

08.09.2025

Korresta kerrostaloksi tutkimushanke

Loppuraportti



Sisällysluettelo

1	Tiivistelmä.....	3
2	Hankkeen tausta ja tavoitteet.....	4
3	Hankkeen osapuolet ja menetelmät	4
4	Hankkeen tulokset.....	5
5	Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset	6
6	Viestinnän toteutuminen ja tulokset	7
7	Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen	7
8	Talousraportti	8
9	Yhteenveto hankkeen päätuloksista	8

1 Tiivistelmä

Korresta kerrostaloksi -hankkeessa (Stalk-hankkeessa) tutkittiin mahdollisuutta rakentaa kerrostalo luonnonmukaisilla rakennustuotteilla. Olkielementeillä eristetyin ulkoseinän rakenneratkaisujen rakennusfysikaalista toimintaa tarkasteltiin Tampereen yliopistossa (TAU) laskennallisesti ja kokeellisesti. Näiden perusteella määriteltiin edellytykset toteuttaa kosteusturvallisia rakenteita nykyisissä ja tulevaisuuden ilmasto-olosuhteissa. Hankkeessa tutkittiin myös kutterinlastulla eristetyin yläpohjan sisäistä konvektiota. Mitattuja ominaisuuksia voidaan hyödyntää tutkittaessa rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa niin käsinlaskentamenetelmillä kuin tietokonemallinnuksellakin. Lisäksi molempien rakenteiden (ulkoseinä ja yläpohja) paloturvallisuutta selvitettiin luonnonmukaisen kerrostalon toiminnallisessa palomitoituksessa.

Biopohjaisten eristemateriaalien (ja myös puurakenteiden) palonsuojaverhouksiksi kehitettiin hankkeessa uuden tyyppinen savirappaus, jossa oli korkea biomateriaalipitoisuus rappauksen palonsuojakyvyn parantamiseksi. Pohjarappauskerroksessa käytetty biohiili toimii samalla biopohjaisen hiilen pitkäaikaisena varastona. Yksittäisiä testejä tehtiin myös savesta ja hampunpäistärestä koostuvalla kevytsavieristeellä, biohiililaatalla ja nanoselluloosapinnoituksella. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu (XAMK) osallistui hankkeeseen kehittämällä järviruo'osta ja tärkkelyksestä koostuvan sisäverhoulevyn ja määrittelemällä levyn tuotantoparametrit sekä testaamalla levyn mekaanista lujuutta ja palo-ominaisuuksia.

Hankkeessa laadittiin lisäksi koulutuspaketti hankkeen yritysten suunnittelema luonnonmukaisesta kerrostalosta sekä luonnonmukaisista rakennustuotteista, joita oli kartoitettu aiemmassa hankkeessa. Koulutuspaketti sisälsi tietoa rakennusjärjestelmän teknisistä ominaisuuksista, talotekniikasta, ilmastovaikutuksista sekä sisäilman terveystaakasta. Suuremmissa kuvissa hankkeen tavoitteena oli lisätä ymmärrystä biopohjaisesta rakentamisesta ja sen osuudesta biopohjaisessa kiertotaloudessa.

Abstract

The Stalk project explored the possibility of building a high-rise building with nature-based building products. The building physics function of the structural solutions of an exterior wall insulated with straw elements was examined computationally and experimentally at the University of Tampere (TAU). Based on these, the prerequisites for implementing moisture-safe structures in current and future climatic conditions were defined. The project also studied the internal convection of the roof insulated with cutter shavings. The measured properties can be used to study the building physical function of structures using both manual calculation methods and computer modelling. In addition, the fire safety of these exterior wall and roof structures was investigated in the performance-based fire design of a nature-based high-rise building.

A new type of clay plaster with high biomaterial content was developed in the project for the fire protective cladding of bio-based insulation materials (and wooden structures). The biochar used in the base plaster layer also serves as a long-term storage of bio-based carbon. Individual tests were also carried out with light clay insulation consisting of clay and hemp shives, biochar slab and nanocellulose coating. The South-Eastern Finland University of Applied Sciences participated in the project by developing an interior cladding panel consisting of common reed and starch, defining the production parameters of the board, as well as testing the mechanical strength and fire properties of the board.

The project also prepared an educational package on the nature-based high-rise building designed by the project companies and on the nature-based building products that had been mapped in the previous project. The training package included information on the technical properties of the building system, building technology, climate impacts and the health effects of indoor air. In the bigger picture, the aim of the project was to increase understanding of bio-based construction and its role in the bio-based circular economy.

