/8775/Hakerekkojen\\_kustannusvertailu.xls](http://www.motiva.fi/files/8775/Hakerekkojen_kustannusvertailu.xls).

Hallipeli 2014. <http://www.hallipeli.fi/>

Hallinta Oy. 2014.

HempRefine Oy. 2014. [www.hemprefine.fi](http://www.hemprefine.fi)

Hemp Traders. 2014. [www.hemptraders.com](http://www.hemptraders.com)

Ikonen, J. 2015. Kuituhampun kasvatuksen ja jalostuksen liiketoimintamallit. Karelia-ammattikorkeakoulu, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201502041868>

Laine, H. 2010. Tehokas kunnossapito - tuottavuutta käynnissäpidolla.

Laroche Oy. 2014. [www.laroche.fr/en/](http://www.laroche.fr/en/)

Luokkakallio, J. 2012. Kuituhampun viljely.

Luokkakallio, J. 2013. Hamppukuidun jalostusprosessit: Mekaanisen kuidutuksen menetelmät -selvitystyö. Desing-ajattelu ja kuituhampun jatkojalostus -hanke 2011 - 2013.

Maataloustilastot 2014. [www.maataloustilastot.fi/satotilasto](http://www.maataloustilastot.fi/satotilasto)

Murtolan HamppuFarmi. [www.hamppufarmi.fi](http://www.hamppufarmi.fi)

Palva, R. 2013. Konetyön kustannukset ja tilastolliset urakointihinnat.

Pasila, A. 2004. The dry-line method in bast fibre production.

Pecenka, R., Lühr, C. & Gusovius, H.J. 2012. Desing of competitive processing plants for hemp fibre production.

Sankari, H. 2000. Towards bast fibre production in Finland: Stem and fibre yields and mechanical fibre properties of selected fibre hemp and linseed genotypes.

Temafa Oy. [www.temafa.com](http://www.temafa.com)

Tilastokeskus: [www.tilastokeskus.fi](http://www.tilastokeskus.fi)

Vilkkumaa, M. 2010. Yrityksen menestyksen mittarit.

## Täysperävaunuyhdistelmän tuntikustannuksen arviointi

Kustannukset	Laskuri käyttää
AUTO	141 000 €
YHDISTELMÄN VARUSTEET	41 000 €
PERÄVAUNU	83 000 €
RENKAAT AUTO €/kpl [yht. 10 kpl]	-6 230 €
RENKAAT PERÄVAUNU €/kpl [yht. 16 kpl]	-6 992 €
PÄÄOMAN KORKO	5 %
PÄÄOMAN POISTO	
VAKUUTUSMAKSUT	11 000 €/v
LIKENNÖIMISMAKSUT	2 500 €/v
HALLINTOKUSTANNUKSET	5000 €/v
YLLÄPITOKUSTANNUKSET	1 000 €/v
KORVAUKSETON AJO	4 000 km
KULJETTAJAN PALKKA	14,0 €/h
VÄLILL. PALKKAKUSTANN.	70 %
POLTTOAINE	1,15 €/l
POLTTOAINEEN KULUTUS	41,0 l/100
VOITELUAINE	2 000 €/v
KORJAUS/HUOLTO	17 000 €/v
RENKAAT [PINNOITUS]	200 €/pinnoitus
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHT.	
HYÖTYKUORMA	14 t
AJOPÄIVIÄ	130 v
KUORMAMÄÄRÄ	3 kpl/p
KEIKKA-AIKA	3,00 h/kuorma
KULJETUSETÄISYYS	100 km
AUTON PITOAIKA	7 v
PERÄVAUNUN PITOAIKA	7 v
RENKAIDEN KESTOMATKA	120 000 km

## Investointilaskelman lähtöarvot

Muuttuja	Arvo
Sähkön hinta	9,02 c/kWh
Työntekijän työvoimakustannus <sup>1</sup>	29 €/h
Työnjohtajan työvoimakustannus	32 €/h
Kuitu	0,6 €/kg
Päistäre	0,3 €/kg
Briketti	0,3 €/kg
Kuituhampun satotaso	6000 kg/h
Porttihinna <sup>2</sup>	100 €/t
Laskentakorkokanta	12 %
Investoinnin kestoaika	15 vuotta
Kunnossapitokustannus <sup>3</sup>	5 %

<sup>1</sup> Työnjohtajan ja -tekijän työvoimakustannus sisältää tuntipalkan sekä palkan sivukuluja 70 %

