

Vahvan kestävyuden polku:  
**Puutuoteteollisuuden  
tutkimusagenda  
vuosille 2025–2035**



Puutuoteteollisuus



---

Puutuoteteollisuus ry  
Julkaistu 2024  
Copyright ©

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>Alkusanat</b>	<b>4</b>
<b>Puutuoteteollisuus viitoittaa vahvan kestävyiden polkua</b>	<b>6</b>
Mitä tutkitaan?	8
Mihin vaikutetaan?	10
Miten tutkimusagenda toimeenpannaan?	11
<b>Puutuoteteollisuuden tutkimusagenda 2025–2035</b>	<b>12</b>
Kestävyys siirtymä pakottaa puutuoteteollisuutta uudistumaan	12
Tuottavuuden parantaminen	14
Kehittyvä puumateriaali	18
Uudistuva liiketoiminta	22
Tutkimusohjelmat	26
Näin tutkimusagenda laadittiin	29
Lähteet	30

# Alkusanat

**P**uurakentaminen on ilmastotekona ilmainen lounas. Kustannuksiltaan se on tutkitusti kilpailukyistä: Puu sitoo hiiltä koko elinkaarensa ajan ja lisäksi se on uusiutuva materiaali. Puurakentaminen lasketaan suoraan hiilinieluksi EU-maiden hiilitaseessa.

Puusta tuottaminen on omiaan tukemaan kotimaan taloutta. Raaka-aineiden kotimaisuusaste on suuri, ja lähes 70 prosenttia metsäteollisuuden viennin lisäarvosta jää Suomeen.

Puurakentaminen on merkittävä puutuoteteollisuuden puun käyttäjä. Suomessa puurakentaminen on kuitenkin jäänyt monia muita maita jälkeen. Esimerkiksi julkisessa rakentamisessa puun osuus on Suomessa noin 15 prosenttia verrattuna Ranskan lakisääteiseen 50 prosentin veloitteeseen. Kerrostaloissa Suomessa puun osuus on noin 5 prosenttia verrattuna Ruotsin 20 prosenttiin. Tämä on sääli, sillä raaka-ainetta on Suomessa riittävästi. Vaikka rakentaisimme yksinomaan puusta, riittäisi puuta silti reilusti myös vientiin. Toimiva kotimarkkina on ratkaisevan tärkeä korkean lisäarvon puukomponentiteollisuuden kehitykselle, sillä se luo perustan uusien konseptien ja kilpailukyyn vahvistumiselle myös vientimarkkinoilla.

Vuoteen 2035 katsova Puutuoteteollisuuden tutkimusagenda pyrkii vastaamaan näihin haasteisiin. Mitä pitäisi tutkia akateemisen maailman ja yritysten yhteistyönä, jotta voisimme saavuttaa puutuotteille, ja erityisesti puurakentamiselle kilpailukykyä, pitää Suomen materiaalikehityksen edelläkävijänä, ja luoda puutuoteteollisuuden ympärille liiketoimintaekosysteemin, jossa arvoketjun eri osat tukevat toisiaan?

Puutuoteteollisuuteen saattaa liittyä myös uudenlaisia liiketoimintamalleja, joissa päästään hyötymään hiilensidonnasta, ja metsäisenä maana Suomen pitääkin saada tästä hyötyä etunenässä. Yhdessä tekemällä luomme uutta tietoutta, jonka pohjalta ymmärrämme, mihin suuntaan regulaation pitäisi kehittyä, ja synnyttämme uutta liiketoimintaa. Puuta ei synny ilman metsiä – luomalla entistä paremmat edellytykset pitkäikäisille puutuotteille parannamme entisestään suurimman uusiutuvan luonnonvaramme eli metsien kestäväää käyttöä.

Yhdessä alan johtavien tutkijoiden kanssa olemme miettineet, mitä pitäisi tutkia, ja nyt haastankin koko puutuotetoimialan sekä kunnalliset ja valtion päättäjät mukaan valmistamaan ja syömään tätä ilmastotekojen ilmaista lounasta.

**Antti Koulumies, puheenjohtaja**  
Puutuoteteollisuus ry



# Puutuoteteollisuus viitoittaa vahvan kestävyyspolkua

**Y**mpäristöhaasteet ja kestävyyskriisi vaativat sekä yhteiskunnan, että puutuoteteollisuuden uudistumista. Luonnon ekosysteemien kriittisiä osia, kuten luonnon monimuotoisuutta, ilmastoa ja elinympäristöjä ei voi korvata, joten luonnonvarojen tulisi käyttää vastuullisesti ja ympäristön kantokykyä kunnioittaen.

Nämä planeetan asettamat rajat määrittävät vahvan kestävyyspolun, jonka mukaisesti taloudellinen kasvu on rakennettava näiden rajojen sisälle yhteiskunnallisesti oikeudenmukaisella ja hyväksyttävällä tavalla.

Puutuoteteollisuus voi näyttää suuntaa vahvan kestävyyspolulla. Puutuotteet tarjoavat konkreettisia ja jo käsilläolevia ratkaisuja päästöjen leikkaamiseen, hiilen sitomiseen ja uusiutumattomien luonnonvarojen käytön vähentämiseen.

Pitkällä aikavälillä siirtyminen lyhytikäisistä pitkäikäisiin puutuotteisiin sekä kierrätysmateriaalin ja sivuvirtojen tehokkaampi hyödyntäminen parantavat resurssitehokkuutta ja vähentävät neitseellisen raaka-aineen tarvetta.

Jotta puutuoteteollisuuden tarjoamat kestävyysratkaisut voisivat levitä käyttöön laajemmalle yhteiskunnalle, niiden on oltava kilpailukykyisiä niin teknisesti, kuin taloudellisestikin. Puutuotteiden on tuotava mitattavaa lisäarvoa asiakkaille sekä tuotantoprosesseissa että loppukäytössä. Samalla valmistuksen tuottavuutta on parannettava läpi koko arvoketjun sahoilta ja levytehtailta rakennustyömaille, jatkojalostajille ja loppukäyttäjille. Puuraaka-aineesta on saatava enemmän arvoa ja tuloa pienemmällä raaka-aineen ja resurssien kulutuksella.

