



## **Bio- ja selluloosapohjaiset palosuoja-aineet puurakentamisen tuotteisiin - BIOSUOJA**

Aikataulu 1.6.2022 – 30.3.2024 (22 kk)

Budjetti noin 380 000 €, flatrate 40 % (Aalto noin 200 000 €, Xamk noin 180 000 €)

Projekti näyttäisi täyttävän sekä Toimintalinjan 1, Innovatiivinen Suomi (TKI) sekä Toimintalinjan 2 **Hiilineutraali Suomi (ET 2.1., korkean jalostusasteen tuotteiden kehittäminen ja materiaalitehokkuuden parantaminen).**

Xamk Kuitulaboratorio, Xamk Mikpolis sekä Aalto-yliopiston Kemiantekniikan korkeakoulu /Aalto-Xamk -työelämäprofessorin tutkimusryhmä

Yritykset, jotka tukevat projektia: Andritz Oy, PPG Tikkurila (PPG Finland Oy), Kumart Oy, Nordic Bioproducts Oy, CarbonReuseFinland Oy; neuvottelu kesken StoraEnso Oyj, Ecutiimi Oy (yritysrahoitus projektiin yhteensä 26 – 40 k€)

### **Lähtökohdat, tarve ja toteutus**

Puurakentaminen on voimakkaassa kasvussa, mutta ympäristöystävällisten ja tehokkaiden palosuoja-aineiden kehittämisellä on edelleen mahdollisuus lisätä alan kilpailukykyä. Puurakentamisen kannalta tärkeät kansainväliset kemian tuotteiden arvo- ja hankintaketjut ovat muuttumassa, ja mm. Kiinassa valmisteluille palosuojakemikaaleille haetaan aktiivisesti eurooppalaisia ja maakohtaisia korvaavia tuotteita. Metsävaltaisessa ja puurakentamisesta kasvua hakevassa Etelä-Savossa onkin tärkeää tutkia ja kehittää puumateriaaleihin perustuvia kemikaaleja ja kemikaaliyhdistelmiä tavoitteena tuottaa ratkaisuja teollisen puurakentamisen tarpeisiin. Biosuoja-projektin tavoitteena on tutkia ja kehittää kustannustehokkaita biopohjaisia palonsuojakemikaaleja ja käsittelytekniikoita palosuojaukseen puurakentamisen sovelluksissa. Hankkeessa on tavoitteena tuottaa tietoa ja testattuja puu- ja bioraaka-aineisiin perustuvia konsepteja myrkyttömille ja turvallisille palosuoja-aineille, -lakoille ja -maaleille.

Hankkeen toimenpiteinä ovat puun ainesosiin ja puupohjaisiin komponentteihin perustuvien palosuoja-aineiden soveltava tutkimus ja kehitystoiminta, projektissa tuotettavien palosuoja-aineiden pintakäsittely- ja impregnoitikonseptien kehitys ja testaus, kehitettyjen aineiden toimintamekanismien selvittäminen palonestäjänä ja aineiden palosuojaominaisuuksien fysikaalis-kemiallinen optimointi. Hankkeessa suoritetaan Proof of Concept -demonstrointi löydetyille pintakäsittely- ja impregnoitikonsepteille pienen liekin kokein, kartiokalorimetrikokein sekä EN13501 -nurkkapalotesteillä.

Hankkeessa tuloksena syntyy Aalto-yliopiston kemiantekniikan korkeakoulun tutkimus- ja kehitystyön tuloksena mikrokiteiseen selluloosaan, ligniinipitoiseen mikrokiteiseen selluloosaan, levymäiseen pigmenttiin ja valittuihin sideaineisiin pohjautuva palonsuoja-aine. Lisäksi tutkitaan teollisuuden sivuvirtoja lähtöaineina hyödyntäviä palonsuoja-aineita ja niiden valmistus- ja tuotantokonsepteja laboratoriomittakaavassa Xamk Kuitulaboratorion toimesta. Kehitetyt aineet testataan standardinmukaisilla testeillä.



