



Euroopan unionin
osarahoittama

Uudistuva ja osaava Suomi 2021–2027 EU:n alue- ja rakennepolitiikan ohjelma

Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR)



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Valintaesitys

17.11.2025 Dnro: EURA 2021/406858/09
02 01 01/2025/POPELY

Hankkeen perustiedot

Hankkeen julkinen nimi

ECOEL - Kestävää elektroniikkaa biopohjaisilla yhdistelmä rakenteilla

Hakijan virallinen nimi

Oulun Yliopisto

Hakemusnumero

406858

Saapumispäivämäärä

04.12.2025

Alkamispäivämäärä

01.02.2026

Päätymispäivämäärä

31.01.2029

Viranomaisen

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Kokouksen päivämäärä

Hakuilmoitus

Ympäristö EAKR -hankehaku Pohjois-Suomessa
(Pohjois-Pohjanmaa, Lappi ja Kainuu)

Hakuilmoituksen tunnus

POPELY-073

Käsittelijä

Gitte Hannele Meriläinen

Toimintalinja

2 Hiilineutraali Suomi

Erityistavoite

2.3 Kiertotalouteen siirtymisen edistäminen

Tukimuoto

Ilmastomuutoksen hillintään ja ilmastomuutokseen sopeutumiseen sekä ympäristöön ja
luonnonvaroihin liittyvä kehittämisshanke

Hanke toteutetaan: Yhden toteuttajan hankkeena

Kuvaus hankkeen sisällöstä

Tässä hankkeessa kehitetään uusia puupohjaisia yhdistelmä materiaaleja, joilla voidaan korvata fossiilisia
muoveja ja polymeerejä elektroniikan rakenteissa. Elektroniikkajäte (e-jäte) on WHO:n mukaan maailman
nopeimmin kasvava jätelaji, ja se on merkittävä ympäristö- ja terveysongelma. e-jätevirran kasvu tuotteiden

lyhyestä elinkaaresta johtuen yhdistyy arvokkaiden materiaalien hävikkiin ja hajoamattomien jättejakeiden syntymiseen. Erityisesti elektroniikassa käytetyt fossiilisiin raaka-aineisiin perustuvat synteettiset muovi- ja polymeerimateriaalit muodostavat merkittävän osan e-jätteestä. Toisaalta biotalouden toimijoiden puusta saatavat sivuvirrat kuten sahanpuru, kierrätyskuitu ja ligniini tarjoavat paikallisen ja edullisen raaka-ainelähteen useiden korkean jalostusarvon muovinkaltaisten biotuotteiden valmistamiseksi. Yhdistämällä puupohjaisia materiaaleja ja rakenteita kuten filmejä, huokoisia vaahtoja tai pinnoitteita metallien ja puolijohteiden kanssa on mahdollista valmistaa ns. vihreän elektroniikan komponentteja ja laitteita (yhdistelmä rakenteita), joissa ongelmalliset muovirakenteet on korvattu uusiutuvilla, kierrätettävillä ja biohajoavilla materiaaleilla.

Pohjois-Pohjanmaan alueella on merkittävää tutkimus- ja yritystoimintaa sekä elektroniikan (erityisesti tietoliikennetekniikan) ja biotalouden toimialoilla (erityisesti puunjalostuksen), mutta näiden toimialojen yhteistyö on edelleen hyvin vähäistä. Hanke yhdistää biotalouden ja elektroniikan yritys- ja tutkimuslaitosten toimijat luomalla kiertotalouden alueellisen toimintamallin, jossa paikallisilla biomateriaaleilla voidaan korvata elektroniikassa käytettyjä fossiilisia materiaaleja (erityisesti muoveja ja muita synteettisiä polymeerejä), vähentää elektroniikan jätteen määrää ja parantaa laitteiden kierrätettävyyttä. Tämä konsepti tukee paikallisten biopohjaisten sivujakeiden kestävää hyödyntämistä korkean jalostusasteen tuotteissa ja edistää yhteistyötä eri toimialojen (biotalous, ICT-ala ja kiertotalous) välillä.

