

Pajun uudet arvoketjut – liiketoimintamallit ja alustavat kannattavuustarkastelut

Katri Juva
Satafood Kehittämisyhdistys ry
Pajuarvoketjuista uutta liiketoimintaa –hanke
5.10.2026

Hankkeessa laadittiin alustavat liiketoimintamallit ja kannattavuustarkastelut kolmelle pajun käyttökohteelle:

1. Pajubiohiili maanparannukseen

- Pajun viljely ja jalostaminen biohiileksi, lämmöksi ja hiilikrediiteiksi

2. Pajuhake kuivikkeena

- Tuoreen pajuhakkeen tuotanto ja myynti kestokuivikkeeksi nauta- ja lammastiloille, joilla käytetään kestokuivikepatjaa

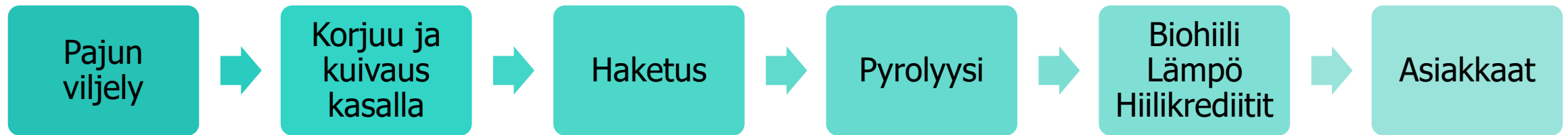
3. Paju- apilanurmikomposti

- Pajuhakkeen ja nurmibiomassan kompostointi ja myynti hevosten kuivikkeeksi

Tarkastelut ovat skenaariolaskelmia, joiden tavoitteena on arvioida:

- millaisilla lähtöoletuksilla liiketoiminta voisi olla taloudellisesti mahdollista?
- miten keskeiset kustannus- ja tulotekijät vaikuttavat kannattavuuteen?
- millaisia käytännön edellytyksiä arvoketjun käynnistyminen vaatisi?

- **Kannattavuutta tarkastellaan pitkän aikavälin kassavirtalaskelmilla**
- Tarkasteluissa pyritään kuvaamaan koko tuotantoketjun käynnistämistä siten, että myös pajuviiljelmien perustaminen ja ensimmäisen sadon viive huomioidaan
- Laskelmissa huomioidaan pajuviiljelmien perustaminen, viljely ja korjuu, jalostuksen kustannukset ja investoinnit sekä tuotteiden myyntitulot
- Laskelmissa koko tuotantoketju pajun viljelystä lopputuotteen valmistukseen ja myyntiin on saman toimijan vastuulla
- Lähtötiedot perustuvat kirjallisuuteen, markkina- ja hintatietoihin sekä hankkeessa tehtyihin arvioihin
 - Osa lähtöarvoista on väistämättä oletuksia, koska tarkasteltuja pajuotteita tai niiden arvoketjuja ei Suomessa vielä ole vakiintuneesti markkinoilla
- Kassavirrat diskontataan **5 %:n laskentakorolla**
- Keskeisinä tunnuslukuina käytetään **nettonykyarvoa (NPV), sisäistä korkokantaa (IRR) ja takaisinmaksuaikaa**



- Pienen mittakaavan pyrolyysilaitos (BioMacon 63 kW)
- Noin 36-40 hehtaarin pajuvielmä (riittävä raaka-ainetuotanto laitteiston kapasiteettiin)
- Biohiilen markkina: puutarha- ja kasvualustakäyttö
- Lämpö: lämmölle tarvitaan paikallinen ostaja tai käyttökohde
- Hiilikrediitit muodostavat yhden lisätulovirran
- Liiketoiminta edellyttää tehokasta pajun viljelyketjua (istutus- ja korjuukalusto käytössä)

RAAKA-AINETUOTANTO:

Pyrolyysilaitteiston
vaatima raaka-
ainemäärä: 243 t ka /
vuosi

Viljely entisellä
turvetuotantoalueella

Kuiva-ainesato: 6,8 t
ka/ha/v

Pajuviljelmän
korjuukierto: 4 vuotta

Tarvittava
pajuviljelmän pinta-
ala: 36 ha

Etäisyys viljelmältä
pyrolyysilaitokselle:
20–40 km

TUOTETTAVAT TUOTTEET:

Pyrolyysilaitteiston
tuottama biohiilimäärä:
56 t / vuosi

Pyrolyysilaitteiston
tuottama lämpö:
504 GWh / vuosi

- Oletettu, että 40 % lämmöstä kuluu pajuhakkeen kuivaukseen
- Lämmönmyynti n. 300 GWh / vuosi

Sidotut hiilidioksiditonnit
eli myytävät hiilikrediitit:

- $3 \times 56 \text{ t} = 168 \text{ kpl}$

- Awuah, J., Pappinen, A., Laasasenaho, K., Hassan, M. K., Lauhanen, R., & Kuittinen, S. (2026). Evaluating the investment attractiveness and carbon credit potential of short rotation willow plantation on a cutaway peatland. *Industrial Crops & Products*, 240, 122567. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122567>
- Viherä-Aarnio, A., Jyske, T., Beuker, E., Kaseva, J., & Sarjala, T. (toim.). (2022). *Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä: Synteesiraportti*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus.
- Luhas, J., Marttila, M., Leppäkoski, L., Mikkilä, M., Uusitalo, V., & Linnanen, L. (2022). A financial and environmental sustainability of circular bioeconomy: A case study of short rotation coppice, biochar and greenhouse production in southern Finland. *Biomass and Bioenergy*, 163, 106524. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106524>
- Carbons Finland Oy. (2020). *Pajujen kasvatsohjeet: Kesä 2020*. <https://carbons.fi/wp-content/uploads/2020/11/Tuotekortti-Pajun-kasvatus-0720.pdf>
- Vanbeveren, S. P. P., Spinelli, R., Eisenbies, M., Schweier, J., Mola-Yudego, B., Magagnotti, N., Acuna, M., Dimitriou, I., & Ceulemans, R. (2017). Mechanised harvesting of short-rotation coppices. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.059>
- Nasdaq. (n.d.). *Puro.earth: The world's leading carbon removal platform*. <https://www.nasdaq.com/products/european-markets/carbon-removal-platform>
- BIOMACON GmbH. (2021). *Pyrolysis boiler C63-F* [Product datasheet]. https://ab8199f1-f56c-4f07-9543-38a7074767a8.filesusr.com/ugd/1fc82b_37000804c88d45789ca2b7f9be2224e2.pdf
- Juva, K. (2023). Maatilanmittakaavan biohiilituotannon mahdollisuudet ja kannattavuus. Opinnäytetyö (AMK). <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202304175408>

