

HIME

Hämeen Ilmastoviisas Maaseutu- ja
Energiayrittäjyys

MAASEUTUYRITTÄJYYTTÄ
ILMASTON JA TALOUDEN
PAINEISSA

Liiketoimintamallien
kestävyystarkastelu



TARKASTELTAVAT TOIMINTAMALLIT

Kestävän kehityksen ja ilmastokriisin paineet ovat kehittäneet maaseuduilla kierto- biotalouteen pohjautuvia uusia liike- toimintamahdollisuuksia. Tunnistimme kierto- biotalouden kehittämisen kannalta kolme lupaavaa toimintamallia: pajunviljely joutoalueilla, puupohjainen biohiilituotanto sekä hakelämmitteinen kasvihuonetuotanto. Näitä toimintamalleja arvioitiin kassavirta- analyysin, nettonykyarvon (NPV), sisäisen tuottoasteen (IRR) ja hiilijalanjäljen avulla.

Vaikka pajunviljelytutkimuksella on pitkät juuret Suomen biotaloudessa, liiketoiminnan heikkoon kannattavuuteen ei ole löydetty ratkaisua (Pohjonen 1991; Toivonen 1998). Uudet kierto- biotalouden toimintamallit näyttävät kuitenkin hiilensidonnan kannalta potentiaalisilta, etenkin kun viljelyssä hyödynnetään joutoalueita (Leppäkoski 2021). Pajun viljelyssä hyödynnettävät joutoalueet ovat maatalouskäytön ulkopuolisia peltoja ja entisiä turvetuotantomaita, joilla viljely voi tuottaa ilmastohyötyjä (Leppäkoski ym. 2021).

Biohiiltä voidaan tuottaa useista raaka- aineista, mutta puupohjaiset biomassat mahdollistavat parhaan hiilen- sitomispotentiaalin (Salo 2018). Näin ollen puupohjainen biohiili ja sen hyödyntäminen, esimerkiksi maan parannusaineena, voivat helpottaa hiilen- sitomista ja siten tukea ilmastomuutoksen hillitsemistä maaseuduilla. Lisäksi eri biohiilituotannon taloudellinen kestävyys on vaikuttanut lupaavalta (esimerkiksi Harsono ym. 2013; Campbell et al. 2018).

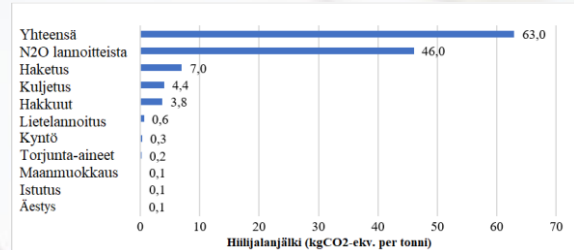
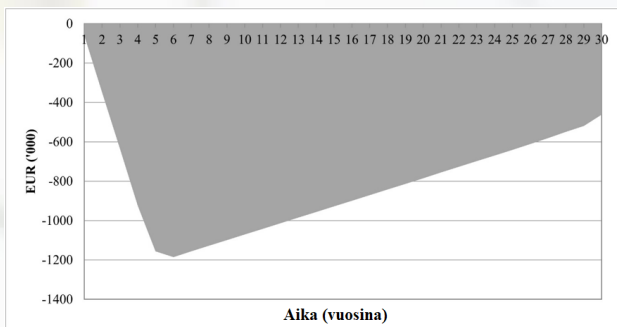
Bioenergialla on vahvat juuret suomalaisessa energiantuotannossa, sillä se on edullinen ja runsaasti saatavilla oleva lämmityspolttoaine Suomessa mittavan biotuotetuotannon ja metsien ansiosta. Biomassapohjaisen energiantuotannon käytön on tutkittu alentavan kasvihuonetuotannon hiilijalan- jälkeä tehokkaasti muihin lämmitys- menetelmiin verrattuna (Marttila ym., 2021). Tästä huolimatta biopolttoaineiden kattiloiden korkeat investointikustannukset ovat olleet uhka sen taloudelliselle kannattavuudelle.

