



# Kestävä, ilmastoneutraali ja resurssitehokas metsäbiotalous (FORBIO-konsortio)

## Tilannekuvaraportti 2015

Heli Peltola, Itä-Suomen yliopisto, *konsortion johtaja*  
Jyrki Kangas, Itä-Suomen yliopisto  
Janne Jänis, Itä-Suomen yliopisto  
Ari Venäläinen, Ilmatieteen laitos  
Antti Asikainen, Luonnonvarakeskus  
Lauri Hetemäki, European Forest Institute  
Pekka Leskinen, Suomen ympäristökeskus



## STN ohjelma Ilmastoneutraali ja resurssiniukka Suomi

### Tilannekuvaraportti - Kestävä, ilmastoneutraali ja resurssitehokas metsäbiotalous (FORBIO)



© Erkki Oksanen/LUKE (vas. oik., kuvat 1 ja 5-8) ja Heli Peltola/UEF (kuvat 2-4)



## Hankkeen tutkimuspartnerit

**Itä-Suomen yliopisto (UEF), Metsätieteiden osasto**, tutkimuskonsortion ja tutkimusryhmän 1 johtaja prof. Heli Peltola, varajohtaja prof. Jyrki Kangas

**Itä-Suomen yliopisto (UEF), Kemian laitos**, tutkimusryhmän 2 johtaja prof. Janne Jänis

**Ilmatieteen laitos (IL)**, tutkimusryhmän 3 johtaja Dosentti Ari Venäläinen

**Luonnonvarakeskus (LUKE), Joensuun yksikkö**, tutkimusryhmän 4 johtaja prof. Antti Asikainen

**Euroopan metsäinstituutti (EFI)**, tutkimusryhmän 5 johtaja apulaisjohtaja prof. Lauri Hetemäki

**Suomen ympäristökeskus (Syke)**, tutkimusryhmän 6 johtaja tutkimusprofessori Pekka Leskinen



FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE



EUROPEAN FOREST INSTITUTE Finnish Environment Institute



S Y K E



Kuva 1. FORBIO-hankkeen johtoryhmä vasemmalta oikealle: Janne Jänis, Jyrki Kangas, Heli Peltola, Antti Asikainen, Lauri Hetemäki, Pekka Leskinen ja Ari Venäläinen.

