



Euroopan unionin
osarahoittama

Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027
EU:n alue- ja rakennepoliittikan ohjelma
Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)



Valintaesitys

7.8.2024

Dnro: EURA 2021/403818/09
02 01 01/2024/ESAVO

Hankkeen perustiedot

Hankkeen julkinen nimi

Pohjoismaisella mikroleväbiojalostamolla kohti hiilineutraaliutta (CarNorMic)

Hakijan virallinen nimi

Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT

Hakemusnumero

403818

Saapumispäivämäärä

12.06.2024

Alkamispäivämäärä

01.11.2024

Päätymispäivämäärä

31.10.2026

Viranomainen

Etelä-Savon maakuntaliitto

Kokouksen päivämäärä

Hakuilmoitus

Uudistuva ja osaava Suomi ohjelman 2021-2027
kevään 2024 EAKR haku

Hakuilmoituksen tunnus

ESALII-010

Käsittelijä

Anne Liisa Kokkonen

Toimintalinja

2 Hiilineutraali Suomi

Erityistavoite

2.3 Kiertotalouteen siirtymisen edistäminen

Tukimuoto

Alueellinen kehittämistuki: kehittämishankkeeseen kuuluva investointi

Hanke toteutetaan: Yhden toteuttajan hankkeena

Kuvaus hankkeen sisällöstä

Ilmastolaki velvoittaa Suomea saavuttamaan hiilineutraaliuden vuoteen 2035 mennessä, minkä jälkeen tavoitteena on hiilinegatiivisuus. Tämän hankkeen tavoitteena on suunnitella biopohjainen järjestelmä hiilidioksidin tehokkaaseen talteenottoon sekä ilmasta (teollisuuden päästöt) että nestemäisistä jakeista (jätevesi) käyttäen paikallisia, suomalaisia mikroleviä ja/ tai mikroleväkonsortioita, jotka toimivat pohjoismaisissa olosuhteissa. Mikrolevät käyttävät talteen otettua hiiltä makromolekylien, kuten proteiinien, lipidien, hiilihydraattien, selluloosan ja pigmenttien, biosynteesiin. Myöhemmin mikroleviin ja/tai mikroleväkonsortioihin pohjautuva biojalostamo tuottaa CO₂-neutraaleja, lipidipohjaisia biopoltoaineita (kasvihuonekaasupääst öjen vähentämiseksi) ja muita lisäarvotuotteita, mikä edistää myönteisesti sekä Suomen

hiilineutraaliustavoitetta että biokiertotaloutta. Esitettyjen tavoitteiden saavuttamiseksi hanke on jaettu neljään työpakettiin.

Ensimmäisessä työpaketissa (TP 1) keskitytään paikallisten mikroleväkantojen ja mikroleväkonsortioiden eristämiseen ja tunnistamiseen paikallisesta ympäristöstä Mikkelin alueella. Tarkoituksena on löytää uusia paikallisia kantoja, joiden potentiaalia hiilidioksidin talteenotossa ilmasta (teollisuuden päästöt) ja nesteistä (jätevesi) ei ole aiemmin testattu.

Toisessa työpaketissa (TP 2) laboratorioissa kasvatettua leväviljelmää kasvatetaan suuremmassa mittakaavassa. Tällä pyritään tehostamaan hiilensidontaa ilmasta ja nesteestä, sekä vähentämään pääomakustannuksia ja lisäämään biomassan tuotantoa. Levien viljely toteutetaan LUT-yliopiston laboratorioissa ja Mikkelin Metsä-Sairilan jätevedenpuhdistamon TKI-tilassa. Kerätyn biomassan myrkyllisyyttä arvioidaan analysoimalla orgaanisia epäpuhtauksia (dioksiinit, PCB-yhdisteet) ja metalleja yhdistetyistä näyte-eristä ennen biomassan käyttämistä hiilineutraalin biopolttoaineen tai muiden lisäarvotuotteiden tuotantoon työpaketissa

3. Kolmannessa työpaketissa (TP 3) keskitytään biomassan edulliseen keräämiseen ja hiilineutraalin biopolttoaineen tuotantoon. Keräämisen osalta keskitytään bioflokulaatioon, ja sen soveltuvuuden arviointiin laajamittaisiin teollisiin prosesseihin. Tämän hankkeen alustavien tulosten perusteella annetaan ehdotuksia perusteellisemman elinkaariarvioinnin (LCA) ja elinkaarikustannuslaskennan (LCC) tekemistä varten, jotta keskeiset ympäristövaikutuksiin ja kustannuksiin vaikuttavat tekijät voidaan tunnistaa ja kehitettyjä tuotteita voidaan vertailla markkinoilla oleviin, kilpaileviin biopohjaisiin tuotteisiin.

