

KUHAKO
Hankenumero 16664

LOPPURAPORTTI

Itä-Suomen yliopisto ja Juankosken/Kuopion kaupunki

Kuituhampun kokonaisvaltainen käyttö

1.4.2016 - 31.12.2017

Raportin laatijat:
Laura Tomppo, UEF
Reijo Lappalainen, UEF

Terttu Turpeinen, Kuopion kaupunki
Liisa Jokela, Kuopion kaupunki

Manner-Suomen
maaseudun
kehittämishjelma
2014–2020



Sisältö

1. Yhteenveto	4
2. Raportti	4
2.1. Hankkeen tavoitteet	5
2.1.1. Ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on	5
2.1.2. Hankkeen tavoitteet	5
2.2. Hankkeen toteutus.....	6
2.2.1. Toimenpiteet.....	6
TP1 Raaka-ainetuotanto ja siihen liittyvä yhteistyö sekä työpajakonseptointi.....	6
TP2 Raaka-aineen ensiasteen jalostus (liotus+ kuidutus) sovellusten näkökulmasta	11
Esiloukutus	12
Entsyymaattinen liotus	13
Wet-line liotus.....	14
TP3 Hamppujalostustähteen pyrolysointi biohiileksi ja tisleiksi.....	14
TP4 Entsyymaattisen liotusprosessin, vesiuuton/korkeapainehöyrykäsittelyn ja pyrolyysitekniikan skaalautuvuus teollisen kokoluokan prosessiksi & proof-of-concept.	17
Hampun korjuun ajankohdan vaikutus jatkokäsittelyyn	19
TP5 Hiilen ja tisleiden ominaisuuksien karakterisointi	19
TP6 Tisleiden ja hiilen hyödyntäminen luonnonkuitukomposiiteissa ja demotuotteet.....	21
TP7 Hamppupohjaisen biohiilen sovellukset kaasujen ja nesteen suodatuskäytössä sekä maanparannuksessa.	24
TP8 Kuituhampun prosessointiin ja sovelluksiin liittyvä laitetekniikka, demonstroinnit ja yritysten pilotoinnit.....	24
Kuidusta langaksi perinteisillä menetelmillä, pitkä kuitu	24
Prosessointi; puhdistus ja avaus	25
Kehruu, lyhyt kuitu.....	26
Kehruukokeet käsin, lyhyt kuitu.....	26
TP9 Yksityiskohtaisen tiedotussuunnitelman laatiminen, hankkeesta tiedottaminen ja siinä saatujen tulosten koostaminen ja jalkauttaminen tiedotussuunnitelman mukaisesti.	29
2.2.2. Aikataulu	29



2.2.3.	Resurssit	29
2.2.4.	Toteutuksen organisaatio	30
2.2.5.	Kustannukset ja rahoitus	30
2.2.6.	Raportointi ja seuranta	31
2.2.7.	Toteutusoletukset ja riskit	32
2.3.	Yhteistyökumppanit	33
2.4.	Tulokset ja vaikutukset	33
3.	Esitykset jatkotoimenpiteiksi	35
4.	Allekirjoittajat ja päiväys	37



1. Yhteenveto

Kuituhampun kokonaisvaltainen käyttö (Kuhako) -hankkeen tavoitteena oli saattaa yhteen keskeisimmät toimijat kuituhampun kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen. Yhteistyön myötä haluttiin lisätä ja monipuolistaa kuituhamppuun liittyvää osaamista. Lisäksi tavoitteena oli rakentaa taustaa täysin uusille hampun käyttömuodoille, jotka tukisivat kuituhampun nykyistä käyttöä mm. vuoroviljelykasvina ja sitä kautta ruuantuotantoa tukevana materiaalituotantona. Keskeisenä tavoitteena oli myös uusimman osaamisen siirto yliopiston, yritysten ja muiden toimijoiden välillä, jotta mahdollistetaan merkittävien uusien kotimaisten biotalouteen liittyvien tuotteiden, laitteiden ja palveluiden kehittäminen ja kaupallistaminen.

Hamppuun liittyvä osaaminen ja tietotaito on lisääntynyt hankkeen myötä merkittävästi. Tätä tietoa on levitetty aktiivisesti kiinnostuneille toimijoille mm. sosiaalisen median kautta, suorissa kontakteissa, työpajojen ja muun tiedottamisen avulla. Hankkeeseen liittyviä tuloksia on julkaistu myös kansainvälisesti, minkä myötä paikallinen osaaminen saa näkyvyyttä ja voi synnyttää kansainvälistä yhteistyötä teolliseen hamppuun liittyen. Erityisesti hankkeessa toteutetut täysin uudet kokeilut ja testaukset ovat herättäneet mielenkiintoa laajasti. Hankkeessa tuotettua hamppuraaka-ainetta on viety käytännön testauksiin monella saralla ja eri toimialojen välinen vuoropuhelu onkin ollut hankkeen vahvuuksia.

Haasteiksi kuituhampun kehitystyössä on koettu mm. asenteet, oikean tiedon löytämisen vaikeus sekä uskottavuus ja toiminnan riittävän suuri mittakaava. Näitä haasteita ratkomaan hankkeen työpajassa perustettiin Suomen Teollisuus- ja hyötyhamppuyhdistys, jonka ensimmäinen kokous järjestetään alkuvuodesta maaliskuussa 2018. Kyseinen yhdistys toteuttaa osaa Kuhako-hankkeenkin tavoitteista ja parantaa siten toiminnan jatkuvuutta.

Erään hankkeeseen osallistuneen tahon sanoin: ”Samalla, kuten sanotaan, tieto lisää tuskaa ja on huomannut sen, että moni asia mikä ajatuksena on hyvä, ei välttämättä käytännössä voi toimia tai on vaikea toteuttaa. Mutta näitä haasteitahan me nimenomaan koitetaan ratkoa yhdessä.” Voidaankin todeta, että Kuhako-hanke on toiminut onnistuneesti tiedonjakajana ja hankkeen avulla olemassa olevat ja uudet toimijat ovat löytäneet verkostoihin, jotka ovat vahvistuneet ja yhdistystoiminnan kautta yhteistyö jatkuu luontevasti. Lisäksi on onnistuttu luomaan kokeiluja, joiden avulla voidaan rakentaa hampun nykyistä laajempaa käyttöä ja siten parantaa toiminnan kannattavuutta.



2. Raportti

2.1. Hankkeen tavoitteet

2.1.1. Ylemmän tason tavoitteet, joiden osa hanke on

Hankesuunnitelmassa määritellyt keskeisimmät pitkän aikavälin tavoitteet hankkeessa olivat:

1. Käynnistyvän toiminnan tuloksena vesistöjen ja maaperän tila paranee, maaseudun yritystoiminta monipuolistuu, maaseututuotannon kilpailukyky vahvistuu.
2. Biotalousraaka-aineen toimitusvarmuus kasvaa.

2.1.2. Hankkeen tavoitteet

Keskeisimmät lyhyen aikavälin tavoitteet olivat:

1. Kaikki keskeisimmät toimijat kuituhampun kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen ovat selvillä ja sitoutettu.
2. Hampun hyödyntämiseen liittyvä osaamisen lisääntyminen ja monipuolistuu merkittävästi. Aiheeseen liittyviä innovaatioita on viety eteenpäin mm. demonstrointien, testausten ja kokeilujen avulla.
3. Pitkäjänteisen tieteellisen ja taloudellisen selvitystyön ja tutkimusten (taustatyö) pohjalta on päästy tehokkaasti eteenpäin käytännön toiminnassa ja hyödyntämisen viemisessä kaupalliseksi toiminnaksi.
4. On löydetty ratkaisut keskeisiin hampun hyödyntämiseen liittyviin haasteisiin ja avoimiin kysymyksiin.
5. Eri toimijat ovat hyvin sitoutuneet hankkeeseen ja yhteistyökuviot ovat tuoneet merkittäviä synergiaetuja.
6. Hankkeessa on siirretty huippuosaamista yliopiston, yritysten ja muiden toimijoiden välillä. Tämä osaltaan mahdollistaa merkittävien uusien kotimaisten biotalouteen liittyvien tuotteiden, laitteiden ja palveluiden kehittämisen ja kaupallistamisen seuraavan 2. vaiheen teollisissa piloteissa.

Lisäksi hankkeelle asetettiin määrällisiä tavoitteita seuraavasti:

1. Hankkeessa käydään aktiivista vuoropuhelua ainakin **17** toimijan kesken.
2. Demonstraatiota, testauksia ja kokeiluja toteutetaan ainakin **kymmenen** erilaista.
3. Kaupallisen toiminnan edellytykset selvitetään ainakin **neljään** sovellukseen liittyen.
4. Hankkeessa tavoitteena olevaan seuraavaan vaiheeseen (pilotointi) saadaan rahoittajina mukaan ainakin **viisi** toimijaa tai pääomasijoittajia tämän hankkeen tulosten perusteella.





Kuva 1. Kuituhampun hyödyntämisen arvoketju, jonka pohjalta hanke suunniteltiin.

2.2. Hankkeen toteutus

2.2.1. Toimenpiteet

Päätös hankkeen rahoittamisesta saatiin 31.3.2016. Tämän vuoksi hankkeen toteutusaika oli käytännössä 1.4.2016 - 31.12.2017. Hankkeeseen liittyvä rekrytointi aloitettiin helmikuussa 2016, jolloin hanke päästiin aloittamaan 1.4.2016. Hanketta toteutettiin hankesuunnitelman mukaisesti työpakeittain (TP).

TP1 Raaka-ainetuotanto ja siihen liittyvä yhteistyö sekä työpajakonseptointi.

Hankkeessa viljelytettiin hamppua 2,5 ha kesällä 2016, mistä 2 ha Juankoskella (2 tilaa) ja 0,5 ha Tyrnävällä. Kesällä 2017 kaikilla kolmella tilalla viljeltiin hamppua noin 0,5 ha alalla eli yhteensä 1,5 ha. Tiedot viljelystä on koottu Suomen Siemenperunakeskukselta tilattuun raporttiin.

Syyskorjuu 2016 ja 2017

Juankosken pelloilta korjattiin syksyllä 2016 kuituhamppua vajaan hehtaarin alueelta. Syyskorjuun asiantuntijana meillä toimi Heikki Huhtanen Arctic Fiber Company Oy:stä, josta hankimme konsultaatiota syyskorjuun laitteisiin ja käytännön korjuutoimenpiteisiin. Korjuun aikana kokeiltiin lautasniittokonetta, mutta sillä korsi ei leikkautunut siististi, vaan korret kaatuivat hajalleen. Käsinkorjuuta varten sato niitettiin sormipalkkiniittokoneella, jonka oletimme kaatavan korret samaan suuntaan. Syyskorjuu aloitettiin 20.9.2016 ja niitto sujui ongelmitta. Korret kerättiin pellolla käsin kasoihin ja niputettiin narulla sitoen kimpuiksi. Korjuu oli ennakoitua työläämpää.