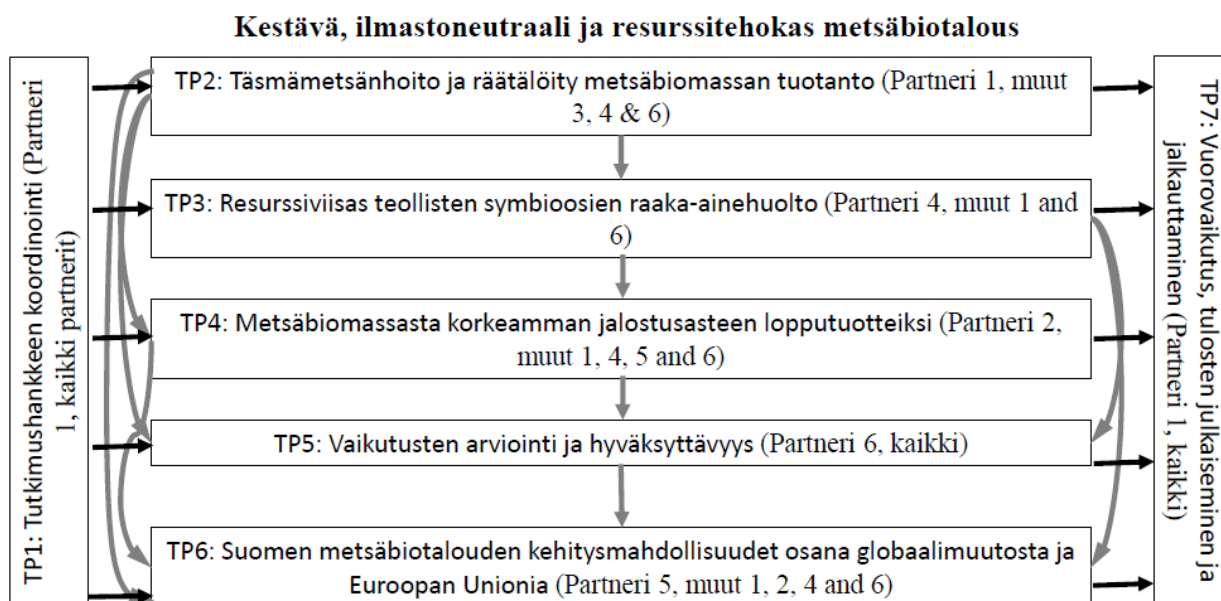
## Tiivistelmä

FORBIO–hankkeen tavoitteena on tuottaa osaamista ja ratkaisumalleja, joilla voidaan turvata kestävän, ilmastoneutraalin ja resurssitehokkaan metsäbiotalouden edellytykset tulevaisuudessa ja sopeutua muuttuvaan toimintaympäristöön, johon vaikuttavat ilmastonmuutos sekä metsäbiotalouden ja yhteiskunnan muutokset eri aikajäniteillä ja alueilla. Hanke kattaa seuraavat toisiinsa kytkeytyneet tutkimusteemat: 1. Täsmämetsänhoito ja räätälöity metsäbiomassan tuotanto; 2. Resurssiviisas teollisten symbioosien raaka-ainehuolto; 3. Metsäbiomassasta korkeamman jalostusasteen lopputuotteiksi; 4. Vaikutusten arviointi ja hyväksyttävyyden arviointi; 5. Suomen metsäbiotalouden kehitysmahdollisuudet osana globaalimuutosta ja Euroopan Unionia. Hankkeen toteutuksesta vastaavat yhdessä Itä-Suomen yliopiston Metsätieteiden osasto ja Kemian laitos, Ilmatieteen laitos, Luonnonvarakeskus, Euroopan Metsäinstituutti ja Suomen ympäristökeskus.

Hanke tekee tutkimusyhteistyötä useiden kansainvälisten tutkimusorganisaatioiden ja yliopistojen kanssa. Sen vuorovaikutuspartnereina ja tutkimustiedon hyödyntäjinä on kansallisesti ja globaalisti merkittäviä metsäbiotalouden toimijoita, jotka kattavat metsäbiotalouden koko ketjun metsänkasvatuksesta lopputuotteisiin asti, sekä keskeiset ministeriöt. Hankkeen tutkimukselliset haasteet ratkaistaan tiiviissä yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa hankkeeseen osallistuvien tutkimus- ja vuorovaikutuspartnereiden erityisosaamista hyödyntäen. Hankkeen tulokset ja osaaminen hyödyttävät politiikan valmistelijoita ja päättäjiä Suomen lisäksi laajemmin EU:ssa, mitä edesauttavat Euroopan Metsäinstituutin verkostot ja kanavat. Tutkimustuloksista viestitään monipuolisesti kotimaassa ja kansainvälisesti, jotta ne saadaan vietyä laajaan käyttöön. Tällä varmistetaan myös tutkimuksen yhteiskunnallinen merkittävyys ja vaikuttavuus.

### 1. Mihin ongelmaan konsortio hakee ratkaisua?

FORBIO–hankkeen tavoitteena on tuottaa osaamista ja ratkaisumalleja, joilla voidaan turvata kestävän, ilmastoneutraalin ja resurssitehokkaan metsäbiotalouden edellytykset ja sopeutua muuttuvaan toimintaympäristöön, johon vaikuttavat ilmastonmuutos sekä metsäbiotalouden ja yhteiskunnan muutokset eri aikajäniteillä ja alueilla. Hankkeen työpaketit kytkeytyvät monin tavoin toisiinsa ja muodostavat loogisesti yhteensopivan, metsäbiotalouden arvoketjuja laajasti kattavan kokonaisuuden (Kuva 2). Tutkimukselliset haasteet ratkaistaan tiiviissä yhteistyössä ja vuorovaikutuksessa hankkeeseen osallistuvien tutkimus- ja vuorovaikutuspartnereiden erityisosaamista hyödyntäen.



Kuva 2. FORBIO hanke pähkinänkuoressa. Sen toteutuksesta vastaavat yhdessä Itä-Suomen yliopiston Metsätieteiden osasto (partneri 1) ja Kemian laitos (partneri 2), Ilmatieteen laitos (partneri 3),

Luonnonvarakeskus (partneri 4), Euroopan Metsäinstituutti (Partneri 5) ja Suomen ympäristökeskus (Partneri 6). Kunkin työpaketin vetäjäorganisaatio on mainittu ensin työpaketeissa.