Laskelmassa käytettyjä pajun viljelyn kustannuksia

Työvaihe	€/ha	Lähde	Huomioitavaa
Ojitus	752	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista, mukana ojarummun kustannus
Äestys	44	Viherä-Aarnio ym. (2022)	
Rikantorjunta	151	Awuah ym. (2026)	Glyfosaatti + levityskustannus
pH:n nosto	217	Carbons Finland (2020)	Tuhkaa 6 tn/ha, sis. myös levityskustannus
Lannoitus	763	Soveltaen Awuah ym. (2020) & Carbons Finland (2020) & Viherä-Aarnio ym. (2022)	Lietelannan hinta 10 €/t, levitysmäärä 32 t / ha, kuljetuksen (10 km) ja levityksen kustannus 442 €/ha
Pistokkaat	1560	Awuah ym. (2026)	13000 pistokasta /ha, hinta 0,12 €/kpl, Neovan Karhunsuon koeviljelmän tiedoista
Istutustyön hinta	425	Carbons Finland (2020)	Koneellinen istutus kaksirivisellä istutuskoneella
Alasleikkuu	46	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Alasleikkuu istutusta seuraavana vuonna, jotta paju saadaan haaroittumaan.
Korjuukustannus kokorankana energiapuupuimurilla	1072	Vanbeveren ym. (2017)	Cut-and-bale -koneen kustannusten keskiarvo
Haketus	330	Luhas ym. (2022)	
Kasvuston kemiallinen lopetus + jysyntä	1164	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Kasvuston kemiallinen tuhoaminen (glyfosaattivalmiste 6—8 l/ha), kantojen jysyntä
Maa-alueen vuokra	229,55	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista

Laskelmassa käytetyt biohiilituotannon kustannukset ja tuotot

Investoinnit	€	Lähde	Lisätiedot
Biohiililaitteisto + lisäosat	138 900	Juva (2023)	BioMacon 63 kW + poisto- ja säkitysjärjestelmä
Rakennus	120 000	Juva (2023)	
Varastot / katokset + muu infra	20 000	Oma arvio	
Muuttuvat kustannukset	€/vuosi	Lähde	Lisätiedot
Oman työn kustannukset	7 500	Mukaillen Vna 214/2014	Vna 240/2015:n maatalousyrittäjän oman työn arvon (15 €/h) ja koneella tehdyn työn arvon (30 €/h) perusteella arvioitu keskimääräinen kustannus 25 €/h
Energiankulutus (pyrolyysilaitteisto)	3 360	BioMacon (2021)	Laitteiston sähkönkulutuksen ja sähkön hinnan 0,12 €/kWh perusteella
Käyttö- ja ylläpitokustannukset	8 367	Oma arvio	3 % investoinnin kokonaiskustannuksista. Huom! Karkea arvio, REACH, ympäristölupa, hiilenpoiston sertifioinnit ym. voivat olla prosentuaalisesti pienen mittakaavan tuotannossa korkeampiakin.
Haketus	2 991	Luhas ym. (2022)	Haketuksen yksikköhinta 9,1 €/t, haketusmäärässä huomioitu, että paju kasakuivaa (26 % kosteus)
Tuotot	€/vuosi	Lähde	Lisätiedot
Biohiili	44 800	Oma arvio	Käytetty biohiilen hintaa 800 €/t
Lämpö	30 240	Tilastokeskus	60 % tuotetusta lämmöstä myydään, loput hakkeen kuivaukseen ja prosessiin. Hintana kaukolämmön kuluttajahinta ~0,1 €/kWh
Hiilikrediittikauppa	21 840	Nasdaq (n.d.)	Hiilikrediitin hinta 130 €/kpl (CORCCHAR, 06/2026)