Myös liiketoimintamallien ja arvoverkostojen on uudistuttava. Kiertotalous ja rakentamisen teollistuminen muuttavat alan toimintalogiikkaa, mikä vaatii liiketoimintaekosysteemien uudelleenajattelua. Tiukeneva sääntely asettaa uusia haasteita, kuten kierrätyksen, vastuullisen hankinnan ja energiatehokkuuden vaatimukset, jotka ovat nyt elinehtoja kestäväälle liiketoiminnalle puun arvoverkostossa.

Mikään edellä mainituista mahdollisuuksista ei toteudu itsestään. Puutuoteteollisuuden, rakennusalan ja muiden toimialojen yritysten on investoitava nykyistä voimakkaammin puumateriaalin, puutuotteiden ja liiketoiminnan tutkimukseen ja kehitykseen, jotta lupaukset voidaan lunastaa. Siksi toimialalle on nyt luotu tutkijoiden ja alan yritysten yhteistyönä uusi tutkimusagenda 2025–2035. Agenda on kansallinen tahdonilmaus siitä, miten ala aikoo tarttua kestävyyssiirtymän haasteisiin ja mahdollisuuksiin. Se tukee samalla Forest-based Sector Technology Platformin strategisen tutkimus- ja innovaatioagendan tavoitteita.

Tutkimusagendan valmistelua ovat rahoittaneet Metsämiesten Säätiö ja Puumiesten ammattikasvatussäätiö.



# Mitä tutkitaan

Tutkimusagenda nostaa esiin kolme avainaluetta, joilla kaikilla on keskeinen rooli vahvan kestävyyden tukemisessa ja puutuoteteollisuuden uudistumisessa.

**Tuottavuuden parantaminen:** Tavoitteena on maksimoida puuraaka-aineen jalostusarvo ja kehittää tuotteita sekä prosesseja, jotka tuottavat mitattavaa lisäarvoa asiakkaille. Keskiössä ovat puun käyttö hiilineutraaliustavoitteiden edistämisessä ja tuotantoteknologioiden innovointi.

**Kehittyvä puumateriaali:** Tutkimuksessa keskitytään parantamaan puumateriaalien teknisiä ominaisuuksia, pidentämään niiden elinkaarta ja lisäämään kierrätettävyyttä. Tärkeimpiä teemoja ovat materiaalien pitkäikäisyys, kierrätys sekä terveys- ja hyvinvointivaikutukset.

**Uudistuva liiketoiminta:** Tämä alue tutkii, miten kiertotalous ja teollinen rakentaminen muuttavat perinteisiä liiketoimintamalleja ja arvoketjuja. Tavoitteena on luoda uusia toimintamalleja, jotka tukevat siirtymää teollistettuun rakentamiseen ja laajemmin alan uudistumista vahvan kestävyyden mukaisesti.

Resurssien niukkuus  
Ilmastonmuutos  
Osaava työvoima  
Vihreä rahoitus  
Stressi/kiire  
Digi/AI

## Haasteet

Kilpailu  
Päästöt  
Energia  
Sääntely  
Teollistuminen  
Biodiversiteetti  
Kaupungistuminen



# Mihin vaikutetaan

Tutkimusagenda tukee puutuoteteollisuuden tutkimus- ja kehityspanostusten moninkertaistamista. Vaikuttavan TK-toiminnan tavoitteena on:

## 1 tuottavuuden ja resurssi- tehokkuuden kasvu:

Uusien teknologioiden ja prosessien avulla parannetaan puutuoteteollisuuden tuottavuutta ja vähennetään neitseellisten raaka-aineiden käyttöä, mikä lisää kilpailukykyä ja tukee vahvaa kestävyttä.

## 2 innovatiiviset ja lisäarvoa tuottavat puutuotteet:

Uusien puupohjaisten tuotteiden avulla vastataan markkinoiden ja kestävyden vaatimukseen sekä vahvistetaan alan kilpailuasemaa.

## 3 ilmastovaikutusten minimointi:

Lisätään pitkäikäisten ja kestävien puutuotteiden osuutta rakentamisessa ja pienennetään koko arvoketjun hiilijalanjälkeä.

## 4 kotimarkkinoiden ja viennin edistäminen:

Vahvistetaan kotimarkkinoita ja luodaan ponnahduslauta kilpailukykyisille vientituotteille. Parannetaan puurakentamisen ja puutuotteiden asemaa kotimaassa.

## 5 kiertotalouden vauhdittaminen:

Uudet kiertotalouden ratkaisut ja liiketoimintamallit mahdollistavat resurssien tehokkaan hyödyntämisen ja puutuotteiden elinkaaren pidentämisen sekä lisäävät kiertotalouden houkuttelevuutta ja yhteistyötä yli toimialan rajojen.

# Miten tutkimusagenda toimeenpannaan

Tutkimusagendan toteuttamisen ytimessä on vahva yhteistyö teollisuuden, julkisen sektorin ja tutkimuslaitosten välillä, sekä sitä tukevan rahoituksen varmistaminen. Tämä strateginen yhteistyö ja sitä tukeva rahoitus ovat ratkaisevia, jotta puutuoteteollisuus voi vahvistaa kilpailukykyään, uudistua ja tuottaa ratkaisuja kestävyyssiirtymään.

Puutuoteteollisuus ry edistää yhteistyötä:

Edistämällä tutkimusagendassa esiteltujen **tutkimusohjelmien** toteutumista.

Keskustelemalla tutkimuslaitosten, yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen, puutuoteteollisuuden jäsenyritysten, järjestöjen ja ministeriöiden kanssa agendan teemoista, hankkeista ja ohjelmista **tavoitteena priorisoida teräviä, uutuusarvoa ja kilpailuetua tuovia aiheita** sekä tunnistaa alaa eteenpäinvieviä **osaamis- ja koulutustarpeita**.