### **3. Mikä on toimintaympäristön tiedontaso tässä ongelmakentässä?**

#### ***Metsäbiotalouden toimintaympäristö***

Luonnonvarojen kestävä käyttö ja ilmastonmuutoksen hillintä edellyttävät siirtymistä ilmastoneutraaliin ja resurssitehokkaaseen yhteiskuntaan. Metsäbiotaloudella ja metsien kestäväällä hyödyntämisellä energian, tuotteiden ja palveluiden tuottamisessa on tärkeä rooli Suomessa biotalouden veturina. Uusiutuvien ja uusiutumattomien luonnonvarojen ja materiaali- ja energiavirtojen resurssitehokas käyttö (mukaan lukien kiertotalous) vähentää riippuvuutta fossiilisista luonnonvaroista ja luo samalla uutta talouskasvua ja uusia työpaikkoja kestävästi. Toisaalta globaalimuutokset (mm. väestönkasvu, ilmastonmuutos, globalisaatio) vaikuttavat keskeisesti Suomeen ja erityisesti metsäalan toimintaympäristöön. Euroopan Unionilla on keskeinen merkitys poliittisten toimien kautta sekä sen toimiessa metsäteollisuuden keskeisenä vientimarkkina-alueena.

#### ***Täsmämetsänhoito ja räätälöity metsäbiomassan tuotanto***

Tarve vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja hillitä ilmastonmuutosta edellyttää metsien hiilensidonnan, kasvun ja hiilenvarojen lisäämistä metsissä ja puutuotteissa sekä metsäbiomassan käytön lisäämistä fossiilisten materiaalien ja energian korvaajana. Metsien hiilensidontaa, kasvua ja metsäbiomassantuotantoa pinta-alayksikköä kohden on mahdollista lisätä käyttämällä metsänuudistamisessa parempikasvuista jalostettua siemen- ja taimimateriaalia sekä viljelemällä kullakin kasvupaikalla sille parhaiten soveltuvia puulajeja. Niihin voidaan vaikuttaa myös puuston harvennuksen ajoitusta ja voimakkuutta ja kiertoaika säätelemällä sekä metsää lannoittamalla soveltuvilla kohteilla. Toisaalta muuttuvassa toimintaympäristössä (ilmastonmuutos, metsäbiotalouden ja yhteiskunnan tarpeet) voidaan tarvita hyvinkin erilaisia ja nopeita metsien hoidon sopeuttamistoimia eri aikajäniteillä ja alueilla. Tulevaisuudessa kyky sopeutua muuttuvaan toimintaympäristöön, kuten myös erilaisten metsätuho- ja taloudellisten riskien hallinta, korostuvat päätöksenteossa.

Metsäbiomassan nykyistä suurempi ja monipuolisempi hyödyntäminen tulevaisuudessa edellyttää metsäbiomassan tuotannon ja hankinnan lisäämistä nykyisestä. Toisaalta metsien hyödyntämisessä on kestävien hakkuumahdollisuuksien ja puuston kasvun lisäksi turvattava muut keskeiset ekosysteemipalvelut kuten metsien monimuotoisuus, hiilensidonta ja virkistyskäyttö. Kestävä metsien hoito ja käyttö mahdollistavat sopeutumisen muuttuvaan toimintaympäristöön, ottaen huomioon odotettavissa oleva ilmastonmuutos ja siihen liittyvät epävarmuustekijät sekä lisääntyvät tuhoriskit (esim. tuuli- ja lumituhoriskit, kuivuus, metsäpalot, sieni- ja hyönteistuhot) että metsäbiotalouden ja yhteiskunnan muuttuvat tarpeet eri aikajäniteillä ja alueilla. Sekä kansallisesti että kansainvälisesti on tehty runsaasti niin kokeellisesti kuin metsäekosysteemi-, metsäsuunnittelu- ja riskimallilaskelmia hyödyntäen metsien hoidon vaikutustutkimusta. Tästä huolimatta yhä puuttuu kokonaisvaltainen tutkimustieto siitä, miten muuttuvissa olosuhteissa voidaan lisätä kestävästi ja resurssitehokkaasti metsäbiomassan tuotantoa eri tarpeisiin ja huomioida samanaikaisesti metsien hoidossa muiden keskeisten ekosysteemipalveluiden tuottaminen ja riskien hallinta. FORBIO-hanke tuottaa tällaista tarvittavaa kokonaisvaltaista tietoa.

#### ***Resurssiviisas teollisten symbioosien raaka-ainehuolto***

Metsäteollisuuden uusiin tuotantolinjoihin ja -laitoksiin investoimisen ennakoidaan lisäävän kotimaan puunhankintatarvetta useilla miljoonilla kuutiometreillä. Lisäksi viime vuosikymmenellä voimakkaasti kasvanut puun suora energiakäyttö (noin 8 milj. m<sup>3</sup>) on luonut pysyvän energiabiomassojen hankintatarpeen. Puunhankinnan infrastruktuuri ja kalusto ovat myös uudistumassa ja alueelliset erot puun hankintamäärissä kasvavat. Puuraaka-aineen hankintakustannukset ja saatavuus ovat keskeisiä tekijöitä sekä puuta jalostavan teollisuuden että energiatuotannon kilpailukyvyille. Uusien teollisten symbioosien raaka-ainehuollon turvaamisen varmistamiseksi on oleellista tietää niiden tarvitsemien puuraaka-aineresurssien (puulaji-, ikäluokka- ja järeyt) riittävyys eri aikajäniteillä ja mahdollisuudet vaikuttaa niiden kehitykseen metsien hoidon ja hakkuiden avulla.