Hankkeen tavoitteina ovat: 1) suunnitella ja kehittää uusia elektroniikkaan soveltuvia, fossiilisia muoveja- ja polymeerejä korvaavia, biomateriaaleja paikallisista biopohjaisista sivujakeista, erityisesti puunjalostuksen sivuvirroista, elektroniikan ympäristövaikutusten minimoimiseksi ja kierrätettävyyden parantamiseksi sekä kaupallisesti potentiaalisten konseptien kehittämiseksi, 2) selvittää biopohjaisten materiaalien toimivuutta yhdistelmä rakenteissa elektroniikan komponenteissa ja laitteissa, erityisesti langattomissa tietoliikennesovelluksissa ympäristön kannalta kestävämmän elektroniikan kehittämiseksi 3) selvittää ja kehittää biopohjaisten yhdistelmä rakenteiden komponenttien ja laitteiden elinikää, kierrätettävyyttä, lajittelua ja biohajoavuutta e-jätteiden synnyn minimoimiseksi ja materiaalien käytön tehostamiseksi, ja 4) edistää eri toimialojen rajat ylittävää yhteistyötä luomalla vihreän elektroniikan tutkimuksen ja kehityksen, käyttöönoton ja kaupallistamisen toimintamalli.

Hanke edistää uusien kaupallisesti potentiaalisten korkean jalostusasteen biotuotteiden ja elektroniikan konseptien syntymistä paikallisiin puunjalostuksen sivujakeisiin perustuen e-jätteen kierrätyksen ja materiaalitehokkuuden parantamiseksi. Lisäksi hanke vahvistaa toimialojen rajat ylittävä yhteistyötä ja uusien kumppanuuksien syntymistä sekä alueen biotalouden ja elektroniikka-alojen tutkimuksen ja siihen liittyvän innovaatiotoiminnan vahvistumista.

Hankkeen toimenpiteet

Hankkeen käytännön toimenpiteet on jaettu neljään työpakettiin (TP):

TP1. Elektroniikan biopohjaisten materiaalien kehitys paikallisista puupohjaisista sivujakeista. (Kuukaudet 1-20; Vastuutoteuttaja: KUIPA):

TP1:n tavoitteena on uusien muovia ja polymeerejä korvaavien biomateriaalien suunnittelu ja kehitys paikallisista puunjalostuksen sivujakeista kestävä elektroniikan valmistukseen.

Toimenpide 1.1. Biomateriaalit elektroniikan kotelarakenteisiin. (Kuukaudet 1-10; Toteuttajat: KUIPA - Tutkija 1) Nykyisin elektroniikan sovelluksissa käytetään kotelointimateriaaleina fossiilipohjaisia polymeerejä kuten ABS, PC ja PET-muoveja. Biopohjaisiksi korvaajiksi kehitetään selluloosaan (erityisesti nanoselluloosa) ja selluloosakomposiitteihin (selluloosa yhdistettynä PHA:han, ligniiniin ja biohiileen) perustuvia rakenteita. Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään nanoselluloosarakenteiden tuottamista sivujakeista (sahanpuru ja selluloosarejektit) ja kehitetään muovinkaltaisia rakenteita valamalla ja 3D-tulostamalla nanoselluloosa- biohiili/ ligniini ja PHA-suspensioista kotelarakenteita. Haasteena on muodostaa moniulotteisia rakenteita, joilla on riittävät mekaaniset ominaisuudet (Youngin moduuli 2–3 GPa, lämpölaajenemiskerroin >70 ppm/°C) ja kosteudenkesto sekä tarvittavat sähköiset ominaisuudet (mm. dielektriset). Yhteistyö: Puupohjaisten sivujakeiden tuottajat ja elektroniikkavalmistajat (sivujakeiden ja kotelarakenteiden ominaisuudet, mahdolliset näytteet).