Neljäs työpaketti (TP4) sisältää hankkeessa tehtävien investointien ja ostopalveluiden kilpailutuksen ja hankinnan.

Hanke tuottaa uusia kiertotalouden ratkaisuja, jotka vahvistavat Blue Economy Mikkeli (BEM) klusterin TKI-osaamista ja luovat pohjan uuden liiketoiminnan kehittämiseksi.

Hankkeen toimenpiteet

Hankkeen tavoitteena on sisällyttää levänviljelyjärjestelmän suunnitteluun hiilidioksidin talteenotto sekä ilmasta (teollisuuden päästöt) että nestemäisestä jakeesta (jätevesi) ja hyödyntää levänviljelyyn ja sen biomassaan liittyviä ympäristöhyötyjä. Erilaisia olosuhteita, kuten lämpötilaa, pH:ta, hiilidioksidin ja orgaanisen kuormituksen määrää sekä ravinnetasoja, tutkitaan perusteellisesti suhteessa seuraaviin tekijöihin: (1) viljelmien kasvuteho, (2) biopolttoaineiden tuotantoon käytettävän biomassan koostumus ja (3) hiilen poiston tehokkuus teollisuuden päästöistä ja jätevedestä. Suunnittelupalvelun kehittäminen sisältää optimaalisten levätyyppien tunnistamisen ja teknisten toimintaparametrien määrittämisen, mukaan lukien sekoitusparametrit, nesteen keskimääräinen viipymäaika, pyörimisnopeus ja sekoitustehokkuuden välinen suhde sekä aineensiirto. Hankkeessa tehtävät toimenpiteet on jaettu kolmeen työpakettiin (TP).

TP1. Paikallisten mikroleväkantojen ja -konsortioiden eristäminen ja tunnistaminen sekä valittujen kantojen massaviljely (09/2024–04/2025)

Mikkelin alueen luonnonympäristöstä kerätään näytteitä paikallisista mikroleväkannoista ja -konsortioista. Kerättyjä mikroleviä viljellään kasvatusliuoksessa (BBM) solutiheyden rikastamiseksi. Alkuvaiheen kasvattamisen jälkeen konsortioiden annetaan kasvaa luonnollisesti, ja tietyt leväkannat eristetään perusviljelmästä. Sekä konsortiot että tietyt leväkannat suspendoidaan uudelleen tuoreeseen kasvatusliuokseen toista kasvatusvaihetta varten, millä varmistetaan riittävän tiheät kantaviljelmät varsinaista siirtämistä varten. Istutusviljelmät mukautetaan 4 °C:een, millä simuloidaan kylmän vuodenajan lämpötiloja samankaltaisissa valaistusolosuhteissa. Valomikroskooppia, TEM:ää ja SEM:ää käytetään solumorfologian tutkimiseen ja sukujen/lajien visuaaliseen tunnistamiseen. Lisäksi mikrolevien lajitunnistuksessa käytetään ostopalveluina toteutettavaa genomien sekvensointia. Laboratorioissa kasvatetut leväkasvustot viedään edelleen TP2:ssa kuvattuun massaviljelyyn käyttäen avointa rengaskanavajärjestelmää pääomakustannusten vähentämiseksi ja biomassan ja muiden haluttujen biotuotteiden tuottavuuden lisäämiseksi kaupallisessa mittakaavassa.

Kun sopivat levälajit on valittu, näiden leväkantojen ja -konsortioiden viljelyä tutkitaan todellisissa (kunnallisissa ja teollisissa) jätevesissä, joissa on runsaasti fosforia (P) ja typpeä (N), hyödyntämällä pilottimittakaavan

avointa rengaskanava-allasta. Parhaat seokset valitaan mikrolevien viljelyä ja prosessin optimointia varten. Leväbiomassan pitoisuutta seurataan päivittäin. Kausittaisia kokeita toteutetaan todellisissa olosuhteissa puolijatkuvassa toiminnassa keruuta/uudelleenistutusta varten vakioprotokollia käyttäen. Toistettavien, paikan päällä tapahtuvien testausten avulla varmistetaan laboratoriossa saatujen tulosten paikkansapitävyys ja niitä jatketaan myös seuraavassa työpaketissa.