Metsävarojen ja hakkuumahdollisuuksien riittävän tarkat kehitysennusteet sekä paikkaan sidotut eri puutavaralajien käyttötilastot ja tulevaisuuden skenaariot mahdollistavat teollisten symbioosien raaka-

aineresurssien ja -huoltovarmuuden analysoinnin. Jalostavan teollisuuden ja energiantuotannon monipuolistuva tuotevalikoima ja eriytyvät raaka-ainevaatimukset edellyttävät myös nykyistä tarkempaa tietoa puuraaka-aineen ominaisuuksista ja niiden alue-, kasvupaikka- ja rungonosakohtaisesta vaihtelusta sekä hankinnan kohdentamisen että raaka-ainevirtojen ohjaamisen näkökulmasta. Erityisen suuren haasteen puunhankinnan taloudelliselle kestäväydelle muodostaa voimakas kausivaihtelu ja sen mukanaan tuomat resurssien käytön optimoinnin haasteet. Nämä haasteet lisääntyvät muuttuvassa ilmastossa esimerkiksi maaperän kantavuuden (esim. routa/roudaton maa) vaihtelun ja ennalta arvaamattomien metsätuhojen myötä. Miten edellä mainitut kehityskulut vaikuttavat metsäteollisuuden ja energiantuotannon raaka-ainehuoltoon ja sen resurssivaatimuksiin, on vielä tutkimatta, ja sitä selvitetään FORBIO-hankkeessa.

### ***Metsäbiomassasta korkeamman jalostusasteen lopputuotteiksi***

Vaikka raakaöljyn hinta onkin ollut viime aikoina ennätyksellisen alhainen, biomassapohjaisten raaka-aineiden kysyntää vauhdittavat lähitulevaisuudessa merkittävästi tiukentuneva kansainvälinen lainsäädäntö ja sopimukset. Viime vuosina metsäbiomassasta sekä erilaisista metsäbiomassan jalostuksen sivuvirroista (esim. sellunkeiton sivutuotteena saatava mäntyöljy) on ryhdytty jalostamaan sekä nestemäisiä biopolttoaineita että bulkkibiokemikaaleja. Hyvinä esimerkkeinä edellä mainituista ovat puuhakkeesta saatava pyrolyysiöljy sekä mäntyöljystä valmistettu biodiesel, joilla voidaan korvata fossiilisia polttoaineita esimerkiksi liikenteessä ja keskiuurissa lämpövoimaloissa. Biomassapohjaiset bioalkoholit ovat toinen hyvä esimerkki jo olemassa olevista sivuvirtojen jalostustuotteista. Biomassapohjaisia bulkki- tai hienokemikaaleja sitä vastoin on markkinoilla vielä selvästi vähemmän vaikka Suomen metsäteollisuus tuottaa merkittäviä sivuvirtoja, joita voitaisiin jatkojalostaa uusiksi korkeamman asteen lopputuotteiksi. Tällaisia sivuvirtoja ovat esimerkiksi puun kuori ja kaarna sekä kannot ja oksat, mustalipeä, mäntyöljyn raskaammat jakeet, nollakuitu sekä erilaiset teollisuuden jäteliemet. Osa näistä sivuvirroista sisältää arvokkaita kemiallisia yhdisteitä, joilla olisi jo nyt merkittävästi kysyntää eri teollisuuden haaroilla. Tällä hetkellä monia sivuvirtoja käytetäänkin suoraan eri prosessien energiana, koska soveltuvia jalostusmenetelmiä ei ole olemassa tai ne eivät toimi teollisessa mittakaavassa. Teollisuudella on kuitenkin kasvavaa mielenkiintoa sivuvirtojen jatkojalostamiseen, jotka voivat tuoda merkittävää lisäarvoa olemassa oleviin prosesseihin ja mahdollistaa aivan uusien tuotantolinjojen syntyminen.

