

# **OLJEN KÄYTTÖ SEINÄRAKENTEES**

Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari (AMK)  
Kevät 2024  
Armi Tihtonen

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari  
Tekijä Armi Tihtonen  
Työn nimi Oljen käyttö seinä rakenteessa  
Ohjaaja Ilkka Paajanen

Tiivistelmä  
Vuosi 2024

---

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena tutkia olkimateriaalin käyttöä seinä rakenteessa. Olki on vähäpäästöinen materiaali ja siksi siitä valmistettujen rakennustuotteiden käyttömahdollisuudet kiinnostavat ja niitä on alettu tutkia ja selvittää.

Opinnäytetyö toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä haettiin historiallista tietoa siitä, miten olkimateriaalia on aikaisemmin käytetty seinä rakenteessa ja sen nykyisestä käytöstä Suomessa. Sen jälkeen kartoitettiin oljesta valmistetut rakennustuotteet, joita on saatavilla. Tarkoituksena oli selvittää, millaisia rakennustuotteita valmistetaan, millaiset ovat niiden ominaisuudet ja tuotekelpoisuudet. Lopuksi kerättiin käytännön kokemuksia olkielementtien käytöstä jo toteutetuissa rakennusprojekteissa haastatteleamalla pääsuunnittelijaa, jolla on laaja kokemus olkielementtien käytöstä seinä rakenteessa. Kahdessa ensimmäisessä vaiheessa käytettiin lähteenä kirjoja, artikkeleita, ohjekortteja ja tutkimusraportteja.

Keski-Euroopassa käytettyä olkielementtiseinä rakennetta ei voi suoraan kopioida Pohjoismaihin, koska ilmasto-olosuhteet ovat niin erilaiset. Talvella kosteusero lämpimän sisäilman ja kylmän ulkoilman välillä on suuri ja kuiva kesäkausi on lyhyt. Suuret lämpötilaerot voivat aiheuttaa seinä rakenteessa homehtumisriskin, siksi kosteudenhallinnan merkitys korostuu. Olkimateriaalin paloteknisiä ominaisuuksia on tutkittu ja ne on todettu odotettua paremmiksi. Akustisista ominaisuuksista on todettu, etteivät ne ole kovin hyvät varsinkin, jos rakennus sijaitsee kaupunkialueella, jossa on liikenteen melua. Suomessa toteutettujen pientalohankkeiden pääsuunnittelijan haastattelun perusteella voitiin todeta, että kokemukset olkielementtien käytöstä seinä rakenteessa olivat myönteisiä sekä rakentajan että loppukäyttäjän näkökulmasta. Haastattelukysymykset koskivat aikataulu-, kustannus- ja hyötynäkökulmia.

Olkimateriaalin ja -rakennustuotteiden vahvuus on, että ne ovat ympäristöystävällisiä ja niiden käyttö vähentää rakentamisen hiilidioksidipäästöjä. Olkielementtien palotekniset ominaisuudet eivät ole laajemman käytön, esimerkiksi kerrostalorakentamisen, esteenä. Täytyy kuitenkin muistaa, että rakentaminen Pohjoismaissa edellyttää lämmöneristystarpeen huomioimista sekä yleensä tuulettuvaa ulkoseinä rakennetta, kosteusteknisten ominaisuuksien vuoksi. Myös akustiset haasteet on ratkaistava varsinkin jos aiotaan rakentaa taajama-alueelle. Riippumatta rakennuksen sijainnista tai koosta, rakennusaikainen kosteudenhallinta vaatii huolellisuutta ja tarkkuutta.

Avainsanat Olkielementti, seinä rakenne, vähähiilisyys

Sivut 35 sivua ja 3 liitettä

---

The aim of this thesis was to investigate the use of straw material in wall structures. As straw is a low-emission material, the potential use of straw based building products has gained attention and been investigated recently.

The thesis was carried out in three phases. First, historical information on how straw material has been used in the past in wall structures and its current use in Finland was studied. Then, different types of straw-based building products available on the market were identified as well as their characteristics. Finally, practical experience from the use of straw elements in completed building projects was gathered by interviewing a principal designer with extensive experience from the use of straw in wall structures. The first two phases of the research process were based on literature study, articles, product information, research reports and information gathered from web pages.

The straw-based wall structures used in central Europe cannot be directly copied to the Nordic countries because the climate conditions are very different. In winter, the difference in the degree of humidity is large when comparing the warm indoor air to the cold outdoor air and in addition the dry summer season is short. Variations in temperature can cause wall structures to mold. Moisture control is very important when using straw-based materials. The fire resistance of straw elements has been reported to be quite good. Research indicates that the acoustic properties are not very good, especially if the building is located close to urban traffic noise. The principal designer of residential houses in Finland stated that the experience of using straw has been positive both from the building process and the user perspective. Scheduling, costs issues and other benefits were covered in the interview.

The main strength of straw-based building materials is that they are environmentally friendly and that their use contributes towards reducing carbon emissions resulting from construction activities. The fire resistance properties of straw-based material will not be an obstacle if building of e.g. multi-storey apartment buildings is considered. However, it should be borne in mind that wider use of straw-based materials in the Nordic countries triggers a need for sufficient thermal insulation and, in general, a ventilated façade for the sake of damp-proofing. Acoustic challenges need to be addressed, especially when building in urban areas. Moisture control and securing the dry chain during construction is very important regardless of the size or location of the site.

Keywords Straw-based elements, wall structures, low-carbon emissions

Pages 35 pages and 3 appendice

# Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Oljen käyttö rakennusmateriaalina .....	2
2.1	Oljen käytön historia .....	2
2.2	Olkimateriaalin käyttö Suomessa 2000-luvulla .....	4
3	Olki luonnonmukaisena ja vähähiilisenä vaihtoehtona.....	5
3.1	Olkimateriaalin ominaisuudet .....	9
3.1.1	Paloturvallisuus .....	9
3.1.2	Kosteustekniset ominaisuudet .....	10
3.1.3	Akustiset ominaisuudet.....	12
3.1.4	Hygroteminen analyysi WUFI-ohjelmalla .....	13
3.2	Suomessa saatavilla olevat olkirakennustuotteet seinärakenteisiin .....	15
4	Käytännön kokemuksia oljesta seinärakenteessa .....	21
4.1	Haastattelu työmaakokemuksista.....	21
4.2	Yhteenveto käytännön kokemuksista .....	24
5	Johtopäätökset.....	25
	Lähteet .....	27

## Liitteet:

Liite 1.Tampereen yliopiston CO2 -hankkeen tuotekortti Olkielementit

Liite 2. Tampereen yliopiston CO2 -hankkeen tuotekortti Puhalluseristeet

Liite 3. Tampereen yliopiston CO2 -hankkeen tuotekortti Korsipuristelevyt

# 1 Johdanto

Ilmastomuutoksesta ja sen vaikutuksista johtuen rakennuslalla pyritään jatkuvasti kehittämään uusia kestäviä, energiatehokkaita ja ympäristöystävällisiä materiaaliveitoehtoja. Rakennusmateriaalien hiilidioksidipäästöjen vähennystavoite on 50% vuoteen 2035 mennessä (Green Building Council Finland, 2024). Tähän suuntaan ohjaavat Rakennuslakiin vuonna 2025 ja 2026 tulevat uudistukset, joiden seurauksena rakennusvalvonta tulee tämänhetkisen tiedon mukaan vaatimaan uudisrakennuksilta rakennuksen hiilijalanjälkilaskelman sisältävän ilmastaselvityksen lopputarkastuksen yhteydessä.

Ympäristöministeriö on laatinut vähähiilisen rakennetun ympäristön kriteerit KIRAilmasto-ohjelmassa ja ne tullaan ottamaan käyttöön ensin julkisissa rakennushankkeissa (Ympäristöministeriö, 2023), jonka jälkeen voi odottaa, että niiden noudattaminen laajenee myös yksityisten rakennushankkeiden piiriin.

Hiilidioksidipäästöjen määrän alentamiseksi on alettu laskea rakennushankkeiden hiilijalanjälkeä rakennusprojektin koko elinkaaren ajalta. Tällä hetkellä monet käytettävät materiaalit kuten esimerkiksi betoni aiheuttavat suuret hiilidioksidipäästöt rakennushankkeen kaikissa vaiheissa ja myös sen jälkeen, esimerkiksi purkuvaiheessa. Tästä syystä tutkitaan myös sellaisten vähäpäästöisten materiaalien käyttöpotentiaalia, joita on jo aikaisemmin kokeiltu ja käytetty rakennusmateriaalina, mutta jotka viime vuosikymmenten teollisen kehityksen myötä ovat unohtuneet. Olki on tästä yksi hyvä esimerkki.

Tässä työssä tutkitaan oljen soveltuvuutta ja käyttöpotentiaalia rakennusmateriaalina seinärakenteessa. On selvitetty olkimateriaalista valmistettujen rakennustuotteiden käyttöön liittyviä rakennusfysikaalisia, mm. paloturvallisuuteen ja kosteudenhallintaan liittyviä haasteita. Haastattelun avulla on haettu tietoa Suomessa jo toteutettujen pilottihankkeiden työmaakokemuksista liittyen olkimateriaaleilla toteutettujen rakennushankkeiden aikatauluun, kustannuksiin ja tavoiteltuihin hyötyihin.

Loppupohdintana arvioidaan, onko odotettavissa, että oljen käyttö seinärakenteissa lisääntyy. Tämä viimeinen kysymyksenasettelu liittyy esimerkiksi materiaalin saatavuuteen ja sen potentiaaliin kerrostalorakentamisessa.

## 2 Oljen käyttö rakennusmateriaalina

Olkea käytettiin jo tuhansia vuosia sitten rakennusmateriaalina Egyptissä ja Babyloniasa, kun sitä sekoitettiin saveen seinämateriaaliksi tai käytettiin eristeenä ja katemateriaalina olkikattoihin. Vasta teollistumisen alettua 1800-luvun lopussa, kun oljesta pystyttiin tekemään paalaus koneella koneellisesti paaleja, sitä voitiin alkaa käyttää seinärakenteissa (D'Alessandro ym., 2017, s.1). Teollistumisen myötä 1900-luvulla sen käyttö on unohtunut, kun on saatu helpommin ja nopeammin suuria määriä tasalaatuisia kestävämpiä rakennusmateriaaleja, kuten esimerkiksi betoni. Suomen rakennusperinnössä olkea ei niin paljon ole ollut käytössä verrattuna esim. Ruotsiin ja Tanskaan

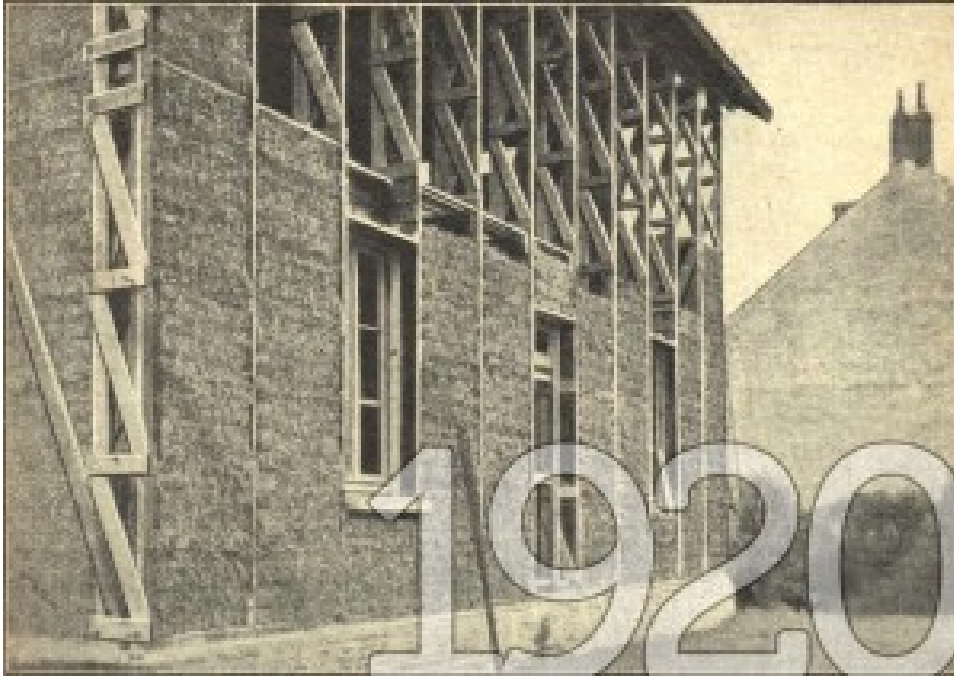
### 2.1 Oljen käytön historia

Vanhassa 1800-luvulta periytyvässä kansansadussa, josta Disney-yhtiö teki 1930-luvulla lastenelokuvan ja myöhemmin sarjakuvia, kerrotaan, miten yksi kolmesta pikku porsaasta rakensi oljesta talon, jonka Iso Paha Susi puhkui ja puhisi nurin. Meistä jokainen on varmaan nähnyt tarinan jossain muodossa sarjakuvana tai piirrettynä lastenelokuvana. Tämä tarina on voinut luoda mielikuvan, että olki on yksinomaan kevyt ja heikko materiaali (Internet Archive, 2023).