Pitämällä vuosittaisia **“Innovaatiot ja yhteistyö” -foorumeita**, joissa esitellään kiinnostavia tutkimus- ja innovaatiohankkeita sekä fasilitoidaan tutkijoiden ja teollisuuden vuoropuhelua, jolla edistetään yhteistyötä ja mahdollistetaan uusien aloitteiden syntyminen sekä parannetaan innovaatioiden leviämistä ja hyödyntämistä eri toimijoiden kesken.

Toteuttamalla **vierailuja rahoittajien luokse** keskustellakseen agendan teemoista ja rahoituksen suuntaamisesta tutkimusohjelmien tavoitteiden mukaisesti.

Viestimällä **päättäjille** puutuoteteollisuuden tutkimus- ja kehitystyön tavoitteista ja mahdollisuuksista edistää kansallisia TK-tavoitteita ja tukea kestävyyssiirtymää.

Tekemällä **yhteistyötä pohjoismaisten ja eurooppalaisten sisarorganisaatioiden** kanssa yhteishankkeiden käynnistämiseksi.

Esittelemällä agendaa **eurooppalaisille organisaatioille** tavoitteena sisällyttää tutkimusagendan teemoja seuraavaan Euroopan Komission tutkimuksen ja innovoinnin puiteohjelmaan vuosille 2028–2034.

# Puutuoteteollisuuden tutkimusagenda 2025–2035

## Kestävyyssiirtymä pakottaa puutuoteteollisuutta uudistumaan

**P**uutuoteteollisuuden nopeasti muuttuva toimintaympäristö lisää vähäpäästöisten ja hiiltä varastoitujen tuotteiden ja palveluiden kysyntää, mikä tarjoaa toimialalle uusia mahdollisuuksia. Puutuoteteollisuus ei voi kuitenkaan tyytyä nykyiseen kilpailu-asemaansa, sillä muutkin alat kehittävät kestävämpiä vaihtoehtoja.

Kestävää siirtymää tukeva regulaatio ja ilmastotavoitteet tiukkenevat paikallisesti, kansallisesti ja EU:ssa. EU:n sääntely on keskittynyt viime vuosina metsiin, mutta myös muulla EU-sääntelyllä on vaikutuksia puutuotteisiin. Kansalliset ja paikalliset ilmastotavoitteet voivat hyödyttää puutuoteteollisuutta, esimerkiksi rakentamisen elinkaariohjauksessa, jossa puu saa etua verrattuna hiili-intensiiviseen betoniin.

Metsiin liittyvä sääntely vaikuttaa neitseellisen raaka-aineen käytettävyyteen. Raaka-aineiden saatavuus ja laatu sekä puunkorjuun aikataulutus voivat muuttua nopeasti myös muista syistä, esimerkiksi hyönteis- tai myrskytuhojen seurauksena. Kiertotalouden periaatteiden mukaisesti raaka-ainepohjaa on laajennettava kierrätettyyn materiaaliin. Yritysten on myös pystyttävä vastaamaan kiristyviin vaateisiin raaka-aineen jäljitettävyydestä ja sertifiointista.

Suomessa yli puolet puubiomassasta ja lähes kaikki kierrätyspuu käytetään tällä hetkellä energiantuotantoon. Vähäpäästöisten teknologioiden kasvu heikentää puubiomassan kilpailukykyä polttoaineena. Tämä vapauttaa aiemmin energiaksi poltettua biomassaa muihin käyttötarkoituksiin ja vaikuttaa merkittävästi sekä metsäteollisuuden että puutuoteteollisuuden materiaalivirtoihin, prosesseihin ja markkinoihin.

Talouden epävarmuus vaikeuttaa tulevaisuuden ennakoimista ja yritysten on kyettävä mukautumaan nopeasti muuttuviin vienti- ja tuontimarkkinoihin. Rakennusala on usein ensimmäisiä, joihin taantuma iskee, ja jo nyt on nähty konkurseja. Näiden myötä menetetään arvokasta osaamista, mikä voi hidastaa esimerkiksi tuotannon automaation kehitystä.

Koronapandemia ja Venäjän hyökkäyssota Ukrainassa ovat korostaneet huoltovarmuuden ja omavaraisuuden tärkeyttä. ESG-kriteerit (ympäristö, sosiaalinen vastuu ja hyvä hallintotapa) sekä kestävä rahoitus muovaavat rahoitusmarkkinoita ja lisäävät kysyntää kestäville ratkaisuille. Hyvinvoinnin ja terveyden edistäminen on korostunut sekä ihmisten että yhteiskuntien agendalla. Näissä kaikissa puutuotteilla voi olla merkittävä rooli.

Puutuoteteollisuudella on myös mahdollisuus tukea oikeudenmukaista ja elinvoimaista kestäväyssiirtymää tarjoamalla työpaikkoja maantieteellisesti kattavammin kuin mikään muu teollinen toimiala. Haasteena on osaavan työvoiman riittävyys väestön ikääntyessä ja osaamisvaatimusten kasvaessa.

Puutuoteteollisuus pystyy vastaamaan toimintaympäristön muutoshaasteisiin. Alan säilyminen kilpailukykyisenä vaatii uutta teknologista, taloudellista ja yhteiskunnallista osaamista, perinteisten toimintamallien kehittämistä sekä uudistumista palveluliiketoiminnassa, digitalisaatiossa ja kiertotaloudessa. Nämä saavutetaan lisäämällä tutkimuksen ja yritysten välistä yhteistyötä erityisesti tuottavuuden, puumateriaalin hyödyntämisen ja liiketoiminnan uudistamisessa.

Tutkimuksen avainalueet:

# 1 Tuottavuuden parantaminen

Puuraaka-aineesta tulee saada mahdollisimman suuri lisäarvo kilpailukykyisesti ja ekologisia reunaehtoja kunnioittaen. Tavoitteen tueksi tarvitaan sekä parempia tuotteita ja ratkaisuja, että resurssitehokkuutta ja tuottavuutta lisääviä tuotantoprosesseja ja teknologioita.