TP2. Tehostettu hiilidioksidin talteenotto ilmasta (teollisuuden päästöt) ja nestemäisestä jakeesta (jätevesi) paikallisten mikroleväkantojen ja -konsortioiden avulla (03/2025–06/2026)

Hiilen sitomisen tehokkuuden arvioimiseksi TP1:stä valittuja, paikallisia (pohjoismaisia) mikroleviä kasvatetaan teollisuuden jätevesissä, joissa on runsaasti ravinteita (esim. vesiviljelyjätevesi), hyödyntäen sekä avointa rengaskanava-allasta että suljettuja fotobioreaktoreita (500–800 l). Leväbioreaktoreihin syötetään Finnsementti Oy:ltä kerättyä savukaasua (12–15 % CO₂) erillisen liitännän kautta. Savukaasu kuljetetaan ylipaineella putkistoa pitkin ja syötetään fotobioreaktoriin, jossa osa hiilidioksidista assimiloituu biomassaan. Tarvittaessa savukaasu esikäsitellään hiukkasten, rikkidioksidin (SO₂) ja muiden epäpuhtauksien poistamiseksi, jotta mikrolevien kasvulle saadaan luotua sopiva ympäristö. Savukaasujen ja jäteveden koostumusta analysoidaan pääsääntöisesti ostopalveluina. Työpaketissa tehtävät toimenpiteet suoritetaan Mikkelin Metsä-Sairilan jätevedenpuhdistamon TKI-tilassa, mikä mahdollistaa mahdollisimman todenmukaisten jätevesien sekä laboratoriomittakaavaa suurempien altaiden ja fotobioreaktoreiden käytön.

Biokatalyytin hyödyntämistä tutkitaan, jotta voidaan helpottaa talteen otetun hiilidioksidin muuntamista bikarbonaatiksi (HCO₃⁻), joka on tehokas hiilen lähde useimmille mikroleville. Optimointitutkimusten aikana määritetään ihanteellinen bikarbonaatin syöttönopeus viljelyjärjestelmään siten, että saavutetaan tasapaino mikrolevien kasvuvaatimusten ja liiallisen bikarbonaattipitoisuuden välillä. Keskeisiä parametreja, kuten pH:ta, hiilidioksidin- ja bikarbonaattipitoisuuksia, valon intensiteettiä, valo/pimeä-jaksoja ja lämpötilaa (erityisesti Pohjoismaita varten räätälöityjä) arvioidaan. Lisäksi tutkitaan myös orgaanisten hiililähteiden, kuten glukosin, asetaatin ja glyserolin, vaihtelevien pitoisuuksien vaikutusta. Lisäksi hyödynnetään mikсотrofista viljelystrategiaa, jossa yhdistetään erilaisia hiililähteitä.

Hiilidioksidin poistotehokkuutta eri hiilipitoisuuksissa, hiilikonversiotehokkuutta, hiilenkäytön tehokkuutta, mikrolevien kokonaistuottavuutta ja satoa tutkitaan koko työpaketin ajan. Lisäksi mallinnetaan erilaisia muuttujia, jotka vaikuttavat hiilidioksidin sitomiseen, pH:n vaihteluun, hiilidioksidilajien massatasapainoon vedessä, fotoautotrofiseen ominaiskasvunopeuteen (SGR), ominaiskasvunopeuteen hiilidioksidikonsentraation funktiona sekä valon intensiteetin vaikutukseen ominaiskasvunopeuteen. Korjatun biomassan haitallisuutta analysoidaan orgaanisten epäpuhtauksien (kuten dioksiinien ja PCB-yhdisteiden) ja metallien osalta yhdistetyistä näyte-eristä ennen kuin biomassaa käytetään hiilineutraalin biopolttoaineen tai muiden lisäarvotuotteiden tuotantoon TP3:ssa.

TP3. Edullinen biomassan korjuu ja hiilineutraalin biopolttoaineen tuotanto (05/2025–08/2026)

Mikrolevien keräys muodostaa noin 20-30 prosenttia koko prosessin tuotantokustannuksista. Tämä on merkittävä pullonkaula mikroleviin perustuvien, laajamittaisen teollisuusprosessien hyödyntämiselle. Näiden haasteiden ratkaisemiseksi tässä hankkeessa tutkitaan bioflokulaatiotekniikkaa. Mikrolevien optimaalisen keräysmenetelmän kehittämisessä huomioidaan muun muassa vedenpoistotehokkuus, toiminta-aika, huolto, teollinen soveltuvuus, kustannukset, myrkyllisyys, lajispesifisyys ja kasvualustan uudelleenkäytettävyys.