<sup>2</sup> Viljelijälle maksettava hinta toimitetusta sadosta

<sup>3</sup> Kunnossapitokustannus on keskimäärin 5 % yrityksen liikevaihdosta

## Teollisuuskiinteistön kokonaiskustannukset

Hallin tiedot	
Rakennuksen bruttoala	2191 m2
Rakennuksen kerrosala	2191 m2
Päätoimen ala	1588 m2
Aputilojen ala	72 m2
Leveys	25 m
Pituus	65 m
Vapaa korkeus	7 m
Laivojen lukumäärä	1 kpl
Laivan leveys	25 m
Tärkeät valinnat	
Runko	Betonipilarit, liimapuupalkit
Pääty ja räystäs	Räystästyyppejä 1
Lämmitys	Kaukolämmitys
Palo-osastoja	1 kpl
Hallin energiatehokkuus	
Rakenteet	u-arvo
Sokkeli	0,17
Maanvarainen lattia	0,16
Ulkoseinä	0,17
Teollisuusikkunat	1
Ulko- & nosto-ovet	1
Kattoelementit	0,09
LTO:n vuosihyötysuhde	45 %
Vuotoilmaeroin	4,01 /h
Rakennuksen lämpöhäviöt	
Vuosittainen kulutusarvio	354 800 kWh
Kustannustiedot	
Hallin kokonaiskustannus	1 360 000 €

## Kuituhampun katetuottolaskelma

Kuituhamppu		Tukialue C2 A		
Tuotto/ha	Yksikkö	a'-hinta	Määrä	€
Kuituhamppu	kg	0,10	6000	600
Tilatuki	ha	194	1	194
LFA-tuki	ha	210	1	210
LFA-lisäosan perusosa	ha	25	1	25
Ympäristötuki kasvinviljelytila	ha	93	1	93
<b>Tuotto yhteensä</b>				1122
Muuttuvat kustannukset/ha				
Ostosiemen hamppu	kg	6,5	40	260
Belor Agro Premium typpi 27	kg	0,30	296	89
Traktori	h	12	4	46
Korjuu urakointina	ha	114	1	114
Varastointimuovi	m <sup>2</sup>	0,35	30	11
Rahti	kg	0,018	6000	108
Liikepääoman korko	50%	5 %	347	17
<b>Muuttuvat kustannukset yhteensä</b>				645
Katetuotto A				
Ihmistyö	h	17	4	67
<b>Katetuotto B</b>				410
Kone, rakennus-, ja yleiskustannukset				
Traktori	h	19	4	77
Muut koneet	ha	161	1	161
<b>Kone, rakennus-, ja yleiskustannukset yhteensä</b>				238
Katetuotto C				
Pellon korko	ha	4028	5 %	201
Salaojituksen kustannukset	ha	149	1	149
<b>Pellon kustannukset yhteensä</b>				350
<b>Nettovoitto/tappio</b>				-135

Rehuohra		Tukialue C2 A		
Tuotto/ha	Yksikkö	a'-hinta	Määrä	€
Rehuvilja ohra <sup>1</sup>	kg	0,12	3500	420
Tilatuki	ha	194	1	194
LFA-tuki	ha	210	1	210
LFA-lisäosan perusosa	ha	25	1	25
Ympäristötuki kasvinviljelytila	ha	93	1	93
<b>Tuotto yhteensä</b>				942
Muuttuvat kustannukset/ha				
Oma siemen <sup>2</sup>	kg	0,29	170	48
Ostosiemen rehuohra <sup>3</sup>	kg	0,40	30	12
Rikkakasvien torjunta	ha	33	1	33
Tautitorjunta	ha	22	1	22
Belor Agro Premium tyyppi 27 <sup>4</sup>	kg	0,30	333	100
Traktori <sup>5</sup>	h	12	3	35
Leikkuupointi	h	7,5	2	15
Rahti ja välityspalkkio <sup>6</sup>	kg	0,013	3330	43
Kuivaus	kg	0,021	3500	73
Liikepääoman korko <sup>7</sup>	50%	5 %	233	12
<b>Muuttuvat kustannukset yhteensä</b>				394

<b>Katetuotto A</b>				548
Ihmistyö <sup>8</sup>	h	17	5	84
<b>Katetuotto B</b>				465
Kone, rakennus-, ja yleiskustannukset				
Traktori	h	19	3	48
Leikkuupuumuri	h	121	2	243
Muut koneet	ha	173	1	173
Kuivuri	ha	158	1	158
<b>Kone, rakennus-, ja yleiskustannukset yhteensä</b>				631
<b>Katetuotto C</b>				-167
Pellon korko <sup>9</sup>	ha	4028	5 %	201
Salaojituksen kustannukset <sup>10</sup>	ha	149	1	149
<b>Pellon kustannukset yhteensä</b>				350
<b>Nettovoitto/tappio</b>				-517

<sup>1</sup> Vilja-alan yhteistyöryhmä 2014

<sup>2</sup> Sertifioitu siemen 2014. Sisältää peittauksen ja TOS-maksun.