Kuva 2. Hamppu kasvoi pääasiassa hyvin, kuvat Losomäen pelloilta Juankoskelta.



Kuva 3. Korjuutoimenpiteitä syksyllä 2016.



Kuva 4. Korsinippujen keräämiseen käytettiin puutavarakuormaajaa ja traktorin etukuormaajaa. Korret kuljetettiin kuivaamolle.

Syksyllä 2017 satoi lähes päivittäin, joten korjattava hamppu oli erittäin märkää. Losomäen pellolla niitettiin 23.9.2017 lautasniittokoneella pieni ala ja kokeiltiin pienkanttipaalaimella paalaamista 24.9., mutta paalaus ei onnistunut. Paalain meni tukkoon parin paalin jälkeen. Niitettyjen korsien annettiin olla maassa muutaman päivän. Paalausta kokeiltiin uudelleen 28.9. ja paalaus sujui hyvin. Sää oli edelleen ollut sateinen ja sumuinen, mutta kasvissa oli tapahtunut jotain, ehkä kuivumista, koska käyttäytyi eri tavalla kuin heti niiton jälkeen. Jos olisi ollut sateetonta, niin kuivuneen hampun paalaaminen olisi varmastikin sujunut helpommin kuin nyt märän. Paalit kuljetettiin kuivattaviksi hallille. Paalit purettiin ja hampumassa laitettiin kuivurin verkkotasoille.

5.10.2017 Losomäen pellolla kokeiltiin hampunkorjuuta maissinkorjuupäällä varustetulla ajosilppurilla. Heikosta kasvustosta silppuaminen ei oikein onnistunut, mutta täysikasvuisesta onnistui. Silpun pituuden pystyi säätämään pisimmillään noin 4 cm:iin, joten silpusta tuli vähän liian lyhyttä hampukuidun käyttöä ja tiettyjä jatkoprosessoiteja (lanka) ajatellen; kuivauskokeisiin ja Wet-line -kokeisiin silppu soveltui. Silppu kerättiin ajosilppurista traktorin peräkärreyn ja kuskattiin hallille kuivuriin. Losomäen pellolla testattiin myös korsien murskaamista piennarmurskaimella; se ei onnistunut vaan korret kiertyivät helposti murskaimen ympärille.



Kuva 5. Ajosilppuri, jossa oli maissinkorjuupää. Piennarmurskaimeen kiertynyttä hampua oikealla.

Kevätkorjuu 2017

Kesän 2016 sadosta jätettiin keväällä korjattavaksi Tyrnävän 0,5 ha:n pelto ja Juankoskella Losomäessä ja Kivennavalla kummassakin noin 0,5 ha:n pelto.

Tyrnävällä korret jyrättiin kumoon 25.4. traktorin etukuormaajaan poikittain kiinnitetyllä 6 metriä pitkällä muoviputkella. Katkenneet kasvien tyviosat jäivät lumen takia pitkälle sängelle. Korret olivat kaadettuna pitkään, koska odotettiin sopivaa, kuivaa säätä ja sitä että pelto olisi kuivunut ja sinne pääsi koneilla. Pienkanttipaaleille paalausta yritettiin Welgerin paalaimella, mutta 17 paalin jälkeen kone tukkeutui ja paalaus keskeytettiin. Korsien karhotus ei onnistunut aurinkokeräimellä. 11.5.2017 korsien kosteus oli 7 – 11% (puunkosteusmittaukseen tarkoitettulla piikkimittarilla), joten hamppu



saatiin korjattuna kuivana, vaikka välillä satoikin lunta ja räntää. Lopulta jäljellä oleva sato paalattiin Claasin paalaimella 22.5.2017. Yhteensä 0,5 ha:n alalta saatiin satoa 8 kokonaista pyöröpaalia ja yksi löysä paali sekä 17 pienkanttipaalia. Claasin paalaimella paalaamisessa ei ollut ongelmia. Puolen hehtaarin alan sadonkorjuuseen meni noin tunti.



Kuva 6. Tyrnävän hamppu pyöröpaaleilla 22.5.2017. Paalaus onnistui ongelmitta. Kuva: Sanna Siira

Juankoskella kevätkorjuun opetteleminen aloitettiin Losomäen pellolla 20.5.2017; korret puskettiin kumoon traktorin etukuormaajaan kiinnitetyllä halkaistulla muoviputkella. Pellolla testattiin kahta vanhaa karhotinta, mutta karhotus ei onnistunut kummallakaan. Karhottimien tyhjentäminen kiertyneistä kuiduista oli todella isotöistä. Kivennavan pellolla korsia ei jyrätty kumoon, vaan ne karhotettiin. Onnistui noinkin. Kuivasta maasta mukaan ei näyttänyt lähteneen multaa enempää kuin Losomäen pellolla, jossa korret jyrättiin kumoon. Paalaukseen käytettiin Agronic ACC Pulse -paalainta, jolla paalaus onnistui hyvin.



Kuva 7. Korret kumoon 20.5.2017, onnistunut karhotus 22.5.2017 ja paalaus.

Biomassan eri osien määrän arvioimiseksi kerättiin hamppua käsin Kivennavalta. Määrät on esitetty taulukossa 1 ja ne vastaavat hyvin kirjallisuusarvoja.

Taulukko 1. Arvio biomassan määrästä. Materiaali arviota varten on kerätty n. 60 - 70 m² alalta.

	Syyskorjuu		Kevätkorjuu	
	Märkäpaino (kg/ha)	Kuivapaino (kg/ha)	Märkäpaino (kg/ha)	Kuivapaino (kg/ha)
Korsi yhteensä	34400	11900	11900	10300
Kuoriossa	12500	4300	3700	3200
Päistäre	21800	7500	8200	7100
Lehdet	6400	2200		
Juuret	7800	2700	4900	1600

Tarkemmat tiedot kuituhampun koeviljelystä Tyrnävällä on koottu erilliseen raporttiin (Kankaala: *Kuituhampun viljely 2016-2017*, Suomen siemenperunakeskus Oy). Kyseisen raportin yhteenvedossa kuituhampun viljelyn eduista ja haasteista todetaan:

” Kuituhamppu parantaa maan rakennetta, sillä on paalujuuri ja sivuille päin levittyvä hiusjuuristo, jotka kuohkeuttavat maata. Kuituhampulla on isot lehdet ja voimakkaasti kasvavana kasvina se tuottaa suuren lehtimassan kesän aikana, lehdet peltoon jäädessään lisäävät orgaanista ainesta peltoon. Maan humuspitoisuus nousee ja pieneliötoiminta paranee. Kuituhamppu ei kuitenkaan käy tiivistyneille eikä vesiongelmissa kärsiville maille tai savimaille. Kuituhampun viljely on suhteellisen helppoa, kasvukauden aikana ei tarvitse tehdä rikkakasvintorjunta- tai kasvinsuojeluruiskutuksia, eikä kuituhampulle ole edes rekisteröityjä torjunta-aineita. Kun peltolohkon kunto on hyvä ja lannoituksena annetaan riittävästi typpeä (min. 100 kg/ha) kuituhamppu näyttäisi kasvavan hyvin. Pakkahome kuituhampun kasvitautina on asia, joka kannattaa tiedostaa, mutta se ei suoraan sulje kuituhampun pois perunan ja öljykasvien kierrosta.”

Hampun vuoroviljelystä perunan kanssa on valmistunut opinnäyte (Kurunsaari, [Kuituhampun esikasvivaikutus perunalle](#), Oulun ammattikorkeakoulu). Hampu vaikutti positiivisesti perunan kasvuun; hampun esikasvivaikutusalalla taimettuminen ja tuleentuminen aikaistuivat verrattuna ohran esikasvivaikutusalaan. Hampun esikasvivaikutusalalla perunan hehtaarisato oli reilun tonnin suurempi kuin ohran esikasvivaikutusalalla.

Hankkeen aikana järjestettiin kaksi pellonpiennarpäivää ja kaksi työpajaa. Tyrnävän pellonpiennarpäivä 14.7.2016 houkutteli paikalle runsaasti median edustajia. Tapahtumasta saatiin lukea useasta eri lehdestä (esim. [Maaseudun tulevaisuudesta](#)). Juankoskella Kivennavalla pidetyssä pellonpiennarpäivässä oli luennoijana Anita Hemmilä Finolasta. Myös Jace Callaway oli paikalla. Anitalla ja Jacella on vankka kokemus öljyhampun viljelystä ja kehittämisestä. Kivennavan pellolla vieraili myös Ylen toimittaja; hanke pääsi esittytymään television ja radion paikallisuutisissa sekä Ylen nettisivuilla (<http://yle.fi/uutiset/3-9096257>)





Kuva 8. Pellonpiennarpäivä Tyrnävällä Siiran pellolla.



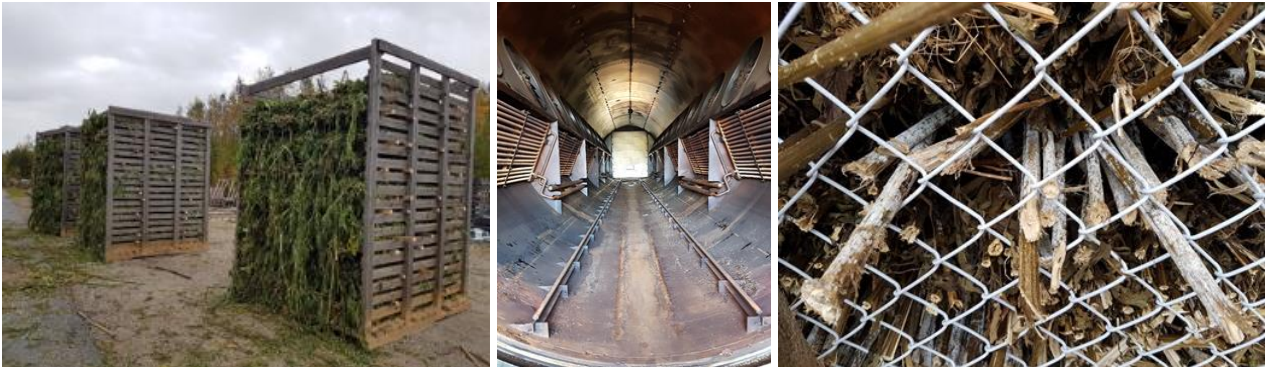
Kuva 9. Pellonpiennarpäivä Kivennavalla ja työpajatyöskentelyä.

Työpajat järjestettiin 28.4.2017 ja 26.10.2017. Materiaalia työpajoista on koottu ja julkaistu osallistujille ja muille kiinnostuneille: [työpaja I](#) ja [työpaja II](#).

