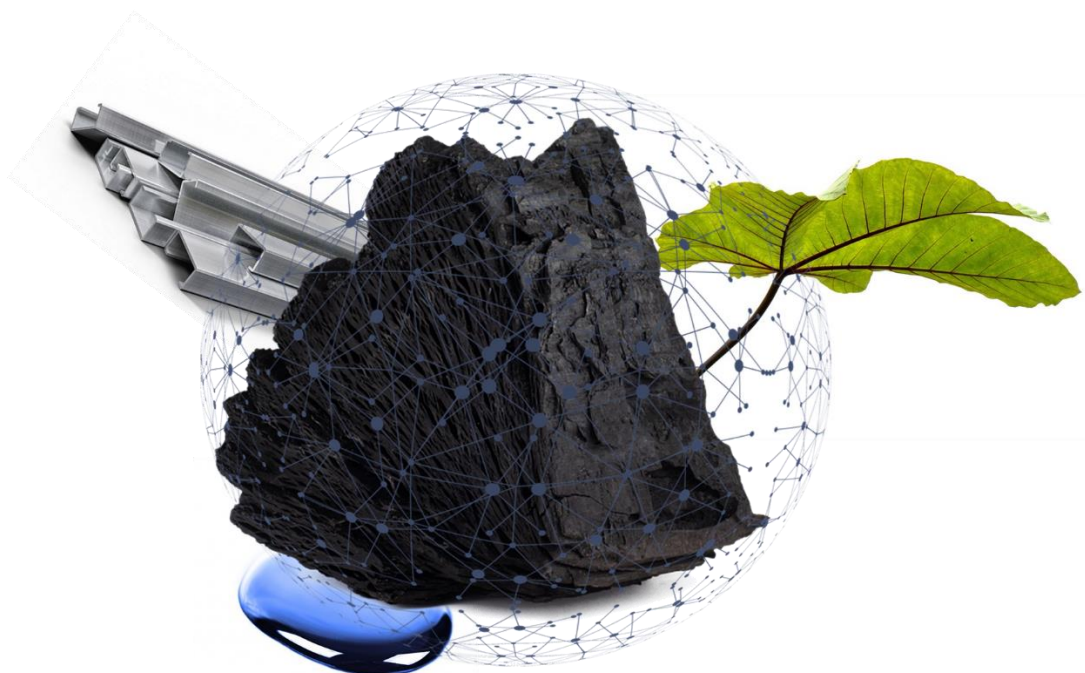


Hiilestä on moneksi – lähituotantoa vihreässä siirtymässä (Biohiilen aika)



HANKESUUNNITELMA

Toteuttajat: Oulun yliopisto, Luonnonvarakeskus, Vaasan yliopisto, Oulu ammattikorkeakoulu, Utajärven kunta, Maaseudun sivistysliitto

Hankkeen kesto: 1.9.2023 – 31.8.2026 (36 kk)

Hankkeen kokonaisbudjetti: 3 305 085 €

TIIVISTELMÄ

Biohiilen aika -hankkeessa haetaan ratkaisuja turpeen energiakäytön vähentämisestä syntyviin alueellisiin haasteisiin. Hankkeessa etsitään keinoja monipuolistaa alueen elinkeinoja ja samalla nopeuttaa päästövähennysten saavuttamista vahvistamalla hiilinieluja. Biohiilen aika -hanke kattaa biohiilen arvoketjun lähtien liikkeelle raaka-aineista ja niiden kasvattamisesta aina vaihtoehtoisten lopputuotteiden käyttöön saakka. *Raaka-aineiden* osalta hankkeessa selvitetään entisten turvetuotantoalueiden potentiaalia biohiilen raaka-aineiden kasvattamisessa ja vaihtoehtoisten ja edullisten raaka-aineiden käyttöä biohiilen tuotannossa. Raaka-aineina käytetään esimerkiksi rakentamisen purkupuuta, hampua ja kosteita (jäte)biomassoja. *Valmistusmenetelmistä* paneudutaan tarkemmin pyrolyysiin ja hydrotermiseen karbonointiin kestävyysnäkökulmasta, mm. edistämällä pyrolyysin energioptimointia digitaalisen kaksosen avulla sekä selvittämällä valmistuksen sivutuotteiden hyötykäyttämismahdollisuuksia. Valmistusprosessin ja tuotteiden kestävyttä arvioidaan hankkeen aikana systemaattisesti. Tuotteisiin ja prosesseihin liittyvät liiketoimintamahdollisuudet selvitetään myös kansainvälisestä näkökulmasta. Tuotteiden *käyttökohteista* keskitytään maanparannukseen, lannoitekäyttöön, metallurgisiin sovelluksiin, veden puhdistukseen ja kasviterveyden edistämiseen. Uusia mahdollisia käyttökohteita haetaan tuotteiden koostumus/laatu-tietoja sekä tarvekartoituksia yhdistämällä. Biohiilen pitkäaikaisvaikutuksia maaperässä ml. maaperän hiilensidontakyky seurataan systemaattisesti hiilinielujen syntymisen todentamiseksi ja luotettavan mallin kehittämiseksi maaperän hiilen sidontakyvyn ennustamiseen. Hankkeen tuloksista *tiedotetaan* kattavasti biohiilitietoisuuden sekä alueiden elinkeinoelämän yhteistyön lisäämiseksi ja monipuolistamiseksi. Tämä kattava hankekokonaisuus toteutetaan eri alojen asiantuntijoiden tiiviin yhteistyön avulla.

Versatile char – local production as part of the green transition (Era of biochar)

ABSTRACT

Era of biochar -project seeks alternatives to overcome the local challenges caused by decreasing the energy use of peat. The project aims at finding versatile new sources of livelihood and simultaneously foster achievement of emission reductions by introducing carbon sinks. The Era of biochar – project covers the whole biochar value chain from raw materials and their cultivation until the use of products intended to different purposes. In case of *raw materials*, the potential of old peat production fields in cultivation of sustainable raw materials and use of alternative and economic raw materials for biochar production are discovered. Alternative raw materials include for example demolition wood from construction, hemp and wet (waste)biomass. Related to *production technologies*, the project focuses on pyrolysis and hydrothermal carbonization from sustainability point of view. For example, energy efficiency of pyrolysis process is realized by using a digital twin to be developed in the project and seeking alternatives for utilization of the bio/hydrochar process by-products. Sustainability of the production and the products will be systematically evaluated. Business opportunities of the production and the products will be evaluated also from international perspective. From the alternatives of the *product uses*, the Era of Biochar will focus especially on soil amendments, fertilizers, metallurgical applications, water purification and plant health improvement applications. New uses are discovered by combining information from product quality and composition with needs assessments. The long-term impacts of biochar in ground including the carbon binding capacity of soil after biochar addition is systematically followed to be able to proof the formation of carbon sinks and to develop reliable model for forecasting the soil carbon binding capacity. The results of the project are disseminated and communicated comprehensively to increase the biochar awareness in the Northern Ostrobothnia and Ostrobothnia areas and to increase the versatility and collaboration between the business sectors. This broad project, as a whole, is realized in collaboration of project participants and stakeholders from different expertise areas.

Sisällys

1	Lähtökohta.....	4
2	Hankkeen tavoitteet.....	5
2.1	Hankkeen tarve ja uutuusarvo.....	7
2.2	Hankkeella saatava muutos nykytilanteeseen.....	8
2.3	Hankkeen kohderyhmät.....	9
3	Hankkeen toimenpiteet ja työpaketit.....	9
4	Hankkeen aikataulu, toteuttajien roolit, menetelmät, aiempi osaaminen ja riskit.....	20
4.1	Hankkeen toteuttajien aiempi kokemus ja osaaminen.....	22
4.2	Riskien arviointi.....	26
5	Hankkeen tulokset.....	27
5.1	Hankkeen konkreettiset tulokset ja mittarit.....	27
5.2	Hankkeen pitkän aikavälin vaikutukset ja mittarit.....	29
6	Kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma.....	30
7	Lähteet.....	30

1 Lähtökohta

Biohiilen aika –hankkeen päätavoitteena on vastata turpeen energiakäytön vähentämisestä syntyviin alueellisiin haasteisiin. Tämä toteutetaan kehittämällä biohiilen tuotantoa, tuotteita ja niiden hyötykäyttömahdollisuuksia kattavasti monialaisen yhteistyön kautta.

Suomi on sitoutunut Pariisin ilmastopöytäkirjaan sekä Euroopan unionin energia- ja ilmastotavoitteisiin, jotka edellyttävät EU:n hiilineutraalisuuden saavuttamista vuoteen 2050 mennessä. Suomen nykyisen hallitusohjelman mukaisesti tärkeänä osana tavoitetta on ehkäistä Suomen luonnon monimuotoisuuden heikkenemistä sekä ilmaston lämpenemistä. Tavoitteena on hiilineutraali Suomi vuoteen 2035 mennessä sekä hiilenegatiivisuus nopeasti sen jälkeen. Nämä tavoitteet edellyttävät ilmastotoimia monella sektorilla. Hiilinielut ja -varastot sekä teollisuuden hiilen käyttö uusiutuvista biomassoista ovat tärkeä osa hiilineutraalisuustavoitteiden saavuttamisessa. Biohiilen aika -hanke vahvistaa nykyisen hallitusohjelman energia- ja ilmastotoimenpidekokonaisuutta luomalla uusia varmennettuja hiilinieluja ja -varastoja, edistämällä biojätevirtojen hyödyntämistä älykkäällä tavalla sekä lisäämällä teollisuuden hiilen käyttöä uusiutuvista raaka-aineista, vähentäen näin myös kasvihuonepäästöjä. ”Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027” EU:n alue- ja rakennepolitiikan ohjelman mukaan digitaalisuus, vihreä kasvu ja ilmasto toimivat ilmastotyön perustana, jossa painotetaan mm. pitkään hiiltä sitovien tuotteiden kehitystä sekä jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämistä. Hiilinielut ja -varastot ovat tärkeä osa näiden tavoitteiden saavuttamisessa.

Biohiilen tuotannon ja käytön lisääminen vastaa myös useita Pohjois-Pohjanmaan oikeudenmukaista siirtymää koskevan suunnitelman linjauksia, kuten maaseutualueella paikallisista mahdollisuuksista nousevien elinkeinon ja yritystoiminnan tukemista. Biohiilen aika –hankkeen tavoittelemalla elinkeinon edistäminen painottuu pk-yritystoimintaan Oulun seudun pienillä kunnilla, joilla turvetuotanto ja turpeen energiakäyttö olivat ennen merkittävä elinkeino. Yrittäjyyden kasvua ja työllisyyttä tukevien toimintaympäristöjen parantaminen, muutoskyvykkyyden vahvistaminen elinkeinoelämässä ja yrittäjyyspolkujen monipuolistaminen ovat myös Pohjois-Pohjanmaan maakunnan kehittämisen keskeisiä tavoitteita. Suunnitelmassa tavoitellaan myös ”elinkeinolähtöistä kehittämistä kuntien, korkeakoulujen, tutkimuslaitosten ja muiden toimijoiden kanssa”, mikä toteutuu Biohiilen aika –hankkeessa todella hyvin. Hanke toteutetaan ylimaakunnallisena maaseutukuntien ja asiantuntijaorganisaatioiden yhteistyönä ja siinä pyritään tehostamaan ja vahvistamaan orastavaa biohiililiiketoimintaa alueellisella tasolla.

Biohiilen aika –hanke kattaa biohiilen arvoketjun lähtien liikkeelle raaka-aineiden tuotannosta jatkaen biohiilen valmistusmenetelmien kautta lopputuotteiden hyötykäyttöön saakka. Hankkeessa on mukana asiantuntijaorganisaatioiden ja kuntatoimijoiden lisäksi yrityksiä arvoketjun eri osa-alueilta. Tiedotus ja biohiilitietoisuuden lisääminen ovat hankkeessa keskeisessä asemassa ja sitä tullaan toteuttamaan useissa kunnissa mukana olevien maakuntien alueilla. Hankkeessa tuotetaan uusia innovaatioita uusina ja/tai parannettuina tuotteina, mikä edesauttaa yritystoiminnan kehittymistä alueella, lisää maaseudun elinvoimaisuutta ja edistää alueen kasvun edellytyksiä.

Pohjois-Pohjanmaan energiaturpeen käytön arvioidaan loppuvan kokonaan vuoteen 2030 mennessä. Käytöstä poistuvilla turvetuotantoalueilla on ennallistamisen lisäksi tärkeää löytää vaihtoehtoisia käyttötapoja, joiden ilmastovaikutukset pyritään minimoimaan. Eräs vaihtoehto tähän on uusien nopeasti kasvavien raaka-aineiden, kuten hampun, kasvattaminen biohiilen tuotantoon. Lisäksi edullisten raaka-aineiden löytäminen on tärkeää biohiilen hinnan laskemiseksi kuluttajalle edullisempaan suuntaan. Perinteisesti biohiilen tuotannossa on käytetty puubiomassaa, jolle löytyy myös muuta käyttöä. Suomessa hakatusta puusta noin viidesosa jalostetaan pitkäikäisiksi tuotteiksi. Sivuvirtoja käytetään mm. energiatuotannossa korvaamaan turvetta. Biohiilen aika –hankkeessa selvitetään metsäteollisuuden sivuvirtojen hyötykäyttömahdollisuuksia biohiilen valmistuksessa. Selvitys keskittyy Utajärven kunnan lähialueille, koska SYKEN selvityksen mukaan metsähakkeen teoreettinen hankintapotentiali Utajärven alueella on huomattava. Toisena merkittävänä potentiaalisenä biohiilen raaka-ainelähteenä selvitetään erilaisten jättepohjaisten biomassojen mahdollisuuksia. Rakentamisessa syntyvän purkupuun ja puutarhajätteen lisäksi toimenpiteiden kohteena ovat esimerkiksi erilaiset kosteat (jäte)biomassat kuten

biokaasutuotannon mädätysjäännös ja jätevesissä kasvatettu levä. Vuosisatoja säilyvän biohiilen valmistus sivutuotteista ja (jäte)biomassasta parantaisi monen alan hiilitasetta.

Valmistusmenetelmistä Biohiilen aika –hankkeessa keskitytään pyrolyysiin ja hydrotermiseen karbonointiin. Pyrolyysistä saatavaa hiilituotetta kutsutaan biohiileksi ja hydrotermisen karbonoinnin tuote on hydrohiili. Myöhemmin hankekuvauksessa on yksilöity, kummasta tuotteesta missäkin toimenpiteessä on kyse. Pyrolyysi toteutetaan korkeammassa lämpötilassa kuin hydrotermisen karbonointi, se on menetelmänä nopeampi ja karbonaatioaste on tyypillisesti tuotteessa korkeampi. Pyrolyysi on perinteisesti käytössä oleva karbonointimenetelmä. Hydrotermisen karbonointi toteutetaan matalammassa lämpötilassa, paineen alaisena ja valmistuksessa tarvitaan vettä. Tämän vuoksi menetelmä soveltuu erityisesti kosteille biomassoille. Menetelmänä hydrotermisen karbonointi on vähemmän käytetty, mutta sillä on merkittävää potentiaalia, koska siinä voidaan käyttää laajemmin erilaisia raaka-aineita ja sen avulla voidaan valmistaa myös komposiitti/hybridituotteita, sekä säätää helposti lopputuotteen ominaisuuksia. Molemmista menetelmistä syntyy kiinteän hiilituotteen lisäksi nestemäisiä tuotteita sekä kaasuja. Erityisesti pyrolyysin tapauksessa kaasumaisilla tuotteilla on hyötykäyttöarvoa mm. lämpösisällön kautta. Nestemäisten tuotteiden hyötykäyttöä on aiemmin tutkittu jonkin verran, mutta nesteiden hyötykäyttömahdollisuuksista ei ole kattavaa tietoa olemassa. Biohiilen aika –hankkeessa selvitetään näitä mahdollisuuksia sekä materiaalien koostumustietojen että hyötykäyttötestauksen avulla. Biohiilen valmistuksen energiatehokkuutta optimoidaan hankkeen aikana kehitettävän digitaalisen kaksosen avulla ja tätä kautta tavoitellaan myös itse valmistusprosessin ilmastovaikutusten minimointia ja kestävyuden lisäämistä.

Lisää ilmastohyötyä on saavutettavissa biohiilen käyttösovellusten kautta. Bio/hydrohiili soveltuu nykyisin esim. kasvualustojen rakentamiseen ja kunnostamiseen, mutta toimii myös maataloudessa maanparannusaineena tehostaen tuotantoa. Viitteitä on myös positiivisista vaikutuksista kasvinterveyteen. Bio/hydrohiilen raaka-aineen valinnalla ja tuotantoprosessin optimoimisella voidaan vaikuttaa bio/hydrohiilen ominaisuuksiin niin, että se soveltuu yhä laajemmin erilaisiin käyttökohteisiin. Tätä kautta voidaan esimerkiksi lieventää sitä haittaa, joka aiheutuu, kun turpeen käytöstä kasvualustamateriaalina joudutaan luopumaan. Raaka-aineiden valinta ja tuotantoprosessin optimointi tehostavat myös bio/hydrohiilen tuotantoa ja laskevat valmistuskustannuksia.

Yhtenä uutena sovelluskohteena hankkeessa kehitetään bio/hydrohiilen käyttöä metallurgisissa sovelluksissa. Bio/hydrohiilen valmistaminen metallurgisiin prosesseihin tulisi tehdä joko jo olemassa olevan biotuotelaitoksen tai metallinjalostusintegraatin yhteydessä, jolloin olemassa olevaa teollisuusinfraa ja sivuvirtoja voidaan hyötykäyttää tehokkaammin. Uusi bio/hydrohiilen valmistuslaitos tarkoittaa lisääntyviä suoria työpaikkoja (laitoksen operaattorit, varastoinnin ja sisäisen kuljetuksen operaattorit) että epäsuoria työpaikkoja (esim. kuljetus). Biohiilen aika -hankkeessa luodaan tähän mahdollisuuksia. Lisäksi metallurginen biohiili tuotteena on uusi, mikä tuo lisäarvoa biotuoteteollisuuden sivuvirroille ja monipuolistaa omalta osaltaan alueen elinkeinoelämää.