Biokemikaalituotantoon soveltuvien sivuvirtojen kattava kartoittaminen (määrä ja laatu) sekä soveltuvien jalostusmenetelmien etsiminen ja testaus on keskeinen tavoite FORBIO-hankkeessa. Myös rätälöity biomassan kasvatusta korkeamman jalostusasteen biokemikaalituotantoon on keskeinen tutkimuskohde, kun biomassan raaka-aineominaisuuksien sekä lopputuotteiden ominaisuuksia väliset yhteydet on selvitetty. Joidenkin yksittäisten sivuvirtojen osalta selvityksiä on jo tehty, mutta ne eivät joko ole julkisia tai eivät vielä ole riittävän kattavia. Tähän asti alan tutkimusta ovat tehneet pääosin akateemiset toimijat. Teollisuuden mielenkiintoa tutkimukseen on jarruttanut teolliseen mittakaavaan tai olemassa oleviin prosesseihin soveltuvien menetelmien puuttuminen ja/tai niiden korkea hinta. FORBIO-hankkeessa tuotettava uusi tieto ja osaaminen on omiaan vauhdittamaan uusien biotalouden tuotantoprosessien syntyä metsäbiomassapohjaisista raaka-aineista.

### ***Vaikutusten arviointi ja hyväksyttävyyttä***

Metsäbiotalouden vaikutuksia ja hyväksyttävyyttä arvioitaessa korostuu toisaalta tarve ottaa huomioon vaikutusten arvioinnissa koko biotuotannon elinkaari, raaka-aineen tuotannosta tuotteen valmistamisen ja loppukäytön kautta jätteisiin ja niiden hyödyntämiseen. Toisaalta vaikutusten arvioinnissa nousee esille sekä taloudelliset, ympäristölliset että sosiaaliset vaikutukset. Päätöksenteon tukemisessa on kyettävä huomioimaan kaikki nämä näkökulmat kokonaisvaltaisella ja ymmärrettävällä tavalla, olipa kyse sitten laajempien, koko Suomea koskevien skenaarioiden vaikutusten arvioinnista, tai yritystason tapaustutkimuksista metsäbiotalouden kehittämiseksi. Kansainvälisesti suurinta huomiota lienee saanut tähän mennessä metsäenergian ilmastovaikutusten laskenta, jonka tulosten perusteella metsäenergian ilmastovaikutus on ollut elinkaaritarkasteluissa laskentaoletuksista riippuen joko lähellä hiilineutraalia tai lähellä fossiilisia polttoaineita. Erityisesti laskennassa käytettävät oletukset liittyen aikajänteeseen ja mittakaavaan vaikuttavat keskeisesti tuloksiin. Biodiversiteetin osalta huomio on kiinnittynyt lähinnä metsäpään vaikutuksiin liittyen esim. lahopuun määrään. Koko tuotantoketjuun liittyvät biodiversiteettivaikutukset ovat vähemmän tutkittuja. Käytettävissä on maankäytön vaikutuksiin liittyviä mittausjärjestelmiä, mutta ne kuvaavat kuitenkin varsin heikosti boreaalista metsävyöhykettä ja esim.

suomalaista metsien hoitoa ja käyttöä. Muiden ympäristövaikutusten osalta on tehty esim. tuotetason elinkaaritarkasteluja.

Taloudellisten vaikutusten osalta metsäbiotalouden yritykset seuraavat aktiivisesti omaa kustannusrakennettaan ja kannattavuuttaan. Arvioitaessa vaikutuksia kansantalouteen tai aluetalouteen on käytettävissä esim. erilaisia panos-tuotos-malleja, joiden avulla voidaan kuvata tarkastelussa mukana olevien talouden sektoreiden vaikutuksia, joista osa liittyy metsiin ja metsäbiotalouteen ja osa muuhun taloudelliseen toimintaan. Tarkastelut perustuvat referenssivuoden tilastointeihin ja antavat pääasiassa staattisen kuvan tilanteesta. Verrattuna ympäristö- tai talousvaikutuksiin metsäbiotalouden elinkaariset sosiaaliset vaikutukset ovat varsin heikosti tunnettuja. Alan kansainvälinen tutkimus on lähinnä keskittynyt joidenkin yksittäisen tuotteiden tuottamisen vaikutuksiin. Suoraan suomalaiseen metsäbiotalouteen sovellettavissa olevia tietokantoja ja aineistoja ei ole juurikaan käytettävissä tällä hetkellä. FORBIO-hanke tuottaa tarvittavaa kokonaisvaltaista tietoa siitä, miten voidaan turvata koko metsäbiotalouden ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys sekä hyväksyttävyyttä pyrittäessä ilmastoneutraaliin ja resurssitehokkaaseen metsäbiotalouteen.