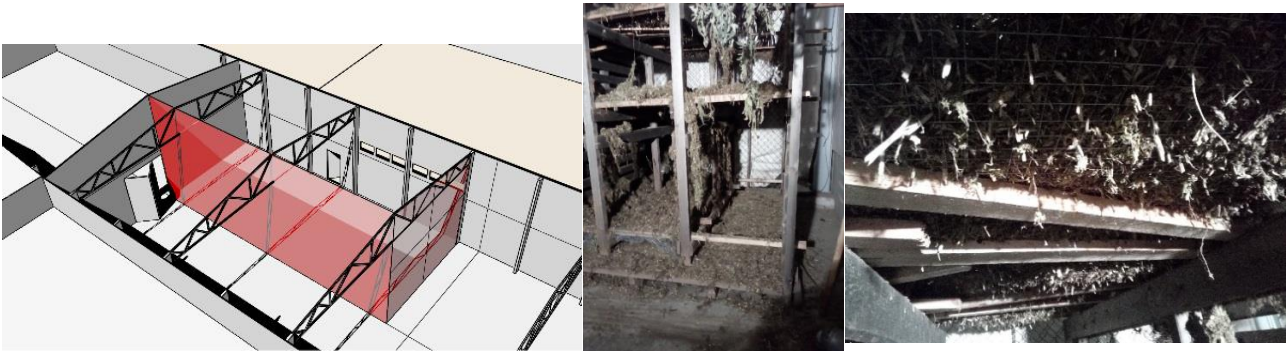
TP2 Raaka-aineen ensiasteen jalostus (liotus+ kuidutus) sovellusten näkökulmasta

Vuoden 2016 syyskorjattu sato oli tarkoitus kuivata puutavaran kuivaukseen tarkoitettulla alipainekuivurilla. Kuivausta varten korsiniput ladottiin polttopuiden kuivauksessa käytettyihin häkkeihin. Niput laitettiin kerroksittain, ilmavasti, kerrosten väleihin laitettiin puurimat. Tästä huolimatta korret eivät kuivuneet alipainekuivurissa; ne olivat muuttuneet ruskeiksi ja niiden pintaan oli tullut vaalea kerrostuma.

Epäonnistuneen kokeilun jälkeen osa hammppuhäkeistä siirrettiin sisälle halliin, jossa niitä kuivattiin lämmittimen ja puhaltimen avulla. Kuivuminen oli epätasaista, mutta siirtelemällä korsia korret saatiin kuiviksi. Syksyllä 2017 rakennettiin pienimuotoinen kuivaamo varastohalliin. Ko. kuivausmenetelmällä hamppu kuivui n. 3 vuorokaudessa varastointikuivaksi. Syksyn 2017 kuivauskokeiden korret olivat olleet paalilla, joten ne olivat murskautuneita tai silppuna toisin kuin syksyllä 2016, jolloin kuivattiin kokonaisia korsia. Murskaaminen lyhensi olennaisesti kuivausaikaa.



Kuva 10. Korsiniput ladottuina kerroksittain ja ilmastavasti häkkeihin; alipaineuivuri; pilalle menneitä korsiä.



Kuva 11. Halliin rakennettua kuivaamaa.

Esiloukut

Esiloukutusta varten vuokrattiin pellavaloukku Fiber Idea Ky:ltä Heikki Huhtaselta. Esiloukutuksessa korren painosta lähti päistäreenä, roskina ja pölynä pois keskimäärin 35 %. Korret syötettiin loukkuun käsin pieninä nippuina. Loukutukseen tarvittiin kaksi henkilöä; toinen syöttämään korsiä ja toinen vastaanottamaan ja kasaamaan kuitukimput.



Kuva 12. Loukku, taustalla korsia kuivumassa ja "hampukkuitupaali". Päistäre tippui loukun alle.

Entsymbaattinen liotus

Entsymbaattinen liotus ostettiin Arctic Fiber Company Oy:ltä. Heikki Huhtanen kokosi liotuslaitteiston ja Pekka Vilppunen vastasi liotusprosessista. Liotus alkoi 12.12.2016. Liotus tehtiin noin 25kg:n erissä kuution muoviastioissa. Liotusnesteen lämpötila oli noin 40 °C, pH noin 4. Vesi lämmitettiin sähkövastuksella ja kierrätettiin altaisiin pumpuilla, pH säädettiin väkiviinaetikalla. Liotusaika entsymbaattiliuoksessa oli 1 – 2 vrk. Pitkät kuitukimput liotettuun niputettuina verkossa ja 5 – 10 cm:ksi pätkityt kuidut muovisissa verkkosäkeissä. Liotuksen jälkeen kuitupäistäremassasta irtovesi valutettiin pois, ja materiaali huuhdeltiin puhtaassa vedessä, jolloin pH laski noin 5:een ja entsymbaattien toiminta pysähtyi.

Entsymbaattisen liotuksen jälkeen hamppu kuivattiin lavakuivurissa. Kuitukimppuniput avattiin ja pätkitty kuitu otettiin pois säkeistä. Massa levitettiin lavan rutiläpohjalle ohueksi kerrokseksi. Lavan kaksoispohjan väliin puhallettiin lämmintä ilmaa. Pitkien kuitukimppujen kuivuminen oli hitaampaa kuin pätkittyjen kuitujen. Kuidut piti aika ajoin käydä pöyhimässä ja siirtämässä eri paikkoihin, jotta kuidut kuivuisivat tasaisesti. Päistärettä irtosi runsaasti, ja se kuitua painavampana valui lavan pohjalle.



Kuva 13. Entsymaattisesti liotetusta materiaalista valutetaan irtovesi pois ennen huuhtelualtaaseen siirtämistä.

Wet-line liotus

Osa maissinkorjuupäällä silputusta hampusta säilöttiin rehun säilöntäaineilla (Silomix). Käsittelyä testattiin kolmella eri vahvuudella (LOW, MED, HIGH). Verrokiksi tehtiin myös näytteitä ilman säilöntäainetta. Liuokset lisättiin hamppumassaan sumutuspullolla. Lopuksi näytteet pakattiin vakuumpakkauskoneen avulla tiiviisiin pusseihin. Pussien tiiveys tarkastettiin vielä seuraavana päivänä.

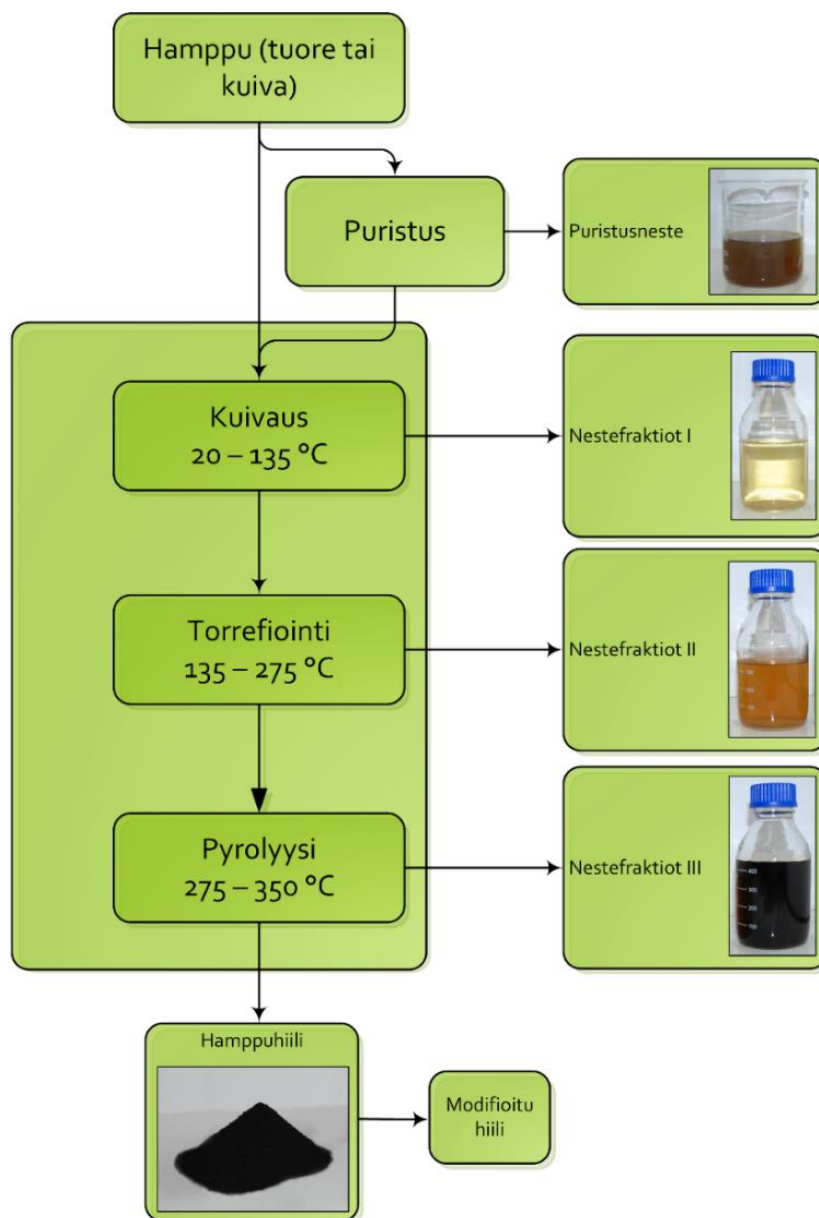
Kun säilötyt hamput avattiin pussista, arvioitiin kuidun irtoamisen astetta ja kuidun lujuutta silmämääräisesti ja sormituntumalla. Tuloksena todettiin, että kun säilöntäainetta ei ollut ollenkaan, oli näytteissä alkanut kompostoituminen. MED-käsittelyn saaneet kuidut vaikuttivat lujimmalta.

TP3 Hamppujalostustähteen pyrolysointi biohiileksi ja tisleiksi.