Biohiilen aika –hankkeessa tehtäväksi suunnitellut toimenpiteet edistävät myös Pohjois-Pohjanmaan ilmastotyön kärkiteemoja, joista erityisesti tavoitteet 1 ja 4: "Älykäs bio- ja kiertotalous toimii ilmastotyön perustana" ja "Maatalous kehittyi hiilensitojana" korostuvat. Hankkeen lähtökohtana on hanketoimijoiden vahva aiempi osaaminen eri osa-alueista, jotka tuodaan hankkeessa yhteiseksi pääomaksi hankkeen tavoitteiden saavuttamiseksi.

2 Hankkeen tavoitteet

Biohiilen aika –hankkeen päätoimenpiteet kohdistuvat biohiilen raaka-aineisiin, valmistukseen ja käyttöön. Toimenpiteiden avulla edesautetaan ja kasvatetaan alueen bio/hydrohiilen tuotantoa, laitosten rakentamista sekä uusien ja energiatehokkaiden laitteistoratkaisujen kehittämistä. Lisäksi vaikutetaan bio/hydrohiilen raaka-ainevalikoimaan ja saatavuuteen alueella ja haetaan bio/hydrohiilen uusia käyttökohteita. Hankkeen tavoitteena on edistää älykkäällä tavalla **osaamista, teknologiaa ja liiketoimintamahdollisuuksia** liittyen läheisesti bio- ja hydrohiilen tuotantoon, mukaan lukien prosessien energia- ja kustannustehokkuus, sivutuotteiden hyötykäyttömahdollisuudet ja ympäristövaikutukset. Hankkeessa selvitetään entisten

turvetuotantoalueiden ja turvemaiden mahdollisuuksia biohiilen raaka-aineiden tuotannossa ja käytössä. Hankkeen kautta **luodaan uusia hiilinieluja ja -varastoja** edistämällä rakentamisesta syntyvien jätebiomassojen ja hampun sekä kosteiden käyttämättömien biomassojen, kuten mikrolevien ja biokaasutuotannon mädätysjäätännöksen hyödyntämistä hiilituotteina. Bio/hydrohiilen käytön tavoitteena ovat maanparannus (kasvituotanto ja metsät), kasviterveyden edistäminen, kiertotalouslannoitteiden valmistaminen, vedenkäsittely ja hiilen metallurginen käyttö. Nämä sovellukset ovat alueellisesti mutta myös kansallisesti merkittäviä bio/hydrohiilen käyttökohteita. Bio/hydrohiilen käytöllä tavoitellaan myös **maankäytön kasvihuonepäästöjen vähentämistä sekä uusia liiketoimintamahdollisuuksia myös kansainvälisesti.** Hankkeen toimien kautta odotetaan työllisyyden kasvua sekä monipuolistetaan elinkeinoja alueella. Tavoitteena on nostaa uusiutuvien luonnonvarojen osuutta yrityssektorin liikevaihdosta nykyistä tasoa korkeammalle ja tehostaa talouden vihreää elpymistä. Hankkeen **keskeiset tavoitteet ja toimenpiteet** ovat seuraavat:

- Luodaan uusia hiilinieluja ja -varastoja edistämällä rakentamisesta syntyvien jätebiomassojen ja hampun sekä kosteiden käyttämättömien biomassojen, kuten mikrolevien ja biokaasutuotannon mädätysjäätännöksen hyödyntämistä hiilituotteina
- Parannetaan valmistusprosessien (pyrolyysi, HTC) energia- ja kustannustehokkuutta, laajennetaan biohiilen raaka-ainepohjaa sekä lisätään sivutuotteiden (ml. HTC-neste, pyrolyysikaasu) hyödyntämistä
- Tehostetaan maankäytön hiilineutraalisuutta sekä vähennetään kaivosvesien ja kalajätevesien ympäristökuormaa
- Tehostetaan biopohjaisten hiilten käyttöä metallurgisessa teollisuudessa
- Arvioidaan ja vertaillaan biohiilen valmistusmenetelmiä kestäväen kehityksen kannalta perustuen hankkeessa saatuihin tuloksiin
- Lisätään yhteistyötä biohiilen arvoketjun eri osa-alueiden toimijoiden välillä (pk-yritysten ja tutkimus ja innovaatiotoiminnan yhteistyön kehittämiseksi)
- Lisätään biohiilitietoutta alueella kattavasti kunnissa toteutettavien tiedotustilaisuuksien avulla

Biohiilen aika

Tavoitteet ja toimenpiteet

Tavoitteet ja toimenpiteet	Pääasialliset vaikutukset		
	Ympäristö	Talous	Sosiaalinen (ml. Työllisyys)
Jätebiomassojen hyötykäyttö; bio/hydrohiilen raaka-ainepohjan laajentaminen	✓	✓	✓
Valmistusprosessin energia- ja kustannustehokkuuden parantaminen	✓	✓	
Maaperän hiilensidonnan edistäminen; kaivos- ja kalajätevesien ympäristökuorman pienentäminen	✓		
Biopohjaisen hiilen käytön tehostaminen metallurgisessa teollisuudessa	✓	✓	✓
Valmistusprosessien ja tuotteiden kestävyysvarmistaminen	✓	✓	✓
Yhteistyön lisääminen biohiilen arvoketjun eri osa-alueiden toimijoiden välillä			✓
Biohiilitietouden lisääminen		✓	✓

2.1 Hankkeen tarve ja uutuusarvo

Biohiilen aika –hanke tavoittelee turpeen energiakäytön vähentämisestä syntyvien sosioekonomisten haasteiden ja aluetaloudellisten negatiivisten vaikutusten pienentämistä. Samalla hanke vastaa useisiin keskeisiin ilmastohaasteisiin, jotka ovat sekä koko Suomen että paikallisemmin alueiden tavoitteiden mukaisia.

Bio/hydrohiilen arvoketjun eri osa-alueilta löytyy useita mahdollisuuksia elinkeinojen uudistamiseen, uusiin tuoteinnovaatioihin sekä mikro- ja pk-sektorin liiketoimintamahdollisuuksien kehittämiseen. Mahdollisuuksia löytyy sekä uusien raaka-aineiden kasvatuksessa, (jäte)biomassan hyötykäytössä, uuden teknologian käyttöönotossa, olemassa olevan teknologian energiatehokkuuden lisäämisessä, bio/hydrohiilen sivutuotteiden hyötykäytön todentamisen kautta syntyvissä uusissa tuotteissa, sekä bio/hydrohiilen käytön uusissa sovelluksissa. Biohiilen arvoketju pitää myös sisällään monen tasoisia työtehtäviä, joiden osajia voidaan kouluttaa räätälöityjen toimenpiteiden avulla. Alueen biohiiliosaaminen kasvaa myös sitä kautta, että hankkeeseen osallistuvat koulutusorganisaatiot voivat käyttää uusimpia tuloksia myös käynnissä olevan koulutuksen yhteydessä.

Biohiilen käytöstä on ilmastohyötyjä. Se toimii maaperässä hiilinieluna, mikä vaikutus todistetaan Biohiilen aika –hankkeen aikana kehitettävän ennustavan mallin avulla. Hiilinielujen arviointiin ei ole saatavilla yksityiskohtaista mallia, jossa voidaan ottaa esimerkiksi erityyppisten hiilten vaikutukset huomioon. Mallin kehitystyö on jo aloitettu, ja sen ennustavuutta ja tarkkuutta parannetaan Biohiilen aika –hankkeen aikana. Biohiilen muodostamaa pitkäaikaista hiilivarastoa voidaan mahdollisesti hyödyntää osana vapaaehtoisia hiilikompensaatioita, minkä todentamisessa luotettavaa mallia tarvitaan. Biohiilen aika –hankkeessa hyödynnetään mm. jätekeskusten lajiteltuja biojätteitä, kuten biokaasutuotannon lietteitä ja rakentamisen jättepuujakeita. Erilaisia orgaanisia jäte- ja sivuvirtoja muodostuu Suomessa kymmeniä tuhansia tonneja vuodessa. Hyödyntämällä nämä jakeet bio/hydrohiilen tuotannossa, voidaan vaikuttaa biohiilen hintaan edullisesti, mutta myös vähentää kasvihuonepäästöjä vaikuttaen osaltaan ilmaston lämpenemiseen ja luonnon monimuotoisuuteen.

Teollisuudessa muodostuu paljon ravinnerikkaita vesiä, joita puhdistetaan kunnallisilla puhdistamoilla ja aiheuttavat siten kuormaa laitoksille. Monet ravinnepitoiset vedet voivat soveltua levien tuotantoon. Jätevesissä kasvatetuille leville tarvitaan kuitenkin käyttökohteita, koska niiden hyödyntäminen on vaikeampaa jätestatuksen vuoksi. Levien käsittely biohiileksi toisi tähän kestävän ratkaisun. Vesien puhdistukseen on myös tarve kehittää kestäviä vedenpuhdistusmateriaaleja, joilla voidaan korvata öljypohjaisia sekä epäorgaanisia tuotteita. Hankkeessa kerran vedenpuhdistuksessa käytetyt levät prosessoidaan biohiileksi, joka voidaan käyttää uudestaan myös vedenpuhdistussovelluksissa.

Biohiilen käyttöä maanparannusaineena on tutkittu aiemmin, mutta biohiilen tai muiden hiilituotteiden vaikutuksista kasvintuhoojiin ja maan mikrobistoon on vähän tietoa. Hiilituotteiden kasvinterveysvaikutusten todentaminen mahdollistaisi biohiilien käytön osana integroitua kasvintuhoojien hallintaa. Tämä puolestaan tukisi EU:n Green Deal -strategiaa, jonka tavoitteena on kemiallisten torjunta-aineiden käytön vähentäminen ja korvaaminen muilla menetelmillä. Koska biohiilen käyttöä peltomittakaavassa rajoittaa tällä hetkellä sen korkea hinta, lisäarvon saaminen kasvinterveysvaikutuksista voisi edesauttaa sen laajamittaisempaa käyttöönottoa.

Hiili on teräksen tärkein seosaine. Lisäksi hiiltä käytetään useissa eri metalliteollisuuden prosesseissa esimerkiksi pelkistimenä, kuonan kuohutusaineena ja suojaamaan haluttuja metallien seosaineita hapettumiselta korkeissa prosessilämpötiloissa. Nykyään valtaosa metalliteollisuuden tarvitsemasta hiilestä jalostetaan fossiilisista lähteistä. Esimerkiksi Suomen hiilidioksidipäästöistä terästeollisuuden osuus on n. 7 %. Koska tämä päästö määrä on tuotettu pääosin fossiilisista lähteistä, näkyvät tuotetut hiilidioksidipäästöt ilmakehän hiilitaseessa positiivisena, eli hiilen määrä ilmakehässä kasvaa. Korvattaessa fossiilinen hiili

biopohjaisella hiilellä vaikutus ilmakehän hiilitaseeseen on nettoneutraali, koska biomassassa sitoo elinkaarensa aikana sen hiilimäärän, joka vapautuu ilmakehään metallurgisissa prosesseissa.

Hankkeen tavoitteena on uusien tuotteiden, biohiilen käyttösovellusten, kehittyneiden teknologioiden ja uusien raaka-ainevaihtoehtojen löytäminen, on liiketoimintapotentiaalin selvittäminen keskeistä. Hankkeessa jalostetaan syntyneitä liikeideoita eteenpäin määrittäen syntyneille konsepteille niiden edellyttämien liiketoimintaekosysteemien toimintamalleja, tarvittavia toimijoita sekä arvoketjuja. Hankkeessa edistetään skaalautuvan biohiileen liittyvän uuden liiketoiminnan syntymistä alueella.

2.2 Hankkeella saatava muutos nykytilanteeseen

Biohiilen aika -hanke tavoittelee *turpeen energiakäytön vähentämisestä syntyvien sosioekonomisten ja aluetaloudellisten negatiivisten vaikutusten pienentämistä*. Samalla hanke vastaa useisiin keskeisiin ilmastohaasteisiin. Tämä toteutetaan kehittämällä biohiilen tuotantoa, tuotteita ja niiden hyötykäyttömahdollisuuksia kattavasti monialaisen yhteistyön kautta.

Muutosta haetaan biohiilen valmistuksessa käytettävään raaka-ainepohjaan. Pohjois-Pohjanmaan energiaturpeen käytön arvioidaan loppuvan kokonaan vuoteen 2030 mennessä. Käytöstä poistuville turvetuotantoalueille on ennallistamisen lisäksi tärkeää löytää vaihtoehtoisia käyttötapoja, joiden ilmastovaikutukset pyritään minimoimaan. Eräs vaihtoehto tähän on uusien raaka-aineiden kasvattaminen biohiilen tuotantoon. Uusien edullisten raaka-aineiden löytäminen on tärkeää biohiilen hinnan laskemiseksi kuluttajalle edullisempaan suuntaan. Edullisia raaka-aineita haetaan myös hyödyntämättömän (jäte)biomassan joukosta. Hankkeessa käytetään biohiilen raaka-ainelähteinä esimerkiksi rakennusten purkupuuta, kosteita (jäte)biomassoja (ml. mikrolevät, biokaasun tuotannon mädätysjännös), hakkuujätettä ja hamppua.

Muutosta haetaan biohiilen valmistusprosesseihin. Hankkeessa hyödynnetään kahta valmistustapaa. Perinteistä pyrolyysiä ja kostealle biomassalle soveltuvaa hydrotermistä karbonointia. Näiden prosessien energiatehokkuutta parannetaan digitaalisen kaksosen avulla ja valmistuksessa syntyvien sivutuotteiden (neste, kaasu) hyödyntämispotentiaali arvioidaan ja selvitetään esimerkiksi lämmöntuotannossa ja kasviterveyden edistämisessä. Tuotannon kustannukset selvitetään. Tavoitteena on prosessien ja tuotteiden kokonaiskestävyyden saavuttaminen mahdollisimman hyvin.

Muutosta haetaan hiilituotteiden käyttöön. Hankkeen toimenpiteitä kohdistetaan useisiin hiilituotteiden käytön vaihtoehtoihin: maanparannus (kasvituotanto ja metsät), kasviterveyden edistäminen, kiertotalouslannoitteiden valmistaminen, vedenkäsittely ja hiilen metallurginen käyttö. Tavoitteena on hakea uusia mahdollisuuksia bio/hydrohiilen ja sivutuotteiden käytölle. Hiilituotteiden tuotantomäärien kasvu, edullisten raaka-aineiden käyttö ja valmistuskustannusten minimointi vaikuttavat hiilituotteiden hintaan, joka on nykyisellään kuluttajien kannalta vielä korkealla tasolla. Hankkeessa tavoitellaan myös hiilituotteiden käytön lisäämistä tuotteen hinnan alenemisen kautta.

Muutosta haetaan maatalouden ilmastovaikutuksiin. Biohiilen aika -hankkeessa luodaan uusia varmennettuja hiilinieluja ja -varastoja, edistämällä biojätevirtojen hyödyntämistä älykkäällä tavalla sekä lisäämällä teollisuuden hiilen käyttöä uusiutuvista raaka-aineista, vähentäen näin myös kasvihuonepäästöjä. Vuosisatoja säilyvän biohiilen valmistus sivutuotteista ja (jäte)biomassasta parantaisi monen alan hiilitasetta.

Biohiili tuo muutoksen metallurgisen teollisuuden ilmastovaikutuksiin. Nykyään valtaosa metalliteollisuuden tarvitsemasta hiilestä jalostetaan fossiilisista lähteistä. Korvattaessa fossiilinen hiili biopohjaisella hiilellä vaikutus ilmakehän hiilitaseeseen on nettoneutraali. Nykytilassa metallurgisen biohiilen kannalta on useita haasteita, joihin tässä hankkeessa pureudutaan ja haetaan ratkaisuja. Lähtökohdana työssä on, että yleisesti metallurgisten prosessien hiilelle asettamia laatuvaatimuksia ei tunneta, tähän ei ole suoraa olemassa olevaa standardia, jolloin biohiilen tuottajapuolella ei osata lähteä kohdentamaan tuotekehitystä tiettyyn suuntaan. Tämä vaikuttaa suoraan siihen, että metallurgiselle biohiilelle ei ole vielä olemassa olevaa markkinaa. Tämä

hanke luo osaltaan perustaa markkinoiden syntymiselle, koska hankkeessa keskitytään kehittämään biohiilen tärkeimpiä metallurgisia ominaisuuksia, kohteena on useita biohiilen raaka-ainelähteitä ja hankkeen tulokset ovat julkisia.

Hiilituotteiden potentiaalia vedenpuhdistuksessa kehitetään. Esimerkiksi mikroleviin perustuvaa jätevedenpuhdistusta on tutkittu paljon, ja mutta teknologian kehitys vaatii vielä onnistuneita suuremman mittakaavan kokeiluja sekä kustannustehokkuuden parantamista. Biomassan tuottaminen jätevedessä rajoittaa tällä hetkellä sen käyttökohteita ja siten tarvitaan uusia käsittelykonsepteja leväbiomassalle, kuten hankkeessa tutkittava leväpohjaisen hydrohiilen valmistus. Hydrohiili voidaan edelleen aktivoida ja hyötykäyttää veden puhdistuksessa. Vedenpuhdistussovellukset ovat potentiaalisia hiilituotteille, jotka eivät sovellu syystä tai toisesta maan parannukseen tai metallurgiseksi hiileksi.

Muutosta haetaan biohiilitietoisuuteen ja aiheeseen liittyvään osaamistasoon. Tiedotus ja biohiilitietoisuuden lisääminen ovat hankkeessa keskeisessä asemassa ja sitä tullaan toteuttamaan useissa kunnissa mukana olevien maakuntien alueilla. Hankkeen toimien kautta odotetaan työllisyyden kasvua ja elinkeinon monipuolistumista. Tämä edellyttää myös aiheeseen liittyvän koulutuksen lisäämistä alueella. Biohiilen arvoketju pitää sisällään monen tasoisia työtehtäviä, joiden osajia voidaan kouluttaa räätälöityjen toimenpiteiden avulla. Alueen biohiiliosaaminen kasvaa myös sitä kautta, että hankkeeseen osallistuvat koulutusorganisaatiot voivat käyttää uusimpia tuloksia myös käynnissä olevan koulutuksen yhteydessä.

