

Kaisa Matila

## **KUITUHAMPUN MAHDOLLISUUDET KAINUUSSA**

## **KUITUHAMPUN MAHDOLLISUUDET KAINUUSSA**

Kaisa Matila  
Opinnäytetyö  
Syksy 2018  
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Kaisa Matila

Opinnäytetyön nimi: Kuituhampun mahdollisuudet Kainuussa

Työn ohjaaja: Antti Hirvonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018

Sivumäärä: 78+3

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuituhampun viljelyn ja hyödyntämisen mahdollisuuksia Kainuun alueella. Kuituhamppu on ympäristöystävällinen ja monipuolisesti hyödynnettävissä oleva viljelykasvi, jonka tuotanto on Suomessa toistaiseksi melko vähäistä pitkään jatkuneesta tutkimus- ja kehittämistyöstä huolimatta. Kainuussa on herännyt kiinnostus lähteä edistämään kuituhampun viljelyä ja jatkojalostusta, mitä tämä opinnäytetyö pohjustaa.

Työn toimeksiantajana toimi ProAgria Kainuun/Kainuun maa- ja kotitalousnaisten hallinnoima Kuituhamppua Kainuusta -esiselvityshanke. Työn tavoitteena oli koota yhteen tämänhetkinen tieto kuituhampun viljelystä, jatkojalostuksesta ja hyödyntämismahdollisuuksista. Kerätyn tiedon pohjalta oli tavoitteena pohtia kuituhampun tuotannon mahdollisuuksia Kainuussa sekä määrittää kuituhampun tuotantoon liittyvät kehittämistarpeet pohjoisen tuotannon näkökulmasta.

Työn teoriaosaan koottiin kirjallisuustutkimuksella kattava tietopaketti kuituhampun ominaisuuksista, viljelystä, kuidutusprosessista, kuidun ja sivuvirtojen yleisimmistä käyttökohteista sekä muista hyödyntämismahdollisuuksista. Viljelijähaastatteluilla kerättiin kokemusperäistä tietoa kuituhampun viljelystä Pohjois-Suomessa. Kuituhampun tuotannon kannattavuutta tarkasteltiin aiemmin tehdyn opinnäytetyön ja katetuottolaskelman avulla. Kerätyn tiedon pohjalta pohdittiin kuituhampun soveltuvuutta Kainuun toimintaympäristöön, kuituhampun mahdollisuuksia Kainuussa sekä aiheeseen liittyviä tutkimus- ja kehittämistarpeita.

Kuituhamppu vaikuttaisi menestyvän pohjoisessa, mutta viljelystä täytyy saada käytännön kokemusta Kainuun olosuhteissa. Sopivan korjuuteknologian löytäminen on viljelyn tärkein kehittämiskohde. Kuituhampun monipuolisuus luo mahdollisuuksia paikalliseen jatkojalostukseen ja tuotteistamiseen, mutta koko tuotantoketjun sijoittaminen Kainuuseen vaatii ketjun yhtäaikaista kehittämistä. Maakunnan pitkät etäisyydet ja peltolohkojen pienuus aiheuttavat haasteen tuotannon kannattavuudelle. Lisäarvon löytäminen tuotteille lieneekin välttämätöntä, minkä vuoksi aiheen tutkimiseen olisi hyvä panostaa.

---

Asiasanat: Kuituhamppu, hamppekuitu, Pohjois-Suomi, Kainuu

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

---

Author: Kaisa Matila

Title of thesis: Opportunities of Industrial Hemp in Kainuu Region

Supervisor: Antti Hirvonen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018 Number of pages: 78+3

---

The purpose of this thesis was to determine the opportunities of cultivation and utilization of industrial hemp in Kainuu region. Ecological and versatile hemp is still a minor crop in Finland despite the long-term research and development of the industry. Interest in growing and refining industrial hemp has risen in Kainuu region and this thesis laid the groundwork for further actions.

This thesis was made for Kuituhamppua Kainuusta project managed by ProAgria Kainuu/Kainuun maa- ja kotitalousnaiset. The aim of the work was to bring together current information about the cultivation, processing and application of industrial hemp. Based on the data collected, the purpose was to consider the opportunities of industrial hemp production in Kainuu region and determine the development needs of the field from the standpoint of northern production.

The theory part of this thesis is a literary research on properties, cultivation, decortication and application of industrial hemp. Empirical data was collected by interviewing farmers from Northern Finland. The profitability was examined using the results of a former thesis and by making a margin calculation. Based on the data collected, the suitability of industrial hemp for operation environment of Kainuu region, the prospects of industrial hemp in Kainuu region and the development needs related to the subject were considered.

Industrial hemp seems to succeed in north but there is a need for empirical data on cultivation in Kainuu region. Finding a suitable harvesting technology is the main target for development in cultivation process. The versatility of hemp creates opportunities for local refining and productization but placing the whole production chain in Kainuu region requires simultaneous development of the whole chain. Long distances and small field plots typical for Kainuu region cause a challenge for the profitability of production. Finding added value for the products is probably necessary and research should be done on that area in future.

---

Keywords: Industrial hemp, hemp fibre, Northern Finland, Kainuu region

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	KUITUHAMPPU.....	7
2.1	Hamppu ( <i>Cannabis sativa</i> L.).....	7
2.2	Historia ja nykytilanne Suomessa.....	9
2.3	Nykytilanne muualla maailmassa .....	12
2.4	Hamppu viljelykierrossa.....	13
2.5	Viljelytuet ja valvonta .....	14
2.6	Viljelytekniikka .....	15
2.6.1	Maaperävaatimukset.....	15
2.6.2	Maanmuokkaus ja kylvö.....	16
2.6.3	Lannoitus .....	17
2.6.4	Kasvinsuojelu.....	17
2.6.5	Sadonkorjuu ja liotus.....	17
3	KUITUHAMPUN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖ.....	23
3.1	Kuidun ominaisuudet ja laatu .....	23
3.2	Kuidutusprosessi .....	27
3.3	Kuidun käyttö.....	31
3.3.1	Tekstiilit.....	31
3.3.2	Paperi ja selluloosa .....	32
3.3.3	Komposiitit ja biomuovit .....	33
3.3.4	Rakennusten lämpöeristeet .....	35
3.4	Sivuvirtojen käyttö .....	36
3.4.1	Päistäre.....	36
3.4.2	Lehdet ja kukinnot.....	39
3.5	Muut hyödyntämismahdollisuudet .....	41
4	KUITUHAMPUN TUOTANNON MAHDOLLISUUDET KAINUUSSA .....	44
4.1	Kokemuksia kuituhampun viljelystä Pohjois-Suomessa .....	44
4.2	Kannattavuus .....	46
4.3	Soveltuvuus Kainuun toimintaympäristöön.....	48
5	POHDINTA.....	52
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET .....	79

# 1 JOHDANTO

Globaali luonnonvaroihin ja ilmastonmuutokseen liittyvä kestävyyskriisi on kääntämässä katseet ympäristöystävällisten ratkaisujen suuntaan kaikessa toiminnassa. Talouskasvua ja hyvinvointia haetaan tulevaisuudessa kiertotalouden periaatteilla materiaalien tehokkaasta käytöstä ja kierrätyksestä sekä uusiutumattomien raaka-aineiden korvaamisesta uusiutuvilla. Samalla kiinnitetään huomiota toiminnan ilmastovaikutuksiin. Ekologinen ja uusiutuva hamppu tarjoaa kestävän vaihtoehdon monille tällä hetkellä käytössä oleville raaka-aineille, sillä kasvin käyttömahdollisuudet ulottuvat laajasti eri teollisuudenaloille.

Kuituhampun viljely ja käyttö on viime vuosikymmeninä päässyt uuteen nousuun ympäri maailman ja viljelyalat ovat tällä hetkellä kasvussa. Tutkimus- ja kehittämistyö kuituhampun ympärillä on jatkunut Suomessakin jo pari vuosikymmentä. Monipuolisten hyödyntämismahdollisuuksien lisäksi kuituhampulla on myönteisiä maaperä- ja välikasvivaikutuksia, mikä tekee hampusta houkuttelevan viljelykasvin. Tulevat maataloustukipolitiikan muutokset sekä maatalouden heikko kannattavuus lisäävät myös kiinnostusta löytää uusia, kannattavia viljelykasveja tilojen kasvivalikoimiin. Samoin tulevat maatalousmaan päästöihin liittyvät ilmastotavoitteet voivat kannustaa viljelemään runsaasti hiiltä sitovia kasveja, kuten kuituhamppua.

Vaikka kuituhamppu ei ole Suomessa aivan uusi viljelykasvi, pohjoisessa tietämys kasvista on tällä hetkellä vähäistä. Kainuussa on herännyt kiinnostus kuituhampun viljelyyn ja jatkojalostukseen, minkä pohjustamiseksi on nähty tarpeelliseksi tämän opinnäytetyön muodossa koota yhteen nykytietämys aiheesta. Työn tavoitteena on pohjatiedon perusteella selvittää kuituhampun pohjoisen tuotannon mahdollisuuksia sekä määrittää kuituhampun viljelyn, sadonkorjuun ja jatkojalostusprosessin kehittämistarpeita. Opinnäytetyö toteutetaan osana ProAgria Kainuun hallinnoimaa ja Kainuun maa- ja kotitalousnaisten toteuttamaa Kuituhamppua Kainuusta - esiselvityshanketta. Esiselvityshankkeen asiantuntijakonsortiossa ovat mukana Luonnonvarakeskus, Kainuun ammattiopisto ja Hatma Oy.

## 2 KUITUHAMPPU

### 2.1 Hamppu (*Cannabis sativa* L.)

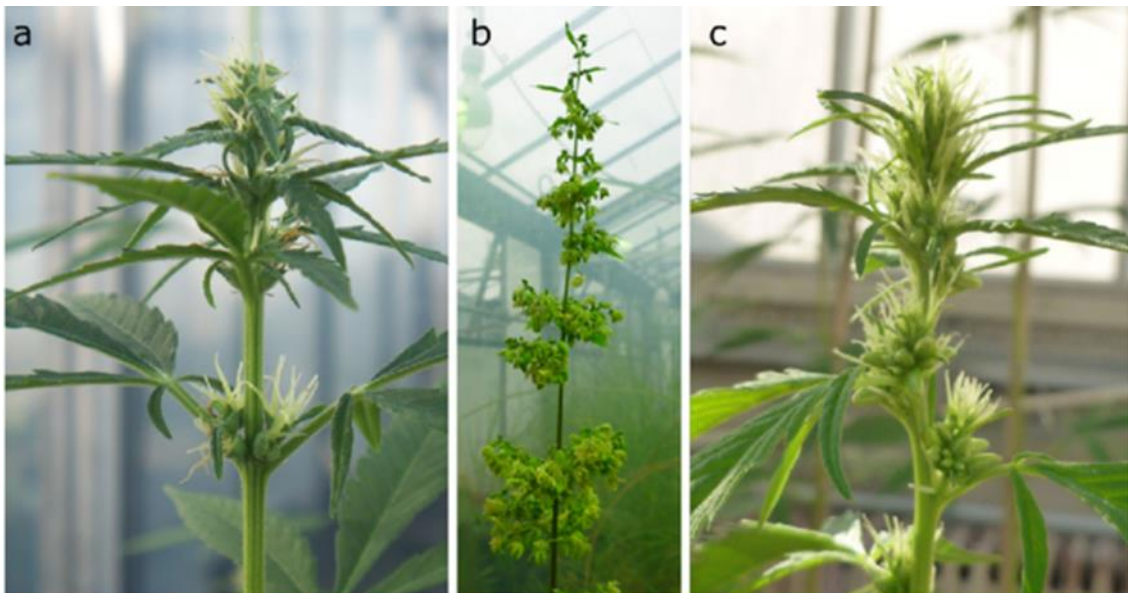
Hampun käyttöhistoria ulottuu tuhansien vuosien taakse ja kuiduntuotannossa hamppu on yksi vanhimmista viljelykasveista. *Cannabeceae*-heimoon kuuluvan hampun monimuotoisuuden vuoksi sen kasvitieteellinen luokittelu on kiistanalainen ja luokituksia onkin esitetty useanlaisia pohjautuen mm. hampun morfologiaan, fysiologiaan ja käyttötarkoituksiin. Usein hampusta on erotettu joko omiksi lajeikseen tai alalajeiksi *Cannabis sativa*, *Cannabis indica* L. ja *Cannabis ruderalis*. *Cannabis sativa* vastaa teollista hamppua, *Cannabis indica* lääke- ja päihdehamppua ja *Cannabis ruderalis* villinä kasvavaa hamppua. (Chabbert, Beherec & Kurek 2013, 27–28.)

Hamppu on yksivuotinen kasvi, jonka varsi voi kasvaa 2–4 metriä korkeaksi (kuvio 1). Hampun pääjuuri voi ulottua jopa kahden metrin syvyyteen, joskin puolet juuristosta sijaitsee päällimmäisessä puolen metrin maakerroksessa (Amaducci, Zatta, Raffanini & Venturi 2008, 227). Lehdet kasvavat vastakkaisesti kukintaan saakka, minkä jälkeen lehtiasento muuttuu vuorottaiseksi. Lehtiruodissa on 7–13 suikeaa, erikokoista lehdykkää. Emikasveissa on lehtiä kärkeen saakka, hedekasvien yläosassa on ainoastaan pieniä lehdyköitä kukintojen lomassa. Hedekukinnot ovat löyhiä, riippuvia ja runsashaaraisia terttuja ja heteet muodostuvat viidestä terä- ja hedelehdestä. Emikukinnot ovat tiiviinä terttuina lehtihangoissa. Emi koostuu sikiäintä suojaavasta yksilehtisestä verhiöstä, jonka lomasta pistää esiin kaksi luottia. (Bócsa & Karus 1998, 33–35; Clarke 1999, 2–3; Chabbert ym. 2013, 28–29.)



KUVIO 1. Hampukasvustoa (kuva: Kaisa Matila 2018)

Hamppu on kaksikotinen ja tuulipölytteinen kasvi. Hedekasvit ovat emikasveja lyhyempiä ja hennompia. Hedekasvit kukkivat ennen emikasveja, joten niiden kasvullinen vaihe päättyy noin kuusi viikkoa aikaisemmin kuin emikasveilla. (Berenji, Sikora, Beherec & Fournier 2013, 58; Chabbert ym. 2013, 27–29.) Hamppupopulaatioissa esiintyy luonnostaan myös yksikotisia eli hermafrodiitteja yksilöitä. Jalostuksella on saatu aikaan yksikotisia lajikkeita (kuvio 2), jotka sopivat tasalaatuisuutensa vuoksi paremmin kuiduntuotantoon. Yksikotisten lajikkeiden yksilöissä dominoivat emikasvien piirteet: emikukkia on enemmän ja ulkomuoto on emikasvien kaltainen. (Berenji ym. 2013, 51, 58–59.) Kukinnot ovat muutoin samanlaiset kuin kaksikotisilla yksilöillä, mutta sijainti on erilainen: hedekukinnot ovat kiehkurana nivelkohdissa ja emikukinnot oksan päässä niiden yläpuolella (Bócsa & Karus 1998, 35). Yksikotisuus ei ole pysyvä tila, sillä esimerkiksi lyhyt päivä lisää emikasvien määrää ja typpilannoitus koiraskasvien määrää (Berenji ym. 2013, 59).



KUVIO 2. Emikasvi (a), hedekasvi (b) ja yksikotinen kasvi (c) (Faux, Berhin, Dauguet & Bertin 2013, 190)

Hampun taimet nousevat pintaan 4–10 päivää kylvön jälkeen. Taimettumisen aikaan hamppu on hyvin herkkä liialle kuivuudelle ja kosteudelle. Taimettumista seuraa hitaan kasvun vaihe, jolloin kasvi kasvattaa juuristoaan. Vaihe kestää kolme viikkoa ja päättyy, kun kasvissa on kolme lehtiparia ja se on noin 30–60 cm korkea. Tämän jälkeen alkaa aktiivisen kasvun vaihe, jolloin myös kuitusato alkaa kehittyä ja veden ja ravinteiden tarve on suurimmillaan. Kasvu alkaa hidastua kukinnan alkaessa ja loppuu kukinnan päätyttyä. (Chabbert ym. 2013, 47; Legros, Picault & Cerruti 2013, 73–75.)



Hamppu on niin kutsuttu lyhyen päivän kasvi eli sen kukinta on riippuvainen päivänpituudesta. Kukinta alkaa päivänpituuden ollessa noin 14 tuntia, joten Suomen kesän pitkät päivät voivat estää kukinnan. (Amaducci, Colauzzi, Bellocchi, Cosentino, Pahkala, Stomph, Westerhuis, Zatta & Venturi 2012, 103.) Valojakson ohella kukinnan alkamiseen vaikuttavat valon intensiteetti ja lämpösumma (Amaducci ym. 2012, 106–107), mutta valon ja lämpösumman yhteisvaikutus tunnetaan huonosti (Chabbert ym. 2013, 45). Lajikkeiden välillä on eroa kukinnan ajoittumisessa ja lajikkeiden valoherkkyys vaihtelee (Chabbert ym. 2013, 45, 47).

Suomen kesässä hamppu jatkaa kasvuaan käytännössä ensimmäisiin pakkasiin saakka, mikä nostaa satotasoa ja mahdollistaa sopivissa olosuhteissa samansuuruiset sadot kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa (Sankari 2000, 29–20; Pahkala, Pahkala & Syrjälä 2008, 113–114). Suomalaisissa ja ruotsalaisissa tutkimuksissa satotaso on vaihdellut, mutta parhaimmillaan on päästy 7–15 tonnin kuiva-ainesatoihin hehtaarilla leveyspiireillä 64–65 ° N (Pahkala ym. 2008, 113). Keskimääräinen satotaso on noin 4–8 kuiva-ainetonnin hehtaarilta (HempRefine 2018a, viitattu 20.7.2018). Kuitusatoa saadaan noin 1–2 tonnia hehtaarilta (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018).

## 2.2 Historia ja nykytilanne Suomessa

Hampulla on pitkä historia Suomessa. Vanhimmat siitepölylöydöt on ajoitettu ajanjaksolle 4400–3200 eaa., mikä viittaa vahvasti siihen, että hamppua on viljelty Suomessa jo varhaisneoliittisellä kaudella. Pienimuotoinen maanviljelystaito on mahdollisesti omaksuttu Aasiasta saventalanterinteen ohella. (Alenius, Mökkönen, Holmqvist & Ojala 2017, 479–482.) Rautakauden (600 eaa.–1300 jaa.) (Vanhanen 2012, 55) aikaisia siitepölylöytöjä on tehty paljon myös muualta Suomesta, joskin niiden luotettavuutta heikentää mahdollinen sekoittaminen niin ikään *Cannabaceae*-heimoon kuuluvan humalan siitepölyyn (Laitinen 1995, 10–13). Varmoina merkkeinä viljelystä voidaan pitää hampunsiemenen makrofossiileja, joista varhaisimmat on ajoitettu myöhäisrautakaudelle (800–1300 jaa). Näitä on löydetty Ahvenanmaalta, Mikkelistä sekä useista paikoista Lounais-Suomessa (Laitinen 1995, 11; Vanhanen 2012, 63).

Hampun viljely yleistyi 1400–1500-luvuilla maatalouden toisen aallon aikoihin. Lounais-Suomeen hampun arvellaan tulleen Keski-Euroopasta, Baltiasta tai Skandinaviasta ja Itä-Suomeen Venäjältä. Viljely lisääntyi huomattavasti 1700-luvulla ja oli laajimmillaan 1800-luvun alkuun

saakka. Tällöin hamppua viljeltiin suurimmassa osassa Suomea, mutta erityisesti Karjalassa ja Savossa, jossa myös viljelytekniinen osaaminen oli kehittyneempää. Joillain alueilla, kuten Hämeessä, viljeltiin sekä hamppua että pellavaa, mutta Itä-Suomessa pelkästään hamppua. (Laitinen 1995, 12–13.)

Ensimmäiset tarkat tilastot viljelyaloista ovat vuodelta 1910, jolloin hampun viljely oli vähentynyt reilusti ja pellavan viljelystä oli tullut paljon yleisempää. Hamppua viljeltiin tällöin lähinnä Itä- ja Keski-Suomessa. Koko pohjoisen Suomen käsittäneessä Oulun läänissä hampun viljelyala oli 168 hehtaaria. Nykyisen Kainuun kunnista Sotkamo (46 hehtaaria) ja Hyrynsalmi (20 hehtaaria) kuuluivat Suomen suurimpiin hamppupitäjiin. (Maataloushallitus 1916, 18, 37–38; Laitinen 1995, 14.) Hampun viljelyn hiipumiseen vaikutti pellavan käytön yleistyminen. Molempien kotoisten kuitukasvien käyttö hiipui lopulta ostokankaisiin siirtymisen vuoksi: työläs käsityövaltainen viljely (kuvio 3) ja muokkaus eivät enää houkuttelleet ja halpa maahantuotu puuvilla syrjäytti hamppu- ja pellavakuidun teollisuuskäytössä. (Kaukonen 1946, 34, 39; Laitinen 1995, 17.) Hampun viljely loppui Suomessa 1950-luvulla, ainoastaan joitain kotitarveviljelmiä oli jäljellä vielä 1960-luvun alussa. (Laitinen 1995, 17.)

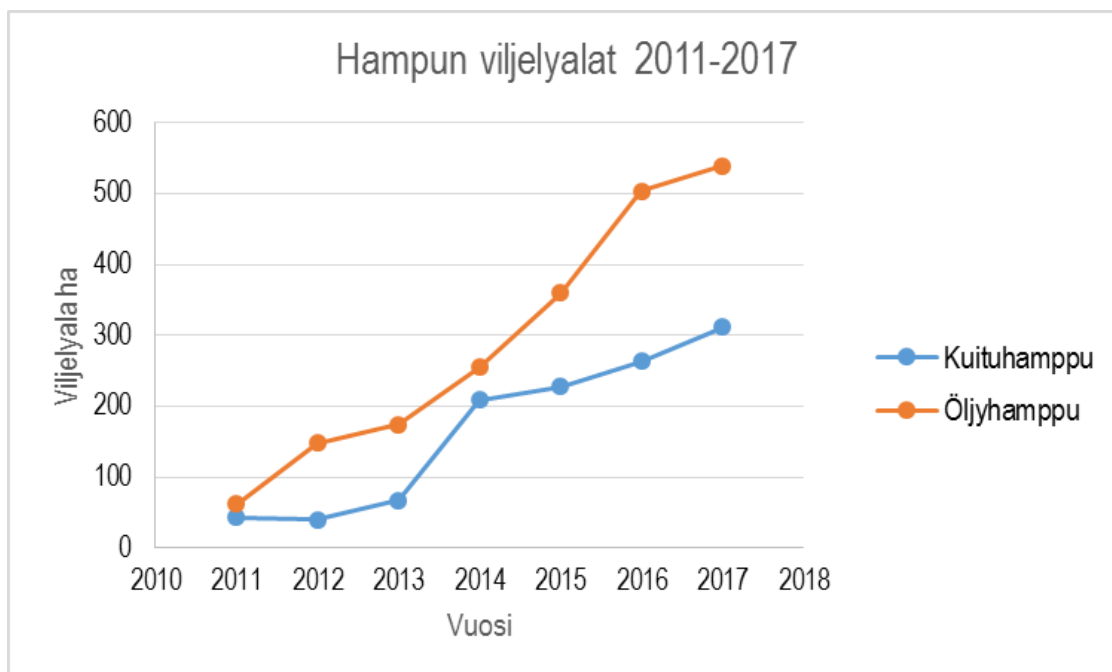


*KUVIO 3. Hampun leikkuuta Nokialla 1900-luvun alkupuolella (Museokeskus Vapriikki 2018, viitattu 8.10.2018)*

Hamppua käytettiin Suomessa moniin eri tarkoituksiin. Kuidusta kehrättiin lankaa, josta kudottiin kestäväää kangasta. Hamppukuitua käytettiin kuidun hienouden mukaan eri kohteissa, kuten vaatteissa, liinoissa, pyyhkeissä, pöytäliinoissa ja työvaatteissa. Erityisesti itäsuomalaiset pukeutuivat hampusta tehtyihin vaatteisiin vielä pitkään 1800-luvulla. Hampusta valmistettiin myös kalaverkkoja, säkkejä ja purjekankaita. Köysien raaka-aineena hamppua käytettiin toisen maailmansodan jälkeiseen aikaan asti. Aluksi köydet punottiin käsin, myöhemmin koneellisesti. Suomessa köyttä punottiin käsin vielä 1900-luvullakin kotikäyttöön tai pienimuotoiseen myyntiin. Paperin valmistus hamppu- ja pellavalumpuista alkoi Suomessa 1600-luvun puolivälissä käsityönä kehittyen myöhemmin teolliseksi toiminnaksi. Vuonna 1818 avattiin Tervakosken paperitehdas, joka teki paperia lumpuista vielä senkin jälkeen, kun muut paperitehtaat olivat siirtyneet puun käyttöön 1860-luvulla. Lumpuista saatiin puusta tehtyä paperia laadukkaampaa, ohuempaa ja kestävämpää paperia, jota käytettiin esimerkiksi Raamatun sivuissa ja setelipaperina. (Laitinen 1995, 15–16.)

Kiinnostus hampun viljelyyn alkoi nousta uudelleen Suomessa 1990-luvulla. Länsi-Euroopassa mielenkiinto hamppua kohtaan oli herännyt jo aiemmin: luonnonkuitujen arvostus ja kysyntä olivat nousseet, suurille kesannoiduille peltoaloille yritettiin löytää käyttöä ja vähämetsäisiä valtioita kiinnosti puun korvaaminen hampulla paperinvalmistuksessa. Maatalouden tutkimuskeskus aloitti kuitukasvien tutkimuksen 1990-luvun alussa. (Sankari 1995, 31–32.) Kuituhampun viljelyä ja hyödyntämistä eri käyttökohteissa tutkittiin useissa hankkeissa 1990-luvulla ja 2000-luvun alussa Helsingin yliopistossa ja Maatalouden tutkimuskeskuksessa (Hankehaavi 2018, viitattu 6.7.2018). Hampun uutta tuleamista edisti myös vuonna 1995 toteutettu Hankasalmen hamppuprojekti (Sorsa 2016, viitattu 5.11.2018). Projektin tuloksena syntyi öljyhamppulajike Finola, joka risteytettiin kahdesta venäläisestä maatiaislajikkeesta (Callaway 1995, 49).

Hampun viljelyala on ollut Suomessa nousussa 2010-luvulla (kuvio 4). Öljyhampun ala on kasvanut nopeammin kuin kuituhampun: vuonna 2017 öljyhamppua viljeltiin 540 hehtaarilla ja kuituhamppua 310 hehtaarilla (Luonnonvarakeskuksen tietopalvelu 2018, sähköposti 9.7.2018). Kuituhampun viljelyn lisääntymistä on rajoittanut jalostavan teollisuuden puuttuminen, vaikka kuituhampun viljelyä ja hyödyntämistä on tutkittu erinäisissä hankkeissa paljon ja kasvin on todettu sopivan Suomen olosuhteisiin (Hannula 2016, viitattu 22.8.2018; Hankehaavi 2018, viitattu 6.7.2018). Suomessa on toiminut muutamia hamppukuitua jalostavia tai hyödyntäviä yrityksiä, jotka kuitenkin yhtä lukuun ottamatta ovat lopettaneet toimintansa (Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018).