Erilaisia hamppujakeita prosessoitiin hidaspYROLYYSILAITTEISTOLLA. Prosesseista kerättiin talteen eri lämpötiloissa kondensoituvat tisleet ja hiilet. Esikäsittelynä raaka-aineet haketettiin oksasilppurilla ja puristettiin pyrolyysiputkiin. Prosessoituja materiaaleja olivat:

- talviliotettu Finola-korsi
- kuivikkeena myytävä hollantilainen hamppupäistäre
- hampun tuoreet juuret
- tuore päistäre
- tuoreet lehdet
- kuiva päistäre + hevosenlanta
- talviliotettu päistäre
- talviliotetut juuret
- talviliotettu kuitu

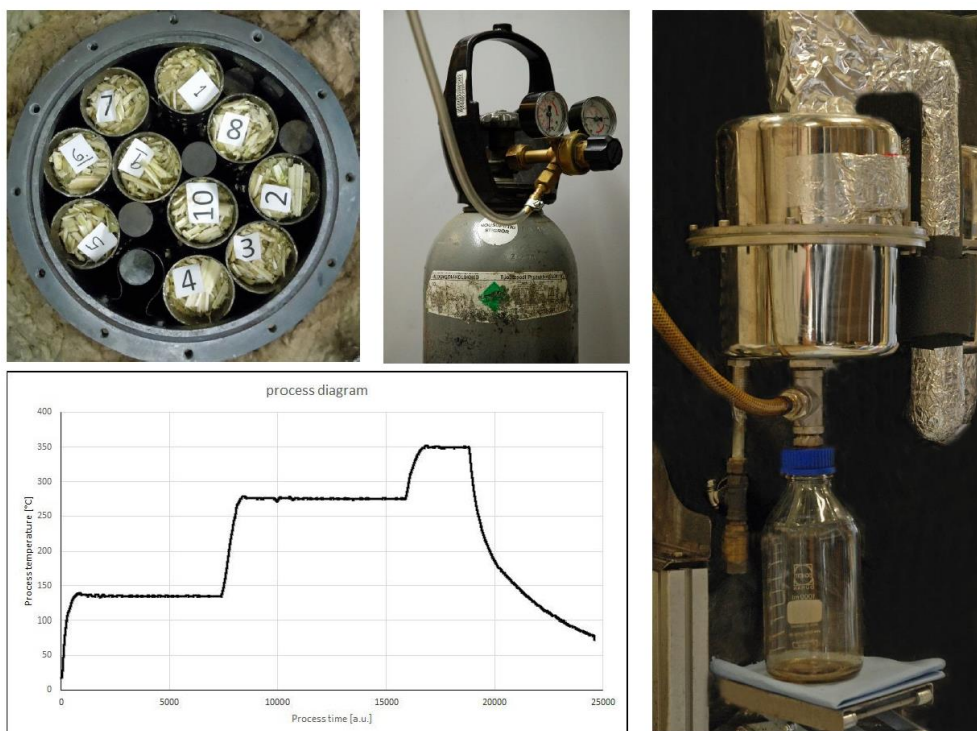
HIDASPYROLYYSI



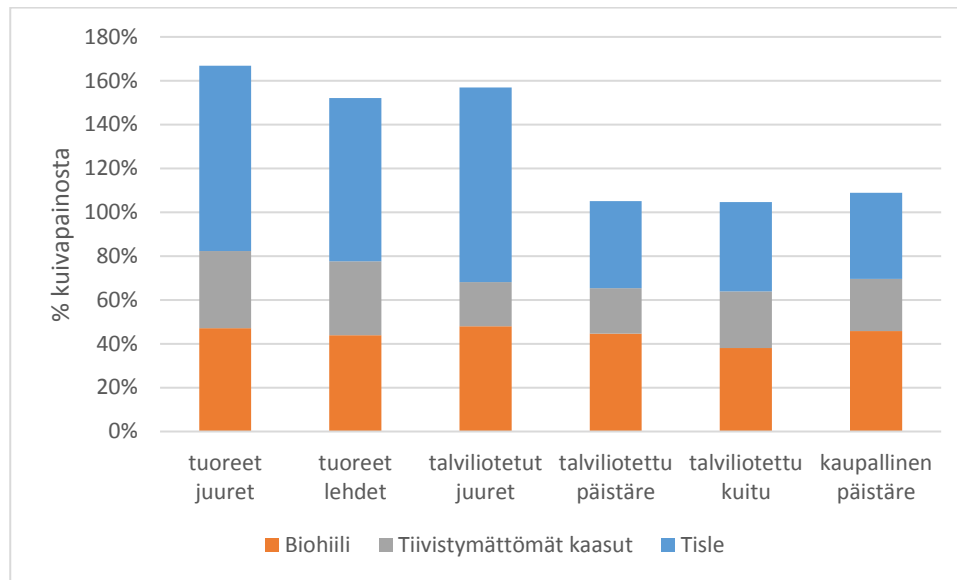
Kuva 14. Kaavio hampun prosessoinnista tisleiksi ja hiileksi.



Kuva 15. Raaka-aineita pyrolyysiin.



Kuva 16. Pyrolyysiputket, laitteistoa ja lämpötiläkäyrä prosessin aikana.



Kuva 17. Pyrolyysiprosessin saanto prosentteja kuivamassasta. Näiden lisäksi näytteestä irtosi kuivausvaiheessa vettä. Yli 100 % tarkoittaa, että näytteestä on irronnut vettä vielä varsinaisen kuivausvaiheen jälkeenkin.

Hamppukasvin biomassasta saadaan siis kuitujen lisäksi hidaspyrolyysilla noin 45 % kuivamasta biohiileksi ja noin 40 % biotisleiksi. Loppu on tässä tiivistymättömiä kaasuja. Aiheeseen liittyen on valmistumassa artikkeli, jossa tarkastellaan prosessia, sen saantoja ja sovellusmahdollisuuksia tarkemmin.

TP4 Entsymaattisen liotusprosessin, vesiuton/korkeapainehöyrykäsittelyn ja pyrolyysiteknikan skaalautuvuus teollisen kokoluokan prosessiksi & proof-of-concept.

Entsymaattinen liotusprosessi toteutettiin tässä hankkeessa tilatason olosuhteissa. Tämä osoittaa, että prosessi voidaan onnistuneesti toteuttaa varsin vaatimattomissa olosuhteissa, joskin prosessin optimointi vaatisi hallitut olosuhteet. Liotusprosessi voidaan toteuttaa pitkälle tai katkotulle korrelle/kuidulle ja käytettävä raaka-aine vaikuttaa prosessointilaitteiston valintaan. Koska raaka-aine kannattaa kuivata ennen liotusprosessia ja täytyy kuivata sen jälkeen, on laitteiston välittömään läheisyyteen järjestettävä riittävästi kuivauskapasiteettia.

Korkeapainehöyrykäsittely toteutettiin tässä hankkeessa pienellä (3 litraa) laboratoriolaitteistolla. Näiden perusteella piti toteuttaa vastaava kokeilu myös isomman mittakaavan laitteistolla, mutta laboratorion muutosta johtuen tätä kokeilua ei ennätetty Lukella tekemään. Laboratoriotestien perusteella käsittely isommallakin laitteistolla tulisi todennäköisesti onnistumaan. Vastaavaa skaalausta on Lukella tehty jo puupohjaisille raaka-aineille. Vielä ennen isompaan mittakaavaan siirtymistä prosessia tulisi optimoida kuidun irrotusta varten. Samalla tulisi selvittää, voidaanko prosessoinnissa hyödyntää esim. teollisuuden hukkalämpöä.

Pyrolyysiteknikkaa on skaalattu jo kaupallisestikin. Esimerkkejä kaupallisesta toteutuksesta ovat mm. Ecomation, Raussin Energia ja Carbofex. Hankkeessa testattiin laboratorion lisäksi hiilien



valmistusta myös pienen mittakaavan kaupallisella laitteistolla Salohiili Oy:ssä. Tällä tavoin pyrolysoitiin kevätkorjattua hamppua, jota purettiin paalilta reaktoriin. Loppuvaiheessa paalin loppuosa käsiteltiin sellaisenaan. Prosessoinnin aikana tuotettu hiili vastasi pääosin tavoiteltua, mutta kokeilun aikana korostui raaka-aineen pakkaamisen rooli; jotta pyrolyysi onnistuisi, täytyy reaktorissa olla riittävän tiivis biomassa. Testin mukaan paalilla oleva hamppu oli riittävän tiivistä, mutta paalilta purettua hamppua ei saatu ilman koneellista tiivistystä kaikilta osin riittävän hyvin pakattua. Hamppua käsiteltiin kolmessa erässä; hiiltä saatiin 1000 - 1100 litraa eli 70-80 kg. Lämpötila-alue oli 400 – 500 °C.



Kuva 18. Biohiilen valmistuskokeilu hankkeen aikana kasvatetusta kuituhampusta Salohiilellä.

Hampun korjuun ajankohdan vaikutus jatkokäsittelyyn

Hampun korjuu on Suomessakin mahdollista jopa yli puolen vuoden ajan, riippuen sääolosuhteista. Eri aikoihin korjattu hamppu täytyy kuitenkin varastoida ja prosessoida eri tavoin. Hampun syyskorjuu voidaan toteuttaa hampun kukinnan jälkeen ja korjuuta voidaan jatkaa pitkälle syksyyn. Suurin kuiva-ainemäärä voidaan korjata ensimmäisten pakkasten aikoihin tai niiden jälkeen. Eniten primäärikuitua saadaan, kun korjuu toteutetaan mahdollisimman lähellä kukintaa; kukinnan jälkeen ligniinin määrä hampussa kasvaa, minkä vuoksi jatkoprosessointi on työläämpää. Suomen olosuhteissa myöhäinen korjuuajankohta aiheuttaa sen, että riittävä kuivuminen luo'olla on erittäin epätodennäköistä. Näin ollen on varauduttava kuivaamaan sato tai säilöttävä se esimerkiksi ns. Wet-line-menetelmällä.

Aiemmissa tutkimuksissa on arvioitu, että hampun viljely-, syyskorjuu- ja kuivauskustannus on n. 2 mk/kg, mikä suoraan nykyrahassa (2000 à 2015) vastaisi n. 0,43 €/kg. Sadon ollessa 4 000 - 10 000 kg, kokonaiskustannus olisi tällöin n. 1720 - 4300 €/ha. Kuivauksen hinta riippuu sadon lähtökosteudesta ja hampun kosteus syyskorjuun aikaan on tyypillisesti n. 60 - 70 % (w.b. wet-based). Teollisuuden hukkalämpö tai edullinen energia osaltaan pienentäisivät kustannuksia kuivauksen osalta merkittävästi.

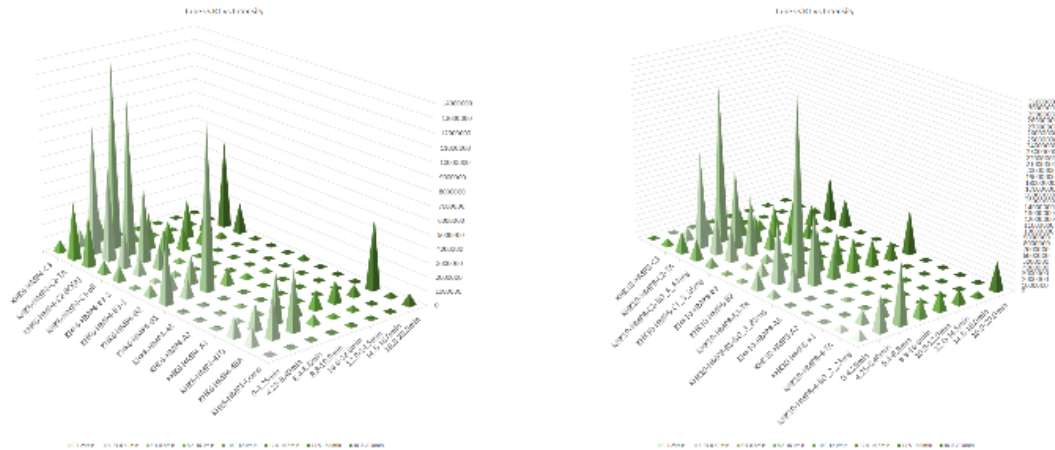
Syyskorjatulle hampulle soveltuu Wet-line -menetelmä, jossa hamppu säilötään ja liotetaan märkänä anaerobisessa tilassa. Säilöntäaineena voidaan käyttää rehun säilömiseen sopivia aineita. Suomessa hamppu kuitenkin korjataan tyypillisesti keväällä; tällöin hamppu voidaan korjata kuivana ja kuitu irtoaa siitä helposti. Toisaalta jo ensimmäiset pakkaset irrottavat pintakuidut, mikä mahdollistaa hampun korjaamisen myös talven aikana lumiolosuhteista riippuen.