NPV
43 000 €

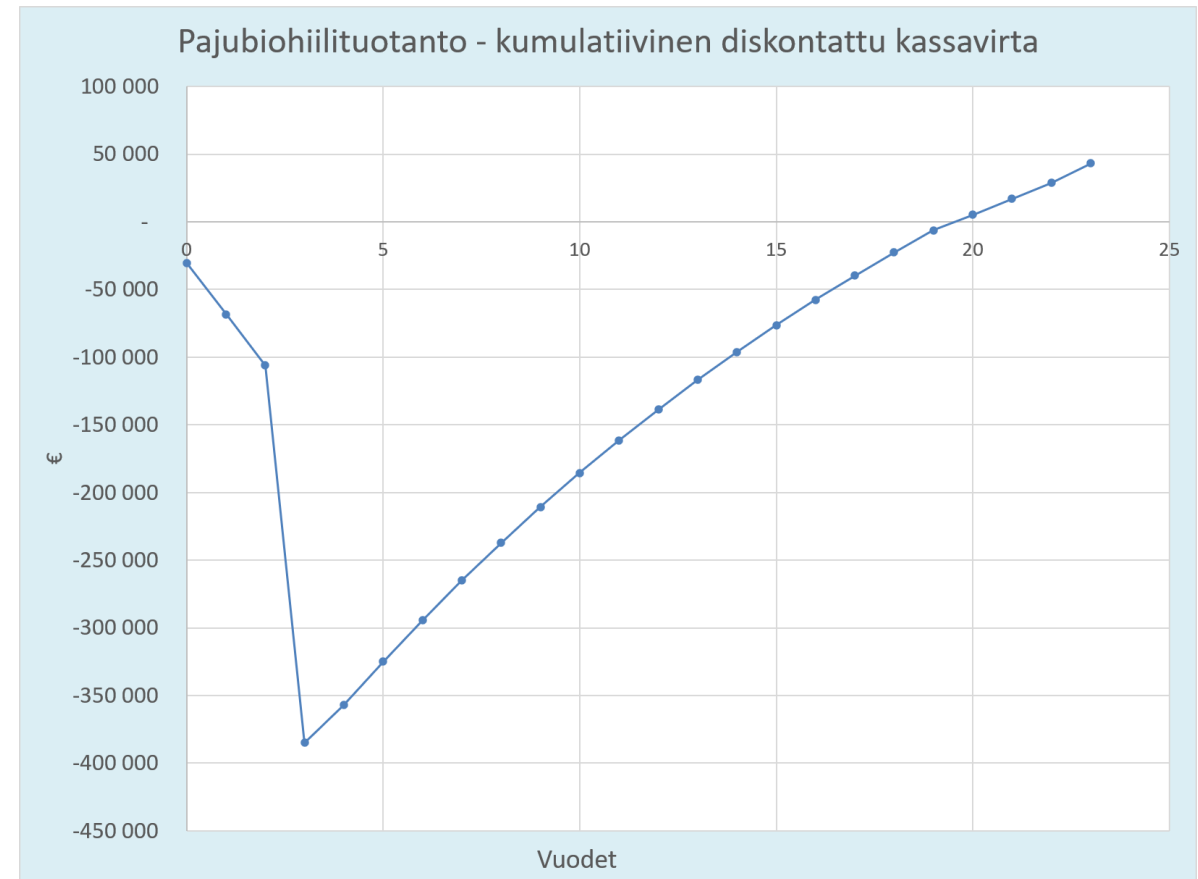
IRR
6,2 %

Takaisin-
maksuaika
20 vuotta

(5 %:n laskentakorko, 24 vuoden tarkastelujakso)

- Pajuviljelmät perustetaan vaiheittain, ensimmäinen sato saadaan neljän vuoden kuluttua ja pyrolyysilaitos otetaan käyttöön ensimmäisen sadon yhteydessä
 - Uuden pajuraaka-aineketjun perustaminen sitoo pääomaa useiksi vuosiksi ennen ensimmäisiä biohiilen myyntituloja

- Nettonykyarvo on positiivinen ja sisäinen korkokanta ylittää 5 %:n tuottovaatimuksen, mutta kannattavuuden marginaali jää melko pieneksi ja takaisinmaksuaika pitkäksi



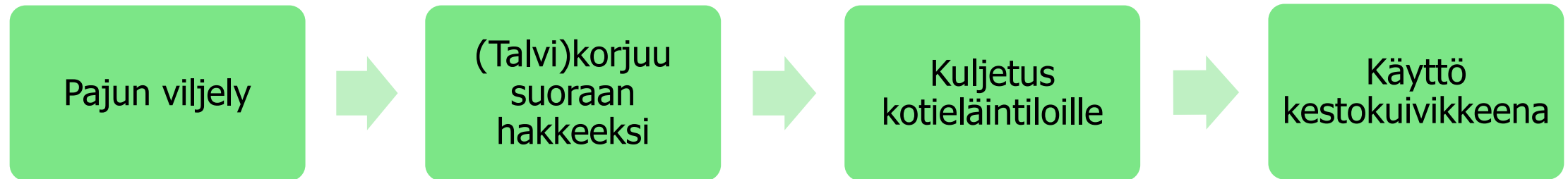
Keskeisten myyntituottojen vaikutus kannattavuuteen

Biohiilen hinta	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
1200 €/t	284 000 €	12,1 %	13 vuotta
1100 €/t	224 000 €	10,7 %	14 vuotta
1000 €/t	164 000 €	9,3 %	15 vuotta
900 €/t	103 000 €	7,8 %	17 vuotta
800 €/t	43 000 €	6,2 %	20 vuotta
700 €/t	-17 000 €	4,5 %	- vuotta

Myytävä osuus lämmöstä	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
80 %	152 000 €	9,0 %	15 vuotta
75 %	125 000 €	8,3 %	16 vuotta
70 %	97 000 €	7,7 %	17 vuotta
65 %	70 000 €	6,9 %	18 vuotta
60 %	43 000 €	6,2 %	20 vuotta
55 %	16 000 €	5,5 %	22 vuotta
50 %	-11 000 €	4,7 %	- vuotta

- Käytetyillä lähtöarvoilla laskettuna nettonykyarvo on niukasti positiivinen ja sisäinen korkotuotto ylittää 5 %:n tuottovaatimuksen, mutta takaisinmaksuaika jää pitkäksi esim. laitteiston mahdolliseen käyttöikään verrattuna
 - Uuden pajuraaka-aineketjun perustaminen sitoo pääomaa useiksi vuosiksi ennen ensimmäisiä myyntituloja
 - Myös biohiililaitteistoinvestointi sitoo pääomaa
- Herkkyystarkastelut
 - Kannattavuus on herkkä myyntituottojen muutoksille: Jo pienet muutokset biohiilen ja lämmön myyntituotoissa aiheuttavat negatiivisen nettonykyarvon ja tuoton alle 5 % tuottovaatimuksen
 - Biohiilen rinnalle tarvitaan muita tulovirtoja. Erityisesti tuotetulle lämmölle pitäisi olla riittävän suuri ja pitkäaikainen paikallinen käyttökohde
- Myös investointikustannukset vaikuttavat merkittävästi tuotannon kannattavuuteen
 - Esimerkiksi mahdollisia investointitukia ei ole tässä mallilaskelmassa huomioitu.

- Tässä tehdyn alustavan tarkastelun jälkeen seuraava vaihe olisi yrityskohtainen laskelma, jossa tunnetaan tarkemmin esim. lämmön hyödyntämismahdollisuudet, tavoiteltu biohiilituote ja sen markkina sekä sopiva biohiilen tuotantolaitteisto.
- Yritysten kannalta kiinnostavia tapauskohtaisia laskelmia voisivat olla esimerkiksi:
 - **Pyrolyysilaitoksen ja perinteisen bioenergiakattilan vertailu:** biohiilen tuotannon tuoman taloudellisen lisäarvon arviointi verrattuna pajuhakkeen hyödyntämiseen pelkässä lämmöntuotannossa: Laskelmassa käytetty BioMacon 63 kW on käytännössä lämmöntuotantoon tarkoitettu pyrolyysilaitteisto, joka tuottaa biohiiltä sivutuotteena, sen kannattavuutta kannattaisi verrata perinteiseen, pajuhaketta polttoaineena käyttävään bioenergiakattilaan.
 - **Alueellinen, usean toimijan yhteisen pajubiohiililaitos:** suurempi, yhteinen biohiilen tuotantolaitteisto ja yhteinen pajubiomassan tuotanto. Tuotetun lämmön hyödyntäminen esim. paikallisen lämpöverkon kautta.