KUVIO 4. Hampun viljelyalat Suomessa 2011–2017 (Luonnonvarakeskuksen tietopalvelu 2018, sähköposti 9.7.2018)

Tällä hetkellä Suomessa toimii yksi kuituhamppua jalostava ja viljelysopimuksia tekevä yritys, HempRefine Oy Humppilassa. Sopimusviljelyalat sijaitsevat pääasiassa Länsi- ja Itä-Suomessa. Suurin osa yrityksen jalostamasta kuidusta viedään tällä hetkellä ulkomaille, jossa sitä käytetään biokomposiittien ja rakennuseristeiden raaka-aineena. Kuitua myydään myös eristeeksi ja puutarhakatteeksi. Sivutuotteena syntyvästä päistäreestä valmistetaan kuiviketta, puutarhakatetta sekä huussi- ja kompostikuiviketta. Kuidun erotteluprosessissa syntyvästä pölystä on puristettu kuivikepellejää pieneläimille. (HempRefine 2018b, viitattu 22.8.2018; HempRefine 2018c, viitattu 22.8.2018; HempRefine 2018d, viitattu 22.8.2018.)

### 2.3 Nykytilanne muualla maailmassa

Tällä hetkellä hampua viljellään joko kaupallisiin tai tutkimustarkoituksiin ainakin 47 maassa (Schlutterhofer & Yuan 2017, 920). Suurimmat hampuntuotantoalueet maailmassa ovat Eurooppa, Kanada ja Kiina: vuonna 2017 hampun viljelyala oli Euroopassa 43 000 hehtaaria, Kanadassa 56 000 hehtaaria ja Kiinassa 47 000 hehtaaria (European Industrial Hemp Association 2018, viitattu 20.8.2018). Euroopassa ylivoimaisesti suurin tuottajamaa on Ranska, jonka viljelyala vastaa noin puolta koko Euroopan Unionin alueen tuotantoalasta (European Industrial Hemp Association 2017a, viitattu 21.8.2018; European hemp fields grow to 33,000 ha. 2017, viitattu 21.8.2018).

Teollisen hampun viljely ja käyttö onkin ollut viime vuosina kasvussa kaikilla tärkeimmillä tuotantoalueilla, minkä lisäksi esimerkiksi Venäjällä ja Yhdysvalloissa tuotantomäärät todennäköisesti lisääntyvät lähivuosina. Yhdysvallat on pitkään ollut suurin hampputuotteiden maahantuojia. Viime vuosina hampun viljely on laillistettu useissa osavaltioissa, minkä johdosta tutkimus ja tuotanto ovat lisääntyneet. (Schlutterhofer & Yuan 2017, 920; European Industrial Hemp Association 2018, viitattu 20.8.2018; Gerden 2018, viitattu 21.8.2018.)

Euroopassa tuotanto on ollut kasvussa enimmäkseen hampunsiemenen kysynnän lisääntymisen myötä. Kuidun tärkeimmät käyttökohteet ovat massa- ja paperituotannossa, biokomposiiteissa ja eristysmateriaaleissa. (Carus 2017, 1, 4.) Itä- Euroopan maissa, kuten Romaniassa ja Unkarissa, hamppukuidun tekstiilikäytön perinteet ovat säilyneet tähän päivään ja kuitua käytetäänkin paikallisessa tekstiiliteollisuudessa (HempRefine 2015, 18). Kanadassa tuotanto on keskittynyt hampunsiemenen tuottamiseen elintarvike-, terveystuote- ja kosmetiikkasektorille, mutta myös kuiduntuotantoa ollaan käynnistämässä kaupallisessa mittakaavassa (Industrial Hemp Enterprise 2015, 1, 5; Stockford 2017, viitattu 21.8.2018; Canadian Hemp Trade Alliance 2018, viitattu 21.8.2018). Kiinassa pääpaino on tekstiilikäyttöön soveltuvan kuidun tuotannossa, mutta kuitua käytetään myös komposiittiteollisuudessa. Siemeniä, lehtiä ja kukintoja tuotetaan lisäksi elintarvike- ja lääketeollisuuteen (Nova-Institut GmbH 2017, viitattu 21.8.2018). Australiassa tiukka lainsäädäntö on pitänyt hampputeollisuuden tähän saakka pienimuotoisena, mutta tilanteen odotetaan muuttuvan, sillä hampun elintarvikekäyttö sallittiin vuonna 2017 (Evans 2017, viitattu 22.8.2018; AgriFutures Australia 2017, viitattu 22.8.2018). Ei-päihdyttävän kannabinoidi CBD:n kysyntä lääke- ja ravintolisäkäytössä on kasvanut viime vuosina ainakin Yhdysvalloissa ja Euroopassa. CBD:n markkinoiden ennustetaan kasvavan edelleen, mikä näkyy lisääntyneinä hampun tuotantomäärinä. (Nova-Institut GmbH 2016, viitattu 22.8.2018.)

## **2.4 Hamppu viljelykierrossa**

Kuituhamppu on hyvä viljelykiertokasvi, sillä sen rikkakasveja vähentävä ja maata kuohkeuttava vaikutus on seuraavalle kasville eduksi. Hampun juuristosta, sängestä ja lehdistä jää maahan paljon orgaanista ainesta, joka parantaa maan pieneliötoimintaa. (Bócsa & Karus 1998, 135; HempRefine 2018e, viitattu 6.8.2018.) Merkittävä osa hampun käyttämistä ravinteista palaa takaisin maahan, sillä korjattava kuiva korsi sisältää vain vähän ravinteita: liotetun korren on tutkittu sisältävän 0,72 % typpeä, 0,06 % fosforia ja 0,11 % kaliumia (Heard, Watson & Kostiuk 2007,

viitattu 25.8.2018; HempRefine 2018f, viitattu 7.8.2018). Hampun syvälle ulottuva pääjuuri kykenee nostamaan ravinteita maasta seuraavan kasvin käyttöön (HempRefine 2018e, viitattu 6.8.2018). Hampun juuristo toimii symbioosissa mykorritsasienen kanssa, mikä tehostaa etenkin maaperän fosforin hyödyntämistä sekä lisää kasvin taudin- ja kuivuudenkestävyyttä (Norokytö 2013, 14). Kevätkorjattavan hampun korret jäävät talveksi pystyyn peltoon, mikä ehkäisee eroosiota ja ravinnevalumia (HempRefine 2018f, viitattu 7.8.2018).

Maaperän hiilivarannot ovat vähentyneet, mikä on epäedullista ilmaston, ympäristön ja kestäväen ruoantuotannon kannalta (Luonnonvarakeskus 2016, viitattu 24.8.2018). Pariisin ilmastopimuksen kaudella 2020–2030 maatalousmaan päästöihin aletaan kiinnittää huomiota. Maatalousmaasta pitäisi saada hiilinielu päästölähteen sijaan, mikä tapahtuu lisäämällä maaperän hiilensidontaa. (Luonnonvarakeskus 2017, viitattu 24.8.2018; Regina 2017, viitattu 24.8.2018.) Hampun viljely olisi yksi hyvä keino, sillä hamppu sitoo paljon hiilidioksidia: tonnin varsisato sitoo 0,445 tonnia hiiltä eli 1,63 tonnia hiilidioksidia, lehti- sekä juurimassa puolestaan 0,084 tonnia hiiltä eli 0,30 tonnia hiilidioksidia (Vosper 2011, viitattu 24.8.2018). Esimerkiksi seitsemän tonnin hehtaarisato sitoo kaiken kaikkiaan 0,2 tonnia hiiltä eli 13,5 tonnia hiilidioksidia, josta maahan sitoutuu juurten ja lehtimassan mukana 0,5 tonnia hiiltä hehtaarille. Kuitusadon sitoma hiilidioksidi sitoutuu kuidusta tehdyn tuotteen elinkaaren mittaiseksi ajanjaksoksi, esimerkiksi eristeissä kymmeniksi vuosiksi (HempRefine 2018c, viitattu 22.8.2018).

Kuituhampun on todettu parantavan esikasvina ainakin ohran, vehnän ja perunan satoa (Bócsa & Karus 1998, 86; Zou 2015, 34; Kurunsaari 2017, 25–26). Esimerkiksi vehnällä sadonlisäys on noin 10–20 % (Bócsa & Karus 1998, 86). Kuituhamppua voidaan viljellä minkä tahansa kasvin jälkeen (Bócsa & Karus 1998, 86). Pakkahomeriski on kuitenkin huomioitava muita taudin isäntäkasveja viljeltäessä (Norokytö 2013, 15). Kevätkorjuuta käytettäessä on huomioitava, että syyskylvö ei ole silloin mahdollinen.

## **2.5 Viljelytuet ja valvonta**

Hampulle maksetaan pinta-alaperusteisia viljelytukia, mikäli lajike on tukikelpoinen. Tukikelpoiset lajikkeet määritellään Euroopan Unionin alueella vuosittain ja ne löytyvät hyväksytyjen lajikkeiden luettelosta (liite 1). Kylvössä käytetään sertifioitua siementä, jonka vakuustodistus tulee toimittaa kunnan maaseutuelinkeinoviranomaiselle. Kylvösiemenen määrä, kylvöpäivä ja hampun

käyttötapa ilmoitetaan joko Vipu-palvelussa tai kasvulohkolomakkeen 102B lisätiedoissa. Pienin tukikelpoinen ala on 0,05 ha. (Maaseutuvirasto 2018a, viitattu 9.7.2018.)

ELY-keskus kerää kasvustoista näytteitä TCH-pitoisuuden määrittystä varten ennen sadonkorjuuta. Valvottavat tilat valitaan käyttäen satunnaisotantaa ja painotettua otantaa. Valvonnat kattavat vuosittain vähintään 30 prosenttia hampuntuotantoon tarkoitettusta pinta-alasta. (Maaseutuvirasto 2018b, 4.) Näytteet kerätään ajanjaksolla, joka alkaa 20 päivää kukinnan alkamisesta ja päättyy 10 päivää kukinnan päättymisestä. Öljyhampulajike Finolan näytteet kerätään 55–75 vuorokautta kylvön jälkeen. Kasvusto on säilytettävä siihen saakka, että näytteet voidaan ottaa, minkä vuoksi sato voidaan korjata aikaisintaan 10 päivää kukinnan päättymisen jälkeen. (Maaseutuvirasto 2018a, viitattu 9.7.2018.)

Sallittu THC-pitoisuus on enintään 0,2 prosenttia (Maaseutuvirasto 2018a, viitattu 9.7.2018). Tulokset eivät vaikuta yksittäisen lohkon tukikelpoisuuteen, vaan siihen, mitä komission edellyttämää käytäntöä noudattaen seuraavan vuoden näytteet kerätään ja analysoidaan (Maaseutuvirasto 2018b, 9). Mikäli määrätyn lajikkeen kaikkien näytteiden keskiarvo ylittää raja-arvon kahtena peräkkäisenä vuonna, lajike ei ole tukikelpoinen seuraavasta vuodesta alkaen (Maaseutuvirasto 2018a, viitattu 9.7.2018).

## **2.6 Viljelytekniikka**

### **2.6.1 Maaperävaatimukset**

Hampulle sopivat maat ovat hikeviä, multavia ja kuohkeita (Amaducci, Scordia, Liu, Zhang, Guo, Testa & Cosentino 2015, 6; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018). Hamppu on hyvin herkkä sekä liialliselle että liian vähäiselle kosteudelle etenkin taimettumisen aikana (Struik, Amaducci, Bullard, Stutterheim, Venturi & Cromack 2000, 108). Myöskään liian tiiviit tai tiivistyneet maat eivät hampulle sovellu, sillä ne haittaavat juuriston kehitystä (Amaducci ym. 2015, 6). Parhaiten sopivia maalajeja ovatkin kevyet hietamultamaat ja multavat savimaat (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018). Vaikka hamppu ei ole viljavuuden suhteen kovin vaativa, parhaat sadot saadaan silti ravinteikkailla mailla (Desanlis, Cerruti & Warner 2013, 99; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018). Maan pH:n tulisi mielellään olla lähellä neutraalia, vähintään 5,6 (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; Desanlis ym. 2013, 99).

## 2.6.2 Maanmuokkaus ja kylvö

Maanmuokkauksella luodaan tasainen ja kuohkea kasvualusta. Kevätkosteuden säästäminen on tärkeää, sillä voimakkaan kasvun vuoksi hampun vedentarve kasvukaudella on melko suuri, noin 250–300 mm sadannan verran. (Bócsa & Karus 1998, 75, 87; Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018.) Taimettumisvaihe on herkkä kuivuudelle, myöhemmin syvä juuristo pystyy ottamaan vettä alemmista maakerroksista maan rakenteen ollessa hyvä (Bócsa & Karus 1998, 76).

Kylvö tehdään lämpimään maahan (8–10 °C), jotta kasvu käynnistyy nopeasti. Aikainen kylvö 1–2 °C:n lämpöiseen maahan on mahdollinen ja antaa parhaan tuloksen, mutta kuituhampusta saadaan riittävä sato Suomen oloissa vielä kesäkuun puolella välissä kylvettäessä. (Bócsa & Karus 1998, 72; Desanlis ym. 2013, 101; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018.) Hampu sietää jonkin verran hallaa: kasvukauden alussa se voi selvitä noin -5 °C:n pakkasesta. Optimaalisen kasvlämpötila on 19–25 astetta, matalissa lämpötiloissa kasvu hidastuu. (Desanlis ym. 2013, 99.) Kylvösyvyys on 1–3 cm maan kosteudesta riippuen. Tätä syvempää kylvöä ei yleensä suositella, sillä se heikentää itävyyttä merkittävästi. (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; Desanlis ym. 2013, 102.) Kylvö voidaan tehdä tavallisella kylvökoneella 12,5 cm:n riviväliä käyttäen (HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018). Jyräyksellä voidaan tarvittaessa varmistaa taimettumista ja painaa korjuuta haittaavat irtokivet maahan (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018).

Kuituhampulle sopiva kylvötiheys on 150–300 kpl/m<sup>2</sup>, mikä vastaa kylvömäärää 25–60 kg/ha (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018). Kylvötiheys riippuu käyttötarkoituksesta, sillä kasvuston tiheys vaikuttaa merkittävästi varren läpimittaan ja kasvin pituuteen (Legros ym. 2013, 81–84). Hienolaatuisin kuitu saadaan korkeilla kylvömäärillä, sillä tiheissä kasvustoissa varret ovat ohuempia, vaikkakin lyhyempiä (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; Legros ym. 2013, 82). Kokonaissatoon kylvötiheydellä ei juuri ole vaikutusta, sillä tiheissä kasvustoissa tapahtuu luonnollista harvenemistä. Tutkimuksissa jo 35 kg/ha kylvömäärällä on saavutettu 95 % satopotentialista. (Legros ym. 2013, 82.)



### 2.6.3 Lannoitus

Hampun ravinnetarve on voimakkaan kasvun vuoksi melko suuri (Bócsa & Karus 1998, 76). Ravinteista typpi vaikuttaa kasvuun eniten, joskin vaste typpilannoitukseen on vaihdellut eri tutkimuksissa (Amaducci ym. 2015, 9). Suositeltu typpilannoitus on 80–150 kg/ha maan viljavuudesta ja esikasvista riippuen (Bócsa & Karus 1998, 76; Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018, Amaducci ym. 2015, 9). Liiallisella typpellä näyttäisi olevan negatiivinen vaikutus kuidun laatuun, sillä kuitujen ontto ydin on suurempi ja näin ollen lujuus heikompi. Vaikutuksesta kuitusatoon on saatu ristiriitaisia tuloksia. (Amaducci ym. 2015, 10.)

Hampun vaste fosfori- ja kaliumlannoitukseen on typpilannoitusta vähäisempi (Amaducci ym. 2015, 9). Niinpä fosfori- ja kaliumlannoitus kannattaa tehdä maan viljavuusanalyysien mukaan (Laine 2017, viitattu 13.7.2018). Fosforilannoituksen ohjeellinen määrä on 20–30 kg/ha ja kaliumin 60–100 kg/ha (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018; HempRefine 2018g, viitattu 11.7.2018).

### 2.6.4 Kasvinsuojelu

Kasvinsuojelun suhteen hamppu on helppo kasvi, sillä hamppu ei vaadi kasvinsuojeluaineita (HempRefine 2018e, viitattu 6.8.2018). Nopea alkukasvu ja kasvuston tiheys tukahduttavat rikkakasvit tehokkaasti, mikäli olosuhteet ovat hampun kasvulle suotuisat. Tiheän kasvuston alla rikkakasvien siemenet eivät myöskään yleensä pääse tuleentumaan, mikä helpottaa seuraavan kasvin rikkatilannetta. (Bócsa & Karus 1998, 132–133.) Hampulla ei esiinny tuholaisia Suomessa. Kasvitaudeista pahka- ja harmaahometta voi ilmetä tiheissä hampukasvustoissa kosteina kesinä. (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018.) Pahkahomeriski kannattaa ottaa huomioon viljeltäessä öljykasveja tai pahkahomeen isäntäkasveja, kuten perunaa (Norokytö 2013, 15).

### 2.6.5 Sadonkorjuu ja liotus

#### Korjuu Suomessa

Suomessa kuituhamppu korjataan vasta keväällä (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018). Kuidun erottelemisen helpottamiseksi korret on tapana liottaa (Bócsa & Karus 1998, 115). Kevätkorjuumenetelmässä eli ns. dry-line -menetelmässä (kuvio 5) liotus perustuu syksyn aikana varteen kertyneen kosteuden jäätymiseen ja sulamiseen lämpötilan vaihdellessa. Kuitukimppujen

ja puuosan väliin muodostuva jää irrottaa kuidut varresta. (Pasila 2004, 42.) Suomessa syyskorjuun ongelmana ovat kosteat olosuhteet, jotka nostavat kuivauskustannukset kohtuuttomiksi. Kevätkorjuumenetelmässä erillistä kuivausta ei tarvita, sillä sadon suhteellinen kosteus on keväällä noin 10 %. (Pasila 2004, 1, 9.)



*KUVIO 5. Kevätkorjattava hampunkasvusto (kuva: Kaisa Matila 2018)*

Korjuu on hampunviljelyn haastavin vaihe. Vahvat varret kietoutuvat helposti koneiden pyörievien osien ympärille ja etenkin keväällä kuivissa oloissa korjattaessa riski tulipalon syttymiseen on suuri. Saman riskin muodostavat irtokivien aiheuttamat kipinät, minkä vuoksi viljely kivisillä lohkoilla ei ole suositeltavaa. (Ikonen, Kilpeläinen & Puhakka-Tarvainen 2015, 8; Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.)

Korjuu voidaan tehdä keväällä useampana eri ajankohtana: heti lumipeitteen lähdettyä maan ollessa roudassa, juuri ennen kevätkylvöjä pellon jo kuivuttua koneita kestäväksi tai myöhemmin keväällä kylvötöiden jälkeen (Luokkakallio 2012, viitattu 11.7.2018). Kuituhampun niittäminen vaatii järeän kaluston ja terävät terät, minkä vuoksi käytännöksi on kevätkorjuussa muodostunut niittämisen sijaan kasvuston jyrääminen kumoon esimerkiksi traktorin keulakuormaimen poikittain kiinnitetyllä rumpuputkella. Jyrätty kasvusto karhotetaan yleensä yksiroottorisella karhottimella. Sato voidaan paalata joko pyöröpaalaimella tai suurkantipaalaimella. Edellä mainittu kuidun kietoutuminen muodostuu helposti ongelmaksi pyöröpaalaimia käytettäessä, sillä kuitu takertuu

helposti esimerkiksi paalaimen noukkimeen. (Ikonen ym. 2015, 8; Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.)

### **Korjuu muualla maailmassa**

Muualla maailmassa hamppu korjataan tuoreena ja tarkempi korjuuaika määräytyy käyttötarkoituksen mukaan. Liotusmenetelmänä käytetään tavallisimmin peltoliotusta eli varret jätetään pellolle 2–3 viikoksi niiton jälkeen. (Bócsa & Karus 1998, 104–105, 113, 115.) Tällöin mikro-organismien erittämät entsyymit hajottavat kuitukimppuja yhteen sitovaa ja niitä ympäröivää pektiiniä, mikä saa kuidun irtoamaan varresta. Mikrobitoiminta vaatii sopivat kosteus- ja lämpöolot, joten peltoliotuksen onnistuminen riippuu ilmastosta. (Bouloc 2013a, 147–148.) Peltoliotuksen aikana sadon tulisi myös kuivua sopivaan 15–20 prosentin paalauskoosteuteen (Bócsa & Karus 1998, 115).

Hampun korjuuseen on maailmalla kehitetty monenlaisia menetelmiä palvelemaan eri käyttötarkoituksia. Hamppu voidaan korjata käyttötarkoituksen mukaan joko kokonaisena tai silputtuna. Sopivilla alueilla korjuuta tehdään myös yhdistettynä siemenen ja kuidun korjuuna, jolloin varret joko säilytetään kokonaisina tai silputaan. (Amaducci & Gusovius 2010, 116–121; Gusovius & Lühr 2017, 4–9.)

Tekstiiliteollisuuden vaatiman pitkän kuidun saamiseksi varret on perinteisesti korjattu kokonaisina tai pitkissä osissa. Pitkittäiskorjuuksi kutsutussa menetelmässä varret niitetään ajosuuntaan nähden poikittain yhdensuuntaisesti karholle, minkä jälkeen ne voidaan kerätä nipuiksi ja asetella pystyasentoon kuivumaan. Käsityön vähentämiseksi Itä-Euroopassa on kehitetty ja käytetty laitteita, jotka sekä niittävät että niputtavat varret. (Amaducci & Gusovius 2010, 117; Pari, Baraniecki, Kaniewski & Scarfone 2015, 91.) Hamppukuitua on käsitelty pellavalle tarkoitetuilla linjastoilla, mutta ongelmaksi on muodostunut materiaaalilta vaadittava metrin enimmäispituus. Tähän ratkaisuna hamppua on korjattu noin 1–1,4 metrin mittaisena ns. vauvahamppuna. Toinen, täyden kasvuajan salliva, ratkaisu pituusongelmaan on ollut Kranemannin kehittämä kone, joka katkaisee varret kahdesta kohtaa ja jättää latva- ja tyviosat eri karhoihin. (Amaducci & Gusovius 2010, 117.) Puolassa on myös valmistettu prototyyppi traktorivetoisesta koneesta (kuvio 6), joka leikkaa varret kolmeen osaan: varret jäävät yhdensuuntaisesti karholle ja latvaosat kerätään perässä kulkevaan kärryyn (Pari ym. 2015, 92). Tällaisia eri kasvinosat erottelevia korjuuratkaisuja

voitaisiin käyttää myös, kun halutaan korjata erikseen varret ja kukinto-osa (Gusovius & Lühr 2017, 5).



*KUVIO 6. Puolalainen laite, jolla latvaosa voidaan korjata suoraan kærriyyn (Pari ym. 2015, 92)*

Teknisiin käyttökohteisiin sopivan silputun hampun korjuussa laajimmin on käytössä HempCut 3000/4500 (kuvio 7). Laite koostuu Claas Jaguar -ajosilppurista, johon on liitetty Kemperin leikkuupöytä ja HempFlaxin kehittämä yksiteräinen silppuri. Korret katkaistaan 150–700 mm:n mittaiseksi silpuksi ja ne jäävät karhelle suoraan rummun alle, josta ne voidaan korjata paalaimella. Laitteen etuna on, että ajosilppuria voidaan käyttää muidenkin kasvien korjuuseen. (Pari ym. 2015, 91; Gusovius & Lühr 2017, 6.) Laitetta on kokeiltu Ruotsissa hampun kevätkorjuussa hyvin tuloksin (Nilsson & Olsson 2008, 20). Hampua on korjattu vaihtelevin tuloksin myös pelkällä ajosilppurin ja Kemperin maissinkorjuupään yhdistelmällä (Hansson 2005, 13; Tomppo, Turpeinen, Lappalainen & Jokela 2018, viitattu 9.9.2018).



*KUVIO 7. HempCut (Gusovius & Lühr 2017, 6)*

Saksalaisen Kranemannin kehittämä Blücher (kuvio 8) perustuu erilaiseen toimintatapaan: hamppu niitetään ja katkotaan maksimissaan 80 cm:n mittaiseksi silpuksi pystyasennossa, minkä jälkeen materiaali jää karholle (Hansson 2005, 9; Gusovius & Lühr 2017, 6). Eräänä ratkaisuna on kehitetty tuplaterillä varustettuja sorminiittokoneita, joissa on leikkuupalkit 2–4 tasossa (kuvio 9). Varret katkaistaan useampaan osaan ja ne jäävät tasaisesti pellolle. (Amaducci & Gusovius 2010, 11–119; Gusovius & Lühr 2017, 7.)



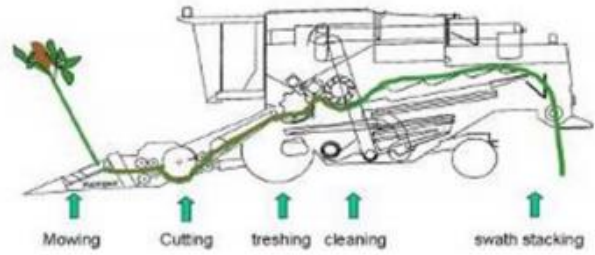
KUVIO 8. Blücher (Pari ym. 2015, 91)



KUVIO 9. Tebeco Clipper 4.3 MMH, jossa leikkuupalkit kolmessa tasossa (Pari ym. 2015, 92)

Yhdistetyssä siementen ja kuidun korjuussa hampun latvaosa puidaan ja loppuosa varresta niitetään myöhemmin edellä mainitulla sorminiittokoneella. Vuosituhanen vaihteessa kehitettiin myös laite nimeltä Hanfvollernter (kuvio 10), joka silppuaa varret samalla kertaa. Laite koostuu puimurista, jossa on Kemperin maissinkorjuupää ja HempCutin silppuri. Kehittyneintä tekniikkaa edustaa DunAgron yhdessä Wittrockin kanssa kehittämä laite (kuvio 11), joka korjaa siemenet,

kukinnot ja lehdet koneen eteen asennetulla erityisellä korjuupäällä, mutta jättää varret pystyyn. Varret voidaan myöhemmin korjata käyttäen HempCutia. (Gusovius & Lühr 2017, 7–8.)



KUVIO 10. Hanfvollernter ja sen toimintaperiaate (Gusovius & Lühr 2017, 7)

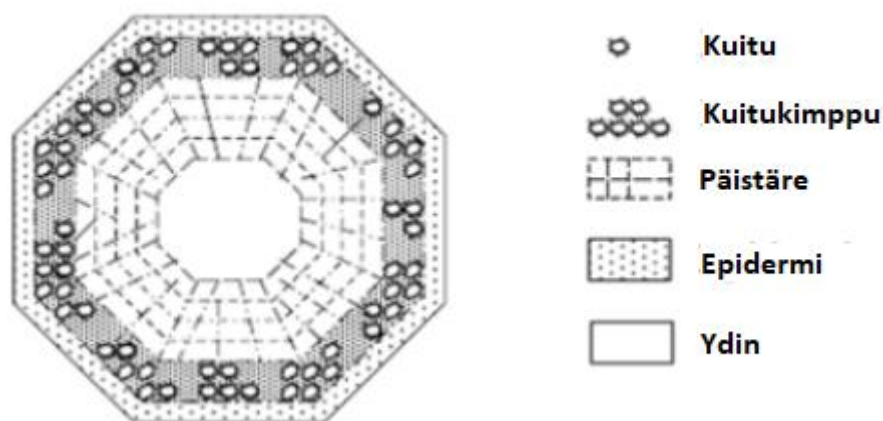


KUVIO 11. DunAgron ja Wittrockin kehittämä laite (Gusovius & Lühr 2017, 7)

### 3 KUITUHAMPUN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖ

#### 3.1 Kuidun ominaisuudet ja laatu

Hampun varsi rakentuu muiden yksivuotisten ja kaksisirkkaisten kasvien tapaan ytimestä, puuosasta eli ksyleemistä, jällestä, nilaosasta eli floemista, kuoresta sekä epidermistä. Hampusta voidaan erotella kahdenlaista kuitua (kuvio 12): nilaosan niinikuidut sekä puuosan kuidut, joita kutsutaan päistäreiksi. (Sankari 2000, 14–15.) Kuituhampun kasvatus tähtää pitkien niinikuitujen tuotantoon, mutta lyhyillä ydinkuiduillakin on omat käyttökohteensa (Sankari 2000, 21; Laurila 2013, 34). Kuidun osuus varresta on noin 30–35 %, loppuosa on päistärettä (Berenji ym. 2013, 61).