Toimenpide 1.2. Biomateriaalit elektroniikan suoja- ja liitospinnoitteisiin. (Kuukaudet 11-20; Toteuttajat: KUIPA - Tutkija 2)

Kehitetään filmimäisiä biopohjaisia suoja- ja pinnoitemateriaaleja selluloosa- ja ligniini/PHA-dispersioihin perustuen. Selvitetään erityisesti kuiturejektien ja kierrätyskuitujen, ja ligniinin käyttöä suojakalvoissa. Tavoitteena on saavuttaa riittävät mekaaniset (vetolujuus >150 MPa), sähköiset (alhainen ϵ_r), vesi- ja barrier-ominaisuudet hyödyntämällä hydrofobista PHA-matriisia, jota vahvistetaan sivujakeista eristetyllä nanoselluloosalla.

Yhteistyö: Puupohjaisten sivujakeiden tuottajat (näytemateriaalit).

TP2 Elektroniikan komponenttien ja laitteiden kehitys biopohjaisiin yhdistelmä rakenteisiin. (Kuukaudet 5-36; Vastuutoteuttaja: MICLAB, yhteistyö: KUIPA):

TP2:n tavoitteena on komponenttien ja laitteiden suunnittelu, valmistus ja analysointi yhdistelmä rakenteisiin (TP1:n biomateriaalit yhdistettyinä metalleihin ja puolijohteisiin) perustuen ja niiden toiminnan testaus valituissa sovelluksissa (kotelot, liitosalustat ja pinnoitteet IoT- ja tietoliikennetekniikan radiolaitteissa).

Toimenpide 2.1. Elektroniikan komponenttien ja laitteiden suunnittelu biopohjaisiin yhdistelmä rakenteisiin. (Kuukaudet: 5-9; Toteuttaja: MICLAB - Tutkija 4, yhteistyö: KUIPA - Tutkija 1).

Suunnittelu kohdistuu IoT-anturikoteloihin, RFID-tunnisteisiin ja RF-moduuleihin. Lähtökohtana on biomateriaalien yhdistäminen muihin tarvittaviin materiaaleihin yhdistelmä rakenteiden valmistamiseksi ja haluttujen sähköisten toiminnallisuuksien saavuttamiseksi. Suunnittelu perustuu rakenteiden ominaisuuksien ja toiminnan tietokonesimulointiin. Työssä huomioidaan myös ekosuunnitteludirektiivin ja WEEE-direktiivin vaatimukset kierrätettävyydestä, korjattavuudesta ja ympäristövaikutusten minimoinnista. Lisäksi arvioidaan yhteensopivuus kokoonpano- ja juotosprosessien kanssa.

Yhteistyö: Elektroniikka-alan yritykset (tekniset parametrit ja prosessivaatimukset).

Toimenpide 2.2. Elektroniikan komponenttien ja laitteiden valmistus ja testaus. (Kuukaudet: 10-36; Toteuttaja: MICLAB - Tutkijat 3 ja 5, yhteistyö: KUIPA - Tutkija 2).

Valmistetaan laboratoriossa TP1:ssä tuotetuista biomateriaaleista Toimenpide 2.1:ssä suunniteltuja yhdistelmä rakenteita (3-5 demoa). Valmistuksessa käytetään skaalautuvia menetelmiä kuten valamista, pinnoitusta ja laserleikkausta. Hyödynnetään hybridilähestymistapaa: tuote valmistetaan osittain perinteisestä ja osittain biomateriaalista, ja biomateriaalin osuutta lisätään asteittain. Esimerkiksi liitosalusta voidaan valmistaa käyttämällä perinteistä piirilevyä, jolle toteutetaan toiminnallinen pintarakenne biomateriaalista. Rakenteiden sähköisiä (ϵ_r , $\tan \delta$, resonanssitaajuus) ja mekaanisia ominaisuuksia mitataan IoT- ja RF-sovellusten vaatimusten mukaisesti.