Olkipaaleista on kuitenkin rakennettu taloja mm. Pohjois-Amerikassa, Euroopassa ja Suomessa viime vuosisadan aikana. Tästä rakentamisen historiasta kerrotaan lyhyesti Virpi Tuomen kirjassa Talo olkipaaleista (Tuomi, 2001, s. 6). Aluksi olkea käytettiin vain väliaikaisiin rakennuksiin. Sitten olkipaaleista rakennettujen rakennusten seiniä alettiin viimeistellä rappauksella ja niitä alettiin käyttää myös asumiseen ja muuhun vakituisen käyttöön. Yllä mainitussa kirjassa kerrotaan vanhimma dokumentoidusta olkipaalarakennuksesta, joka oli Pohjois-Amerikassa vuonna 1886 Nebraskaan rakennettu yksihuoneinen koulurakennus. Tästä rakennustekniikasta löytyy materiaalia ja julkaisuja esimerkiksi luonnonmukaiseen rakentamiseen keskittyneestä julkaisusta The Last Straw (Myhrman, 2022).

Vanhimmat olkieristeiset talot ovat tänä päivänä yli satavuotiaita. Noin sadan kilometrin päässä Pariisista sijaitsevassa pienessä kaupungissa, Montargissa, on jäljellä ”maailman vanhin tunnettu olkieristeinen puurunkoinen Feuillet-talo”, joka on rakennettu 1920. (EcoCocon, 2023). Kuvassa 1. on esitetty Feuillet -olkitalo (ESBG, 2015).

Kuva 1. Feuillette -olkitalo (European Strawbale Gathering ESBG 2015).



Ruotsissa patentoitiin vuonna 1935 rakennuslevy, joka valmistettiin oljesta kovassa kuumuudessa tiiviiksi puristamalla. Ruotsalainen Theodor Dieden mainitaan patentin hakijaksi. Myöhemmin tuotanto tämän patentin pohjalta siirrettiin Ruotsista Englantiin vuonna 1945, missä Saksan ohella olkimateriaalia rakennuslevyissä on käytetty jo lähes sata vuotta talojen rakentamiseen (EcoPanel, 2024).

Olkipaalirakentamista seinärakenteita kuvataan seuraavalla tavalla liittyen niiden kolmeen erilaiseen käyttötapaan seinärakenteessa:

- Itsekantavia seinärakenteita, joissa paalit kantavat katon painon eikä suuria ovi- tai ikkuna-aukkoja ole. Erillistä kantavaa rakennetta ei ole. Tätä tekniikkaa on kehitetty Nebraskassa ja sitä käytetään yleisesti Amerikassa.
- Vaipparakenteisia seinärakenteita, kun kantava rakenne tehdään esimerkiksi puusta
- Muurattavat olkipaalit, jolloin olkipaaleista muurataan seinää käyttämällä paalien välissä erilaisia laasteja

Ennen 1990-lukua Suomessa mainitaan olkipaaleista pääasiassa rakennetun vain ulkorakennuksia kuten navettoja ja sen jälkeen, kun kiinnostus taas 1990-luvulla lisääntyi, mm. mökkejä, meluaitoja ja asuintaloja (Tuomi, 2001, s.8). Sen jälkeen olkimateriaalin käyttö väheni ja lähes unohtui monista sekä taloudellisista että rakennusteknisistä syistä.

## 2.2 Olkimateriaalin käyttö Suomessa 2000-luvulla

Suomessa olkea on käytetty 2000-luvulla pienissä pääasiassa yksityisissä rakennushankkeissa kuten omakotitaloissa ja korjauskohteissa. Esimerkkejä näistä hankkeista kuvataan Pekka Hännisen vuonna 2022 julkaistussa kirjassa ekologisesti kestävästä pientalorakentamisesta. Kirjassa kerrotaan pilottihankkeista sekä arvioidaan seinärakenteen myös seinärakenteen osuutta hankkeen hiilijalanjäljestä samoin kuin rakennustuotteiden päästöistä. (Hänninen, 2022, s.72)

Olkipaalirakentamisesta kerrotaan myös Luonnonmukaisen rakentamisen keskuksen teemasivuilla, joilla kuvataan yksittäisiä rakennushankkeita ja niiden yksityiskohtia. Rakennusprojektit ovat luonteeltaan niin uniikkeja, esimerkiksi kesämajoja ja ateljeerakennuksia, että niitä ei pysty monistamaan tai kopioimaan sarjatuotantoon. Teemasivuilta löytyy myös olkipaalirakentamisen kokemuksia, kysymyksiä ja kuvia eri teemoista. Talotarinoita -sivulta löytyy olkirakentamiseen liittyen mm. ”Ricin olkielementtimökki”, ”Antonin olkipaali -saviateljee” ja ”Lennartin ja Catharinan olkipaalityö” (Luomura ry, 2024).

EcoCocon - olkielementtivalmistaja esittelee verkkosivuillaan erilaisia esimerkkejä Suomessa 2000-luvulla valmistetuista pientalorakentamisen pilottihankkeista, joissa on käytetty olkea seinärakenteissa (EcoCocon, 2024).

Yllä mainitun tuotevalmistajan esimerkeissä olkipaalirakentamista esitellään nimellä ”Straw bale construction”, jossa paaleja pinotaan tiilimäisesti. Tapaa nimitetään ”Nebraska tyyliksi”, joka sopii lähinnä yksityisille omatoimirakentajille. Tämän tekniikan ongelmia ovat hitaan rakennusprosessin aikana mm. se, että olkipaalit eivät ole tasalaatuisia ja ne altistuvat kosteudelle (EcoCocon, 2024).

Toinen, uudempi rakennustapa ja seinärakenne on teollisesti kehitetty olkielementtijärjestelmä, jossa puu- tai metallirunkoisissa seinäelementeissä käytetään olkipaaleja eristeenä. Näitä elementtejä voidaan periaatteessa käyttää kantavissa ja ei-kantavissa ulko- ja sisäseinissä, sekä uniikkien että massatuotantotyyppisten kohteiden rakentamiseen.



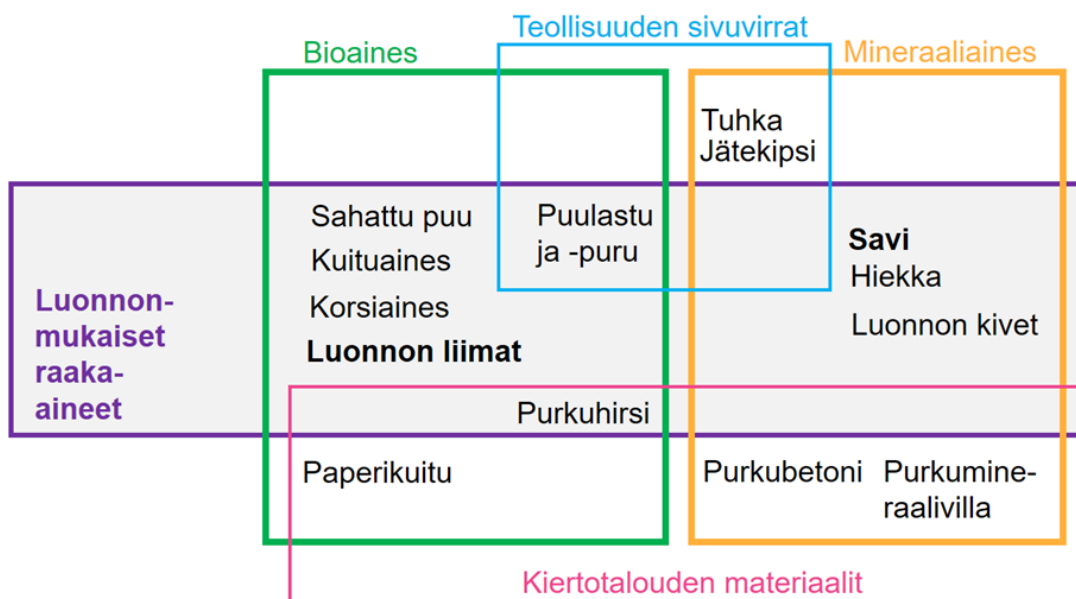
### 3 Olki luonnonmukaisena ja vähähiilisenä vaihtoehtona

Olki on kasvipohjainen, luonnonmukainen ja vähähiilinen materiaali, joka sitoo hiiltä kasvunsa aikana ja myös sinä aikana, kun sitä käytetään rakennusmateriaalina. Elinkaarensa lopussa olki voidaan joko käyttää eläinten kuivikkeena, kyntää takaisin maahan tai käyttää biomassan polttoaineena (BRE, 2011). Luonnonmukaiset materiaalit on mainittu myös A-Insinöörit Oy:n yhdessä Kiinteistönomistajat ja rakennuttajat RAKLI ry:n kanssa laatimassa Oppaassa vähähiiliseen rakennuttamiseen. Olkea kuvataan seuraavan argumentin perusteella: ”Olkeen sitoutuu kasvun aikana hiilidioksidia fotosynteesin eli yhteyttämisen avulla ja hiilidioksidi varastoituu oljen mukana seinärakenteeseen” (A-Insinöörit Oy, 2021, s.11).

Tampereen yliopiston rakennusfysiikan tutkimusryhmä on selvittänyt Nature CO2 -hankkeessa luonnonmukaisten materiaalien käyttöpotentiaalia Natural Based Building- eli NBB-rakennustuotteiden valmistuksessa. ”Kyseiset rakennustuotteet koostuvat maan pintakerroksesta saatavista uusiutuvista ja helposti luontoon palautuvista raaka-aineista”. Kuvassa 2 on ryhmitelty mm. bio- ja mineraaliaines, erilaiset kiertotalouden materiaalit kuten purkubetoni ja -hirsi sekä teollisuuden sivuvirtojen synnyttämät materiaalit. Olki kuuluu kategoriaan korsiaines (Westermarck & Vinha, 2023).

Kuva 2. Luonnonmukaisten rakennusmateriaalien raaka-aineita (Westermarck & Vinha, 2023).