- Käyttökohteena erityisesti **nauta- ja lammastilojen kestokuivitus**
 - Liiketoimintamallia benchmarkattu Englannista: [Eco Crops Ltd](#)
- Tuote myydään **tuorehakkeena**
- Tuotannon volyymi mitoitetaan **alueellisen kysynnän mukaan**
- Toiminta edellyttää riittävää paikallista asiakaspohjaa ja toimivaa korjuu- ja kuljetusketjua
- Pajun viljely rakennetaan vaiheittain, jotta vuosittainen korjuu ja kuivikkeen saatavuus voidaan järjestää tasaisesti

ALUEELLINEN KYSYNTÄ:

- **Luken tilastot:** Pohjois-Satakunnassa (Jämijärvi, Kankaanpää, Karvia, Merikarvia) v. 2025 113 nautatilaa¹⁾.
- Tarkastelussa oletetaan, että **50–100 km säteellä** on 100 karjatilaa, jotka käyttävät pajuhaketta kestokuivikkeena.
- Keskimääräiseksi kuivikkeen tarpeeksi oletetaan **50 i-m³/tila/vuosi**.
- Kuivikkeen kokonaiskysyntä on tällöin noin **5 000 i-m³/vuosi**.

TARVITTAVA PAJUBIOMASSA:

- 5 000 i-m³ tuoretta pajuhaketta vastaa laskelmassa noin **720 tonnia kuiva-ainetta vuodessa**.
- Pajun kuiva-ainesadolla 6,8 t ka/ha/v tarvitaan tuotantoon **reilun 100 hehtaarin pajuviiljelmä**.
- **Laskelmassa käytetty pajuviiljelyala:** 100 ha
- **100 ha:n laskennallinen vuosituotos:** noin 4 720 i-m³ pajuhakekuiviketta

VILJELYN RAKENTAMINEN

- Pajuviiljelmää perustetaan vaiheittain **25 ha vuodessa neljän vuoden ajan**.
- Ensimmäinen varsinainen kuiviketuoanto alkaa, kun ensimmäinen pajusato voidaan korjata.
- Korjuun jälkeen tuotanto voidaan porrastaa niin, että pajua korjataan vuosittain eri lohkoilta.

MYyntihinta

- Pajuhakkeen myyntihintana käytetään **28 €/i-m³**, joka vastaa energiapuuhakkeen arvoa, kun energian hinta on **40 €/MWh**.

1) Luonnonvarakeskus, Kotieläinten lukumäärä 1.4. ja 1.5. kunnittain, Luken tilastotietokanta. Haettu 26.8.2026 osoitteesta: https://statdb.luke.fi/PxWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_maa_kotikm/0200_kotikm.px/

Kannattavuuslaskennassa käytetyt lähtötiedot

Työvaihe	€/ha/ vuosi	Lähde	Huomioitavaa
Ojitus	752	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista, mukana ojarummun kustannus
Äestys	44	Viherä-Aarnio ym. (2022)	
Rikantorjunta	151	Awuah ym. (2026)	Glyfosaatti + levityskustannus
pH:n nosto	217	Carbons Finland (2020)	Tuhkaa 6 tn/ha, sis. myös levityskustannus
Lannoitus	763	Soveltaen Awuah ym. (2020) & Carbons Finland (2020) & Viherä-Aarnio ym. (2022)	Lietelannan hinta 10 €/t, levitysmäärä 32 t / ha, kuljetuksen (10 km) ja levityksen kustannus 442 €/ha
Pistokkaat	1560	Awuah ym. (2026)	13000 pistokasta /ha, hinta 0,12 €/kpl, Neovan Karhunsuon koeviljelmän tiedoista
Istutustyön hinta	425	Carbons Finland (2020)	Koneellinen istutus kaksirivisellä istutuskoneella
Alasleikkuu	46	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Alasleikkuu istutusta seuraavana vuonna, jotta paju saadaan haaroittumaan.
Korjuukustannus ajosilppurilla suoraan hakkeeksi	1006	Awuah ym. (2017)	Laskettu arvioidulla hehtaarisadolla korjuukustannuksesta 37 €/k-a tn
Kuivikkeen kuljetus tiloille	189	Oma arvio	Kuljetus keskimäärin 60 km etäisyydelle arvioidulla kuljetuskustannuksella 4 €/i-m ³
Kasvuston kemiallinen lopetus + jysrintä	1164	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Kasvuston kemiallinen tuhoaminen (glyfosaattivalmiste 6—8 I/ha), kantojen jysrintä
Maa-alueen vuokra	229,55	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista

Kustannukset

- Pajun viljely
 - Perustaminen, koneellinen istutus, hoito, viljelmän lopettaminen, maavuokra
- Korjuu
 - Paju korjataan suoraan hakkeeksi energiapuupöydällä varustetulla ajosilppurilla
- Kuljetukset
 - Kuivikkeeksi soveltuva tuorehake toimitetaan alueen kotieläintiloille, keskimääräinen kuljetusmatka 60 km

Tuotot

- Pajuhakkeen myyntihinta: 28,16 €/i-m³ (energian hinnan 40 €/MWh mukainen myyntihinta)
- Pajuhakekuivikkeen myynti: 4 720 i-m³/vuosi
- **Vuosittainen myyntituotto noin 133 000 €/vuosi**