TP5 Hiilen ja tisleiden ominaisuuksien karakterisointi

Hampusta valmistetun hiilen ja tisleiden karakterisointia on toteutettu usein eri menetelmin. Tisleiden analysoinnissa on käytetty FTIR:ää (Fourier transform infrared), NMR:ää (Nuclear magnetic resonance), 2D-GCMS:ää (2D-gas chromatography mass spectrometer) ja GC-MS:ää. Hankkeen biohiiliin ja puupohjaisiin verrokkihiiliin liittyen on valmistunut yksi pro gradu (Raji, H 2017: Characterization of hemp-based biochars and testing for water purification). Työhön sisältyi hiilen modifiointia ja hiilien karakterisointia monilla eri tekniikoilla (XRF X-ray fluorescence, Elemental analysis, SEM (scanning electron microscope), FTIR) sekä adsorptiokokeet erilaisille veden epäpuhtauksille.

Peruskarakterisointien lisäksi nesteitä ja hiiliä on toimitettu useille toimijoille hankkeen ulkopuolella testattavaksi. Samoin niitä on hyödynnetty erilaisissa tutkimuksissa UEF:ssa ja eri yhteistyötahoissa. Näin hankkeen tuloksia pystytään hyödyntämään jatkossakin tehokkaasti merkittävästi laajemmin kuin pelkästään hankkeen aikana ja toteuttajatahojen toimesta.

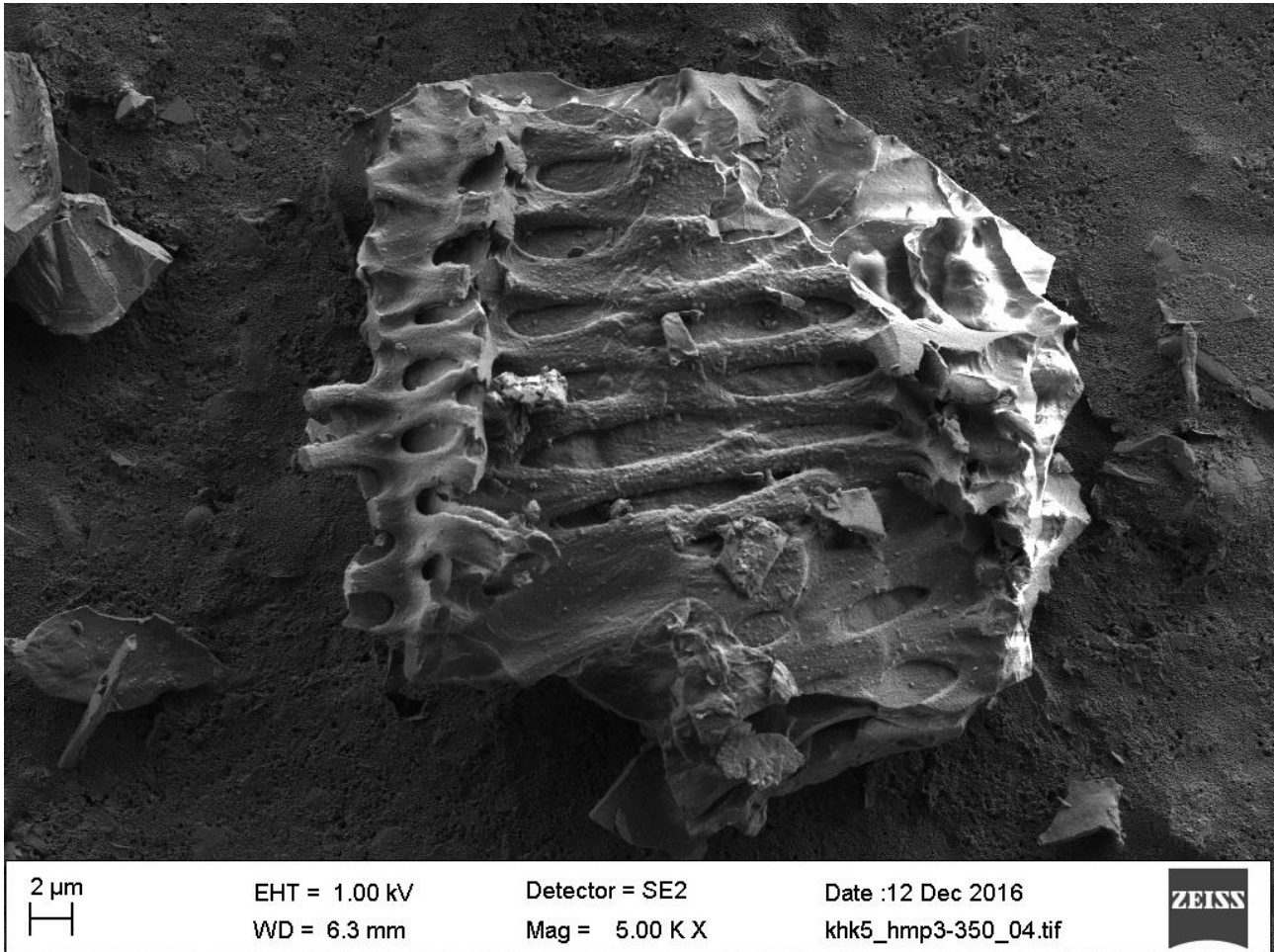




Kuva 19. Profiloitumia hamppupohjaisista tisleistä. Tietyt aineryhmät tai molekyylit erottuvat vahvoina huippuina juuri tietyissä tislefraktioissa.



Kuva 20. Erään tislefraktion öljyfaasi (yläkuva; laimennos 1:400) ja vesifaasi (alakuva, laimennos 1:100) 2D-GC-MS:llä karakterisoituna. Öljyfaasissa näkyy selvästi enemmän yhdisteitä, huolimatta 1:4 laimennoserosta.



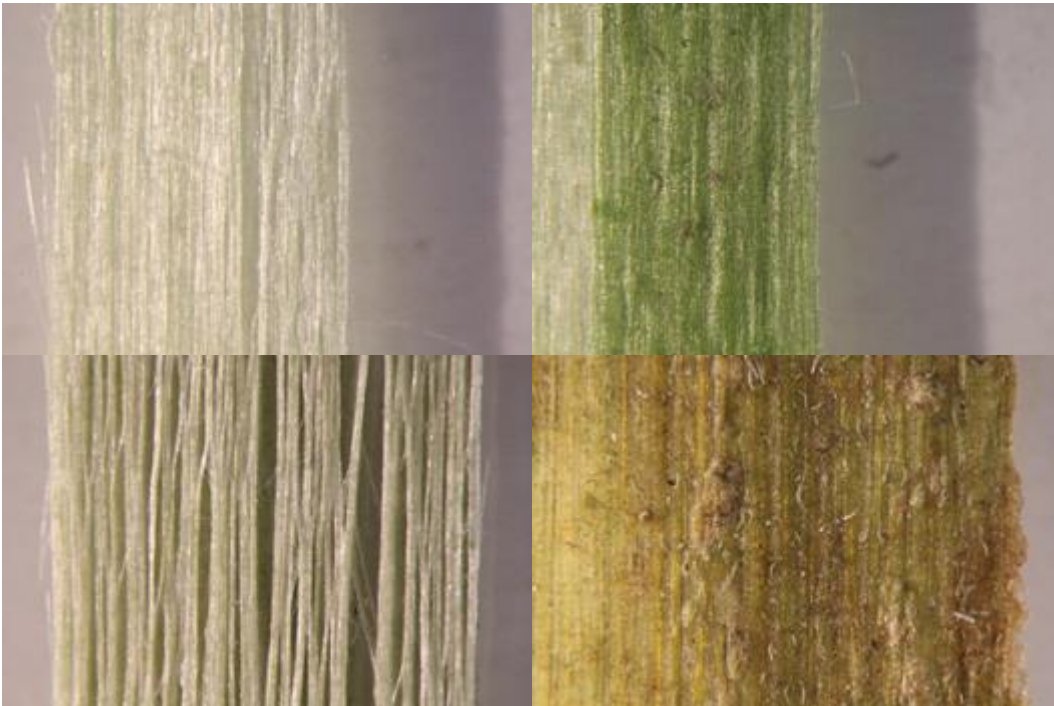
Kuva 21. Hamppuhiili elektronimikroskoopilla (SEM) kuvattuna.

TP6 Tisleiden ja hiilen hyödyntäminen luonnonkuitukomposiiteissa ja demotuotteet.

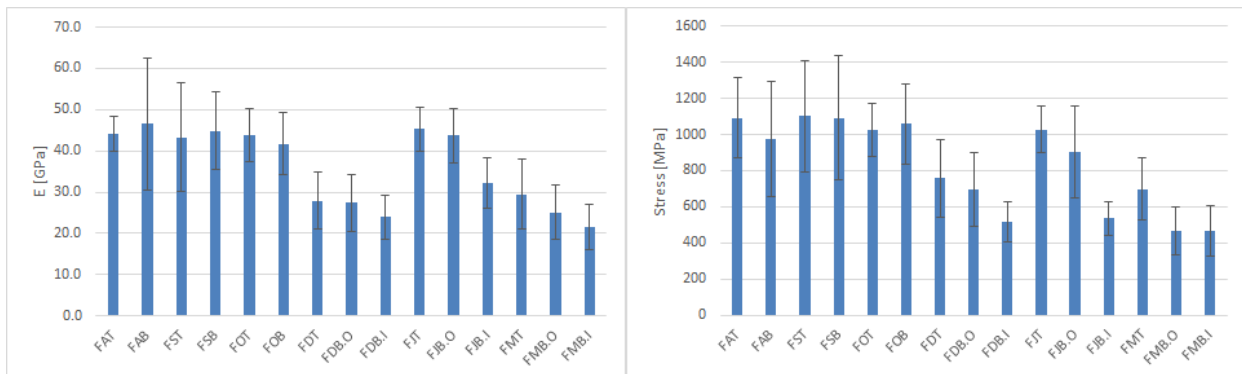
Hamppukuitua tutkittiin eri tavoin modifioituna ja modifioimattomana:

- entsymaattinen liotus
 - alkalikäsittely
 - höyrykäsittely
 - tislekäsittelyt

sekä eri aikoihin kerättynä. Eri aikoihin kerättyjen kuitujen lujuus- ja kosteudenkesto-ominaisuudet määritettiin.