2 Hankkeen tausta ja tavoitteet

Rakentamisessa vähähiilisimmäksi vaihtoehdoksi ovat osoittautuneet puurunkoiset rakennukset, mutta niidenkin hiilijalanjälkiä voitaisiin vielä alentaa noin 10–15 % täydentämällä niitä luonnonmukaisilla lämmöneristeillä ja pintamateriaaleilla. Jotta uudella rakennustavalla olisi suuria positiivisia ilmastovaikutuksia, olisi sillä voitava rakentaa myös kerrostaloja. Stalk-hankkeessa keskityttiin kerrostalorakentamiseen puurunkoisilla olkielementeillä, ja tutkittiin näiden ulkoseinärakenteiden soveltumista pohjoiseen ilmastoomme sekä kerrostalorakentamisen tiukkoihin palomääräyksiin. Hankkeessa tutkittiin edelleen myös kutterilastueristeen soveltumista yläpohjan eristämiseen, sekä kehitettiin uusia luonnonmukaisia rakennustuotteita.

Hanke koostui neljästä työpaketista, joilla jokaisella oli omat tavoitteensa:

- TP1:ssä tutkittiin olkielementin kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa pohjoisessa ilmastossa ja tavoitteena oli määrittää rakenteen parhaiten toimivat sisä- ja ulkopintaratkaisut. Tavanomaisen puuverhouksen lisäksi haluttiin tarkastella biohiililaatan soveltuvuutta julkisivumateriaaliksi.
- TP2:ssa XAMK:in tavoitteena oli kehittää huokoisen puukuitulevyn tapaan käytettävä rakennuslevy järviruo'osta ja biopohjaisesta sideaineista kuten tärkkelyksestä.
- TP3:ssa etsittiin parasta koostumusta biopohjaisia seinäeristeitä palolta suojaavalle savirappaukselle. Tämä materiaalikehitys jatkoi Ecosafe-hankkeessa ja muissa eurooppalaisissa hankkeissa tehtyä tutkimusta savirappauksen palonsuojaominaisuuksista. Tavoitteena oli osoittaa luonnonmukaisten rakenteiden ja rakennuksen paloturvallisuus P0-menettelyn mukaisella palosimulaatiolla.
- TP4:ssä oli tavoitteena laatia koulutuspaketti hankkeen ohessa suunniteltavasta luonnonmukaisesta kerrostalosta sekä aiemmassa hankkeessa kartoitetuista teollisesti valmistetuista luonnonmukaisista rakennustuotteista.

3 Hankkeen osapuolet ja menetelmät

Hankkeen koordinaattori TAU tutki hankkeessa materiaalien ja rakenteiden ominaisuuksia, mallinsi materiaalit ja tarkasteli rakenteita laskennallisesti, kehitti rakennustuotetta (savipalonsuojarappaus) sekä laati koulutusaineiston ja esitteli aineistoa koulutus- ja tiedotustilaisuuksissaan. XAMK kehitti rakennustuotetta (järviruokolevy) ja testasi sitä. TAU ja XAMK rahoittivat myös hanketta omarahoitusosuuksillaan.

Hankkeessa mukana olleet yritykset osallistuivat hankkeeseen rahoitusosuudella ja/tai työosuudella seuraavasti:

Anora Industria Oy	Ohratärkkelyksen valmistaminen testaukseen ja alan konsultointi
Carbons Oy	Biohiilen valmistaminen testaukseen ja alan konsultointi
Ecococon Nordic Oy	Olkielementtien valmistus testeihin, esittelyaineiston tekeminen kestävästä kerrostalosta sekä aiheeseen liittyvä koulutus
Fescon Oy	Saven toimittaminen ja rappauslaastin valmistustekniikan koeajot
Fifth Innovation Oy / Ilicarbon	Biohiililevyjen valmistus testaukseen ja alan konsultointi
nolla_E Oy	Esittelyaineiston ja laskelmien tekeminen kestäväen kerrostalon hiilineutraalista talotekniikasta ja aiheeseen liittyvä koulutus

Pikkalan kaislanleikku Oy	Ruo'on hankinta ja silppuaminen koekappaleiden raaka-aineeksi sekä alan konsultointi
Restart Oy	Hankkeen rahoitus
Savimestarit Oy	Savipalonsuojalaastiin liittyvän savimaanin koostumuksen kehittäminen
Sweco Oy	Esittelyaineiston tekeminen kestävän kerrostalon rakennejärjestelmästä ja aiheeseen liittyvä koulutus