NPV
65 000 €

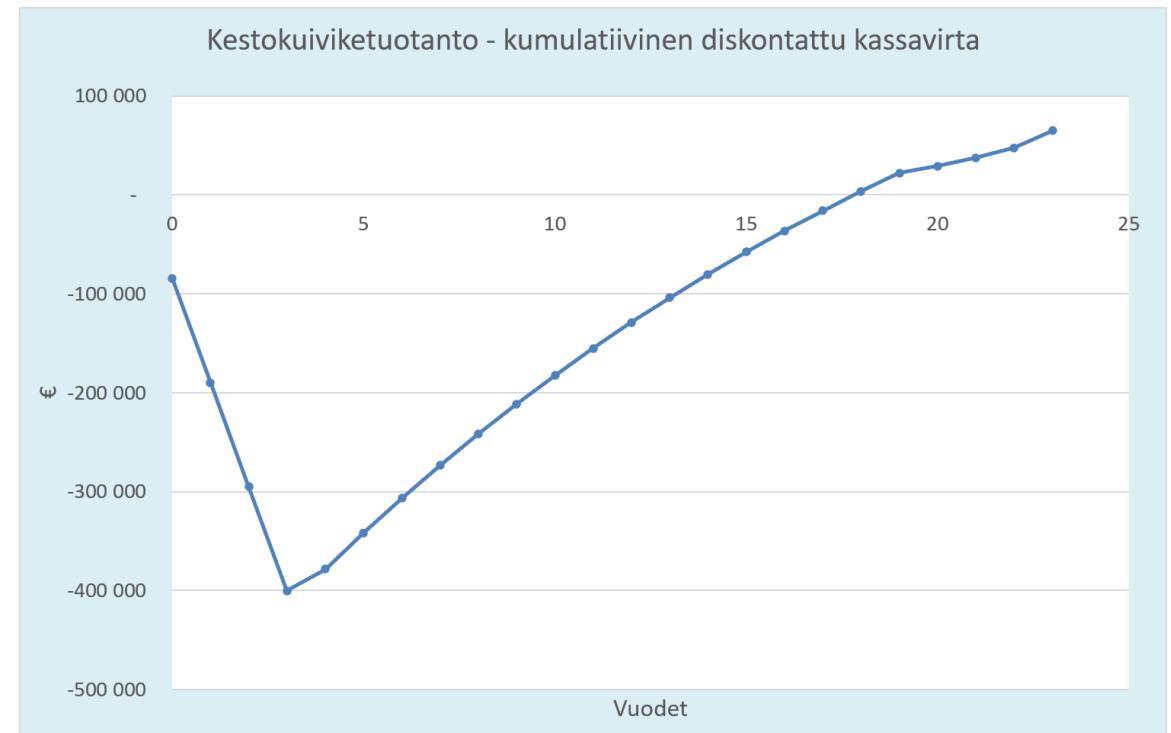
IRR
6,6 %

Takaisin-
maksuaika
18 vuotta

(5 %:n laskentakorko, 24 vuoden tarkastelujakso)

- 100 ha:n pajuviiljelmä perustetaan vaiheittain neljän vuoden aikana. Kuivikkeen myynti alkaa ensimmäisen sadonkorjuun jälkeen
 - 5 %:n laskentakorko, 24 vuoden tarkastelujakso
 - Myyntimäärä 4 720 i-m³/v, myyntihinta 28,16 €/i-m³
- Suurin taloudellinen rasite syntyy pajuviiljelmien perustamisvaiheessa ennen ensimmäistä sadonkorjuuta ja kuivikemyynnin käynnistymistä

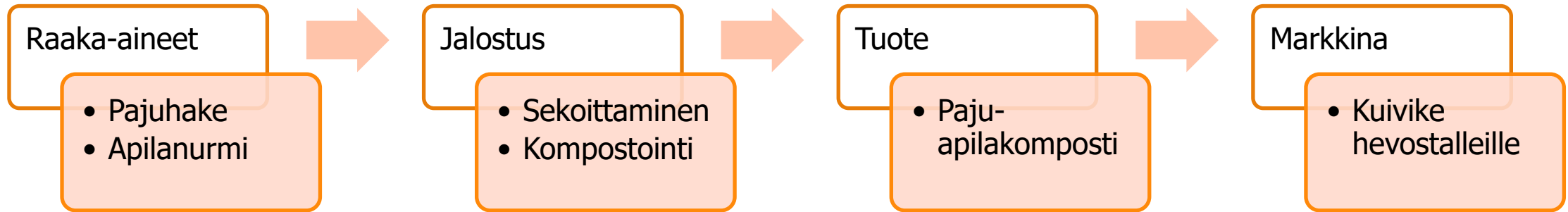
- Nettonykyarvo on positiivinen ja sisäinen korkokanta ylittää 5 %:n tuotto-vaatimuksen, mutta takaisinmaksuaika on pitkä



Pajuhakekuivikkeen myyntihinta	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
40 €/i-m ³	667 000 €	17,4 %	9 vuotta
35 €/i-m ³	413 000 €	13,4 %	11 vuotta
30 €/i-m ³	159 000 €	8,7 %	15 vuotta
28,16 €/i-m ³	65 000 €	6,6 %	18 vuotta
25 €/i-m ³	-96 000 €	2,3 %	-

Pajuviljelmän satotaso	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
12 k-a/ha/vuosi	797 000 €	19,2 %	8 vuotta
10 k-a/ha/vuosi	516 000 €	15,1 %	10 vuotta
8 k-a/ha/vuosi	234 000 €	10,2 %	13 vuotta
6,8 t k-a/ha/vuosi	65 000 €	6,6 %	18 vuotta
5 t k-a/ha/vuosi	-188 000 €	-1,0 %	-

- Liiketoiminnan tuotto ylittää 5 %:n vaatimuksen, mutta takaisinmaksuaika on pitkä.
- Suurin taloudellinen rasite syntyy pajuviljelmien perustamisvaiheessa ennen ensimmäistä sadonkorjuuta ja kuivikemyynnin käynnistymistä.
- Sekä pajuhakekuivikkeen myyntihinta että pajuviljelmän satotaso vaikuttavat olennaisesti kannattavuuteen.
 - Pajuhakekuivikkeen kannattava tuotanto edellyttää laskelman perusteella pajuhakkeelle riittävää myyntihintaa. Jos myyntihinta asettuu energiapuun hinnan tasolle, ja energiapuun hinta laskee alle laskelmassa käytetyn 40 €/MWh, liiketoiminta muuttuu nopeasti kannattamattomaksi.
 - Korkeampi satotaso parantaa kannattavuutta, vaikka myös korjuu-, haketus- ja kuljetuskustannukset kasvavat sadon mukana.
 - Samoin laskentaoletuksia alhaisempi satotaso painaa investoinnin todennäköisesti nopeasti kannattamattomaksi.