Hankkeessa syntyvien *liikeideoiden toteuttaminen ja markkinoille vieminen* edellyttää hankkeessa toteutettavia toimenpiteitä. Uudet paikalliset liiketoimintamahdollisuudet mahdollistavat muun muassa uusia mahdollisia työpaikkoja, uutta liiketoimintaa, uusia mahdollisia tuotteita ja palveluita sekä lisäävät alueen elinvoimaisuutta.

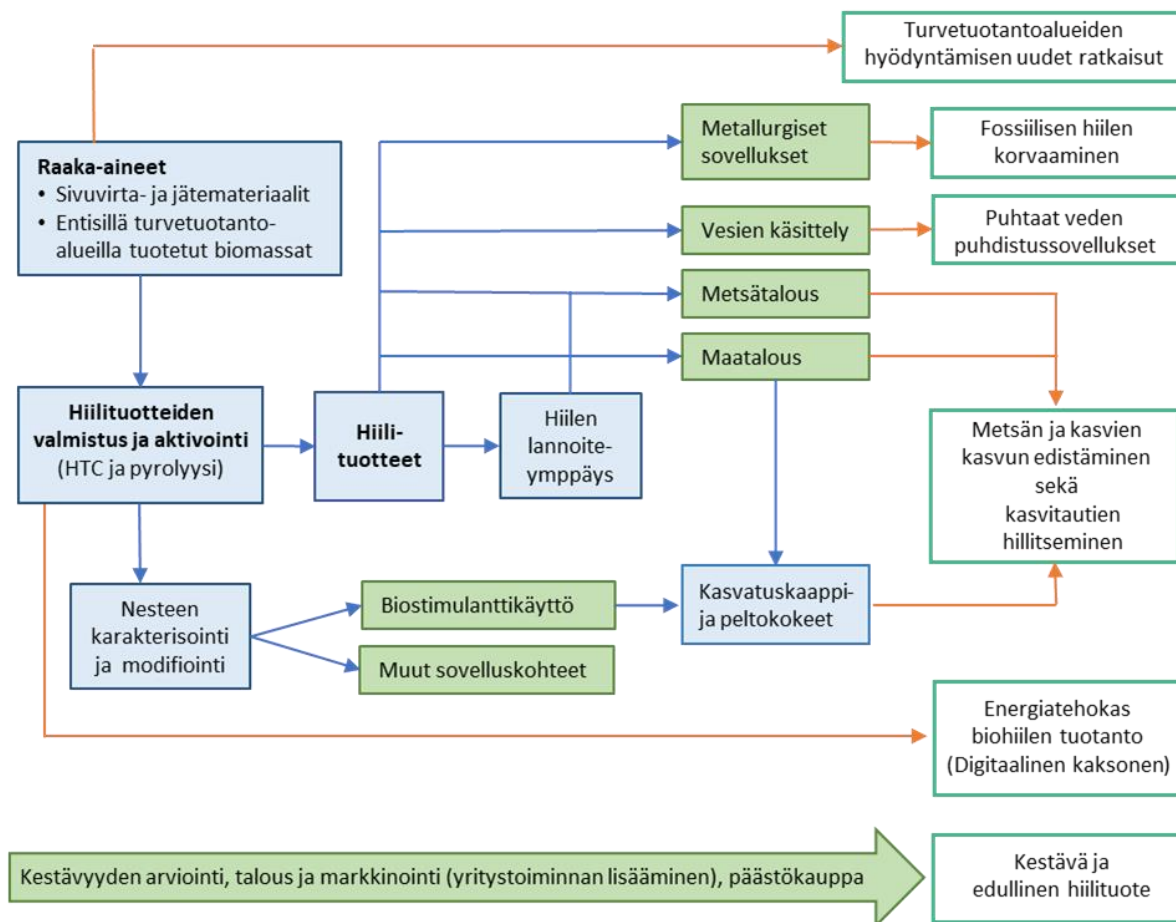
2.3 Hankkeen kohderyhmät

Hankkeen **välittöminä kohderyhminä** ovat hankkeessa mukana olevien alueiden pk-yritykset sekä maa- ja metsätaloustoimijat. Biohiilen arvoketjun eri vaiheissa tarvitaan hyvin monipuolisia yrityspalveluita, minkä odotetaan lieventävän turpeen alasajosta yritysentalle aiheuttamia haittavaikutuksia. Biohiilen tuotannon lisäksi liiketoimintamahdollisuuksia avautuu alkutuotannossa (maa- ja metsätalous), kiertotaloudessa, kuljetuksessa ja biohiilen sovelluksissa. Helppo ja jatkuva raaka-aineen saatavuus ja kustannustehokas tuotantoketju kasvattavat biohiilen tuotannon kannattavuutta ja alentavat biohiilen hintaa loppukäyttäjille. Hankkeen tuloksista hyötyvät myös hankkeeseen osallistuvat tutkimuspartnerit sekä ohjausryhmän toimintaan osallistuvat yritykset. Tutkimuspartnerit hyötyvät uuden tiedon saamisen kautta osaamisen lisääntymisenä sekä uusina yhteistyöverkostoina. Hankkeessa mukana olevat yritykset saavat ensikäden tietoa hankkeen tuloksista.

Hankkeen **välillisiä hyötyjiä** ovat mm. kuntayhtymät ja kunnat, jotka hyötyvät alueellisten toimintamallien kehittyessä ja yritysten yhteistyöverkostojen kasvun hyödyttäessä alueen taloutta ja elinvoimaisuutta. Hankkeeseen osallistuvat koulutusorganisaatiot voivat hyödyntää hankkeen tuloksia koulutuksessa ja opetuksessa, sekä koulutettaessa osajia biohiilialalle. Hankkeesta syntyvien positiivisten ympäristövaikutusten kautta välillisiksi hyötyjiksi voidaan katsoa myös kaikki alueen asukkaat.

3 Hankkeen toimenpiteet ja työpaketit

Hanke toteutetaan ylimaakunnallisena JTF-hankkeena ja sen toteutus on jaettu seitsemään (7) työpakettiin, joiden liitynnät on esitetty kuvassa. Työpakettien vetäjät vastaavat tehtävien toteutumisesta suunnitellussa aikataulussa ja toimivat tiedon välittäjänä hankkeen eri osapuolten välillä. Hankkeessa toimivat tutkijat ottavat vastuun työpaketeissa esitettyjen tehtävien toteuttamisesta ja osallistuvat tiedotukseen. Sidosryhmien osallistamiseen, vuorovaikutukseen ja viestintään on varattu resursseja työpaketeissa 0 ja 6.



TP0: KOORDINOINTI

Toteuttaja: Oulun yliopisto / ECE

Työpaketin vetäjä: OY (ECE), Satu Ojala

Aikataulu ja laajuus: 09.2023–08.2026, OY(ECE) 9 htkk

Kuvaus: Työpaketissa varmistetaan suunnitellun hankkeen ajantasainen toteuttaminen ja raportointi. Koordinaattori toimii tiiviissä yhteistyössä työpaketin 6 (tiedotus) henkilöstön ja hankkeelle muodostettavan tiedotustiimin kanssa. Koordinaattori vastaa hankkeen sisäisestä tiedotuksesta. Sisäisen viestinnän kohderyhmiä ovat hankkeen toteuttajat, ohjausryhmä, rahoittajat ja toteuttavat organisaatiot. Aktiivisella sisäisellä tiedotuksella varmistetaan osapuolien välinen tiedon kulku, hankkeen eteneminen hankesuunnitelman mukaisesti sekä tulosten saavutettavuus mm. työpakettien välillä. Hankkeen osapuolien yhteistyö toteutetaan hyvän kommunikaation, säännöllisten tapaamisten ja hankkeen ohjausryhmätyöskentelyn kautta.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 0-1: Hankkeen koordinointi, hallinnointi ja hankkeen sisäinen kommunikaatio (valmis 08.2026)

Tehtävä 0-2: Hankkeen Teams-alustan luonti, tiedotusmateriaalien luonti yhteistyössä TP6 kanssa (mm. hanke-esitteet, esitykset, posterit)

Tehtävä 0-3: Tulosten raportointi (valmis 08.2026 + 3 kk loppuraportti)

Tehtävä 0-4: Kokousten järjestäminen (hankepalaverit maksatusaikataulujen mukaisesti);

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Koordinoinnin päätavoitteena on varmistaa tutkimustulosten raportointi sekä luoda uusia hankeideoita ja tukea innovaatioiden syntymistä. Koordinoinnin vastuulla on myös tiedotuksen toteutumisen seuranta. Lisäksi vahvistetaan yhteistyötä ja verkostoja hankkeen

sidosryhmien kanssa. Koordinoinnilla varmistetaan hankkeen oikea-aikainen ja onnistunut toteutus, hankkeen talouden hallinta ja vuorovaikutus hankeosapuolten ja sidosryhmien välillä. Raporttien kautta lukija saa tietoa keskeisistä hanketuloksista ja biohiileen perustuvista kehitysmahdollisuuksista paikallisella tasolla (Oulun seutu).

TP1: RAAKA-AINEET

Toteuttajat: Oamk, Utajärven kunta, OY, Luke, VY

Työpaketin vetäjä: Oamk, Ritva Impola

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 08.2026, 63 htkk

OSATEHTÄVÄ A. RAAKA-AINEIDEN KASVATUKSEEN SOVELTUVIEN MAA-ALUEIDEN KARTOITUS

Toteuttajat: Utajärven kunta, Oamk

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 06.2024, Oamk 4 htkk, Utajärven kunta 4 htkk

Kuvaus: Osatehtävän A aikana rajataan ja kuvataan biohiilen raaka-aineiden tuotantoon soveltuvat entiset ja käytöstä poistuvat turvetuotantoalueet sekä vajaatuottoiset turvepellot.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 1-A1: Selvitetään maa-alueiden

- yleiset olosuhteet, kuten maaperän soveltuvuus ja ojitustilanne, raaka-aineen tuotantoon,
- tieyhteydet sekä etäisyys lähimpään sähkölinjaan,
- etäisyys biohiilen tuotantolaitokseen,
- omistajat/haltijat ja niiden suhtautuminen alueiden mahdollisesti muuttuvaan jatkokäyttöön, sekä
- ympäristöluvitusta- ja seurantatilanne (turvetuotantoalueet).

Laajempia aluekokonaisuuksia jaetaan homogeenisiin (vesitalous, maaperä) osa-alueisiin, hyödyntäen olemassa olevaa paikkatietoaineistoa.

Tehtävä 1-A2: Arvioidaan vaihtoehtoiset maankäyttömuodot, kuten tuuli- ja aurinkovoima, metsitys ja monikäyttö. Arviointiin sisältyy talousnäkökulma: Mistä maanomistaja saa parhaimmat tulot? Työllistävä vaikutus? Vaikuttaa raaka-aineen tuotanto mahdollisesti turvepeltojen EU-tukiin jne.?

Tehtävä 1-A3: Hankeyhteistyö. Biohiilen raaka-aineen tuotanto vajaatuottoisilla turvepelloilla kytkeytyy TUIMA-hankkeeseen, jossa pyritään edistämään hiiliviisasta maataloutta Utajärven alueella. Lisäksi toimenpidekokonaisuus kytkeytyy MATKI-hankkeeseen, jonka päämääränä on hiiliviisas maankäyttö Kiiminkijoen valuma-alueella.

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset:

Pyritään rajaamaan ne alueet, jotka saattavat soveltua biohiilen raaka-aineen kasvatukseen. Kasvuolosuhteiden ohella soveltuvuuteen vaikuttavat mm. alueen omistajan/haltijan mielenkiinto, taloudellinen kannattavuus ja ympäristöluvitusta. Hankeyhteistyö tukee tavoitteiden saavuttamista.

OSATEHTÄVÄ B. VIILJYKOKEET

Toteuttajat: Utajärven kunta, Oamk, Luke (asiantuntija)

Aikataulu ja laajuus: 05.2024 - 08.2026, Oamk 20 htkk, Utajärven kunta 5 htkk, Luke x htkk

Kuvaus: Osatehtävän B aikana kokeillaan biohiilen raaka-aineen viljelyä vajaatuottoisilla turvepelloilla ja käytöstä poistetuilla turvetuotantoalueilla. Viljely saattaa vaatia pohjaveden säätöä ja/tai lannoitusta. Lisäksi työpaketin yhteydessä arvioidaan tuotannon ilmasto- ja vesistökuormituksia.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 1-B1: Biohiilen raaka-aineen kasvatusta käytöstä poistetuilla turvetuotantoalueilla.

Tehtävä 1-B2: Biohiilen raaka-aineen kasvatusta vajaatuottoisilla turvepelloilla.

Tehtävä 1-B3: Biomassan tuotannon arviointi liiketoimintana, mukaan lukien kuljetuspalvelut biohiililaitokselle.

Tehtävä 1-B4: Biomassan tuotannon ilmasto- ja vesistö päästöjen arviointi. Biomassatuotannon hiilitase on välttämätön tieto biohiilen kokonaisilmastohyötyä arvioitaessa. Arvioinnissa hyödynnetään olemassa olevaa kenttäaineistoa (Luke).

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset:

Viljelykokeiden avulla saadaan käytännön kokemusta paikallisesti tuotetun non-food biomassan mahdollisuuksista ja skaalautuvuudesta. Riittävä biomassan / raaka-aineen saanti varmistaa taloudellisesti kannattavaa biohiilituotantoa. Onnistunut paikallinen viljelykokeilu on edellytys sille, että biomassan kasvatusta laajenee ja vakiintuu kunta- ja seututasolla, heikentämättä kuitenkaan elintarviketuotantoa. Turvepeltojen biohiilen raaka-aineen tuotanto saattaa onnistua kosteikkoviljelyä, jota pidetään turvepeltojen ilmasto- ja kasvillisuusmuutoksena. Luonnonvarakeskuksen mukaan voidaan saavuttaa huomattavia päästövähennyksiä muuttamalla turvepeltojen viljelykäytäntöjä sellaisiksi, että turpeen hiilivarasto säilyy. Maa- ja metsätalousministeriön mukaan Suomen tavoitteena on saada vähintään 30 000 hehtaarin pinta-ala kosteikkoviljelyyn. Parhaassa tapauksessa biohiili toisi siis ilmastohyötyä paitsi tuotteena eli pitkäaikaisena hiilivarastona myös edistämällä kosteikkoviljelyä.

OSATEHTÄVÄ C. HYÖDYNNETTÄVISSÄ OLEVAT SIVUVIRRAT JA BIOMASSAT

Toteuttajat: OY, Oamk, Utajärven kunta, VY

Aikataulu ja laajuus: 09.2023-08.2026, Oamk 16 htkk, OY(ECE) 9 htkk, Utajärven kunta 5 htkk, VY x htkk

Kuvaus: Osatehtävän C aikana selvitetään alueella syntyvien sivuvirtojen ja biomassojen saatavuus ja koostumus sekä hyödyntämispotentiaali paikallisessa bio- ja hydrohiilen tuotannossa. Selvityksen kohteena ovat metsä- ja maataloudessa syntyvät sivuvirrat, biokaasun valmistuksessa syntyvä mädätysjäätös, sahateollisuuden puuperäinen jättemateriaali, puutarhajäte, rakentamisesta syntyvä purkupuu, ligniini, levät, ruokohelmi, järviruoko ja hamppu. Maa- ja metsätaloudessa syntyviä sivuvirtoja ovat mm. hakkuutähteet, viljakasvien viljelystä syntyvä olki, viherkesannossa syntyvä biomassa, lanta tai sen mädätysjäätös sekä ylijäämä- ja pilaantunut rehu. Selvityksen mukaan ylijäämärehua on mahdollista saada etenkin nurmikasveista. Myös luonnonhoitopellot ja suojakaistat tarjoavat biomassaa biohiilen tuotantoon joko sellaisenaan tai mädätysjäätöksenä. Jätekeskuksiin kertyy vuosittain merkittäviä määriä puutarhajätettä sekä rakentamisesta syntyvää purkupuuta.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 1-C1: Sivuvirtojen ja biomassan saatavuuden kartoitus. Tehtävässä kartoitetaan määrinä ja suuntaa-antavina sijainteina soveltuvan raaka-aineen potentiaalia riittävyttä ja kilpailutilannetta.

Tehtävä 1-C2: Sivuvirtojen ja biomassan esikäsittely- ja varastointitarpeen kartoitus sekä toiminnan vaatiman luvituksen selvittäminen.

Tehtävä 3-C3: Mikrolevämassan tuottaminen hydrohiilen valmistukseen. Mikrolevien (esim. *Chlorella Sorokiniana*) kasvatuksessa käytetään ravinnepitoisia jätevesiä (esim. panimovedet) ja analysoidaan mikrolevän ominaisuudet. Saadusta levämassasta poistetaan liika vesi, jonka jälkeen massaa käytetään hydrohiilen valmistuksen raaka-aineena.

Tehtävä 1-C4: Sivuvirtojen ja biomassan koostumuksen kartoitus. Tehtävän yhteydessä selvitetään erityisesti mahdollisten haitta-aineiden määrät biohiilen valmistukseen soveltuvista raaka-aineista.

Tehtävä 1-C5: Hyödyntämispotentiaalin ja liiketoiminnan kannattavuuden selvittäminen

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset:

Tavoitteena on selvittää hiilituotteiden valmistukseen käytettävissä olevien sivuvirtojen ja biomassan määrä sekä rajoitteet eri raaka-aineiden käytölle (mm. haitta-aineet, lainsäädäntö). Työpaketissa selvitetään myös raaka-aineiden hankinnan korjuuketjut ja niiden ansaintalogiikka. Tuloksena saadaan kattava selvitys eri raaka-aineiden koostumuksista, hyödyntämispotentiaalista sekä mahdollisista käytön haasteista.