Hankkeeseen osallistuivat lisäksi seuraavat konsultit:

- Palotekninen insinööri-toimisto Markku Kauriala Oy, joka teki luonnonmukaisen kerrostalon toiminnallisen palosuunnittelun
- Johanna Liblik, joka avusti palonsuojatuotteiden kehityksessä

Hankkeen suurin rahoittaja oli ympäristöministeriön Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma, jonka rahoitus tulee EU:n kertaluonteisesta elpymisvälineestä (RRF). Hanketta tuki myös Rakennustuotteiden Laatu -säätiö.

4 Hankkeen tulokset

Stalk-hankkeen tutkimukset ja materiaalikehitys suoritettiin suunnitelmien mukaisesti. TP1:ssä tutkittiin olkielementin kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa koerakenteessa, mallinnettiin kyseinen rakenne ja tehtiin rakenteen laskennallinen tarkastelu. Näin voitiin määrittää rakenteen parhaiten toimivat sisä- ja ulkopintaratkaisut. Lisäksi tutkittiin vaihtoehtoisen julkisivumateriaalin eli biohiililaatan materiaaliominaisuuksia laboratoriokeuin. TP2:ssa kehitettiin rakennuslevy järviruo'osta ja tärkkelyksestä, joka vastasi ominaisuuksiltaan huokoista puukuitulevyä. Järviruo'on hyötykäyttö edistäisi samalla ravinteiden poistamista rehevöityneistä vesistöistä. Palavana materiaalina nämä levyt eivät kuitenkaan sovellu kerrostalon tuulensuojamateriaaliksi. TP3:ssa kehitettiin savesta ja biohiilestä koostuva rappaus, joka suojaa rakennetta palolta 30 minuuttia 23 % perinteistä savi-hiekkarappausta ohuemmalla kerroksella, ja varastoi lisäksi biopohjaista hiiltä pitkäaikaisesti. Työpaketissa teetettiin myös luonnonmukaisen kerrostalon toiminnallinen palosuunnittelu (P0-menettely), jonka palosimulaatio osoitti, että luonnonmukaisilla rakenteilla voidaan saavuttaa riittävä paloturvallisuus kerrostalorakentamisessa, vaikka lämmöneristeet olisivat biopohjaisia. Lisäksi tutkittiin alustavasti nanoselluloosa-pinnoitteen ja savi-hampunpäistäeristeen, eli kevytsaven, rakennusfysikaalisia ja paloteknisiä materiaaliominaisuuksia. Tarkemmat tutkimustulokset on esitetty hankkeen yhteenvetoraportissa ja sen liitteissä, jotka on toimitettu ympäristöministeriölle.

Työpaketissa 4 laadittiin koulutuspaketti hankkeen yritysten suunnittelema luonnonmukaisesta kerrostalosta sekä luonnonmukaisista rakennustuotteista, joita oli kartoitettu Nature CO2 – hankkeessa. Koulutuspaketti sisältää tietoa rakennusjärjestelmän teknisistä ominaisuuksista, talotekniikasta, ilmastovaikutuksista sekä sisäilman terveysvaikutuksista. Sen tarkempi sisältö on nähtävissä ympäristöministeriölle toimitetusta oppikirjasta. Hankkeen sivulta vapaasti ladattavasta koulutuspaketista tuli alkuperäistä suunnitelmaa laajempi, sekä sisältönsä, että koulutusaineistonsa puolesta. Koulutusaineisto koostuu oppikirjasta, diaesityksestä sekä videosta, joiden aineistoa on esitelty/esitellään:

- Luonnonmukaisen rakentamisen valtakunnallisessa informaatiotilaisuudessa 28.4.2025
- Rakennustietosäätiön Ilmiö-kirjoitussarjassa, joka julkaistiin 14.5.2025
- FinnBuild 2024 -messuilla 7.10.-10.10.2024
- Rakennusfysiikka 2025 -seminaarissa 28.-29.10.2025
- Useissa pienemmissä koulutustilaisuuksissa 2024-2025