PAJUN VILJELY JOUTOMAILLA

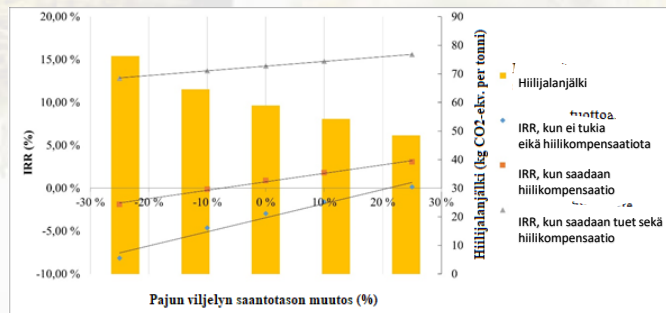
Pajun viljelyn toimintamallissa kassavirta alkaa kasvaa, kun ensimmäinen puuaines myydään 6 vuoden jälkeen toiminnan aloittamisesta. Positiivista kassavirtaa ei tulosten mukaan kuitenkaan synny 30 vuoden toimintajaksolla. Kassavirta-analyysin lisäksi nettohyötyarvo ja sisäinen tuottoaste laskettiin taloudellisen kestävyuden analysoimiseksi. Nettohyötyarvo ilman diskonttausta oli noin - 462 000 euroa. Taulukko alla havainnollistaa nettohyötyarvoa 0, 5, 11 ja 20 % korkokannalla ja IRR:tä 0%:n korkokannalla.

	NPV-0% korko (*000 EUR)	IRR (%)
	-462	-2.96
	NPV korolla 0, 5, 11 ja 20 % (*000 EUR)	
% Korko	0 %	5 %
	-462	-704
		11 %
		20 %
		-712
		-611

Tulosten mukaan nettohyötyarvo oli negatiivinen kaikilla tutkituilla koroilla, ja sisäinen tuottoaste alitti teollisuusinvestointien vaaditun keskiarvon (16 prosenttia) selvästi. Negatiivisen kassavirran, nettohyötyarvon ja alhaisen sisäisen tuottoasteen perusteella toimintamallin taloudellinen tehokkuus on alhainen.



Pajulastujen hiilijalanjälki oli 63,0 kiloa hiilidioksidiekvivalentteja haketettua pajutonnia kohti. Vaikka typpioksiduulipäästöihin (N2O) liittyy epävarmuustekijöitä, aiheuttavat typpilannoitteet suurimman osan viljelyn päästöistä.



Tuet ja hiilikompensaatiomyynti voivat parantaa pajuviljelyn taloudellista kannattavuutta, minkä vuoksi niitä tarkastellaan herkkyyksianalyysissä. Herkkyyksianalyysi osoittaa, että pajun viljelyn saantotason kasvaessa IRR nousee ja hiilijalanjälki laskee riippumatta tuista ja kompensatioista. Maataloustukien ja hiilikompensaation saanti tuotti korkeimman taloudellisen tuloksen, joka oli IRR:n kannalta ainoa taloudellisesti toteuttamiskelpoinen skenaario. Ilman maataloustukia ei hiilikompensaatiomyynti riitä tekemään pajunviljelystä joutoalueilla taloudellisesti houkuttelevaa viljelijöille.

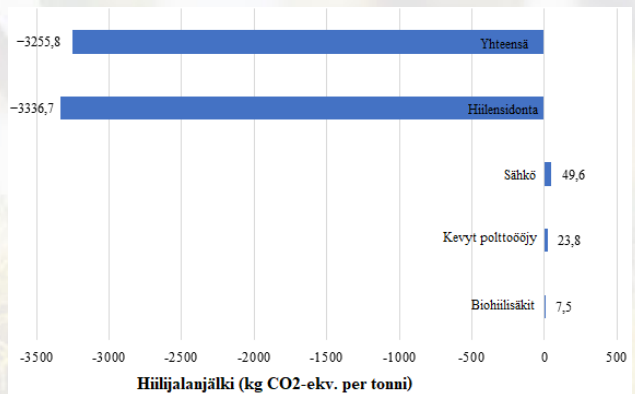
PUUPERÄINEN BIOHIILENTUOTANTO

Toimintamallin kassavirta alkaa kasvaa, kun biohiilen myynti aloitetaan ensimmäisenä vuonna (kuva alla). 25 vuoden toimintajaksolla kassavirta oli positiivinen ensimmäisen viiden vuoden jälkeen. Kassavirta-analyysin lisäksi laskettiin myös nettonykyarvo ja sisäinen tuottoaste. Nettonykyarvo ilman diskonttaamista oli noin 12 566 000 euroa. Alla olevassa taulukossa esitetään nettonykyarvo 0, 5, 11 ja 20 % korkokannalla ja IRR 0 %.