## Tutkimusteemat



## Tutkimuskysymykset

- Mikä on puutuotteiden jalostusasteen kehityspotentiaali Suomen talouden ja kestävän kehityksen näkökulmasta?
- Miten tuotanto- ja suunnitteluprosesseja tehostetaan vastaamaan vahvan kestävyys tavoitteisiin hyödyntäen digitalisaatiota ja tekoälyä?
- Miten puutuotteiden standardointi ja rakennerratkaisujen vakiointi edistävät rakentamisen tuottavuutta, kilpailukykyä ja kestävyttä?
- Mikä on puutuotteiden rooli rakennussektorin ympäristökuormituksen hillitsemisessä ja miten puutuotteiden käyttöä voidaan tehokkaimmin kasvattaa?

## Lisäarvo ja tuottavuus eivät lisäänty vain asteittaisella kehittämisellä

Vaikka Suomessa puuta riittää, sitä ei riitä tuhlattavaksi. Puutuoteteollisuuden ja rakennusalan uudistuminen on ollut asteittaista. Lisäarvon ja tuottavuuden huomattava kasvu edellyttää kuitenkin radikaaleja innovaatioita, jotka uudistavat kokonaisia prosesseja ja luovat täysin uusia mahdollisuuksia, eikä vain pieniä asteittaisia parannuksia.

Aloilla ei ole tehty riittäviä toimenpiteitä puutuotteisiin liittyvän potentiaalun ulosmittaamiseksi, kuten siirtymällä voimakkaammin teollista esivalmistusta hyödyntävään puurakentamiseen, eikä puutuoteteollisuuden innovatiivisia ja korkeamman lisäarvon ratkaisuja ole vielä täysimittaisesti hyödynnetty. Samaan aikaan esimerkiksi asuntojen uudistuotannon neliökohtaiset hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet ja rakentamisen työn tuottavuuskehitys polkee paikallaan, vaikka puu tarjoaisi näihin välitöntä parannusta.





# 1 Tuottavuuden parantaminen

## Tutkimusteemat

Puutuoteteollisuuden uudistaminen ja jalostusarvon nostaminen edellyttävät kokonaisvaltaista remonttia, jossa yhdistyvät tuotannon, suunnittelun, prosessien ja arvoketjujen kehittäminen.

**Korkean lisäarvon puutuotteiden ja ratkaisujen** tavoitteena on lisätä puuraaka-aineen käyttöä tuotteissa, jotka tuottavat suurimman mahdollisen lisäarvon niin taloudellisesti kuin ekologisesti. Tämä vaatii parempaa ymmärrystä puun alkuperästä, laadusta, sekä jalostusasteen vaikutuksesta tuottavuuteen, lopputuotteisiin ja niiden taloudelliseen arvoon. Tutkimusta tarvitaan siitä, miten puutuoteteollisuus voi entistä paremmin hyödyntää nykyisiä alhaisen jalostusasteen tuotteitaan korkeamman arvonlisän ja pidemmän elinkaaren tuotteissa.

**Tuotanto- ja suunnitteluprosessien innovaatioiden** tavoitteina ovat resurssitehokkuuden kasvattaminen ja uusien tuotantoteknologioiden käyttöönotto sekä digitalisaation, tekoälyn ja tietomallinnuksen hyödyntäminen, mikä tehostaa tuotantoprosesseja, vähentää kustannuksia ja parantaa tuotteiden laatua. Tuotannossa tulisi tarkastella kahta suuntaa: 1) nykyisen tuotannon vähittäinen resurssitehokkuuden edistäminen, ja 2) kokonaan uusien innovaatioiden läpimurto. Näissä tarvitaan poikkitieteellistä tarkastelua, jossa korostuvat mm. liiketoiminta, arkkitehtuuri ja rakennesuunnittelu.

**Puurakentamisen tuotteiden standardointi ja rakenneratkaisujen vakiointi** on kriittinen askel rakennusalan kilpailukyvyyn ja kestävyysparantamiseksi. Standardointi mahdollistaa puutuotteiden laajemman käytön esimerkiksi esivalmistetuissa rakennusosissa, mikä sekä vähentää rakentamisen päästöjä että lisää tuottavuutta ja resurssitehokkuutta. Rakennusosien kehittämisessä tutkitaan myös hybridirakentamisen toiminnallisuutta ja sen kilpailukykyä markkinoilla. Lisäksi on tärkeä selvittää, mille pohjalle standardointia lähdetään rakentamaan. Standardoinnin ja vakioinnin pohjaksi on järkevää valita markkinoille jo vakiintuneita tuotteita. Tällöin standardointi tukee eri jalostusasteiden tuotteiden yhteensopivuutta ja markkinakelpoisuutta.

**Puupohjaiset ratkaisut päästöjen ja jätteiden vähentämisessä** perustuvat puutuotteiden sekä hybridiratkaisujen käyttöön pitkän elinkaaren sovelluksissa. Tavoitteena on selvittää, kuinka puutuotteiden käyttö voidaan maksimoida ekologisten reunaehtojen puitteissa, mikä vaikutus sillä on Suomen hiilitaseeseen ja miten puuteollisuuden sivuvirrat voidaan hyödyntää puutuotteissa entistä tehokkaammin.



Tutkimuksen avainalueet:

## 2 Kehittyvä puumateriaali

Puuraaka-aineet on käytettävä nykyistä tehokkaammin ja raaka-aineiden kirjo kasvaa kattamaan kierrätyspuuta ja aiemmin energiantuotantoon päätyneitä teollisuuden sivuvirtoja. Uusien materiaalien hyödyntäminen vaatii tutkimusta ja uusia teknologioita. Myös materiaalien ominaisuuksiin ja tuotteiden käyttöikään tulee saada ennustettavuutta ja hallittavuutta.