Kuva 22. Mikroskooppikuvat kuituista, jotka on kerätty lokakuussa (ylhäällä) ja joulukuussa (alhaalla).



Kuva 23. Eri aikoihin kerättyjen kuitujen kimmoisuudet ja lujuudet. Mekaaniset ominaisuudet voivat tippua jopa 50%.

Eri tavoin käsitellyistä kuituista valmistettiin myös epoksihartsilaminaatit (Draw Oy). Komposiitit valmistettiin kuitumatoista, jotka olivat lopullisessa komposiitissa ristikkäin. Näihin liittyvät tulokset on esitetty artikkelissa Väisänen, Batello, Lappalainen, Tomppo: [Modification of hemp fibers \(*Cannabis sativa L.*\) for composite applications](#), Industrial Crops & Products 111:422-429, 2018. Demokappaleena hampusta valmistettiin myös mäkiauto (ks. Savon sanomien sivuilta [video](#)).



Kuva 24. Hamppukuitulujitteisten pitkäkuitukomposiittien valmistusta.



Kuva 25. Hamppumäkiauto ja komposiitteja sekä muita demokappaleita oli esillä työpajassa.

TP7 Hamppupohjaisen biohiilen sovellukset kaasujen ja nesteen suodatuskäytössä sekä maanparannuksessa.

Hamppupohjaisia hiiliä valmistettiin ja modifioitiin testattavaksi suodatuskäytössä. Tuloksista on raportoitu pro graduissa (Raji, H 2017: Characterization of hemp-based biochars and testing for water purification). Työ sisältää myös kattavan kirjallisuuskatsauksen, joka käsittelee yleisellä tasolla biohiiltä, mutta keskittyy viimeaikaisimpien sovellusten osalta veden puhdistukseen.

TP8 Kuituhampun prosessointiin ja sovelluksiin liittyvä laitetekniikka, demonstroinnit ja yritysten pilotoinnit.

Hampun prosessointia testattiin useilla eri laitteistoilla eri yrityksissä. Näihin sisältyvät mm. kehrääminen, hidaspyrolyysi (TP4) ja komposiitin valmistus (TP6) - näitä toteutettiin hankkeen aikana. Hankkeessa toteutettiin ostopalveluna myös selvitystyö hampun käyttömahdollisuuksista paperin tai kartongin valmistuksessa Suomessa. Lisäksi hankkeessa selvitettiin laajasti mahdollisuuksia kuitujen prosessointiin tekstiilien valmistusta varten.

Kuidusta langaksi perinteisillä menetelmillä, pitkä kuitu

Syyskorjatusta ja kevätkorjatusta pitkästä kuidusta tehtiin lankaa perinteisesti loukuttamalla, lihtaamalla, häkilöimällä ja kehräämällä (Juankosken Kulttuurihistoriallinen Seura ry). Kevätkorjatusta hampusta kuitu irtosi päistäreestä helpommin kuin syyskorjatusta. Langasta tuli käsityönä aika kovaa ja karheaa. Syyskorjatusta langasta tuli selvästi pehmeämpää kuin kevätkorjatusta.

Heikki Huhtasen hallissa Ilmajoella on koneet pitkän kuidun prosessointiin. Hanke vuokrasi Juankoskelle laitteen loukutukseen. Lisäksi Ilmajoella on loukun jatkona lihtauskone, ja karsta löytyy myös; näitä testattiin kun Kuhako-hanke vieraili paikanpäällä. Hallissa on myös kehruukone pitkälle kuidulle.



Kuva 26. Työvaiheita langan ja tekstiilin valmistuksessa.

Öljyhampusta valmistettiin myös lankaa kokeeksi. Öljyhampusta saa kuitua huomattavasti vähemmän kuin kuituhampusta. Varret kasvoivat pisimmillään vain noin 1,5 metriä korkeiksi, korret olivat ohuita ja niitä tuli vähän, koska koiraskasvit kuolevat kesällä kukinnan jälkeen. Langasta tuli saman tapaista kuin kuituhampusta kehrätystä langasta. Värissä oli vaihtelua kovasti, johtuen siitä, että keväällä korjatessa mukana oli jo kesällä kuolleita koiraskasveja.



Kuva 27. Kevätkorjatusta öljyhampusta käsityönä tehty lanka.

Prosessointi; puhdistus ja avaus

Entsymbaattisen liotuksen ja kuivauksen jälkeen kuiduissa oli vielä paljon päistäreitä jäljellä. Kuitujen jatkoprosessointia varten neuvoteltiin kahden kotimaisen toimijan kanssa: HempRefine Oy ja Juha Mäkipelkola Hallintaus Oy:ltä, joista jälkimmäinen lupasi kokeilla prosessoida hankkeessa syyskorjattua hamppua. Hallintauksella ei ollut aikaisempaa kokemusta syyskorjatusta hampusta, mutta kevätkorjatusta kyllä. Syyskorjattu hamppu pätkittiin (maks. 10 cm), puhdistettiin ja avattiin Hallintaus Oy:llä Kauhavalla. Osa kuiduista oli pätkitty valmiiksi Juankoskella giljotiini-tyyppisellä leikkurilla. Tätä materiaalia koekarstattiin Heikki Huhtasen karstalla Ilmajoella.

Myös kevätkorjattua, paalattua hamppua prosessoitiin Hallintauksella. Osa kuiduista oli loukutettu Heikki Huhtasen loukulla ja osa loukutettiin Hallintauksen murskaimella ennen prosessointilinjastolle laittamista. Kuidut pätkittiin max. 10 cm:n pituisiksi linjaston alussa. Kuidusta tuli puhdasta, lähes päistäreetöntä.



Kuva 28. Hallintauksella ei ole koko linjasto enää paikoillaan; jos olisi ollut, niin prosessointia olisi voinut jatkaa kuitumatoksi asti.

Kehruu, lyhyt kuitu

Suomessa on nykyisin vain villan kehruuseen tarkoitettuja koneita, joilla pitkien kuitujen kehrääminen ei ole mahdollista. Pitkien kuitujen käyttö vaatii pellavalle/hampulle valmistetun linjaston. Sen vuoksi kuidut pätkittiin ennen puhdistusta ja avausta alla 10 cm:n pituisiksi. Lyhyenkään kuidun kehrääminen 100-prosenttiseksi hamppulangaksi ei onnistu villankehrukoneilla; koneet pitäisi modifioida hampun kehruuseen. Villatyypisillä koneilla voidaan lyhyttä hamppukuitua kehrätä seoksena muiden kuitujen, kuten puuvillan, villan ja villatyypisten tekokuitujen kanssa. Sekoitussuhde pitää olla kuitenkin sellainen, että hamppukuitua on enimmillään puolet kuiduista.

Kehruukokeet käsin, lyhyt kuitu

Kehruukokeita lyhyestä kuidusta tehtiin myös käsin. Esimerkiksi Suvi Kuittinen teki työpajassa ideoidun kehruukokeen hamppukuidun ja alpakanvillan sekoituksesta. Hannele Torniainen, kehruun opettaja kehräsi näytteet tarkempaa analyysia varten eri aikoina ja eri tavoin prosessoidusta hamppukuidusta yksistään sekä Suomenlampaan villan kanssa sekoitussuhteella 50/50%. Karstausta tehtiin karstamyllillä, kehruu rukilla. Lankanäytteet testataan ja analysoidaan tarkemmin (yliopisto-opettaja Virpi Turunen, käsityötiede, UEF) ja tulokset julkaistaan artikkelina.



Kuva 29. Kehräämö Christinassa tehtyä hamppuvillalankaa, kuitujen suhde 50/50% (vasemmalla). Pirtin Kehräämössä karstattuja hahtuvakiekkoja. Vasemmalla olevissa hahtuvissa hampun ja villan sekoitussuhde on 50/50 % ja oikealla 25/75%.



Kuva 30. Hamppuvillalangat ja 100-prosenttiset hamppulangat testeihin.



Kuva 31. Suvi Kuittisen kehräämät hamppualpakkalangat, sekoitussuhde 50/50%. Syys- ja kevätkorjattua eri tavalla prosessoitua hamppukuitua.

Hankkeessa tuotettua raaka-ainetta on tarjottu ja annettu testattavaksi useisiin eri sovelluksiin, mm.

- Lattiaeriste (ks. kuvat [Ruukin Pikkulaiva](#))
- Hampputisleiden antibakteeriset ominaisuudet
- Hampputisleet taimitautien torjunnassa
- Nanoselluloosan valmistus Åbo Akademi
- Tienpohjana (Kajaanin ammattikorkeakoulu)
- Puutarhassa katteena (päistäre ja kuitu)
- Käsityö- ja askartelumateriaali (kuitu ja päistäre)
- Kanojen kuivike (päistäre)
- Hevosten kuivike (kevätkorjattu paalilta)
- Liinaharja-keppihevoseet (kuitu)
- [Taideteos hampusta](#), Reetta Partanen
- Koppikuitu; koira ja kissa
- Kissan vessa (päistäre)
- Didgeridoon valmistus - käsinlaminointi
- Kokeilu hampunviljelyn vaikutuksesta punamädästä kärsivällä mansikkapellolla

TP9 Yksityiskohtaisen tiedotussuunnitelman laatiminen, hankkeesta tiedottaminen ja siinä saatujen tulosten koostaminen ja jalkauttaminen tiedotussuunnitelman mukaisesti.