Yhteistyö: Yhteistyötä TP1:n kanssa biomateriaalien jatkokehityksessä sekä elektroniikka-alan yritysten kanssa (palaute rakenteiden toiminnasta).

TP3. Elektroniikan yhdistelmä rakenteiden luotettavuuden ja elinkaari vaikutusten arviointi. (Kuukaudet 20-33; Toteuttajat: KUIPA ja MICLAB):

TP3:n tavoitteena on selvittää kokeellisesti kehitettyjen kestävän elektroniikan komponenttien ja laitteiden luotettavuutta ja elinkaari vaikutuksia.

Toimenpide 3.1. Luotettavuuden arviointi. (Kuukaudet: 20-33; Toteuttaja: MICLAB - Tutkijat 4 ja 5).

Elektroniikan materiaalien ja rakenteiden edellytetään täyttävän niiden toiminnan luotettavuuteen liittyvien yleisten standardien ja sovelluskohtaiset vaatimukset. Selvitetään teknisesti lupaavimpien kehitettyjen yhdistelmä rakenteisiin perustuvien komponenttien ja laitteiden toimintaa altistamalla ne eri ympäristöolosuhteisiin (lämpötila, kosteus, mekaaninen rasitus ja aika).

Yhteistyö: Elektroniikka-alan yritykset (Testausympäristöjen käyttö).

Toimenpide 3.2 Kierrätettävyyden ja uudelleen käytön arviointi. (Kuukaudet: 28-33; Toteuttaja: MICLAB - Tutkija 5 ja KUIPA - Tutkija 1).

Selvitetään teknisesti lupaavimpien kehitettyjen elektroniikan komponenttien ja laitteiden (2-3) kierrätettävyyttä. Esimerkiksi laiterakenne voidaan purkaa ja sen materiaalit voidaan prosessoida ja käyttää uudelleen vastaavien laiterakenteiden valmistamiseksi. Prosessoinnin teknis-taloudellista kannattavuutta arvioidaan edelleen

Toimenpiteessä 4.1.

Yhteistyö: Kiertotalouden yritykset (Tieto mahdollisista kierrätysprosessien vaatimuksista).

Toimenpide 3.3. Biohajoavuuden ja toksisuuden arviointi. (Kuukaudet: 29-34; KUIPA - Tutkija 2).

Selvitetään kokeellisesti teknisesti lupaavimpien kehitettyjen elektroniikan komponenttien ja laitteiden (2-3) biohajoavuutta maaperässä standardin mukaisella analyysillä sekä määritetään mahdollisesti vapautuvia kemiallisia yhdisteitä ja materiaaleja.

Yhteistyö: Kiertotalouden yritykset (Tieto nykyisten elektroniikan materiaalien käyttäytymisestä).

TP4. Kestävän elektroniikan konseptien teknis-taloudellinen arviointi ja toimintamalli paikallisesta vihreän elektroniikan kehityksestä. (Kuukaudet: 25-36; Toteuttajat: KUIPA ja MICLAB):

TP4:n tavoitteena on kehitettyjen kestävän elektroniikan konseptien teknis-taloudellinen arviointi ja vihreän elektroniikan käyttöönottoa ja kaupallistamista edistävä toimintamallin kehittäminen.

Toimenpide 4.1. Teknis-taloudellinen arviointi. (Kuukaudet: 30-36; Toteuttaja: KUIPA - Tutkija 1 ja MICLAB - Tutkija 3).

Tehdään toiminnaltaan ja ominaisuuksiltaan lupaavimpien biopohjaisten elektroniikan tuotteiden laskennallinen teknis-taloudellinen arviointi. Teknis-taloudellisessa tarkastelussa huomioidaan tarvittavat sovelluksen tekniset minimivaatimukset ja tarvittava prosessointi (prosessilaitteet, prosessiolosuhteet, kemikaalit) teknisten ominaisuuksien saavuttamiseksi. Tämän perusteella voidaan estimoida investointi- ja käyttökustannuksia ja verrata niitä tuotteen arvioituun markkinapotentiaaliin ja tuotteesta mahdollisesti saatavaan hintaan. Teknis-taloudellisen tarkastelun tavoitteena on antaa perusteet arvioida tuotteistamis- ja kaupallistamispotentiaalia. Yhteistyö: Biotalous ja elektroniikka-alan yritystoimijat (hintatiedot ja suurenmittakaavan prosessoinnin vaatimukset).