- Pajuhake ja apilanurmi tuotetaan paikallisesti
- Materiaalit kompostoidaan valmiiksi tuotteeksi
- Pajuhake toimii kompostiseoksen puupohjaisena materiaalina ja apilanurmi typpipitoisempuna biomassana.
- Tarkasteltuna käyttökohteena hevosten kuivike
- Samaa tuotetta voidaan mahdollisesti tuotteistaa myös kasvualustakäyttöön

Arvioitu markkina	Kuivikkeen tarve	Kompostoinnin tilavuushävikki	Tarvittavat lähtömateriaalit
• 300 hevosta noin 60 km säteellä	• Noin 5000 i-m³ valmista kuiviketuetta / vuosi	• Oletus: noin 50 %	• 5000 i-m³ pajuhaketta • 5000 i-m³ apilanurmea • Nurmibiomassan tiheydellä 260 kg/i-m³ laskettuna nurmibiomassaa tarvitaan 1300 t/vuosi

- Hevosen kuivikkeen kulutusarviona noin 25–30 i-m³/v, mutta laidunkausi ja erilaiset kuivitustavat huomioiden laskennassa käytetään pienempää todellista vuosikulutusta
- 300 hevosen asiakaspohjalla valmiin kuivikkeen vuosimyyntimääräksi arvioitiin karkeasti **5 000 i-m³**
- Kompostoinnissa materiaalien tilavuuden oletetaan pienenevän noin **50 %**.
- Lähtömateriaalien seossuhteeksi oletetaan tilavuudeltaan **1:1**.

PAJUHAKE

- Tarve: **5 000 i-m³/v**
 - vastaa noin 720 t ka/v
- Pajun satotasolla 6,8 t ka/ha/v tarvittava viljelyala on noin **106 ha**
- Pajuviljelmä perustetaan vaiheittain n. 26 ha vuodessa neljän vuoden ajan, jolloin saadaan vuosittain korjattua riittävä sato kompostiin

APILANURMI

- Tarve: **5 000 i-m³/v**
- Nurmibiomassan tiheys: 260 kg/i-m³
- Nurmibiomassaa tarvitaan noin 1 300 t/v
- Nurmen kuiva-ainepitoisuudella 25 % kuiva-ainetta tarvitaan noin 325 t/v
- Nurmen satotaso: 6 t ka/ha
- Tarvittava viljelyala: noin **54 ha**

Riittävä raaka-ainetuotanto edellyttää noin 106 ha pajua ja noin 54 ha apilanurmea

- Awuah, J., Pappinen, A., Laasasenaho, K., Hassan, M. K., Lauhanen, R., & Kuittinen, S. (2026). Evaluating the investment attractiveness and carbon credit potential of short rotation willow plantation on a cutaway peatland. *Industrial Crops & Products*, 240, 122567.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.122567>
- Viherä-Aarnio, A., Jyske, T., Beuker, E., Kaseva, J., & Sarjala, T. (toim.). (2022). *Pajut biokiertoaloudessa: Materiaaleja, arvoaineita, ympäristöhyötyjä: Synteesiraportti*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 11/2022. Luonnonvarakeskus.
- Luhas, J., Marttila, M., Leppäkoski, L., Mikkilä, M., Uusitalo, V., & Linnanen, L. (2022). A financial and environmental sustainability of circular bioeconomy: A case study of short rotation coppice, biochar and greenhouse production in southern Finland. *Biomass and Bioenergy*, 163, 106524.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2022.106524>
- Carbons Finland Oy. (2020). *Pajujen kasvatuseräohjeet: Kesä 2020*. <https://carbons.fi/wp-content/uploads/2020/11/Tuotekortti-Pajun-kasvatus-0720.pdf>
- Oksala, J., Havukainen, J., & Rantala, T. (2018). *Ongelmasta resurssiksi: Lannan hyödyntämisen tekniikkaopas talleille* (LUT Scientific and Expertise Publications, Tutkimusraportit – Research Reports No. 76). Lappeenranta teknillinen yliopisto. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-335-206-3>
- Korhonen, I. (2025). *Ruokinnan tunnusluvut vuodelta 2024* [PowerPoint-esitys]. ProAgria Keskusten Liitto. https://www.proagria.fi/uploads/ProAgria/Tiedostot/Ruokinnan_tunnusluvut_vuodelta_2024.pdf
- Lätti, M., Tuure, V.-M., Eskelinen, P., & Räisänen, J. (2014). *Säilörehunkorjuu laajentuva karjatilalla*. TTS:n tiedote: Maataloustyö ja tuottavuus, 4/2014 (655). Työtehoseura.

Kassavirtalaskelmassa käytetyt lähtötiedot



Työvaihe		Lähde	Huomioitavaa
Ojitus	752 €/ha	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista, mukana ojarummun kustannus
Äestys	44 €/ha	Viherä-Aarnio ym. (2022)	
Rikantorjunta	151 €/ha	Awuah ym. (2026)	Glyfosaatti + levityskustannus
pH:n nosto	217 €/ha	Carbons Finland (2020)	Tuhkaa 6 tn/ha, sis. myös levityskustannus
Lannoitus	763 €/ha	Soveltaen Awuah ym. (2020) & Carbons Finland (2020) & Viherä-Aarnio ym. (2022)	Lietelannan hinta 10 €/t, levitysmäärä 32 t / ha, kuljetuksen (10 km) ja levityksen kustannus 442 €/ha
Pistokkaat	1560 €/ha	Awuah ym. (2026)	13000 pistokasta /ha, hinta 0,12 €/kpl, Neovan Karhunsuon koeviljelmän tiedoista
Istutustyön hinta	425 €/ha	Carbons Finland (2020)	Koneellinen istutus kaksirivisellä istutuskoneella
Alasleikkuu	46 €/ha	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Alasleikkuu istutusta seuraavana vuonna, jotta paju saadaan haaroittumaan.
Korjuukustannus ajosilppurilla suoraan hakkeeksi	1006 €/ha/korjuu	Awuah ym. (2017)	Laskettu arvioidulla hehtaarisadolla korjuukustannuksesta 37 €/k-a tn
Pajuhakkeen siirto kompostikentälle (n. 5 km päähän)	3 500 €/vuosi	Oma arvio / ChatGPT / Lätti ym. (2014)	Perustuu traktorikuormien määrään ja traktORITYÖN tuntikustannukseen 65 €/h
Kasvuston kemiallinen lopetus + jysintä	1164 €/ha	Viherä-Aarnio ym. (2022)	Kasvuston kemiallinen tuhoaminen (glyfosaattivalmiste 6—8 l/ha), kantojen jysintä
Lyhytkiertopajuviljelmän maavuokra	229,55 €/ha/vuosi	Awuah ym. (2026)	Kouvolan Karhunsuon viljelmän tiedoista
Nurmen tuotantokustannus maatalousmaalla (tuet huomioitu)	0,2 €/kg k-a	Korhonen (2025)	Säilörehun tuotantokustannus maataloustuki huomioiden
Kompostoinnin kustannus	5 €/i-m3	Oksala ym. (2018)	Kompostoinnin kustannus 5 €/i-m ³ – hyvin karkea arvio. HSY:n 10 €/t kompostointikustannus vastaa paju–apilaseoksen arvioidulla tiheydellä noin 4,5–5,5 €/i-m ³ .
Kompostikentän (1 ha) vuokra	2500 €/vuosi	Oma arvio	Teollisuustonttien vuokrat n. 5 % tontin arvosta, teollisuustontin neliöhinnaksi pienemmillä paikkakunnilla Satakunnassa oletettu tiedonhaun perusteella 5 €/ha.