TP2: VALMISTUS JA TUOTTEET

Toteuttajat: OY (ECE, MET), Luke, Utajärven kunta

Työpaketin vetäjä: OY, Aki Koskela

Aikataulu ja laajuus: 10.2023-08.2026, 124 htkk

OSATEHTÄVÄ A. BIO- JA HYDROHIILEN VALMISTUS

Toteuttajat: OY (ECE, MET)

Aikataulu ja laajuus: 10.2023-08.2026, OY(ECE) 21 htkk, OY(MET) x htkk

Kuvaus: Hiilituotteiden valmistus laboratoriomittakaavassa toteutetaan pyrolyysillä ja hydrotermisellä karbonoinnilla (HTC); valmistuksen aikana kerätään näytteitä muodostuneista nesteistä sekä seurataan prosesseissa syntyviä kaasuja. Tuotannon aikana kerätään prosessidataa, jota hyödynnetään digitaalisen kaksosen kehittämisessä. Hiilituotteiden kemiallinen ja fysikaalinen laatu analysoidaan ja tulosten perusteella valitaan sopivimmat hiilet sovelluksiin.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 2-A1: Biohiilen valmistus pyrolyysillä; olosuhteiden optimointi ja tuotteen laadun arviointi

Tehtävä 2-A2: Hydrohiilen valmistus HTC-menetelmällä; olosuhteiden optimointi ja tuotteen laadun arviointi

Tehtävä 2-A3: Hiilituotteiden ominaisuuksien optimointi sovellustietojen perusteella

Tehtävä 2-A4: Pyrolyysiprosessidatan keräys digitaalisen kaksosen kehittämistä varten

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena on löytää raaka-aineen ominaisuuksien, esikäsitteilyolosuhteiden ja valmistuksen yhteydet ja vaikutukset tuotteen ominaisuuksiin. Lisäksi työpaketissa kerätään dataa digitaalisen kaksosen kehittämisen perustaksi. Tulosten perusteella valitaan optimaaliset raaka-aineet ja valmistusolosuhteet parhaan lopputuotteen saavuttamiseksi.

OSATEHTÄVÄ B. AKTIIVIHIILEN VALMISTUS

Toteuttajat: OY (ECE, MET)

Aikataulu ja laajuus: 10.2023-08.2026 OY(ECE) 13 htkk, OY(MET) x htkk

Kuvaus: Osatehtävässä jalostetaan bio- ja hydrohiiliä aktiivihieksi, joiden avulla voidaan vastata jätevedenpuhdistuksen tarpeisiin sekä nostaa hiilituotteiden arvoa. Valmistukseen valitaan raaka-aineista ja hiilituotteista saatavan datan perusteella soveltuvimmat raaka-aineet ja valmistusmenetelmät. Aktiivihieiden käyttöä tutkitaan jätevesien puhdistuksessa työpaketissa TP3 ja niiden toiminta perustetaan materiaalien tarkkaan karakterisointiin.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 2-B1: Aktiivihieiden valmistus (terminen ja kemiallinen aktivointi) ja karakterisointi

Tehtävä 2-B2: Valmistuksen kustannusten ja kustannustehokkuuden selvitys

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena on löytää menetelmät ja soveltuvimmat sivuvirrat raaka-aineet aktiivihieiden valmistukseen, joka toimii tehokkaasti vedessä olevien haitta-aineiden poistossa. Hiilituotteiden valmistuksen kustannusten jakautuminen ja kustannustehokkuuden parantamismahdollisuudet selvitetään.

OSATEHTÄVÄ C. METALLURGISEN BIOHIILEN VALMISTUS JA OMINAISUUKSIEN MÄÄRITYS

Toteuttaja: OY/MET

Aikataulu ja laajuus: 09.2023-12.2025 (37 htkk); hiilen ominaisuuksien määrittäminen 10.2025-08.2026 (16 htkk)

Kuvaus: Osatehtävässä valmistetaan metallurgisiin prosesseihin soveltuvaa biohiiltä. Biohiilen käyttö metallurgisessa teollisuudessa on ilmastovaikutukseltaan neutraalia, kun taas nykyisin käytössä olevan fossiilisen hiilen vaikutus on negatiivinen ilmakehään vapautuvan hiilen vuoksi. Biohiilen metallurgisen käytön onnistumiseksi, on hiilen ominaisuuksien vastattava metallurgisen koksen ominaisuuksia. Osatehtävässä tutkitaan valmistettujen biohielten rakennetta ja muita ominaisuuksia kokeellisesti (mm. kaasuuntumisreaktiivisuus), mikä auttaa ymmärtämään mahdollisia eroja biohielten ja metallurgisen koksen ominaisuuksien välillä. Metallurgista koksia käytetään referenssimateriaalina. Työpaketissa määritetään

optimaaliset pyrolyysiolosuhteet, joilla saavutetaan mahdollisimman hyvä saanto, korkea hiilipitoisuus ja rakenteellisesti järjestäytyneet hiili. Agglomerointimenetelmän ja sideaineen valinnalla muokataan hiilituotteen ominaisiheyttä, mekaanista kestävyyttä ja kaasuuntumisreaktiivisuutta.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 2-C1: Biomassojen pyrolysointiominaisuuksien karakterisointi

Tehtävä 2-C2: Metallurgisen hiilen agglomerointi

Tehtävä 2-C3: Metallurgisten biohiilten kaasuuntumisreaktiivisuus

Tehtävä 2-C4: Metallurgisten biohiilten puristuslujuus

Tehtävä 2-C5: Metallurgisten biohiilten rakenne

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena on valmistaa metallurginen biohiilituote, joka on ominaisuuksiltaan (kaasuuntumisreaktiivisuus, lujuus ja ominaisiheys) vertailukelpoinen metallurgiseen, fossiilisista lähteistä tuotettuun hiileen. Saavutetut tulokset auttavat ymmärtämään agglomerointimenetelmän, pyrolysointilämpötilan ja sideaineen valinnan vaikutuksia biohiilituotteen rakenteellisiin ominaisuuksiin ja rakenteellisten ominaisuuksien vaikutuksen biohiilituotteen kaasuuntumisreaktiivisuuteen ja mekaaniseen lujuuteen.

OSATEHTÄVÄ D. DIGITAALINEN KAKSONEN

Toteuttaja: OY (ECE, MET)

Osatehtävän vetäjä: OY/Mika Ruusunen

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 08.2026, OY(ECE) 14 htkk, OY(MET) x htkk

Kuvaus: Tehtävä sisältää pyrolyysiprosessin mallin kehittämisen prosessin energiatehokkuuden maksimointiin tuotteen korkeasta laadusta tinkimättä. Lisäksi mallinnetaan biohiilituotteiden hiilensidontakykyä maaperässä, perustuen kerätyihin mittausaineistoihin. Työpaketissa sovelletaan uusinta tietoa datapohjaisten mallirakenteiden hyödyntämisestä prosessien energiatehokkuuden nostoon ja hiilen maaperään sitoutumisen arviointiin.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 2-D1: Hiilituotteen valmistusprosessin identifiointi ja mallinnus (09.2023 - 12.2024)

Tehtävä 2-D2: Ennustava prosessin energiatehokkuuden optimointi simuloimalla (01.2025 - 06.2025)

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena ja tuloksena on matemaattinen malli hankkeessa sovelletusta biohiilen valmistusprosessista sekä mallin käyttö valmistusprosessin optimointiin energiatehokkuuden näkökulmasta simuloimalla.

OSATEHTÄVÄ E. NESTEMÄISET JA KAASUMAISET JAKEET

Toteuttaja: OY (ECE, MET), Luke, Utajärven kunta

Aikataulu ja laajuus: 11.2023–08.2026 OY (ECE) 22 htkk, OY(MET) x htkk, Luke x htkk, Utajärven kunta 1 htkk

Kuvaus: Työpaketissa selvitetään hiilen valmistuksessa syntyvien nestemäisten ja kaasumaisten jakeiden koostumusta ja haetaan saadun tiedon perusteella hyötykäyttömahdollisuuksia. Erilaisten valmistusolosuhteiden vaikutukset jakeiden laatuun ja käytettävyyteen arvioidaan.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 2-E1: Nestemäisten jakeiden koostumuksen selvittäminen

Tehtävä 2-E2: Pyrolyysikaasumittaukset, koostumuksen ja virtausmäärien selvittäminen. Tehtävä voidaan toteuttaa sekä laboratoriomittakaavan tuotannossa, että yhteistyössä yritysten kanssa.

Tehtävä 2-E3: Nestemäisten ja kaasumaisten jakeiden hyötykäyttövaihtoehtojen selvittäminen koostumuksen, määrän, lämpötilan ym. ominaisuuksien perusteella.

Tavoitteet/Saavutettavat tulokset: Tavoitteena on selvittää nestemäisten jakeiden koostumus ja sitä kautta hakea uusia potentiaalisia hyötykäyttökohteita nestemäisille jakeille. Nestejakeiden laatu ja koostumus riippuu käytetyistä raaka-aineista ja prosessiolosuhteista. Lisätiedon saaminen näistä riippuvuuksista on nesteiden jatkokäytön kannalta oleellista. Kaasumaisten jakeiden hyötykäyttöä tarkastellaan ensin energian hyödyntämisen kannalta. Kaasun koostumus selvitetään ja arvioidaan muodostuvien kaasujen määrä

tuotettua biohiilimäärää kohden. Tämän tiedon perusteella voidaan arvioida kaasun hyötykäyttö- ja käsittelytarpeita, mutta tietoa käytetään myös prosessien kestävyysarvioinnissa.

TP3: KÄYTTÖSOVELLUKSET

Toteuttajat: Luke, OY, Oamk

Työpaketin vetäjä: Luke, Lea Hiltunen

Aikataulu ja laajuus: 10.2023-8.2026, 74 htkk

OSATEHTÄVÄ A. JÄTEPOHJAISTEN HIILITUOTTEIDEN POTENTIAALI MAANPARANNUSAINEENA

Toteuttaja: Luke

Aikataulu ja laajuus: 9.2023-12.2025, Luke 10 htkk

Kuvaus: Biohiilten fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet vaihtelevat paljon raaka-aineen, tuotantoprosessin lämpötilan ja jälkikäsittelyn mukaan, ja ne määräävät niiden soveltuvuuden eri käyttökohteisiin. Kasvintuotannossa maanparannusaineena käytettävän biohiilen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat sen veden- ja ravinteidenpidätyskyky sekä puhtaus haitta-aineista. Työpaketissa tehdään kasvatuskaappikokeita, joissa seurataan kasvualustaan lisättyjen biohiilten vaikutuksia valittujen kasvilajien kasvuun ja tautikestävytyteen. Hiilituotteet valitaan TP2:ssa toteutettavien analyysien perusteella, ja referenssinä käytetään kaupallista ominaisuuksiltaan maanparannukseen sopivaa biohiilivalmistetta.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 3-A1: Kasvatusalustana käytettävän peltomaan hankinta.

Tehtävä 3-A2: Biohiilituotteiden ja kasvilajien valinta kasvatuskaappikokeisiin.

Tehtävä 3-A3: Biohiilten kasvuaikutusten selvittäminen erilaisilla kasvilajeilla.

Tehtävä 3-A4: Biohiilten vaikutusten testaus valittujen kasvitautien esiintymiseen.

Tavoitteet ja tulokset: Tavoitteena on tuottaa tietoa eri tuotantomenetelmillä ja erilaisista jätemateriaaleista valmistettujen biohiilituotteiden vaikutuksista erilaisten kasvilajien kasvuun ja varmistaa tuotteiden haitattomuus. Lisäksi saadaan uutta tietoa jättepohjaisen biohiilen mahdollisista kasvua edistävästä ja tautien kehittymistä ehkäisevistä ominaisuuksista. Tulosten avulla hiilituotteiden valmistusta voidaan ohjata haluttuun suuntaan.

OSATEHTÄVÄ B. HIILITUOTTEIDEN PITKÄAIKAISVAIKUTUKSET KASVIEN KASVUUN, KASVITAUTEIHIN JA HIILEN SIDONTAAN

Toteuttajat: Luke, OY(ECE)

Aikataulu ja laajuus: 1.2024–8.2026, Luke 21 htkk, OY(ECE) x htkk

Kuvaus: Biohiilen käytöstä maanparannusaineena ja sen vaikutuksista maaperän ominaisuuksiin sekä mikrobiaktiivisuuteen on olemassa tutkittua tietoa (Gul, ym. 2015), mutta biohiilituotteiden vaikutuksia kasvitauteihin on tutkittu vähän. Lisäarvon saaminen pidemmän aikavälin kasvinterveysvaikutuksista voisi lisätä biohiilen käyttöönoton kannattavuutta. Osatehtävässä B hyödynnetään vuonna 2022 Lumijoelle perustettua monivuotista peltokoetta, joka sisältää purkupuu- ja puutarhajättepohjaiset biohiilet sekä kuusipohjaisen kaupallisen kontrollihiilen (10 t/ha) ja käsittelemättömän kontrollin. Peltokokeessa selvitetään biohiilituotteiden vaikutusta perunan kasvuun, kehitykseen ja kasvitautien esiintymiseen sekä maaperän hiilidioksidipäästöihin, kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 3-B1: Peltokokeen havainnointi (kasvuston kehitys, tautien esiintyminen), sadonkorjuu ja sadon määritykset (kokojakauma, tärkkelys, ravinnesisältö, ulkoinen laatu sisältäen tautivioitukset) vuosittain.

Tehtävä 3-B2: Maanäytteiden otto ennen kokeen perustamista ja sadonkorjuun jälkeen.

Tehtävä 3-B3: Kemiallisten analyysien teettäminen ostopalveluna (maan orgaaninen aines, hiili, viljavuus).

Tehtävä 3-B4: Maan mikrobiston määrittäminen vuosittain.

Tehtävä 3-B5: Maan terveyttä indikoivien sukkulamatojen määräitys (kaksi kertaa kasvukausilla 2024 ja 2025) ja lierojen määräitys syksyllä 2025.

Tehtävä 3-B6: Säännölliset CO₂:n mittaukset kasvukausien 2024, 2025 ja 2026 aikana. Lisäksi muiden kasvihuonekaasujen mittaukset lyhyinä mittausajanjaksoina OY:n toimesta.

Tehtävä 3-B7: Kasvuston monitorointi ilmasta käsin.

Tavoitteet ja tulokset: Tavoitteena on tuottaa uutta tietoa jätepohjaisten biohiilituotteiden soveltuvuudesta peltoviljelyyn ja erityisesti niiden vaikutuksista perunan kasvuun, kehitykseen, satoon ja kasvitautien ilmenemiseen normaaleissa tuotanto-olosuhteissa. Lisäksi saadaan tietoa hankkeessa tuotettujen biohiilituotteiden vaikutuksesta maan kasvukuntoon, eliöyhteisöön ja maaperän hiilen sitomiskykyyn.

OSATEHTÄVÄ C. NESTEMÄISTEN JAKEIDEN POTENTIALI BIOSTIMULANTTIKÄYTTÖSSÄ JA MUU KÄYTTÖ

Toteuttaja: Luke

Aikataulu ja laajuus: 10.2023-12.2025, Luke 14 htkk

Kuvaus: Kaikille hiilituotteiden valmistuksessa syntyville sivuvirroille on löydettävä käyttökohteet, jotta tuotanto saadaan kannattavaksi sekä taloudellisesta että ympäristöllisestä näkökulmasta. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan biohiilituotannon sivuvirtana syntyvillä nestejakeilla (pyrolyysineste/puuetikka) voi olla kasvien kasvua ja terveyttä edistäviä vaikutuksia käytettäessä riittäviä laimennoksia (Zhu et al. 2021). Hydrohiilen tuotannon yhteydessä syntyvästä nestejakeesta ja sen hyödynnyksestä biostimulanttina ei löydy tutkimusta. Kyseiset nesteet sisältävät kuitenkin monia samoja yhdisteitä kuin pyrolyysinesteet ja jo valmiiksi laimennetussa muodossa. Osatehtävässä C selvitetään 8-15 bio- ja hydrohiilituotannon sivuvirtana syntyneen nestejakeen potentiaali biostimulanttina 2-3 kasvilajilla Luken kehittämää testausalustaa hyödyntäen (<https://www.luke.fi/fi/projektit/biolantti>). Tutkituista nestejakeista valitaan 2-3 potentiaalisinta peltomittakaavan testeihin.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 3-C1: Testattavien nestejakeiden valinta Osatehtävässä TP2-E tehdyn karakterisoinnin tulosten perusteella.

Tehtävä 3-C2: Laboratorio-/kasvihuonetestaus: 8-5 nestejakeen biostimulanttipotentiaalin selvitys (vaikutus kasvien kasvuun ja stressin sietokykyyn).

Tehtävä 3-C3: Peltokoe Luke Jokioisilla 2-3 potentiaalisimmalla tuotteella (2024 ja 2025).

Tehtävä 3-C4: Nestemäisten jakeiden muiden käyttökohteiden selvitys.

Tavoitteet ja tulokset: Tavoitteena on tuottaa tietoa eri tuotantomenetelmillä ja erilaisista jätemateriaaleista valmistettujen hiilituotteiden valmistuksen yhteydessä syntyvien nestejakeiden potentiaalista edistää kasvien kasvua haastavissa olosuhteissa. Tehtävien 3-C1 ja 3-C2 tulokset yhdistämällä pyritään saamaan tietoa siitä, mitkä yhdisteet ovat biostimulanttivaikutuksen takana.

OSATEHTÄVÄ D: HIILITUOTTEIDEN KÄYTTÖ VEDENPUHDISTUKSESSA

Toteuttajat: OY (CPE ja ECE)

Aikataulu ja laajuus: 09.2023-08.2026, OY(CPE) x htkk, OY(ECE) 15 htkk

Kuvaus: Tavoitteena on testata hiilituotteita adsorbenttimateriaaleina erilaisissa vedenpuhdistussovelluksissa, kuten metallien, ravinteiden tai orgaanisten haitta-aineiden poistoon jätevesistä. Hiilituotteita testataan aluksi erilaisten epäpuhtauksien poistoon synteettisistä vesistä. Tämän jälkeen keskitytään epäpuhtauksiin, jotka saadaan parhaiten poistettua eri hiililaaduilla. Selvitetään mm. annoksen, epäpuhtauden konsentraation, kontaktiajan ja pH:n vaikutusta yhdisteiden adsorptioon. Lisäksi selvitetään adsorptiomekanismia erilaisilla karakterisointitekniikoilla kuten FTIR ja XPS. Lopuksi lupaavimpia tuotteita testataan oikeiden jätevesien käsittelyyn.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 3-D1: Mikroleväpohjaisten hydrohiiltien testaus vedenpuhdistuksessa.