Toimenpide 4.2. Toimintamalli paikalliseen vihreän elektroniikan kehitykseen. (Kuukaudet: 25-36; Toteuttaja: KUIPA - Tutkija 1 ja MICLAB - Tutkija 5).

Hankkeen käytännön tulosten ja toimijoiden välisten tapaamisten perusteella laaditaan alueellinen vihreän elektroniikan tutkimuksen ja kehityksen, käyttöönoton ja kaupallistamisen toimintamalli, jossa i) esitetään kestävän elektroniikan teknisiä ja taloudellisia mahdollisuuksia ja ympäristövaikutuksia ii) listataan mahdollisia alueellisia toimijoita, ja iii) muodostetaan toimijoiden välinen arvoketju kestävän elektroniikan TKI- ja kaupallistamistoimista. Toimintamalli esitellään hankeseminaarissa, erillisissä toimijoiden välisissä tapaamisissa ja viestitään sähköisissä kanavissa.

Yhteistyö: Biotalous, kiertotalouden ja elektroniikka-alan tutkimuslaitokset ja yritystoimijat sekä kunnat ja kehitysyhtiöt.

Hankkeen tiedotus: Hankkeen tulokset ovat julkisia ja niistä tiedotetaan rakennerahaston viestintäohjeita noudattaen. Hankkeelle laaditaan alussa tiedotussuunnitelma Oulun yliopiston Kuitu- ja partikkelitekniikan tutkimusyksikön viestintäasiantuntijan toimesta. Erityisesti tiedotetaan vihreän elektroniikan mahdollisuuksista alueen kohderyhmiä (yritykset, tutkimuslaitokset, kunnalliset toimijat ja kehitysyhtiöt) ja suurta yleisöä, ja informoidaan saavutetuista hanketuloksista. Viestitään toimintamallista, jolla voidaan edistää biotalouden ja elektroniikkasektorin yhteistyötä, ja aktivoida alan toimijoiden TKI-toimintoja, yritysten tuotekehitystä, uuden yritystoiminnan syntyä ja vähentää elektroniikan ympäristövaikutuksia. Tieteellisesti merkittävät tutkimustulokset julkaistaan kansainvälisissä tieteellisissä lehdissä. Hankkeen aikana osallistutaan kansallisiin seminaareihin ja messuille, joissa esitetään tutkimuksen tuloksia ja hyödyntämisenäkymiä hankkeen varsinaisille ja välillisille kohderyhmille. Tiedotusta tehdään myös hankkeen kotisivun kautta ja sosiaalista mediaa hyödyntäen.

Lisätietoja hakemuksesta

-

Hankkeen toteutusalue

Onko hankkeen toiminta valtakunnallista?

Ei

Maakunnat

Pohjois-Pohjanmaa

Kunnat

Oulu

Kustannusarvion ja rahoitussuunnitelman tiivistelmä

Kustannusarviota ohjaavat kustannusmallivalinnat

Kustannusmalli	Flat rate 40 % kehittäminen
Palkkakustannusten ilmoitustapa	Palkkojen yksikkökustannukset

Kustannusarvion tiivistelmä

	Haetut yhteensä €	Hyväksytyt yhteensä €	Hylätyt €
1 Palkkakustannukset	349 857	349 857	
Flat rate 40 % kehittäminen	139 944	139 944	
2 Tulot (vähennetään kustannuksista)	0	0	
Nettokustannusarvio yhteensä	489 801	489 801	