### ***Suomen metsäbiotalouden kehitysmahdollisuudet osana globaalimuutosta ja Euroopan Unionia***

Metsäalan ennakkoinnilla on Suomessa pitkät perinteet. Toisaalta sen merkitys on 2000-luvulla entisestään korostunut metsäalaa ravistelevien rakennemuutoksien ja talouden taantumien tuomien muutoksien seurauksena. Rakennemuutokset ovat osa normaalia tuotteiden elinkaarisyyttä, jossa vakiintuneiden tuotteiden markkinat ovat uhattuna kysyntätekkijöiden muuttuessa. Toisaalta uusia markkinoita avautuu biotalouden kehityksen myötä. Metsäalalla tämä näkyy etenkin paperiteollisuuden heikentyneessä asemassa digitaalisen median merkityksen kasvaessa. Samaan aikaan metsäteollisuus pyrkii uusiutumaan hajauttamalla liiketoimintaansa uusille markkinoille, kuten rakentamisen tuotteisiin, biopolttoaineisiin ja palveluihin. Tämän alan teknologinen tutkimus on Suomessa hyvin vahvaa, mutta markkinoiden, politiikan ja ennakkoinnin tutkimus on selvästi vähäisempää. Esimerkiksi EU:n politiikkatoimien vaikutusten arviointi ja ennakointi on ollut huomattavan vähäistä niin Suomessa kuin muuallakin ottaen huomioon niiden mahdolliset vaikutukset. Etenkin kysyntätekkijöiden vaikutusten ymmärtäminen ja systemaattinen tutkimus on jäänyt resurssikeskeisen ja tuotanto-orientoituneen tutkimuksen varjoon. FORBIO-hanke tuottaa uutta tarvittavaa kokonaisvaltaista osaamista ja tietopohjaa arvioida Suomen metsäbiotalouden pitkän aikavälin näkymiä ja eritoten sitä, miten globaalit ja EU:n toimintaympäristön muutostekijät markkinoilla, politiikassa ja teknologiassa sekä erilaiset julkiset päätökset ja toimenpiteet vaikuttavat suomalaisen metsäbiotalouden toimintaedellytyksiin ja mahdollisuuksiin pitkällä aikavälillä.

### **4. Mikä on hankkeen tuoma lisäarvo tämän ongelman ratkaisuun?**

FORBIO-hanke tuottaa tarvittavaa tietoa siitä, mitkä ovat kestävän, ilmastoneutraalin ja resurssitehokkaan metsäbiotalouden edellytyksiä. Sen tuottama kokonaisvaltainen osaaminen ja ratkaisumallit mahdollistavat myös resurssien käytön tehostamisen metsäbiotaloudessa ja tukevat siirtymistä kiertotalouteen, joka tuo Suomeen osaamisperusteista kasvua ja vientiä. FORBIO-hanke vastaa kysymykseen miten metsien hoitoa tehostamalla ja mukauttamalla voidaan lisätä kestävästi ja resurssitehokkaasti metsäbiomassan tuotantoa eri tarpeisiin, huomioiden samalla muiden keskeisten ekosysteemipalveluiden tuottaminen ja riskien hallinta sekä tarve sopeutua ilmastonmuutokseen ja hillitä sitä. Tässä yhteydessä hankkeessa tarkastellaan eritoten erilaisten ilmastollisten riskien metsävaikutuksia (esim. metsien tuuli- ja lumituhoriskit, kuivuustuhot).

Lisäksi FORBIO-hanke tuottaa tarvittavaa tietoa ja osaamista siitä, miten kehittämällä puunhankintateknologiaa, -järjestelmiä ja infra muuttuvan toimintaympäristön tarpeisiin voidaan tehostaa metsävarojen hyödyntämistä ja sen resurssitehokkuutta, vähähiilisyttä sekä turvata uusien teollisten symbioosien raaka-ainehuolto. Se tuottaa myös tarvittavaa tietoa ja osaamista siitä, miten metsäbiomassan raaka-aineominaisuuksien parempi tunteminen ja uudet teknologiset ratkaisut auttavat lisäämään korkean jalostusasteen biokemikaalien ja muiden lopputuotteiden resurssitehokasta valmistamista puusta sekä optimoimaan integroitua puubiomassan kierrätystä.

FORBIO-hanke vastaa myös kysymykseen miten voidaan turvata koko metsäbiotalouden ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen kestävyys sekä hyväksyttävyyttä pyrittäessä ilmastoneutraaliin ja resurssitehokkaaseen metsäbiotalouteen. Se tuottaa päätöksenteon tueksi myös tarvittavaa osaamista ja

tietopohjaa arvioida miten globaalimuutos, Euroopan toimintaympäristön muutos, EU:n politiikat ja kansainväliset markkinat sekä erilaiset julkiset päätökset ja toimenpiteet vaikuttavat metsäbiotalouden kehitysmahdollisuuksiin Suomessa. Lisäksi hankkeessa tuotetaan tietoa puun kasvavan kysynnän vaikutuksista biomassan hinnanmuodostukseen ja aluetalouteen.