#### Luonnonmukaisten rakennusmateriaalien raaka-aineiden raja



Luonnonmukaisista materiaaleista valmistetaan rakennustuotteita, joiden ominaisuuksia testattiin edellä mainitussa Nature CO2 -hankkeessa. Tutkimusryhmän mukaan luonnonmukaisten rakennustuotteiden valmistus ja käyttö on yleistynyt Keski-Euroopassa ja näistä tuotteista haluttiin tietoa myös Suomen rakennusaineteollisuudelle. Hankkeessa päätehtävinä olivat:

- Rakennustuotteiden kartoitus
- Hiilitaseen laskenta ja vertailu
- Tuotteiden käyttöpotentiaalin vertailu

Alla olevassa kuvassa 3 esitetään näitä Euroopassa valmistettuja Nature Based Building-tuotteita, joihin kuuluvat mm. olkielementit, -eristeet ja -rakennuslevyt. Näistä rakennustuotteista on laadittu 11 kpl luonnonmukaisten materiaalien tuotekortteja, joista kolme on tämän opinnäytetyön liitteessä 1. Tuotekorteista käyvät ilmi valmistajat eri Euroopan maissa ja materiaalitiedot (Tampereen yliopisto, 2022).

- Olkielementit
- Puhalluseristeet
- Korsipuristelevyt

Kuva 3. Euroopassa valmistettavia NBB-tuotteita (Westermarck & Vinha, 2023).





Yllä mainittuihin raportteihin ja oppaaseen viitaten voidaan todeta oljen olevan luonnonmukainen ja vähähiilinen rakennusmateriaali. Seinärakenteissa käytettävät puurunkoiset olkielementit ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan ja hintansa puolesta varteen otettavia vaihtoehtoja, kun halutaan käyttää luonnonmukaisia materiaalivehtoehtoja.

Ympäristövaikutukset rakennustuotteen koko elinkaaren aikana voidaan esittää Rakennustieto Oy:n ympäristöselosteessa Environmental Product Declaration (EPD). Selosteessa esitetään tuotteen tekniset tiedot, elinkaariarvioinnin laskentaperusteet sekä arvioidut ympäristövaikutukset. Elinkaaren vaiheita ovat raaka-aineiden hankinta, kuljetukset, valmistus, kuljetukset työmaalle sekä uudelleenkäyttö, hyödyntäminen ja kierrätys (Life Cycle Assessment). Rakennustuotteen valmistaja voi laatia ympäristöselosteen, jolloin eri valmistajien tuotteita on mahdollista vertailla keskenään, kun valitaan rakennushankkeeseen sopivia tuotteita. Selosteen laatiminen on vapaaehtoista. Tiedot selosteessa esitetään EN 15804 standardin mukaisesti (Rakennustieto, 2024). Tunnuksen EN-merkintä viittaa siihen, että standardi on vahvistettu Euroopassa. Standardointivaihtoehdot ovat SFS kansallinen, EN eli eurooppalainen tai ISO eli maailmanlaajuinen (SFS, 2024).

On kuitenkin muistettava, että myös luonnonmukaisten, niin kuin kaikkien muidenkin rakennusmateriaalien käyttöä luvanvaraisissa rakennushankkeissa koskevat eritasoiset määräykset ja ohjeet, joita on noudatettava. Niitä on luonteeltaan ja pakottavuudeltaan eriasteisia. Ne voidaan luokitella lakeihin, sitoviin määräyksiin ja standardeihin, joita on pakko noudattaa, hyväksyttyihin ratkaisuihin sekä epävirallisiin ohjeisiin. Sitovia määräyksiä ovat mm. Suomen rakentamismääräyskokoelman määräykset ja sitovat standardit (Siikanen, 2016, s.130). Ympäristöministeriö määrittelee lainsäädännön tavoitteeksi sen, että tuotteista saadaan luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa, kun arvioidaan tuotteen soveltuvuutta rakennettavaan kohteeseen. ”Lainsäädännön tehtävänä on myös edistää rakennustuotteiden myyntiä sekä kotimaan markkinoille että vientiin” (Ympäristöministeriö, 2024).

Suunnittelu- ja tarjousvaiheessa voidaan käyttää monia erilaisia ohjelmistoja rakennushankkeiden kasvihuonekaasupäästöjen laskemiseen. Näitä ovat esimerkiksi OpenCO2net-alusta (OpenCO2net, 2024) ja OneClick, pilvipohjainen elinkaariarviointi- ja tuoteselosteohjelmisto suunnittelijoille, rakentajille, rakennustuotteiden valmistajille ja tutkijoille (OneClick, 2024). Molemmat ohjelmat soveltuvat tilanteisiin, joissa käytetään olkea rakennusmateriaalina. Koska uudessa rakennuslaissa tullaan tulevaisuudessa vaatimaan hiilijalanjälkilaskelma jossain muodossa, nämä työkalut ja laskentaohjelmat auttavat suunnittelijoita ja vähähiilipäästöisen rakennushankkeeseen ryhtyviä.

### 3.1 Olkimateriaalin ominaisuudet

Rakennustuotteiden ominaisuuksia arvioidaan eri vaatimusten ja ohjeistusten pohjalta. Ympäristöministeriön rakennustuoteasetuksen mukaan rakennustuotteiden perusvaatimukset liittyvät seuraaviin ominaisuuksiin (Ympäristöministeriö, 2024).

- Mekaaninen lujuus ja vakaus
- Paloturvallisuus
- Hygienia Käyttöturvallisuus ja esteettömyys
- Meluntorjunta
- Energiansäästö ja lämmöneristys
- Luonnonvarojen kestävä käyttö

Olkimateriaalin rakennusfysikaalisista ominaisuuksista joitakin edellä luetelluista testattiin Tampereen yliopiston rakennusfysiikan tutkimusryhmän Stalk-korresta kerrostaloksi -hanke sisältää useita työpaketteja liittyen rakennusfysikaalisiin ominaisuuksiin. Nature CO2, johon viitataan tämän luvun alussa, on niistä yksi (Westermarck ym., 2023). Alla käsitellään niistä muutamia eli paloturvallisuutta, kosteusteknisiä sekä akustisia ominaisuuksia. Lopuksi esitellään tuloksia olkea sisältävien seinärakenteiden kosteusherkkyyden analyysistä Pohjoismaissa.

#### 3.1.1 Paloturvallisuus

Rakennuksilla on niiden käyttötarkoituksen ja koon, mm. kerroskorkeuden, mukaisesti erilaisia paloluokkia ja paloriskeihin liittyviä vaatimuksia (Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017). Kerrostalohankkeissa paloluokitus on erilainen kuin pientalohankkeissa, joissa rakennusluvan palotekniset viranomaisvaatimukset on täytetty. Saatavilla olevien olkielementtituotteiden palotekniset ominaisuudet on sertifioitu ja tekniset asiakirjat ovat ladattavissa tuotevalmistajien verkkosivuilta (esim. EcoCocon, 2024).

Tampereen yliopiston rakennusfysiikan laitoksen Stalk-hankkeen puitteissa on tutkittu olkielementtien käyttömahdollisuuksia kerrostalorakentamisessa. Palosimuloinnissa on analysoitu kantavien rakenteiden kestoa sortumatta sekä palon leviämistä kerrostalossa, kun seinärakenteissa on käytetty kantavana rakenteena puurunkoisia olkielementtejä. Palosimulointien alustavissa tuloksissa olkimateriaalin palotekniset ominaisuudet on todettu hyviksi, sillä olkielementeissä käytetty tiiviiksi pakattu olkipaali ei leimahda vaan kytee. Tämä palotekninen ominaisuus liittyy osittain elementin valmistusprosessiin (Jokinen, 2024).

### 3.1.2 Kosteustekniset ominaisuudet

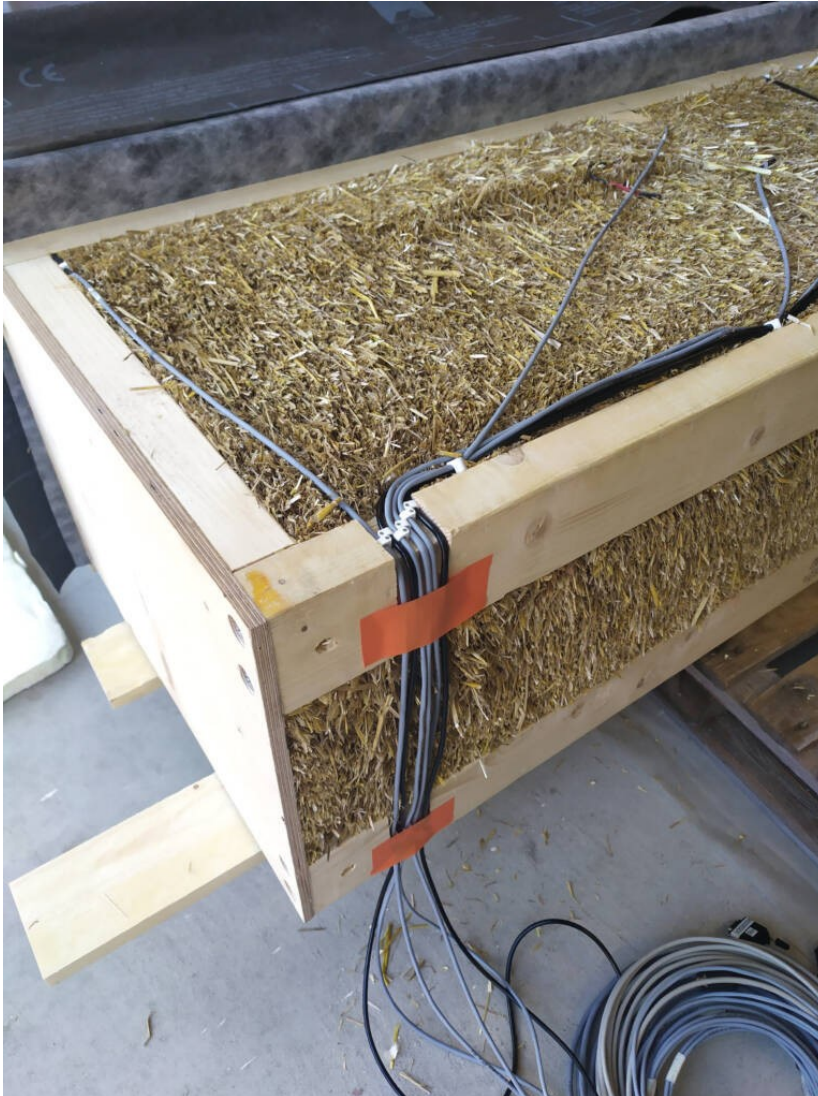
Pohjoismaissa seinärakenteiden kosteusteknisen toimivuuden haasteena ovat ilmasto-olosuhteet. Kylmänä vuodenaikana talvella ilman lämpötila- ja kosteuserot ovat sisä- ja ulkoilman välillä suuret (Siikanen, 2016, s. 142). Ulkona on kuivaa pakkasilmaa ja sisätiloissa taas lämmintä ilmaa, jolloin kosteus tiivistyy seinärakenteeseen. Seinärakenteen merkitys korostuu, ettei synny kosteusvaurioita, koska kosteus ei pääse kuivumaan lyhyen kesäkauden aikana. Siksi seinärakenteita ei voi suoraan kopioida muista Keski-Euroopasta, joissa on pidempi kuiva kesäkausi eikä pakkasta talvella. Rakennuksissa ja rakenteissa esiintyvänä kosteuslähteenä Siikanen luettelee näkyvän veden, näkymättömän vesihöyryn ja rakenteisiin sitoutuneen rakennekosteuden (Siikanen, 2014, s. 66).