### Tutkimusteemat



### Tutkimuskysymykset

- Minkälaiset materiaalit ja tuotteet kestävät ilmastonmuutoksen myötä muuttuvia olosuhteita?
- Kuinka hyödyntää teollisuuden sivuvirtoja, kierrätyspuuta sekä pienpuujakeita enenevästi pitkäikäisten tuotteiden valmistuksessa?
- Millaisilla ratkaisuilla voidaan parantaa puun pitkäaikaiskestävyyttä eri loppukäyttökohteissa?
- Miten parantaa puun palon- ja kosteudenkestoa ja rakenteiden korjattavuutta?
- Miten saadaan täysimääräisesti käyttöön suomalaisen puun lujuuspotentiaali?
- Miten tuotetaan biopohjaisia liimoja, kehitetään liimaustekniikkaa sekä puurakenteiden liitostekniikkaa?
- Millä menetelmillä arvioidaan ja todennetaan rakennusten hyvinvointi- ja terveysvaikutukset?
- Miten materiaalit vaikuttavat ihmisten hyvinvointiin rakennetussa ympäristössä?
- Miten hyvinvointivaikutusten todentaminen muuttaa tuotteiden kysyntää ja kilpailukykyä?



### Vahva kestävyys vaatii raaka-aineiden monipuolisempaa hyödyntämistä

**P**olttoon perustuvan energiantuotannon arvioidaan vähenevän. Puuperäisen energian kilpailukyvyen aleneminen aiheuttaa perusteellisia muutoksia metsäteollisuuden materiaalivirtoihin, tuotantoprosesseihin ja markkinoihin. Puutuoteteollisuuden näkökulmasta keskeistä on miljoonien kuutiometriin sivutuotevirtojen kohtalo, mutta muutos koskee myös kierrätyspuuta.

Materiaalitekniikan avulla voidaan optimoida raaka-aineiden käyttöä pidentämällä tuotteiden elinkaarta samalla kun vähennetään riippuvuutta neitseellisistä raaka-aineista ja fossiilisista polttoaineista. Tavoitteena on ohjata raaka-aineet ominaisuuksiensa perusteella kannattavimpiin arvoketjuihin.

## 2 Kehittyvä puumateriaali

### Tutkimusteemat

Materiaalitekniikan tutkimuksen tavoitteena on maksimoida puuraaka-aineista saatava arvo lisä. Samalla ylläpidetään nykyisten tuotteiden ja prosessien kilpailukykyä lisäämällä raaka-aine-, tuotantotekniikka-, tuote- ja ympäristövaikutusosaamista. Lisäksi halutaan tunnistaa, kehittää ja kaupallistaa metsäteollisuuden sivuvirtoihin ja kierrätyspuuhun perustuvia uusia tuotteita ja teollisia tuotantoprosesseja.

Keskeiset tutkimusteemat ovat **puutuotteiden elinkaaren pidentäminen ja resurssitehokkuus** eli raaka-aineiden ominaisuudet, pitkäaikaiskestävyys, käytöturvallisuus sekä **terveys- ja hyvinvointivaikutukset**.

Metsäbiotalouden toimijoiden yhteisen edun mukaista on löytää **käyttötavat eri materiaalivirroille** niin, että **raaka-aineen ominaisuuspotentiaalit** hyödynnetään täysimääräisesti.

Materiaalien kirjon kasvaessa tulee löytää uusia ratkaisuja siihen, **miten raaka-puusta, metsäteollisuuden sivuvirroista sekä kierrätyspuusta saadaan tuotettua mahdollisimman pitkäikäisiä tuotteita**. Ratkaisut riippuvat kunkin materiaalin ominaisuuksista. Tästä syystä materiaalien pitkäaikais- ja palonkestävyys erilaisissa olosuhteissa ovat tärkeitä tutkimuskohteita.

Rakennetekniikan näkökulmasta tarvitaan tietoa eri rakennetyyppien toiminnallisuus- ja ympäristöeduista ja ratkaisuja materiaalien käytön optimointiin.

Lisäksi puun käytön tueksi tarvitaan tietoa materiaalien vaikutuksista tilan käyttäjien psykofyysiseen hyvinvointiin sekä opetus- ja toimistotyön tuottavuuteen.



Tutkimuksen avainalueet:

# 3 Uudistuva liiketoiminta

Siirtyminen kiertotalouteen ja teolliseen rakentamiseen edellyttää systeemistä muutosta puutuoteteollisuuden ja rakentamisen liiketoimintamalleihin, arvoverkkoihin ja yhteistyön muotoihin. Tavoitteena on ymmärtää ja innovoida uusia arvonluonnin tapoja, palvelumalleja ja digitaalisia ratkaisuja, jotka tukevat siirtymää kohti kestävämpää ja kiertotalouden periaatteita noudattavaa liiketoimintaa.

## Tutkimusteemat



## Tutkimuskysymykset

- Millaisia ovat puutuoteteollisuuden kiertotalouden ja teollisen rakentamisen liiketoimintamallit, arvoverkot ja jalostusketjut? Millaisia ne ovat kiertotalouden ja teollisen rakentamisen edelläkävijätoimialoilla ja mitä niistä voidaan oppia?
- Mitä arvoja toimijoilla on ja minkälaisia arvolupauksia on kestävyys- ja kiertotaloussiirtymälle?
- Miten lisäarvo syntyy ja miten sitä jaetaan? Mitkä tekijät nostavat arvoa ja hyväksyttävyyttä nykyisten ja potentiaalisen asiakkaiden silmissä? Miten ne jalkautetaan ja brändätään?
- Vaikuttavatko ennakkoluulot kierrätysmateriaalien hyödyntämiseen ja kuinka hyväksyntää edistetään?
- Miten erilaisilla palveluilla ja digitaalisilla liiketoimintamalleilla tuetaan siirtymää kiertotalouteen?
- Miten hiilen sidontaa voidaan mitata ja raportoida luotettavasti koko tuotteen elinkaaren ajan?
- Mikä on puutuotteiden varastoiman hiilen sekä puutuotteiden käytöllä vältettyjen fossiilipäästöjen arvo ja millaista liiketoimintaa ne mahdollistavat?



## Siirtyminen kiertotalouteen haastaa totutut tekemisen tavat

**K**estävyys siirtymä on yhteiskunnallinen välttämättömyys, joka edellyttää merkittäviä muutoksia taloudessa, liiketoiminnassa ja tuotantotavoissa.