Tehtävä 3-D2: Aktiivihiilen käyttö veden puhdistuksessa

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset:

Tavoitteena on selvittää miten erilaiset hiilituotteet toimivat veden puhdistuksessa, erityisesti mikä on raaka-aineen ja tuotantoprosessin vaikutus erilaisten epäpuhtauksien poistoon vedestä. Lisäksi saadaan tietoa miten levien ominaisuudet (biokemiallinen koostumus) vaikuttaa hydrohiilten ominaisuuksiin (funktionaaliset ryhmät, pinta-ala, huokoskokojakauma, jne.).

OSATEHTÄVÄ E. HIILITUOTTEET METSÄEKOSYSTEEMISSÄ JA MAANKÄYTÖN MUUTOKSISSA

Toteuttaja: Oamk, Utajärven kunta

Aikataulu ja laajuus: 1.4.2024 - 31.8.2026, Oamk 12 htkk, Utajärvi kunta 2 htkk

Kuvaus: Tehtävässä pilotoidaan hiilituotteiden vaikutuksia metsäekosysteemissä ja maankäytön muutoksissa esimerkiksi tuulivoimarakentamisen alueilla.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 3-E1: Pilotoinnit metsäekosysteemissä

Tehtävä 3-E2: Pilotoinnit tuulivoimaloiden viherrakentamisessa

Tehtävä 3-E3: Pilotoinnit mahdollisissa muissa käyttökohteissa

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Vaikka hankkeen toteutusaikana ei nähdä pitkän aikavälin muutoksia hiilen vaikutuksista metsän kasvussa, metsäekosysteemissä tai esimerkiksi maankäytön muutoksen aiheuttamien metsäkatovaikutusten lyhentämisessä, voidaan tehtävän pilotoinnissa saada viitteitä hiilen vaikutuksesta metsäekosysteemiin ja rakennettujen alueiden viherryttämiseen.

TP4: MARKKINAT

Toteuttajat: VY, OY (Tuotantotalous)

Työpaketin vetäjä: VY, Ville Tuomi

Aikataulu ja laajuus: 1.9.2023-31.8.2025, 46 htkk

OSATEHTÄVÄ A. BIOHIILEN ARVOKETJUT JA EKOSYSTEEMI, TAPAUSTUTKIMUS

Toteutus: OY (Tuta)

Aikataulu ja laajuus: 1.9.2023 – 31.8.2025, OY(Tuta) 34 htkk

Kuvaus: Markkinoiden kehittymiseen vaikuttavat voimakkaasti poliittisiin päätöksiin perustuvat säädökset (direktiivit ym.) ja sääntely. Niiden kehittymistä voi tutkia asiantuntijahaastattelujen ja dokumenttien analysoinnin avulla. Tällöin selviää regulaation vaikutuksia liiketoimintaan: mitä mahdollisuuksia se tuo ja mitä se rajoittaa tai estää. Biohiilen arvoketjuja ja ekosysteemiä selvitetään tapaustutkimuksilla.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 4-A1: Arvioidaan hankkeessa kehitettyjen liikeideoiden potentiaalia. Yhtenä potentiaalisena tutkimus-casena biohiilellä rikastetun puutaimipotin arvoketju.

Tehtävä 4-A2: Konseptoidaan valittua biohiiliekosysteemiä. Kehitetään skaalautuva konsepti valittuun case-ratkaisuun.

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena on selvittää markkinatilanne, sekä määrittää prosessimaisesti syntyneiden biohiilikonseptien arvoketjut ja ekosysteemi erityisesti pk-yritysten kannalta. Valitun biohiilikonseptin arvoketjut ja siihen tarvittavat toimijat sekä biohiiliekosysteemin toimintamalli, sekä kuvaus markkinoista ja liiketoimintamahdollisuuksista erityisesti pk-yritysten kannalta.

OSATEHTÄVÄ B. MARKKINOIDEN KEHITTYMINEN KOKONAISUUTENA

Toteuttaja: VY

Aikataulu ja laajuus: 1.9.2023 - 31.8.2025, VY 12 htkk

Kuvaus: Markkinoiden kehittymiseen vaikuttavat voimakkaasti poliittisiin päätöksiin perustuvat säädökset (direktiivit ym.) ja sääntely. Niiden kehittymistä voi tutkia asiantuntijahaastattelujen ja dokumenttien

analysoinnin avulla. Tällöin selviää, mitä regulaatioon vaikutuksia liiketoimintaan: mitä mahdollisuuksia se tuo ja mitä se ehkä estää.

Toimenpide B1: Arvioidaan miten regulaatio kehittyy eri tuotteissa (biohiili, hydrohiili, aktiivihiili, nesteet, kaasumaiset tuotteet). Tähän kuuluu poliittisia päätöksiä, päästökauppaa ja säädöksiä (direktiivit ym.) koskeva kartoitus.

Toimenpide B2: Arvioidaan millaista kysyntää tuotteille on esim. maa- ja metsätaloudessa ja vedenkäsittelyssä

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Työpaketin tavoitteena on selvittää hiilituotteiden markkinoiden kehittyminen suomalaisten yritysten näkökulmasta. Työpaketin tuloksena saadaan kuvaus markkinoiden kehittämisestä ja niiden vaikutuksista liiketoimintaan erityisesti pk-yritysten kannalta.

TP5: KESTÄVYYS (ml. Hiilen sitoutuminen)

Toteuttaja: OY, VY, Luke, Oamk, MSL, UK

Työpaketin vetäjä: OY(ECE)

Aikataulu ja laajuus: 01.2024–08.2026, 53 htkk

OSATEHTÄVÄ A. HIILITUOTTEIDEN VALMISTUKSEN JA KÄYTÖN KESTÄVYYDEN ARVIOINTI

Toteuttaja: OY, VY, Luke, Oamk, MSL, UK

Aikataulu ja laajuus: 01.2024–08.2026, OY(ECE) 12 htkk, Utajärven kunta 1 htkk, VY x htkk, Luke x htkk, Oamk x htkk, MSL x htkk

Kuvaus: Hankkeessa kehitettävien hiilituotteiden tulee olla taloudellisesti, ympäristöllisesti ja sosiaalisesti kestäviä. Hankkeessa valmistettujen tuotteiden kokonaiskestävyyttä arvioidaan monikriteerimenetelmällä (MCA). Arvioinnissa huomioidaan hiilituotteiden raaka-aineet, valmistusmenetelmät sekä valitut käyttökohteet. MCA-menetelmä mahdollistaa esimerkiksi valmistusmenetelmien kokonaiskestävyyden alustavan ja luotettavan arvioinnin ennen kuin täyden mittakaavan tuotanto on käynnissä. Arvioinnissa käytettävää dataa saadaan hankkeen aikana tehdyistä laboratoriomittakaavan kokeista, datapankeista, kirjallisuudesta, skenaariomallinnuksesta ja asiantuntijoilta saatavaa kvantitatiivista ja kvalitatiivista tietoa.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 5-A1: Tiedon kerääminen monikriteeriarvioinnin toteuttamiseksi

Tehtävä 5-A2: Monikriteerimenetelmän kriteerien määrittely tutkittaviin kohteisiin

Tehtävä 5-A3: Kestävyyden arviointi ottaen huomioon raaka-aineet, valmistusmenetelmät sekä sovelluskohteet.

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Kestävyyden arvioinnin tavoitteena on selvittää, mikä hiilituotteen valmistustapa ja sovelluskohde on taloudelliselta, ympäristölliseltä ja sosiaaliselta kannalta kestävin vaihtoehto. Kestävyyden arvioinnin perusteella voidaan antaa suosituksia oikeanlaisten raaka-aineiden ja prosessien valitsemiseksi. Huolellinen kestävyyden arviointi on tae kestävällä pohjalla olevien uusien ratkaisujen löytämiseksi Suomen ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi.

OSATEHTÄVÄ B. HIILEN SITOUTUMISMALLIN KEHITTÄMINEN

Toteuttaja: OY(ECE), LUKE

Aikataulu ja laajuus: 09.2024 - 08.2026, OY(ECE) 8 htkk

Kuvaus: Tehtävät sisältävät hiilen sitoutumisen keston ja määrän arvioinnin malli- ja simulointipohjaisesti pitkän aikavälin ennusteina. Simulointitietoja käytetään kestävyysarvioinnin lähtötietoina biohiilen stabiilisuusominaisuuksista maaperässä ajan kuluessa. Tehtävissä hyödynnetään hankkeen aikana kerättyä mittaussaineistoa peltokokeista, sekä aiemmin kehitettyä mallipohjaista menetelmää tarkoitukseen sovellettuna.

Toimenpiteet/tehtävät:

Tehtävä 5-B1: Hiilen sitoutumismallin sovittaminen hankkeen mittaussaineistoon (09.2024 - 09.2025)

Tehtävä 5-B2: Mallinnuksen validointi ja demonstrointi (09.2025 - 08.2025)

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Hankkeessa kerättävän mittausaineiston soveltuvuutta hiilen sitoutumismallin lähtötiedoiksi tarkastellaan. Tehtäviin kuulu mallin hyvyyden arviointi simuloimalla mittausaineiston perusteella. Lisäksi demonstroidaan kyseistä simulointimallia maaperän hiilensidontakyvyn arvioimiseksi.

OSATEHTÄVÄ C. HIILEN PÄÄSTÖKAUPPAMAHDOLLISUUKSIEN TARKASTELU

Toteuttajat: Oamk, Utajärven kunta

Aikataulu ja laajuus: 01.2024-06.2026, Oamk 30 htkk, Utajärven kunta 2 htkk

Kuvaus: Biohiilen laajempi käyttö on lupaava keino ylläpitää ja vahvistaa maankäyttösektorin hiilinieluja ja –varastoja niin lyhyellä kuin pitkällä aikavälillä. Biohiilellä voi olla kasvava merkitys hiilidioksidin päästöjen kompensaatiossa ja erityisesti päästökaupassa sen suoraviivaisen konkreettisen todentamisen kautta. Tässä osatehtävässä tarkastellaan tuotetun biohiilen ilmastovaikutuksia ja sen mahdollisuuksia kasvihuonekaasujen vapaaehtoisessa päästökaupassa.

Toimenpiteet /tehtävät:

Tehtävä 5-C1: Biohiilen ilmastovaikutusten arviointi

Tehtävä 5-C2: Biohiili päästökaupassa

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Osatehtävän tavoitteena on arvioida millaiset nettovaikutukset biohiilellä on kasvihuonekaasupäästöihin ja miten biohiilen vapaaehtoinen päästökauppa voidaan toteuttaa. Tuloksena saadaan kasvihuonekaasupäästöjen vapaaehtoisen kompensaaation malli.

TP6: TIEDOTUS

Toteuttajat: Utajärven kunta, Oamk, Maaseudun Sivistysliitto, OY, Luke, VY

Työpaketin vetäjä: Utajärven kunta, Thomas Virta

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 08.2026, 37 htkk

Tiedotuksen toteuttamiseksi hankkeelle muodostetaan säännöllisesti kokoontuva tiedotustiimi, joka vastaa hankkeen näkyvyydestä alueella. Tiedotustiimiin kuuluu jäsen jokaisesta organisaatiosta sekä hankkeen koordinaattori. Tiedotus vastaa hankkeen ulkoisesta tiedotuksesta, kuten verkostoitumisesta, hankesivujen ylläpidosta sekä blogien ja lehtiartikkelien julkaisemisesta.

OSATEHTÄVÄ A. JULKAISUT, VIESTINTÄ JA KOMMUNIKAATIO

Toteuttajat: Utajärven kunta, Oamk, Maaseudun Sivistysliitto, OY, Luke, VY

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 08.2026, Utajärven kunta 10 htkk, Oamk 9 htkk, OY(ECE) 2 htkk, Luke x htkk, VY x htkk, MSL x htkk

Kuvaus: Tiedotteet, lehtiartikkelit ja infotilaisuudet suunnataan sekä paikallisille asukkaille että yrityksille erikseen laadittavan viestintäsuunnitelman mukaisesti. Viestintä tukee hanketulosten hyvää saavutettavuutta ja laajaa soveltamista. Viestinnässä huomioidaan kohderyhmien tarpeet. Esimerkiksi yrityksille viestitettäessä talousnäkökulman huomioiminen on hyvin tärkeä, kuten myös työpajojen kautta välitettävä käytännön osaaminen. Lehtiartikkeleissa (paikallislehdet Tervareitti ja Kotipitäjä, Kaleva jne.) ja some –postauksissa puolestaan voidaan tuoda esille myös yleisiä biohiileen liittyviä asioita, mukaan lukien biohiilen ilmastohyödyt ja sen merkitys paikallisen elinvoiman kannalta. Infotilaisuudet palvelevat paitsi ulkoista viestintää myös hankeorganisaatioiden sisäistä viestintää. Hankkeen esittely alan tilaisuuksissa (esim. Pohjois-Pohjanmaan ilmastokahvit) on myös keskeinen viestintäkanava. Hankkeelle luotavilla nettisivuilla julkaistaan hankkeen tulosten tiivistelmiä ja tuloskoosteita, joissa käytetään selkeää ja ymmärrettävää kieliasua. Julkaistavissa materiaaleissa pyritään mahdollisimman hyvään saavutettavuuteen. Tiedotukseen liittyviä toimenpiteitä toteutetaan säännöllisesti koko hankkeen ajan ja tiedotusta painotetaan erityisesti hankkeen alussa ja lopussa.

Tehtävä 6-A1: Viestintäsuunnitelman laadinta seuranta ja ylläpito

Tehtävä 6-A2: Tiedotusmateriaalien luonti yhteistyössä hankkeen koordinaation kanssa (mm. hanke-esitteet, esitykset, posterit)

Tehtävä 6-A3: Yleistietoa biohiilestä sisältävien tiivistelmien ja tuloskoosteiden julkaisut: liiketoimintamahdollisuudet, paikalliset edellytykset biohiilen raaka-aineiden tuotannolle ja biohiilen käytölle, ilmastohyödyt / päästökompensointi jne.

Tehtävä 6-A4: Hankkeen tulosten esittely lehtiartikkeleissa, painopisteenä paikallislehdet. Hankkeen esittely alan tilaisuuksissa. Painopisteenä julkaisuissa tulosten merkitys kunta- ja seututasolla.

Tehtävä 6-A5: Sähköinen viestintä: somejulkaisut, hankesivujen luonti ja ylläpito

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Monipuolisen viestinnän kautta tuodaan biohiili laajempaan tietoon, mikä on edellytys biohiilen tuotantoketjun muodostamiseen. Alan toimijoiden lisäksi myös paikallisväestö tulee tietoiseksi biohiilen mahdollisuuksista osana vihreää siirtymää talous- ja ilmastohyötyineen. Maastokäynnit biomassan kasvatuskoealueilla sekä biohiilen käytön sovelluskohteilla ovat keskeinen osa viestintätöitä. Alan toimijoille suunnatut työpajat puolestaan välittävät monipuolista osaamista ja edistävät verkostoitumista. Työpajoja on tarkoitus järjestää biohiilen tuotannosta, biohiilen raaka-ainetuotannosta ja biohiilen hyödyntämisestä. Viestintä tuo hankkeen toimijoille mahdollisuuden brändätä itseään vastuullisina toimijoina. Tämä nostaa aleen vetovoimaa uusille asukkaille ja yrityksille. Hankkeen tuloksia esitellään julkisesti myös Oulun yliopiston järjestämissä tilaisuuksissa, kuten tutkijoiden yö ja tekniikan torstait.

OSATEHTÄVÄ B. VERKOSTOITUMINEN, PK-YRITYSTEN NEUVONTA JA KEHITTÄMINEN

Toteuttajat: Utajärven kunta, Oamk, Maaseudun Sivistysliitto, OY, Luke, VY

Aikataulu ja laajuus: 09.2023 - 08.2026, Utajärven kunta 6 htkk, Oamk 9 htkk, OY(ECE) 1 htkk, Luke x htkk, VY x htkk, MSL x htkk

Kuvaus: Hankkeesta saatuja kokemuksia ja tuloksia hyödynnetään jo hankkeen aikana sekä sen päätyttyä neuvonta- ja kehittämistyössä. Tavoitteena on saada kilpailukykyinen biohiililiiketoiminta alueellamme käyntiin, joka kehittyy edelleen hankkeen päätyttyä.

Tehtävä 6-B1: Infotilaisuuksien, työpajojen ja maastokäyntien organisoiminen. Tapahtumien viestintä kuvin ja tekstein. Avoimen seminaarin järjestäminen hankkeen lopussa.

Tehtävä 6-B2: Yhteistyön vahvistaminen tutkimusorganisaatioiden, yritysten ja muiden alan toimijoiden välillä (esim. peruna-alan yhteistyöryhmät). Aktiivinen tiedotus alan toimijoille mm. seminaarien ja tiedotteiden muodossa (mm. Twitter).

Tehtävä 6-B3: pk- yrityksiin suunnattu, käytännön läheinen viestintä ja neuvonta.

Tavoitteet ja saavutettavat tulokset: Tavoitteena on hankkeen tulosten saattaminen paikallisten pk-yritysten tietoon yhteistyössä paikallisten liiketoiminnan asiantuntijoiden (esim. Utajärven Yrityspuisto Oy) kanssa. Tehokas liiketoiminta vaatii kitkattoman biohiilen tuotantoketjun raaka-aineiden toimittamisesta biohiilen tuotantoon ja sovellukseen. Vuosien 2023–2026 aikana toteutetaan kussakin Pohjois-Pohjanmaan kunnassa biohiiletystyöpajat 2-3 kertaa.