Mikrolevien biokemialliset analyysit sekä biodieselin analyysit toteutetaan pääosin ostopalveluina. Tulosten perusteella arvioidaan tutkittujen mikrolevälajien ja -konsortioiden soveltuvuutta hiilineutraalin biopolttoaineen tuottamiseksi. Biotuotteiden ekologisen ja taloudellisen kestävyys arvioimiseksi tehdään elinkaariarviointi- ja elinkaarikustannustutkimuksia. Näiden tutkimusten tavoitteena on tunnistaa ympäristövaikutusten ja kustannusten pääasialliset taustatekijät sekä verrata kehitettyjä tuotteita markkinoilla oleviin biopohjaisiin polttoaineisiin. Lisäksi yhteistyöryitysten ja muiden biopolttoaineiden ja uusien biopohjaisten materiaalien kehittämisestä kiinnostuneiden toimijoiden kanssa selvitetään mahdollisuuksia hankkeen tulosten jatkojalostamiselle sekä etsitään jatkorahoitusmahdollisuuksia uusien tuotteiden kehittämiseksi.

TP4. Hankkeessa tehtävien investointien hankinta ja asennus sekä analyysipalveluiden kilpailutus (11/2024–12/2025)

Työpakettien 1–3 suoritusta varten toteutetaan välttämättömiä investointeja sekä teetetään ulkoisia ostopalveluita. Investointien hankinta ja analyysipalveluiden kilpailutus aloitetaan viimeistään projekti-insinöörin

aloittaessa, jotta niihin liittyvät valmistelut eivät aiheuta viivästystä työpakettien 1–3 etenemiselle. Hankinnat toteutetaan hankintalainsäädännön mukaisesti LUT-konsernin hankintaohjetta ja rahoittajan ohjeistusta noudattaen. Laitteet merkitään asianmukaisesti EU-hankinnoiksi, ja laitteiden sijaitessa toisen toimijan hallinnoimissa tiloissa, ne merkitään myös selvästi LUT-yliopiston omistamiksi.

Investoinnit koostuvat rengaskanava-altaasta (12 000 €), suljetuista fotobioreaktoreista (13 000€), online-monitorointilaitteista (20 000 €) ja niiden lisävarusteista (20 000 €). Rengaskanava-allasta, fotobioreaktoreita ja niihin kytkettäviä online-monitorointilaitteita ja lisävarusteita hyödynnetään työpaketeissa 2–3. Rengaskanava-allas lisävarusteineen sijoitetaan Metsä-Sairilan TKI-tilaan, ja laitteistojen asennuksissa hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan TKI-tilassa olevia kytkentöjä. Fotobioreaktorit lisävarusteineen sijoitetaan LUT-yliopiston Mikkelin laboratorioon.

Ostopalvelut koostuvat mikrolevälajien genomien sekvensoinnista (TP1), mikrolevien biokemiallisista analyyseistä ja biodieselin analyyseistä (TP3), jätevesianalyyseistä (TP2) sekä savukaasujen ja muiden kaasukomponenttien analyyseistä (TP2)

Hankkeen ohjausryhmä kokoontuu vähintään kaksi kertaa vuodessa. Hankkeen tuloksista kirjoitetaan raportteja ja tieteellisiä artikkeleita. Hankkeen lopussa järjestetään lisäksi päätösseminaari, jossa hankkeen tulokset jaetaan alan toimijoille. Hankkeen etenemisestä tiedotetaan sekä paikallisesti että laajemmin, esimerkiksi valtakunnallisilla Vesihuoltopäivillä hankkeen loppupuolella. Paikallisella tasolla hankkeen tuloksia jaetaan myös erityisesti BEM-klusterin asiantuntijoille ja sidosryhmille. Tuloksista viestitään myös hankkeen internet-sivuilla sekä sosiaalisessa mediassa.

Lisätietoja hakemuksesta

Hankkeen toteutusalue

Onko hankkeen toiminta valtakunnallista?