Lineaarinen talousmalli, jossa resursseja käytetään kertakäyttöisesti, ei istu vahvan kestävyuden määritelmään. Muutosta on edistettävä tavalla, joka ei ainoastaan vähennä ympäristövaikutuksia vaan myös luo uusia toimeentulon mahdollisuuksia ja tukee talouden kestävä kasvua ekologisten reunaehtojen puitteissa.

Puulla ja puutuoteollisuudella on muutoksessa merkittävä rooli, sillä puu on uusiutuva raaka-aine ja voi tarjota ratkaisuja suljettuihin toimitusketjuihin perustuvassa kiertotaloudessa.

# 3 Uudistuva liiketoiminta

## Tutkimusteemat

Liiketoiminnassa arvolupaus määritellään lupauksena siitä, millaista lisäarvoa yritys tarjoaa asiakkailleen ja muille sidosryhmille.

Puutuoteteollisuudessa on ymmärrettävä paremmin **arvoverkkoja ja arvomuodostusta** ja määritellä arvolupaukset uudelleen niin asiakkaille kuin laajemmille sidosryhmille kuten toimittajille, työntekijöille ja yhteiskunnalle. Tutkimus määrittää, millaisia arvoja ja arvolupauksia eri toimijoilla on ja miten lisäarvo muodostuu. Laajempi ymmärrys on tärkeää kiertotalouteen siirryttäessä.

**Kiertotalouden ekosysteemi** edellyttää laajapohjaista tietoa siitä, miten puutuoteteollisuuden toimijat voivat rakentaa ja ylläpitää kestäväää liiketoimintaa. Tutkimusta tarvitaan puutuoteteollisuuden arvoverkkojen rakenteista ja dynamiikasta sekä kotimaassa, että kansainvälisesti.

Keskeistä tietopohjaa tarjoavat markkina-analyysit, innovaatiomallit ja parhaat käytännöt, samoin kuin tutkimukset kiertotalousosaamisesta ja toimijoiden valmiuksista. Hyviä käytäntöjä etsitään erityisesti kiertotalouden edelläkävijätoimialoilta. Lisäksi sääntelyn ja sen vaikutusten tutkiminen on tärkeää, sillä sääntely toimii ohjausmekanismina kestävyys siirtymässä.

**Teollisen puurakentamisen ja hybridirakentamisen edistäminen** sekä uudet liiketoimintamallit ovat avainasemassa rakennusalan uudistamisessa. Teollinen rakentaminen tarjoaa mahdollisuuden rakentamisen tuottavuusloikkaan tarjoten koko arvoverkolle kilpailuetua.

Tutkimusten mukaan jopa 20 prosentin tuottavuusparannus on saavutettavissa ilman huomattavia lisäinvestointeja tuotantoteknologiaan. Vielä tarvitaan lisää tietoa siitä, miten teollinen rakentamisprosessi eroaa perinteisestä ja millaiset uudet liiketoimintamallit mahdollistavat sen laajamittaisen hyödyntämisen.

Keskeisiä tutkimuskohteita ovat teollisen rakentamisen tuottavuuspotentiaalın ulosmittaaminen koko rakentamisen arvoketjussa, millä aikataululla tuottavuuspotentiaali voidaan realisoida sekä suunnittelun, teollisen esivalmistuksen ja työmaatyön integrointi yhdeksi kokonaisuudeksi osaoptimoinnin sijaan. **Aineeton arvонуonti** vahvistaa puutuoteteollisuuden kilpailukykyä, uudistaa liiketoimintaa ja auttaa vastaamaan muuttuviin markkinoihin.

**Palvelumallien ja digitaalisten liiketoimintamallien kehittäminen**, esimerkiksi kiertotaloutta edistävät palvelumallit kuten tuotteiden vuokraus, leasing tai huoltopalvelut, voivat vähentää materiaalien kulutusta, pidentää tuotteiden elinkaarta, tuoda lisäarvoa asiakkaille sekä avata uusia tulovirtoja yrityksille.

Digitalisaation ja uuden teknologian hyödyntäminen, kuten tietomallinnus (BIM), tuotetieto ja älykkäät rakennusratkaisut ja niihin perustuvat uudet liiketoimintamallit voivat tehostaa suunnittelua ja parantaa asiakaskokemusta. Myös tiedon hyödyntäminen, esimerkiksi tekoälyn ja big datan avulla tuotantoprosessien optimoinnissa, toimitusketjun hallinnassa tai asiakkaiden tarpeiden ennustamisessa on tärkeä osa aineetonta arvонуontia. Kysyntää voidaan tukea myös tutkimalla brändin rakentamiseen, innovaatioihin, ja asiakaskokemukseen vaikuttavia seikkoja, kuten esimerkiksi puutuotteiden hyvinvointia lisääviä vaikutuksia

tai kiertotalouden hyväksyttävyyttä toimialalla. Koska puutuotteet varastoivat hiiltä koko elinkaarensa ajan ja niiden avulla vältetään fossiilisia kasvihuonekaasupäästöjä, **puutuotteiden arvon määrittäminen osana hiilimarkkinoita** voi avata uusia liiketoimintamahdollisuuksia.

Tutkimusta tarvitaan selvittämään, mikä on puutuotteiden sitoman tai puutuotteiden avulla vältetyn hiilen markkina-arvo ja miten tämä voidaan hyödyntää liiketoiminnan kehittämisessä.



Tutkimusagendan avainalueita voidaan edistää esimerkiksi seuraavien tutkimusohjelmien avulla.

## 1 Viisaasti ja tuottavasti puusta - teollisuuden ja rakentamisen tuottavuusohjelma

### Tavoite: Rakentamissektorin tuottavuusloikka

Rakentamisen tuottavuus on pysynyt muuttumattomana vuosikymmeniä. Viisaasti ja tuottavasti puusta -ohjelma kehittää ja skaalaa teollista puurakentamista, siirtäen työtä työmailta tehtaisiin. Tämä muuttaa rakennushankkeen arvoketjua ja mahdollistaa alan tuottavuuden vahvistamisen. Tavoitteena on 20 prosentin tuottavuuden parannus vuoteen 2035 mennessä vuoteen 2024 verrattuna.