Kustannukset

- Pajun viljely ja korjuu
- Apilanurmen tuotanto
- Pajun ja nurmen lähisiirrot kompostikentälle
- Kompostointi
- Maa-alueen kustannukset

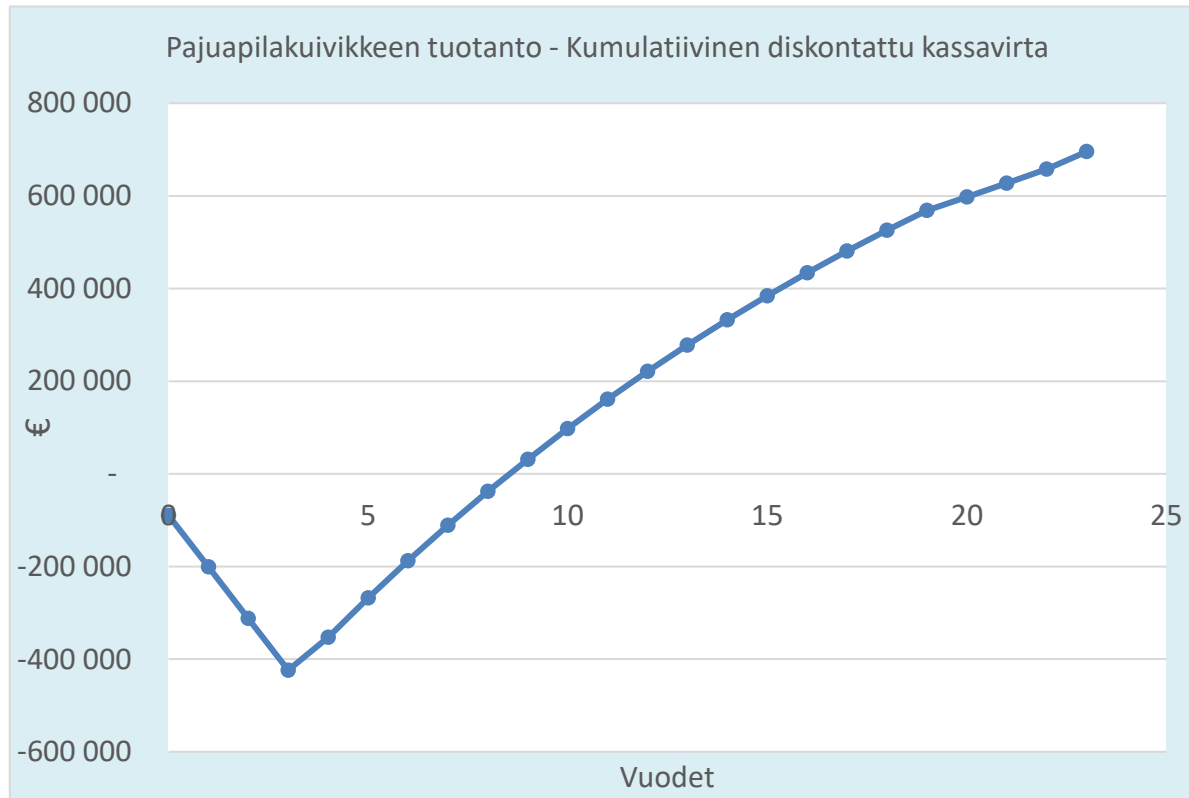
Tuotot

- Pajukompostikuivikkeen myyntihinta: 60 €/i-m³ ([NyVraan kuiviketuohteen karkea bulk-hinta](#), tieto haettu 27.8.2026)
- Pajukompostikuivikkeen myynti: 5 000 i-m³/vuosi
- **Vuosittainen myyntituotto: noin 300 000 €/vuosi**

NPV
695 000 €

IRR
17 %

Takaisin-
maksuaika
9 vuotta



- Tunnuslukujen perusteella tuotanto näyttää kannattavalta, mutta tulokseen liittyy epävarmuutta tuotteen myyntihinnan ja jalostuskustannusten osalta
 - Laskelmassa käytetty tuotteen myyntihinta perustuu Ny Vraan vastaavantyyppisen tuotteen hintatasoon.
 - Kompostoinnin ja raaka-aineen lähilogistiikan kustannukset ovat karkeita arvioita, sillä vastaavan tuotantoketjun toteutuneista kustannuksista on niukasti tietoa

Paju-apilakompostin myyntihinta	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
60 €/i-m ³	698 000 €	17 %	9 vuotta
55 €/ i-m ³	429 000 €	13 %	11 vuotta
50 €/i-m ³	159 000 €	8 %	15 vuotta
45 €/i-m ³	-110 000 €	2 %	- vuotta

→ Paju–apilakompostin kannattavuus on herkkä myyntihinnalle. Laskelmassa kannattavuuden raja asettuu 45–50 €/i-m³ välille.