KUVIO 12. Varren poikkileikkaus (Schwarzova, Stevulova, Cigasova & Junak 2014,1, muokattu)

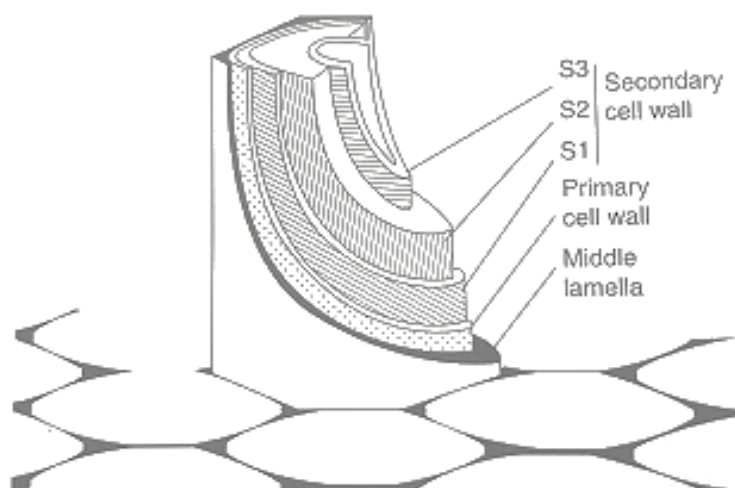
Niinikuidut sijaitsevat varressa kuoren ja puumaisen ytimen välissä enimmäkseen pektiinistä koostuvan välikerroksen yhteen sitomina kuitukimppuina (kuvio 12). Näitä kuitukimppuja kutsutaan teknisiksi kuiduksi (Chabbert ym. 2013, 32.) Ulompana sijaitsevat primaarimeristeemistä alkunsa saavat, nivelvälin pituuskasvun aikana syntyvät primaarikuidut. Sisempänä ovat jälsikerroksen aikaansaaman sekundaarisen paksuuskasvun synnyttämät sekundaarikuidut, jotka syntyvät nivelvälin pituuskasvun päättymisen jälkeen (Chabbert ym. 2013, 30–31). Primaarikuidut ovat pitkiä ja paksuseinäisiä, sekundaarikuidut lyhyempiä, ohuempia ja ligniinipitoisempia. Niinikuitujen mittojen on raportoitu vaihtelevan enemmän kuin ydinkuitujen, jotka ovat tasalaatuisempia (taulukko 1). Primaarikuidut ovat ominaisuuksiltaan sekundaarikuituja parempia useisiin teollisiin

käyttökohteisiin, minkä vuoksi niiden määrä pyritään maksimoimaan korjuun ajoituksella. (Amaducci & Gusovius 2010, 112–113.)

TAULUKKO 1. Kuitulajien mitat (Amaducci & Gusovius 2010, 112–113)

Kuitulaji	Pituus (mm)	Läpimitta ( $\mu\text{m}$ )
Primaarikuitu	3–55	22–32
Sekundaarikuitu	2	17
Ydinkuitu (päistäre)	0,4–0,6	24–41

Hampun niinikuidut ovat pitkiä ja paksuseinäisiä kasvisoluja, jotka rakentuvat primaarisoluseinästä, kolmikerroksisesta sekundaarisoluseinästä sekä solun keskellä sijaitsevasta pienestä ontelosta, lumenista (kuvio 13). Kemiallisesti kuidut koostuvat selluloosasta, hemiselluloosasta, ligniinistä, pektiinistä, vahoista sekä vesiliukoisista ainesosista. (Saarinen 2011, 6–8.) Selluloosa (55–76 %), hemiselluloosa (10–18%) ja ligniini (3–8%) ovat peruskomponentit, jotka määräävät kuidun fysikaaliset ominaisuudet. Näistä selluloosa on jäykin ja vahvin rakenneosia. (Shaszad 2011, 2.)

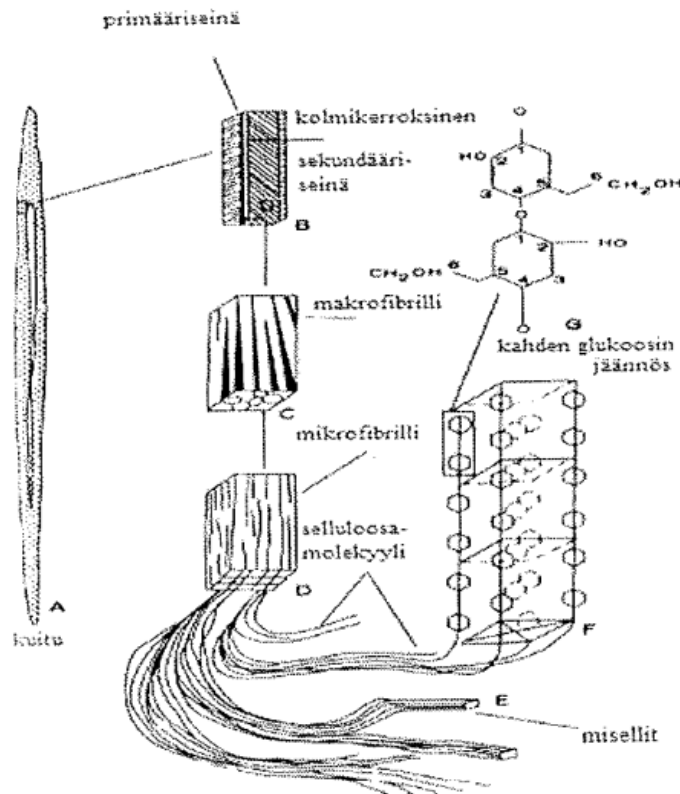


KUVIO 13. Kuidun soluseinän kerrokset (Chabbert ym. 2013, 32)

Kuidut syntyvät hierarkkisesta rakenteesta (kuvio 14), jonka perusyksikkö on kuusihiiliatominen glukoosimolekyylä (Saarinen 2011, 6–8). Ketjuuntuneet ja sivusuunnassa yhteen liittyneet glukoosimolekyylit muodostavat selluloosamikrofibrillejä. Hemiselluloosasta ja ligniinistä



muodostuva matriisi sitoo selluloosamikrofibrillit yhteen soluseinäksi: hemiselluloosa sitoo selluloosamikrofibrillit toisiinsa ja ligniini muodostaa pinnan, joka suojaa hemiselluloosaa ja selluloosaa entsyymeiltä ja bakteereilta. (Saarinen 2011, 7; Lepistö 2014, 13.) Selluloosamikrofibrillit ovat suuntautuneet eri tavalla sekundaarisoluseinän eri kerroksissa (kuvio 13). Mikro fibrillikulma ja soluseinän paksuus ovat tärkeimmät tekijät solun mekaanisten lujuusominaisuuksien kannalta (Eder & Burgert 2010, 35).



KUVIO 14. Kuidun rakenne (Saarinen 2011, 8)

Laadukkaan kuidun määritelmä riippuu käyttökohteesta: erilaiset käyttökohteet vaativat kuidulta erilaisia ominaisuuksia (Amaducci & Gusovius 2010, 113). Kuidun laatuun vaikuttavat sekä luontaiset ominaisuudet että käsittelystä johtuvat ominaisuudet. Luontaisista ominaisuuksista voidaan mitata geometrisiä, mekaanisia, fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia sekä käyttäytymistä eri olosuhteissa (taulukko 2). Käsittelystä johtuvia ominaisuuksia ovat epäpuhtaudet, käsittelyvauriot ja käsittelyaste. (Müssig, Fischer, Graupner & Drieling 2010, 270–271.) Useimmissa teollisissa käyttökohteissa merkitystä on kuidun pituudella, läpimitalla, vetolujuudella, liotusasteella sekä puhtaudella (Sankari 2000, 39; Bouloc 2013a, 149, 156–157). Ominaisuuksien mittaaminen ja vertaaminen on vaikeaa menetelmien kirjavuuden vuoksi. Lisäksi terminologia aiheuttaa sekaannuksia: termiä kuitu käytetään sekä kuitukimpuista että yksittäisestä

kuidusta. Kuitukimppujen ominaisuudet voivat poiketa paljon yksittäisen kuidun ominaisuuksista, joten tulokset eivät ole vertailukelpoisia. (Eder & Burgert 2010, 31.)

TAULUKKO 2. Kuidun luontaisten ominaisuuksien luokittelu (Müssig ym. 2010, 272, muokattu)

TYYPPI	ALATYYPPI
Geometriset ominaisuudet	Pituus, poikkileikkaus, pinnan rakenne
Mekaaninen käyttäytyminen	Vetolujuus, taipumisominaisuudet
Tiheys	Materiaalin tiheys, näennäistiheys
Väri	Kuidun väri, väri luokitteluasteikolla
Kemiallinen koostumus	Ainesosien pitoisuudet, polymerisoitumisen aste
Fysikaalinen rakenne	Kiteisyys, mikrofibrillikulma
Kitkakäyttäytyminen	Kuitujen välinen kitka, kitka muita materiaaleja vastaan
Sähköstaattinen käyttäytyminen	
Kosteuskäyttäytyminen	Kosteuspitoisuus, absorptio, turpoaminen
Käyttäytyminen määrättyissä olosuhteissa	Lämpökäyttäytyminen, hapot, hapettimet, säteily, mikrobit

Jalostuksella on saatu kehitettyä kuiduntuotantoon paremmin sopivia lajikkeita, joilla kuidun osuus varresta on suurempi kuin alkuperäisillä lajikkeilla (Berenji ym. 2013, 55). Alankomaissa on myös kehitetty lajikkeita, joiden kuitu on helpommin eroteltavissa (Report on the effects of agronomic practices on hemp biomass yield (fibre and seeds) and quality 2017, viitattu 9.9.2018). Genotyypin vaikutusta kuidun laatuun pidetään yleisesti vähäisempänä kuin viljely- ja jalostustoimien vaikutusta (Berenji ym. 2013, 55). Lajikkeiden välisistä eroista kuidun laadun suhteen on sen sijaan vähän tietoa saatavilla. Laatueroja lajikkeiden välillä on tutkimuksissa löydetty, mutta laadun vaihtelu varren eri osissa, kasvuolosuhteiden aiheuttamat erot genotyypin sisällä sekä viljelytekniikan vaikutus tekee lajikkeen valikoinnista määrättyä käyttökohdetta varten vaikeaa. (Amaducci ym. 2015, 7–8.) Lisäksi kuidun laadun mittaamiseen käytetyt menetelmät ovat olleet vaihtelevia, mikä vaikeuttaa saatujen tulosten vertailua keskenään (Amaducci & Gusovius 2010, 113).

Kuidun laatu vaihtelee luonnostaan samassa kasvissa, sillä kuidun kypsyys (Amaducci & Gusovius 2010, 113) sekä primaari- ja sekundaarikuitujen osuus (Amaducci, Zatta, Pelatti & Venturi 2006,

168) vaihtelevat varren eri osissa. Kuidun kypsymisellä tarkoitetaan soluseinien läpimitan kasvamista ja onton ytimen täyttymistä kuidun kehittyessä. Kuidut kypsyvät epätasaisesti jopa samassa nivelvälissä: ulkokerroksen kuidut kypsyvät sisempiä kerroksia nopeammin. Lisäksi alempien nivelvälien kuidut kypsyvät aiemmin kuin ylempien. Tästä syystä kuidun ominaisuudet vaihtelevat kasvinosan ja korjuuajan mukaan. (Amaducci & Gusovius 2010, 113.)

Tärkeimmät kuidun laatuun vaikuttavat viljelytekniset tekijät ovat kylvötiheys ja korjuu aika. Kylvötiheyden vaikutuksesta satotasoon on saatu vaihtelevia tuloksia, mutta korkeammilla kylvötiheyksillä saadaan lyhyempiä ja ohuempivartisia kasveja, joissa tyven nivelväli on pidempi. Tällöin kasvisolut ovat pidempiä ja ohuempia. Korjuuajalla voidaan vaikuttaa sekundaarikuidun osuuteen, kuitujen ligniinipitoisuuteen, kuitujen kypsytyteen ja tasalaatuisuuteen. Heikompilaatuisen sekundaarikuidun kehitys alkaa varhaisen kukinnan vaiheessa ja määrä kasvaa siemenen tuleentumisen loppuvaiheessa. Samoin kuidun ligniinipitoisuus kasvaa kukinnan alusta siementen tuleentumisvaiheeseen. (Amaducci & Gusovius 2010, 113–115.) Tasalaatuista kuitua tavoiteltaessa on otettava huomioon, että varren alaosan kuidut saavuttavat kypsytyden kukinnan alkaessa, kun taas yläosan kuitujen kypsyminen jatkuu tämän jälkeenkin (Amaducci & Gusovius 2010, 113,115; Liu, Fernando, Daniel, Madsen, Meyer, Ale & Thygesen 2015, 29).

### **3.2 Kuidutusprosessi**

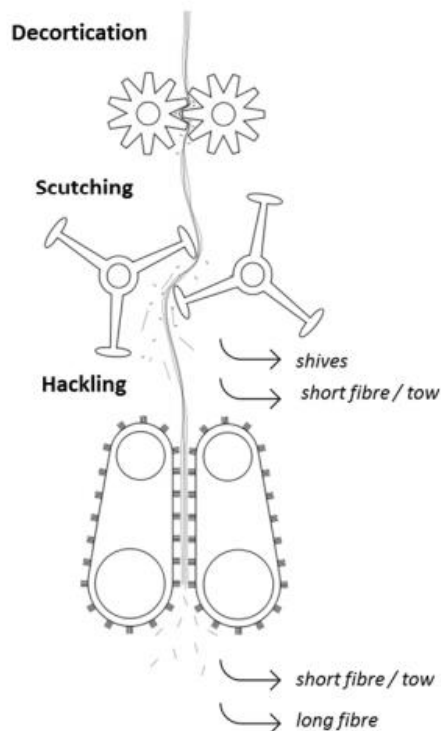
Kuidun erotteluprosessi on erilainen riippuen kuidun käyttötarkoituksesta. Käyttökohteet vaativat erilaista kuidun pituutta sekä eriasteista puhtautta eli päistärepitoisuutta ja liotusastetta eli sidosainepitoisuutta. Erilaisten vaatimusten vuoksi kuidun erotteluun ja käsittelyyn ei ole yhtä ainoaa tapaa. (Bouloc 2013a, 145, 149–151, 156–157.)

#### **Liotus**

Liotus helpottaa hampun prosessointia: mitä korkeampi liotusaste, sitä tehokkaammaksi erotteluprosessi muuttuu. Peltoliotuksen lisäksi on kehitetty muita liotusmenetelmiä eri käyttötarkoituksia varten. Liotus voidaan tehdä vedellä, entsyymeillä, kemikaaleilla tai höyryräjäytyksellä. Kontrolloidulla liotuksella saadaan parempilaatuista kuitua, mutta korkeiden tuotantokustannusten vuoksi menetelmät sopisivat vain arvokkaiden erikoistuotteiden valmistukseen ja ovat toistaiseksi jääneet tutkimusasteelle. (Amaducci & Gusovius 2010, 122–123, 128.)

## Pitkän kuidun erottelu

Pitkää hamppukuitua saadaan perinteisellä erottelumenetelmällä, jossa varret käsitellään joko kokonaisina tai pitkinä osina ja pidetään yhdensuuntaisina koko prosessin ajan. Itä-Euroopasta vielä löydettävät perinteiset laitteistot voivat käsitellä kokonaisia varsia, kun taas pellavalle tarkoitetuilla moderneilla linjastoilla voidaan käsitellä vain noin metrin mittaisia varren osia. (Amaducci & Gusovius 2010, 122–123.) Varret syötetään ensin läpi yhdestä tai useammasta telaparista, jotka murskaavat varret ja irrottavat päistäreen osittain (kuvio 15). Seuraavaksi kuitu lihdataan eli siitä poistetaan lisää päistärettä sekä lyhyttä kuitua. Rohtimiksi kutsuttu lyhyt kuitu on sivutuote, joka voidaan hyödyntää joko teknisissä sovelluksissa tai karstaamisen tai cottonisoinnin jälkeen alempiläätteisissä tekstiileissä. Viimeinen vaihe on häkilöinti, jossa kuitukimput avataan hienommiksi kuiduiksi. Lopputuloksena syntyvä pitkä kuitu sopii kehrättäväksi ja käytettäväksi korkealaatuisissa tekstiileissä. (Amaducci & Gusovius 2010, 123; Gusovius & Lühr 2017, 15–16.)



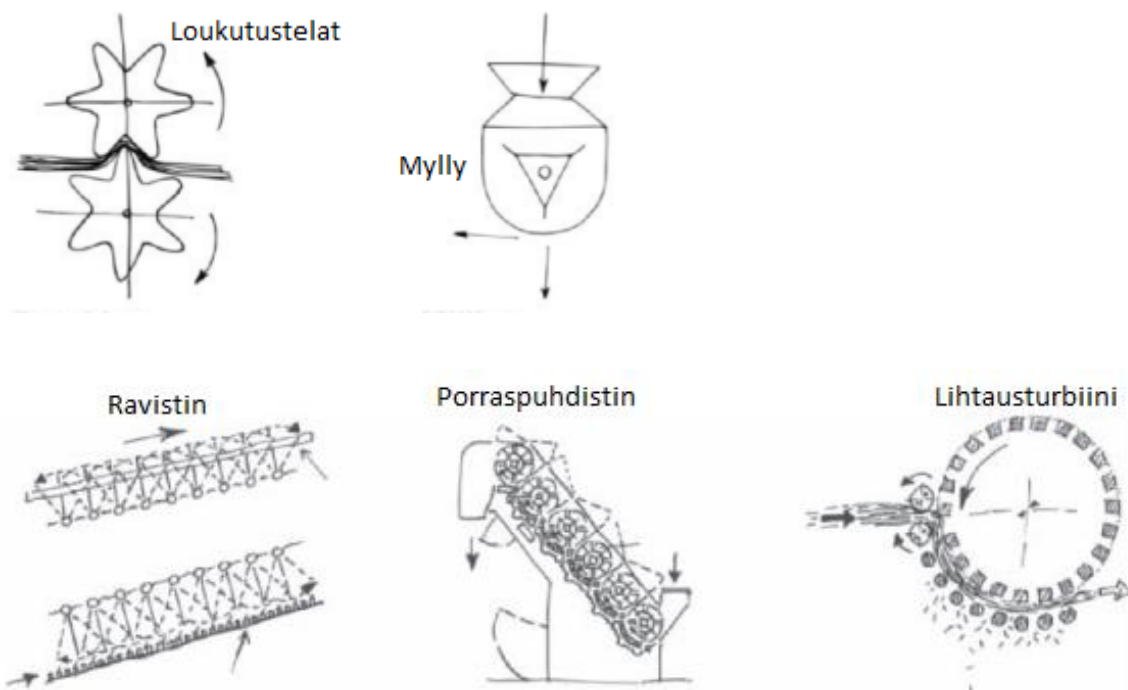
KUVIO 15. Pitkän kuidun erottelu: murskaus ja päistäreen erottelu (decortication), lihtaus (scutching) ja häkilöinti (hackling) (Gusovius & Lühr 2017,15)

## Teknisen kuidun erottelu

Kiinnostuksen hamppukuitua kohtaan noustua 1980- ja 1990-luvuilla useat eurooppalaiset laitevalmistajat kehittivät uusia laitteistoja kuidun erotteluun. Nämä laitteistot tuottavat lyhyttä kuitua

teknisiin sovelluksiin, kuten komposiitteihin, eristeisiin ja geotekstiileihin. Laitteistojen kapasiteetti on noin 5–10 tonnia tunnissa. Prosessin päävaiheet ovat paalin avaus, kuidun erottelu, puhdistus ja raffinointi. (Amaducci & Gusovius 2010, 123–124, 128.)

Paalinavaustekniikka riippuu siitä, käytetäänkö pyöro- vai kanttipaaleja. Oleellista on saada aikaan tasainen ja jatkuva materiaalivirta. Prosessin alussa varsimateriaalista poistetaan epäpuhtaudet, kuten metalli ja kivet. Tämän jälkeen varret murskataan kuidun ja päistäreän erottelemiseksi joko loukutusteloilla tai erilaisilla myllyillä, kuten vasarmyllyllä (kuvio 16). Murskauksen jälkeen kuidun seassa on vielä päistäreän palasia, jotka poistetaan seuraavassa vaiheessa. (Amaducci & Gusovius 2010, 123–124; Gusovius & Lühr 2017, 16; Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.) Kuidun ja päistäreän lopullinen erottelu tapahtuu yleisimmin joko ravistimilla, porrasturbiineilla tai lihtausturbiineilla (kuvio 16). Eroteltu kuitu ja päistäre käsitellään tämän jälkeen omilla linjoillaan. Kuitukimput erotellaan kuidunavaajalla tai karstauskoneella hienommaksi kuiduksi. Lopputulos riippuu aiemmasta käsittelystä ja käyttökohteesta. Päistäre puolestaan puhdistetaan ennen pakkaamista epäpuhtauksista, kuten hienosta kuidusta ja pölystä. (Amaducci & Gusovius 2010, 124–127; Gusovius & Lühr 2017, 16–17.)



KUVIO 16. Kuidun ja päistäreän erottelutekniikkaa (Amaducci & Gusovius 2010, 126, muokattu)

Materiaalin kulku linjastolla tapahtuu joko mekaanisilla kuljettimilla tai pneumaattisesti putkistoissa (Amaducci & Gusovius 2010, 127). Prosessissa syntyy paljon pölyä: tonnin varsisadon erottelussa pölyä syntyy 150 kiloa. Pöly kerätään talteen ja voidaan hyödyntää esimerkiksi maanparannusaineena tai rakeistaa eläinten kuivikkeeksi. (Bouloc 2013a, 159.) Kuidun ja päistäreän pakkauslaitteistot ovat myös välttämätön osa linjastoa (Amaducci & Gusovius 2010, 127).

Kanadalainen yritys Canadian Greenfield on kehittänyt laitteiston, joka ei perustu vasaramyllytekniikkaan, vaan kinematiikkaan. Laitteisto erottelee kuidun ja päistäreän ohella ”vihreää mikrokuitua”, jonka sanotaan sisältävän hampun yhdisteitä, kuten CBD:tä ja terpeenejä. Perinteisiin linjastoihin verrattuna HempTrain on edullinen 1,8 miljoonan dollarin hankintahinnaltaan, joskin kapasiteetti on myös alhaisempi, noin tonni tunnissa. (Bouloc 2013a, 160; Canadian Greenfield Technologies 2018, viitattu 8.9.2018.)

### **Muut menetelmät**

Kuidun mekaanisen erottelun ohella voidaan käyttää muita menetelmiä, kuten höyryräjäytystä sekä ultraäänellä, entsyymeillä tai kemikaaleilla erottelua. Oikeastaan kyse on liotuksen suorittamisesta vasta mekaanisen erottelun jälkeen. Kuten liotuksen yhteydessä todettiin, menetelmät ovat jääneet kokeiluasteelle, sillä kustannukset nousevat liian suuriksi vahvasti kilpailluilla kuitumarkkinoilla. (Amaducci & Gusovius 2010, 123, 128.) Kiinassa entsyymattisia käsittelyitä kuitenkin kehitetään laadukkaan tekstiilikuidun tuottamiseksi (Nova-Institut GmbH 2017, viitattu 21.8.2018).

Suurten ja kalliiden tehdasloukan laitteistojen ohelle on kehitetty pienempiä liikuteltavia kuidutuslaitteistoja, joiden etuna ovat paitsi pienemmät investointikulut myös säästöt raaka-aineen kuljetuskustannuksissa (Bouloc 2013a, 158). Liikuteltavia laitteistoja on kehitelty, mutta markkinoilta niitä ei vielä löydy kovin monia. Uusiseelantilainen Textile & Composite Industry on kehittänyt liikuteltavan yksikön, joka pystyy erottelemaan liottamattoman kuidun. D8 Decorticator voi tämän vuoksi säästää aikaa ja vähentää tuotannon riippuvuutta säästä alueilla, joilla normaalisti käytetään peltoliotusta. Laitteen kapasiteetti on kaksi tonnia tunnissa. (D-8+ Hemp Decorticator Specifications 2018, viitattu 8.9.2018; Textile & Composites Industries 2018, viitattu 8.9.2018.) Yhdysvaltalaiset yritykset HempLogic ja Power Zone ovat kehitelleet liikuteltavaa laitteistoa, jolla pystytään prosessoimaan jopa 10 tonnia tunnissa. Laitteiston hinta on noin 2–2,5 miljoonaa dollaria. (Nichols 2018, viitattu 8.9.2018.) Suomessa HempRefine Oy on kehittänyt moduuleissa kulkeutuvan kuidutuslinjaston, joka voidaan koota lähelle viljelyaloja. Eurooppalaisista linjastoista

poiketen laitteistolla voidaan tuottaa myös pitkää hamppukuitua, josta voidaan valmistaa kestävämpiä komposiitteja. (Hemprefine 2018h, viitattu 8.9.2018.) Laitteiston kapasiteetti on kaksi tonnia tunnissa ja hinta alle miljoona euroa (HempRefine 2018i, viitattu 8.9.2018).

### **3.3 Kuidun käyttö**

#### **3.3.1 Tekstiilit**

Hamppukuidun käyttö tekstiiliteollisuudessa on hyvin marginaalista: Euroopassa tekstiilikäyttöön menevän kuidun osuus oli vuonna 2013 vain 0,1 % (Carus 2017, 4). Tekstiiliteollisuuden ydinalueella Aasiassa erityisesti Kiina on kuitenkin lisäämässä hamppukuidun käyttöä tekstiileissä (Kramer 2017, 12, 18, 31). Tekstiilikuitujen tarve maailmassa kasvaa jatkuvasti väestönkasvun vuoksi: on ennustettu, että vuoteen 2030 mennessä markkinoille syntyy 40 miljoonan tonnin kuituvaje. Puuvilla ja tekokuidut kattavat tällä hetkellä 90 % maailman kuitutarpeesta, mutta tarve löytää näille korvaajia on suuri. (Kramer 2017, 21–22.) Puuvillan tuotantoa ei voida lisätä, koska kasvin vaatima runsas kastelu uhkaa kuluttaa viljelyalueiden vesivarat loppuun ja kasvava väestö tarvitsee alaa ruoantuotantoon (Solidaridad 2016, viitattu 13.8.2018; Puukka 2017, viitattu 13.8.2018). Veden lisäksi puuvillan viljely vaatii paljon torjunta-aineita ja lannoitteita. Tekokuitujen raaka-aineena olevan fossiilisen öljyn varannot puolestaan vähenevät koko ajan, mikä johtaa jossain vaiheessa hinnan nousemiseen. Viime vuosina on alettu kiinnittää huomiota tekokuituvaatteista irtoaviin mikromuoveihin, jotka aiheuttavat vaaran sekä ympäristölle että terveydelle kertyessään vesistöihin ja ruokaketjuun. (Kramer 2017, 22, 32.)