Tuottavuusohjelma kattaa koko arvoketjun, alkaen tuotevalmistuksesta aina rakennusten elinkaaren loppuun saakka. Digitaaliset ratkaisut, kuten tekoäly, parametrinen suunnittelu ja tiedolla johtaminen, ovat kehityksen keskeisiä työkaluja. Tehdasvalmistuksen tehostamisen ohella tutkitaan uusia tuoteyhdistelmiä ja hybridirakentamisen mahdollisuuksia.

Kokonaistuottavuuden parantamisessa otetaan huomioon kaikki osapuolet, ja työmaille siirrytään kohti tehdasmaista asennustyötä. Tilaajan rooli uudistusten käyttöönotossa on ratkaiseva, ja tiedonhallinta tukee kokonaisoptimointia. Asiakastarpeiden ja liiketoimintamallien tutkimus vauhdittaa prosessimuutoksia, ja riskien ja palkkioiden jakamisen on oltava kannustavaa kaikille osapuolille muuttuvissa arvoketjuissa.

Tutkimusohjelma selvittää rakentamisen arvoketjun vaiheita ja keskittyy eri osissa saatavien hyötyjen yhteensovittamiseen. Kehittämisen kustannusten ja riskien jakautuminen ovat keskeisiä tutkimusaiheita tehokkaampiin toimintamalleihin siirtymiseksi.

Ohjelman tavoitteena on parantaa resurssien käytön tuottavuutta, mikä kytkeytyy myös materiaalitehokkuuteen ja kiertotalouteen. Kokonaisvaltainen lähestymistapa varmistaa, että kaikki arvoketjun osat huomioidaan tuottavuuden parantamisessa.

## 2 Hyvinvointia puusta - rakennetun ympäristön hyvinvointiohjelma

### Tavoite: Hyvinvointia lisäävä rakennettu ympäristö

Vanha viisaus kertoo, että me vaikutamme rakennuksiimme, jotka sitten vaikuttavat meihin. Puun käytöllä rakennuksissa on tutkitusti hyvinvointia edistäviä vaikutuksia. Puupintaiset sisätilat sekä alentavat stressiä ja verenpainetta sekä parantavat keskittymistä. Puupinta on myös antibakteerinen. Puurakentamisen avulla on mahdollista luoda monipuolisia, esteettisesti ja aistimellisesti miellyttäviä ja viihtyisiä ympäristöjä, joissa myös työn tuottavuus on korkeampi. Kyseiset teemat ovat keskeisiä myös New European Bauhaus -aloitteessa.

Hyvinvointia puusta - asumisen ja rakennetun ympäristön hyvinvointiohjelma linkittyy New European Bauhaus -aloitteeseen ja tutkii monialaisesti puurakentamisen hyvinvointivaikutuksia eri mittakaavoilla kaupunginosatasolta tilojen sisustukseen ja luo tulosten perusteella kaupallistettavia ratkaisuja.

Ohjelmassa keskitytään sekä asuntorakentamiseen että julkiseen rakentamiseen, kuten kouluihin, sairaaloihin ja hoivakoteihin.



## 3 Kestävä ja kilpailukykyinen kiertotalous

### Tavoite: Puutuoteteollisuuden kiertotalousekosysteemien kehittäminen

Kiristynvä regulaatio, kuten uudis- ja korjausrakentamisen tiukentuvat kierrätysvaatimukset, edellyttää puutuoteteollisuudelta keskittymistä uusiin kierrätystuotekategorioihin ja erilaisiin puun kierrättämiseen liittyviin uudistuksiin. Siirtyminen kiertotalouteen vaatii liiketoiminnan perusteiden ja koko liiketoimintaekosysteemin uudelleenajattelua, johon kuuluu brändäyksen ja uusien teknologioiden hyödyntäminen.

Kestävä ja kilpailukykyinen kiertotalous -ohjelmassa rakennetaan puutuoteteollisuuden ja betoni-, teräs- ja kemianteollisuuden välisiä ekosysteemejä veturiyritysten ympärille. Ohjelman tavoitteena on kehittää ja vakiinnuttaa uusia liiketoimintamalleja, jotka pohjautuvat suljettuun materiaalikiertoon, kierrätysmateriaalien sekä sivuvirtojen innovatiiviseen hyödyntämiseen.

Näiden mallien avulla pyritään luomaan taloudellisesti kannattavia ja kilpailukykyisiä tuotteita, joissa painottuvat sekä sisäiset että ulkoiset arvoketjut, tuotteistaminen, palvelumallit, digitaalisuus ja toimitusketjut.

## 4 Puurakentamisen osaamiskeskus

### Tavoite: Suomalaisen puurakentamisen osaamisen ja tutkimuksen nostaminen maailman kärkeen

Puurakentamisen Osaamiskeskus vastaa puutuotteisiin ja puurakentamiseen liittyvän opetuksen, koulutuksen ja tutkimuksen kansallisesta koordinoinnista.

Osaamiskeskus tuo koko rakentamisen monitieteisen arvoketjun ja hallinnon eri tasot yhteen jakamaan ajantasaista tietoa ja osaamista puurakentamisesta sekä soveltamaan tietoa kentän käyttöön.

Koordinaatio ja koko alan liikkuminen samaan suuntaan on välttämätöntä, jotta kestävyyspolulla voidaan edetä suunnitelmallisesti. Osaamiskeskukseen osallistuvat alan keskeiset tutkimus- ja oppilaitokset, puutuote- ja rakennusalan yritykset sekä kunnat ja kaupungit.