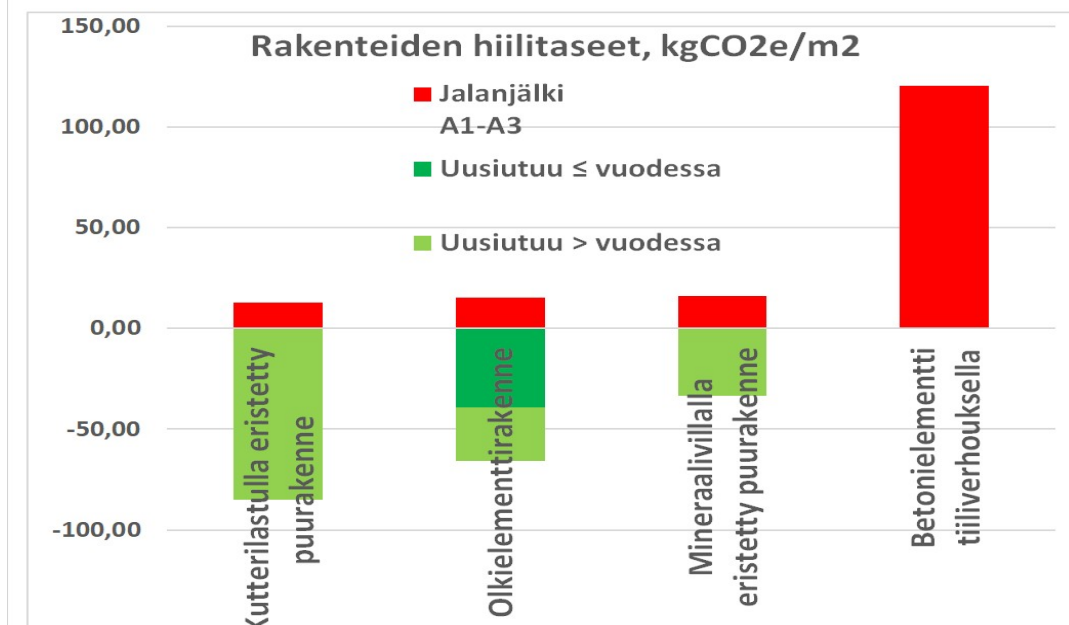
Koulutus jatkuu aktiivisesti hankkeen jälkeen, ja on esimerkiksi nyt osana rakennusfysiikan perusteiden luentosarjaa.

5 Hankkeen vaikuttavuus/vaikutukset

Ympäristöministeriön rahoittamassa Nature CO2 hankkeessa laskettiin eri rakenteiden hiilijalanjälkiä neliometriä kohden. Hankkeessa vertailtiin betonirakenteita erilaisiin puurunkoisiin rakenteisiin, kun rakenteiden pääasiallinen ominaisuus, esimerkiksi ulkoseinässä U-arvo, pysyi samana. Vertailu osoitti, että puurakenteilla on betonirakenteita huomattavasti pienempi hiilijalanjälki (Kuva 1). Luonnonmukaisilla rakennustuotteilla, kuten olkielementillä ja kutterilastueristeellä, voitaisiin tällä hetkellä laskea tavanomaisten (mineraalivillalla eristettyjen) puurakenteiden hiilijalanjälkeä vielä arviolta 10–15 %. Tulevaisuudessa investointi- ja tuotantomäärillä, uusiutuville energialähteillä ja uusilla fossiilivapailta lannoitteilla on suuri vaikutus luonnonmukaisten rakennustuotteiden hiilijalanjälkiin ja tuotantokustannuksiin. Biopohjaisiin materiaaleihin varastoituu lisäksi huomattava määrä biopohjaista hiiltä, joka voidaan jaotella vuodessa tai pidemmän ajan kuluessa uusiutuviin ryhmiin.