Hamppukuidulla on potentiaalia korvaavaksi kuiduksi, sillä sen ympäristövaikutukset ovat merkittävästi puuvillaa vähäisemmät: hamppu vaatii saman sadon tuottamiseen huomattavasti vähemmän vettä, lannoitteita, torjunta-aineita ja viljelypinta-alaa (Kramer 2017, 24). Hamppu on materiaalina kestävä, hengittävä ja imukykyinen. Sillä on myös antibakteerisia ja ultraviolettiesteilyltä suojaavia ominaisuuksia. (Kramer 2017, 25; Tomppo, Turpeinen & Lappalainen 2018, 25.) Kuidun antibakteeristen ominaisuuksien on arveltu johtuvan vapaista ja esteröityneistä steroleista ja triterpeeneistä, joilla tiedetään olevan antibakteerisia vaikutuksia (Andre, Hausman & Guerriero 2016, 2).

Perinteisesti hamppulanka on kehrätty pitkistä aivinakuidusta eli kuitukimpuista. Pitkien kuitujen kehrääminen ei kuitenkaan onnistu esimerkiksi villalle tarkoitetuilla linjastoilla, joten hampputa varten tulisi olla oma laitteistonsa. (Tomppo ym. 2018, 25.) Lyhyestä eli pidemmälle erotellusta kuidusta voidaan kehrätä lankaa sekoituksena esimerkiksi puuvillan tai villan kanssa (Maslo & Erlandsson 2017, 2; Tomppo ym. 2018, 25). Sataprosenttisen hampputangan kehrääminen ei onnistu muille materiaaleille tehdyillä laitteilla, minkä vuoksi sekoittaminen on välttämätöntä (Kramer 2017, 26; Tomppo ym. 2018, 25). Lyhyt kuitu eli niin sanottu cottonisoitu hampputa saadaan käsittelemällä hampputakuitu pituudeltaan ja kehräysteknisiltä ominaisuuksiltaan puuvillan tuotantolinjastoille sopivaksi. Tahmeat aineet, kuten ligniini ja pektiini poistetaan mahdollisimman hyvin, jolloin kuitu on eroteltu lähes yksittäiseen kuituun saakka. Erottelu tapahtuu yleensä mekaaniskemiallisesti. (Nebel 1995, viitattu 14.8.2018; Maslo & Erlandsson 2017, 8–9; Kramer 2018, 19.)

Hampputa voidaan myös korvata puuta selluloosapohjaisten muuntokuitujen valmistuksessa: Kiinassa on valmistettu hampputaviskoosia päistärekuidusta ja Saksassa hampputapohjaista lyocell-kuitua (Jianchun 2008, 56; Paulitza, Sigmund, Kosanc & Meister 2017, 260). Hampputaviskoosilla on todettu olevan yhtä hyvät antibakteeriset ominaisuudet kuin puhtaalla hampputakuidulla (Jianchun 2008, 56). Hampputakuidusta valmistettu lyocell osoittautui hienoudeltaan, vetolujuudeltaan, venyvyydeltään ja lenkkilujuudeltaan puupohjaisen kuidun kaltaiseksi (Paulitza ym. 2017, 260).

Hampputa tekstiilikäytön mahdollisuuksia on tutkittu Euroopassa useissa projekteissa sen jälkeen, kun hampputaviljely yleistyi uudelleen (Amaducci & Gusovius 2010, 123). Hampputatekstiilien tuotannon esteeksi ovat nousseet liian korkeat tuotantokustannukset, tehokkaiden ja hampputa optimoitujen prosessointilaitteistojen puuttuminen, kuidun laadunvaihtelu, kuidun saatavuus ja muiden kuitujen dominoimien markkinoiden kova kilpailutilanne. Hampputakuidun laajempi tekstiilikäyttö vaatisikin koko tuotantoketjun kehittämistä. (Kramer 2017, 4.)

### **3.3.2 Paperi ja selluloosa**

Hampputa oli pellavan ohella paperin pääasiallinen raaka-aine ennen puuperäisten paperimassojen yleistymistä 1800-luvulla, sillä paperi valmistettiin käytetyistä vaatteista eli lumpuista (Brochier 2013, 198). Kuitenkin vuonna 2013 Euroopassa tuotetusta hampputakuidusta suurin osa meni sellu- ja paperiteollisuuden käyttöön, sillä länsimaissa toimii noin kymmenen hampputakuitua käyttävää



paperitehdasta (Brochier 2013, 198; Carus 2017, 4). Hamppukuitua käytetään erikoispapereiden, kuten seteli- ja tupakkapaperin, valmistukseen yleensä sekoituksena puusellun kanssa (Papadopoulou, Bikiaris, Chrysafis, Wladyka-Przybylak, Wesolek, Mankowski, Kolodziej, Baraniecki; Bujnowicz & Gronberg 2015, 117–118). Käyttö ainoastaan erikoispapereihin johtuu hampusellun korkeasta hinnasta: tuotantokustannukset ovat noin viisinkertaiset puuperäiseen selluun verrattuna (Carus 2017, 3).

Hampukuitu on puukuitua pidempää ja yleensä myös vahvempaa, joten sitä voidaan käyttää paperin vahvistamiseen (Papadoulou ym. 2015, 117). Hampukuidun ligniinipitoisuus on pienempi kuin puukuitujen (Brochier 2013, 200), mikä vähentää kemikaalien tarvetta massanvalmistuksessa ja valkaisuissa (Saijonkaari-Pahkala 2001, 18). Tutkimusta on tehty sekä niinikuidun että päistäreiden jalostamisesta selluksi useilla eri menetelmillä (Danielewicz & Surma-Ślusarska 2017, 5174). Päistäreiden korkea ligniinipitoisuus ja lyhyt pituus heikentävät sen mahdollisuuksia paperinvalmistuksessa, kun taas pitkät primäärikuidut vaativat joukkoonsa lyhyempiä kuituja tarvittavan formaation aikaansaamiseksi (Laurila 2013, 34). Hampun etuna verrattuna puuhun on lyhyt kasvu-aika: hehtaarisato on neljä kertaa puita suurempi 20 vuoden ajanjaksolle laskettuna (Zule, Černič & Šuštaršič 2012, viitattu 17.8.2018). Haittapuolena on saatavuus vain sadonkorjuun aikaan ja tästä johtuva varastoinnin tarve (Papadoulou ym. 2015, 117).

### **3.3.3 Komposiitit ja biomuovit**

Kuitukomposiitit ovat yhdistelmäateriaaleja, jotka koostuvat lujitteena toimivasta kuiduista, kokonaisuuden yhteen sitovasta muovimatriisista sekä mahdollisista lisäaineista (Saarinen 2011, 4; Lepistö 2014, 4). Yleisimmin kuitukomposiittien lujitteena käytetään synteettisiä kuituja, kuten lasikuitua, mutta komposiiteista saadaan ympäristöystävällisempiä korvaamalla synteettiset kuidut luonnonkuiduilla (Shahzad 2011, 1, 3; Lepistö 2014, 1). Luonnonkuitu- eli biokomposiittien etuina ovat kierrätettävyys, valmistuksen alhaisempi energiankulutus ja helpompi lopullinen hävitettävyys (Saarinen 2011, 12–13). Ympäristönäkökohtien lisäksi luonnonkuidut ovat edullisempia kuin yleisimmin lujitteena käytetty lasikuitu (Saarinen 2011, 10–11; Shahzad 2011, 1).

Hampukomposiitit, kuten muutkin luonnonkuitukomposiitit, ovat kevyitä, mutta häviävät lujuusominaisuuksissa mineraalikuitukomposiiteille (Saarinen 2011, 11). Hampukuidun suurimpana heikkoutena on ominaisuuksien suuri vaihtelu (Shahzad 2011, 12). Ongelmana on

myös vesihakuisen eli hydrofiilisen kuidun ja vettä hylkivän eli hydrofobisen matriisin huono yhteensopivuus sekä luonnonkuitujen taipumus imeä kosteutta (Saarinen 2011, 9; Lepistö 2014, 22). Komponenttien välistä adheesiota voidaan parantaa erilaisilla kuidun pinnan fysikaalisilla tai kemiallisilla käsittelyillä tai kytkentäaineilla (Lepistö 2014, 22). Käsittelyillä hamppukomposiitit on saatu joissain tapauksissa mekaanisilta ominaisuuksiltaan lasikuitukomposiitteja vastaaviksi tai jopa paremmiksi (Shahzad 2011, 12; Mougin 2013, 213, 219).

Luonnonkuitukomposiitteja voidaan valmistaa joko kertamuovi- tai kestopuovimatriiseista. Kestomuoveja suositaan niiden kierrätettävyyden vuoksi, mutta kertamuovien lujuus-, jäykkyys- ja lämmönkestävyysominaisuudet ovat yleisesti ottaen paremmat. (Lepistö 2014, 4.) Hamppukuidun käyttöä molempien muovimatriisien lujitteena on tutkittu paljon, mutta kertamuovien käyttö matriiseissa on edelleen yleisempää (Shadzaad 2011, 4–6, 12). Kolmantena vaihtoehtona on käyttää matriiseissa biohajoavia muoveja, mikä tekee komposiitista entistä ympäristöystävällisemmän. Tällä hetkellä näiden komposiittien ongelmana on kuitenkin korkea hinta. (Shadzaad 2011, 6–7; Lepistö 2014, 39.)

Luonnonkuitukomposiittien käytön edelläkävijä on ollut Saksan autoteollisuus, joka on käyttänyt komposiitteja autojen sisäverhouksiin (kuvio 17). Luonnonkuitujen käyttö autoteollisuudessa tuplaantui vuosina 1999–2005 ja hamppu oli pellavan jälkeen käytetyin kuitu 10 % markkinaosuudella. (Shadzaad 2011, 3.) Vuonna 2013 Euroopassa tuotetusta hamppukuidusta 14 % meni biokomposiittien valmistukseen (Carus 2017, 4). Autoteollisuuden lisäksi luonnonkuitukomposiitteja on mahdollista käyttää esimerkiksi ilmailu-, rakennus-, elektroniikka- ja urheiluvälineiteollisuudessa (Pickering, Aruan Edenfy & Le 2016, 109).



KUVIO 17. Hamppukomposiitti auton oven sisäverhouspaneelina (Pollitt 2011, viitattu 8.10.2018)

Hampun selluloosaa voidaan käyttää myös biomuovien valmistukseen. Markkinoilla on ainakin hamppupohjaista 3D-tulostusnauhaa sekä ruiskuvalupellettejä (Horimasa 2017, viitattu 10.9.2018). Australiassa on kehitetty Zeoform-muovi, joka valmistetaan pelkstä selluloosasta ja vedestä. Materiaalin selluloosa saadaan muun muassa hampusta. (Zeoform 2018, viitattu 10.9.2018.)

### **3.3.4 Rakennusten lämpöeristeet**

Hamppukuitua voidaan käyttää rakennusten lämmöneristeissä sellaisenaan tai kuidusta valmistettuna levynä. Vanhoissa hirsitaloissa hamppukuidulla on tilkitty hirsien rakoja. (Kymäläinen 2004, 13.) Nykyaikaiset eristelevyt valmistetaan lisäämällä kuitujen sekaan yleensä synteettistä tai luonnollista sidosainetta, palonsuoja-ainetta sekä joskus myös homeensuoja-ainetta (Lecavicius, Shipcovs, Ivanovs & Rucins 2015, 43). Synteettiset lisäaineet heikentävät eristeiden ekologisuutta, minkä vuoksi jotkut valmistajat tarjoavat joko luonnollisilla tai kierrätetyillä lisäaineilla valmistettuja tuotteita (Lecavicius ym. 2015, 43). Suomalainen HempRefine onkin tuonut vasta markkinoille eristelevyn, jossa sidosaineena on sokerijuurikkaasta saatava polylaktidi ja palonsuoja-aineena sooda (HempRefine 2018j, viitattu 10.9.2018).

Vaikka hamppukuidulla mainitaan usein olevan luontaisia antibakteerisia ja antimikrobisia ominaisuuksia, hamppukuidun on silti todettu toimivan kasvualustana homeille erittäin korkeassa, yli 90 prosentin suhteellisessa ilmankosteudessa (Kymäläinen 2004, 78; HempRefine 2018k, viitattu 29.8.2018). Alemmissa 30 prosentin ja 80 prosentin ilmankosteudessa päästöt todettiin kuitenkin merkityksettömiksi (Kymäläinen & Koivula 2004, viitattu 30.8.2018). Kuitujen hemiselluloosa ja pektiini toimivat kasvualustana mikrobeille, joten näiden mahdollisimman tarkka poistaminen vähentää mikrobikasvun riskiä (Kymäläinen 2004, 78; Nykter 2006, 76–78). Ylilionnut kevätkorjattu hamppu voikin sopia tästä syystä eristekäyttöön hyvin (Kymäläinen 2004, 75).

Latif (2013) on tutkinut hamppueristeiden kosteuskäyttäytymistä. Hamppueristeillä on korkea kosteuspuskurointikapasiteetti, mikä tasaa rakennuksen sisäilman kosteutta. Korkeassa suhteellisessa ilmankosteudessa kosteuden kondensoituminen rakenteiden välitiloihin oli epätodennäköisempää käytettäessä hamppueristettä kuin kivivillaa. Homekasvuston muodostumista testiseiniin pidettiin kuitenkin todennäköisenä, vaikka kokeiden aikana hometta ei havaittu. (Latif 2013, 343–346.)

Hamppukuitueristeiden lämmöneristekyky on kilpailukykyinen kaikkien tavallisimpien lämmöneristemateriaalien kanssa, mikä johtuu pääasiassa kuidun luontaisesta huokoisesta rakenteesta (Arnaud, Boyeux & Hustache 2013, 241; Lecavicius ym. 2015, 45–46). Tärkeimmät edut ovat eristeiden ekologisuus ja turvallisuus: hamppueristeet ovat kierrätettäviä, hiiltä sitovia eikä niiden käsittely asennusvaiheessa vaadi samanlaista suojautumista kuin esimerkiksi lasivillaa asennettaessa (Peev 2012, 29; Lecavicius ym. 2015, 41). Hamppukuitueristeiden hinta on toistaiseksi perinteisiä eristeitä korkeampi, mutta kuluttajien ostopäätöksiin vaikuttavat myös esimerkiksi ympäristöarvot (Kymäläinen 2004, 75; Lecavicius ym. 2013, 43).

### **3.4 Sivuvirtojen käyttö**

#### **3.4.1 Päistäre**

##### **Hamppubetoni**

Hamppukalkkikomposiitti eli hamppubetoni valmistetaan kalkista, vedestä ja hampun päistäreestä (Sutton, Black & Walker 2011, viitattu 31.8.2018; HempRefine 2018k, viitattu 29.8.2018). Seossuhde vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan ja muita aineita lisäämällä voidaan seoksen ominaisuuksia muunnella: hiekan lisääminen parantaa rakenteen kestävyyttä ja päistäreen osuuden kasvattaminen lämmöneristävyttä (Rhydwen 2009, viitattu 31.8.2018).

Hamppubetonissa käytetään ulkomailla tavallisesti hydraulista kalkkia, jota ei Suomen maaperästä löydy. Hydraulisuus nopeuttaa massan asettumista, mikä vaikuttaa rakentamisaikaan. (Rakennetaan hampusta 2018a, viitattu 31.8.2018.) Mikäli halutaan käyttää kotimaisia aineita, voidaan sammutetun kalkin joukkoon lisätä hydraulisia ominaisuuksia tuovia aineita, kuten tiilimursketta (Miinin & Nuutinen 2014, 18, 28; Rakennetaan hampusta 2018a, viitattu 31.8.2018). Kotimainen vaihtoehto voisi olla myös saven käyttö sidosaineena, sillä saven käytöstä on saatu hyviä tuloksia ja ainakin yksi yritys valmistaa savihamppuharkkoja Euroopassa (Mazhoud, Collet, Pretot & Lanos 2017a, viitattu 4.9.2018; Mazhoud, Collet, Pretot & Lanos 2017b, 1126; Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018).

Rakennuksissa hamppubetoni ei ole kantava rakenne, vaan tarvitsee tuekseen tavallisimmin puusta tehtävän jäykistävän rungon. Kantava runko jää hamppubetonin keskelle ja ulko- ja

sisäpinnat voidaan viimeistellä esimerkiksi kalkkirappauksella. Hamppubetonia ei voi myöskään suoraan verrata eristeisiin, sillä kantavan rungon ja pintamateriaalin lisäksi rakenne ei kaipaa muita eristeitä. (Rakennetaan hampusta 2018b, viitattu 31.8.2018.) Hamppubetonin eristävyys on hieman normaaleja eristeitä heikompi, minkä vuoksi rakenteesta täytyy tehdä paksumpi (Lahtinen 2014, 27). Hamppubetonin keveys mahdollistaa kevyemmät perustukset, mikä vähentää kustannuksia ja tarvittavien korkean energiansisällön materiaalien, esimerkiksi betonin, määrää (Sutton ym. 2011, viitattu 31.8.2018; Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018). Hamppubetonista voidaan rakentaa paikallavaluna joko liuku- tai ruiskuvaluna (kuvio 18) tai siitä voidaan valmistaa harkkoja ja elementtejä (Miinin & Nuutinen 2014, 24).



*KUVIO 18. Hamppubetonin valua ruiskuvaluna (vas.) ja liukuvaluna (oik.) (Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018)*

Massiivirakenteena hamppubetoni toimii kosteusteknisesti turvallisesti, sillä siinä ei ole rakennuskerrosten välisiä rajapintoja, joihin kosteus voisi tiivistyä (Matalaenergiarakenteiden toimivuus 2008, 50; Miinin & Nuutinen 2014, 22). Hamppubetonin sisältämän kalkin emäksisyys estää homekasvuston syntymistä (Miinin & Nuutinen 2014, 69). Rakennusaikainen sääsuojaus kuitenkin tarvitaan, eikä hamppubetoni sovellu maanpinnan alapuolisiin rakenteisiin (Sutton ym. 2011, viitattu 31.8.2018; Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018). Mallinnuksessa rakenne on todettu Suomen ilmastoon sopivaksi, joskin käytännön tutkimusta tarvitaan vielä luotettavien tulosten saamiseksi (Miinin & Nuutinen 2014, 69–70).

Hamppubetonia pidetään hiiltä sitovana rakenteena: hamppupäistäre varastoi hiilidioksidia ja kalkin karbonatisoituminen sitoo lisää hiilidioksidia rakenteeseen pitkään rakentamisen jälkeen. Toisaalta kalkin jalostusprosessissa syntyy päästöjä. (Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018.) Florentin, Pearlmutter, Givoni & Gal (2017, 294) viittaavat aiempiin tutkimuksiin, joiden mukaan hamppubetonin hiilijalanjäljen on laskettu olevan negatiivinen eli se sitoo enemmän hiilidioksidia kuin valmistuksessa vapautuu. Myös omissa laskelmissaan Florentin ym. (2017, 299–300) päätyivät samaan lopputulokseen. Hamppubetoni on myös kierrätettävä: elinkaarensa lopussa se voidaan käyttää esimerkiksi maanparannusaineena, jolloin rakenteeseen sitoutunut hiili palaa maahan (Sutton ym. 2011, viitattu 31.8.2018).

Hamppubetoni kehitettiin 1980-luvulla Ranskassa ja nykyään sitä käytetään rakennusteollisuudessa ympäri maailman. Teollista tuotantoa on ainakin Ranskassa, Iso-Britanniassa, Espanjassa, Australiassa ja Yhdysvalloissa. (Miinin & Nuutinen 2014, 21–22.) Suomessa hamppubetonista ei ole vielä tehty asuinrakennuksia, mutta muutamia pieniä pilottikohteita löytyy. Hamppurakentamista ja rakenteiden toimivuutta Suomen olosuhteissa on alettu tutkia ja kehittää viime vuosina. (Norokytö 2017, viitattu 31.8.2018; HempRefine 2018k, viitattu 29.8.2018.)

### **Eläinten kuivike**

Suurin osa Euroopassa tuotetusta päistäreestä menee kuivikkeeksi, enimmäkseen hevosten ja lemmikkieläinten käyttöön (Carus 2017, 5–6). Päistäre tai prosessissa syntyvä pöly voidaan myös puristaa kuivikepelleteiksi pieneläimille (Bouloc 2013b, 262; HempRefine 2018d, viitattu 22.8.2018). Hamppupäistäre imee noin 3,5–4 kertaa oman painonsa verran nestettä, minkä vuoksi se soveltuu hyvin kuivikkeeksi (Bouloc 2013b, 262; Carus 2017, 5). Hamppukuivike mainitaan usein antibakteerisena, sillä päistäreellä on todettu olevan antibakteerisia vaikutuksia. Tämä johtuu todennäköisesti päistäreen sisältämistä ligniinistä, kannibinoideista tai fenolisista yhdisteistä. (Khan, Warner & Wang 2014, 3648–3649; Khan, Wang, Warner & Wang 2015, 3.) Toisaalta myös ristiriitaisia tuloksia on saatu, sillä brittiläisessä tutkimuksessa hamppukuivikkeen mikrobipitoisuudet olivat testattuja puupohjaisia kuivikkeita suuremmat (Yarnell, Le Bon, Turon, Savova, McGlennon & Forsythe 2016, viitattu 3.9.2018).

Juvosen (2014) opinnäytetyössä tutkittiin päistärettä hevoskuivikkeena. Hyviä puolia olivat vaalean värin aikaansaama valoisuus, kuivikepatjan perustamisen helppous, hyvä patjan muodostuminen, nopea siivottavuus, alhainen kuivikelannan määrä ja vähäinen pölyävyys. Heikkoutena oli alussa

ilmennyt kuivikkeen liukkaus ja liikkuvuus sekä turvetta heikompi ammoniakinsidontakyky. (Juvonen 2014, 40–41, 56–57.) Patjan muodostuminen vähentää hampukuivikkeen ammoniakkipäästöjä (Juvonen 2014, 40; Bambi, Rossi & Barbari 2018, 652).

### **Puutarhakate ja kasvualusta**

Päistäreiden käyttö puutarhakatteena on kolmas tärkeä käyttötapa Euroopassa: lähes viidesosa päistäreistä menee tähän tarkoitukseen (Carus 2017, 6). Puutarhakatteena voidaan käyttää sekä päistärettä että kuitua ja kuidusta voidaan myös valmistaa katelevyä (HempRefine 2018d, viitattu 22.8.2018). Kate estää rikkaruohojen kasvua, parantaa maan vesiooloja estämällä haihtumista ja kuorettumista sekä tasaa maan lämpöoloja edistäen näin juurten kasvua (Marttaliitto 2018, viitattu 4.9.2018). Hamppukatelevyjä on kokeiltu esimerkiksi jättiputkikasvustojen tukahduttamiseen (Grekula 2018, viitattu 4.9.2018). Hamppukompostipohjaisesta kasvualustasta on myös saatu hyviä tuloksia (Bound 2011, viitattu 4.9.2018).

### **3.4.2 Lehdet ja kukinnot**

#### **CBD**

Kannabidioli eli CBD on yksi hampun noin 90 kannabinoidista (Andre ym. 2016, 2). Toisin kuin huumehampussa vallitsevana esiintyvä kannabinoidi delta-9-tetrahydrokannabinoli eli THC, CBD ei ole päihdyttävä (Iffland & Grotenhermen 2017, 139). Kuituhampulajikkeiden THC-pitoisuus on jalostettu hyvin alhaiseksi, minkä vuoksi CBD on yleisin niissä esiintyvä kannabinoidi (Berenji ym. 2013, 55; Andre ym. 2016, 3). Kannabinoidipitoisuudet ovat suurimmat emikukinnoissa ja nuorissa lehdissä, kun taas varsissa pitoisuudet ovat hyvin pienet (Chabbert ym. 2013, 41; Andre ym. 2016, 3). CBD:llä on todettu laboratorio- ja eläinkokeissa ahdistusta, pahoinvointia ja tulehdusta lieventäviä vaikutuksia sekä immuniteettiin vaikuttavia ominaisuuksia. Sen on myös todettu olevan antibakteerinen ja antimikrobinen. CBD on osoittautunut lupaavaksi keskushermostosairauksien, kuten epilepsian, skitsofrenian, MS-taudin ja mielialahäiriöiden hoidossa. (Andre ym. 2016, 4–5.) Ainakin epilepsian ja psykoosin hoidossa on saatu hyviä tuloksia myös ihmisillä testattaessa (Iffland & Grotenhermen 2017, 149–150). Ensimmäinen vaikean epilepsian hoitoon tarkoitettu CBD:stä valmistettu lääke on saanut tänä vuonna hyväksynnän Yhdysvalloissa (U.S. Food and Drug Administration 2018, viitattu 5.9.2018).

CBD-tuotteiden markkinat ovat olleet viime vuosina kovassa kasvussa muun muassa Keski-Euroopassa ja Yhdysvalloissa (European Industrial Hemp Association 2018, viitattu 20.8.2018; Hemp Business Journal 2018, viitattu 5.9.2018; Leppänen 2018, viitattu 5.9.2018). CBD:stä valmistetaan muun muassa öljyä ja teetä ja sitä lisätään esimerkiksi kosmetiikkaan, eläinten ravintolisiin, purukumiin ja juomiin. Kuivattuja kukintoja myydään myös sellaisenaan poltettavaksi tupakankorvikkeena. Tuotteita markkinoidaan niiden terveyshyödyillä, kuten rentouttavalla tai kipua lievittävällä vaikutuksella. (Brodwin 2018, viitattu 5.9.2018; Leppänen 2018, viitattu 5.9.2018.)

CBD-tuotteiden asema on monimutkainen, sillä säädökset ovat kirjavat. CBD:tä ei ole ainakaan toistaiseksi luokiteltu kansainvälisellä tasolla, joten maat voivat itse päättää lainsäädännöstään. (Leppänen 2018, viitattu 5.9.2018.) Euroopassa CBD:tä ei luokitella huumausaineeksi Slovakiaa lukuun ottamatta (European Industrial Hemp Association 2017b, viitattu 5.9.2018). Joissain maissa CBD-tuotteet luokitellaan ravintolisiksi ja toisissa lääkkeiksi, mikä tekee tilanteesta monimutkaisen (Hazekamp 2018, 67, 70; Leppänen 2018, viitattu 5.9.2018). Suomessa CBD luokitellaan lääkeaineeksi eli tuotteiden maahantuontiin ja hallussapitoon vaaditaan lääkärin resepti (Leppänen 2018, viitattu 5.9.2018). Eurooppalaisia hampun prosessoivia yrityksiä edustava European Industrial Hemp Association (2017b, viitattu 5.9.2018) on esittänyt, että CBD-tuotteita säädeltäisiin pitoisuuden mukaan: korkean pitoisuuden tuotteita pidettäisiin lääkkeinä, keskitason tuotteita ravintolisinä ja alhaisen pitoisuuden tuotteet sallittaisiin elintarvikkeissa ilman rajoituksia.