Hankkeessa pyritään osaltaan huolehtimaan siitä, että yrityksillä, työntekijöillä, julkisella sektorilla ja kuluttajilla on käytössään ne inhimilliset voimavarat ja osaaminen, jotka parhaiten edistävät ilmastonmuutokseen sopeutumista ja siirtymistä kohti ilmastoneutraalia ja resurssiniukkaa yhteiskuntaa. Jotta tuotettu tutkimustieto palvelee tehokkaasti ja monipuolisesti eri toimijoita, keskeiset tutkimustiedon käyttäjät (yritykset, julkinen sektori, politiikan päätöksentekijät) on sitoutettu FORBIO-hankkeen tutkimukseen ja vuorovaikutustoimintaan koko sen elinkaaren ajaksi, lähtien tutkimuksen suunnittelusta ja tavoitteiden asettamisesta ja päätyen tulosten jalkauttamiseen.

Ulottamalla vuorovaikutus EU-tasolle asti, mitä edesauttavat Euroopan Metsäinstituutin verkostot ja kanavat, mahdollistetaan vaikuttaminen myös EU-tason poliittisiin prosesseihin ja päätöksentekoon, samalla parantaen Suomen ilmastoneutraalin ja resurssiniukan yhteiskunnan toteuttamisedellytyksiä. FORBIO-hanke pyrkii laajentamaan näkökulmaa Suomen metsäalan vahvuuksista ja heikkouksista peilaten niitä kansainvälisiin prosesseihin kuten EU:n ympäristö- ja energiapolitiikkaan sekä maailmanlaajuisesti muuttuviin markkinoihin ja kilpailuetuihin. Tämä luo uutta, kattavaa ja monitieteistä asiantuntemusta, jota tarvitaan ennakoinnissa.

## **5. Millä keinoilla konsortio tekee tämän?**

FORBIO-hanke tekee monitieteistä ja monialaista tutkimusta, joka toteutetaan tiiviissä yhteistyössä eri organisaatioiden (yliopistot ja tutkimuslaitokset) tutkijoiden ja tutkimustiedon käyttäjien kanssa (metsäbiotalouden yritykset, ministeriöt ym. tutkimustiedon hyödyntäjätahot). Hanke hyödyntää monipuolisesti erilaisia tutkimusaineistoja ja menetelmiä. Ilmatieteen laitoksen ilmastoaineistot (nykyilmasto ja CMIP5 ilmastonmuutoskkenaariot) ja Luonnonvarakeskuksen paikkaan sidotut metsävaratiedot ja eri puutavaralajien käyttötilastot ovat tärkeitä tutkimuksen toteutuksessa. FORBIO-hankkeessa testataan ja kehitetään fraktiointi-, konversio- ja analytiikkamenetelmiä metsäbiomassan eri ositteiden hyödyntämiseksi biokemikaalituotannossa.

FORBIO-hanke hyödyntää monipuolisesti moderneja kaukokartoitustekniikoita, metsäsuunnittelun optimointitekniikoita ja päätöksentekijärjestelmiä, metsäekosysteemi- ja riskimallintamista ja elinkaari-analyysimenetelmiä sekä monikriteerisessä päätösanalyysissä käytettyjä menetelmiä. Se käyttää myös uudella ja innovatiivisella tavalla perinteisten talouden ja politiikan tutkimuksen menetelmien ohella uudempia tulevaisuudentutkimuksessa käytettyjä menetelmiä.

Kestävässä, hiilineutraalissa ja resurssitehokkaassa metsäbiotaloudessa korostuu kokonaisuuksien hallinnan (puuntuotannosta lopputuotteen elinkaaren yli) merkitys ja vahva vuorovaikutus tutkimuksen ja tiedon hyödyntäjien välillä. FORBIO-hankkeen vuorovaikutuspartnereina ja tutkimustiedon hyödyntäjinä on kansallisesti ja globaalisti merkittäviä metsäbiotalouden toimijoita sekä keskeiset ministeriöt (kirjallinen yhteistyösitoumus, aakkosjärjestyksessä): Fortum, Maa- ja metsätalousministeriö, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto, Metsä Group, Metsähallitus, Metsäyhdistys, Stora Enso, Suomen Metsäkeskus, Tornator Oyj, Työ- ja elinkeinoministeriö, Ulkoasiainministeriö, UPM-Kymmene ja Ympäristöministeriö. Vuorovaikutus aloitettiin heidän kanssa jo hankkeen valmistelun yhteydessä, jotta tutkimukset pureutuvat paitsi tieteellisesti merkittäviin myös käytännön kannalta tärkeisiin näkökohtiin. Heidän lisäksi hanke on vuorovaikutuksessa myös muiden toimijoiden kanssa hyödyntäen monipuolisesti eri vuorovaikutuskanavia.