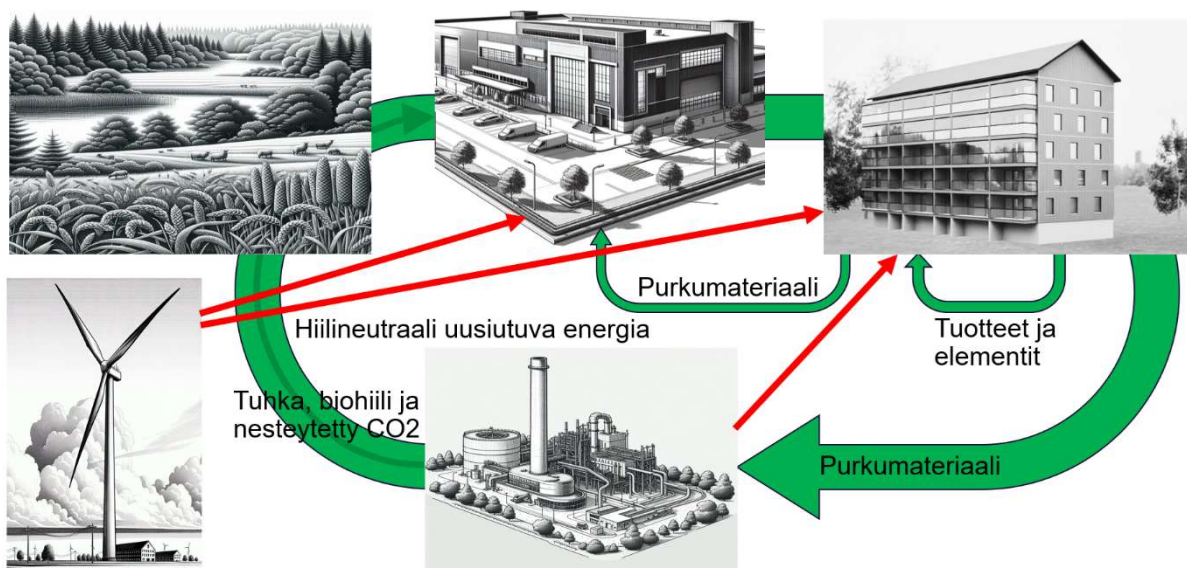
Stalk-hankkeessa osoitettiin, että Nature CO2 -hankkeessa oletettu luonnonmukainen kerrostalo on mahdollista rakentaa nykyisten rakennusmääräysten mukaisesti. Tämä vaati rakennusfysikaalisten ja paloteknisten materiaaliominaisuuksien tutkimista, rakenteiden mallintamista sekä laskennallista tarkastelua. Rakennuksen elinkaaren aikaisiin päästöihin vaikuttaa rakennusmateriaalien tuotannon lisäksi voimakkaasti rakennuksen käytön aikaiset päästöt. Stalk-hankkeessa osoitettiin, kuinka energian käyttö sekä taloteknisten laitteiden määrä saadaan optimoitua ja käytön aikaiset päästöt minimoitua.

	Rakenteen paksuus mm	Rakenteen hiilitase kgCO ₂ e/m ²			
		Jalanjälki A1-A3	Kädenjälki	Uusiutuu ≤ vuodessa	Uusiutuu > vuodessa
Kerrostalon ulkoseinärakenteet, U =0,17 W/m²K					
Kutterilastulla eristetty puurakenne	457	12,47	-85,30		-84,89
Olkielementtirakenne	327	15,17	-65,91	-39,10	-26,80
Mineraalivillalla eristetty puurakenne	303	16,07	-33,38		-33,38
Betonelementti tiiliverhouksella	515	120,41			



Kuva 1. Erityyppisten kerrostalon ulkoseinien hiilitaseiden vertailua, kun niiden U-arvot ovat yhteismitallisia.

Stalk-hanke auttoi myös hahmottamaan suuremman viitekehyksen, eli biopohjaisen kiertotalouden, johon luonnonmukainen rakentaminen kuuluu. Biopohjaisessa kiertotaloudessa raaka-aineet hankitaan planeettamme pintakerroksista, tuotteita valmistetaan matalissa lämpötiloissa, ja purettua materiaalia pyritään kierrättämään (Kuva 2). Elinkaaren lopussa materiaalit poltetaan, jolloin syntyy tuhkaa sekä teknisiä hiilinieluja käytettäessä biohiiltä ja nesteytettyä hiilidioksidia. Nämä voidaan palauttaa luonnon kiertokulkuun tai jopa hyödyntää tuotteiden valmistuksessa. Biopohjaisessa kiertotaloudessa voidaan käyttää hiilineutraalia sekä uusiutuvaa energiaa ja poltosta tai pyrolyysistä saatava lämpö voidaan hyödyntää esimerkiksi rakennusten lämmityksessä. Pienen energiatarpeen ja energian vähähiilisyyden takia voidaan näin päästä tuotteiden valmistuksessa ja tuotteiden käytössä (rakennukset) lähelle hiilineutraaliuutta. Kestävä yhdyskunta voitaisiin saada aikaiseksi siirtymällä fossiilisesta lineaaritaloudesta mahdollisimman laajasti biopohjaiseen kiertotalouteen.