### **Eteerinen öljy**

Hampun kukinnoista ja lehdistä voidaan tislata eteeristä öljyä, jota on käytetty kosmetiikassa, hajuvesissä, aromaterapiassa ja oluen makuaineena (Piccaglia, Grandi, Zatta & Amaducci 2005, viitattu 6.9.2018). Teollisten hampulajikkeiden eteeristen öljyjen ominaisuuksia on tutkittu jonkin verran. Eteeriset öljyt sisältävät enimmäkseen mono- ja seskviterpeenejä sekä kannabidiolia (Bertoli, Tozzi, Pistelli & Angelini 2010, 336–337; Nissen, Zatta, Stefanini, Grandi, Sgorbati, Biavati & Monti 2010, 415–416; Benelli, Pavela, Petrelli, Cappellacci, Santini, Fiorini, Sut, Dall’Acqua, Canale & Maggi 2018, 311–312). Eteerisen öljyn koostumuksen on kuitenkin havaittu vaihtelevan huomattavasti. Vaihtelua aiheuttavat ainakin tislautapa, raaka-aineen käsittely, lajike, korjuuaika ja ympäristötekijät. (Novak, Zitter-Eglseer, Deans & Chlodwig 2001, 260; Bertoli ym. 2010, 336–337; Benelli ym. 2018, 311–312.) Myös kasveista saatava öljyn määrä vaihtelee johtuen muun muassa lajikkeesta, korjuuajasta ja kasvuolosuhteista (Baldini, Ferfua, Piani, Sepulcri, Dorigo, Zuliani, Danuso & Cattivello 2018, 13).



Teollisista hampulajikkeista uutetuilla eteerisillä öljyillä on todettu olevan kasvintuhoojia torjuvia vaikutuksia. Tehokkaaksi se on todettu joitain kirvalajeja, huonekärpäsiä ja kehrääjäpunkkeja vastaan (Górski, Sobieralski & Siwulski 2016, viitattu 6.9.2018; Benelli ym. 2018, 308). Eteerisillä öljyillä on havaittu myös tehoa rikkakasvien torjunnassa: joidenkin rikkakasvien itäminen ja taimettuminen heikentyi öljyn vaikutuksesta huomattavasti (Synowiec, Rys, Bcianowski, Wielgusz, Byczysnka, Heller & Kalemba 2016, viitattu 11.9.2018).

Eteerisillä öljyillä on myös todettu antimikrobisia vaikutuksia: teho on todettu hyväksi esimerkiksi joitain *Clostridium*- ja *Enterococcus*-sukujen bakteereja vastaan ja myös listeriabakteeria heikentävä vaikutus on havaittu (Nissen ym. 2010, 416; Marini, Magi, Ferretti, Bacchetti, Giuliani, Pugnaroni, Ripponi & Facinelli 2018, 1). Niinpä hampun eteeristä öljyä voitaisiin mahdollisesti käyttää torjumaan sairaalabakteereita tai haitallisia suolistobakteereita. Lääkkeiden lisäksi hyödyntämismahdollisuuksia voisi olla myös kosmetiikassa. (Nissen ym. 2010, 416–417.) Antimikrobisista vaikutuksista on saatu vaihtelevia tuloksia, mikä voi selittyä käytettyjen öljyjen erilaisella koostumuksella: öljyn sisältämällä yksittäisillä yhdisteillä voi olla antagonistisia ja synergisiä vaikutuksia toisiinsa nähden (Novak ym. 2001, 260; Nissen ym. 2010, 418).

### **3.5 Muut hyödyntämismahdollisuudet**

Hamppukuidulla, päistäreellä sekä hampun sisältämällä yhdisteillä on todettu antibakteerisia ominaisuuksia, minkä vuoksi niitä voisi olla mahdollista hyödyntää funktionaalisissa sovelluksissa esimerkiksi elintarvikesektorilla ja lääketieteen alalla (Khan ym. 2014, 3651–3652). Hamppukuidusta on esimerkiksi luotu biopolymeeri yhdistämällä kuidun selluloosarunkoon antibakteerinen funktionaalinen ryhmä. Polymeerillä todettiin antibakteerisia vaikutuksia *Staphylococcus aureus* ja *Pseudomonas aeruginosa* vastaan, minkä vuoksi sitä voitaisiin hyödyntää biolääketieteessä. (Cassano, Trombino, Ferrarelli, Nicoletta, Vittoria, Giraldo & Picci 2013, 547.) Toisessa tutkimuksessa luotiin ruokapakkauksia ajatellen biokomposiitti, jossa päistäreestä ja polylaktidista valmistettuun biokomposiittiin yhdistettiin hopeananopartikkeleita. Komposiitti osoitti sekä hyviä mekaanisia ominaisuuksia että vastustuskykyä kolibakteerille. (Khan, Chevali, Na, Zhu, Warner & Wang 2016, 1, 17.)

Hampun sisältämät fytokemikaalit, kuten kannabinoidit, terpeenit ja fenoliset yhdisteet, ovat herättäneet kiinnostusta, sillä useilla niistä on havaittu terveyttä edistäviä vaikutuksia (Andre ym.

2016, 1–2). Fytokemikaaleilla voisikin olla suuri potentiaali funktionaalisissa elintarvikkeissa ja lääkkeissä (Andre ym. 2016, 12; Kitrytė, Bagdonaitė & Rimantas Venskutonis 2018, 2). Hampun yhdisteillä voi myös olla allelopaattisia vaikutuksia (Pudelko, Majczak & Narożna 2014, 192). Allelopatia tarkoittaa ilmiötä, jossa kasvi erittää ympäristöönsä allelokemikaaleja eli yhdisteitä, jotka vaikuttavat muiden kasvien kasvuun joko negatiivisesti tai positiivisesti (Laitinen 1994, 6). Hamppu-uutteen on todettu vähentävän esimerkiksi keltalupiinin taimettumista (Pudelko ym. 2014, 191), joskaan merkittävää eroa ei havaittu kasvatettaessa sinilupiinia samassa maassa, jossa hamppu oli aiemmin kasvanut (Olsson 2015, 29). Hamppu-uutteiden on havaittu heikentävän muun muassa vehnän ja rukiin taimettumista. Rapsilla matalat pitoisuudet edistivät itämistä, korkeat puolestaan vähensivät. (Pudelko ym. 2014, 191.)

Hampua on kokeiltu myös maaperän puhdistamiseen taudinaiheuttajista sekä raskasmetalleista. Maahan kompostoituneilla hampun lehdillä on saatu tutkimuksessa vähennettyä kurkun juurimatotartuntoja (Kayani, Mukhtar & Hussain 2012, 56). Suomessa kokeillaan tällä hetkellä punamädän vähentämistä mansikkapelloilta viljelemällä kuituhampua välikasvina (Tikkanen 2017, viitattu 11.9.2018). Hampua pidetään myös potentiaalisena maan raskasmetallien puhdistajana sen korkean biomassan, hyvän raskasmetallien sietokyvyn sekä non-food-käyttökohteiden vuoksi. Hampun on todettu poistavan maaperästä raskasmetalleja, kuten kadmiumia, sinkkiä ja nikkeliä. (Kumar, Singh, Kumar, Rani & Jain 2017, 274–277.)

Hampusta on mahdollista tehdä säilörehua, mutta aihetta on tutkittu hyvin vähän. Springer (2018) on tutkinut opinnäytetyössään hampun käyttöä rehuna: työssä tutkittiin lajikkeen, kylvöajan ja korjuuajan vaikutusta satoihin ja rehuarvoihin. Testatuista lajikkeista öljyhampulajike osoittautui rehuarvoiltaan ja koostumukseltaan parhaaksi, joskin sato jäi pieneksi. Sopivalla lajikkeella ja pidemmällä kasvuajalla hampulla voisi olla potentiaalia rehukasvina. (Springer 2018, 7–8, 37–38.)

Hampusta voidaan valmistaa myös biohiiltä ja aktiivihiliä (Zhang, Gao, Chen, Hao & Jin 2017, 1628; Tomppo ym. 2018, viitattu 9.9.2018). Eri kasvinosista valmistettua hampupohjaista biohiiltä on esimerkiksi testattu veden puhdistamisessa. Hyviä tuloksia on saatu ainakin mangaanin, kuparin ja fosfaatin absorptiosta (Tomppo, Heikkinen, Raji, Salami, Peräniemi, Selenius, Vuorikari, Vilppo, Raatikainen, Vepsäläinen & Lappalainen 2018, viitattu 16.9.2018.) Hampupohjaista aktiivihiliä on testattu hyvin tuloksin esimerkiksi torjunta-aineiden puhdistamiseen vedestä (Vukčević, Kalijadis, Vasiljević, Babić, Laušević & Laušević 2015, 163–164). Hampukuidusta ja -päistäreestä on myös valmistettu hydrotermisen prosessoinnin ja kemiallisen aktivoinnin kautta grafeenin kaltaista

materiaalia. Tästä valmistettavia nanokalvoja voidaan käyttää superkondensaattoreissa elektrodeina. (Wang, Xu, Kohandehghan, Li, Cui, Tan, Stephenson, King'ondeu, Holt, Olsen, Tak, Harfield, Anyia & Mitlin 2013, 2; Sun, Lipka, Swartz, Williams & Yang 2016, 182.) Superkondensaattorit ovat erittäin tehokkaita akkuja, joita voidaan käyttää esimerkiksi kannettavassa elektroniikassa ja sähköautoissa (Sun ym. 2016, 181). Tutkimuksissa hampugrafeenilla oli korkea varautumiskyky ja parempi energiatiheys kuin yhdelläkään markkinoilla olevalla tuotteella (Wang ym. 2013, 1; Sun ym. 2016, 191). Lisäksi hamppu on myös edullisempaa kuin grafeeni, joka on tähän saakka ollut tehokkain vaihtoehto nanokalvojen materiaaliksi (Wang ym. 2013, 2).

## 4 KUITUHAMPUN TUOTANNON MAHDOLLISUUDET KAINUUSSA

### 4.1 Kokemuksia kuituhampun viljelystä Pohjois-Suomessa

Kokemusperäisen tiedon saamiseksi haastateltiin kolmea pohjoissuomalaista viljelijää, jotka ovat viljelleet kuituhamppua. Kahta viljelijää haastateltiin kasvotusten, yhtä puhelimitse. Haastattelulomake on liitteenä (liite 2). Kaikkien kolmen haastateltavan tilat sijaitsevat Oulun seudulla Pohjois-Pohjanmaalla. Tilat ovat kasvinviljelytiloja: yksi tiloista on luomutuotannossa, kaksi muuta harjoittavat tavanomaista viljelyä. Kuituhampun viljelyala on tiloilla vaihdellut puolesta hehtaarista 16 hehtaariin ja kasvi on ollut viljelyssä kolmena tai neljänä vuonna.

Haastateltavat ovat viljelleet kuituhamppua kivennäismaalohkoilla, pääasiassa hietamailla. Yksi haastateltava on viljellyt hamppua myös turvemaalla, jossa kasvu oli lähes yhtä hyvä kuin kivennäismaalla. Kaikkien haastateltavien mukaan hamppu on kasvanut hyvin saavuttaen noin 2,5–4 metrin pituuden, mutta vaihtelua on ollut paljon eri vuosina. Viljelijät olivat yhtä mieltä kirjallisuuden kanssa siitä, että kuituhamppu tarvitsee hyvän, ravinteikkaan maan ja on hyvin herkkä liialle märkyydelle etenkin taimivaiheessa. Kuivuuden ja kylmyyden on myös havaittu heikentäneen satoa. Peltojen märkyys on aiheuttanut kasvuston epätasaisuutta ja osittaista tai jopa lähes täydellistä tuhoutumista sateisina vuosina.

Lajikkeina ovat olleet Uso-31, Futura 75 ja Tiborszallasi. Lajikkeiden välillä on havaittu eroja. Tiborszallasi-lajiketta on viljellyt yksi haastateltava, jonka mukaan lajike oli satoisampi kuin Uso-31. Vaikka kirjallisuuden perusteella kuituhampun ei pitäisi ennättää kukkia Suomessa, Uso-31 kukki tänä kesänä todennäköisesti poikkeuksellisen lämpimien säiden takia. Futura 75 ei kukkinut, eikä sen ollut havaittu kukkineen muinakaan kesinä.

Haastatellut viljelijät ovat noudattaneet suositusta kylvää kuituhamppu lämpimään maahan. Kylvö on tapahtunut käyttäen tavallista kylvölannoitinta. Yksi viljelijä on käyttänyt suorakylvöä hyvin tuloksin. Yhden haastateltavan näkemys oli, ettei maan lämpenemistä tarvitse odottaa, mikäli maa on muutoin kunnossa. Aikaisella kylvöllä saadaan hänen mukaansa viherlannoitustarkoituksessa viljeltäessä suurempi sato ja korret päästään murskaamaan maahan loppukesällä ennen kuidun kypsymistä, jolloin korret muokkautuvat helpommin. Haastateltavien käyttämä kylvömäärä on ollut

20–50 kg/ha. Kaikilla kylvömäärillä on saatu aikaan peittävä lopputulos olosuhteiden ollessa muuten kunnossa. Rikkakasveja on havaittu onnistuneissa kasvustoissa vähänlaisesti tai ei juuri lainkaan. Lannoitteena viljelijät ovat käyttäneet sekä epäorgaanisia että orgaanisia lannoitteita. Molemmilla on saatu hyviä satoja, mutta lannoitteiden tai lannoitemäärien vaikutusta satoon on vaikea arvioida, koska kasvukauden olosuhteet ovat vaikuttaneet kasvustoihin huomattavasti.

Kaikilla haastateltavilla on ollut ongelmia kuituhampun korjuun kanssa ja korjuu koettiin haasteeksi, johon täytyisi löytää ratkaisuja. Haastateltavien kokemukset pyöröpaalaimista ovat melko huonot: korret on saatu paalattua, mutta kuidun takertuminen noukkimeen on lopulta aiheuttanut työläisiä huoltotöitä. Tämän vuoksi pyöröpaalainta ei nähty hyvänä vaihtoehtona kuituhampun korjuussa. Kaksi haastateltavaa on kokeillut yhdistelmää, jossa korret on karhotettu yksiroottorisella karhottimella ja tämän jälkeen korjattu suurkanttipaalaimella. Tällä koneketjulla korjuu on onnistunut hyvin. Ongelmia on ilmennyt myös, kun satoa ei ole korjattu, vaan kasvusto on pelkästään muokattu maahan maanparannustarkoituksessa. Yhden haastateltavan kokemuksen mukaan muokkauksen onnistuminen keväällä riippuu ainakin osittain siitä, ovatko korret painuneet talven aikana lumen alle. Haastateltavan mukaan korsien muokkaus maahan lautasmuokkaimella ei onnistunut tänä keväänä, kun edellisvuoden heikko kasvusto oli säilynyt pystyssä talven ajan. Myöskään kyntö ei onnistunut pelkän kasvuston jyräämisen jälkeen, vaan ensin korsimassa täytyi ensin kerätä lohkolta pois. Muina vuosina, kun kasvusto on painunut talvella maata vasten, muokkaus on onnistunut lautasmuokkaimella. Toinen haastateltava on ennaltaehkäissyt muokkausongelmat keräämällä enimmän korsimassan pois ennen lohkon kyntämistä.

Haastateltujen korsisato on mennyt omaan käyttöön, sillä ostajaa ei alueella ole. Sato on käytetty kompostin raaka-aineena, biokaasulaitoksen syötteenä tai varastoitu myöhempää käyttöä varten. Kaikki haastateltavat toivoivat, että kotimaahan syntyisi kuituhampulle jalostusta ja markkinoita, sillä hamppu koettiin hyvänä viljelykasvina. Viljelijät ovat huomanneet kuituhampulla positiivisia esikasvivaikutuksia, sillä seuraavana vuonna viljelyiltä kasveilta on saatu parempia satoja. Haastateltava luomuviljelijä on huomannut, että hyvin kasvaneen kuituhampun jälkeen juolavehnää on ollut seuraavana vuonna vähemmän. Korjuuta lukuun ottamatta kuituhamppu koettiin helpoksi viljeltäväksi. Haastateltavista vain yksi aikoo kylvää kuituhamppua ensi vuonna, mutta kiinnostusta kasvin viljelemiseen löytyisi kaikilta, mikäli sadolle olisi markkinat ja korjuun ongelmat saataisiin ratkaistua.

## 4.2 Kannattavuus

Kuituhamppu on monella tapaa potentiaalinen viljelykasvi, mutta laajemmalle tuotannolle on oltava taloudelliset perusteet. Juha Ikonen on vuonna 2015 opinnäytetyössään ”Kuituhampun kasvatuksen ja jalostuksen liiketoimintamallit” laatinut tarkat kannattavuuslaskelmat kuituhampun viljelystä ja jatkojalostuksesta. Työ sisältää kuituhampun viljelyn katetuottolaskelman, kolmen erilaisen tuotantolaitosvaihtoehdon investointilaskelmat sekä tarkastelun kuljetusetäisyyden vaikutuksesta kannattavuuteen. Tässä työssä laadittiin katetuottolaskelma kuituhampun viljelystä Ikonen (2015) laskelman pohjalta. Laskelma on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3. Jalostuksen kannattavuutta käsitellään suoraan Ikonen (2015) laatimien laskemien pohjalta.

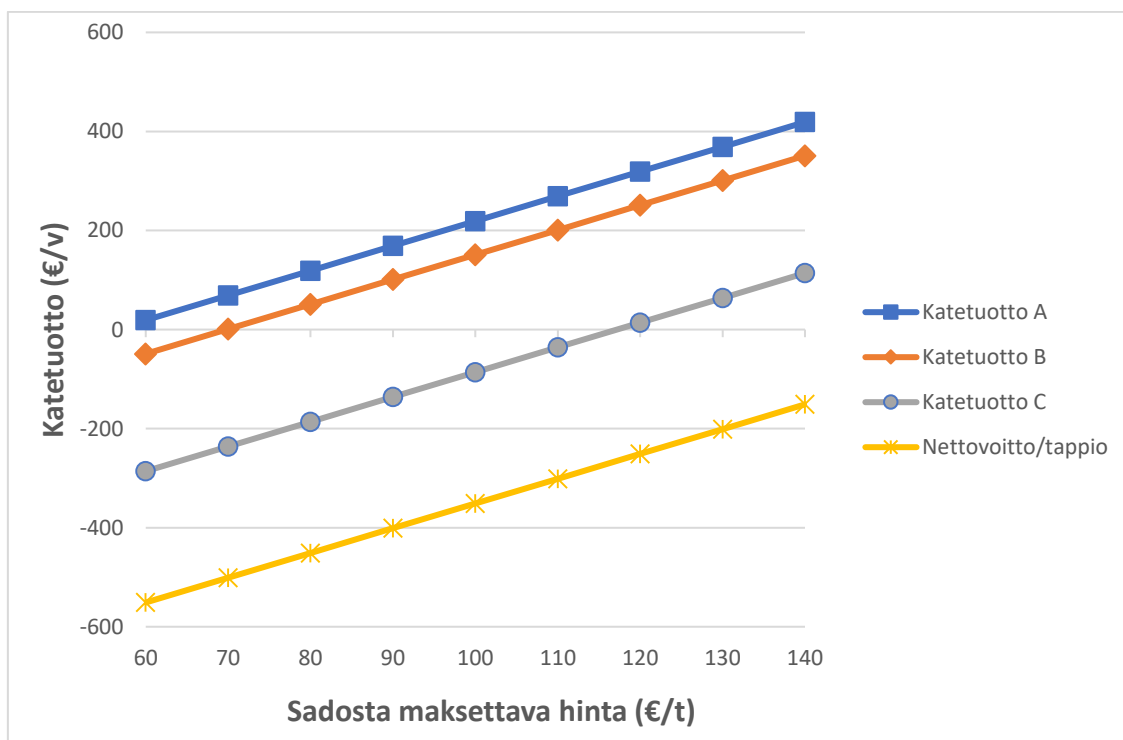
Ikonen (2015) katetuottolaskelmaa päivitettiin viljelytukien ja tuotantopanosten hintojen osalta, minkä lisäksi laskelman lähtökohdaksi otettiin viljely Kainuun alueella. Sadon arvona käytettiin tällä hetkellä sopimusviljelystä maksettavaa hintaa, joka on Ikonen (2015) käyttämää arvoa korkeampi. Huomioitavaa toki on, että todellisuudessa ostajaa ei sadolle tällä hetkellä Kainuusta löydy. Laskelman tarkoituksena onkin hahmotella mahdollista tulevaisuuden tilannetta, jossa jatkojalostaja löytyisi lähialueelta. Satotasoja laskettiin maltilliseen tasoon 5000 t/ha Kainuun viljelyolosuhteisiin liittyvien epävarmuustekijöiden ja todellisten satotietojen puuttumisen vuoksi. Tukitaso on hieman laskenut nykyisellä ohjelmakaudella, joten tukien määrä on hieman pienempi kuin Ikonen (2015) laskelmassa. Lannoitekustannus nousi Ikonen (2015) lukua suuremmaksi, sillä laskelma tehtiin lannoitusosuituksen mukaan ja huomioiden Kainuun mahdollisesti karummat peltomaat. Pellon arvona käytettiin vuoden 2015 kauppahintojen keskiarvoa, sillä tuoreempaa tietoa ei Kainuun alueelta ollut saatavilla.

Kuituhampun katetuotot on esitetty taulukossa 3. Katetuotot ovat hieman alhaisemmat kuin Ikonen (2015) tuloksissa. Tuilla ja myyntituotoilla pystytään kattamaan muuttuvat kustannukset (katetuotto A), oman työn arvo (katetuotto B) ja kone-, rakennus- ja yleiskustannukset (katetuotto C). Pellon kustannukset huomioitaessa viljelijän saama kate painuu negatiiviseksi. Kuten Ikonenkin (2015) totesi, tuet muodostavat tuotoista lähes puolet. Tämän työn laskelmassa käytetyillä arvoilla pelkät myyntituotot eivät aivan riitä kattamaan muuttuvia kustannuksia.

TAULUKKO 3. Kuituhampun katetuotot

	€/ha
Katetuotto A	419
Katetuotto B	351
Katetuotto C	114
Nettovoitto/tappio	-151

Sadon todellista arvoa ei pystytty määrittämään, minkä vuoksi laadittiin herkkyysoanalyysi sadosta maksettavan hinnan vaikutuksesta katetuottoon (kuvio 19). Herkkyysoanalyysi kertoo, millainen hinta viljelijän tulisi saada tuottamastaan sadosta kustannusten kattamiseksi. Käytetyillä lähtöarvoilla katetuotto A on lähellä nollaa hinnan ollessa 60 €/t. Tällä hetkellä sopimusviljelystä maksettavalla hinnalla 140 €/t katetuotto A nousee reiluun 400 euroon. Katetuotto C on positiivinen vasta, kun hinta on enemmän kuin 120 €/t. Nettotappiota muodostuu kaikilla käytetyillä sadosta maksettavilla hinnoilla. Ikosen (2015) laskelmien mukaan kuituhampun jalostus ei ole enää kannattavaa, kun viljelijälle maksettava hinta ylittää 100 €/t. Tällä hinnalla katetuotto C jäisi tämän työn laskelmassa negatiiviseksi ja katetuotot A ja B melko mataliksi



KUVIO 19. Sadosta maksettavan hinnan vaikutus katetuottoon

Laskelmissa oletuksena oli, että viljelijä maksaa rahdin jalostuslaitokseen. Ikosen (2015) mukaan täysperävaunuyhdistelmällä kuljetuskustannus on keskimäärin 18 €/t kuljetusmatkan ollessa 2–100 kilometriä ja 49 €/t matkan ollessa 100–200 kilometriä. Tällöin viljelijän saama katetuotto C painuu Ikosen (2015) laskelmassa lähelle nollaa, kun kuljetusmatka on yli 140 kilometriä. Ikonen (2015) päätyikin työssään lopputulokseen, että viljely on kannattavaa noin sadan kilometrin säteellä jalostuslaitoksesta.

Kuituhampun jalostuslaitosmalleista kannattavimmaksi Ikonen (2015) toteaa vaihtoehdon, jossa kapasiteetti olisi 1000 kg/kortta/h, tuotantomäärä 3380 t/v ja peltopinta-ala 563 hehtaaria. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan kestä lainkaan kuidun hinnan muutosta. Laitteistojen kapasiteettia nostamalla saadaan kannattavia myös vielä suuremman tuotantotehon laitoksesta sekä liikuteltavasta jalostuslaitteistosta. Suuret jalostuslaitoksen vaativat suuren viljelypinta-alan, minkä saaminen sopivalta säteeltä voi nousta ongelmaksi. Peltopinta-alariskiä pienentävä liikuteltava jalostuslaitteisto osoittautui kuitenkin Ikosen (2015) käyttämillä lähtöarvoilla kannattamattomaksi.

#### **4.3 Soveltuvuus Kainuun toimintaympäristöön**

Kuituhampun viljelyyn olisi Kainuun alueella käytettävissä paljon peltoalaa. Kuituhamppu voisi tarjota vaihtoehdon niin sanotuille ”hömppäheinille” eli sadonkorjuun ulkopuolelle jääville nurmille. Näitä viljeltiin vuonna 2018 Kainuun alueella reilulla 3000 hehtaarilla, kun mukaan lasketaan kesannoksi, luonnonhoitopelloksi ja yli viisivuotiaiksi nurmiksi ilmoitetut alat (Luonnonvarakeskus 2018a, viitattu 18.9.2018). Täysin tukien varassa oleville nurmille kaivataan vaihtoehtoja, sillä tulevat maataloustukiudistukset hyvin todennäköisesti leikkaavat tukimääriä (Raivio 2018, viitattu 20.9.2018). Tukien vähentymistä olisikin hyvä pystyä kompensoimaan viljelemällä kasveja, joiden myyntituotot olisivat riittävät ja muodostaisivat tuotoista suurimman osan. Viljelijöillä on kiinnostusta löytää uusia kannattavia viljelykasvivalintoja ja kuituhampun viljelyyn on jo ilmennyt Kainuun alueella kiinnostusta (Partanen 2018, puhelinkeskustelu 21.9.2018).

Kuituhamppu sopii periaatteessa mihin tahansa viljelykiertoon, joten tuotantosuunta ja tilan kasvivalikoima eivät juuri rajoita mahdollisuutta viljellä hampua. Suurin osa Kainuun tiloista on karjatiloja (Luonnonvarakeskus 2018b, viitattu 18.9.2018), joilla kuituhampua voitaisiin viljellä, mikäli peltoalaa jää rehuntuotannosta yli. Viljatilojen viljelykierron monipuolistamiseen kuituhamppu



sopii erittäin hyvin. Kainuun alueella päätuotantosuuntana viljaa viljellään noin 750 hehtaarilla (Luonnonvarakeskus 2018b, viitattu 18.9.2018). Kuituhampun viljely luomuna onnistuu hyvin ja kuituhampulla voidaan jopa vähentää rikkakasvipainetta. Niinpä hamppu sopisi hyvin viljelykasviksi myös kainuulaisille luomutiloille. Luomuviljeltyä peltoa on Kainuussa suhteellisen paljon, noin viidennes peltoalasta (Elintarviketurvallisuusvirasto 2018, viitattu 19.9.2018). Kuidun tuottaminen luomuna voisi myös olla mahdollisuus, sillä luomulaatuisella kuidulla voisi olla kysyntää tekstiiliteollisuudessa. Tuotanto tekstiiliteollisuuteen vaatisi kuitenkin suuret tuotantomäärät. (Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.)