4 Hankkeen aikataulu, toteuttajien roolit, menetelmät, aiempi osaaminen ja riskit

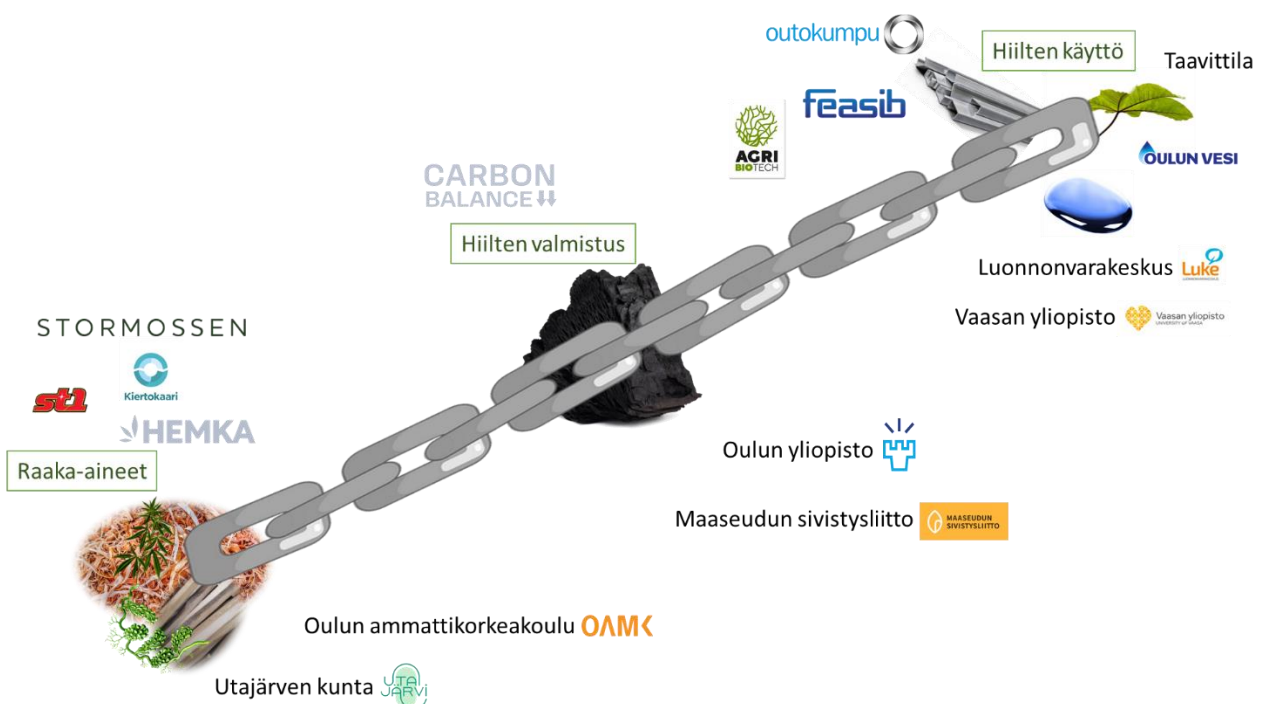
Hankkeen aikataulu

Hankkeen toteutus on suunniteltu kolmivuotiseksi, painottuen ensimmäiselle kahdelle vuodelle. Hankkeen jatkuminen kesän 2026 yli on perusteltua viimeisen peltokokeen loppuunsaattamisen toteuttamiseksi. Raaka-aine biomassan viljelykokeita jatketaan myös kesällä 2026. Työpakettien ja osatehtävien toteutusaikataulu on esitetty suunnitelman lopussa.

Toteuttajien roolit

Hanke toteutetaan ylimaakunnallisena hankkeena. Toteutukseen osallistuvat Oulun yliopisto, Oulun ammattikorkeakoulu, Luonnonvarakeskus, Vaasan yliopisto, Utajärven kunta ja Maaseudun sivistysliitto.

Oulun yliopiston toteuttamat toimenpiteet kohdistuvat pääasiassa hiilituotteiden tuotantoon ja käyttöön, digitaalisen kaksosen ja hiilen sidontamallin kehittämiseen, kestävyden arviointiin sekä biohiilen arvoketjujen ja ekosysteemien selvittämiseen tapaustutkimuksen avulla. Oulun yliopisto toimii myös hankkeen koordinoivana tahona. Oulun ammattikorkeakoulun tehtäviin kuuluvat biohiilen raaka-ainepohjan laajennukseen liittyvät selvitykset ja pilotoinnit, biohiilen käyttösovellusten kokeilut ja pilotoinnit metsäekosysteemissä ja viherrakentamisessa maankäytön muutoksissa, hiilen päästökauppa-mahdollisuuksien kartoitus sekä hankkeen viestintään, tiedotukseen ja raportointiin osallistuminen. Luonnonvarakeskus vastaa tuotteisiin liittyvien viljelykokeiden toteuttamisesta ja kasvinterveysvaikutusten selvittämisestä. Vaasan yliopisto keskittyy hiilituotemarkkinoiden kehittämiseen kokonaisuutena suomalaisten yritysten näkökulmasta. Utajärven kunta vastaa tiedotus-työpaketin etenemisestä yhteydessä mm. hankkeen ulkoisesta tiedotuksesta, verkostoitumisesta ja pk-yritysten neuvonnassa. Lisäksi Utajärven kunta osallistuu viljelykseen sopivien maa-alueiden kartoitukseen ja raaka-aineen viljelykokeisiin. Maaseudun sivistysliiton vastuulla on kuntatason biohiilitiedotus sekä biohiilityöpajojen järjestäminen.



Hankkeessa käytettävät menetelmät

Raaka-aineiden ja tuotteiden laadun määrittämisessä käytetään useita **analyysi- ja karakterisointimenetelmiä**. Kaikki tärkeimmät laitteistot ovat saatavilla Oulun yliopistolla (OY tutkimusinfrastruktuurit) mukaan lukien myös **biohiilen valmistuksessa käytettävä pyrolyysilaitteisto** ja hydrotermisessä karbonoinnissa käytettävä **HTC-painereaktori**. Raaka-aineiden ja tuotteiden analyysissä käytetään esimerkiksi alkuaineanalyysiä (XRF, ICP, CHNSO), elektronimikroskopiaa (SEM, TEM), termogravimetriaa (TGA-DSC), pinta-ala ja huokoskokomäärityksiä (N₂ fysisorptio), röntgendiffraktiota (XRD), happo/emäs ominaisuuksien määrittämistä (TPD-menetelmät), funktionaalisten ryhmien määrittämistä (Boehm-menetelmä, XPS), hydrofobisten/fiilisten ominaisuuksien määrittämistä (esim. kontaktikulmamittaus), FTIR ja Raman -spektroskopiaa, jne.

Digitaalinen kaksosen pyrolyysistä tehdään perustuen aiempaan tutkimustietoon, hankkeen prosessimittauksiin ja asiantuntijatiedon integrointiin samaan mallirakenteeseen. Digitaalisen kaksosen rakentamisessa hyödynnetään myös koesuunnittelua ja prosessin identifiointiin soveltuvaa data-analyysia. Tämä mahdollistaa prosessin simuloinnin ja koesarjojen vähentämisen. Erityisesti digitaalisen kaksosen

hyödyntämistä tämän tuotantoprosessin energiatehokkuuden optimointiin demonstroidaan tietokonesimulaatiolla.

Vedenpuhdistuskokeet suoritetaan pienessä mittakaavassa ravistelukoikeina, ja niihin on käytettävissä erilaisia laitteistoja (mm. tasoravistelijä, pullonpyörittäjä). Pienen mittakaavan **mikroleväkasvatuksiin ja kasvun seurantaan** Oulun yliopistolla on kaikki tarvittava laitteisto (mm. Ravistelevat inkubaattorit, kasvatuspullot, pienet reaktorit, optinen tiheysmittari, kylmäkuivauslaite). Micropoliksen CirLab demoympäristöä voidaan hyödyntää tarvittaessa pilot-mittakaavan leväkasvatuksiin. Oulun yliopistolla on veden laadun mittaamiseen erilaisia tekniikoita ja laitteistoja (esim. Hach Lange kyvettimittaukset mm. ravinteiden analyysiin, kokonaisorgaaninen hiili-analysaattori, UV-VIS laite). Osa analyyseistä voidaan teettää Oulun yliopiston muissa yksiköissä tai ulkopuolella (esim. metallianalyysit).

Kestävyyden arvioinnissa käytetään monikriteerimenetelmää. Monikriteerimenetelmän etuna on, että se soveltuu tapauksiin, missä ei ole saatavissa riittävässä määrin dataa esim. tyyppillisesti käytetyn LCA-analyysin toteuttamiseksi.

4.1 Hankkeen toteuttajien aiempi kokemus ja osaaminen

Biohiilen aika -hanke toteutetaan kuuden osapuolen konsortiona. Hankkeen koordinaatitahona toimii **Oulun yliopisto (OY), Ympäristö- ja kemiantekniikan tutkimusyksikkö (ECE)**, jolla on vankka kokemus erilaisten kotimaisten ja kansainvälisten tutkimusprojektien koordinoinnista ja toteuttamisesta. ECE:n osaamisaloihin kuuluvat ympäristöteknologiat ja niiden kehitys ja tutkimus (erityisesti katalyyssi ja adsorptioteknologiat, mukaan lukien materiaalien valmistus ja sovellukset ilman ja vedenpuhdistuksessa), kestäväyyden arviointi, kemiantekniikka, CFD-mallinnus, säätötekniikka (ml. prosessien optimointi ja ilmiöiden matemaattinen mallintaminen) ja epäorgaaninen kemia. ECE ryhmässä on osaamista hiilipohjaisten adsorbenttien käytöstä vedenpuhdistuksessa usean vuoden ajalta sekä kotimaisessa että kansainvälisessä yhteistyössä. Aiemmissä tutkimuksissa materiaalien raaka-aineina on käytetty ulkomaista biomassaa (oliivin kivet, arganpavun kuoret, öljypalmun kuoret jne.), ja kotimaisten raaka-aineiden käyttöä on tutkittu hyvin vähän. Tähän liittyen kansainvälistä yhteistyötä on tehty seuraavien organisaatioiden kanssa: Chouaib Doukkali University (Marokko), University of Poitiers (Ranska) ja Federal Institute of Goiás (Brasilia). Nämä kansainväliset ja korkeatasoiset yhteistyöverkostot ovat käytettävissä hankkeessa suunniteltuun tutkimukseen liittyen. Hankkeessa suunnitellut tehtävät pohjautuvat ryhmän aiempaan osaamiseen adsorbenttimateriaalien valmistuksesta, niiden ominaisuuksista ja käytöstä veden puhdistuksessa, ja osaamista sovelletaan ensimmäistä kertaa suomalaisen jätebiomassan hyötykäyttöön. ECE-yksikön **säätötekniikan tutkimusryhmällä** on pitkä osaaminen erityyppisten prosessien datapohjaisesta mallintamisesta ja data-analyysista liittyen digitaalisiin kaksosiin ja kaasumaisten komponenttien mallipohjaiseen monitorointiin (virtuaaliantureihin). Kansainvälisessä ECE-ryhmässä työskentelee 3 professoria ja 33 tutkijaa, joista 11 on tohtoreita. Hankkeen vastuullisena johtajana ECE-yksiköstä toimii **Dos. Satu Ojala**, jolla on laaja kokemus projektien suunnittelusta ja koordinoinnista mukaan lukien useista EAKR-hankkeista. ECE-yksikkö ottaa vastuun myös hydro- ja aktiivihiihen valmistuksesta sekä kestäväyyden arvioinnista (TP5). Digitaalisen kaksosen ja hiilen sidontamallin asiantuntijana toimii **prof. Mika Ruusunen**, jolla on pitkä kokemus matemaattisesta mallintamisesta, koesuunnittelusta ja prosessien energiatehokkuuden optimoinnista. Kestäväyyden arvioinnin asiantuntijana toimii **prof. Riitta Keiski**, jolla on hankkeeseen liittyvä asiantuntemus ympäristötekniikasta, erotustekniikoista ja kestäväyyden arvioinnista. ECEstä hankkeeseen osallistuvat myös **DI Tiina Laitinen** (TP5).

Oulun yliopiston **Kemiallisen prosessitekniikan tutkimusyksikössä (CPE)** on korkean tason osaamista teollisuuden vesienkäsittelystä, ravinteiden ja metallien talteenotosta jätevesistä, biopohjaisten vedenkäsittelymateriaalien kehityksestä sekä bakteerien ja mikrolevien hyödyntämisestä jätevesien puhdistuksessa. Mikroleväpuhdistusta on tutkittu CPE:n ryhmässä CirLab projektissa (EAKR, 2019-2022) metsä- ja kaivosteollisuuden vesissä ja sekä meneillään olevassa KASKI-hankkeessa (EAKR/2021-2023) kalateollisuuden jätevesissä. CPE on kehittänyt ja testannut biopohjaisia adsorbentteja useissa jo päättyneissä sekä meneillään olevissa hankkeissa kuten COSUMA (Suomen Akatemia, 2016-2020), Less-PFAS

(Interreg Nord, 2019-2022), KALAVERRAKKI (Ravinteiden kierrätyksen kokeiluohjelma, 2021-2023) ja REWA (Suomen Akatemia/EU, 2019-2024). Lisäksi KALAVERRAKKI-hankkeessa kuusi- ja hamppubiohiiltä on testattu pilot-mittakaavassa ravinteiden poistoon kalanperkuuvedestä esikäsittelyn jälkeen. Yliopistotutkija, **Dos. Tiina Leiviskä** toimii CPE:llä teollisuusvesien tutkimusryhmän vetäjänä. CPE:ltä hankkeeseen osallistuu myös **MSc Saba Khalatbari** (TP1 ja TP3) sekä **NN** (TP3). CPE:n vastuulla on mikrolevän tuottaminen hydrohiilen valmistukseen (TP1) ja levä-hydrohiilen testaaminen vedenpuhdistuksessa (TP3).

Oulun yliopiston **Tuotantotalouden tutkimusyksikkö (TUTA)** yhdistää teknisen osaamisen, taloustieteiden menetelmät ja ymmärryksen ihmisen käyttäytymisestä. Tuotantotalous hyödyntää monitieteellistä näkökulmaa ja tuottaa arvoa ja edistää organisaatioiden tuottavuutta ja tehokkuutta. Tutkimusta tehdään tiiviissä yhteistyössä muiden tekniikan alojen kanssa monimutkaisten sosioekonomisten järjestelmien mallintamisen vuoksi. Tutkimuksessa hyödynnetään sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia lähestymistapoja ja menetelmiä. Tutkimuksen päätavoitteena on vaikuttaa myönteisesti teollisuuteen, liike-elämään ja koko yhteiskuntaan.

TUTA on osallistunut aktiivisesti moniin bio- ja kiertotalouden hankkeisiin, kuten Bio- ja kiertotalouden digitalisaatio (BiKiDi, EAKR, 2021-2023, bio- ja kiertotalouden ja digitalisuuden rajapinnan liiketoimintamahdollisuuksien kartuttaminen, vihreän siirtymän edistäminen ja digitalisaatio), energiaturpeen tuotannosta biohiilen valmistukseen (eBio, EAKR, 2023-2025, biohiiliratkaisujen benchmarkkaus, lainsäädännölliset haasteet, korkean jalostusasteen tuotteet, tuotteistaminen ja kaupallistaminen).

Oulun yliopiston **Prosessimetallurgian tutkimusyksikön (MET)** osaaminen biohiilen alueelta liittyy vahvasti biohiilen käyttöön metalliteollisuuden erilaisissa korkealämpötilaprosesseissa. Biohiileen ja sen käyttöön metallurgisissa prosesseissa liittyvissä hankkeissa MET on ollut mukana jo yli vuosikymmenen pitkän ajanjakson ajan alkaen *Bioreducer - Possibilities of biomaterial-based reducing agent* (TEKES, EAKR, 2010–2013) hankkeesta tämän päivän hankkeisiin *Carbotech* (EAKR, 2019–2022), *TOCANEM – Towards carbon neutral metals* (Business Finland, 2020–2023) ja *FFS – Towards fossil-free steel* (Business Finland, 2021–2023). Aiemmissa ja meneillään olevissa hankkeissa metallurgisten hiilituotteiden raaka-aineina on ollut yksittäisiä puupohjaisia biomassoja yksittäisistä lähteistä tai sitten useita hiilituotteita on tutkittu yhdessä kohdesovelluksessa. Biohiilen metallurgisen käytön kannalta ongelma tulee siitä, että useissa metallurgisissa sovelluksissa tarvittavat biohiilivolyymit ovat suuria, jolloin yksittäiset raaka-ainelähteet eivät ole riittäviä kattamaan tarvetta. Tässä hankkeessa suunnitellut tehtävät vastaavat hyvin tähän haasteeseen, sillä raaka-ainepohja on laaja ja raaka-aineiden lähteet luonteeltaan varsin erilaisia. Lisäksi hankkeessa keskitytään laajasti erilaisten biomassojen pyrolysointiominaisuuksiin ja hiilituotteiden agglomerointimenetelmiin. Kun nämä arvoketjun vaiheet saadaan optimoitua, on metallurgisen biohiilen tuotanto mahdollista skaalata, ei pelkästään alueellisesti tai kansallisesti, vaan maailman laajuisesti. MET on toteuttajana erityisesti TP2:n osatehtävissä ja MET:n **Aki Koskela (DI)** toimii TP2:n vetäjänä. Akilla on usean vuoden tutkimuskokemus erilaisten (fossiilisten ja biopohjaisten) hiilituotteiden ominaisuuksien määrittämisestä ja hiilituotteiden käytöstä metallurgisissa prosesseissa. MET:lta hankkeeseen osallistuvat myös väitöskirjatutkija **DI Mika Pahnila** ja projektitutkija **FM Tommi Kokkonen**. Mikin väitöskirjan aihe liittyy keskeisesti metallurgisen biohiilen ominaisuuksiin, erilaisiin pyrolyysimenetelmiin ja biohiilen käyttöön metallurgisissa sovelluksissa ja Mika toimiikin päätutkijana TP2:n osatehtävässä C. Metallurgisen biohiilen valmistus ja ominaisuuksien määrittäminen. Tommi taas toimii MET laboratoriotöissä kokeiden teknisen toteutuksen asiantuntijana.