Kuva 2. Biopohjaisen kiertotalouden materiaali- ja energiavirrat.

6 Viestinnän toteutuminen ja tulokset

Hanketta on esitelty aktiivisesti tilaisuuksissa, joita on järjestänyt ympäristöministeriön Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma, eli KIRAilmasto. Hankkeesta on viestitetty myös TAU:n ja KIRAilmaston nettisivuilla. Stalk-hankeesta on luonnollisesti myös viestitetty koulutusilaisuuksien yhteydessä, kuten Luonnonmukaisen rakentamisen valtakunnallisessa informaatiotilaisuudessa ja FinnBuild 2024 -messuilla. Yksi pisimpään vaikuttavasta viestintäkanavasta on artikkeli Rakennustietosäätiön Ilmiö-kirjoitussarjassa, joka saa jatkoa haastattelussa joulukuussa 2025 ja siitä tehtävässä podcastissa. Kyseisen artikkelin perusteella aihe valittiin myös Ilmiö-julkaisun workshopin paneeliin. Stalk-hankkeesta kirjoitetaan myös monia tieteellisiä artikkeleja Rakennusfysiikka 2025 -seminaariin, jonka kautta hankkeen tuloksista myös tiedotetaan rakennusalan ammattilaisille. Kaiken kaikkiaan hankkeen viestintä on tavoittanut ja tulee tavoittamaan melko laajasti sen kohderyhmää kustannustehokkaalla viestinnällään.

7 Tulosten kestävyys ja hyödyntäminen

Rakennusalalla muutokset tapahtuvat hitaasti, eikä asiaa nopeuta nykyinen rakennusalan lama. Stalk-hankkeen tulokset yhdessä muiden rakennusfysiikan tutkimusryhmän luonnonmukaisia rakennusmateriaaleja käsittelevien tutkimusten tulosten kanssa osoittavat kuitenkin, että näillä rakennusmateriaalilla voidaan rakentaa jopa nykyaikaisia kerrostaloja.

Hankkeessa mukana olleet yritykset ovat mukana rakennusalan vihreässä murroksessa, josta alkaa fossiilivapaiden rakennusmateriaalien valmistus. Anora Industria Oy, Carbons Oy ja Pikkalan kaislanleikku Oy ovat löytäneet raaka-aineillensa uusia käyttömahdollisuuksia rakennusainetuotannosta. Fescon Oy:lle kehitettiin uusi tuote (savipalonsuojalaasti) ja Savimestarit Oy löysi tuotteellensa (savimaali) uuden käytön palonsuojauksesta. Fifth Innovation Oy löysi kasvu-uran sekä rahoittajan, ja kehittää nyt biohiilituotteita uudessa Elementic yrityksessä. Restart Oy on käyttänyt näitä tuotteita perinnerakennusten korjaustöissä, ja hyödyntää varmasti uusia tuotteita, kun ne tulevat markkinoille. Uusi luonnonmukaisen kerrostalon konsepti, jonka kehittivät Sweco Oy, Ecocon Nordic Oy ja nolla_E Oy, osoittaa hyvin konkreettisesti, kuinka luonnonmukaisilla rakennustuotteilla voidaan rakentaa. Konseptin kehittäminen sekä esimerkiksi kustannuslaskenta jatkuu näiden yritysten toimesta, jotta asiakkaille olisi tarjolla realistinen vaihtoehto tavanomaiselle rakentamiselle. Tämän rakennuksen toiminnallisen palosuunnittelun tulosten perusteella voidaan myös hakea muutosta nykyisen palonormistoon, jotta se hyväksyisi biopohjaiset eristeet myös P2-paloluokan rakennuksissa. Stalk-hanke ja sen tulokset ovat toimineet myös tärkeänä lähtökohtana rakennusfysiikan tutkimusryhmän uudelle BioReno-hankkeelle, jota rahoittaa Business Finland, ja jossa on mukana runsaat 20 yritystä. Bio-Reno-hankkeessa jatketaan biopohjaisen hiilen varastoinnin selvitystä, ja pyritään vaikuttamaan siihen, miten biopohjainen hiili huomioidaan suomalaisessa rakennusprojektien ilmastaselvityksessä. Stalk-hankkeen koulutuspaketille pyritään myös löytämään mahdollisuuksia kehittää sitä edelleen soveltumaan eri rakennusalan oppilaitosten opetussuunnitelmiin.