Hankkeessa tuotetaan ratkaisuja ja osaamista suomalaisen metsäbiotalouden menestyksen turvaamiseksi ja laajemmin koko yhteiskunnan uudistumiseen. Tavoitteena on, että metsäbiotalouden toimijoiden kannalta merkittävä, korkeatasoinen tutkimustieto tavoittaa monipuolisesti tiedonkäyttäjät ja antaa entistä paremmat mahdollisuudet tutkimustietoon pohjautuvalle päätöksenteolle metsäbiotalouden koko ketjussa metsästä biojalostamotuotteiden markkinoille asti. Monipuolisella vuorovaikutustoiminnalla turvataan hankkeen tutkimusten ja tulosten vaikuttavuus. Tavoitteena on, että tuloksia hyödynnetään laajasti liiketoiminnassa pk-



yrittäjistä globaalisti toimiviin yhtiöihin sekä strategioiden ja politiikan valmistelussa Suomessa ja kansainvälisesti. Hankkeen osaaminen ja tulokset hyödyttävät myös metsäbiotalouden monitieteisen koulutuksen kehittämistä ja puun koko arvoketjun hallitsevien uusien osaajien tuottamista.

FORBIO-hankkeen vuorovaikutustoiminnassa nojaututaan perinteisten keinojen (kuten ohjausryhmä, asiantuntijapaneeli, seminaarit ja tieteelliset sekä ammattilaisille suunnatut esitelmät ja kirjoitukset) lisäksi myös sähköiseen viestintään, sosiaaliseen mediaan ja avointa, kriittistä keskustelua sekä tutkijoiden ja käytännön toimijoiden kohtaamisia masinoivaan ”metsäbiotalouskohtaamo”-konseptiin (Taulukko 1). EFI:n operoima kansainvälinen Think Forest –foorumi on hankkeen keskeinen kanava vuorovaikutukseen EU-tason toimijoiden ja päätöksentekijöiden kanssa. Vuorovaikutuksessa ja tutkimustiedon käytäntöön jalkauttamisessa hyödynnetään muitakin olemassa olevia verkostoja, rakenteita ja prosesseja, kuten esimerkiksi Koli-Forum, Päätäjien Metsäakatemia, ministeriöiden työryhmät ja lainvalmisteluprosessit, hankkeen tutkimusryhmien jo olemassa olevat työpaja-, seminaari- ja yhteistoimintajärjestelyt, sekä laajat henkilökohtaiset kontaktit avainhenkilöihin metsä-, energia- ja kemianteollisuudessa, julkisessa hallinnossa, politiikassa, tutkimuksessa ja koulutuksessa. Hanke hyödyntää myös Strategisen tutkimuksen neuvoston kaikille ohjelman hankkeille tarjoamia vuorovaikutuskanavia.

Taulukko 1. Vuorovaikutusohjelma – koko hankkeen elinkaaren yli (elää tilanteiden ja tarpeiden mukaan).  
Selitteet: o järjestetään, \* ohjelmassa mahdollisesti, ---- ajoittain mikäli vuorovaikutuskumppanit toivovat, === hankkeen oman harkinnan mukaisesti.

Vuorovaikutuskeino	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ohjausryhmän kokous	o	o	o	o	o	o
Asiantuntijapaneelin kokous	o	o	o	o	o	o
Metsäbiotalouskohtaamo	o	* o o	o o *	o *o	o o*	* o
Kansalliset seminaarit			o		o	
Kansainvälinen loppuseminaari						o
Studia Generalia –luento/esitelmäsarja		o	o		o	o
ThinkForest			====	===	====	===
Päätäjien Metsäakatemia (Suomen Metsäyhdistys)		o	*	*	o	o
Koli Forum	o		o		o	
Vuorovaikutuskumppanien viestintäkanavat	---	-----	-----	-----	-----	-----
Hankkeen omat sekä STN:n nettisivustot	=	=====	=====	=====	=====	=====
Tapaustutkimukset		----o----	---o===	----*----	----=o==	=o----*
Ministeriöiden yms lainsäädäntö- ja strategiavalmistelut	--	-----	-----	-----	-----	-----
Artikkelit, haastattelut, esitelmät jne eri yhteyksissä	===	=====	=====	=====	=====	=====