Luke on maa- ja metsätalousministeriön toimialaan kuuluva tutkimus- ja asiantuntijaorganisaatio, joka tuottaa tietoon perustuvia ratkaisumalleja ja palveluita uusiutuviin luonnonvaroihin perustuvalla kestäväällä ja kilpailukykyisellä elinkeinotoiminnalla sekä tukee luonnonvaroihin ja luonnonvaratalouteen liittyvää yhteiskunnallista päätöksentekoa. Kuudella paikkakunnalla toimivalla **Kasvinterveys**-ryhmällä on laaja-alainen osaaminen kasvinterveyteen, kasvinsuojeluun, luonnon monimuotoisuuteen sekä kasvinterveyden ja

ympäristön vuorovaikutussuhteisiin liittyvästä tutkimuksesta, ja se toteuttaa TP3:n osatehtävät 1–3 hyödyntäen Luken Oulun ja Jokioisten toimipaikkojen tarjoamaa tutkimus- ja laboratorioinfrastruktuuria. Luke on ollut mukana biohiilihankkeissa *Biopeitto – Biohiilen hyödyntäminen kaivannaisjätteiden peittomateriaaleissa ja viherrakentamisessa* (EAKR, 2017-2020), *Kiertotaloutta edistävät uudet alueelliset toimintamallit ja biopeittoratkaisut kaivosten jälkihoidossa* (2020-2023), *BlackGreen – Pohjois-Karjalan biohiiliohjelma* (Pohjois-Karjalan maakuntaliitto, 2020-2023), *Voimametsistä viherkattoihin* (EAKR, 2015-2017), *Biotuhkapohjaisten materiaalien hyödyntäminen metsämaiden lannoitteina* (EAKR, 2015-2018), *Mobile and Flexible Industrial Processing of Biomass* (H2020, 2014-2018), *Finding the regional strengths to create business opportunities for Arctic agriculture based on special plants* (ENPI CBC, 2013-2015) ja *Lietehiili* (Ympäristöministeriö, 2018-2020).

Osatehtävän 1 vetäjänä toimii tutkija **PhD Matti Salmela** (Luke Oulu), jolla on kokemusta ympäristöolojen vaihtelun vaikutusten kartoituksesta kasvien ilmasun maanalaisissa ja -päällisissä osissa, erilaisista ilmasunmittausmenetelmistä sekä kasvatuskokeiden toteutuksesta kontrolloiduissa olosuhteissa ja kentällä. Osatehtävän 2 vetäjä on erikoistutkija **MMT Lea Hiltunen** (Luke Oulu), ja hänellä on pitkäaikainen kokemus perunan ja puutarhakasvien maalevintäisistä taudeista sekä kasvatusta- ja kenttäkokeiden toteutuksesta. Osatehtävää 3 vetää erikoistutkija **FT Marleena Hagner** (Luke Jokioinen), jolla on lähes 20 vuoden kokemus biohiili- ja pyrolyysitutkimuksesta sekä maanparannusaineiden ja kemikaalien riskinarvioinnista. Osatehtävien käytännön toteutuksessa hyödynnetään myös Luken teknistä henkilökuntaa eri toimipaikoilla.

Maaseudun Sivistysliitto (MSL) on vuonna 1952 perustettu valtakunnallinen aikuiskoulutus- ja kulttuurijärjestö. Maaseudun Sivistysliitto pitää yllä opintokeskusta, toteuttaa maaseudun kehittämishankkeita ja järjestää kulttuuritoimintaa. Maaseudun Sivistysliiton pääkonttori sijaitsee Helsingissä ja aluetoimistot Joensuussa, Oulussa ja Saarijärvellä. MSL on kokenut EU-rahoitteisten hankkeiden vetäjä ja yhteistyökumppani. Hanketoimintaa on toteutettu monien eri ohjelmien kautta ja usealla eri ohjelmakaudella. Maaseudun Sivistysliitto tarjoaa kansalaistoiminnan tarpeisiin räätälöityjä kursseja, kehittämishankkeita sekä tukimuotoja.

Tällä hetkellä yksi Maaseudun Sivistysliiton keskeisimmistä toiminnan teemoista on ympäristö- ja ilmastoteema, jota toteutetaan opinnollisin, maaseutukehittämisen ja aktivoinnin keinoin. Yhteisöllisen toiminnan ja neuvonnan avulla lisätään kansalaisten ilmasto- ja ympäristötietoisuutta. Osallistujia aktivoidaan sekä omakohtaisen että yhteisöllisen vastuun ottamiseen luonnosta ja elinympäristöstä kestävä kehityksen periaattein. Maaseudun Sivistysliitolla on pitkä kokemus maaseudun yhteisöjen kanssa tehdystä työstä kyläsuunnittelun, koulutuksen ja hanketoiminnan kautta. MSL on toteuttanut useita maaseudun kehittämiseen liittyviä hankkeita koulutuksen, kulttuurin ja ilmastotyön aloilla ja sillä on käytössään laaja yhteisö- ja kehittämistyön menetelmävalikko.

Maaseudun Sivistysliitto ry on jo seitsemän vuoden ajan toteuttanut ympäristöteeman hankkeissaan eri puolilla Suomea biohiilen valmistustyöpajoja, joissa toimintaa on tehty tutuksi pienen mittakaavan laitteella, ns. Kon-Tiki-mallisella avohiilettimellä ja maakuoppahiiletyskinä. Teeman kasvavan suosion sekä hiilensidonnallisuuden ajankohtaisuuden seurauksena on syntynyt tarve laajentaa hiiletystietouden jakamista astetta laajamittaisemman ja resurssitehokkaamman, semminkin kun biohiilen merkitys kokoa ajan kasvaa.

Maaseudun Sivistysliiton projektikoordinaattorit **Mari Korhonen** insinööri (YAMK, ympäristötekniikka), **Mikko Hyvärinen**, hortonomi valmistelevat ja toteuttavat biohiiletystyöpajat. Molemmilla on vuosien kokemus biohiiletystyöpajojen vetämisestä. Maaseudun Sivistysliitolla on käytössään 120 litran ja 1000 litran kartiohiilettimet ja tarkoituksena on hankkia mobiiliretortti mahdollisena investointihankkeena.

Oulun ammattikorkeakoulu (Oamk) on kansainvälinen ja monialainen ammattikorkeakoulu. Opetuksen lisäksi Oamkin toinen perustehtävä on tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotyö (tki), jonka painoaloja ovat

digitaaliset ratkaisut, vähähiilisyys sekä liiketoiminnan kehittäminen. Tki-työ tuottaa ratkaisuja muun muassa ilmastonmuutoksesta tai väestön monimuotoistumisesta seuraaviin haasteisiin ja edistää hyvinvointia, yhdenvertaisuutta, sosiaalista ja taloudellista osallisuutta sekä tasa-arvoa.

Oamkin tki-työ on vahvasti integroitu koulutukseen ja oppimiseen, ja sitä tehdään tiiviissä yhteistyössä työelämän kanssa. Oamkin tki-toiminnan vahvuuksia ovat innovatiivisuus, huippuluokan laboratoriot ja kehitys- ja tutkimusympäristöt, korkea asiantuntijuus sekä laajat yhteistyöverkostot. Tki-työn tavoitteena on edistää etenkin pohjoisen Suomen yritys- ja liiketoimintaa sekä kehittää uusia tuotteita, palveluja ja toimintamalleja. Oamkin taiteellinen toiminta uudistaa kulttuurielämää. Oamk esimerkiksi tuo yhteen eri taiteenalojen ja teknologian ammattilaisia etsimään uusia tapoja luoda, kokea ja tutkia taiteen ja tekniikan välistä vuorovaikutusta paikallisesti, kansallisesti ja kansainvälisesti.

Oamk on luotettava ja laadukas hankkeiden toteuttaja. Vuonna 2022 Oamkillä oli 180 tki-hanketta, joista kansainvälisiä oli noin 30. Tki-toiminnan ulkopuolisen rahoituksen määrä oli noin 7,5 miljoonaa euroa. Oamk on sitoutunut kaikessa toiminnassaan vastuullisuuteen ja kestävään kehitykseen. Varmistamme, että toimintamme vaikuttavuus Pohjois-Suomeen ja koko yhteiskuntaan on merkittävä.

Biohiilen aika –hankkeeseen Oamkillä on asiantuntijuutta ja tarvittavat henkilöt kiinnitetään hankkeeseen hankkeen käynnistyttyä. Hankkeessa Oamkin projektipäällikkönä aloittaa biologian **FM Ritva Impola**, jolla on lähes 30 vuoden kokemus uusiutuvaan energiaan, maaseudun kehittämiseen, kiertotalouteen ja ilmastonmuutoksen hillintään liittyvissä hankkeissa ja hankevalmistelussa.

Hinku–kunta **Utajärvi** on vahvasti sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasujen nettopäästöjä ja käyttämään resursseja (luonnonvarat, raaka-aineet ja energia) ympäristön kannalta kestävästi ja taloudellista toimeliaisuutta edistävällä tavalla. Utajärven kunta on kokenut hanketoimija, mukaan lukien kansainväliset hankekokonaisuudet. Ajankohtaisia kehittämisalueita ovat uusiutuva energia (esim. EU-rahoitteinen [GLocalFlex –hanke](#) ja [Vierivoima](#)), kiertotalous (esim. [Kiertotalouden käsikirja -hanke](#) ja [Kiertotalouden green deal](#)) ja hiiliviisas maa- ja metsätalous (esim. [PuuKierto –hanke](#), [TUIMA –hanke](#) ja [MATKI -hanke](#)).

Biohiilen aika -hankkeessa Utajärven kunnan edustajana tulee toimimaan maantieteen **FM Thomas Virta**, jolla on monen vuoden hankekokemusta. Virta on Utajärven kunnan Hinku-työryhmän jäsen ja erikoistunut kiertotalouteen ja hiiliviisaaseen maankäyttöön.

Vaasan yliopisto, Tekniikan ja innovaatiojohtamisen yksikön tuotannon yksikkö (VY): Yksikkö on kauppatieteellinen osa monitieteistä tekniikan ja kauppatieteen akateemista yksikköä. Yksiköllä on pitkä kokemus tuotantoon kohdistuvasta tutkimuksesta eri teemojen osalta, kuten logistiikka, toimitusketjut, laadunhallinta ja tuotekehitys. Tässä hankkeessa vastuullisena tutkijana on **KTT, HM Ville Tuomi**.

Tutkimushankkeeseen osallistuvat yritykset:

Hankkeeseen on haettu yrityksiä projektin arvoketjun eri alueilta: raaka-aineen toimittajat, hiilen valmistajat ja hiilituotteiden käyttäjät. Yritykset mahdollistavat uusien innovaatioiden/tuotteiden testaamisen yritys ympäristössä/-mittakaavassa. He osallistuvat myös hankkeen ohjausryhmän toimintaan ja tiedonvaihtoon. Tällä hetkellä mukaan ovat lähdössä/neuvottelut ovat käynnissä seuraavien yritysten kanssa. Mukaan haetaan vielä muutamaa loppukäyttäjää.

1. **Hemka Oy** (hampputuotteiden valmistaja) (alustavasti kiinnostunut) – Toimittaa kuituhampun päästärettä hiilten valmistukseen
2. **St1** (biopohjaisten materiaalien valmistus) (alustavasti kiinnostunut) – Toimittaa hydrolyysiligniiniä hiilten valmistukseen
3. **Kiertokaari** (jätekeskus) – Toimittaa raaka-aineita (mm. purkupuu, puutarhajäte) bio- ja hydrohiilien valmistukseen
4. **Stormossen** (jätekeskus) – Toimittaa raaka-aineita (mm. mädätysjäännös, puutarhajäte) bio- ja hydrohiilien valmistukseen

5. **Outokumpu Stainless Oy** (metallurginen teollisuus) – Toimittaa metallurgista koksia ja/tai antrasiittia referenssimateriaaliksi biohiillelle, kun määritetään biohiilen metallurgisia ominaisuuksia
6. **Carbon balance** (biohiilen valmistus) – Yhteistyö biohiilen valmistusprosessin kehityksessä
7. **Feasib Oy** (laboratorio- ja näytteenottopalvelu, konsulttipalvelut) – Yhteistyö vedenpuhdistusovelluksissa ja hiilituotteiden valmistuksessa
8. **Oulun vesi** - Yhteistyö jätevedenpuhdistuslietteen käyttömahdollisuuksista biohiilen raaka-aineena.
9. **Agribiotech**

4.2 Riskien arviointi

Biohiilen aika -hankkeeseen liittyy tyypillisten hanketoiminnan hallinnollisten riskien lisäksi teknisiä riskejä liittyen koelaitteistojen toimintaan. Mahdollisia riskejä on arvoitu tarkasti hankesuunnittelun yhteydessä ja keinoja niiden välttämiseksi tai vaikutusten minimoimiseksi on suunniteltu. Hankkeen toteutukseen liittyvät riskit on yhteenvedetty taulukossa.

Hankkeen riskit, niiden todennäköisyys ja vaikutustaso sekä minimointikeinot.

Riski	Todennäköisyys	Minimointikeinot	Vaikutus
Riskit liittyen hankkeen sisällön ja tulosten toteuttamiseen			
Aikataulumuutokset ja viivästykset tutkimuksessa	Keskisuuri	Tutkimusaikataulu on suunniteltu huolellisesti huomioiden eri vaiheiden mahdolliset ongelmatilanteet. Tutkijoiden aiempi kokemus käytettävistä menetelmistä minimoi riskit.	Pieni
Tutkimuksessa käytettyjen laitteistojen rikkoutuminen	Keskisuuri	Vaihtoehtoisten laitteistojen hyödyntäminen tietyissä tapauksissa. Mahdollisten huolto- ja korjaustoimenpiteiden toteutus mahdollisimman nopeasti.	Keskisuuri
Sääolojen vaikutus kenttäkokeisiin	Keskisuuri	Kokeiden huolellinen suunnittelu ja säännöllinen tarkkailu. Toistojen määrän huomiointi suunnittelussa.	Suuri
Ympäristöluvitus estää kenttäkoetta entisellä turvetuotantoalueella	Keskisuuri	Ympäristöluvan ehtojen arviointi yhdessä lupaviranomaisen kanssa.	Keskisuuri
Hankkeen tulokset vaikeasti hyödynnettävissä käytännön liiketoimintana	Keskisuuri	Kutsutaan yritykset mukaan ideoimaan ja kommentoimaan hankkeen kulkua, välitavoitteita ja tuloksia. Huomioidaan paikalliset olosuhteet ja olemassa olevan pk-yrityskentän käytännön tarpeet ja toiveet.	Suuri
Kasvatustaapin tekniset ongelmat	Pieni	Useiden taapin käyttö, olosuhteiden ja tekniikan jatkuva seuranta.	Suuri
Riskit liittyen hankkeen yleiseen toimintaympäristöön			
Saavutettujen tulosten häviäminen esim. tietomurtojen tai vaikuttamisyritysten takia.	Pieni	Säännölliset varmuuskopioinnit ja pilvitalennukset datasta ja tiedostoista	Suuri
Paikallinen yrityskehitys ei osoitakaan riittävää kiinnostusta biohiiltä kohtaan	Pieni	Tiedotuksen ja vuoropuhelun kautta selvitetään mahdolliset esteet, tiedonpuutteet jne. Pk-yritysten muodostaman verkoston luominen hanketoimijoiden myötävaikutuksella. Riskiä on pienennetty selvittämällä yritysten alustavaa kiinnostusta aihealueeseen jo hankkeen hakuvaiheessa.	Suuri
Riskit liittyen toteuttajaorganisaatioiden toimintaan			

Hankehenkilöstön vaihtumiset	Keskisuuri	Rekrytoinnin onnistuminen, henkilöstön motivaation ylläpito. Mahdolliset uudet henkilöt perehdytetään syvällisesti sekä hankkeeseen että käytettyihin menetelmiin.	Keskisuuri
Toteuttajaorganisaatioiden välinen yhteistyö puutteellinen	Pieni	Huomioidaan hankkeen koordinoinnissa: pidetään tiiviisti yhteyttä kaikkiin toimijoihin ja järjestään projektityöryhmän ja ohjausryhmän kokouksia säännöllisin väliajoin. Kootaan selkeät pelisäännöt heti hankkeen alussa, mukaan lukien yhteistyön järjestäminen eri työpakettien sisällä ja välillä. Luodaan motivoitunut Me-henki. Riskiä pienentää hankeosapuolien aiempi hyvin onnistunut yhteistyö tutkimusprojektien yhteydessä.	Suuri

5 Hankkeen tulokset

5.1 Hankkeen konkreettiset tulokset ja mittarit

Hankkeessa saadaan uutta ja varmistettua tietoa bio/hydrohiilen arvoketjun eri osa-alueista, liiketoimintamahdollisuuksista ja uusista tuotteista. Tieto jalkautetaan toimijoille julkaisuiden, raporttien, työpajojen ja maastokäyntien muodossa sekä pk-sektorin neuvonnan kautta. Tavoitteena on tukea alueen vetovoimaisuutta, luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja samalla vaikuttaa erityisesti maatalouden kasvihuonepäästöihin luomalla uusia varmistettuja maaperän hiilivarastoja. Hankkeen konkreettiset tulokset todennetaan esimerkiksi raporttien ja julkisten infotilaisuuksien avulla. Raportteja voivat olla kirjalliset raportit, esitykset yleisötilaisuudessa, yleiset tiedotteet, tiedotteet sähköisessä mediassa tai joissakin tapauksissa tutkimusjulkaisut. Hankkeen aikana syntyy myös uusia tuotteita, todennettuja sovelluksia biohiilelle, digitaalinen kaksonen ja maaperän hiilensitomismalli. Hankkeen konkreettiset tulokset määrällisine indikaattoreineen työpakettikohtaisesti ovat seuraavat:

TP0. KOORDINOINTI

Hyvän koordinoinnin avulla varmistetaan hankkeen oikea-aikainen toteuttaminen, sisäisen kommunikaation vahvistaminen, kokousten ja seminaarien järjestäminen sekä raportointi rahoittajalle. Tuloksena on määräajassa onnistuneesti loppuun saatettu projekti, jonka hyödyt jatkuvat pitkään projektin päättymisen jälkeen.