Suuremmissa kuvassa biopohjainen kiertotalous avaa mahdollisuuksia pienentää merkittävästi rakentamisen hiilijalanjälkeä ja jopa löytää rakentamisesta uusia hiilinieluja. Riskinä on tavanomaisten vakavaraisten rakennusmateriaalivalmistajien haluttomuus uudistaa tuotantoaan, ja suoranaisesti estää uusien tuotteiden tulo markkinoille sekä muutokset rakennuslainsäädännössä, jotta biopohjainen rakentaminen hyväksyttäisiin. Valtiovalta puolestaan voisi ratkaista rakentamisen vähähiilisyys- ja edullisuuden ristiriidan määräämällä hiiliveron, joka vastaisi kokoluokaltaan hiilisyöppöjen materiaalien aiheuttamaa ympäristöongelmaa, mutta tähän ei ole löytynyt tähän mennessä poliittista tahtoa. Stalk-hankkeen tulokset voisivat osaltaan helpottaa tätä päätöstä osoittamalla, että nykyiselle rakennustavalle (betonirakentaminen) on vaihtoehto, ja että biopohjaista rakentamista voitaisiin tarkastella hiilinieluna.

8 Talousraportti

TAU On toimittanut ympäristöministeriölle erillisen talousraportin.

Ongelmaksi muodostui yritysten in kind -työpanos, jota ympäristöministeriö halusi tulkita loppuraportoinnissa eri tavalla, kuin avustuspäätöksessä. In kindin sisältyminen budjettiin pitäisi ohjeistaa tarkemmin.

9 Yhteenveto hankkeen päätuloksista

Stalk-hankkeen tutkimustulokset osoittivat, että luonnonmukaisilla rakenteilla voidaan saavuttaa riittävä kosteus- ja paloturvallisuus kerrostalorakentamisessa, vaikka lämmöneristeet olisivat biopohjaisia. Olkielementin sisäpinta voi osallistua paloon vain erittäin rajoitetusti, sen on suojattava rakennetta palolta 30 minuuttia, ja sillä on oltava riittävä vesihöyrynvastus. Olkielementiltä ei pienen lämmönjohtavuuden lisäksi vaadita kuitenkaan erityistä paloturvallisuuden tai homeutumisherkkyys-suhteen. Ulkoseinän tuulensuoja voi osallistua paloon vain erittäin rajoitetusti, sen on suojattava rakennetta palolta 10 minuuttia, ja sillä on oltava pieni vesihöyrynvastus. Sen pitää myös eristää hyvin lämpöä, ja olla vähintään homeutumisherkkyysluokassa HHL 2. Tuulettuva vesitiivis ulkoverhous voi osallistua paloon hyvin rajoitetusti, eikä se saa tuottaa paljon savua, eikä palavia pisaroita. Samoin kutterilastulla eristetyn yläpohjarakenteen sisäpinta voi osallistua paloon vain erittäin rajoitetusti, sen on suojattava

rakennetta palolta 60 minuuttia, ja sillä on oltava riittävä vesihöyrynvastus. Kutterilastun alaosalta ei pienen lämmönjohtavuuden lisäksi vaadita erityistä paloturvallisuuden tai homeutumisherkkyyden suhteen, mutta sen yläpinta saa osallistua paloon vain rajoitetummin. Kutterinlastulla ja sahanpurulla eristetyissä yläpohjarakenteissa esiintyi sisäistä konvektiota, jota voi melko hyvin ennustaa materiaalin ilmanläpäisevyyden perusteella. Molempien rakenteiden osastoivuusajan on oltava 75 minuuttia ja täytettävä luonnollisesti U-arvo vaatimus. Nämä tutkimustulokset ovat hyödynnettävissä sekä uudis- että korjausrakentamisessa.

Tässä hankkeessa kehitetty Stalk-savirappaus tarjoaa riittävän palonsuojauksen esimerkiksi puurakenteiselle huoneistojen väliselle seinälle. Sen pohjalaasti koostui savesta, biohiilestä (5%) ja hiekasta, pintalaasti savesta ja hiekasta ja sen pinnoitteena oli savesta ja tärkkelyksestä koostuva savimaali. Palokokeet indikoivat, että noin 30 mm paksuinen rappauskerros antaisi 30 minuutin palonsuoja-ajan. Pohja- ja pintalaastien valmistus onnistui myös hankkeessa mukana olleen Fesconin laitteistolla, joten kuivalaastia voidaan tilauksesta valmistaa suuriakin määriä. Savirappaus ei kuitenkaan sellaisenaan antanut olkielementillä eristetyn kerrostalon ulkoseinän sisäpinnalle riittävää vesihöyryn vastusta. Jatkossa pitäisi tutkia voidaanko vesihöyryn vastusta parantaa jollain lisäaineilla vaikkapa pohjarappauksen ensimmäisessä kerroksessa.