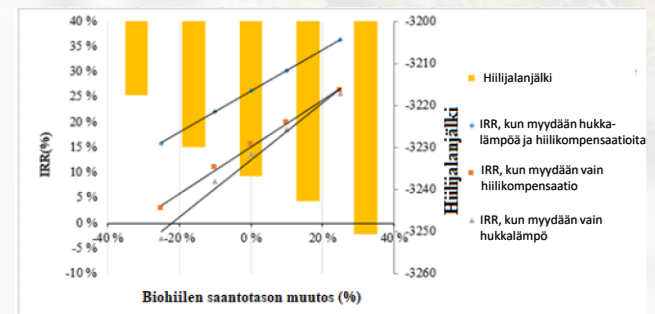
	NPV-0% Korko (‘000 EUR)	IRR (%)		
	12 566	26.26		
	NPV korolla 0, 5, 11 ja 20 % (‘000 EUR)			
% Korko	0 %	5 %	11 %	20 %
	12 566	5 926	2 551	592

Nettonykyarvo oli positiivinen, ja sisäinen tuottoaste ylitti teollisuusinvestointien keskiarvon (16 %) (taulukko 9). Kassavirta-analyysin, NPV:n ja IRR:n perusteella toimintamallin taloudellinen tehokkuus oli korkea.

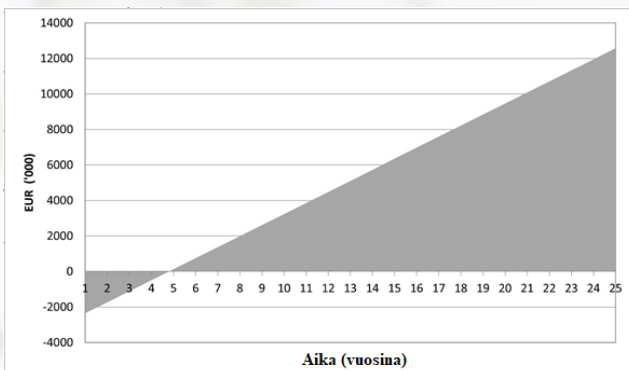
Puupohjaisen biohiilen hiilijalanjälki on negatiivinen (-3255,8 kgCO₂-ekv. per biohiiliä). Sähkö ja kevyt polttoöljy aiheuttavat suurimman osan päästöistä.



Herkkyysanalyysissä tarkasteltiin kolmea kaukolämmön ja hiilikompensaatioiden myyntiin perustuvaa skenaariota.



Biohiilen saannon kasvu nostaa sisäistä tuottoastetta ja laskee hiilijalanjälkeä. Vaikka biohiilen myynnin lisäksi ei saataisi tuloja hukkalämmöstä ja hiilikompensaatioista, olisi toimintamalli sisäisen tuottoasteen perusteella silti taloudellisesti toteuttamiskelpoinen. Tarkastelun tulokset viittaavat siihen, että taloudellinen toteutettavuus on vahvemmin riippuvainen hiilikompensaatioista kuin kaukolämmön myynnistä.