Tampereen korkeakouluyhteisössä Stalk- ja Biosivu-hankkeen (1.3.2023 – 31.12.2024) yhdessä työpaketissa tutkitaan olkielementin kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa pohjoisessa ilmastossa. Tutkimustuloksena määritetään parhaiten toimivia sisä- ja ulkoverhousratkaisuja. Tämä projekti, jossa tutkitaan olkimateriaalien käyttöpotentiaalia kerrostalorakentamisessa, on vielä kesken. Projektia kuvaavassa artikkelissa todetaan, että Suomeen toteutetuissa pientaloissa ei ole ilmennyt ongelmia. Mittauksin todennettua tietoa elementin lämpö- ja kosteusteknisestä toiminnasta ei kuitenkaan ole vielä saatavilla. Tarkemman tiedon saamiseksi on asennettu antureita olkielementteihin, jotka on jaettu kahteen ryhmään: osassa on rakennuksen sisäpuolen pintaverhouksena savirappaus ja osassa palonsuojakipsilevy. Kaikissa elementeissä on ulkopinnassa vesihöyryä läpäisevä ilmansulkukalvo sekä paksu puukuitulevy. Julkisivuna on tuulettuva puuverhous, jota voidaan pitää kosteusvarmempana vaihtoehtona verrattuna rappaukseen, Suomessa esiintyvän sateen aiheuttaman kastumisriskin vuoksi. Sateiden ja kosteusrasituksen ennustetaan lisääntyvän ilmastomuutoksen seurauksena. Vaikka Stalk-hanke on vielä kesken, voidaan yllä mainitun työpaketin lähtöasetelmasta ehkä päätellä, että olkea sisältävien seinärakenteiden kosteus- ja lämpötekniset riskit liittyvät olkielementtiä ympäröiviin pinta- ja julkisivumateriaaleihin. Seinärakenteen tulee olla tiivis rakennuksen sisäpuolella, mutta rakenteella täytyy olla mahdollisuus kuivua, mikäli se kastuu esimerkiksi sateen vuoksi.



Tampereen yliopisto rakennusfysiikan tutkimusryhmässä asennettiin antureita olkielementteihin. Kuvassa 5 nähdään olkielementtiin lämpö- ja kosteusteknistä testausta varten asennettuja antureita.

Kuva 5. Olkielementin anturointia Tampereen yliopisto, 2024).



Ympäristöministeriö edellyttää kaikissa luvanvaraisissa hankkeissa rakennushankkeeseen ryhtyvältä kosteudenhallintaselvityksen tekemistä rakennuslupahakemuksen liitteeksi. Työmaalla suunnitellaan työmaaolosuhteiden hallinta eli työmaan kosteudenhallintasuunnitelma (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017). Kuivaketjun noudattaminen koko hankkeen ajan pienentää 80% kosteusriskin vaaraa. Se sisältää niin suunnittelun, toteutuksen, käytön kuin korjaamisenkin. Työmaalla materiaalit ja tarvikkeet tulee suojata kastumiselta ja rakentaa talo sateelta suojassa. (Hänninen, 2022, s.120).

### 3.1.3 Akustiset ominaisuudet

Rakennusprojekteja toteutettaessa materiaalien ääneneristysominaisuudet jäävät usein takalalle verrattuna esimerkiksi palo- ja kosteusherkkyyteen. Rakennukset on kuitenkin suunniteltava ja rakennettava niin, että esimerkiksi ulkoa tuleva melu, nk. Ilmääni ei häiritse kenenkään terveyttä tai yöunia eikä työntekorauhaa vaaranneta (Siikanen, 2016, s. 170).

Rakenteen ilmaääneneristyskykyä kuvataan ilmaääneneristysluvulla  $R_w$  tai  $R'w$ , joka kuvaa kahden huoneen tai muun tilan välistä ilmaääneneristävyttä ja sen yksikkö on dB. Se saadaan laskettua vertaamalla taajuuskaistoittain mitattua ilmaääneneristävyttä standardoituun vertailukäyrään joko laboratorio- tai todellisissa olosuhteissa. Ensimmäinen luku saadaan laboratorio-olosuhteissa mitattuna ja toinen luku mitattuna todellisissa olosuhteissa rakennuksessa. Tätä mittaustekniikkaa soveltaen puu- tai metallirunkoiset seinät, joissa on käytetty olkielementtejä, eivät italialaisen D'Alessandron tutkimusryhmän julkaiseman tutkimusraportin mukaan eristä ilmääntä kovin hyvin. Varsinkin matalataajuiset äänet kuuluivat seinärakenteen läpi. Laboratorio-olosuhteissa olisi ehkä voitu päästä parempiin tuloksiin keski- ja korkeataajuisien äänten osalta. Nyt raportin testi oli tehty talossa, jossa oli läpivientejä, vanhoja ikkunoita eikä elementtejä ollut asennettu hyvin (D'Alessandro, 2017).

Yllä mainittu tutkimustulos ei välttämättä ole yllättävä, sillä puurunkoinen olkielementtiseinä on kevyt ja pintamateriaali on ohut. Mitä massiivisempi ja painavampi seinärakenne on, sitä paremmin se eristää ääntä. Tämän lisäksi täytyy muistaa, että työmaavaiheessa huolellisuus kaikissa työvaiheissa kuten asennuksessa, varsinkin liitoksien tiiviiden varmistamisessa vaikuttaa äänieristysominaisuuksiin (Siikanen, 2016). Kuvassa 6 on esitetty esimerkkejä äänen tasosta (Siikanen, 2017, s.143)

Kuva 6. Eräitä esimerkkejä äänen tasosta (Siikanen, 2017, s. 143).

dBA	Äänilähde
5 - 15	Normaali kuulokynnys
20	Putoava lehti, "hiljainen" huone
30	Tavallinen asumismelu
35	Kuiskaus
40	Hiljainen puhe, keskinkertainen asumismelu
50	Rauhallinen ravintola, liesituuletin, toimistomelu
55	Keskinkertainen katumelu
60	Äänekäs puhe, pölynimuri, liikekadun melu, kuorma-auto 10 metrin etäisyydellä
65	Tavallinen keskustelu
70	Äänekäs katu, raitiovaunun melu, erittäin äänekäs puhuminen, henkilöauton sisämelu



### 3.1.4 Hygroterminen analyysi WUFI-ohjelmalla

Puolueettomana konsulttina Passivhusbyrån Ingo Theoboldt sai vuonna 2022 olkielementtivalmistaja EcoCoconilta tehtäväkseen laatia WUFI-laskentaohjelmalla hygrotermisen analyysin kuudelle eri pohjoismaiselle paikkakunnalle ja yhdelletoista erilaiselle olkipohjaiselle seinärakennetyypille. Analyysin tarkoituksena oli tarkastella olkipohjaisen seinärakenteen suorituskykyä ja kosteusturvallisuutta pitkällä aikavälillä (EcoCocon, 2022).

Hygrotermistä analyysiä suoritetaan rakennusten ja rakennusmateriaalien lämpö- ja kosteussuorituskykyjen arvioimiseksi. Analyysi pohjautuu tietyin aikavälein tehtyihin havaintoihin muuttuvista sääolosuhteista ja niiden vaikutuksista erityyppisiin rakennusten ja rakennusmateriaalien kosteus- ja lämpöominaisuuksiin sekä näiden edellä mainittujen ominaisuuksien yhteisvaikutukseen. Tulevaisuuden sääolosuhteita simuloidaan havaintojen pohjalta mm. lämpötilalla, tuulen nopeudella, sademäärillä ja auringonsäteilyllä. (Eurolab, 2024). Hygrotermisen analyysin avulla voidaan ymmärtää eri rakennetyyppien ja rakennusmateriaalien kosteusteknisiä riskejä.

WUFI-laskentaohjelmat on tarkoitettu rakennusten tai rakenteiden hygrotermisen toiminnan tarkastelua ja simulointia varten eli lämmön ja kosteuden keskinäisen siirtymisen ja yhteisvaikutusten analysointia varten tietyn ajanjakson aikana rakennuksissa ja rakennusmateriaaleissa. WUFI-ohjelmaperheen on kehittänyt Fraunhofer-instituutin rakennusfysiikan tutkimuslaitos (WUFI, 2024). Tietoa ympäristön muuttuvista olosuhteista saadaan WUFI-ohjelmien laskentaan paikallisista arkistoiduista ilmastotiedoista.

Passivhusbyrån Ingo Theoboldtin lämpö- ja kosteussuorituskyvyn analyysin kohteiksi valittiin kuvassa 7 esitetyt pohjoismaiset paikkakunnat: Borlänge (Ruotsi), Göteborg (Ruotsi), Bergen (Norja), Karasjok (Norja), Jyväskylä (Suomi) ja Årslev (Tanska). Nämä paikkakunnat sijaitsevat Pohjoismaissa eri leveysasteilla etelästä pohjoiseen ja edustavat erilaisia sääolosuhteita. Simulointeihin tarvittavat ilmastotiedot haettiin Lundin teknillisestä yliopistosta, Norjan tiede- ja teknologiayliopistosta ja Suomen ilmatieteen laitoksesta ja Meteorism-8-ohjelmasta. (EcoCocon, 2024)

Kuva 7. Testauspaikkakunnat (Passivhusbyrån Ingo Theobolt, 2022).



Kaiken kaikkiaan testattiin 11 eri seinärakennetyyppiä, jotka koostuvat olkielementin lisäksi mm. savilaastista ja -rappauksesta, tuulettuvasta puujulkisivusta, puukuitueristeestä, OSB-puurakennuslevystä, höyrynsulusta ja kipsilevystä. Seinien paksuus vaihteli noin 50 cm - 60 cm. Olkielementin osuus kokonaispaksuudesta oli kaikkien seinätyyppien kohdalla 40 cm. Kaikilla paikkakunnilla paitsi Karasjoella testattiin neljää samanlaista seinärakennetyyppiä. Aarslevissa testattiin lisäksi myös kolme muuta seinärakennetyyppiä. Liikuttaessa etelästä pohjoiseen puukuitueristeiden paksuus vaihteli seinärakennetyypeissä välillä 2,5 cm – 10 cm.

WUFI-simuloinnin lopputulos oli, että olkielementtien ja seinärakenteen kosteustaso ei ylittänyt kriittisiä tasoja ja että homehtumisriski oli minimaalinen paitsi Bergenissä, mikäli siellä ei käytetä tuulettuvaa puujulkisivua vaan savilaastia julkisivun ulkoverhousmateriaalina. Samalla raportin yhteenvedossa kuitenkin todetaan, että tämän simulointituloksen luotettavuus ehdollistetaan: työmaalla on noudatettava olkimateriaaliin liittyviä ohjeita, kuten esimerkiksi huolellisuutta kosteudenhallinnassa. Analyysi olisi ehkä ollut mielenkiintoisempi ja kuvaavampi, jos kaikilla paikkakunnilla olisi testattu samat seinärakennetyypit.

Näiden yllä mainittujen Pohjoismaissa sijaitsevien paikkakuntien sääolosuhteet ovat Keski-Eurooppaan verrattuna haastavia. Lämpötilaerot ovat suuria talvella ja kesäkausi, jolloin seinärakenne kuivuu, on paljon lyhyempi kuin Keski-Euroopassa. Tältä osin saattaa hyvin olla, että olkielementtien käyttö Keski-Euroopan ilmasto-olosuhteissa tulee laajenemaan nopeammin kuin Pohjoismaissa.

### **3.2 Suomessa saatavilla olevat olkirakennustuotteet seinärakenteisiin**

Yksityisessä pientalohankkeessa voi aika vapaasti valita ja käyttää rakennustuotteita, mutta suuremmissa hankkeissa kaikilta rakennustuotteilta vaaditaan tuotehyväksynnät. Olkipaalia ei lasketa rakennustuotteeksi. ”Rakennustuotteiksi (CE-merkittävät) katsotaan rakennuskohteeseen kiinteäksi osaksi tulevat tuotteet kuten betonielementit, ikkunat, kantavat teräsrakenneosat, rakennesahatavara, kiviaines ja tiemerkinnot” (RT 20-11125, 2013, s.1).