Laboratoriomittakaavassa (TRL 4) testataan biopohjaisiin palonsuoja-aineisiin perustuvia puun palosuojapintäkäsittely- ja impregnoitinkonsepteja metsäteollisuuden, puusepänteollisuuden, maaliteollisuuden ja rakennusteollisuuden käyttöön.

Spesifisenä tavoitteena on tuottaa Proof of Concept -demonstraatioita uusista, biopohjaisista ja kustannustehokkaista konsepteista, jotka:

- a. hyödyntävät sellutehtaan sivuvirtoja ja/tai mikrokiteisen selluloosan tuotantoprosessia.
- b. soveltavat modifioidun (fosforoidun) selluloosan / MCC:n ominaisuuksia
- c. hyödyntävät bio-polyoleja filminmuodostajina ja intumescent -kemikaaleina

Tutkimustoimenpiteet biopohjaisten palosuojakemikaalien ja materiaaliyhdistelmien (formulations) ovat seuraavat:

**WP 1. State-of-the -art kirjallisuusselvitys** puunjalostusteollisuuden sivuvirtoihin ja modifioituihin selluloosalaatuihin perustuvista kemikaaleista (Xamk ja Aalto -yhteistyössä, alustava review ja tarveselvitys liitteenä, selvitystä syvennetään, 3 htkk Aalto-Xamk).

## **WP 2. Modifioidun mikrokiteisen selluloosan tutkimus palonsuoja-aineeksi (Aalto työpaketti/osaprojekti)**

Työpaketissa toteutetaan seuraavat toimenpiteet:

- o Selluloosan (mikrokiteinen selluloosa / MCC) ja polysakkaridien fosforointi-funktionalisointi
- o Palosuojapinnoitteen ainesosien ja niiden yhdistelmän kehittäminen MCC:tä ja/tai fosforoitua MCC:tä, levymäistä pigmenttiä (kaoliini), joka toimii suojaavana kerroksena puun pinnalla. Palosuojakokeet TP4:ssa ja TP5:ssa.
- o Ligniini-pitoisen MCC:n + levymäisen pigmenting (kaoliini) muodostama kompostiitti Intumescent -palonsuoja-aineena + palotestit.
- o Selvitetään kirjallisuudessa mainittujen MCC-selluloosan kiteisyyteen, IR-absorptioon ja happibarrier ominaisuuksiin muokkaamisen mahdollisuudet suhteessa palonsuojaominaisuuksiin

Työn lopputulos: Modifioitu MCC palonsuoja-aineiden raaka-aineena ja hyvänä filminmuodostajana. Selluloosan kiteisyyden, IR-absorptioon ja happibarrierin vaikutus. Tavoitteena osoittaa puu- ja biopohjaisten raaka-aineiden Proof-Of-Concept -suorituskyky palonestäjänä. Tavoitteena saattaa osaaminen palonsuojausominaisuuksia liiketoiminnassaan tarvitsevien yritysten käyttöön.

**WP 3. MCC-prosessin sivuvirrat (polysakkaridit) palonsuoja-aineiden valmistamisessa (Xamk työpaketti).** Selvitetään MCC:n valmistuksen sekä muiden metsäteollisuudesta saatavien teollisuuden sivuvirtojen käytettävyyden palonsuoja-aineiden valmistamisen lähtöaineiksi. Suunnitellaan ja toteutetaan ao. puupohjaisten kemikaalien ja sivuvirroista saatavien materiaalien modifioitinkokeet palonsuoja-aineiksi. Tuotetaan laboratoriomittakaavassa palosuojakemikaaleista seoksia ja analysoidaan niiden toimivuus sisältäen barrier-ominaisuudet, paisuvuus-ominaisuudet, palonsuoja filmin muodostaminen sekä palokaasujen muodostumisen estäminen.