<sup>3</sup> Salmelan tila 2014. Sisältää ostosiemenen ja rahdin.

<sup>4</sup> Hinta marraskuussa 2014

<sup>5</sup> Traktori sekä leikkuupointi sisältävät poltto- ja voiteluaineen. Kuivaus sisältää sähkön ja poltto-aineen

<sup>6</sup> Maaseutuvirasto 2014c.

<sup>7</sup> Enroth 2008, 3.

<sup>8</sup> Maaseutuelinkeinojen työehtosopimus 2014, 18. Tuntipalkka + palkan sivukulut 70 %

<sup>9</sup> Maanmittauslaitos 2014, 39.

<sup>10</sup> Enroth 2008, 3.

## Katetuottolaskelmissa käytettyjen koneiden ja laitteiden kiinteät sekä muuttuvat kustannukset

### Traktorin ja leikkuupuimurin muuttuvat kustannukset alv. 0 %

Kone	Poltto- aineen kulutus l/h <sup>1</sup>	Voitelu- aineen kulutus kg/h <sup>2</sup>	Voitelu- aine €/kg	Polttoaine €/l	€/h
Traktori 101 - 120 kW	13,8	0,16	2,22 <sup>3</sup>	0,808 <sup>4</sup>	11,55
Leikkuu- puimuri alle 3,2 m	9	0,1	2,22	0,808	7,5

<sup>1</sup> Palva 2013

<sup>2</sup> Palva 2013

<sup>3</sup> Agrimarket 2014

<sup>4</sup> Öljyalan keskusliitto 2014

### Traktorin kiinteät kustannukset alv. 0 %

Hankintahinta	72 900 €
Jäännösarvo	32 805 €
Käyttömäärä	600 h/v
Kesto aika	7 v
Korko 5 %	2 643 €/v
Poisto	5728 €/v
Vakuutus	539 €/v
Kunnossapito, 3 % hankintahinnasta	2 187 €/v
Säilytys	486 €/v
Kustannus	19 €/h

### Leikkuupuimurin kiinteät kustannukset alv. 0 %

Hankintahinta	82 000 €
Jäännösarvo	32 800 €
Käyttömäärä	100 h/v
Kesto aika	8 v
Korko 5 %	2870 €/v
Poisto	6150 €/v
Vakuutus	170 €/v
Kunnossapito, 3 % hankintahinnasta	2460 €/v
Säilytys	486 €/v
Kustannus	121 €/h

### Lämminilma kuivurin muuttuvat kustannukset alv. 0%

Laite	Kuivattava viljamäärä kg/v	Käyttö- määrä	Öljyn- kulutus l/h	Sähkön- kulutus kWh/h	Sähkö- hinta c/kWh	Öljyn- hinta €/l	€/kg
Kuivuri	175 000	183 h/v	23	16	9	0,808	0,021

### Lämminilma kuivurin kiinteät kustannukset alv. 0%

Laite	HA	JA	Kesto- aika v	i 5 % €/v	Poisto €/v	Kunnossa- pito 2 % HA €/v	€/ha
Kuivuri rakennus	92 800 €	0 €	25	2320 €	3712 €	990 €	99
Koneisto	39 500 €	0 €	15	296 €	2633 €	990 €	59

**Työkoneiden kiinteät kustannukset alv. 0 %**

Kone	Kesto- aika v	HA	JA	i 5 % €/v	Poisto €/v	Kunnossa- pito 3 % HA €/V	€/v
Paluuaura 4-siipinen	15	20 200 €	0 €	505 €	1347 €	606 €	2458 €
Äes 6 m	15	18 400 €	0 €	460 €	1227 €	552 €	2239 €
Kylvö- lannoitin 3 m	15	20 800 €	0 €	520 €	1387 €	624 €	1907 €
Kasvin- suojelu- ruisku 16 m	15	11 700 €	0 €	293 €	780 €	351 €	1424 €
Jyrä 3 - 4 m	15	5 100 €	0 €	128 €	340 €	153 €	621 €
Paalipihti & piikki	15	1 500 €	0 €	38 €	100 €	45 €	183 €
Lautas- niittokone 2,4 m	15	6800 €	0 €	170 €	453 €	204 €	827 €
Karhotin 5 m	15	19 600 €	0 €	495 €	1320 €	558 €	2385 €
Pyörö- paalain	7	60 000 €	0 €	1500 €	8571 €	1 800 €	11 871 €