Kuituhampulle sopiva viljelykalusto olisi hyvä löytyä tiloilta valmiiksi, jotta tuotanto ei vaatisi kannattavuutta heikentäviä investointeja. Kuituhampun viljely on suhteellisen yksinkertaista, joten viljely onnistuu yleensä olemassa olevilla koneilla. Kylvöön sopii tavallinen kylvölannoitin, eikä kasvinsuojelukalustoa tarvita. Ainoastaan korjuukalusto voi olla haastava löytää, sillä kuituhampun korjuussa toimivaksi osoittautuneita suurkanttipaalaimia ei Kainuussa ole (Partanen 2018, puhelinkeskustelu 21.9.2018). Ratkaisuna voisi olla korjuun järjestäminen urakointina, mikäli viljelyalaa olisi riittävästi.

Vapaan peltoalan ohella olennaista on peltomaiden ja olosuhteiden sopivuus viljelykasville. Hampulle huonosti sopivia savimaita Kainuussa on vain noin viisi prosenttia peltoalasta (Luonnonvarakeskus 2018c, viitattu 18.9.2018) ja etenkin Oulujärven ja muiden vesistöjen ympäristössä esiintyvät hietapitoiset maat (Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007, 7) soveltuvat hampulle hyvin. Toisaalta karuja ja vähämultaisia hieta- ja hiekkamaita on runsaasti, viljavia ja multavia maalajeja niukasti (Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007, 6). Huippusatoja ei todennäköisesti tällaisilla maalajeilla saavuteta, sillä kuituhamppu kasvaa parhaiten viljavassa ja multavassa maassa. Poutivilla mailla, kuten karkeilla mailla ja hiesulla, kuivuus voi hidastaa kasvua erityisesti vähäsateisina kesinä. Kainuun pelloille tyypillinen kivisyys (Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007, 7) voi tuoda hankaluuksia korjuuvaiheeseen.

Kainuun peltoalasta neljäsosa on turvemaata (Luonnonvarakeskus 2018c, viitattu 18.9.2018). Hamppu menestyy myös turvemaalla, joskin riskit ovat suuremmat maan kylmyyden ja märkyiden vuoksi. Turvemaan märkyys keväällä voi vaikeuttaa korjuuta, mutta kantavuusongelma poistuu, mikäli korjuu tehdään maan ollessa roudassa. (Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.) Turvepeltojen viljelyn ilmastovaikutuksiin kiinnitetään kasvavaa huomiota, sillä vuoden 2020 jälkeen pellot ja

metsät kuuluvat EU:n ilmastopäästövähennysten piiriin (Sihvonen 2017, viitattu 3.10.2018). Ilmastoasioita tullaan painottamaan aiempaan enemmän myös EU:n yhteisessä maatalouspolitiikassa (Reku 2017, viitattu 3.10.2018). Turvepeltojen päästöt muodostavat Suomessa puolet maatalousmaan päästöistä (Regina 2018, viitattu 3.10.2018). Päästöjen pienentämiseksi turvemaiden hiilensidontaa olisikin lisättävä, mihin kuituhampun viljely voisi olla yksi vaihtoehto. Kuituhamppu sitoo paljon hiilidioksidia, minkä lisäksi kevätkorjuun ansiosta pelto pysyy talven kasvipeitteisenä. Kuituhampun menestymistä turvemaalla täytyisi kuitenkin tutkia enemmän, samoin kuin kuituhampun viljelyn vaikutusta maaperän hiilivarantoihin.

Tilusrakenne on Kainuussa erittäin pirstoutunut: lohkot ovat pieniä ja sijaitsevat kaukana talouskeskuksesta. Peltolohkon keskikoko on 1,8 hehtaaria ja etäisyys talouskeskuksesta keskimäärin 4,7 kilometriä. (Vierimaa 2014, 5–6.) Muutoinkin välimatkat ovat pitkiä maakunnan suhteellisen laajan pinta-alan ja asutuksen hajanaisuuden vuoksi (Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007, 6–7; Maanmittauslaitos 2018a, viitattu 20.9.2018). Pitkät välimatkat ja pienet lohkot heikentävät tuotannon kannattavuutta lisäämällä polttoainekustannuksia ja työaikaa. Kuituhampun kohdalla on laskettu, että viljely on kannattavaa vielä noin sadan kilometrin kuljetusmatkalla pellolta tuotantolaitokselle. Liikuteltava jalostuslaitteisto voisi kuitenkin vähentää etäisyyksistä johtuvia kustannuksia ja mahdollistaa pienemmät paikkakunta-kohtaiset viljelyalat (Ikonen 2015, 44; Ikonen ym. 2015, 17).

Kainuussa talviolosuhteet ovat hyvin erilaiset kuin Etelä-Suomessa, jossa kuituhamppua on Suomessa enimmäkseen viljelty. Lumipeite on tyypillisesti paksu (Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007, 6) ja talvi pidempi (Ilmatieteenlaitos 2018a, viitattu 19.9.2018). Kasvukauden pituus riittänee hyvän sadon saavuttamiseen, sillä kuituhamppu kasvaa tavallisesti ensimmäisiin pakkasiin saakka. Kasvun jatkumista pitkälle syksyyn voidaan edistää valitsemalla myöhäinen lajike. Paksu lumipeite voi vaikuttaa kevätkorjuuseen, sillä korsimassa voi hidastaa lumen ja roudan sulamista ja näin korjuun aloittamista keväällä. Toisaalta lumikerros voi painaa korret maahan, jolloin kasvustoa ei tarvitse erikseen jyrätä ennen korjuuta. (Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018.) Talven olosuhteet vaikuttavat korsien likoamiseen, joten erilaiset talvet näkyvät vaihtelevana kuidun laatuna (Ikonen 2015, 11; Luokkakallio, haastattelu 28.6.2018). Ylilionnut hamppu ei ole ongelma, mutta alilionnut vaikeuttaa mekaanista erottelua (Ikonen 2015, 11). Kainuun etuna verrattuna maan eteläosiin ovatkin kylmemmät ja lumisemmat talviolosuhteet, jotka todennäköisesti tuottavat hyvin lionnutta hampppua.

Pohjoisuus voisi tarjota kilpailuedun kasviyhdisteitä hyödyntävissä tuotteissa, sillä pohjoisten kasvuolojen aiheuttamat stressitekijät voivat nostaa yhdisteiden pitoisuuksia kasveissa (Hannukkala, Peltola, Martz & Stark 2007, viitattu 11.10.2018; Yang 2017, 3–4). Eroja voisi löytyä myös hampun yhdisteiden pitoisuuksista, sillä pohjoisen alkuperän on todettu vaikuttavan positiivisesti hampunsiemenen sisältämän gammalinoleenihapon pitoisuuksiin (Mölleken & Theimer 1997, viitattu 11.10.2018). Siemenissä todettua etua ei kuitenkaan todennäköisesti päästä Kainuussa hyödyntämään, sillä lämpösumma ei todennäköisesti riitä siemenen tuleentumiseen (Järvenranta & Virkajärvi 2002, 2; Ilmatieteenlaitos 2018b, viitattu 13.10.2018). Öljyhampun viljely voi kuitenkin olla mahdollista ilmaston lämmitessä, sillä kasvukauden lämpösumma on ollut kasvusuunnassa myös Kainuussa (Partanen 2015, viitattu 13.10.2018).

## 5 POHDINTA

Kuituhampun viljely ja hyödyntäminen ovat olleet pitkään tutkimus- ja kehittämistyön kohteena sekä Suomessa että muualla maailmassa. Kuituhampun ympärillä viriävää kiinnostusta selittävät kasvin ympäristöhyödyt ja laajat hyödyntämismahdollisuudet, jotka luovat hyvät lähtökohdat entistä laajemmalle tuotannolle. Viljelyn tekevät houkuttelevaksi sekä ekologisuus että hyödyt välikasvina: kuituhamppu lisää maahan runsaasti orgaanista ainesta, tukahduttaa rikkakasveja eikä vaadi kasvinsuojeluaineita. Hampupohjaisilla materiaaleilla voidaan korvata monia nykyään yleisesti käytettyjä materiaaleja, joihin liittyy kestävyys- ja ympäristöongelmia. Esimerkiksi hampukuitua voidaan käyttää puuvillan ja tekokuidun sijaan monissa käyttökohteissa, päistärettä puolestaan turpeen sijaan kuivikkeena. Kasvin kokonaisvaltainen hyödyntäminen on toinen kestävyttä lisäävä tekijä, joka samalla parantaa myös tuotannon kannattavuutta. Hampussa piilee myös monenlaisia toistaiseksi vähän hyödynnettyjä mahdollisuuksia.

Pitkästä tutkimus- ja kehittämistyöstä huolimatta tuotannon haasteet liittyvät yhä sadonkorjuuseen ja kuidutusprosessiin. Korjuuseen kehitetyt laitteistot on tarkoitettu pääasiassa suurille peltoaloille, eikä markkinoilta löydy valmiina pienille aloille sopivia, eri kasvinosat erottelevia laitteistoja. Suuren mittakaavan viljelyyn ja kuidutukseen löytyy kyllä tarvittava teknologia, mutta investointikustannukset nousevat niin korkeiksi, että tuotannon käynnistäminen on vaikeaa. Alan haasteena onkin edelleen Norokydön (2010, 50) esittämä muna-kana -ongelma: laaja viljely on mahdollista vasta, kun sadolle on varma ostaja ja teollisuus alkaa hyödyntää raaka-ainetta, kun edellytykset siihen ovat kunnossa. Kuten Norokytö (2010, 55) esitti, alan kehittyminen vaatii koko tuotantoketjun kehittämistä ja rahoituksen saamista kehitystyöhön. Yksi hampukuidun hyödyntämistä jarruttanut tekijä on kilpailu muun muassa puuvillasta, puusta ja öljypohjaisista materiaaleista valmistettujen kuitujen kanssa. Hampukuidun tuotantokustannukset ovat näitä materiaaleja korkeammat, mikä lienee yksi tärkeimmistä syistä hampukuidun pysymiseen marginaalissa. Suomessa puukuitu on vahvan metsäsektorin vuoksi valta-asemassa, mikä voi hidastaa muiden materiaalien tuotekehitystä. Mahdollista voisi kuitenkin olla kehittää tuotteita, joissa näitä ominaisuuksiltaan erilaisia kuituja käytettäisiin rinnakkain.

Kainuun viljelykasvivalikoimaan kaivataan uusia, vähemmän tukiriippuvaisia vaihtoehtoja. Kuituhampun viljelyn aloittamista tukee kasvin sopiminen melkein kaikkiin viljelykiertoihin sekä lähes kaiken tarvittavan viljelykaluston löytyminen tiloilta valmiiksi. Haastateltujen viljelijöiden

kokemuksien mukaan kuituhampusta voidaan saada hyvä sato myös pohjoisessa, joskin huonot sääolosuhteet voivat aiheuttaa kasvustojen epäonnistumisia. Kainuun satotasaja on kuitenkin huono lähteä arvioimaan haastatteluiden perusteella, sillä kokemukset ovat Pohjois-Pohjanmaalta, missä viljelyolosuhteet ovat hyvin erilaiset kuin Kainuussa. Kuituhampun menestyminen Kainuun peltomailla täytyneekin todeta viljelykokeiden kautta. Erityisesti hampun menestyminen turvemilla olisi mielenkiintoista selvittää, sillä kuituhampun viljely turvepelloilla voisi olla ympäristön kannalta hyvä ratkaisu. Kuituhampun viljely näyttäisi muodostuvan kannattavaksi, mikäli sadosta maksettava hinta olisi samaa luokkaa kuin ainoan suomalaisen jalostajan tällä hetkellä maksama hinta. Viljelyn kannattavuutta parantaa paitsi kasvinsuojelukustannusten puuttuminen, myös laskelmissa huomiotta jäävä esikasvivaikutus: kuituhamppu voi esikasvina parantaa seuraavan kasvin satoa ja näin myös myyntituottoja. Kannattavuuslaskelmiin tulee kuitenkin suhtautua varauksella, sillä esimerkiksi satomäärän vaihtelu, tukipolitiikan tulevat muutokset ja tilakohtaiset tekijät voivat muuttaa tuloksia huomattavasti.

Kuituhamppua jalostavaa teollisuutta ei tällä hetkellä Kainuusta tai lähialueilla ole, mutta kasvin monipuolisuus luo mahdollisuuksia tuotekehitykseen ja jatkojalostuksen aloittamiseen paikallisesti. Ikosen (2015) tekemien laskemien pohjalta voidaan todeta, että suuren mittaluokan tuotannon näkökulmasta suurimmaksi ongelmaksi Kainuussa nousevat pitkät etäisyydet ja riittävän peltopinta-alan saaminen. Etäisyyksien lisäksi kannattavuutta syövät peltolohkojen hajanaisuus ja pienenus, joten lähtökohdat suuren volyymin bulkkituotannolle ovat huonot. Tuottamalla lisäarvon omaavia tuotteita asetelmaa voitaisiin kuitenkin parantaa, sillä silloin suuremmat myyntituotot kompensoisivat kuljetuskustannuksia. Kainuun luomutiloilla voitaisiin tuottaa esimerkiksi luomulaatuista kuitua, jolle voisi löytyä kysyntää tekstiiliteollisuudesta, mikäli kuitua pystyttäisiin toimittamaan riittävän suurina määriä. Pohjoisen hampuntuotannon kilpailueduksi voisivat mahdollisesti nousta myös suurempina pitoisuuksina esiintyvät kasviyhdisteet, joita olisi mahdollista hyödyntää esimerkiksi elintarvikkeissa, ravintolisissä sekä kosmetiikassa.

Kuituhampun viljelyn ja jatkojalostuksen aloittaminen Kainuussa vaatisi koko tuotantoketjun yhtäaikaista kehittämistä. Käytännön viljelykokeiluilla olisi hyvä tutkia kuituhampun menestymistä ja sopivia viljelykäytäntöjä, minkä lisäksi voitaisiin selvittää, aiheuttavatko pohjoiset kasvuolosuhteet eroja kasvin ominaisuuksiin ja voidaanko näitä ominaisuuksia hyödyntää jollakin tavalla. Tärkeää olisi myös löytää tai kehittää Kainuuseen sopiva korjuuteknologia sekä selvittää, miten Kainuun talviolosuhteet vaikuttavat kevätkorjuuseen. Samanaikaisesti viljelyn kehittämisen kanssa tulisi miettiä sadon jalostuksen ja hyödyntämisen vaihtoehtoja: etsitäänkö tuotetulle

kuituhampulle jalostaja muualta vai lähdetäänkö jalostusta ja tuotteistamista tekemään paikallisesti. Mikäli päädytään paikalliseen jalostukseen, kuidun käyttötarkoituksen täytyisi olla selvillä jalostuslaitosta suunniteltaessa, jotta pystytään koostamaan oikeanlainen ja kapasiteetiltaan sopiva kuidutuslinjasto. Suunnitelmien ja lähtötietojen tarkennuttua olennaista olisi mallintaa viljelyn ja jatkojalostuksen kannattavuutta tarkemmilla Kainuun toimintaympäristön huomioivilla katetuotto-, investointi- ja herkkyysslaskelmilla.

Kuituhamppu osoittautui erittäin mielenkiintoiseksi ja toisaalta myös haastavaksi opinnäytetyön aiheeksi. Kuituhampun viljely, jatkojalostus ja käyttökohteet muodostavat laajan kokonaisuuden, johon perehtyminen vei odotettua enemmän aikaa. Erityisesti hampun monipuoliset hyödyntämismahdollisuudet yllättivät ja aiheuttivat ongelmia työn rajaamisessa. Työn koostaminen kehitti paitsi tiedonhakutaitoja, myös kielitaitoa runsaan kansainvälisen lähdemateriaalin käytön ansiosta. Ammatillisen osaamisen kehittymisen kannalta työn parasta antia oli saavuttaa syvälinen ymmärrys aihepiiristä: viljelykasvista, kasvin koko tuotantoketjusta sekä ympärille syntyneestä toimialasta. Opinnäytetyöprosessin antoisuutta ja mielekkyyttä lisäsi mahdollisuus toteuttaa työ toimeksiannosta, sillä valmiista työstä hyötyvät toivon mukaan sekä työn tilaaja että muut kuituhampusta kiinnostuneet toimijat.

## LÄHTEET

AgriFutures Australia 2017. Industrial Hemp. Viitattu 22.8.2018.

<https://www.agrifutures.com.au/farm-diversity/industrial-hemp/>

Alenius, T., Mökkönen, T., Holmqvist, E. & Ojala, A. 2017. Neolithic land use in the Northern Boreal Zone: High-resolution multiproxy analyses from Lake Huhdasjärvi, south-eastern Finland.

*Vegetation History and Archaeobotany* 26, 469–486. Viitattu 6.7.2018.

[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/215615/10.1007\\_s00334\\_017\\_0606\\_2.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/215615/10.1007_s00334_017_0606_2.pdf?sequence=1)

Amaducci, S., Colauzzi, M., Bellocchi, G., Cosentino, S. L., Pakkala, K., Stomph, T. J., Westerhuis, W., Zatta, A. & Venturi, G. 2012. Evaluation of a phenological model for strategic decisions for hemp (*Cannabis Sativa* L.) biomass production across European sites. Sisäinen lähde. Viitattu 26.6.2018.

[https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669011004390?\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_origin=gateway&\\_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb&ccp=y#!](https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669011004390?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb&ccp=y#!)

Amaducci, S. & Gusovius, H. 2010. Hemp – cultivation, extraction and processing. Teoksessa Müssig, J (toim.) *Industrial Applications of Natural Fibres – Structure, Properties and Technical Applications*. Iso-Britannia: John Wiley & Sons LTd, 109-134. Viitattu 15.6.2018. [http://priede.bf.lu.lv/grozs/AuguFiziologijas/Augu\\_resursu\\_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf](http://priede.bf.lu.lv/grozs/AuguFiziologijas/Augu_resursu_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf)

Amaducci, S., Scordia, D., Liu, F. H., Zhang, Q., Guo, H., Testa, G. & Cosentino, S. L. 2015. Key cultivation techniques for hemp in Europe and China. *Industrial Crops and Products* 68, 2–16.

Amaducci, S., Zatta, A., Pelatti, F. & Venturi, G. 2006 Influence of agronomic factors on yield and quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) fibre and implication for an innovative production system. Sisäinen lähde. Viitattu 18.6.2018. Sisäinen lähde. [https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0378429008000233?\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_origin=gateway&\\_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb](https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0378429008000233?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb)

Amaducci, S., Zatta, A., Raffanini, M. & Venturi, G. 2008. Characterisation of hemp (*Cannabis sativa* L.) roots under different growing conditions. Viitattu 21.6.2018. [https://www.researchgate.net/profile/Alessandro\\_Zatta/publication/225616342\\_Characterisation\\_of\\_hemp\\_Cannabis\\_sativa\\_L\\_roots\\_under\\_different\\_growing\\_conditions/links/562e9b7708ae518e348381ed/Characterisation-of-hemp-Cannabis-sativa-L-roots-under-different-growing-conditions.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alessandro_Zatta/publication/225616342_Characterisation_of_hemp_Cannabis_sativa_L_roots_under_different_growing_conditions/links/562e9b7708ae518e348381ed/Characterisation-of-hemp-Cannabis-sativa-L-roots-under-different-growing-conditions.pdf)

Andre, C. M., Hausman, J-F. & Guerriero, G. 2016. *Cannabis sativa*: The Plant of the Thousand and One Molecules. *Frontiers In Plant Science* 7(19). Viitattu 5.9.2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4740396/pdf/fpls-07-00019.pdf>

Arnaud, L., Boyeux, B. & Hustache, Y. 2013. *Hemp and the Construction Industry*. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 239–259.

Baldini, M., Feruaia, C., Piani, B., Sepuceri, A., Dorigo, G., Zuliani, F., Danuso, F. & Cattivello, C. 2018. The Performance and Potentiality of Monoecious Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivars as a Multipurpose Crop. *Agronomy* 8(9). Viitattu 6.9.2018. <http://www.mdpi.com/2073-4395/8/9/162/htm>

Bambi, G., Rossi, G. & Barbari, M. 2018. Comparison between different types of bedding materials for horses. *Agronomy Research* 16 (3), 646–655. Viitattu 3.9.2018. [http://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/3954/Vol16No3\\_3.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://dspace.emu.ee/xmlui/bitstream/handle/10492/3954/Vol16No3_3.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Benelli, G., Pavela, R., Petrelli, R., Cappellacci, L., Santini, G., Fiorini, D., Sut, S., Dall'Acqua, S., Canale, A. & Maggi, F. 2018. The essential oil from industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) by-products as an effective tool for insect pest management in organic crops. *Industrial Crops and Products* 122, 308–315. Viitattu 6.9.2018. Sisäinen lähde. <https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669018304515>

Berenji, J., Sikora, V., Beherec, C. & Fournier, G. 2013. *Genetics and Selection of Hemp*. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 48–71.



Bertoli, A., Tozzi, S., Pistelli, L. & Angelini, L. G. 2010. Fibre hemp inflorescences: From crop-residues to essential oil production. *Industrial Crops and Products* 32 (3), 329–337. Viitattu 6.9.2018. Sisäinen lähde. <https://www.sciencedirect.com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669010001421#bib21>

Bócsa, I. & Karus, M. 1998. *The Cultivation of Hemp: Botany, Varieties, Cultivation and Harvesting*. Sebastopol: HempTech.

Bouloc, P. 2013a. The Industrial Hemp Economy. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 145–161.

Bouloc, P. 2013b. The Uses of Hemp for Domestic Animals. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 260–262.

Bound, S. 2011. Hemp compost as a component for potting media. Viitattu 4.9.2018. [https://www.researchgate.net/publication/275025979\\_Hemp\\_compost\\_as\\_a\\_component\\_for\\_pott ing\\_media](https://www.researchgate.net/publication/275025979_Hemp_compost_as_a_component_for_pott ing_media)

Brochier, B. 2013. Hemp in Papermaking. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 198–208.

Brodwin, E. 2018. There's a sea change coming for the \$1 billion marijuana-based industry you've never heard of — here are the latest products it's turning up in. *Business Insider* 17.8.2018. Viitattu 5.9.2018. <https://www.businessinsider.com/marijuana-cbd-industry-boom-products-2018-7?r=US&IR=T>

Callaway, J.C. 1995. Hampun kasvatusta ravitseväksi ruoaksi. Teoksessa Kolehmainen, U., Callaway J.C. & Hemmilä, A. (toim.) *Hamppu kulttuurikasvina: Hankasalmen hamppuseminaari*. Hankasalmi: Hankasalmen kunnan monistamo, 49–62.

Canadian Greenfield Technologies 2018. HempTrain™ decortication facility. Viitattu 8.9.2018. <https://canadiangreenfield.com/hemptrain/>

Canadian Hemp Trade Alliance 2018. Fibre processing. Viitattu 21.8.2018.  
<http://www.hemptrade.ca/eguide/fibre-production/fibre-processing>

Carus, M. 2017. The European Hemp Industry: Cultivation, processing and applications for fibres, shivs, seeds and flowers. European Industrial Hemp Association. Viitattu 13.8.2018.  
[http://eiha.org/media/2017/12/17-03\\_European\\_Hemp\\_Industry.pdf](http://eiha.org/media/2017/12/17-03_European_Hemp_Industry.pdf)

Cassano, R., Trombino, S., Ferrarelli, T., Nicoletta, F.P., Vittoria, M., Giraldi, C. & Picci, N. 2013. Hemp fiber (*Cannabis sativa* L.) derivatives with antibacterial and chelating properties. *Cellulose* 20, 547–557. Viitattu 11.9.2018. <https://slideheaven.com/hemp-fiber-cannabis-sativa-l-derivatives-with-antibacterial-and-chelating-proper.html>

Chabbert, B., Beherec, O. & Kurek, B. 2013. Physiology and Botany of Industrial Hemp. Teoksessa Bouloc P., Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 27–47.

Clarke, R. C. 1999. Botany of the Genus *Cannabis*. Teoksessa: Ranalli, P. *Advances in Hemp Research*. New York: The Haworth Press, 1–19.

Danielewicz, D. & Surma-Ślusarska, B. 2017. Properties and fibre characterisation of bleached hemp, birch and pine pulps: a comparison. *Cellulose* 2017 (24), 5173–5186. Viitattu 17.8.2018.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10570-017-1476-6.pdf>

Desanlis, F., Cerruti, N. & Warner, P. 2013. Hemp Agronomics and Cultivation. Teoksessa Bouloc P., Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 98–124.

D-8+ Hemp Decorticator Specifications 2018. CannaSystems Canada. Viitattu 8.9.2018.  
<https://cannasystems.ca/pdf/D8SPECS.pdf>

Eder, M. & Burgert, I. 2010. Natural Fibres – Fuction in Nature. Teoksessa Müssig, J. (toim.) *Industrial Applications of Natural Fibres – Structure, Properties and Technical Applications*. Iso-Britannia: John Wiley & Sons LTd, 23–40. Viitattu 15.6.2018.

[http://priede.bf.lu.lv/grozis/AuguFiziologijas/Augu\\_resursu\\_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf](http://priede.bf.lu.lv/grozis/AuguFiziologijas/Augu_resursu_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf)

Elintarviketurvallisuusvirasto 2018. Luomutilat (kpl) ja luomutuotantoala (ha) 2018. Viitattu 19.9.2018. <https://www.evira.fi/globalassets/yhteiset/luomu/tilastot/luomu-2018ep.pdf>

European hemp fields grow to 33,000 ha. 2017. HempToday 27.3.2017. Viitattu 21.8.2018 <https://hemptoday.net/european-hemp-fields-grow/>

European Industrial Hemp Association 2017a. Record cultivation of industrial hemp in Europe in 2016. Lehdistöiedote. Viitattu 21.8.2018. <http://eiha.org/document/record-cultivation-of-industrial-hemp-in-europe-in-2016/>

European Industrial Hemp Association 2017b. Position paper of the European Industrial Hemp Association (EIHA) on: Reasonable regulation of cannabidiol (CBD) in food, cosmetics, as herbal natural medicine and as medicinal product. Viitattu 5.9.2018. <http://eiha.org/media/2014/08/17-01-EIHA-CBD-position-paper.pdf>

European Industrial Hemp Association 2018. The reintroduction of industrial hemp is in full swing worldwide. Lehdistöiedote. Viitattu 20.8.2018. <http://news.bio-based.eu/media/2018/05/18-05-17-PR-EIHA-Award-and-Conference.pdf>

Evans, P. 2017. Australian hemp growers ready for good times as industry expands. ABC News 27.5.2017. Viitattu 22.8.2018. <http://www.abc.net.au/news/2017-05-27/australian-hemp-growers-ready-for-good-times/8542708>

Faux, A-M., Berhin, A., Dauguet, N. & Bertin, P. 2013. Sex chromosomes and quantitative sex expression in monoecious hemp (*Cannabis sativa* L.). *Euphytica* 196 (2), 183–197. Viitattu 8.10.2018.

[https://www.researchgate.net/publication/263688369\\_Sex\\_chromosomes\\_and\\_quantitative\\_sex\\_expression\\_in\\_monoecious\\_hemp\\_Cannabis\\_sativa\\_L](https://www.researchgate.net/publication/263688369_Sex_chromosomes_and_quantitative_sex_expression_in_monoecious_hemp_Cannabis_sativa_L)

Florentin, Y., Pearlmutter, D., Givoni, B. & Gal, E. 2017. A life-cycle energy and carbon analysis of hemp-lime bio-composite building materials. *Energy and Buildings* 156, 293–305. Viitattu 2.9.2018.