Työpakettiin liittyvät osatehtävät:

- a. Kartoitetaan keinot parantaa ao. palonsuojamateriaalien ominaisuuksia nanohuokoisilla rakenteilla
- b. Prosessoidaan sivuvirtoja filminmuodostukseen, palon kannalta keskeiseen happi-barrierin muodostamiseen ja paisuvuusominaisuuksiin
- c. Sivuvirtojen kemialliset modifioinnit (neutralisointi/funktionalisointi) palosuoja-ominaisuuksien saavuttamiseksi
- d. Suunnitellaan ja tuotetaan kokeissa tarvittavia tehokkaita impregnointi ja pintakäsittelykemikaaleja sivuvirroista palosuojaukseen. Laboratoriomittakaavassa tuotetaan seoksia, niiden toimivuus analysoidaan sisältäen barrier-ominaisuudet, swelling ominaisuudet, filmin muodostuminen ja kaasufaasissa tapahtuvat reaktiot korkeassa lämpötilassa / palossa.

#### **WP4 Sivuvirtoihin perustuvat bio-polyolit palonsuoja-aineissa (Xamk Kuitulaboratorio)**

Polymeerisilla alkoholeilla on todennetut vaikutukset palosuojauksessa oleellisille paisuvuus, kosteudensidonta ja filminmuodostusominaisuuksille. Työpaketissa kehitetään laboratoriomittakaavassa teollisuuden jätevirtoihin (hiilidioksidi) perustuva polyoli-pohjainen palonsuoja-aine, kehitetään sen pohjalta seosmateriaali (formulation) haluttujen palonsuojaominaisuuksien saavuttamiseksi. Selvitetään MCC:n ja biopolyolin yhdistelmänä tuotetun seoksen toteuttamista ja toimivuutta puun palonsuoja-aineena. Puun sivuvirrasta ("jätteestä") tuotetun nestemäisen bio-polyolin toimivuutta puun palonsuoja-aineena kartoitetaan. Selvitetään kehitettyjen palonsuoja-aineiden / seosten käytettävyyttä osana nykyistä pintakäsittelyjärjestelmää palosuojauksessa.

#### **WP5 Kehitettyjen palonsuoja-aineiden ja puumateriaalien käsittelykokeet**

Kehitetyillä koekemikaaleilla ja aineilla tehdään puunkäsittelykokeita (kyllästys ja pinnoitus). Kokeet tehdään Savonlinnan Kuitulaboratorion ja Xamkin mikkelin puulaboratorion yhteistyönä. Osa käsittelyistä tehdään Aalto-yliopiston kemianteekniikan korkeakoulun laboratoriossa.

**WP 6. Palosuojustestit.** Kehitetyillä materiaaleilla tehdään palosuojustestit Xamkin Mikkelin laboratorioon hankitulla kartiokalorimetrillä ja SBI-testien osalta hankittavina ulkoisina asiantuntijapalveluina. Xamkin kartiokalorimetrillä tehtävät testaukset ovat työosuutena projektissa (12 000 €), Kartiokalorimetrillä saadaan hyvin testattua tuotekehitysvaiheessa olevia palonsuoja-aineita. Näyttekoko on maltillinen 100 mm x 100 mm ja 3-5 koekappaleella saadaan jo melko hyvä kuva testattavasta erästä.

Projektin tuloksena saadaan demonstroitua uusia palosuojakemikaalien konsepteja perustuen modifioituihin selluloosalaatuihin/mikrokiteiseen selluloosan modifiointeihin, sellu- ja mikrosellun valmistuksen kemiallisiin sivuvirtoihin ja puupohjaisiin bio-polyoleihin. Tuloksena saadaan raportit kehitettyjen palonsuoja-aineiden tehokkuudesta B-luokan EN 13501 -standarditesteissä. SBI testit hankitaan ostopalveluina.