Kompostoinnin kustannus	NPV	IRR	Takaisinmaksuaika
12,5 €/i-m ³	-110 000 €	2 %	- vuotta
10 €/ i-m ³	159 000 €	8 %	15 vuotta
7,5 €/ i-m ³	429 000 €	13 %	11 vuotta
5 €/i-m ³	698 000 €	17 %	9 vuotta

→ Kannattavuus on herkkä myös kompostoinnin kustannukselle. Laskelmassa kannattavuuden raja asettuu noin 10–12,5 €/i-m³ kompostointikustannuksen välille.

- Laskelman perusteella tuotanto näyttää kannattavalta: kannattavuuden tunnusluvut olivat vertailluista liiketoimintamalleista parhaat.
- Hyvät tunnusluvut perustuvat turvetta tai kutteria huomattavasti korkeampaan valmiin tuotteen myyntihintaan → herkkystarkastelua tehty tuotteen myyntihinnalla:
 - Kannattavuus on herkkä myyntihinnalle; laskelmassa kannattavuuden raja asettuu noin 45–50 €/i-m³ välille
- Verrokkeja korkeamman myyntihinnan pitäisi perustua asiakkaalle syntyvään lisäarvoon, esim. pienempään kuivikkeen käyttömäärään ja sitä kautta pienempään kokonaiskuivituskustannukseen tai muihin tuotteen ominaisuuksiin
- Kuivikkeiden käyttömääristä löytyi melko vähän vertailukelpoista tietoa, kuitenkin esim.
 - Ny Vraan vastaaventyyppisen BIOBED-kuivikkeen ohjeellinen käyttömäärä hevosilla on alkukuivituksen (150 l/m²) jälkeen noin 40–80 l/vko.
 - [Särkijärvi ym. \(2004\)](#) ovat arvioineet turpeen kulutukseksi noin 500 l/vko ja kutterilastun noin 900 l/vko hevosta kohti
 - [Iivonen \(2008\)](#) on arvioinut käytännön käyttömäärien olevan lähempänä 200 l/vko.→ Kuivituksen todellisen kustannuskilpailukyvyn arviointi edellyttäisi vertailukelpoisempaa tietoa, eli tietoa eri kuivikkeiden käyttömääristä samoissa olosuhteissa.
- Tuotantokustannuksiin liittyy epävarmuutta erityisesti kompostoinnin osalta
 - Kompostoinnin kustannus on karkea arvio, ja sillä on merkittävä vaikutus kannattavuuteen. Laskelmassa kannattavuuden raja asettuu noin 10–12,5 €/i-m³ käsiteltävää materiaalia välille.

1. Kannattavuus on mahdollista

Kaikissa malleissa löytyi realistinen skenaario, jossa 5 %:n tuottovaatimus ylittyi. Kannattavuusmarginaalit biohiilen ja kestokuivikkeen kohdalla melko pienet: Jos viljely ja jalostus olisivat eri toimijoilla, pitäisi erikseen tarkastella, riittääkö ketjussa syntyvä arvo tekemään toiminnasta kannattavaa molemmille.

2. Laskelmat auttavat tunnistamaan, mistä kannattavuus muodostuu

Vaikka lähtöarvoihin liittyy merkittävää epävarmuutta, laskelmat näyttävät kustannusten ja tuottojen suuruusluokat. Herkkyystarkastelut havainnollistavat keskeisten muuttujien vaikutusta kannattavuuteen.

3. Pajuviljelmän perustaminen on pitkäaikainen ja pääomaa vaativa investointi

Pajuviljelmän perustamiskustannukset syntyvät alussa, mutta ensimmäiset tuotot saadaan vasta muutamien vuosien kuluttua viljelmän perustamisesta. Viljelämä perustetaan noin 20 vuodeksi.

4. Tarkastellut liiketoimintamallit perustuvat oletukseen toimivasta arvoketjusta

Suomessa ei tällä hetkellä ole kaupallisessa tuotannossa olevia lyhytkiertopajuviljelmiä eikä siten toimivaa istutus-, korjuu- ja jalostusketjua tai lopputuotteen markkinaa.

Uusien pajuarvoketjujen käynnistymisen kannalta keskeiset kysymykset

Saadaanko pajubiomassaa tuotettua riittävästi ja kustannustehokkaasti?

- **Pajuviljelmän on tuotettava hyviä biomassasatoja kustannustehokkaasti**, tähän tarvitaan viljelyosaamista.
- Kustannustehokas pajubiomassan tuotanto edellyttää lisäksi toimivaa istutus- ja korjuuketjua.
- Riittävä viljelyala tarvitaan, jotta investointi tehokkaaseen pajun istutus- ja korjuukalustoon voi olla kannattavaa joko pajunviljelijälle tai urakointipalvelua tarjoavalle toimijalle.

Saako viljelijä pajubiomassan myytyä – ja saako pajutuotteen valmistaja raaka-ainetta markkinoilta?

- Pitkäaikainen pajuviljelelmä tarvitsee näkymän biomassan ostajasta tai omasta jatkojalostuksesta, ja jalostus puolestaan riittävän ja jatkuvan raaka-ainepohjan.
- **Viljelyä ja jalostusta pitäisi kehittää rinnakkain.**

Miten pajutuotteilla voidaan vastata paremmin kysyntään?

- **Nykyisten tuotteiden jatkokehitys:** Esimerkiksi pajukuivikkeiden ja kasvualustojen ominaisuuksien muokkaaminen tuotekehityksen tai tutkimuksen kautta, tavoitteena laajemmat käyttömahdollisuudet
- **Korkeamman lisäarvon tuotteet:** tuotekehitys esimerkiksi pajubiohiilen tai pajun bioaktiivisten yhdisteiden hyödyntämisen ympärillä voi tuottaa korkeamman lisäarvon pajutuotteita ja vielä kannattavampia arvoketjuja.

Miten hallitaan pitkä aikajänne ja alkuvaiheen pääomantarve?

- Pajuviljelmän perustamiskustannukset syntyvät vuosia ennen ensimmäisiä myyntituloja, ja viljelämä perustetaan pitkäksi ajaksi.
- **Käynnistysvaiheessa tarvitaan siksi riittävästi pääomaa ja näkymä biomassan pitkäaikaisesta hyödyntämisestä.**