Hankkeesta tiedottamisessa hyödynnettiin Itä-Suomen yliopiston tiedotuskanavia sekä sosiaalista mediaa ([Twitter](#) | [Facebook](#)) ja työpajoja. Seuraavaan on koottu hankkeesta julkaistuja artikkeleja:

<https://yle.fi/uutiset/3-9757267>

<https://yle.fi/uutiset/3-9697319>

<https://yle.fi/uutiset/3-9096257>

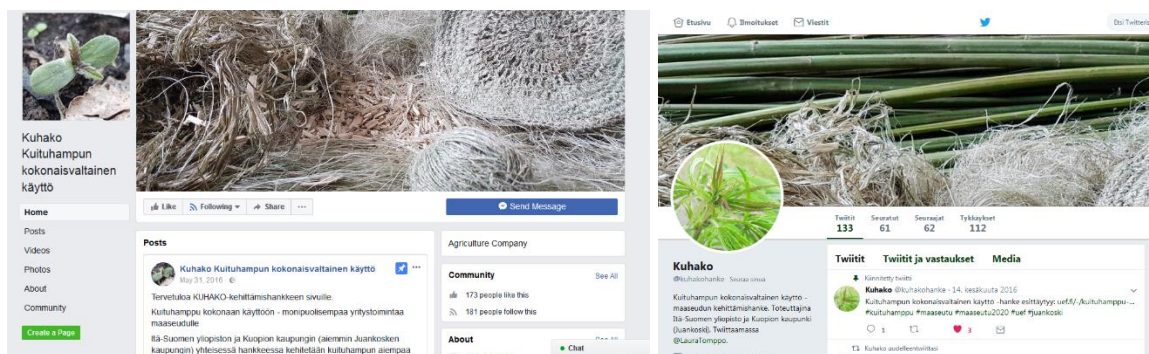
<http://www.kantti.net/2016/08/kuituhampusta-on-moneksi/>

<http://www.kantti.net/2017/11/teollinen-hamppu-ja-tulevaisuuden-sovelluskohteet/>

<http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/kuituhamppu-parantaa-perunamaata-ja-verhoilee-auton-1.155786>

http://www.iltalehti.fi/kotimaa/201708042200306962_u0.shtml

https://www.savonsanomat.fi/savo/Hampusta-toivotaan-punam%C3%A4d%C3%A4n-sel%C3%A4tt%C3%A4j%C3%A4%C3%A4-mansikkapelloilla/1008396#cxrecs_s



Kuva 32. Hanke sosiaalisessa mediassa.

2.2.2. Aikataulu

Hanke toteutettiin 1.4.2016 - 31.12.2017. Tässä ajassa ehdittiin hamppua viljellä kahtena kesänä ja toteuttaa kaksi syyskorjuuta sekä yksi kevätkorjuu.

2.2.3. Resurssit

Hankkeen vastuullisena johtajana toimi professori Reijo Lappalainen, joka vastasi hankkeen valmistelusta yliopistolla, toimi projektihenkilöstön esimiehenä ja osallistui hankkeen toteuttamiseen erityisesti laaja-alaisena asiantuntijana ja yhteistyöverkostojen kehittäjänä. Hankkeen käytännön koordinoinnista vastasi avoimella haulla rekrytoitu projektipäällikkö, tutkijatohtori Laura Tomppo. Hänellä oli päävastuu hankkeen toimenpiteiden suunnittelusta yhdessä osatoteuttajan kanssa sekä toteutuksesta yliopiston osalta. Juankosken kaupungilla hankkeen vastuullisena johtajana toimi elinkeinoasiamies Liisa Jokela ja Juankosken yhdistyttyä



Kuopion kaupunkiin strategiajohtaja Sirpa Lätti-Hyvönen. Juankosken kaupunki rekrytoi avoimella haulla hankkeeseen projektipäälliköksi tekstiili-insinööri Terttu Turpeisen. Molempien toteuttajien projektipäälliköt osallistuivat hankkeen käytännön toimenpiteisiin ja vastasivat raportoinnista sekä hankkeen viestinnästä. Lisäksi hankkeeseen rekrytoitiin avoimella haulla projektitutkijan tehtäviin (tehtävänimike nuorempi tutkija) Jorma Heikkinen. Projektissa hyödynnettiin laajasti myös yliopiston muita tutkijoita ja harjoittelijoita lyhytaikaisemmissa tehtävissä ja kaupunki palkkasi myös lyhytaikaisempiin työsuhteisiin prosessityöntekijöitä tarpeen mukaan.

2.2.4. Toteutuksen organisaatio

Hanketta hallinnoi Itä-Suomen yliopisto. Yhteistyö pää- ja osatoteuttajan välillä oli tiivistä ja projektipäälliköt keskustelivat hankkeen toteutuksesta viikoittain. Lisäksi tarvittaessa kokoonnuttiin vaihtelevilla projektiryhmän kokoonpanoilla; näihin kokoontumisiin osallistuivat tarpeen mukaan vastuulliset johtajat, projektipäälliköt sekä hankkeelle töitä tekevät henkilöt.

2.2.5. Kustannukset ja rahoitus

Hankkeen kokonaisbudjetti oli 545 765 €. Hanke sai rahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämisrahastosta toimintalinjalta 16.2 Uusien tuotteiden ja menetelmien kehittäminen. Hankkeen julkisen rahoituksen osuus oli 100 % kustannuksista. Hankkeen kustannukset jäivät XX € suunniteltua pienemmiksi. Taulukossa 2 on esitetty hankkeen toteutuneet kustannukset. Ely-keskuksen rahoitus hankkeelle on 85,87% eli 432 448,14€ ja muu julkinen rahoitus (toteuttajien omarahoitus) kattaa loput 71 153,86€.

Taulukko 2. Hankkeen toteutuneet kustannukset ja ero päätökseen.

UEF	Yhteensä	Muutos 3.11.17	Toteutuneet	Erotus
Rahapalkka + HSK 40 %	210294		206811	3482
Yleiskustannukset	50471		49635	836
vuokrat	0		0	0
Ostopalvelut	20000		8322	11678
Muut välittömät kulut	19000		11106	7894
Kustannukset yhteensä	299765		275874	23891
Juankoski/Kuopio				
Rahapalkka + HSK 27 %	79 854	89176	90147	-971
Yleiskustannukset	19165	21402	21635	-233
vuokrat	6000	6000	1461	4539
Ostopalvelut	77701	100000	92760	7240
Muut välittömät kulut	63280	29422	21725	7697
Kustannukset yhteensä	246000	246000	227728	18272
YHTEENSÄ				
Rahapalkka + HSK	299 470		296959	2511
Yleiskustannukset	71 873		71270	603
vuokrat	6 000		1461	4539
Ostopalvelut	120000		101081	18919
Muut välittömät kulut	48 422		32831	15591
Kustannukset yhteensä	545 765		503602	42163

2.2.6. Raportointi ja seuranta

Hankkeen toimintaa on seurattu ohjausryhmässä, joka on kokoontunut hankkeen aikana 4 kertaa ja kerran hankkeen päättymisen jälkeen. Lisäksi hankkeen toiminnasta raportoitiin maksatushakemusten yhteydessä 2 kertaa vuodessa ja seurantatiedot on raportoitu kerran vuodessa kuten päärahoittaja on edellyttänyt. Raportoinnista ovat olleet vastuussa molempien toteuttajien projektipäälliköt.

Hankkeen ohjausryhmätyöskentelyyn osallistuivat:

Eija Äärilä (ent. Saarinen), Ely-keskus
Laura Tomppo, UEF
Liisa Jokela, Juankoski/Kuopio
Terttu Turpeinen, Juankoski/Kuopio
Reijo Lappalainen, UEF
Antti Pietarinen, Sakky (Hankkeen alkupuoli)
Pertti Kinnunen, Draw Oy
Marja Anttonen, Draw Oy
Kirsi Grahn, Oy Scantarp Ab
Anita Hemmilä, Finola Oy
Päivi Vestala, Ely-keskus
Sirpa Lintunen, MTK Pohjois-Savo ry
Shahriare Mahmood, M.A.S.I. Company Oy/Reima
Lisäksi Anna-Liisa Martikainen osallistui osaan kokouksista.

2.2.7. Toteutusolehdutket ja riskit

Hankkeen suunnitteluvaiheessa keskeisimmäksi riskiksi arvioitiin se, että hankkeen avulla ei voida riittävän laajalle joukolle osoittaa hampun viljelyn ja prosessoinnin olevan kannattavaa liiketoimintaa. Hankkeen aikana osoittautui, että varsin laaja joukko on jo melko vakuuttunut siitä, että hampun avulla voidaan aikaansaada kannattavaa liiketoimintaa ja laajentaa maaseudun elinkeinotoimintaa. Sen sijaan suuremmaksi haasteeksi osoittautui keskisuurten ja suurten toimijoiden vakuuttaminen. Tietyiltä osin hampun prosessointi vaatii investointeja esimerkiksi laitteistoihin ja esimerkiksi monella mikroyrityksellä ei riitä resurssit toiminnan käynnistämiseen, vaikka tahtoa ja osaamistakin olisi. Siksi koko hampun arvoketjun toimijoiden yhteen hiileen puhaltamista tarvitaan.

Suunnitteluvaiheessa arvioitiin myös, että osa testattavista tekniikoista ei välttämättä toimi halutulla tavalla tai tekniikat osoittautuvat liian kalliiksi. Tämä riski toteutui, mutta toisaalta kaikki hankkeessa toteutetut kokeilut auttoivat kehittämään osaamista ja hankkeen aikana on levitetty tietoa kokeiluista laajasti. Osa yksinkertaisista korjuu- ja käsittelytekniikoista toimi hyvin eikä niihin välttämättä tarvita vain hampulle soveltuvia erikoislaitteita, mikä osaltaan pienentää tuotantokustannuksia.

Henkilöstöresurssien osalta ei tullut juurikaan toteuttamiseen vaikuttavia yllätyksiä. Toisaalta aikataulu osoittautui joiltakin osin liian tiukaksi. Mm. isomman mittakaavan höyrykäsittely jäi toteuttamatta Luken laboratoriotilojen remontoimnin vuoksi. Toisaalta hankeaikataulu oli varsin tiukka suhteessa viljelyyn ja kasvukauteen; syyskorjuutekniikoita ehdittiin kokeilla kaksi kertaa ja kevätkorjuuta kerran. Vuoden 2017 satoa ei myöskään hankkeessa juurikaan ehditty jatkoprosessoida kuivauksen jälkeen. Toisaalta tätä materiaalia on annettu erilaisiin kokeiluihin - mm. tiepohjan rakennuskokeiluun ja lattiaeristeksi. Tiukka aikataulu on rajoittanut testattaviin



tekniikoihin liittyviä iterointikierroksia, mutta toisaalta kaikki kokeilut on nyt dokumentoitu, jotta niistä olisi seuraaville toimijoille mahdollisimman paljon hyötyä.

2.3. Yhteistyökumppanit

Hankkeen yhteistyökumppaneina ovat toimineet yritykset ja yksityishenkilöt koko tuotantoketjusta ja tiedonvälitys on hankkeessa ollut molemminpuolista. Hankkeessa on vaihdettu tietoa myös Turun ammattikorkeakoulun tiedonvälityshankkeen Rakennetaan hampusta kanssa. Lisäksi mm. Martat ja Juankosken Kulttuurihistoriallinen seura ovat olleet aktiivisia ja osallistuneet hankkeen toteutukseen ja hampun tutuksi tekemiseen. Lisäksi hankkeen kautta hampppua ovat saaneet omiin sovelluksiinsa testattavaksi mm. monet eri Itä-Suomen yliopiston tutkimusryhmät ja muut tutkimus- ja koulutusorganisaatiot (Luke, Åbo Akademi, Kajaanin ammattikorkeakoulu, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu).