## Näin tutkimusagenda laadittiin

Puutuoteteollisuuden tutkimusagenda toteutettiin syksyn 2023 ja syksyn 2024 välillä laajana tutkijoiden, yritysten ja järjestöjen sidosryhmäyhteistyönä, johon sisältyi kysely (n 142) ja kaksi työpajaa keväällä 2024. Hankkeen tutkimusteemojen tarkempaan muotoiluun osallistuivat professori Anu Bask, professori Henrik Heräjärvi, professori Matti Kuitinen, tutkimusprofessori Katja Lähtinen, professori Sami Pajunen, professori Anne Toppinen ja professori Erkki Verkasalo. Hankkeen työtä ohjasi ydinryhmä, johon kuuluivat professori Anne Toppinen, professori Henrik Heräjärvi, professori Matti Kuitinen ja professori Sami Pajunen sekä toimitusjohtaja Mika Rytty ja SVP Antti Koulumies. Hanketta koordinoi Puutuoteteollisuus ry ajatushautomo Demos Helsingin tukemana. Tutkimusagendaa ovat rahoittaneet Metsämiesten Säätiö ja Puumiesten ammattikasvatussäätiö.



## Lähteet / Sources

Ahmad, F., Bask, A., Laari, S. & Robinson, C.V. (2023). Business Management Perspectives on the Circular Economy: Present State and Future Directions. *Technological Forecasting and Social Change*, 187(122182), 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122182>

Antikainen, M. & Valkokari, K. (2016). A framework for sustainable circular business model innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(7).

Arasto, A., Asikainen, A., Kaukovirta, A., Harlin, A., Hulkko, J., Hytönen, E., Liitiä, T., Nordlund, E., Oksman-Caldentey, K.-M., Pulli, T., Tammelin, T., Tamminen, T., Finni, S., Granato, D., Heräjärvi, H., Kotilainen, T., Mäkinen, S., Rinne, M., Soini, K., Tyrväinen, L., Viikki, J. & Winqvist, E. (2021). Finnish bioeconomy on the global product market in 2035. White paper, VTT Technical Research Centre of Finland Ltd and Natural Resources Institute Finland (Luke). 36 s. Saatavilla: <https://www.vttresearch.com>.

Brennan, G., Tennant, M. & Blomsma, F. (2015). Business and production solutions: Closing loops and the circular economy. In H. Kopnina & J. Brewitt (Eds.), *Sustainability: Key issues*. London, United Kingdom: Routledge.

D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B.D. & Toppinen, A. (2017). Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>.

Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition*.

Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe*. Saatavilla: <https://www.ellenmacarthur-foundation.org>.  
Energiateollisuuden visioraportti. (2024). *Sisukas suorittaja vai energiamurroksen Euroopan*

mestari? Visio menestyvän Suomen energiatalousvaihtuudesta. Saatavilla: <https://energia.fi>.

Geissdoerfer, M., Morioka, S. N., de Carvalho, M. M. & Evans, S. (2018). Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 190, 712-721.

Ghisellini, P., Cialani, C. & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

Henry, M., Bauwens, T., Hekkert, M. & Kirchherr, J. (2020). A typology of circular start-ups: An analysis of 128 circular business models. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118528. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118528>.

Kanninen, V., Ryöppy, S., Lähtinen, K. & Toppinen, A. (2024). Actor perceptions and network characteristics around climate-wise housing and construction in Finland. *Building Research & Information*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/09613218.2024.2376251>.

Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.

Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy – Towards the conceptual framework. *Sustainability*, 8(1), 43.

Lütjen, H., Schultz, C., Tietze, F. & Urmetzer, F. (2019). Managing ecosystems for service innovation: A dynamic capability view. *Journal of Business Research*, 104, 506-519.

Marttila, J. & Heräjärvi, H. (2015). Puutuotealan kasvumahdollisuudet cleantech-yhteistyön avulla. Esitutkimushankkeen loppuraportti. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 53/2015. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 51 s. + liitteet.

Minerbo, C. and Brito, L.A.L. (2022), "An integrated perspective of value creation and capture: a systematic literature review", *Journal of Business & Industrial Marketing*, Vol. 37 No. 4, pp. 768-789. <https://doi.org/10.1108/JBIM-12-2020-0542>

Saranpää, P., Brännström, H., Dorairaju, G., Heräjärvi, H., Jallinoja, M., Jyske, T., Järvenpää, E., Kangas, A., Kilpeläinen, H., Kilpeläinen, P., Korhonen, K.T., Korpinen, R., Kunnas, S., Kurttila, M., Lindblad, J., Lähtinen, K., Muilu-Mäkelä, R., Mäkinen, H., Möttönen, V., Peltola, R., Pitkänen, T.K., Rasa, K., Rasi, S., Rätty, T., Seppälä, P., Vanhanen, H., Venäläinen, M. & Verkasalo, E. (2021). Metsän tuotteet ja biojalostamo – kohti biokiertoaloutta. Julkaisussa: Kurttila, M., Muhonen, T. & Karvinen, L. (toim.). *Metsäbiotalous Suomessa – tutkimusta ja kehityspolkuja 2016–2020: Pohjoinen vihreä biotalous -ohjelman loppuraportti*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 24/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. Ss. 42-52.

Stahel, W. (2014). *The Business Angle of a Circular Economy: Higher Competitiveness, Higher Resource Security and Material Efficiency*. In *A New Dynamic: Effective Business in a Circular Economy*. Isle of Wight, United Kingdom: Ellen MacArthur Foundation.

Suchek, N., Fernandes, C.I., Kraus, S., Filser, M. & Sjögrén, H. (2021). Innovation and the circular economy: A systematic literature review. *Business Strategy and the Environment*, 30, 3686-3702. <https://doi.org/10.1002/bse.2834>.

Widmark, C., Heräjärvi, H., Katila, P., Kurttila, M., Lier, M., Mutanen, A., Øistad, K., Routa, J., Saranpää, P., Tolvanen, A. & Viitanen, J. (2020). *The Forest in Northern Europe's Emerging Bioeconomy. Reflections on the forest's role in the bioeconomy*. Report of the Forest Bioeconomy Network, EFI. 63 s.

Strategic Research and Innovation Agenda 2030 of the European Forest-Based Sector, The Forest-based Sector Technology Platform (2024).