Indikaattorit: ohjausryhmän kokoukset 6-7 kpl, raportointi rahoittajalle ja maksatukset 6 kpl, seminaarit 1 kpl, hankkeen Teams-alustan luonti ja sidosryhmäyhteistyö 3 kpl. Lisäksi järjestetään useita projektiryhmän ja työpakettien toteutukseen liittyviä kokouksia/tapaamisia vuodessa. Näitä järjestetään tarvepohjalta.

TP1. RAAKA-AINEET

TP1:n aikana rajataan ja kuvataan biohiilen raaka-aineiden tuotantoon soveltuvat entiset ja käytöstä poistuvat turvetuotantoalueet sekä vajaatuottoiset turvepellot. Biohiilen raaka-aineen viljelyä kokeillaan em. alueilla. Tehtävän yhteydessä arvioidaan tuotannon ilmasto- ja vesistökuormituksia. Tuloksena saadaan käytännön kokemusta paikallisesti tuotetun non-food biomassan mahdollisuuksista ja skaalautuvuudesta. TP1:ssä selvitetään myös alueella syntyvien sivuvirtojen ja (jäte)biomassojen saatavuus, koostumus sekä hyödyntämispotentiaali paikallisessa bio- ja hydrohiilen tuotannossa. Tavoitteena on selvittää myös rajoitteet eri raaka-aineiden käytölle. Selvityksessä otetaan huomioon korjuuketjut ja niiden ansaintalogiikka. Tuloksena saadaan kattavasti tietoa eri raaka-aineiden saatavuudesta bio/hydrohiilen valmistukseen alueella. Työpaketin aikana vastataan myös jätekeskusten ja biokaasun tuotannon haasteisiin jätebiomassan hyötykäytön kautta.

Indikaattorit: Raportteja 3 kpl: maa-alueiden kartoituksen tulokset (Osatehtävä A), biomassan tuotannon ilmasto- ja vesistö päästöjen arviointi (Osatehtävä B), hyödynnettävissä olevat biomassat alueella (Osatehtävä C); sekä toteutetut viljelykokeet 2 kpl (Osatehtävä B).

TP2. VALMISTUS JA TUOTTEET

TP2 keskittyy hiilituotteiden valmistukseen. Tuloksena syntyy tietoa raaka-aineiden, valmistuksen ja tuotteen ominaisuuksien välisistä kytköksistä. TP2 yhteydessä valmistetaan bio/hydrohiiltä, aktiivihiiltä sekä metallurgista biohiiltä hankkeen eri sovelluksiin. Samassa yhteydessä kerätään tietoa sivutuotteiden muodostumisesta ja koostumuksesta. Dataa kerätään digitaalisen kaksosen tekemiseen, mikä valmistuu myös TP2:n tuloksena. Tulokset ovat keskeisiä erityisesti TP3:n toteutuksen kannalta.

Indikaattorit: Raportteja/julkaisuja 4 kpl: raaka-aineen ominaisuuksien ja prosessiolosuhteiden vaikutukset hiilituotteen laatuun (Osatehtävä A), Aktiivihiilen valmistuksen kustannusten ja kustannustehokkuuden selvitys (Osatehtävä B), metallurgisen biohiilen valmistus (Osatehtävä C), bio/hydrohiilen tuotannon sivutuotteiden hyötykäyttömahdollisuudet (Osatehtävä E), digitaalinen kaksonen pyrolyysiprosessille 1 kpl, uusia hiilipohjaisia tuotteita 2 kpl.

TP3. KÄYTTÖSOVELLUKSET

TP3:ssa tarkastellaan bio/hydrohiilituotteiden soveltuvuutta ja potentiaalia useissa eri käyttökohteissa. Erityisesti keskitytään maanparannukseen, hiilen pitkäaikaisvaikutuksiin kasvien kasvuun, kasvitauteihin ja hiilen sidontaan, nestemäisten jakeiden käyttöön biostimulantteina sekä vedenpuhdistussovelluksiin. Biohiilen käyttöä metsäekosysteemeissä selvitetään. Tuloksena saadaan uutta tietoa hiilituotteiden käyttömahdollisuuksista. Tätä kautta luodaan pohjaa uusia tuoteinnovaatioita varten.

Indikaattorit: Raportteja/julkaisuja 4 kpl: Hiilten potentiaalista maanparannusaineena (Osatehtävä A), Hiilten kasvuterveysvaikutukset (Osatehtävä B), Bio/hydrohiilen valmistuksen sivutuotteet (Osatehtävä C), Hiilituotteiden käyttö vedenpuhdistuksessa (Osatehtävä D); pilotoinnit 3 kpl (Osatehtävä E); 2 kpl 1-vuotinen peltokoe ja 1 kpl 3-vuotinen peltokoe; 3 kpl kasvatuskappikoesarjaa.

TP4. MARKKINAT

Työpaketin aikana selvitetään biohiilen markkinatilanne, arvoketjut ja ekosysteemi erityisesti pk-sektorin kannalta. Osatehtävä A painottuu case-tutkimuksiin ja B lähestyy biohiilimarkkinoita laajemmassa kansainvälisessä mittakaavassa. Tuloksina saadaan tietoa alan potentiaalista ja se toimii tukena mahdollisia uusia/uudistuvia yrityksiä suunniteltaessa ja perustettaessa.

Indikaattorit: Raportit 3 kpl: Selvitys hankkeessa kehitettyjen valikoitujen liikeideoiden potentiaalista (Osatehtävä A), Biohiilikonseptin arvoketjut, toimijat ja ekosysteemin toimintamalli (Osatehtävä A), Regulaation kehittyminen bio/hydrohiilituotteisiin liittyen (Osatehtävä B); Verkostojen ja innovaatioekosysteemien kehittämät tuotteet, innovaatiot ja palvelut 1 kpl.

TP5. KESTÄVYYS (ml. hiilen sitoutuminen)

Työpaketissa 5 arvioidaan kehitettyjen hiilituotteiden, prosessien sekä sovelluskohteiden kestävyyttä. Arvioinnissa käytetään MCA-menetelmää. Tuloksena saadaan tietoa siitä, mikä on kestävyuden kannalta paras hiilituotteen valmistustapa. Lisäksi työpaketin yhteydessä kehitetään mallia hiilen sitoutumiseen maaperässä peltokokeiden avulla. Tuloksena syntyvällä mallilla voidaan ennustaa hiilen sitoutumista ajassa eteenpäin. Osatehtävän C tuloksena kehitetään malli kasvihuonekaasupäästöjen vapaaehtoiselle kompensatiolle.

Indikaattorit: Raportteja 1 kpl: Suosituksia bio/hydrohiilen raaka-aineiden ja prosessien valintaan (Osatehtävä A); Demonstroitu hiilensidontamalli (Osatehtävä B), Kasvihuonekaasupäästöjen kompensatiomalli (Osatehtävä C).

TP6. TIEDOTUS

Tiedotuksen avulla varmistetaan hankkeen tulosten disseminaatio ja kommunikaatio laajalle yleisölle kohderyhmille sopivalla tavalla. Tavoitteena on lisätä biohiilitietoutta alueella, mikä lisää tuotantoketjujen muodostumista. Hankkeesta saatuja tuloksia hyödynnetään myös neuvonta- ja kehitystyössä, jonka tavoitteena on tukea orastavaa alueen biohiilitoimintaa. Alla esitettävät tiedotukseen liittyvät indikaattorit ovat hakemusvaiheen arvioita ja ne täsmentyvät viestintäsuunnitelman valmistuessa.

Indikaattorit: Raportti 1 kpl: Viestintäsuunnitelma (Osatehtävä A), Tiedotusmateriaalit 6 kpl, Työpajat 2 kpl/vuosi, Biohiilityöpajat alueen kunnissa (kunnat) x 2-3 kpl, Tiivistelmät ja tuloskoosteet 7 kpl, Lehtitiedotteet 2 kpl/vuosi, Somejulkaisut 5 kpl/vuosi, Hankkeen verkkosivut 1+3 kpl, Osallistuminen alan

tilaisuuksiin 3 kpl/vuosi, Osallistuminen laajalle yleisölle suunnattuihin tilaisuuksiin 3 kpl/vuosi ja Hankkeen loppuseminaarin järjestäminen 1 kpl.

5.2 Hankkeen pitkän aikavälin vaikutukset ja mittarit

Bio/hydrohiilen valmistuksen raaka-ainepohjan laajennus vaikuttaa lyhyellä, mutta myös pitkällä aikavälillä tuotannon käynnistykseen ja alan toimintaan jatkossa. Esimerkiksi bio/hydrohiilen tuotantolaitoksia voidaan sijoittaa raaka-aineista kerätyn tiedon perusteella jatkossa niin, että raaka-aineen saatavuus on varmistettu myös tulevaisuudessa ja että kuljetuskustannukset minimoituvat. Hankkeessa määritetään hankkeessa syntyneille biohiilikonsepteille liiketoimintaekosysteemien toimintamallit, joihin hankkeen liikeideoita hyödyntävien yritysten on mahdollista pohjata uutta liiketoimintaansa. Tämä edistää skaalautuvan biohiileen liittyvän uuden liiketoiminnan syntymistä alueella, mikä edesauttaa uusien mahdollisten tuotteiden ja palvelujen syntymistä.

Indikaattori: Uusia bio/hydrohiililaitoksia valmistuu alueelle ja niiden sijoittelussa käytetään apuna hankkeesta saatuja tietoja.

Bio/hydrohiilten valmistus on nykyisellään energiaintensiivistä, mikä lisää tuotannon kustannuksia. Biohiilen aika -hankkeessa vaikutetaan tuotannon kustannuksiin käyttämällä edullisia jätöpohjaisia raaka-aineita, sekä kehittämällä valmistusprosessille Digitaalinen kaksonen, jonka avulla voidaan optimoida prosessin energiankulutusta tinkimättä tuotteen laadusta. Tämän lisäksi hankkeessa selvitetään valmistuksessa syntyvän nestejakeen uusia hyötykäyttömahdollisuuksia. Bio/hydrohiilen hinnan laskeminen kuluttajalle edullisempaan suuntaan vastaa valmistuksen lyhyen ja keskipitkän aikavälin haasteisiin, mutta sillä on myös pitkän aikavälin vaikutuksia, mikä näkyy bio/hydrohiilen alempana hintana.

Indikaattori: Tuotannon lisääntyessä, raaka-ainepohjan laajentuessa ja tuotantokustannusten minimoituessa biohiilen hinta laskee ja käyttö lisääntyy.

Bio/hydrohiilen käyttö metallurgisissa prosesseissa vastaa keskipitkän ja pitkän aikavälin haasteisiin. Biohiilen raaka-ainepohja tulisi olla laaja, sillä metallinjalostusteollisuuden tarvitsemat hiilivolyymit ovat suuret ja hiilen tarve on ympärivuotista. Tämä vähentäisi osaltaan fossiilisen hiilen käyttöä eli pitkästä hiilikierrosta ei tarvittaisi niin paljon hiiltä, joka vapautuu prosesseissa ilmakehään. Biomassasta tuotetun metallurgisen biohiilen etuna on, että vapautettu hiili sidotaan ilmakehästä kasvin kasvaessa ja ilmakehän hiilitase pysyy tällöin neutraalina.

Indikaattori: Metallurgisen biohiilen markkinat muodostuvat ja tietous aihepiiristä lisääntyy.

Bio/hydrohiilen käyttö maanparannuksessa vastaa erityisesti keskipitkän ja pitkän aikavälin haasteisiin maataloudessa. Uusien hiilituotteiden odotetaan vaikuttavan positiivisesti maaperän fysikaalis-kemiallisiin ja biologisiin ominaisuuksiin pitkällä aikavälillä. Tätä kautta pystytään vaikuttamaan elintarviketuotannon kannattavuuteen ja huoltovarmuuteen. Hiilituotteiden käyttö maataloudessa vähentää kasvihuonepäästöjä luomalla uusia hiilinieluja ja -varastoja. Uudet hiilivarastot vastaavat pitkän aikavälin haasteisiin. Bio/hydrohiilen vaikutus pitkäikäisenä hiilinieluna ja -varastona vaikuttaa lyhyellä, mutta myös erittäin pitkällä aikavälillä, jopa tuhansia vuosia.

Indikaattori: bio/hydrohiilen käyttö maanparannuksessa lisääntyy, kun tietous bio/hydrohiilen edullisista vaikutuksista maataloudessa leviää.

Bio/hydrohiilen ja aktivoitujen hiilituotteiden käyttö vedenpuhdistuksessa vastaa lyhyen ja keskipitkän aikavälin haasteisiin, mutta sillä on myös pitkän aikavälin vaikutuksia. Biohiilen aika -hankkeessa biosorbenteiksi jalostettuja hiiliä hyödynnetään maatalouden ja teollisuuden vesistövaikutusten minimoimisessa. Levien tuotannosta kiinnostuneet yritykset saavat hankkeesta tietoa, miten leväbiomassa soveltuu hydrohiilen raaka-aineeksi. Leväbiomassa on jätevesien mikroleväpuhdistuksen sivutuote, mutta jos siitä saadaan tehtyä tehokas uusi tuote markkinoille, prosessin kustannustehokkuus paranee. Pitkällä aikavälillä hanke tukee uusien vedenpuhdistusteknologioiden käyttöönottoa.

Indikaattori: Uusia bio/hydrohiilipohjaisia hiilituotteita ilmestyy markkinoille vedenpuhdistustarkoituksiin.

Maaperän hiilensidontamallin yhteydessä odotamme pitkäaikaisia vaikutuksia sitä kautta, että mallia voidaan jatkossa soveltaa hiilinielujen todentamisessa ja ennustamisessa. Luotettava hiilensidontan toteutuminen voi vaikuttaa tulevaisuudessa esimerkiksi kasvihuonekaasukompensaatioiden laskemiseen ja sitä kautta myös lisätä bio/hydrohiilen käyttöä maataloudessa.

Indikaattori: Hiilensidontamalli otetaan käyttöön usealla taholla ja eri aloilla.

Hiilen aika –hankkeessa syntyneitä tietoja voidaan käyttää koulutuksessa eri tasoilla joko osana muita kursseja tai kokonaisena uutena kurssina. Tätä kautta bio/hydrohiiliosaaminen alueella lisääntyy ja yrityksiin saadaan uutta osaavaa henkilökuntaa. Koulutusta toteutetaan jo hankkeen aikana, mutta sitä jatketaan hankkeen jälkeen vahvan osaamispohjan luomiseksi.

Indikaattori: Bio/hydrohiilitietoutta integroidaan nykyiseen opetukseen ja perustetaan uusia aiheeseen liittyviä kursseja.

6 Kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma

Taulukossa on esitetty hankkeen kokonaiskustannusarvio. Kustannukset koostuvat tutkijoiden palkoista ja flat rate -osuudesta (40 %). Flat rate -osuudesta kustannetaan tutkimuksesta aiheutuneita kustannuksia, kuten kemikaalit, laitteistojen huolto, peltojen vuokra ja matkat. Lopullinen omarahoituksen määrä riippuu OIA-rahoituksesta (Oulun yliopisto, OAMK, Luke).

Hankkeeseen osallistuvien organisaatioiden kustannusarvio ja rahoitussuunnitelma.

Organisaatio	Kustannusarvio	JTF-rahoitus	Mahdollinen OIA-rahoitus	Omarahoitus
Oulun yliopisto	1 535 137	1 228 110	153 514	153 513
Luonnonvarakeskus	360 466	288 373	36 046	36 047
Vaasan yliopisto	112 840	90 272	0	22 568
Oulun ammattikorkeakoulu	965 263	772 211	96 526	96 526
Utajärven kunta	223 041	178 432	0	44 609
Maaseudun sivistysliitto	108 338	86 669	0	21 669
Yhteensä	3 305 085	2 644 067	286 086	374 932

7 Lähteet

European union 2023. GlocalFlex. <<https://glocalflex.eu/>> Viitattu 29.4.2023.

Utajärven kunta 2022. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteiden yhteissuunnittelu Kiiminkijoen valuma-alueella (MATKI).

<https://www.utajarvi.fi/sivu/fi/kunta_ja_hallinto/kehittamishankkeet/maankayttosektorin_ilmastotoimenpiteiden_yhteissuunnittelu_kiiminkijoen_valuma-alueella_matki/> Viitattu 29.4.2023

Utajärven kunta 2022. Tuuppausta ilmastoviisaaseen maankäyttöön maa- ja metsätaloudessa (TUIMA) -hanke.

<https://www.utajarvi.fi/sivu/fi/kunta_ja_hallinto/kehittamishankkeet/tuuppausta_ilmastoviisaaseen_maa_nkaytoon_maa-ja_metsataloudessa_tuima_-hanke/> Viitattu 29.4.2023

Utajärven kunta 2023. Utajärven Mustikkakankaan teollisuusalueen kiertotalouden käsikirja -hanke. <https://www.utajarvi.fi/sivu/fi/kunta_ja_hallinto/kehittamishankkeet/utajarven_mustikkakankaan_teollisuusalueen_kiertotalouden_kasikirja_hanke/> Viitattu 29.4.2023

Utajärven yrityspuisto 2022. Vierivoima Utajärvellä. <<https://utajarvenyrityspuisto.fi/vierivoima-utajarvella/>> Viitattu 29.4.2023.

Virta T. 2021. PuuKierto (PuuKi) -hanke. Utajärven metsävarojen yritysvetoinen hyödyntäminen ilmaston kannalta kestäväällä tavalla. Tuloskooste. < https://www.utajarvi.fi/tiedostot/PuuKi-hanke/PuuKi-hanke_tuloskooste_3.12.2021.pdf > Viitattu 29.4.2023.

Ympäristöministeriö 2022. Kiertotalouden green deal. <<https://ym.fi/kiertotalouden-green-deal>> Viitattu 29.4.2023.

Zhu K, Gu S, Liu J, Luo T, Khan Z, Zhang K, Hu L. Wood Vinegar as a Complex Growth Regulator Promotes the Growth, Yield, and Quality of Rapeseed. *Agronomy*. 2021; 11(3):510.