Olkilevyt, -eristeet ja -elementit kuuluvat näin ollen tähän ryhmään koska niitä käytetään seinärakenteen kiinteänä osana. Olkimateriaalipohjaisten rakennustuotteiden käyttö voi yleistyä ja niitä voidaan käyttää laajemmin, kun on testattu, että ne täyttävät rakennustuoteasetuksen asettamat vaatimukset (Ympäristöministeriö, 2024).

Olkilevyille, -eristeille ja elementeille on tehty vaadittavat testit ja niille on haettu varmennustodistuksia ja sertifikaatteja ja siksi niiden laajamittaisempi käyttö on nyt mahdollista. Jos joku haluaa rakentaa puurungon itse ja tarvitsee olkipaaleja seinärakenteeseen niin niitä voidaan tiedustella yhdistyksiltä tai suoraan maanviljelijöiltä. Niitä ei saa rautakaupasta tai jälleenmyyjiltä, koska ne eivät ole standardisoituja rakennustuotteita.

Rakennustuotteille Rakennustieto Oy on vuoden 2023 alussa avannut palvelun, jonka avulla valmistaja voi laatia tuotteelleen Ilmastoselosteen eli EPD:n, josta ilmenee tuotteen hiilijalanjälki, hiilikädenjälki ja materiaalitiedot tulossa olevan uuden rakennuslain edellyttämällä tavalla. Ympäristöselosteen laatiminen on vapaaehtoista.

Suomessa olkimateriaalista valmistettuja rakennustuotteita ammattimaiseen käyttöön maahantuovat ja markkinoivat EcoPanel Nordic Oy (aikaisemmin Olkilevy Oy) ja EcoCocon Nordic Oy. Niiden markkinoimia vähähiilisiä rakennustuotteita voidaan käyttää sekä uudis- että korjausrakentamiseen sekä kantaviin että ei-kantaviin seinärakenteisiin. Näiden yritysten markkinoimien tuotteiden tekniset tiedot, asennusohjeet ja tuotehyväksynät löytyvät valmistajien verkkosivuilta (EcoPanel ja EcoCocon, 2024).

**EcoPanel Nordic Oy** myy kahta erityyppistä vehnän oljesta valmistettua olkilevyä, olkieristeitä ja olkituulensuojalevyjä. Niitä valmistavat tsekkiläinen Ekopanely ja puolalainen VectaEco. Yritys tuo maahan myös olkilevyjen ja -eristeiden asennukseen tarvittavat teipit, laajapäiset ruuvit, prikot ja sahanterät. Asennusta varten valmistajalta saa ohjeet kaikkiin käsittely- ja työvaiheisiin esimerkiksi leikkaamiseen, kiinnitykseen, ulko- ja sisäseinien käsittelyyn sekä roilouksiin eli upotuksiin esimerkiksi sähköputkille ja muulle talotekniikalle..

**Ekopanely** valmistaa olkilevyjä, joita voidaan käyttää kuten kipsi- ja vanerilevyjä eli niin sanottuja yleisrakennuslevyjä. Materiaalista 98% on olkea, koossa pitävä aine on oljen ligniini ja levyt ovat kierrätettäviä. Olkilevy on EkoPanelin mukaan 100 vuotta vanha rakennustuote, jonka yritys on nyt tuonut uudelleen markkinoille. Aikaisemmin olkilevyn kaltaista tuotetta on käytetty ainakin Englannissa ja Saksassa. Kuvassa 8 esitetään EcoPanel Olkilevy -rakennuslevy.

Kuva 8. Olkilevy vehnän oljesta (Ekopanely, 2024)



**VestaEco** valmistaa mm. seuraavia rakennustuotteita:

- VestaEco LDF -olkilevyt ovat huokoisia kuitulevyjä (Low Density Board), jotka muuten ovat kipsilevyn kaltaisia sisäkäyttöön tarkoitettuja rakennuslevyjä. Nämä levyt ovat kevyitä ja niillä on valmistajan mukaan hyvät äänen- ja lämmöneristysominaisuudet. Levyjä suositellaan käytettäväksi sisäpintoihin vaihtoehtona savilaastille tai kipsilevylle (VestaEco, 2024)
- VestaEco FLEX -olkieriste on joustava eristysmatto, joka on valmistettu vehnänoljen ja selluloosakuidun sekoituksesta. Sitä voidaan käyttää puurunkoisten seinien eristävänä täyteenä ja liitoskohdissa (VestaEco, 2024)
- VestaEco Protect -olkituulensuojalevyjä voi käyttää ulkoseinissä. Puurunkoisissa taloissa levyä voi käyttää myös lämmön- ja ääneneristeenä. Levy on valmistettu lignoselluloosakuidusta ja se on kosteudenkestävää (VestaEco, 2024)

**EcoCocon Nordic Oy** on perustettu vuonna 2008 ja sen pääkonttori sijaitsee Bratislavassa. Vuonna 2021 perustettu EcoCocon Nordic Oy/ Ab on kyseisen yrityksen tytäryhtiö. Yritys on kehittänyt olkielementtijärjestelmän ja valmistaa puurunkoisia olkielementtejä, joiden avulla on mahdollista suunnitella, mallintaa ja rakentaa yksilöllisiä pientaloja. Yrityksen verkkosivuilla on ladattavissa kaikki materiaali liittyen teknisiin ominaisuuksiin ja tuotehyväksyntöihin sekä myös suunnittelu-, mallinnus- ja asennusohjeet. Yrityksen tekninen tuki tarjoaa mm. suunnittelupalveluita sekä teknistä neuvontaa. Kuvassa 9 esitetään yrityksen valmistama olkielementti (EcoCocon, 2024).

Yritys kuvaa olkielementin ominaisuuksia mm. seuraavasti:

- Olkielementti on valmistettu monisuuntaisen puristustekniikan avulla
- Kaksinkertainen kantava puurakenne
- Tasainen ja yhtenäinen pinta
- Standardipaksuus 40 cm
- 98% uusiutuvia materiaaleja
- Loistava lämmöneristyskyky
- Erinomainen sisäilman laatu
- Tasainen ja sertifioitu laatu
- Hiiltä varastoiva rakenne
- Passiivitalosertifioitu komponentti
- Optimaalinen kosteus

Tuotteilla on ilmoitettu olevan seuraavat sertifikaatit (Ecococon Nordic Oy/Ab, 2024)

- Cradle to cradle silver (myöntäjä Cradle to Cradle Product Innovation Institute, sertifikaatti arvioi mm. turvallisuutta, kierrätettävyyttä ja vastuullisuutta)
- Passiivitalosertifikaatti (myöntäjä on saksalainen Passive House Institute)
- Environmental Product Declaration (myöntäjä Hedgehog Company, 2022)
- KIWA Inspecta sertifiointi 2022
- FSC Mix (SCS Global Services, 2023)
- BM Certification (tehtaan tuotannonvalvonnan vaatimuksenmukaisuustodistus, 2022)

Ilmoitettuja rakennusfysikaalisten ominaisuuksien perustietoja:

- Eristeen lämmönläpäisykerroin  $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$  (mitä pienempi U-arvo, sitä paremmin lämpö säilyy)
- Ilmassa kulkeutuvan äänen eristys 54 dB
- Palonkestävyys 120 min
- Pakatun oljen tiheys  $110 \text{ kg/m}^3$

Kuva 9. Puurunkoisen olkielementin asennus työmaalla (EcoCocon, 2024).

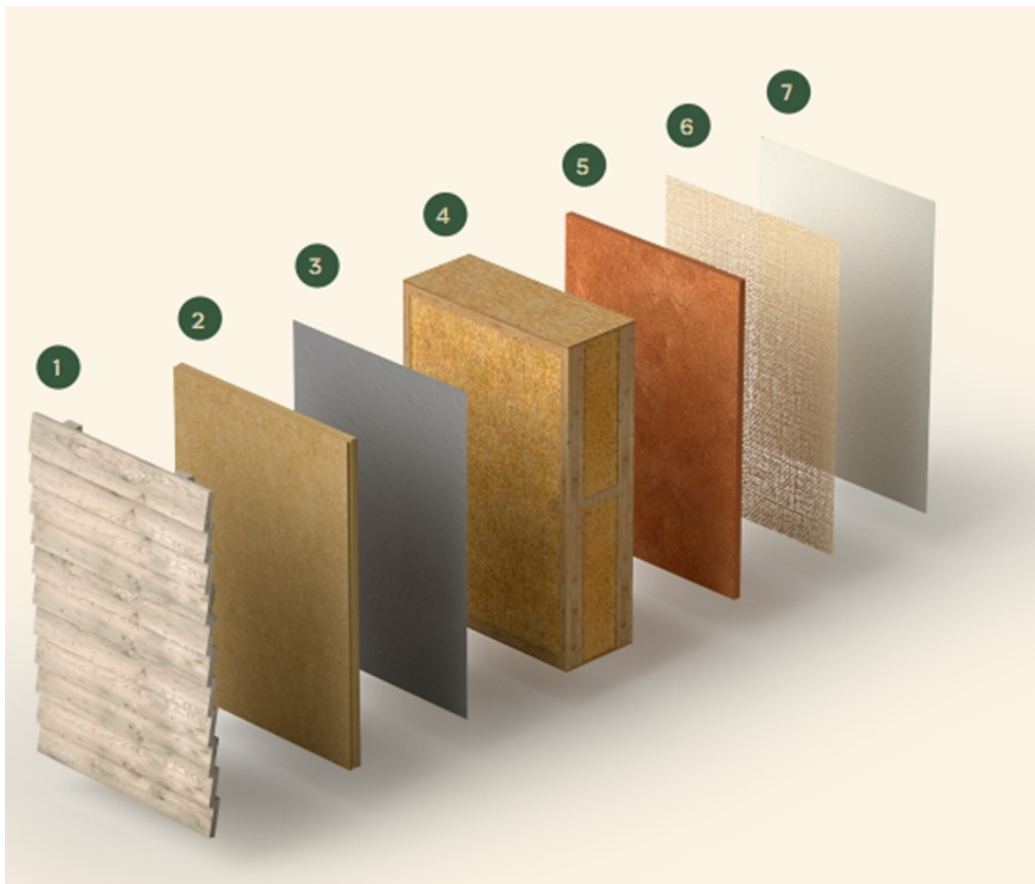


EcoCocon Nordic Oy:n yhteistyökumppani SustainaBuild Oy tarjoaa olkirakentamisen konsultointia, suunnittelupalveluita ja työjohtopalveluita (SustainaBuild, 2024).

Kuvassa 10 EcoCoconin sertifioitu seinäjärjestelmä, jonka osat rakennuksen ulkopuolelta sisäpuolelle lueteltuna ovat:

1. Tuulettuva julkisivu / rappaus
2. Eristävä kuitulevy (60-100 mm)
3. Ilmatiivis kalvo
4. Puu-olkielementti (400 tai 300 mm)
5. Pohjasavirappaus (25 mm)
6. Vahvikeverkko
7. Hienosavilaasti (3 mm)

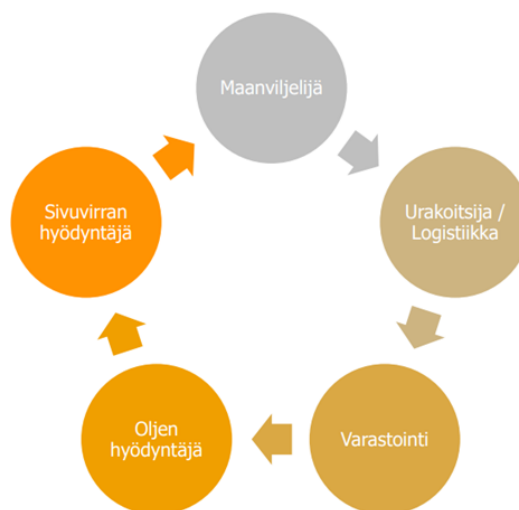
Kuva 10. EcoCocon -yrityksen passiivitaloseinäjärjestelmä (EcoCocon, 2024).