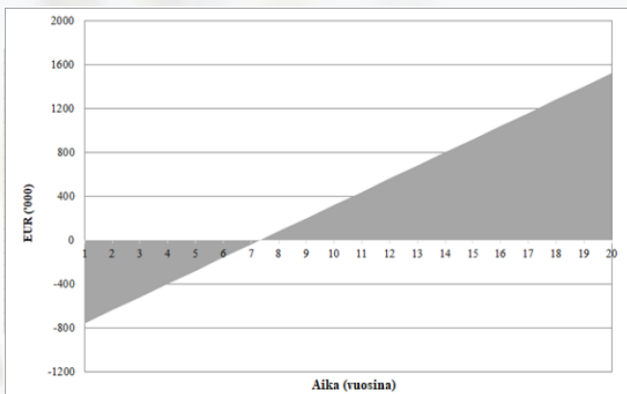


HAKELÄMMITTEINEN KASVIHUONE

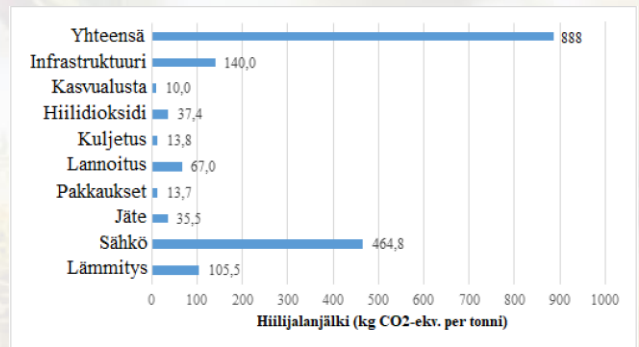
Taloudellisessa tarkastelussa toimintamallin nettonykyarvo ilman diskonttaamista oli noin 1 522 000 euroa. Alla olevassa taulukossa esitetään nettonykyarvo 0, 5, 11 ja 20 % korkokannalla ja IRR 0 %.

	NPV-0% Korko (‘000 EUR)	IRR (%)		
	1 522	14,67		
	NPV korolla 0, 5, 11 ja 20 % (‘000 EUR)			
% Korko	0 %	5 %	11 %	20 %
	1 522	659	165	-147

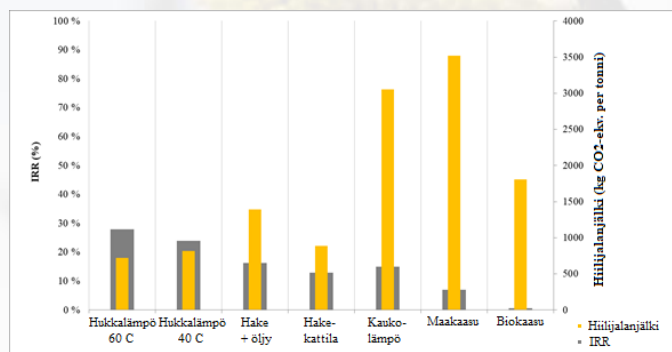
Toimintamallin kassavirta 20 vuoden tarkastelujaksolla tuotti positiivisen tuloksen ensimmäisen 7 vuoden jälkeen (kuva alla). Nettonykyarvo oli positiivinen, mutta sisäinen tuottoaste ei ylittänyt teollisuusinvestointien keskiarvoa (16 %) Kassavirta-analyysin, NPV:n ja IRR:n perusteella toimintamallin taloudellinen kestävyys oli muihin toimintamalleihin verrattuna keskitasoa.



Suurimmat kasvihuonetuotannon päästöt tulivat sähkökulutuksesta hakekattilaa hyödynnettäessä.