2.4. Tulokset ja vaikutukset

Hankkeen aikana kartoitettiin keskeisimmät kuituhamppuun kytkeytyvät toimijat. Suurin osa toimijoista on erittäin kiinnostuneita kuituhampusta ja monet olivat aktiivisesti mukana hankkeessa. Suurin haaste hankkeessa oli suurten ja keskusuurten yritysten sitouttaminen; tässä onnistuttiin vain osittain ja tähän tulee jatkossa panostaa esimerkiksi yritys- tai yritysryhmäkohtaisten hankkeiden ja t&k-toimenpiteiden avulla.

Hankkeen myötä projektiryhmässä on hamppuun liittyvä osaaminen ja tietotaito kasvanut merkittävästi. Tätä tietoa on levitetty aktiivisesti kiinnostuneille toimijoille mm. sosiaalisen median kautta, suorissa kontakteissa, työpajojen ja muun tiedottamisen avulla. Hankkeeseen liittyviä tuloksia on myös julkaistu ja tullaan julkaisemaan kansainvälisissä tieteellisissä julkaisuissa, minkä myötä paikallinen osaaminen saa näkyvyyttä ja voi synnyttää kansainvälistä yhteistyötä teolliseen hamppuun liittyen. Erityisesti hankkeessa toteutetut täysin uudet kokeilut ja testaukset ovat herättäneet mielenkiintoa laajasti. Hankkeessa tuotettua hampppuraaka-ainetta on myös annettu useisiin omiin kokeiluihin ja käytännön testaukset ovat tehneet raaka-ainetta tutummaksi monella saralla.

Hankkeen myötä toteuttajat ovat saaneet useita yhteydenottoja potentiaalisilta uusien tuotteiden kehittäjiltä, sijoittajilta ja yrittäjiksi aikovilta. Yhteydenotot ovat yleensä johtaneet keskusteluihin, joissa on yhdessä arvioitu haasteita ja haettu niihin ratkaisuja. Osa keskusteluista on johtanut jatkohankkeiden valmisteluun.



Hankkeessa järjestettiin kaksi työpajaa. Ensimmäinen pidettiin otsikolla Design-ajattelu ja kuituhamppu ja tapahtuma oli osa laajempaa Design Week Kuopio-tapahtumaa 28.4.2017. Toinen työpaja, Teollisen hampun nykytila ja tulevaisuus Suomessa, pidettiin 26.10.2017. Työpajoissa kuituhamppuun ja teollisen hampun liittyvät kehittämisen ja liiketoiminnan haasteiksi tunnistettiin mm. seuraavat asiat

- Asenteet; kuituhamppukin liitetään tyyppillisesti huumausaineisiin.
- Oikean tiedon löytämisen vaikeus; hampusta on esimerkiksi verkossa liikkeellä monenlaista propagandaa ja oikean tiedon löytäminen on työlästä.
- Uskottavuus ja toiminnan riittävän suuri mittakaava; suurin osa kiinnostuneista toimijoista on yksittäisiä henkilöitä tai mikroyrityksiä.

Näistä tarpeista lähtien jälkimmäisessä työpajassa perustettiin Suomen Teollisuus- ja hyötyhamppuyhdistys, jonka ensimmäinen kokous järjestetään alkuvuodesta 2018. Kyseinen yhdistys toteuttaa osaa Kuhako-hankkeenkin tavoitteista ja parantaa siten toiminnan jatkuvuutta. Yhdistys mm. tiedottaa, kouluttaa ja opastaa alan toimijoita, koostaa ja tuottaa tiedonvälitysmateriaalia sekä järjestää ja osallistuu seminaareihin, messuille ja eri tapahtumiin.

Suomessa on pieni, mutta motivoitunut toimijajoukko hyötyhampputuotannon ja jatkojalostuksen piirissä, uusi yhdistys kokoaa alan toimijat yhteen edistämään toimialan kehittymistä.



3. Esitykset jatkotoimenpiteiksi

Hankkeessa tehtyä työtä pyritään jatkamaan useilla eri tahoilla. Jatkotoimenpiteet voidaan karkeasti ottaen jakaa kolmeen erityyppiseen kehittämiseen:

1. Hankkeessa tai hankkeen raaka-aineiden pohjalta löytyneisiin sovelluskohteisiin liittyvä tarkempi tutkimus ja kehittäminen.
2. Hankkeen tuloksia hyödyntävän liiketoiminnan käynnistäminen, yritysten ja yrittäjien sparraus.
3. Teollisesta hampusta kiinnostuneiden toimijoiden, asiantuntijoiden ja osaamisen yhteen saattaminen, verkostoituminen ja ajantasainen ja tutkittuun tietoon perustuva tiedonvälittäminen.

Tutkimuksen ja kehittämisen osalta tässä hankkeessa ja tämän hankkeen pohjalta tehtyä työtä jatketaan tulevaisuudessa tutkimus- ja kehittämishankkeissa. Suunnitelmia jatkohankkeiden suhteen on tehty mm. hampputislaisten hyödyntämisestä taimitautien torjunnassa, hamppuhiilen käytöstä suodatuksessa ja hamppukuidun käytöstä komposiiteissa. Kuhako-hanke on tuottanut täysin uutta tietoa hamppuperäisten tuotteiden soveltamisesta ja siten luonut vakaan pohjan tuleville hankkeille. UEF on näihin uusiin kehittämiskokemuksiin liittyen keskeisessä roolissa sekä osaamisen että infrastruktuurilaitteistojensa puolesta. Mainittakoon, että hampun hyödyntäminen on kokenut myös maailmalla viime vuosina uuden tulemisen mm. USA:ssa (FOOD TRENDS and activists' efforts ignite a U.S. hemp revival, CEN 2015, Nov 23, p. 16 ja <https://www.theguardian.com/society/2017/feb/04/hemp-plant-that-could-boost-americas-economy> ja Kiinassa (<http://www.ciitech.co.uk/2017/12/21/china-hemp-cbd-industry-the-silent-sleeping-giant/>).

Osa Kuhako-hankkeessa tehdyistä kokeilusta on lähempänä kaupallista soveltamista ja näiden osalta työtä tulisi jatkaa sparraten yrityksiä tai yrittäjäksi aikovia hamppuun liittyvän tuotepotentiaalin hyödyntämiseksi. Tällä saralla työtä voisi jatkaa sekä öljy- että kuituhampun osalta yhdistämällä voimavaroja esim. alkutuottaja- ja hyödyntäjätahojen toimijarenkaan muodossa.

Kuituhamppu on uusvanha tuotantokasvi, jolla tulee tulevaisuudessa olemaan selkeä paikka biotalouden raaka-aineena. Vaikka tämänhetkiset tuotantoteknologiat ovat koko jalostusketjussa kehittymättömät, on oikealla tuotekehitys- ja innovaatiotyöllä mahdollista synnyttää kuituhamppu- ja kuituhampun hyödyntävää uutta tuotantotoimintaa. Jo olemassa olevat teolliset tuotantoympäristöt, joissa on käytettävissä mm. energiaa, jätevesipuhdistuskapasiteettia ja työvoimaa antavat tähän hyvän pohjan.

Markkinanäkymä biopohjaisille, hyvin kierrätettäville tuotteille on valoisa, ja kun poliittinen ja lainsäädännöllinen toimintaympäristö on muuttunut samaan aikaan positiiviseksi, mahdollistavat nämä yhdessä hyvän peruslähtökohdan kuituhampun tuotannollisen toiminnan kehittymiselle. Uusien rahoitusinstrumenttien, kuten joukkorahoituksen, mahdollisuus edistää myös omalta osaltaan uusien innovaatioiden syntymistä.



Hankkeen aikana toteuttajille vahvistui käsitys siitä, että kuituhampun jatkokehitystyö tulisi jakautua kahteen eri kehityslinjaan. Jotta koko tuotanto- ja jalostusketju saadaan toimivaksi kokonaisuudeksi, tulisi toisen kehityslinjan keskittyä kevätkorjattuun raaka-aineeseen, jossa painopiste voisi olla alhaisemman jalostusasteen tuotteissa, kuten kuivike- ja rakennusmateriaalit ja osin komposiittirakenteet sekä paperi- ja kartonki. Markkinoinnillista lisäarvoa näille tuotteille voidaan rakentaa aineettoman arvonluonnin kautta, hyödyntäen luovan talouden markkinanäkemystä ja -menetelmiä.

Toinen kehityslinjabainopiste on uusien, korkean arvonlisän tuotteiden ja palveluiden kehitystyössä, jossa tarvitaan tutkimusta ja tuotekehitystä. Yritystason toiminta nojaa prosessien pilotointiin ja erilaisiin yliopistojen tutkimusympäristöihin, sisältäen myös perustutkimustason toimintaa, kuten mm. kasvinjalostusta ja viljelyteknologiatutkimusta.

Luonteva toimija ottamaan vastuuta kolmannesta toimenpiteestä, jonka keskiössä on tiedottaminen ja verkostoituminen, on Kuhako-hankkeen jälkimmäisessä työpajassa perustettu Suomen teollisuus- ja hyötyhamppuyhdistys. Uskottavalle toimijalle, joka tekee tässä suhteessa pitkäjänteistä työtä, on selvä tarve ja yhdistystoiminta on ainakin alkuvaiheessa sopiva tapa vastata tähän.



4. Allekirjoittajat ja päiväys

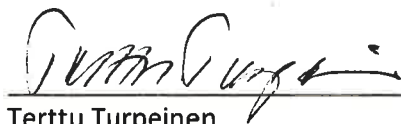
18.4.2018



Laura Tomppo
projektipäällikkö, UEF



Reijo Lappalainen
hankkeen vast. johtaja, UEF



Terttu Turpeinen
projektipäällikkö, Kuopion kaupunki



Liisa Jokela
aluekoordinaattori, Kuopion kaupunki

Hankkeeseen liittyvät selvitykset, raportit ja artikkelit:

- HA Raji: Characterization of hemp-based biochars and testing for water purification. Pro gradu -työ, Itä-Suomen yliopisto, 2017.
- T Väisänen, P Batello, R Lappalainen, L Tomppo: [Modification of hemp fibers \(Cannabis sativa L.\) for composite applications](#), Industrial Crops & Products 111:422-429, 2018.
- Kurunsaari J: [Kuituhampun esikasvivaikutus perunalle](#), Oulun ammattikorkeakoulu 2017. (Yhteistyössä Suomen Siemenperunakeskus Oy:n kanssa)
- A Kankaala: Kuituhampun viljely 2016-2017, Suomen Siemenperunakeskus Oy, 2017.
- L Tomppo, T Turpeinen, R Lappalainen: Hamppu - kestävä vaihtoehto puuvillalle ja tekokuiduille, Tekstiililehti 1/2018.
- M Carus, S Piotrowski, A Partanen, J Belle: Survey on prerequisites for utilizing hemp in cardboard or paper mill in Finland, nova-Institut, 2017.