Tähän asti näitä tässä esiteltyjä olkirakennustuotteita on valmistettu Keski-Euroopassa ja Liettuassa. Olki on ollut tähän asti vain maatalouden sivutuote, jota on käytetty eläinten kuivikkeena tai puutarhanhoidossa, mutta oljen käyttöä olkielementtien materiaalina ja muihinkin tarkoituksiin kuin rakentamiseen alettiin kartoittaa jo marraskuussa 2023, kun MTK-Satakunta (Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto) järjesti yhdessä useamman toimijan kanssa ”Olki biokierto”-verkostoitumis- ja infotilaisuuden Raisiossa (MTK Satakunta, 2022). Tapahtumassa selvitettiin oljen käyttöä eri teollisuudenalojen raaka-aineena sekä myös sen uusia käyttömahdollisuuksia korkeamman jalostusasteen tuotteissa kuten rakennus- ja tekstiiliteollisuudessa. Rakentamiseen suunniteltu olkielementti esitettiin esimerkkinä korkeamman jalostusasteen tuotteesta. Tähän teemaan liittyvä seminaari, Muutosvoimaa tulevaisuuteen pidettiin Turussa 5.1.2024. Tämän prosessin jatkeena EcoCocon Oy on nyt rakentamassa Suomeen olkielementtitehdasta, jonka testiajot aloitetaan tämän vuoden toisen kvartaalin aikana, käyttöönotto voisi tapahtua kolmannen kvartaalin aikana ja tuotantokapasiteetin arvioidaan nousevan 60 000 neliömetriin vuorokaudessa syksyn aikana (EcoCocon, 2024). Kuvassa 11 esitetään MTK:n esittämä oljen arvoketjun toimintamalli (MTK, 2024).

Kuva 11. Muutosvoimaa tulevaan: Olki biokierto -toimintamallin kuvaus (MTK, 2024).

## Olkiarvoketjun toimintamalli



Co-funded by  
the European Union

BUSINESS  
TURKU

TURKU AMK





## 4 Käytännön kokemuksia oljesta seinärakenteesta

Talonrakennushankkeen vaiheet ovat tarveselvitys, hankesuunnittelu, ehdotussuunnittelu, yleissuunnittelu, toteutussuunnittelu, rakentaminen, käyttöönotto ja takuu aika. Sekä työmaavaiheelle että muille talonrakennushankkeen vaiheille ja niihin osallistuville osapuolille on kaikille laadittu omat vähähiilisen jalanjäljen rakentamisen ohjeet.

Hankesuunnittelu on se vaihe, jossa rakennushankkeen tavoitteita pystytään ohjaamaan tehokkaimmin. Kestävän kehityksen ja vähähiilisen rakentamisen tavoitteista päättäminen, kuten tässä työssä käsiteltävä olkimateriaalin käyttö, on osa hankesuunnitteluvaihetta.

Siirryttäessä työmaavaiheeseen suunnitteluratkaisut, mukaan lukien materiaalivalinnat, on jo tehty ja osasta materiaaleista on tehty hankintasopimukset. Toisin sanoen päätökset rakentamisen merkittävimmistä hiilijalanjälkivaikutuksista, esimerkiksi oljen käytöstä, syntyvät näin ollen ennen kuin siirrytään työmaavaiheeseen. Vähähiilisen rakentamisen työmaa-aikaiset ohjeet liittyvät esimerkiksi materiaalien logistiikkaratkaisuihin, materiaalihukan minimointiin sekä hukkamateriaalien kierrättämisen ohjeistukseen (Green Building Council, 2023, s.7).

Käytännön kokemuksia olkielementtien käytöstä rakennusmateriaalina on kerätty tähän opinnäytetyöhön arkkitehti Kati Juola-Alasen kanssa 20.3.2024 käydyn haastattelun pohjalta. Juola-Alanen on toiminut pääsuunnittelijana ja rakennusarkkitehtina lukuisissa rakennushankkeissa, joissa on käytetty olkea rakennusmateriaalina. Tällaisia hankkeita, sekä uudis- että korjauskohteita, hän on suunnitellut vuodesta 2014 alkaen. Olkielementtien käyttöön liittyvän lupaprosessin yksityiskohtia kuvataan Tekniikan Maailman Rakennusmaailman artikkelissa (Veikkola-Virtanen, 2020).

### 4.1 Haastattelu työmaakokemuksista

Rakentamisen aikaisten työmaakokemuksien keräämiseksi haastateltiin luonnonmukaiseen rakentamiseen perehtynyttä kokenutta arkkitehtia. Haastattelussa Kati Juola-Alanen kuvasi kokemuksiaan ja havaintojaan siitä, miten olkimateriaalin käyttö vaikutti rakennusprojektin perusvaiheisiin kuten esimerkiksi rakennuslupaprosessiin ja itse rakentamiseen eli työmaavaiheeseen. Alla olevassa tekstissä esitetään haastattelun kulkua kokonaisuudessaan kysymyksineen ja vastauksineen. Hankkeet, joista kertyneitä kokemuksia haastattelun pohjalta kerättiin, oli suunniteltu ja rakennettu vuoden 2014 jälkeen. Juola-Alanen toimi näissä rakennushankkeissa pääsuunnittelijana ja rakennusarkkitehtina.

Useimmat hankkeet olivat uudisrakennuksia, lähinnä pientaloja ja osa oli peruskorjauskohteita. Lisäksi oli rakennettu akustiikkaan liittyvä Hiljainen tila - yhteistyöprojekti Aalto-yliopiston kanssa.

Kaikille hankkeille haettiin rakennuslupa, paitsi Aalto-yliopiston akustiikkastudiolle, jota ei suunniteltu pysyväksi rakennukseksi. Haettiin hankkeille rakennus- tai toimenpidelupa? Olkielementtien käyttö seinärakenteessa edellytti kolmannen osapuolen riippumatonta lausuntoa, jotta rakennustuotteille saatiin rakennusvalvonnan edellyttämä varmennetodistus rakennesuunnitelmissa esitetyn seinärakenteen toimivuudesta. Lausunto saatiin insinööritoimisto Vahaselta.

Rakennuslupahakemukseen liitettiin vaaditut rakennesuunnitelmat perustuksista, ala-, väli- ja yläpohjarakenteista sekä elementtisuunnitelma ja liitosdetaljiikka. Lisäksi rakennustuotteiden sertifikaatit, joista kävi ilmi rakennusfysikaaliset tiedot kuten palonkesto, höyrynsulku ja lämpöarvo.

Muita selvityksiä lupahakemuksen liitteeksi ei tarvittu esimerkiksi pelastusviranomaisilta, koska olkiseinän paloluokka oli määritelty suunnitelmissa ja palo-ominaisuudet kävivät ilmi tuotesertifikaateista

Rakennushankkeissa käytettiin puurunkoisia olkielementtejä. Peruskorjaushankkeissa käytettiin olkilevyjä lisälämmöneristeenä ja rappausalustoina. Aalto-yliopiston projektissa käytettiin myös olkilevyjä. Kysymykseen miten olkimateriaalin käyttö näissä projekteissa oli vaikuttanut niiden aikatauluun, saatiin vastaukseksi, että olkielementtien saatavuus oli ollut hyvä ja materiaali oli toimitettu työmaalle suunnitellusti ilman viivästyksiä.

Kun olkielementtien asennusta verrattiin betonielementteihin, voitiin todeta, että olkielementti vaatii vähemmän tuentaa, koska se on leveä. Pientalojen sisällä oli tehty paikan päällä sääsuojassa suurelementtejä pienemmistä osista ja elementtien pystytys oli ollut erittäin nopeaa

Kysyttäessä olkimateriaalin käytön vaikutuksesta näiden hankkeiden rakennuskustannuksiin, saatiin vastaukseksi, että puurankarakenteinen olkielementtiseinä on halvempi kuin massiivipuinen seinärakenne. Elementit ovat mittatarkkoja ja niiden pystytys ei näin ollen vaadi enempää aikaa tai lisätyötä verrattuna muihin materiaaleihin, toisin sanoen asennustyön hinnassa ei ole eroa verrattuna muihin pientalohankkeisiin.

Olkielementtien varastointi ja suurelementtien kokoaminen täytyy järjestää säältä suojassa ja tämä täytyy huomioida projektibudjetissa

Haastattelussa kysyttiin myös, miten rakennuttajat ja asiakkaat olivat kokeneet olkimateriaalin käytön hyödyn. Positiiviset kokemukset olivat seuraavanlaisia:

- Pientalohankkeissa hyvä sisäilma
- Hyvät akustiset ominaisuudet
- Puurunkoisen talon hyvä lämpöarvo
- Rakennusten pitkä elinkaari ja koko sen aikainen hiilineutraalius
- Hyvä kosteustekninen toimivuus
- Matalaenergiataloissa elinkaarikustannusten säästöt

Rakennusarkkitehdin näkökulmasta, olkimateriaalin käytön hyötyrakennushankkeissa oli se, että niitä voi käyttää myös kantaviin rakenteisiin mikä mahdollistaa erilaisia arkkitehtuurisia ratkaisuja. Olkielementit ovat varteenotettava materiaalivehto hiilineutraaliutensa ansiosta.

Muita olkielementtirakenteisia toteutettuja rakennushankkeita Suomessa, Pohjoismaissa ja Euroopassa, joista osa on arkkitehti Kati Juola-Alasen suunnittelemia, löytyy olkielementtejä valmistavan yrityksen verkkosivuilta esimerkiksi kuvassa 12 House by the Lake Nummi-Pusulassa (EcoCocon 2024).

Kuva 12. House by the Lake Nummi-Pusula (EcoCocon, 2024)



## 4.2 Yhteenveto käytännön kokemuksista

Kati Juola-Alasen kuvaamat hankkeet ovat uniikkikohteita siinä mielessä, että kestävä kehityksen ideologia on ollut näiden projektien johtava ajatus siinä määrin, että sarjatuotannosta ostettu talo ei ole ollut vaihtoehto. Elinkaariaikainen hiilineutraalius on otettu huomioon alusta alkaen suunnitteluvaiheen peruskriteerinä.

Muut, asiakkaiden kokemat välittömät hyödyt kuten esimerkiksi hyvä sisäilma ovat sellaisia, jotka myös voivat herättää kiinnostusta olkimateriaalin käyttöä kohtaan, kunhan ne pystytään tuomaan selkeämmin esille.

Rakennustyömaan näkökulmasta olkimateriaalin varastointi säältä suojassa nousee taas esille kriittisenä tekijänä. Täytyy muistaa, että olkimateriaalin kosteusherkkyydestä sekä muista rakennusfysikaalisista ominaisuuksista on vielä rajoitetusti tietoa. Suomessa toteutettujen projektien määrä on suhteellisen pieni ja ne on kaikki toteutettu viimeisten noin kahdenkymmenen vuoden aikana. Kaikki olkielementteihin liittyvät riskitekijät ja vahvuudet selviävät vasta pidemmän aikavälin tarkastelun ja tutkimuksien myötä.