Ei

Maakunnat

Etelä-Savo

Kunnat

Mikkeli

Kustannusarvion ja rahoitussuunnitelman tiivistelmä

Kustannusarviota ohjaavat kustannusmallivalinnat

| | |
|--|---|
| Kustannusmalli | Flat rate 7 % kehittäminen ja Flat rate 1,5 % investointi |
| Palkkakustannusten ilmoitustapa | Palkkojen yksikkökustannukset |
| Matkakustannusten ilmoitustapa | Matkakustannusten yksikkökustannukset |
| Sisältyykö arvonlisävero kustannuksiin? | Kyllä |
| Arvonlisäveron tukikelpoisuuden selvitystapa | Liite selvityksenä |

Kustannusarvion tiivistelmä kehittäminen

| | Haetut yhteensä € | Hyväksytyt yhteensä € | Hylätyt € |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|
| 1 Palkkakustannukset | 191 678 | 191 678 | |
| 2 Matkakustannukset | 0 | 0 | |
| 3 Ostopalvelut | 65 000 | 65 000 | |
| 4 Muut kustannukset | 0 | 0 | |
| Flat rate 7 % kehittäminen | 17 967 | 17 967 | |
| 5 Tulot (vähennetään kustannuksista) | 0 | 0 | |
| Nettokustannusarvio yhteensä | 274 645 | 274 645 | |

Kustannusarvion tiivistelmä investointi

| | Haetut yhteensä € | Hyväksytyt yhteensä € | Hylätyt € |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|-----------|
| 1 Investoinnit | 85 000 | 85 000 | |
| Flat rate 1,5 % investointi | 1 275 | 1 275 | |
| 2 Tulot (vähennetään kustannuksista) | 0 | 0 | |
| Nettokustannusarvio yhteensä | 86 275 | 86 275 | |

Rahoitussuunnitelman tiivistelmä

| | Haetut yhteensä € | Hyväksytyt yhteensä € | Osuus % |
|--------------------------------------|-------------------|-----------------------|---------------|
| 1 Haettava EU- ja valtion rahoitus | 280 109 | 280 108 | 77,61 |
| 2 Omarahoitus: Muu julkinen rahoitus | 80 811 | 80 812 | 22,39 |
| 3 Kuntarahoitus | 0 | 0 | 0 |
| 4 Muu julkinen rahoitus | 0 | 0 | 0 |
| 5 Yksityinen rahoitus | 0 | 0 | 0 |
| Rahoitussuunnitelma yhteensä | 360 920 | 360 920 | 100,00 |

Rahoittajan arvio hankkeesta

Hakemus on Uudistuva ja osaava Suomi ohjelman 2021-2027 toimintalinjan 2 Hiilineutraali Suomi ja sen erityistavoitteen 2.3 Kiertotalouteen siirtymisen edistäminen mukainen. Hankkeen tavoitteena on suunnitella biopohjainen järjestelmä hiilidioksidin tehokkaaseen talteenottoon sekä ilmasta (teollisuuden päästöt) että nestemäisistä jakeista (jätevesi) käyttäen paikallisia, suomalaisia mikroleviä ja/ tai mikroleväkonsortioita, jotka toimivat pohjoismaisissa olosuhteissa. Hanke edistää kiertotalouteen siirtymistä käyttämällä mikroleviä tehokkaaseen hiilidioksidin talteenottoon ja uusiutuvan, hiilineutraalin biopolttoaineen ja bioenergian tuotantoon kestäväällä tavalla. Hankkeen tavoitteet tukevat myös Etelä-Savon Älykkään erikoistumisen strategiaa. Hanke tukee erityisesti strategian poikkileikkaavaa teemaa vihreä siirtymä ja ratkaisut tarjoamalla vaihtoehtoisia materiaaleja ja teknisiä ratkaisuja vähähiilisyden edistämiseen. Lisäksi hanke linkittyy strategian vesi-painopisteeseen edistämällä yhteistyötä innovaatioalusta EcoSairilan ja siihen linkittyvän BEM-klusterin kanssa raaka-aineiden kestävään käyttöön, talteenottoon ja kierrätykseen liittyen.

Ratkaisun perustelut ja jatkotoimenpiteet

Etelä-Savon maakuntaliiton pisteytystyöryhmä 12.4.2024

Etelä-Savon maakuntaliiton hankeryhmä 7.8.2024

Etelä-Savon maakunnan yhteistyöryhmän sihteeristö 15.8.2024

Rahoittaja puoltaa hakemuksen hyväksymistä

Kyllä