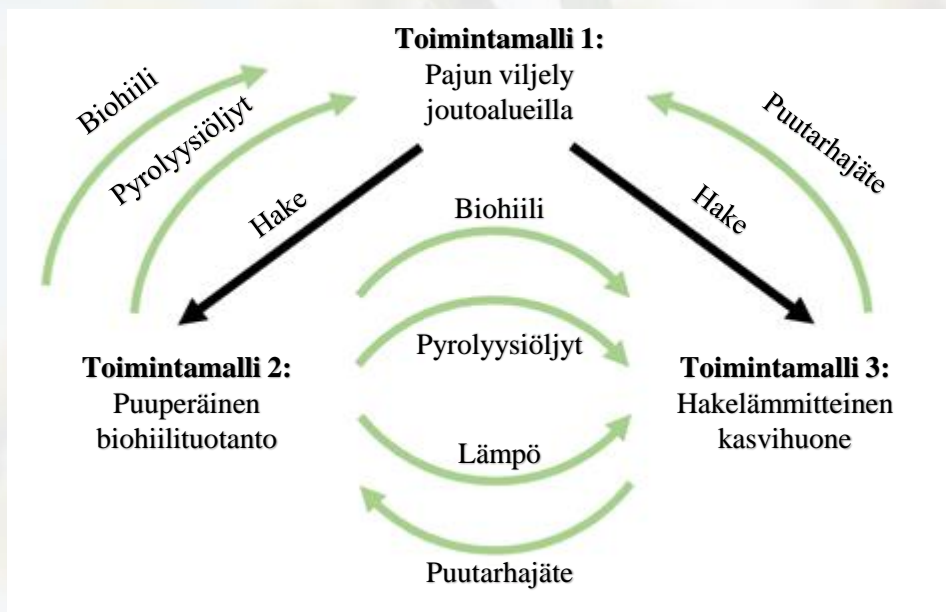


Herkkyytarkastelussa vertailtiin eri lämmitysmuotoja. Teollisuuden hukkalämpövirtojen hyödyntäminen tuo taloudellisia sekä ilmastoetuja. Lämpimämpää, 60-asteista hukkalämpöä käyttäessä saavutetaan korkeampi IRR ja alhaisempi hiilijalanjälki, sillä 40 asteisen lämmön hyödyntäminen vaatisi lämpöpumppuja. Kaukolämmön kanssa IRR on hieman korkeampi kalliin energian takia, vaikkakin sen investointikustannukset ovat suhteellisen alhaiset. Kaasumaisten polttoaineiden korkeat hinnat heikentävät niiden taloudellista suorituskykyä merkittävästi.



MALLIEN VÄLISET SULJETUT MATERIAALIKIERROT

Talous- ja ilmastotarkastelun lisäksi näille toimintamalleille on tässä tarkastelussa on hahmoteltu materiaali- ja energiavirtojen suljettuja syklejä biokierratotalous-ajattelun mukaisesti (kuva alla).



Toimintamallien loppu- ja sivutuotteista tunnistettiin yhteensä kuusi kierrätettävää materiaalivirtaa, joista voidaan hahmotella suljettuja syklejä.

1. Pajunviljelyn lopputuotetta, pajuhaketta, voidaan käyttää biohiilen raaka-aineena
2. Biohiiltä käytetään pelloilla ja kasvihuoneiden kasvualustoissa maanparannusaineena
3. Biohiilituotannossa syntyy sivutuotteena pyrolyysiöljyä, jota on mahdollista hyödyntää rikkakasvien torjunta-aineena ja maanparannusaineiden korvikkeina.
4. Pelloilla voidaan hyödyntää kasvihuoneiden kompostoitua puutarhajätettä kierrätysravinteena
5. Biohiilituotanto ja kasvihuonetuotanto voivat luoda niiden välille suljetun syklin hyödyntämällä pyrolyysiprosessin hukkalämpöä kasvihuoneen lämmitykseen
6. Sekä käyttämällä kasvihuoneiden orgaanista jätettä biohiilen vaihtoehtoisena raaka-aineena

JÄRKEVÄT TUKIJÄRJESTELMÄT KESTÄVÄN MAASEUTULIIKE- TOIMINNAN EDELLYTTÄJÄNÄ

Tämä raportti voi auttaa monimenetelmäisen lähestymistavan avulla suunnittelemaan kestävämpiä käytäntöjä, helpottamaan kestävää poliittista päätöksentekoa sekä välttämään ympäristö- ja hallintotoimijoiden, kuten rahoittajien ja tuottajien, välisiä ristiriitoja. Alla lyhyt yhteenveto tärkeimmistä loppunostoista:

- ✓ Tarkastelun tulokset osoittivat, että alhaisen hiilijalanjäljen omaavat maaseudun toimintamallit voivat olla taloudellisesti toteuttamiskelpoisia ja joissakin tilanteissa jopa parantaa taloudellisia tuloksia saastuttavampiin käytäntöihin verrattuna.
- ✓ Analyysit havainnollistavat taloudellisen toteutettavuuden epätasapainoa alku- ja jälkituotannon välillä sekä kuinka nykyinen lyhytkiertoviljelyn tukijärjestelmä voi olla ristiriidassa elintarviketuotannon kanssa. Samanlainen kestävyysristiriita peltopohjaisen bioenergian ja elintarviketuotannon välillä on tunnistettu myös aiemmissa tutkimuksissa (El-Chichakli ym. 2016; von Braun 2018).
- ✓ Hiilikompensaatioiden jakaminen oikeudenmukaisesti ja kohtuullisesti arvoketjujen kesken vaatii työtä epäkohtien poistamiseksi. Esimerkiksi alkutuotannon hiilikompensaatiomyynti ei välttämättä täytä sertifiointien periaatteita ja vaatimuksia, kuten kultastandardia (Gold Standard 2019).
- ✓ Ilmastoviisaiden toimintamallien taloudellista toteutettavuutta edes ajaviksi tekijöiksi tunnistettiin muun muassa: satotason parannus, tehokkaasti ohjatut tuet ja hiilikompensaatiot, sivutuotteiden hyödyntäminen ja myynti sekä suljettujen materiaalikiertojen kehittäminen.

LÄHTEET

1. Pohjonen, V. (1991). Selection of species and clones for biomass willow forestry in Finland. *Acta Forestalia Fennica*. 1991. 221: 1-58.
2. Toivonen, R. M., & Tahvanainen, L. J. (1998). Profitability of willow cultivation for energy production in Finland. *Biomass and bioenergy*, 15(1), 27-37.
3. Leppäkoski, L., Marttila, M. P., Uusitalo, V., Levänen, J., Halonen, V., & Mikkilä, M. H. (2021). Assessing the Carbon Footprint of Biochar from Willow Grown on Marginal Lands in Finland. *Sustainability*, 13(18), 10097.
4. Salo, E. (2018). Current state and future perspectives of biochar applications in Finland. Master's Thesis. University of Jyväskylä. Finland.
5. Harsono, S. S., Grundman, P., Lau, L. H., Hansen, A., Salleh, M. A. M., Meyer-Aurich, A., ... & Ghazi, T. I. M. (2013). Energy balances, greenhouse gas emissions and economics of biochar production from palm oil empty fruit bunches. *Resources, Conservation and Recycling*, 77, 108-115.
6. Campbell, R. M., Anderson, N. M., Daugaard, D. E., & Naughton, H. T. (2018). Financial viability of biofuel and biochar production from forest biomass in the face of market price volatility and uncertainty. *Applied energy*, 230, 330-343. *Carbons*. 2020.
7. Marttila, M. P., Uusitalo, V., Linnanen, L., & Mikkilä, M. H. (2021). Agro-Industrial Symbiosis and Alternative Heating Systems for Decreasing the Global Warming Potential of Greenhouse Production. *Sustainability*, 13(16), 9040.
8. El-Chichakli, B., von Braun, J., Lang, C., Barben, D., & Philp, J. (2016). Policy: Five cornerstones of a global bioeconomy. *Nature News*, 535(7611), 221.
9. von Braun, J. (2018). Bioeconomy—the global trend and its implications for sustainability and food security. *Global food security*, 19, 81-83.

Hämeen ilmastoviisas maaseutu- ja energiayrittäjyys HIME-hanke

HIME hankkeen tavoitteena on pyrkiä osaltaan auttamaan Kanta- ja Päijät-Hämeen maaseudun monipuolisessa ja taloudellisesti kannattavassa kehittämisessä globaalin ilmastohaasteen puristuksessa.

Hanke pyrkii tukemaan Hämeen elinkeinoelämän monipuolistamista erityisesti maaseutuelinkeinojen näkökulmasta metsä-, maatalous- ja energiasektorilla keskipitkällä aikavälillä. Hanke keskittyy eri kokoisiin ja tyyppisiin energiayrittäjyyden malleihin ja vaikutustarkasteluja ja analyysejä tuotetaan ilmaston näkökulmasta.

HIME

www.hime.fi

Hämeen ilmastoviisas maaseutu- ja energiayrittäjyys (HIME) –hanke tavoittelee maaseutuelinkeinojen monipuolistamista ja arvioi elinkeinotoimintojen ympäristöllistä ja taloudellista kestävyyttä