Mielenkiintoista on, että asiakkaan positiivinen mielikuva liittyen akustisiin ominaisuuksiin poikkeaa aikaisempiin viitatuista tutkimustuloksista, jotka eivät vahvistaneet tällaista ilmiötä (D'Alessandro ym., 2017). Voidaanko olettaa, että asiakkaan kokema hyöty akustiikan suhteen ei liittynyt ilmaääneen vaan askelääneen, eli talon sisältä syntyviin ääniin, jotka syntyvät esimerkiksi lattialla kulkemisesta tai esineiden siirtelystä? (Siikanen, 2016). Kaksi tekijää tukee tätä ajatusta: Rakennuskohteet on toteutettu suhteellisen hiljaisessa ympäristössä eikä esimerkiksi moottoritien varrella ja muiden sisämateriaalien valinta saattaa yhtä hyvin vaikuttaa asiakkaan kokemaan hyötyyn, jos askelääni on ollut äänen varsinainen lähde. Suomessa käytetyn paksumman lämpöeristekerroksen käyttäminen voitaisiin esittää yllä mainitun olettamuksen vastaväitteeksi. Tutkimusraportissa kuvattu seinästruktuuri koostuu ainoastaan olkielementistä ja kahdesta ohuesta pintamateriaalista. Pohjoismaissa käytetyt rakenteet saattavat poiketa tästä. Aikaisempaan viitatussa WUFI-raportissa puukuitueristeen paksuus vaihteli seinärakennetyypeissä välillä 2,5 cm – 10 cm liikuttaessa etelästä pohjoiseen.

## 5 Johtopäätökset

Kaikilla rakennusalan toimijoilla voidaan olettaa olevan yhteinen tavoite. Se koskee rakentamisen hiilidioksidipäästöjen vähentämistä. Ilmastomuutokseen liittyvien julkaisujen, laskelmien ja erilaisten raporttien pohjalta tämä näyttää olevan ainoa vaihtoehto.

Rakennus- ja kiinteistöala tuottavat merkittävän osan hiilidioksidipäästöistä. Siten näiden alojen toimijoiden ratkaisut vaikuttavat päästöjen syntymiseen. Mikäli uudisrakennusprojekteissa pystytään lisäämään uusiutuvien vähähiilisten luonnonmateriaalien, kuten tässä opinnäytetyössä esiteltujen olkirakennustuotteiden käyttöä, rakennushankkeen hiilijalanjälki pienenee. Tähän mennessä seinärakenteissa on käytetty olkielementtejä pientalorakentamisessa ja muissa uniikeissa, kertaluonteisissa rakennushankkeissa. Näissä useimmissa asiakkaan yksi keskeinen tavoite on ilmeisesti ollut valita kestävän kehityksen mukainen vähäpäästöinen ympäristöystävällinen rakennusmateriaali.

Lisäksi voidaan olettaa, että uusiutuvan materiaalin valintaan ovat vaikuttaneet esimerkiksi sellaiset olkielementteihin liittyvät ominaisuudet kuten sisäilman laatu ja akustiikka. Pääsuunnittelijana toimineen arkkitehdin haastattelun perusteella näissä hankkeissa nämä kyseiset tavoitteet on ilmeisesti saavutettu. Näin ollen tällaisia kohteita tullaan varmasti jatkossakin rakentamaan Suomessa. Niiden lukumäärä ei kuitenkaan tällä hetkellä ole ollut vielä kovin suuri.

Keski-Euroopassa rakennetaan olkielementeistä paljon hyvin erityyppisiä rakennuksia. Niiden määrä on huomattava verrattuna Suomessa toteutettujen hankkeiden määrään. Ympäristöministeriön tukemana täällä pyritään kuitenkin selvittämään, voidaanko olkipohjaisia seinäelementtejä käyttää massatuotannossa kuten esimerkiksi kerrostalorakentamisessa.

Tällä hetkellä tutkitaan mm. olkielementtirakentamiseen liittyvää paloturvallisuutta, kosteusteknistä toimintaa, ääneneristyskapasiteettia sekä tämän materiaalin soveltuvuutta passiivitalon energiatehokkuuden kriteereihin. Passiivitalon kriteereiksi määritellään lämmitysenergiatarve, kokonaisprimäärienergiatarve ja ilmanvuotoluku (Motiva, 2020).

Rakennusmateriaalien valmistukseen ja rakentamiseen verrattuna rakennuksen käytön aikana muodostuu suuri osa hiilidioksidipäästöistä. Tämä liittyy siihen, että lämmitystarve on Suomen ilmastossa talvella suuri verrattuna Keski-Eurooppaan.

Olkielementtien äänieristyskapasiteetti on mielenkiintoinen aspekti, jota on jonkin verran tutkittu. Joidenkin tutkimusten mukaan akustiset ominaisuudet, varsinkin joidenkin ilmaäänten kohdalla eri taajuuksilla, eivät ole niin hyvät kuin mielikuvan mukaan voisivat olla. Tuotevalmistajien ja asiakkaiden positiiviset kommentit akustisista ominaisuuksista liittyvät lähinnä ”sisä-äänten” eristykseen. Mikäli aikomuksena on rakentaa kerrostalo taajamassa tai moottoritien vieressä niin äänieristysvaatimukset kasvavat (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017). Kärjistäen voisi sanoa, että äänieristetystä ikkunasta ei ole paljon hyötyä, jos ääni vuotaa seinän läpi eli seinän dB-arvojen pitäisi olla samaa tasoa kuin ikkunoiden.

Kun rakennushankkeiden volyymia pystyttäisi kasvattamaan rakentamalla korkeita rakennuksia, olkielementtien käytöstä voisi tulla varteenotettava vaihtoehto. Silloin saavutettaisiin tavoitteita vähäpäästöisyyden pyrkimyksien osalta. Tampereen yliopiston Stalk -korresta kerrostaloksi -tutkimushanke selvittää ja edistää tätä tavoitetta.

Vaikka olkielementtien soveltuvuutta kerrostalorakentamiseen ja massatuotantoon on vielä jonkin verran selvittämättä, edellytykset rahoituksen saamiselle tällaisille projekteille ovat hyvät. Esimerkiksi Pohjoismaiden Investointipankki (NIB) rahoittaa sertifioitua ekorakentamista, jonka tavoitteena on ilmastonmuutoksen hillintä (Pohjoismaiden Investointipankki 2024).

Rakennusalan toimijoilla on jokaisessa yksittäisessä hankkeessa useimmiten myös taloudellinen tuottotavoite. Materiaalivalinnat tehdään pääosin jo hankesuunnitteluvaiheessa. Jokaisella toimijalla on vaikutusmahdollisuus omassa roolissaan, mutta vaikuttavuuden suuruus määräytyy toimijan roolin mukaan. Ohjeistus ja yhteiset tavoitteet auttavat päämäärien saavuttamisessa.

Vähähiilisen rakentamisen ohjeita kehitetään ja rakennusmateriaalien valinnalla on merkitystä rakennuksen koko elinkaaren ajan.

## Lähteet

A-Insinöörit, (2021). *Opas vähähiiliseen rakennuttamiseen.*

<https://www.ains.fi/opaat/vahahiilinen-rakennuttaminen>

BRE, (2011). *STRAW BALE*. [INFORMATION PAPER IP 15/11]. BRE Trust.

[https://files.bregroup.com/bre-co-uk-file-library-copy/filelibrary/pdf/projects/low\\_impact\\_materials/IP15\\_11.pdf?\\_its=JTdCJTlydmkTlyJTnBJTlyNGM2NDgxOTYtOGUxYS00YjU2LTg3ZWVtODJkY2RkOWQ1OWU3JTlyJTJDJTlyc3RhZGUIMjIM0EIMjYybHR%2BMTcxMjQ5MTQ5OX5sYW5kfjJfNzc4NzZfdnJlZl9hNjMwYWM0ZTc3MDg3OUMwZjZkOTczYmNkODMzMTA3MSUyMiUyQyUyMnNpdGVJZCUyMiUzQTk4MDAIN0Q%3D](https://files.bregroup.com/bre-co-uk-file-library-copy/filelibrary/pdf/projects/low_impact_materials/IP15_11.pdf?_its=JTdCJTlydmkTlyJTnBJTlyNGM2NDgxOTYtOGUxYS00YjU2LTg3ZWVtODJkY2RkOWQ1OWU3JTlyJTJDJTlyc3RhZGUIMjIM0EIMjYybHR%2BMTcxMjQ5MTQ5OX5sYW5kfjJfNzc4NzZfdnJlZl9hNjMwYWM0ZTc3MDg3OUMwZjZkOTczYmNkODMzMTA3MSUyMiUyQyUyMnNpdGVJZCUyMiUzQTk4MDAIN0Q%3D)

D'Alessandro, F., Schiavoni, S., & Bianchi, F. (2017). *Straw as an Acoustic Material*. ICSV24 [tutkimusraportti]. <https://www.researchgate.net/publication/318792609>

EcoCocon. (2024a). *France's hidden gem: The oldest modern straw house in the world.*

<https://ecococon.eu/fi/blog/2023/the-oldest-straw-house-in-the-world>

EcoCocon. (2024b). *Projects*. <https://ecococon.eu/projects>

EcoCocon. (2024c). *Straw Bale Construction, Nebraska style.*

<https://ecococon.eu/about/straw-bale-construction>

EcoCocon. (2024d). *Tekniset asiakirjat. Classification of fire resistance.*

[https://ecococon.eu/assets/downloads/ecococon\\_classification\\_of\\_fire\\_resistance.pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/ecococon_classification_of_fire_resistance.pdf)

EcoCocon. (2024e). *Tekniset asiakirjat. Wufi Report Scandinavia.*

[https://ecococon.eu/assets/downloads/wufi-report-ireland-\(se\).pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/wufi-report-ireland-(se).pdf)

EcoCocon. (2024f). *Ammattilaisille. Tekniset asiakirjat.*

<https://ecococon.eu/fi/ammattilaisille/lataa>

EcoCocon. (2024g). *Kantava rakenne [kuva]. Arkkitehdille.*

[https://ecococon.eu/fi/cached/containers/main/professionals/ecococon\\_structural.jpeg/284a2642995c86adc743c4347a8ddc1d.jpeg](https://ecococon.eu/fi/cached/containers/main/professionals/ecococon_structural.jpeg/284a2642995c86adc743c4347a8ddc1d.jpeg)

EcoCocon. (2024h). *Sertifioitu- seinäjärjestelmä.* <https://ecococon.eu/assets/downloads/ec-brochure-fi.pdf>

EcoCocon. (2024i). *House by the lake*.

[https://ecococon.eu/fi/cached/containers/main/projects/ec\\_pusula\\_1\\_ecococon.jpg/4ab52c80669733650c3312f49bae9491.jpg](https://ecococon.eu/fi/cached/containers/main/projects/ec_pusula_1_ecococon.jpg/4ab52c80669733650c3312f49bae9491.jpg)

EcoCocon Nordic Oy/Ab. (2024). Tästä se lähtee, maailma ensimmäinen automatisoitu olkielementtitehdas. [https://www.linkedin.com/company/ecococon-nordic-oy-ab/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad\\_flagship3\\_search\\_srp\\_all%3B6fCue27qTMSxJQibx%2BdmZA%3D%3D](https://www.linkedin.com/company/ecococon-nordic-oy-ab/?lipi=urn%3Ali%3Apage%3Ad_flagship3_search_srp_all%3B6fCue27qTMSxJQibx%2BdmZA%3D%3D)

Eurolab. (2024). *Wide Testing Options*. <https://www.labaratuur.com>

EcoPanel. (2024). *Askel kohti kestäväää huomista*. Haettu 23.3.2024 osoitteesta <https://ecopanel.fi/>

European Strawpanel Gathering 2015. *Why will the ESBG take place in the Feuillet house?* Haettu 23.3.2024 osoitteesta <http://esbg2015.eu/why-will-the-esbg-take-place-in-the-feuillet-house/>

Green Building Council Finland. (2024). *Hiilineutraali rakennettu ympäristö*. <https://figbc.fi/hiilineutraali-rakennettu-ymparisto>

Green Building Council Finland. (2023). *Askeleet vähähiiliseen rakentamiseen*. <https://figbc.fi/julkaisut/askeleet-vahahiiliseen-rakentamiseen>

Hänninen, P. (2022). *Ekologisesti kestävä pientalo*. Rakennustieto Oy

Internet Archive, (13.5.2023). *Oscar-paraati-Kolme pientä porsasta (Finnish dub 1994)*. <https://archive.org/details/kolme-pienta-porsasta-1934-finnish-1994>