Sisäinen lähde. [https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S0378778817304322/1-s2.0-S0378778817304322-main.pdf?\\_tid=e630c2dc-d80f-4836-8bfd-87710b1b9c88&acdnat=1535899948\\_e38cdf8a089b1424fa4c40df57dd0c38](https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S0378778817304322/1-s2.0-S0378778817304322-main.pdf?_tid=e630c2dc-d80f-4836-8bfd-87710b1b9c88&acdnat=1535899948_e38cdf8a089b1424fa4c40df57dd0c38)

Gerden, E. 2018. Russia to reintroduce hemp for technical textiles. In Textiles 15.1.2018. Viitattu 21.8.2018. <https://www.innovationintextiles.com/russia-to-reintroduce-hemp-for-technical-textiles/>

Górski, R., Sobieralski, K. & Siwulski, M. 2016. The effect of hemp essential oil on mortality *Aulacorthum solani* Kalt. and *Tetranychus urticae* Koch. Viitattu 6.9.2018. <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/eces.2016.23.issue-3/eces-2016-0037/eces-2016-0037.pdf>

Grekula, V. 2018. Vaarallisten jättiputkien riivaama Kouvola keksi uuden aseensa kasvin nitistämiseksi – muovi vaihtuu hamppuun. YLE Uutiset 16.5.2018. Viitattu 4.9.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10205496>

Gusovius, H-J. & Lühr, C. 2017. Consolidated report on harvesting and processing technologies for hemp – recognizing new and established developments. Deliverables report. MultiHemp. Viitattu 17.7.2018. [http://multihemp.eu/media/2018/07/Deliverables\\_D\\_4-3\\_D\\_10-1\\_Report.pdf](http://multihemp.eu/media/2018/07/Deliverables_D_4-3_D_10-1_Report.pdf)

Hankehaavi 2018. Hakutulos asiasanalla ”hamppu”. Viitattu 6.7.2018. <http://www.mitiatorakenteet.fi/hankehaavi/index.php>

Hannukkala, A., Peltola, R., Martz, F. & Stark, S. 2007. Pohjoisessa kasvavat laadukkaat luonnonkasvit. Viitattu 11.10.2018. <http://www.mtt.fi/maaseuduntiede/pdf/mtt-mt-v64n02s06a.pdf>

Hannula, E. 2016. Kuituhamppubisnes kurottaa korkealle – suomalaista luonnonkuitua viedään autoteollisuuden käyttöön Hollantiin. YLE Uutiset 20.5.2016. Viitattu 22.8.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-8890322>

Hansson, I. 2005. Skördemetoder av industrihampa. Sveriges Lantbruksuniversitet. Lantmästarprogrammet. Opinnäytetyö. Viitattu 9.9.2018. [https://stud.epsilon.slu.se/11609/1/hansson\\_i\\_171002.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/11609/1/hansson_i_171002.pdf)

Hazekamp, A. 2018. The Trouble with CBD Oil. *Med Cannabis Cannabinoids* 1, 65–72. Viitattu 5.9.2018. <https://www.karger.com/Article/Pdf/489287>

Heard, J., Watson, K. & Kostiuk, J. 2007. Nutrient Uptake and Partitioning by Industrial Hemp. *Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives*. Viitattu 25.8.2018. [http://www.umanitoba.ca/faculties/afs/MAC\\_proceedings/proceedings/2007/Heard\\_poster.pdf](http://www.umanitoba.ca/faculties/afs/MAC_proceedings/proceedings/2007/Heard_poster.pdf)

Hemp Business Journal 2018. The U.S. Hemp Industry grows to \$820mm in sales in 2017. Viitattu 5.9.2018. <https://www.hempbizjournal.com/size-of-us-hemp-industry-2017/>

HempRefine 2015. Uutiskirje kevät 2015. Viitattu 21.8.2018. [https://issuu.com/hemprefine/docs/hemprefine-utiskirje\\_-\\_2015](https://issuu.com/hemprefine/docs/hemprefine-utiskirje_-_2015)

HempRefine 2018a. Kuituhampun viljelysopimuksien aika on nyt. Viitattu 20.7.2018. <https://www.hemprefine.fi/kuituhampun-viljelysopimuksien-aika-on-nyt>

HempRefine 2018b. Esittely. Viitattu 22.8.2018. <https://www.hemprefine.fi/yritys/esittely>

HempRefine 2018c. Kuituhampulla maaperään hiiltä, ravinteita ja rakennetta. Viitattu 22.8.2018. <https://www.hemprefine.fi/kuituhampulla-maaperaeen-hiiltaa-ravinteita-ja-rakennetta>

HempRefine 2018d. Hamppukauppa. Viitattu 22.8.2018. <http://www.hamppukauppa.fi/>

HempRefine 2018e. Kuituhampun viljelyn edut. Viitattu 6.8.2018. <http://www.hemprefine.fi/projects/kuituhampun-viljelyn-edut>

HempRefine 2018f. Hamppukuivikkeella ainutlaatuiset ympäristövaikutukset. Viitattu 7.8.2018. <http://www.hemprefine.fi/projects/hamppukuivikkeella-ainutlaatuiset-ympaeristoevaikutukset>

HempRefine 2018g. Kuituhampun viljelytekniikka. Viitattu 11.7.2018. <http://www.hemprefine.fi/projects/kuituhampun-viljelytekniikka>

HempRefine 2018h. Tutkimus- ja kehittämistoiminta. Viitattu 8.9.2018.  
<http://www.hemprefine.fi/yritys/tutkimus-ja-kehittaemistoiminta>

HempRefine 2018i. Maailmalla meuhkataan uudesta HempTrain-kuituhampun jalostuslinjasta...Facebook-tilapäivitys 1.9.2018. Viitattu 8.9.2018. <https://fi-fi.facebook.com/hemprefine/>

HempRefine 2018j. Hamppueristelevy. Viitattu 10.9.2018.  
<https://www.hamppukauppa.fi/product/553/hamppueristelevy-326-m2-1890---m2>

HempRefine 2018k. Hampulla on kova kansainvälinen noste. Viitattu 29.8.2018.  
<http://www.hemprefine.fi/hampulla-on-kova-kansainvaelinen-noste>

Horimasa 2017. Products. Viitattu 10.9.2018. <http://horimasabp.com/english/>

Iffland, K. & Grotenhermen, F. 2017. An Update on Safety and Side Effects of Cannabidiol: A Review of Clinical Data and Relevant Animal Studies. *Cannabis Cannabinoid Research* 2(1), 139–154. Viitattu 5.9.2018.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5569602/pdf/can.2016.0034.pdf>

Ikonen, J. 2015. Kuituhampun kasvatuksen ja jalostuksen liiketoimintamallit. Karelia-ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 20.9.2018.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86969/Juha\\_Ikonen.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/86969/Juha_Ikonen.pdf?sequence=1)

Ikonen, J., Kilpeläinen, J. & Puhakka-Tarvainen, H. 2015. Kuituhampun jalostuksen mahdollisuudet Suomessa. Karelia-ammattikorkeakoulu. Julkaisusarja B: oppimateriaaleja ja kokoelmateoksia, 42. Viitattu 26.6.2018.  
<http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97606/B42.pdf;jsessionid=03BB900FA4BAA1BA8188B4FB5084D919?sequence=1>

Ilmatieteenlaitos 2018a. Talvitalastot. Viitattu 18.9.2018. <https://ilmatieteenlaitos.fi/talvitalastot>

Ilmatieteenlaitos 2018b. Terminen kasvukausi. Viitattu 13.10.2018.  
<https://ilmatieteenlaitos.fi/terminen-kasvukausi>

Industrial Hemp Enterprise 2015. Alberta Agriculture and Forestry. Viitattu 21.8.2018.  
<https://open.alberta.ca/dataset/644b036a-b04e-48e1-a45b-cf530aa61b01/resource/56707132-5dd0-4c95-a82d-17bf49db3e17/download/agdex-153-830-1-nov2015.pdf>

Jianchun, Z. 2008. Natural Fibres in China. Proceedings of the Symposium on Natural Fibres. Rooma: Common Fund for Commodities, 53–61. Viitattu 15.8.2018.  
<http://www.fao.org/docrep/pdf/011/i0709e/i0709e.pdf>

Juvonen, N. 2014. Kevätkorjattu kuituhamppu hevoskuivikkeena ja biokaasun raaka-aineena. Karelia-ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 3.9.2018.  
[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81666/Juvonen\\_Nina.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/81666/Juvonen_Nina.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Järvenranta, K. & Virkajärvi, P. 2002. Tutkimustuloksia Finola-siemenhampun (FIN-314) viljelykokeesta MTT:n Pohjois-Savon tutkimusasemalla. Viitattu 13.10.2018. <http://finola.fi/wp-content/uploads/2017/10/loppuraportti.pdf>

Kaukonen, T.-I. 1946. Pellavan ja hampun viljely ja muokkaus Suomessa. Kansantieteellinen tutkimus. Helsinki: Kirjapaino-osakeyhtiö Sana.

Kayani, M. Z., Mukhtar, T. & Hussain, M.A. 2012. Evaluation of nematicidal effects of *Cannabis sativa* L. and *Zanthoxylum alatum* Roxb. against root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita*. *Crop Protection* 39, 52–56. Viitattu 11.9.2018.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219412000920>

Khan, B. A., Chevali, V. S., Na, H., Zhu, J., Warner, P. & Wang, H. 2016. Processing and properties of antibacterial silver nanoparticle-loaded hemp hurd/poly(lactic acid) biocomposites. *Composites Part B*. Viitattu 11.9.2018.  
[https://www.researchgate.net/profile/Venkata\\_Chevali/publication/303811613\\_Processing\\_and\\_properties\\_of\\_antibacterial\\_silver\\_nanoparticle-loaded\\_hemp\\_hurdpolylactic\\_acid\\_biocomposites/links/59e551f0a6fdcc1b1d8d2fcc/Processing-](https://www.researchgate.net/profile/Venkata_Chevali/publication/303811613_Processing_and_properties_of_antibacterial_silver_nanoparticle-loaded_hemp_hurdpolylactic_acid_biocomposites/links/59e551f0a6fdcc1b1d8d2fcc/Processing-)

and-properties-of-antibacterial-silver-nanoparticle-loaded-hemp-hurd-poly(lactic-acid)-biocomposites.pdf

Khan, B, Wang, J., Warner, P. & Wang, H. 2015. Antibacterial Properties of Hemp Hurd Powder Against *E. coli*. *Journal of Applied Polymer Science*. Viitattu 3.9.2018. [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45986948/Antibacterial\\_Properties\\_of\\_Hemp\\_Hurd\\_Po20160527-23396-t5xu8c.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1535967059&Signature=mEgVfZM29c0C7LlyCRcdPqfBuiM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAntibacterial\\_properties\\_of\\_hemp\\_hurd\\_po.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/45986948/Antibacterial_Properties_of_Hemp_Hurd_Po20160527-23396-t5xu8c.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1535967059&Signature=mEgVfZM29c0C7LlyCRcdPqfBuiM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAntibacterial_properties_of_hemp_hurd_po.pdf)

Khan, B. A., Warner, P. & Wang, H. 2014. Antibacterial Properties of Hemp and Other Natural Fibre Plants; A Review. *Bioresources* 9 (2), 3642–3659. Viitattu 3.9.2018. [http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes\\_09\\_2\\_Khan\\_Antibacterial\\_Hemp\\_Fibre\\_Review/2773](http://ojs.cnr.ncsu.edu/index.php/BioRes/article/view/BioRes_09_2_Khan_Antibacterial_Hemp_Fibre_Review/2773)

Kitrytė, V., Bagdonaitė, D. & Rimantas Venskutonis, P. 2018. Biorefining of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) threshing residues into cannabinoid and antioxidant fractions by supercritical carbon dioxide, pressurized liquid and enzyme-assisted extractions. *Food Chemistry* 267. Viitattu 11.9.2018. <https://kundoc.com/pdf-biorefining-of-industrial-hemp-cannabis-sativa-l-threshing-residues-into-cannabi.html>

Kiviranta, T. 2018. Satoennusteet laskevat edelleen Euroopassa ja Australiassa. *Maaseudun Tulevaisuus* 2018 (109), 6.

Kramer, L. 2017. Hemp as raw material for the fashion industry - A study on determining major factors hampering hemp to be integrated in the textile apparel supply chain. Saxion University of Applied Sciences. Textile engineering and management programme. Bachelor's thesis. Viitattu 13.8.2018. [https://www.researchgate.net/publication/318858688\\_HEMP\\_AS\\_RAW\\_MATERIAL\\_FOR\\_THE\\_FASHION\\_INDUSTRY\\_-\\_A\\_study\\_on\\_determining\\_major\\_factors\\_hampering\\_hemp\\_to\\_be\\_integrated\\_in\\_the\\_textile\\_apparel\\_supply\\_chain](https://www.researchgate.net/publication/318858688_HEMP_AS_RAW_MATERIAL_FOR_THE_FASHION_INDUSTRY_-_A_study_on_determining_major_factors_hampering_hemp_to_be_integrated_in_the_textile_apparel_supply_chain)



Kumar, S., Singh, R., Kumar, V., Rani, A. & Jain, R. 2017. Cannabis sativa: A Plant Suitable for Phytoremediation and Bioenergy Production. Phytoremediation Potential of Bioenergy Plants, 269-285. Viitattu 12.9.2018.

[https://www.researchgate.net/profile/Rajeev\\_Jain2/publication/315835928\\_Cannabis\\_sativa\\_A\\_Plant\\_Suitable\\_for\\_Phytoremediation\\_and\\_Bioenergy\\_Production/links/5b0a94a2a6fdcc8c2532e069/Cannabis-sativa-A-Plant-Suitable-for-Phytoremediation-and-Bioenergy-Production.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rajeev_Jain2/publication/315835928_Cannabis_sativa_A_Plant_Suitable_for_Phytoremediation_and_Bioenergy_Production/links/5b0a94a2a6fdcc8c2532e069/Cannabis-sativa-A-Plant-Suitable-for-Phytoremediation-and-Bioenergy-Production.pdf)

Kurunsaari, J. 2017. Kuituhampun esikasvivaikutus perunalle. Oulun ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 7.8.2018  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/136474/kurunsaari\\_jani.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/136474/kurunsaari_jani.pdf?sequence=1)

Kymäläinen, H-R. 2004. Quality of *Linum usitatissimum* L. (flax and linseed) and *Cannabis sativa* L. (fibre hemp) during the production chain of fibre raw material for thermal insulations. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 29.8.2018.  
<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/maaja/vk/kymalainen/qualityo.pdf>

Kymäläinen, H-R. & Koivula, M. 2004. Lämmöneristeestä voi irrota haitallisia aineita huoneilmaan. Koetoiminta ja käytäntö 61 (3). Viitattu 30.8.2018. <https://core.ac.uk/download/pdf/52224895.pdf>

Lahtinen, A. 2014. Hampubetoni rakennusmateriaalina. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 31.8.2018.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77665/Antti\\_Lahtinen.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77665/Antti_Lahtinen.pdf?sequence=1)

Laine, A. 2017. Öljyhamppu. Viitattu 13.7.2018. <https://www.luke.fi/futurecrops/wp-content/uploads/sites/12/2018/02/Oljyhampun-viljely.pdf>

Laitinen, E. 1995. Hampun historia Suomessa. Teoksessa Kolehmainen, U., Callaway J.C. & Hemmilä, A. (toim.) Hampu kulttuurikasvina: Hankasalmen hampuseminaari. Hankasalmi: Hankasalmen kunnan monistamo, 10–19.

Laitinen, P. 1994. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. Maatalouden tutkimuskeskus. Tiedote 14/94. Viitattu 11.9.2018.  
[http://www.mtt.fi/asarja/pdf/tiedote14\\_94.pdf](http://www.mtt.fi/asarja/pdf/tiedote14_94.pdf)

Latif, E. 2013. Hygrothermal performance of hemp based thermal insulation materials in the UK. University of East London. Architecture, Computing and Engineering. Väitöskirja. Viitattu 31.10.2018. [http://roar.uel.ac.uk/3454/1/2013\\_PhD\\_Latif.pdf](http://roar.uel.ac.uk/3454/1/2013_PhD_Latif.pdf)

Laurila, A. 2013. Hamppukuitu puupohjaisten paperimassojen armeerauksessa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 27.6.2018. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54038/Laurila\\_Antti.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/54038/Laurila_Antti.pdf?sequence=1)

Lecavicius, V., Shipcovs, P., Ivanovs, S. & Rucins, A. 2015. Thermo-insulation properties of hemp-based products. *Latvian Journal of Physics and Technical Sciences* 52 (1), 38–51. Viitattu 29.8.2018. <https://content.sciendo.com/view/journals/lpts/52/1/article-p38.xml>

Lepistö, T. 2014. Luonnonkuitukomposiitit. A: Tutkimuksia ja raportteja - Research Reports; A89. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Viitattu 15.6.2018. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/80141/ISBN9789515884329.pdf?sequence=1>

Leppänen, M. 2018. Sveitsissä kasvaa uusi laillinen kannabisbisnes – hampusta tehdään voiteita, ravintolisiä ja sätkiä, mutta tuotteiden vaikutuksista ei ole varmaa tietoa. YLE Uutiset 22.7.2018. Viitattu 5.9.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10288229>

Legros, S. & Picault, S. & Cerruti, N. 2013. Factors Affecting the Yield of Industrial Hemp – Experimental Results for France. Teoksessa Bouloc P, Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 72–97.

Liu, M., Fernando, D., Daniel, G., Madsen, B., Meyer, A. S., Ale, M. T. & Thygesen, A. 2015. Effect of harvest time and field retting duration on the chemical composition, morphology and mechanical properties of hemp fibers. *Industrial Crops and Products* 69. Sisäinen lähde. Viitattu 20.6.2018. [https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669015001053?\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_origin=gateway&\\_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb&ccp=y](https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669015001053?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb&ccp=y)

Luokkakallio, J. 2012. Kuituhampun viljely. Viitattu 11.7.2018. <http://www.hyotyhamppu.fi/images/stories/hampunviljely2011.pdf>

Luokkakallio, J. 2018. Kasvintuotannon asiantuntija, ProAgria Etelä-Pohjanmaa. Haastattelu 28.6.2018. Tekijän hallussa.

Luonnonvarakeskuksen tietopalvelu 2018. Hampun viljelyalat. Sähköposti 9.7.2018.

Luonnonvarakeskus 2016. Hiiltä kannattaa sitoa maaperään muutenkin kuin päästösyistä. Viitattu 24.8.2018. <https://www.luke.fi/mt-hiilta-kannattaa-sittoa-maaperaan-muutenkin-kuin-paastosyista/>

Luonnonvarakeskus 2017. Maaperän hiili on vähentynyt peltomailla. Viitattu 24.8.2018. <https://www.luke.fi/uutiset/maaperan-hiili-on-vahentynyt-peltomailla/>

Luonnonvarakeskus 2018a. Käytössä oleva maatalousmaa ELY-keskuksittain. Viitattu 18.9.2018. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_04%20Tuotanto\\_\\_22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/01\\_Kaytossa\\_oleva\\_maatalousmaa\\_ELY.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__04%20Tuotanto__22%20Kaytossa%20oleva%20maatalousmaa/01_Kaytossa_oleva_maatalousmaa_ELY.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db)

Luonnonvarakeskus 2018b. Maatalous- ja puutarhayritysten lukumäärä tuotantosuunnittain ELY-keskuksittain. Viitattu 18.9.2018. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_\\_02%20Maatalous\\_\\_02%20Rakenne\\_\\_02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/03\\_Maatalous\\_ja\\_puutarhayrit\\_lkm\\_tuotantos\\_ELY.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE__02%20Maatalous__02%20Rakenne__02%20Maatalous-%20ja%20puutarhayritysten%20rakenne/03_Maatalous_ja_puutarhayrit_lkm_tuotantos_ELY.px/?rxid=001bc7da-70f4-47c4-a6c2-c9100d8b50db)

Luonnonvarakeskus 2018c. Maalajit maakunnittain. Viitattu 18.9.2018. [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/maannostieto/vakioraportit/maalajitiedot\\_wrb\\_luokitus/maalajit\\_maakunnittain](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/maannostieto/vakioraportit/maalajitiedot_wrb_luokitus/maalajit_maakunnittain)

Maanmittauslaitos 2018a. Suomen pinta-ala kunnittain 1.1.2018. Viitattu 20.9.2018. [https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2018/01/Suomen\\_pa\\_2018\\_kunta\\_maakunta\\_0.pdf](https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/attachments/2018/01/Suomen_pa_2018_kunta_maakunta_0.pdf)

Maanmittauslaitos 2018b. Tilastotietoa kiinteistökaupoista. Viitattu 16.10.2018. [https://khr.maanmittauslaitos.fi/tilastopalvelu/rest/API/kiinteistokauppojen-tilastopalvelu.html?v=1.2.0&#t41g4\\_x\\_2010\\_2015\\_x\\_Maakunta](https://khr.maanmittauslaitos.fi/tilastopalvelu/rest/API/kiinteistokauppojen-tilastopalvelu.html?v=1.2.0&#t41g4_x_2010_2015_x_Maakunta)

Maaseutuvirasto 2018a. Liite C Hamppu. Viitattu 9.7.2018. [http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Hakuoppaat/Hakuoppaan%20liitteet%202016/Liite\\_C\\_Hamppu\\_2018.pdf](http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/Hakuoppaat/Hakuoppaan%20liitteet%202016/Liite_C_Hamppu_2018.pdf)

Maaseutuvirasto 2018b. Erikoistukien valvontaohje 2018. Viitattu 17.10.2018. [http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/MAVI\\_22891\\_v3\\_Erikoistukien\\_valvontaohje\\_2018.PDF](http://www.mavi.fi/fi/oppaat-ja-lomakkeet/viljelijä/Documents/MAVI_22891_v3_Erikoistukien_valvontaohje_2018.PDF)

Maaseutuvirasto 2018c. Päätukihautuet 2018. Viitattu 17.10.2018. <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/451/pdf>

Maaseutuvirasto 2018d. Ympäristökorvauksen sitoutumisehdot muutoksin (2015–2018). Viitattu 17.10.2018. <http://maaseutuvirasto.mobiezone.fi/zine/467/pdf>

Maataloushallitus 1916. Maataloustiedustelu Suomessa vuonna 1910. Viitattu 3.7.2018. [http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/104479/xmaa\\_191000\\_1916\\_dig.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/104479/xmaa_191000_1916_dig.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Maslo, A. & Erlandsson, E. 2017. Möjligheten att ringsspinn cottoniserad hampafiber, med blandning av bomull. University of Borås. Faculty of Textiles, Engineering and Business. Bachelor's thesis. Viitattu 14.8.2018. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1143497/FULLTEXT01.pdf>

Marini, E., Magi, G., Ferretti, G., Bacchetti, T., Giuliani, A., Pugnaroni, A., Rippo, M.R. & Facinelli, B. 2018. Attenuation of *Listeria monocytogenes* Virulence by *Cannabis sativa* L. Essential Oil. *Frontiers In Cellular and Infection Microbiology* 8 (293). Viitattu 10.9.2018. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcimb.2018.00293/full>

Marttaliitto 2018. Maan pinnan kate parantaa kasvuoloja ja helpottaa tarhurin työtä. Viitattu 4.9.2018. <https://www.martat.fi/marttakoulu/puutarha/puutarhan-tyot/kate-helpottaa-hoitoa/>

Matalaenergiarakenteiden toimivuus 2008. Tampereen teknillinen yliopisto. Tutkimustuloksia ja suosituksia uusiin lämmöneristys- ja energiankulutusmääräyksiin ja -ohjeisiin, loppuraportti. Tutkimusselostus N:o 1706. Viitattu 31.8.2018.

<http://www.ym.fi/download/noname/%7B56396F6B-FA49-43E5-BDD3-3B6F53FBAA1A%7D/31295>

Mazhoud, B., Collet, F., Pretot, S. & Lanos, C. 2017a. Development and hygric and thermal characterization of hemp-clay composite. Viitattu 4.9.2018. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19648189.2017.1327894>

Mazhoud, B., Collet, F., Pretot, S. & Lanos, C. 2017b. Mechanical properties of hemp-clay and hemp stabilized clay composites. *Construction and Building Materials* 155, 1126–1137. Viitattu 4.9.2018. Sisäinen lähde. [https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S0950061817317282/1-s2.0-S0950061817317282-main.pdf?\\_tid=4751d33e-6446-422c-af8f-fa43bae31680&acdnat=1536046933\\_d6d55c5d956c1c71d19191cbc9e36890](https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S0950061817317282/1-s2.0-S0950061817317282-main.pdf?_tid=4751d33e-6446-422c-af8f-fa43bae31680&acdnat=1536046933_d6d55c5d956c1c71d19191cbc9e36890)

Miinin, J. & Nuutinen, T. 2014. Hamppu-kalkkikomposiitin valmistus suomalaisista raaka-aineista ja sen kosteustekninen toiminta seinärakenteena. Karelia-ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 31.8.2018. [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75325/Miinin\\_Joona\\_Nuutinen\\_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75325/Miinin_Joona_Nuutinen_Tommi.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mougin, G. 2013. Hemp and Plastics. Teoksessa Bouloc P., Allegret, S. & Arnaud, L. (toim.) *Hemp – Industrial Production and Uses*. Wallingford: CABI, 209–221.