XAMK sai määriteltyä hankkeessa kehitetyn järviruoko-tärkkelyslevyn valmistukselle alustavat parametrit. Levy sopii käytettäväksi rakentamisessa sisätiloissa huokoisen puukuitulevyn tapaan, mutta se ei sellaisenaan kuitenkaan sovellu käytettäväksi ulkoseinän tuulensuojana, sillä se on homeutumisherkkyydsluokassa HHL1. Huokoisessa puukuitulevyssä käytetty bitumointi tai muu vastaava homeenestokäsittely poistaisi mahdollisesti tämän puutteen. Kumpikaan levy ei kuitenkaan täytä kerrostalon ulkoseinän tuulensuojakerrokselta vaadittua paloturvallisuutta, eli A2 pintaluokkaa.

Hankkeessa valmisteltiin myös luonnonmukaisen rakentamisen koulutusaineisto, joka koostuu oppikirjasta, diaesityksestä sekä videosta. Nämä ovat vapaasti ladattavissa TAU:n hankesivulta. Koulutusaineistoa on esitelty/esitellään useissa tilaisuuksissa, jotka on suunnattu rakennusalan ammattilaisille ja oppilaille.

Summary of the main results of the project

The research results of the Stalk project showed that nature-based structures can achieve sufficient moisture and fire safety in high-rise building, even if the thermal insulation is bio-based. The inner surface of a straw element can only participate in a fire to a very limited extent, it must protect the structure from fire for 30 minutes, and it must have sufficient water vapor resistance. However, in addition to low thermal conductivity, straw insulation is not required to be particularly special in terms of fire safety or susceptibility to mould. An exterior wall wind barrier can only participate in a fire to a very limited extent, it must protect the structure from fire for 10 minutes, and it must have a low resistance to water vapour. It must also insulate heat well and be at least in mold susceptibility class HHL 2. Ventilated waterproof exterior cladding can participate in a fire to a very limited extent, and it must not produce a lot of smoke or burning droplets. Similarly, the inner surface of a roof structure insulated with cutter shaving can only participate in the fire to a very limited extent, it must protect the structure from fire for 60 minutes, and it must have sufficient water vapour resistance. In addition to low thermal conductivity, the lower part of the cutter shavings does not require any special fire safety or susceptibility to mould, but its upper surface may only participate in the fire to a limited extent. Internal convection occurred in the roof structures insulated with cutter shavings and sawdust, which can be predicted fairly well based on the air permeability of the material. The compartmentalization time of both structures must be 75 minutes and naturally meet the U-value requirement. These research results can be utilised in both new construction and renovation.

The Stalk clay plaster developed in this project provides sufficient fire protection, for example, for the wooden wall between apartments. Its base mortar consisted of clay, biochar (5%) and sand, the surface mortar consisted of clay and sand, and it was coated with clay paint consisting of clay and

starch. Fire tests indicate that a layer of plaster about 30 mm thick would provide a fire protection time of 30 minutes. The production of base and surface mortars was also possible with the equipment of Fescon, which was involved in the project, so dry mortar can be produced in large quantities on order. However, clay plaster as such did not provide sufficient water vapour resistance to the inner surface of the exterior wall of an apartment building insulated with straw elements. In the future, it should be investigated whether the resistance of water vapour can be improved with some additives, for example, in the first layer of base plaster.

XAMK was able to define preliminary parameters for the production of the reed starch board developed in the project. The board is suitable for use in construction indoors in the same way as porous fibreboard, but it is not suitable as such for use as wind protection for exterior walls, as it is in mould susceptibility class HHL1. Bituminous or other similar anti-mould treatment used in porous fibreboard would possibly eliminate this shortcoming. However, neither of the panels meets the fire safety required for the wind protection layer of the exterior wall of a high-rise building, i.e. the A2 surface class.

In addition, the project prepared training material on natural construction, which consists of a textbook, a slide show and a video. These can be freely downloaded from TAU's project page. The training material has been/will be presented at several events aimed at construction professionals and students.

Mikael Westermarck

Projektipäällikkö