Palosuojatestatukset toteutetaan projektin tärkeänä osana tavoitteena varmentaa hankkeen tuotoksena syntyvän päätuloksen onnistuminen, eli kehittää bio(puu)pohjainen ja kestävä kehityksen mukainen palonsuoja-aine joka täyttää Euroclass B-S1, d0 -standardin vaatimukset. Hanke vahvistaa merkittävästi Etelä-Savon puualan erikoisosaamista ja klusteria erityisesti korkean lisäarvon materiaalien ja biokemikaalien kehittämisessä ja teollisen puurakentamisen alalla.

Listaus materiaali-, laite- ja asiantuntijapalvelujen hankinnoista / pienhankintoja, materiaaleja ja palvelu sis. Flatrate 40 %.

**Aalto: Aallon kehittämille materiaaleille SIB -palotestit sekä materiaalit**

- Palosuojatesti 7 500 €
- Materiaalit, mikrosellut, käsiteltävät puumateriaalit, kemikaalit 10 000 €

**Xamk laitehankinnat sekä asiantuntijapalvelut:**

**Laitehankinnat – Xamk FL**

Fysikaalis-kemialliset ominaisuudet	Laitteisto	Analyysitapa	Kustannusarvio (000 (k) €)
Reologia	MCR – Reometri – deformation ja virtauksen mittaus, vedenpoisto vaste	Viskositeetin määrittäminen jännitys-venymäkäyrän määrittämislaite, and their derivatives, immobilization point	8k
Lämpöstabiilisuus	Thermogravimetri (TGA)	Massamuutokset ajan ja lämpötilan funktiona	3k
Barrier-ominaisuudet	Ametek - MOCON	happisaturaation analysointi (OTR)	2k
Muut (Huokoisuus)	Differentiaalinen skannauslaitteisto/kalorimetri (DSC) /Infrapunamittaus	Huokoisuuden määrittäykset	2k

**Materials**

Materiaalit	Tarve	Kustannusarvio (000 (k) €)
Puumateriaali, sivuvirrat	Puupohjaiset kemikaalit & substraatit, modifioinnit	1k
Kemikaalit yms.	Modifoinnit, materiaalit, suspensiot yms.	2k
Formuloinneissa/seoksissa tarvittavat kemikaalit	Lisäaineet, savet, liuottimet	2k



Palosuojatestit ostopalveluna 7 500 €, materiaalit, kemikaalit, yms. 5 000 €

Liite: Erittelyä palosuojauksen testaustarpeista

SBI -palotestit (ulkopuolisilta hankittavat palotestit)

- Yksittäisen indikatiivisen SBI-palonurkan pelkkä polttokoe 230 € (10 kpl)
- Täyden SBI-sarjan poltto 990 € (4 kpl)
- Jos halutaan täysi luokitusraportti (raportti 240 €), niin lisäkokeena tulee pienen liekin polttokoe (260 €). 6 luokitusraporttiin
- Leimallisessa luokitusraportissa tarvitsee ottaa huomioon myös koemateriaalin valinnasta ja valmistuksesta lähtien asioita.
- Testattavat projektissa kehitetyillä palosuojaja-aineilla käsitellyt seinänurkat valmistetaan Xamkin omana työnä ja testaukseen lähetetään kootut SBI-seinät tai toimitetaan pelkät materiaalit ja testausyritys koostaa nurkan kasauspalveluna (25 €/nurkka)
- Lyhyesti jo parilla indikatiivisella SBI-palokokeella saadaan hyvin testattua eri asennustavat (esim 1 x vaaka ja 1 x pystysuunta). Näitä kannattaa tehdä alkuun ja sitten ns parhaat täydellä sarjalla, jos tavoitteena on tehdä luokituksia. Täydessä sarjassa poltettavien nurkkien määrä vaihtelee 3-6 nurkkaa riippuen vähän suunnitellusta asennustavasta ja tuloksista.