Kainuun maaseutuelinkeino-ohjelma 2007–2013 2007. MTK Kainuu. Viitattu 18.9.2018. [https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/56687/Kainuun\\_maaseutu\\_elinkeino\\_ohjelma\\_2007\\_2013.pdf/f64487bf-2b84-4ffe-a84f-0dd91eec5f0b](https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/56687/Kainuun_maaseutu_elinkeino_ohjelma_2007_2013.pdf/f64487bf-2b84-4ffe-a84f-0dd91eec5f0b)

Museokeskus Vapriikki 2018. Valokuva: Nokia Aktiebolag: hampua leikataan. Siiri-tietopalvelu. Viitattu 8.10.2018. <http://siiri.tampere.fi/displayObject.do?uri=http://www.profium.com/archive/ArchivedObject-CB3D4F86-846E-8E50-8017-395983AD0C7A>

Müssig, J., Fischer, H., Graupner, N. & Drieling, A. 2010. Testing Methods for Measuring Physical and Mechanical Fibre Properties (Plant and Animal Fibres). Teoksessa Müssig, J (toim.) *Industrial*

Applications of Natural Fibres – Structure, Properties and Technical Applications. Iso-Britannia: John Wiley & Sons Ltd, 269–310. Viitattu 15.6.2018. [http://priede.bf.lu.lv/grozs/AuguFiziologijas/Augu\\_resursu\\_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf](http://priede.bf.lu.lv/grozs/AuguFiziologijas/Augu_resursu_biologija/gramatas/Industrial%20Applications%20of%20Natural%20Fibres.pdf)

Mölleken, H. & Theimer, R.R. 1997. Survey of minor fatty acids in Cannabis sativa L. fruits of various origins. Viitattu 11.10.2018. <http://www.internationalhempassociation.org/jiha/jiha4107.html>

Nebel, K. M. 1995. New processing strategies for hemp. Viitattu 14.8.2018. <http://www.internationalhempassociation.org/jiha/iha02101.html>

Nichols, K. 2018. Mobile processor promises new fiber opportunities for hemp farmers. Hemp Industry Daily 1.2.2018. Viitattu 8.9.2018. <https://hempindustrydaily.com/mobile-processor-promises-new-fiber-opportunities-hemp-farmers/>

Nilsson, J & Olsson, M. 2008. Teknik för vårskörde av hampa till stråbränsle. Sveriges lantbrukuniversitet. Maisemansuunnittelun, puutarhanhoidon ja maataloustieteiden tiedekunta. Opinnäytetyö. Viitattu 18.7.2018. [https://stud.epsilon.slu.se/13014/1/nilsson\\_j\\_olsson\\_m\\_171121.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/13014/1/nilsson_j_olsson_m_171121.pdf)

Nissen, L., Zatta, A., Stefanini, I., Grandi, S., Sgorbati, B., Biavati, B. & Monti, A. 2010. Characterization and antimicrobial activity of essential oils of industrial hemp varieties (Cannabis sativa L.). Filoterapia 81 (5), 413–419. Viitattu 6.9.2018. Sisäinen lähde. <https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0367326X09002780>

Norokytö, N. 2010. Hyötyhampun käytön haasteet ja mahdollisuudet Suomessa. Turun ammattikorkeakoulu. Kestävän kehityksen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 13.1.0.2018. [http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25801/Norokyto\\_Noora.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/25801/Norokyto_Noora.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Norokytö, N. 2013. Öljyhamppu – opas viljelyyn ja käsittelyyn. Turun ammattikorkeakoulu. Turun ammattikorkeakoulun puheenvuoroja 76. Viitattu 6.8.2018 <http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522164148.pdf>

Norokytö, N. 2017. Hamppurakentaminen – tuotannon monet mahdollisuudet. Kestävän rakentamisen seminaari. Turun ammattikorkeakoulu. AC-tallenne. Viitattu 31.8.2018. <http://turkuamk.adobeconnect.com/pbpclrxnrsbq/>

Nova-Institut GmbH 2016. Growing markets for Hemp Food and Pharmaceuticals – potential Billion € markets in Europe. Bio-based News 25.4.2016. Viitattu 22.8.2018. <http://news.bio-based.eu/growing-markets-for-hemp-food-and-pharmaceuticals-potential-billion-e-markets-in-europe/>

Nova-Institut GmbH 2017. China Rediscovered Hemp. Bio-Based News 10.8.2018. Viitattu 21.8.2018. <http://news.bio-based.eu/china-rediscovered-hemp/>

Novak, J., Zitterl-Eglseer, K., Deans, S. G. & Chlodwig, M. F. 2001. Essential oils of different cultivars of *Cannabis sativa* L. and their antimicrobial activity. *Flavour Fragrance Journal* 16, 259–262. Viitattu 6.9.2018. <https://www.theroc.us/researchlibrary/Essential%20oils%20of%20different%20cultivars%20of%20Cannabis%20sativa%20L.%20and%20their%20antimicrobial%20activity.pdf>

Nykter, M. 2006. Microbial quality of hemp (*Cannabis sativa* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) from plants to thermal insulation. . Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 29.8.2018. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/maaja/vk/nykter/microbia.pdf>

Olsson, M. 2015. Allelopatiskeffekt av industrihampa som förfrukt till åkerböna, ärt och lupin. Sveriges Lantbruksuniversitet. Luonnonvarojen ja maanviljelyn tiedekunta. Opinnäytetyö. Viitattu 11.9.2018. [https://stud.epsilon.slu.se/8135/7/olsson\\_m\\_150626.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/8135/7/olsson_m_150626.pdf)

Pahkala, K., Pahkala, E. & Syrjälä, H. 2008. Northern Limits to Fiber Hemp Production in Finland. *Journal of Industrial Hemp* 13:2, 104–116.

Papadopoulou, E., Bikiaris, D., Chrysafis, K., Wladyka-Przybylak, M., Wesolek, D., Mankowski, J., Kolodziej, J., Baraniecki, P., Bujnowicz, K. & Gronberg, V. 2015. Value-added industrial products from bast fiber crops. *Industrial Crops and Products* 68, 116–125. Viitattu 16.8.2018. Sisäinen lähde. <https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S0926669014006463/1-s2.0->

S0926669014006463-main.pdf?\_tid=921ed92e-9e1d-4a8f-9de8-b0641681933a&acdnat=1535446358\_4b4d3af4c7d00e5779b75ec77196f0cf

Pari, L., Baraniecki, P., Kaniewski, R. & Scarfone, A. 2015. Harvesting strategies of bast fiber crops in Europe and in China. *Industrial Crops and Products* 68, 90–96.

Partanen, M. 2015. Kasvukausi on pidentynyt Kainuussa. Viitattu 13.10.2018. <https://www.proagria.fi/blogit/ruohonjuurella/2015/07/01/kasvukausi-on-pidentynyt-kainuussa>

Partanen, M. 2018. Maatilayritysasiantuntija ProAgria Kainuu. Puhelinkeskustelu 21.9.2018.

Pasila, A. 2004. The dry-line method in bast fibre production. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 19.6.2018. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/maaja/vk/pasila/thedryli.pdf>

Paulitza, J., Sigmund, I., Kosan, B. & Meister, F. 2017. Lyocell fibers for textile processing derived from organically grown hemp. *Procedia Engineering* 200, 260–268. Viitattu 7.9.2018. Sisäinen lähde. [https://www.sciencedirect.com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S1877705817328709?\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_origin=gateway&\\_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb](https://www.sciencedirect.com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S1877705817328709?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeaa92ffb)

Peev, P. I. 2012. Is industrial hemp a sustainable construction material? VIA University College. Viitattu 29.8.2018. [https://limeworks.us/wp-content/uploads/2017/07/Report\\_on\\_Hemp.pdf](https://limeworks.us/wp-content/uploads/2017/07/Report_on_Hemp.pdf)

Piccaglia, R., Grandi, S., Zatta, A. & Amaducci, S. 2005. Essential oils from *Cannabis sativa* L. Viitattu 6.9.2018. [https://www.researchgate.net/publication/265981859\\_Essential\\_oils\\_from\\_Cannabis\\_sativa\\_L](https://www.researchgate.net/publication/265981859_Essential_oils_from_Cannabis_sativa_L)

Pickering, K. L., Aruan Efendy, M. G., Le, T. M. 2016. A review of recent developments in natural fibre composites and their mechanical performance. *Composites: Part A* 83, 98–112. Viitattu 28.8.2018. Sisäinen lähde. [https://ac.els-cdn.com/S1359835X15003115/1-s2.0-S1359835X15003115-main.pdf?\\_tid=574eaae5-2bef-4970-b1da-c943e7617f7c&acdnat=1535450542\\_02e3b480dec12a0a706b59a147e16987](https://ac.els-cdn.com/S1359835X15003115/1-s2.0-S1359835X15003115-main.pdf?_tid=574eaae5-2bef-4970-b1da-c943e7617f7c&acdnat=1535450542_02e3b480dec12a0a706b59a147e16987)



Pollitt, E. 2011. Automotive composites. Global Hemp 18.2.2011. Viitattu 8.10.2018. <http://www.globalhemp.com/2011/02/automotive-composites.html>

Pudelko, K., Majchrzak, L. & Narożna, D. 2014. Allelopathic effect of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) on monocot and dicot plant species. *Industrial Crops and Products* 56. Viitattu 11.9.2018. Sisäinen lähde. [https://www.sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S092666901400106X](https://www.sciencedirect.com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S092666901400106X)

Puukka, P. 2017. Puuvilla loppuu – vaateteollisuuden on nyt pakko keksiä uusia vaihtoehtoja tilalle. YLE Uutiset 13.10.2017. Viitattu 13.8.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-9875690>

Raivio, P. 2018. EU:n maatalousesitys julki: Suomi menettämässä noin 60 miljoonaa euroa vuodessa, tilakohtaiselle tuelle katto. YLE Uutiset 1.6.2018. Viitattu 20.9.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10234293>

Rakennetaan hampusta 2018a. Teknistä tietoa. Viitattu 31.8.2018. <http://rakennetaanhampusta.turkuamk.fi/tietopankki/teknista-tietoa/>

Rakennetaan hampusta 2018b. Tietopankki. Viitattu 31.8.2018. <http://rakennetaanhampusta.turkuamk.fi/tietopankki/>

Regina, K. 2017. Maaperän hiilivarastoilla on väliä Pariisin ilmastopimuksen kaudella. Maaseudun Tulevaisuus. Vieraskolumni 9.8.2017. Viitattu 24.8.2018. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/puheenaiheet/vieraskolumnit/maaper%C3%A4n-hiilivarastoilla-on-v%C3%A4li%C3%A4-pariisin-ilmastosopimuksen-kaudella-1.201133>

Regina, K. 2018. Turvemaiden viljelyn uudet tuulet. Viitattu 3.10.2018. <https://www.slideshare.net/LukeFinland/turvemaiden-viljelyn-uudet-tuulet-kristiina-regina-luke>

Reku, J. 2017. 60 prosenttia maatalouden ilmastopäästöistä tulee turvemailta: "Pinta-alan kasvu on suurin syy päästövähennysten saavuttamattomuuteen". Maaseudun Tulevaisuus. Viitattu 3.10.2018. Sisäinen lähde. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.216176>

Report on the effects of agronomic practices on hemp biomass yield (fibre and seeds) and quality 2017. MultiHemp. Deliverable 3:2. Viitattu 9.9.2018.  
[http://multihemp.eu/media/2018/07/Deliverable\\_report\\_3.2-Optimisation-of-hemp-cultivation.pdf](http://multihemp.eu/media/2018/07/Deliverable_report_3.2-Optimisation-of-hemp-cultivation.pdf)

Rhydwen, R. 2009. Building with Hemp and Lime. Viitattu 31.8.2018.  
[https://www.votehemp.com/PDF/building\\_with\\_hemp\\_and\\_lime.pdf](https://www.votehemp.com/PDF/building_with_hemp_and_lime.pdf)

Saarinen, J. 2011. Kuitukomposiitit. Teoksessa Saastamoinen, M., Saarinen, J. & Vesanen, K. (toim.) Luonnonkuituja tuottavien kasvien viljely Sastamalan ympäristössä. Sastamalan koulutuskuntayhtymä. Viitattu 15.6.2018.  
<http://www.luonnonkuitu.fi/Dokumentit/Luonnonkuituja%20tuottavien%20kasvien%20tuotanto%20Sastamalan%20ymparistossa.pdf>

Saijonkaari-Pahkala, K. 2001. Non-wood plants as raw material for pulp and paper. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 17.8.2018.  
<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20756/nonwoodp.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sankari, H. 1995. Hampun tutkimus Suomessa. Teoksessa Kolehmainen, U., Callaway J.C. & Hemmilä, A. (toim.) Hamppu kulttuurikasvina: Hankasalmen hamppuseminaari. Hankasalmi: Hankasalmen kunnan monistamo, 31–36.

Sankari, H. 2000. Towards Bast Fibre Production in Finland: Stem and Fibre Yields and Mechanical Fibre Properties of Selected Fibre Hemp and Linseed Genotypes. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 27.6.2018.  
<http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kastu/vk/sankari/towardsb.pdf>

Schlutterhofer, C. & Yuan, L. 2017. Challenges Towards Revitalizing Hemp: A Multifaceted Crop. Trends in Plant Science 22 (11), 917–929. Viitattu 21.8.2018. Sisäinen lähde. [https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S1360138517301772/1-s2.0-S1360138517301772-main.pdf?\\_tid=632ba279-03ed-474f-905c-96681c428c31&acdnat=1534866512\\_a36043b4056ecf2bb3d26df2c5ddad42](https://ac-els-cdn-com.ezp.oamk.fi:2047/S1360138517301772/1-s2.0-S1360138517301772-main.pdf?_tid=632ba279-03ed-474f-905c-96681c428c31&acdnat=1534866512_a36043b4056ecf2bb3d26df2c5ddad42)

Schwarzova, I., Stevulova, N., Cigasova, J. & Junak, J. 2014. Effect of the water storage of biocomposites based on chemically treated hemp hurds on their properties. Viitattu 1.11.2018.

[https://www.researchgate.net/publication/269224478\\_Effect\\_of\\_the\\_water\\_storage\\_of\\_biocomposites\\_based\\_on\\_chemically\\_treated\\_hemp\\_hurds\\_on\\_their\\_properties](https://www.researchgate.net/publication/269224478_Effect_of_the_water_storage_of_biocomposites_based_on_chemically_treated_hemp_hurds_on_their_properties)

Shahzad, A. 2011. Hemp fiber and its composites – a review. *Journal of Composite Materials* 0(0), 1–14. Viitattu 19.6.2018.

[https://www.researchgate.net/publication/239773617\\_Hemp\\_fiber\\_and\\_its\\_composites\\_-\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/239773617_Hemp_fiber_and_its_composites_-_A_review)

Sihvonen, M. 2017. Luken tutkija: "On kaikkien etu, että maassa on hiiltä". *Maaseudun Tulevaisuus*. Viitattu 3.10.2018. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/tiede-tekniikka/luken-tutkija-on-kaikkien-etu-ett%C3%A4-maassa-on-hiilt%C3%A4-1.200798>

Solidaridad 2016. Cotton and Food Security. Viitattu 13.8.2018. [https://www.solidaridadnetwork.org/sites/solidaridadnetwork.org/files/publications/A5\\_brochure\\_Cotton%20and%20Food\\_20P\\_0612.pdf](https://www.solidaridadnetwork.org/sites/solidaridadnetwork.org/files/publications/A5_brochure_Cotton%20and%20Food_20P_0612.pdf)

Sorsa, J. 2016. Hankasalmen hamppuseminaari 2015. Video. Viitattu 5.11.2018. <https://www.youtube.com/watch?v=UISTCmbNwrw>

Springer, C. E. 2018. Evaluating hemp (*Cannabis Sativa*) as a forage based on yield, nutritive analysis, and morphological composition. University of Kentucky. Plant and Soil Sciences. Opinnäytetyö. Viitattu 11.9.2018. [https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=pss\\_etds](https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1113&context=pss_etds)

Stockford, A. 2017. Hemp industry looks to overcome growing pains. *Manitoba Co-operator* 10.8.2017. Viitattu 21.8.2018. <https://www.manitobacooperator.ca/crops/hemp-industry-looks-to-overcome-growing-pains/>

Struik, P. C., Amaducci, S., Bullard, M. J., Stutterheim, N. C., Venturi, G. & Cromack, H. T. H. 2000. Agronomy of fibre hemp (*Cannabis sativa* L.) in Europe. *Industrial Crops and Products* 11 (2), 107–118. Sisäinen lähde. Viitattu 11.7.2018. [https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669099000485?\\_rdoc=1&\\_fmt=high&\\_origin=gateway&\\_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeea92ffb&ccp=y](https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0926669099000485?_rdoc=1&_fmt=high&_origin=gateway&_docanchor=&md5=b8429449ccfc9c30159a5f9aeea92ffb&ccp=y)

Sun, W., Lipka S. M., Swartz, C., Williams, D. & Yang, F. 2016. Hemp-derived activated carbons for supercapacitors. *Carbon* 103, 181–192. Viitattu 10.9.2018. Sisäinen lähde. <https://www.sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S0008622316301798>

Sutton, A., Black, D. & Walker, P. 2011. Hemp Lime – An introduction to low-impact building materials. Information Paper IP14/11. Viitattu 31.8.2018. [http://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/projects/low\\_impact\\_materials/IP14\\_11.pdf](http://www.bre.co.uk/filelibrary/pdf/projects/low_impact_materials/IP14_11.pdf)

Synowiec, A., Rys, M., Bocianowski, J., Wielgusz, K., Byczyńska, M., Heller, K. & Kalemba, D. 2016. Phytotoxic Effect of Fiber Hemp Essential Oil on Germination of Some Weeds and Crops. Viitattu 11.9.2018. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2015.1137236>

Textile & Composite Industries 2018. The TCI system. Viitattu 8.9.2018. <http://textilecomposite.industries/system.html>

Tikkanen, S. 2017. Punamätä iskee mansikoihin – kuituhampusta lääke maaperän puhdistamiseen. YLE Uutiset 29.6.2017. Viitattu 11.9.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-9697319>

Tomppo, L., Heikkinen, J., Raji, H., Salami, A., Peräniemi, S., Selenius, M., Vuorikari, K., Vilppo, T., Raatikainen, O., Vepsäläinen, J. & Lappalainen, R. 2018. Wood-based and hemp-based biochars for water purification. Viitattu 16.9.2018. <http://www.uef.fi/documents/1285125/1886031/ReijoLappalainenKareliasymposium+poster+RL.pdf/8e2691f0-9203-4b62-b6b4-172119ea0293>

Tomppo, L., Turpeinen, T. & Lappalainen, R. 2018. Hamppu – kestävä vaihtoehto puuvillalle ja tekokuiduille. *Tekstiililehti* 2018 (1), 24–26.

Tomppo, L., Turpeinen, T., Lappalainen, R. & Jokela, L. 2018. Kuituhampun kokonaisvaltainen käyttö. Hankkeen loppuraportti. Itä-Suomen yliopisto ja Juankosken/Kuopion kaupunki. Viitattu 9.9.2018.

<https://media.uef.fi/View.aspx?id=30529~5g~7QNdMVOGdC&code=Bo~X9STO5gg97JXeBH0xNzkc6RmbBTljGOOE8LiJlxSEVjo6NihfiJUK6BQuD&ax=7r~xwOxKZibg0cFzJ>

U.S. Food and Drug Administration 2018. FDA approves first drug comprised of an active ingredient derived from marijuana to treat rare, severe forms of epilepsy. Viitattu 5.9.2018. <https://www.fda.gov/newsevents/newsroom/pressannouncements/ucm611046.htm>

Vanhanen, S. 2012. Archaeobotanical study of a late Iron Age agricultural complex at Orijärvi, Eastern Finland. *Fennoscandia Archaeologica*, vol 29, 55-72. Viitattu 6.7.2018. [https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42735/FA29\\_55.pdf?sequence=2](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/42735/FA29_55.pdf?sequence=2)

Vierimaa, J. 2014. Kainuun peltojen käyttö ja tulevaisuus. Maaseutuelinkeinojen kehittämisen tiedotus-, koordinaatio- ja aktivointihanke. MTK Pohjois-Suomi. Viitattu 18.9.2018. [https://www.mtk.fi/liitot/pohjoissuomi/hankkeet/fi\\_FI/Liiton\\_hanke/\\_files/94007416257122322/default/Kainuun%20pellot%20aktiivik%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n,%20muokattu%20versio.pdf](https://www.mtk.fi/liitot/pohjoissuomi/hankkeet/fi_FI/Liiton_hanke/_files/94007416257122322/default/Kainuun%20pellot%20aktiivik%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6n,%20muokattu%20versio.pdf)

Vosper, J. 2011. The Role of Industrial Hemp in Carbon Farming. Viitattu 24.8.2018. <http://www.aph.gov.au/DocumentStore.ashx?id=ae6e9b56-1d34-4ed3-9851-2b3bf0b6eb4f>

Vukčević, M. M., Kalijadis, A. M., Vasiljević, T. M., Babić, B. M., Laušević, Z. V. & Laušević, M. D. 2015. Production of activated carbon derived from waste hemp (*Cannabis sativa*) fibers and its performance in pesticide adsorption. *Microporous and Mesoporous Materials* 214, 156–165. Viitattu 16.9.2018. Sisäinen lähde. <https://www-sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S1387181115002735>

Wang, H., Xu, Z., Kohandehghan, A., Li, Z., Cui, K., Tan, X., Stephenson, T. J., King'ondo, C. K., Holt, C. M. B., Olsen, B. C., Tak, J. K., Harfield, D., Anyia, A. O. & Mitlin, D. 2013. Interconnected Carbon Nanosheets Derived from Hemp for Ultrafast Supercapacitors with High Energy. *ACS Nano* 7. Viitattu 10.9.2018. <https://pdfs.semanticscholar.org/1451/c2c0a209abd9032d6bffd715bf1fc9ff924.pdf>

Yang, W. 2017. Effects of Genetic and Environmental Factors on Proanthocyanidins in Sea Buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) and Flavonol Glycosides in Leaves of Currants (*Ribes* spp.). Turun yliopisto. Luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 11.10.2018. <http://www.utupub.fi/handle/10024/133965>

Yarnell, K., Le Bon, M., Turton N., Savova, M., McGlennon, A. & Forsythe S. 2016. Reducing exposure to pathogens in the horse; A preliminary study into the survival of bacteria on a range of equine bedding types. Viitattu 3.9.2018. <https://pdfs.semanticscholar.org/c0b2/7c2582eaaaf261595cf3e546a79259edf6e8.pdf>

Zeoform 2018. Introduction. Viitattu 10.9.2018. <http://www.zeoform.com/intro/>

Zhang, J., Gao, J., Chen, Y., Hao, X. & Jin, X. 2017. Characterization, preparation and reaction mechanism of hemp stem based activated carbon. Results in Physics 7, 1628–1633. Viitattu 16.9.2018. Sisäinen lähde. [https://www.sciencedirect-com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S2211379717303832](https://www.sciencedirect.com.ezp.oamk.fi:2047/science/article/pii/S2211379717303832)

Zou, L. 2015. Crop rotation as a tool towards sustainable barley cropping. Helsingin yliopisto. Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta. Väitöskirja. Viitattu 7.8.2018. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/156605/croprota.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zule, J., Černič, M. & Šuštaršič, M. 2012. Hemp fibers for production of speciality paper and board grades. Pulp and paper institute. Viitattu 17.8.2018. <https://www.gzs.si/Portals/183/vsebine/dokumenti/2012/13-janja-zule-hemp-fibers-for-production-of-speciality-paper.pdf>

## 85. Cannabis sativa L. - Hemp

1	2	3	4
Antal	*CZ 1465		
Armanca	*RO 1002		
Beniko	*NL x, *PL 893		
Bialobrzeskie			= Bialobrzeskie
Bialobrzeskie	*CZ 1067		ex: DE (25.7.2013)
- Bialobrzeskie	*PL 893		
Cannakomp	*HU 149424		
Carma	*IT 1532		
Carmagnola	*IT 15		ex: DE (25.7.2013)
Carmaleonte	*IT 15		
Chamaeleon	*NL 391		
Codimono	*IT 15		
CS	*IT 15		
Dacia Secuieni	*RO 1018		
Delta-Ilosa	*ES 275		
Delta-405	*ES 275		
Denise	*RO 1018		
Diana	*RO 1018		
Dioica 88	*FR 8194		
Eletta Campana	*IT 15		
Epsilon 68	*FR 8194		
Fedora 17	*FR 8194		
Felina 32	*FR 8194		
Férimon	*FR 8194		
Fibranova	*IT 15		
Fibrante	*IT 15		
Fibrol	*HU 149424		
Fibror 79	*FR 8194		
Finola	*FI 6157		
Futura 75	*FR 8194		
Glyana	*PL 1070		
Henola	*PL 893		
Ivory	*NL 722		
KC Bonusz	*HU 149424		
KC Dora	*HU 149424		
KC Virtus	*HU 149424		
KC Zuzana	*HU 149424		
Kompolti	*HU 151322, *NL x		
Kompolti hibrid TC	*HU 149424		H
Lipko	*HU 151322		

## 85. Cannabis sativa L. - Hemp

1	2	3	4
Lovrin 110	*RO 1002		
Marcello	*NL 722		
Markant	*NL 722		
Monoica	*CZ 666, *HU 149424		
Rajan	*PL 893		
Ratza	*RO 1018		
Santhica 23	*FR 8194		
Santhica 27	*FR 8194		
Santhica 70	*FR 8194		
Secuieni Jubileu	*RO 1018		
Silvana	*RO 1002		
Succesiv	*RO 1018		
Szarvasi	*HU 108887		
Tiborszallasi	*HU 149424		
Tisza	*HU 149424		
Tygra	*PL 893		
Uniko B	*HU 151322		H
Uso-31	*NL x		
Villanova	*IT 1495		
Wielkopolskie	*PL 589		
Wojko	*PL 893		
Zenit	*RO 1018		



## Haastattelulomake

Opinnäytetyö: Kuituhampun mahdollisuudet Kainuussa

Kaisa Matila, Oulun ammattikorkeakoulu

Haastateltava:

Päivämäärä:

### 1. Viljelyn laajuus

- Kuinka monta vuotta on kokemusta kuituhampun viljelystä?
- Vuosittaiset pinta-alat?

### 2. Viljelytekniikka

- Millaista kylvömäärää on käytetty?
- Millä tavalla kylvö on tapahtunut? (Kylvökone vai muu?)
- Mitä lajikkeita on käytetty?
- Käytetyt lannoitteet ja lannoitemäärät?
- Millaisille lohkoille on kylvetty (maalaji/multavuus/ maan rakenne jne)?
- Onko sato korjattu ja jos on, niin millä kalustolla? Miten korjuu on onnistunut?
- Miten sato on käytetty?

### 3. Kokemukset ja havainnot

- Miten kuituhamppu on kasvanut?
- Minkä seikkojen on havaittu vaikuttavan kasvuun?
- Onko kasvustossa huomattu tauteja?
- Onko kuituhamppu ehtinyt kukkia?
- Onko kasvustoissa esiintynyt rikkakasveja? Jos ei ole, onko rikkakasvien määrän havaittu olleen pienempi seuraavana vuonna?
- Onko havaittu positiivisia esikasvivaikutuksia?

### 4. Tulevaisuus

- Onko kuituhampun viljelyä tarkoitus jatkaa?
- Ajatuksia kuituhampun mahdollisuuksista ja/tai tulevaisuudesta?

## Kuituhampun katetuottolaskelma

## Tukialue C2P

Tuotto/ha	Yksikkö	á-hinta	Määrä	€
Kuituhamppu <sup>1</sup>	kg	0,14	5000	700
Perus- ja viherryttämistuki <sup>2</sup>	ha	173	1	173
Luonnonhaittakorvaus <sup>3</sup>	ha	237	1	237
Ympäristökorvaus <sup>4</sup>	ha	54	1	54
Yleinen hehtaarituki <sup>5</sup>	ha	20	1	20
<b>Tuotto yhteensä</b>				1184
Ostosiemen hamppu <sup>6</sup>	kg	7,5	40	300
YaraMila Y4 <sup>7</sup>	kg	0,364	450	164
Traktori	h	12	4	48
Korjuu urakointina	ha	114	1	114
Varastointimuovi	m2	0,35	30	11
Rahti	kg	0,018	6000	108
Liikepääoman korko	50 %	5 %	406	20
<b>Muuttuvat kustannukset yhteensä</b>				765
<b>Katetuotto A</b>				419
Ihmistyö	ha	17	4	68
<b>Katetuotto B</b>				351
Traktori	ha	19	4	76
Muut koneet	ha	161	1	161
<b>Kone-, rakennus- ja yleiskustannukset yhteensä</b>				237
<b>Katetuotto C</b>				114
Pellon korko <sup>8</sup>	ha	2322	5 %	116
Salaojituksen kustannukset	ha	149	1	149
<b>Pellon kustannukset yhteensä</b>				265
<b>Nettovoitto/-tappio</b>				-151

<sup>1</sup> HempRefine 2018a, viitattu 20.7.2018.

<sup>2</sup> Maaseutuvirasto 2018c, 3, 9.

<sup>3</sup> Maaseutuvirasto 2018c, 59.

<sup>4</sup> Maaseutuvirasto 2018d, 36

<sup>5</sup> Maaseutuvirasto 2018c, 76.

<sup>6</sup> Naturcom Oy

<sup>7</sup> Kiviranta 2018, 6.

<sup>8</sup> Maanmittauslaitos 2018b, viitattu 16.10.2018.