**Kuituhampun korjuu urakointina alv. 0 %**

Kone	Kesto- aika	Käyttö- tunnit v	HA	JA	i 5 % €/v	Poisto €/v	Kunnossa- pito	Traktorin kustannus €/h	€/ha
Suur- kantti- paalain	7	400	127 200 €	0 €	3175 €	18 143 €	6360 €/v	63,15	94
Karhotus	-	-	-	-	-	-	-	-	21 <sup>1</sup>

**Työkoneiden kiinteät kustannukset hehtaaria kohden**

Kasvi	Työkoneiden kiinteät kustannukset €/ha <sup>2</sup>
Kuituhamppu, korjuu urakointina <sup>3</sup>	161
Kuituhamppu, korjuu omilla koneilla <sup>4</sup>	446
Kuituhamppu, korjuu omilla koneilla <sup>5</sup>	402
Rehuohra	173

<sup>1</sup> Palva 2011

<sup>2</sup> 50 hehtaarin peltopinta-ala

<sup>3</sup> Kasvusto jyrätään ja karhotetaan

<sup>4</sup> Kasvusto jyrätään, karhotetaan ja korjataan pyöröpaalaimella

<sup>5</sup> Kasvusto niitetään ja korjataan pyöröpaalaimella

## Rehuohran ja kuituhampun työmenekit


### Rehuohra

Työ	Työmenetelmä	Kone	km/h	ha	h/ha
Perusmuokkaus	Kyntö	Paluuaura 4x18	6	50	1,43
Kylvömuokkaus	Äestys [2 kertaa]	Äes 6 m	8	50	0,37
Kylvö		Kylvölannoitin 3 m	9	50	0,83
Kasvinsuojelu- ruiskutus		Nostolaite- ruisku 16 m	8	50	0,23
Puinti		Leikkuupuumuri 3 m	3	50	2,08
Viljan kuljetus		Perävaunu 10 m <sup>3</sup>	15	50	0,12
Yhteensä					5,06

### Kuituhamppu, korjuu urakointina

Työ	Työmenetelmä	Kone	km/h	ha	h/ha
Perusmuokkaus	Kyntö	Paluuaura 4x18	6	50	1,43
Kylvömuokkaus	Äestys [2 kertaa]	Äes 6 m	8	50	0,37
Kylvö		Kylvölannoitin 3 m	9	50	0,37
Jyräys	Kasvuston kaato	Nostolaitejyrä 3 m	7	50	0,76
Karhotus		Karhotin 6,5 m	6	50	0,45
Paalaus		Suurkanttipaalain	6	50	0,54
Paalien siirto	Traktorilla 2 paalia kerralla				1,29
Yhteensä					4,69





Suomalaisessa maataloudessa viljellään kahta eri hampullajikettä, kuitu- ja öljyhamppua. Kuituhamppua viljellään siitä jalostettavan kuidun vuoksi ja sen käyttökohteita ovat muun muassa savukepaperi, eristemateriaalit ja biokomposiitit. Kuituhampun varren puumaista päästäreosaa voidaan käyttää kuivikkeena sekä energiantuotannossa. Tässä julkaisussa on kuvattu mallilaskelmia kuituhampun kasvatuksen ja jalostuksen kannattavuudesta Suomen olosuhteissa. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että tietyillä lähtöarvoilla hampun kasvattaminen ja jalostaminen on kannattavampaa kuin nykyisin yleinen rehuohran viljely, ja viljelykasvin vaihtaminen voi tuoda maatalousyrityksille kaivattua lisätuloa. Oppaan laskelmat on tehty osana Euroopan unionin aluekehitysrahaston rahoittamaa hanketta Biojalostusliiketoiminnan demonstraatiovalmiuksien parantaminen. Opas sopii perustietolähteeksi hampun kasvattamisesta ja jalostamisesta kiinnostuneille yrittäjille, tuotekehittäjille sekä asianharrastajille.