Rahoitussuunnitelman tiivistelmä

	Haetut yhteensä €	Hyväksytyt yhteensä €	Osuus %
1 Haettava EU- ja valtion rahoitus	391 839	391 839	80,00
2 Omarahoitus: Muu julkinen rahoitus	97 962	97 962	20,00
3 Kuntarahoitus	0	0	0
4 Muu julkinen rahoitus	0	0	0
5 Yksityinen rahoitus	0	0	0
Rahoitussuunnitelma yhteensä	489 801	489 801	100,00

Rahoittajan arvio hankkeesta

Elektroniikkajäte (e-jäte) on WHO:n mukaan maailman nopeimmin kasvava jätelaji, ja se on merkittävä ympäristö- ja terveysongelma. Vuonna 2020 EU:ssa syntyi arviolta 10,5 miljoonaa tonnia e-jätettä, josta kierrätettiin vain n. 40 %, vaikka WEEE-direktiivi (Waste Electrical and Electronic Equipment Directive) velvoittaa jäsenmaat keräämään ja kierrättämään sähkö- ja elektroniikkalaitteita. e-jätevirran kasvu tuotteiden lyhyestä elinkaaresta johtuen yhdistyy arvokkaiden materiaalien hävikkiin ja hajoamattomien jättejakeiden syntymiseen. Tässä hankkeessa kehitetään muovisia korvaavia materiaaleja elektroniikan laitteisiin. Hankkeessa keskitytään koteloraakenteisiin sekä elektroniikan suoja- ja liitospinnoitteisiin.

Hanke on ajankohtainen ja se vastaa erinomaisesti erityistavoitteelle asetettuihin tavoitteisiin. Hankkeessa kehitettävät materiaalit ovat biopohjaisia, jotka perustuvat esimerkiksi selluloosan, nanoselluloosaan ja selluloosa- ja ligniini/PHA-dispersioihin. Hankkeessa mm. selvitetään nanoselluloosarakenteiden tuottamista sivujakeista (sahanpuru ja selluloosarejektit) ja kehitetään muovinkaltaisia rakenteita valamalla ja 3D-tulostamalla ja selvitetään erityisesti kuiturejektien ja kierrätyskuitujen, ja ligniinin käyttöä suojakalvoissa. Hanketta tehdään tiiviissä yhteistyössä elektroniikka-alan yritysten kanssa, siinä kehitetään uusia korkean jalostusasteen tuotteita paikallisesti saatavilla olevista sivuvirroista ja tavoitteena on vähentää ympäristöä kuormittavan jätteen määrää. Hanke tuo alan yrityksille uutta tietoa vastuullisesta valmistamisesta ja se tarjoaa yrityksille mahdollisuuden kehittää ansaintalogiikkaansa ympäristöystävällisemmällä tuotteilla. Hankkeen tuloksista viestitään avoimesti ja sen tuloksia voi hyödyntää laaja joukko yrityksiä.

Hanke on ympäristön kannalta merkittävä, koska se onnistuessaan edistää pitkällä aikavälillä elektroniikkajätteen biohajoavuutta ja alan vastuullisuutta. Esitän hanketta rahoitettavaksi.

Ratkaisun perustelut ja jatkotoimenpiteet

Laki alueiden kehittämisen ja Euroopan unionin alue- ja rakennepolitiikan hankkeiden rahoittamisesta 757/2021 12 §: Toimivaltainen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus voi myöntää tukea Euroopan aluekehitysrahaston varoista ja oikeudenmukaisen siirtymän rahaston varoista ilmastonmuutoksen hillintään ja ilmastonmuutokseen sopeutumiseen sekä ympäristöön ja luonnonvaroihin liittyviin kehittämis- ja investointihankkeisiin.

Asiantuntijoita kuultu 10/2025.

Rahoituskokous 19.11.2025.

Pohjois-Pohjanmaa MYRS 17.12.2025.

Rahoittaja puoltaa hakemuksen hyväksymistä

Kyllä