Jokinen, T. (2024). *Palosimuloinnin alustavat tulokset*. [https://research.tuni.fi/uploads/sites/112/2024/03/b9871b01-stalk\\_kauriala\\_palosimulointien\\_alustavat\\_tulokset.pdf](https://research.tuni.fi/uploads/sites/112/2024/03/b9871b01-stalk_kauriala_palosimulointien_alustavat_tulokset.pdf)

Luomura ry. (2024). *Olkipaalirakentaminen*. Haettu 29.3.2024 osoitteesta <https://www.luomura.com/teemasivuja/olkipaalirakentaminen/>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>



- MTK. (2024). *Muutosvoimaa tulevaan: Olki biokierto* [kuva].  
<https://satakunta.mtk.fi/o/adaptive-media/image/11513418/preview-2000x0/olkiarvoketju.png>
- Myhrman, M. (2022). *The Last Straw*. <https://www.thelaststraw.org/an-oral-history-of-the-straw-building-revival-with-matts-myhrman/>
- Mölsä, S. (2022). *Näin Suomi homehtui*. Aviador Kustannus
- Olkilevy. (n.d). Yritys. Haettu 28.1.2024 osoitteesta <https://olkilevy.fi>
- OneClick. (2024). *LCA & EPDs for construction & manufacturing*. Haettu 14.4.2024 osoitteesta <https://oneclicklca.com/>
- OpenCO2.net. (2024). *Hiilijalanjälkialusta – OpenCO2.net*. <https://www.openco2.net/fi/>
- Passivhusbyrå Ingo Theoboldt. (2022). *WUFI Report Scandinavia*.  
[https://ecococon.eu/assets/downloads/wufi-report-ireland-\(se\).pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/wufi-report-ireland-(se).pdf)
- Pohjoismaiden Investointipankki – Nordic Investment Bank, (2024). *Pohjoismaiden ja Baltian maiden kansainvälinen rahoituslaitos*. <https://www.nib.int/nib-in-brief/pohjoismaiden-investointipankki>
- Rakennustieto Oy. (2024). *EPD-ympäristöseloste-rakennustuotteiden ympäristövaikutukset luotettavasti*. <https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/rts-epd-ymparistoseloste>
- Rakennustieto Oy. (2024). *Rakennustiedon EPD-ympäristöseloste – tiedot*.  
<https://ymparisto.rakennustieto.fi/epd-ymparistoseloste/tiedot-epd-ymparistoselosteessa>
- Rakennustieto. (2024). *Rakennustiedon ympäristöluokitus rakennushankkeelle*.  
<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/ymparistopalvelut/rakennustiedon-ymparistoluokitus>
- RT 20-11125 (2013). *Rakennustuotteiden CE-merkintä ja muut tuotehyväksyntämenettelyt*.  
Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2020-11125>
- SFS. (2024). *Mikä on standardi*. <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

SFS 5978:2014. *Puurakenteiden toteuttaminen. Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt*. SFS Suomen standardit ry

Siikanen, U. (2016). *Puurakentaminen*. Rakennustieto Oy

Siikanen, U. (2017). *Rakennusfysiikka Perusteet ja sovelluksia*. Rakennustieto Oy

SustainaBuild Oy. 2024. Haettu 24.3.2024 osoitteesta <https://www.sustainabuild.eu/>

Westermarck, M., Kilpiäinen, M. Karjala, P., Tuurala, I. Hautala, M., Kiviaho, S., Alanen, M., Liblik, J., Jokinen, T. & Vinha, J. (2023). *Korresta kerrostaloksi STALK-hanke – research.tuni.fi* . <https://research.tuni.fi/uploads/2023/10/be029412-266.pdf>

Tuomi, V. (2001). *Talo olkipaaleista*. Rakennusalan Kustantajat RAK Kustantajat Sarmala Oy

Vandkunsten. (2024). *The Construction Material Pyramid is interactive*.  
<https://vandkunsten.com/en/news/material-pyramid>

Vandkunsten. (2024). *Puupohjaiset materiaalit* <https://www.materialepyramiden.dk/>

Veikkola-Virtanen, J. (2020). *Ensimmäinen olkitalo rakenteilla Espooseen*.  
<https://rakennusmaailma.fi/ensimmainen-olkitalo-rakenteilla-espooseen/>

VestaEco. (2024). *Tuoteratkaisut – VestaEco – EcoPanel. Olkieristeet*.  
<https://ecopanel.fi/tuoteratkaisut-vestaeco/>

Westermarck, M. & Vinha, J. (2022). *Luonnonmukainen materiaali* [Nature CO2 Tuotekortit].  
<https://research.tuni.fi/uploads/2022/11/3bba2119-1-olkielementit.pdf>

Westermarck, M., Kilpiäinen, M. Karjala, P., Tuurala, I. Hautala, M., Kiviaho, S., Alanen, M., Liblik, J., Jokinen, T. & Vinha, J. (2023). *Korresta kerrostaloksi STALK-hanke – research.tuni.fi* . <https://research.tuni.fi/uploads/2023/10/be029412-266.pdf>

Westermarck, M. & Vinha, J. (2023). *Stalk ja Biosivu-hankkeet. Olkielementti kerrostalorakenteissa, rakennuslevyjen ja rappauslaastin kehitys sekä koulutuspaketti*.  
<https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/tutkimusprojektit/stalk-ja-biosivu/>

Westermarck, M. & Vinha, J. (2023). *Industrially manufactured nature-based building products*. <https://research.tuni.fi/uploads/2023/11/e881744b-industrially-manufactured-nature-based-building-products.pdf>

Westermarck, M. & Vinha, J. (2024). *Rakennusfysiikka. Luonnonmukainen rakentaminen*. <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/luonnonmukainen-rakentaminen/>

WUFI. (2024). *Fraunhofer Institute for building physics*. <https://wufi.de/en/about-us/fraunhofer-institute-for-building-physics/>

Ympäristöministeriö. (2023). *Vähähiilisen rakennetun ympäristön ohjelma (KIRA-ilmast)*. <https://ym.fi/vahahiilinen-rakennettu-ymparisto>

Ympäristöministeriö. (2024a). *Rakennustuotteet*. <https://ym.fi/rakennustuotteet>

Ympäristöministeriö. (2024b). *Rakennustuoteasetuksen päivitys*. <https://ym.fi/rakennustuoteasetuksen-paivitys>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen paloturvallisuudesta 848/2017. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017 <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>

## Olkielementit

Talo 2000: 28

### Koostumus ja tuotanto

Olkielementit koostuvat puurungosta ja sen sisään puristetusta vehnän tai kauran oljesta. Elementin ulkopinnassa on vesihöyryn läpäisevää ilmatiivis kalvo, jolla voidaan sadesuojata myös elementin sisäpinta asennuksen aikana [lähde 1].



*EcoCocon elementin valmis sisäpinta [1]*

Puurungon pystytukia tihentämällä tai lisäämällä runkoon joko ristitukia tai kolmiorakenteita elementeistä saa myös pilarin ja palkin kaltaisia rakenteita, jotka jäykistävät koko rakennuksen ja siirtävät kuormat alas myös aukkojen kohdalla.

Elementin valmistus koostuu puurungon kokoamisesta, oljen puristuksesta runkoon sen pituussuunnassa [1], olkipintojen leikkauksesta tasaisiksi ja suojakalvon kiinnityksestä. Kyljet tai päädyt suljetaan vanerilla tai liimapuulla, tuotteesta riippuen.

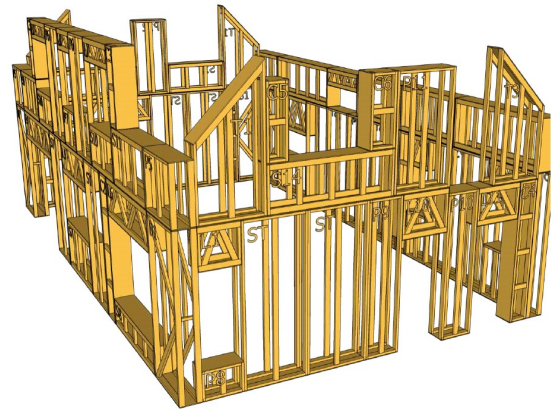


*Elementtien vaakasuuntainen valmistus ModCellin tuotantotiloissa [2]*

### Käyttö

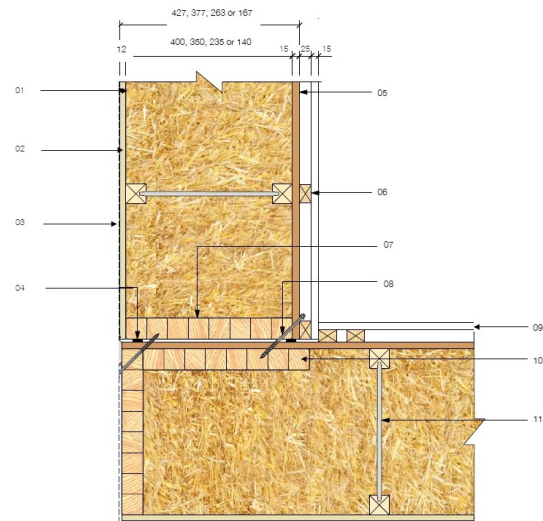
Elementeistä voidaan rakentaa lämmöneristäviä ja kantavia ulkoseiniä 6 kerrokseen asti [1] ja niitä käytetään myös vanhojen rakennusten

lisäeristämiseen tai esim. massiivipuulementtien eristekerroksena.



*EcoCocon rakennejärjestelmä [1]*

Hyvän lämmöneristävyytensä puolesta olkielementti soveltuu varsinkin passiivitalorakentamiseen.



*ModCellin kulmarakenne [2]*

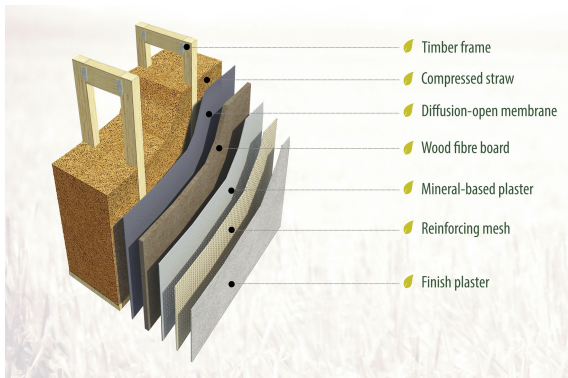
Yritykset valmistavat myös olkieristeisiä ylä- ja välipohjaelementtejä [4] [5].

Pienemmät elementit nostetaan paikalleen käsivoimin ja suuremmat nostokoneiden avulla. Elementin asennusaika on 20-40 min/m<sup>2</sup> [1].



*Lorenzin elementin nosto rakennuksen lisäeristeeksi [5]*

Elementit kiinnitetään ruuvaamalla ja ulkopinnan tuulensuojakalvon päälle asennetaan huokoinen puukuitulevy sekä sisäpintaan savirappaus [1]. Puukuitulevyn paksuus vaihtelee ilmaston mukaan ja se pinnoitetaan työmaalla kalkkirappauksella tai tuulettuvalla ulkoeristyslaastilla.



*Modulinan rakenteen kerroksia [4]*

### Teknisiä ominaisuuksia

EcoCocon [1] antaa tarkat tiedot 400 mm paksusta elementistään, joka on pinnoitettu 30 mm savirappauksella sekä 60 mm puukuitulevyllä:

- Oljen tiheys elementissä vaihtelee hiukan, mutta on keskimäärin 110 kg/m<sup>3</sup>.
- Lämmönjohtavuus 0,0645 W/mK ja U-arvo 0,123 W/m<sup>2</sup>K.
- Osastoivan rakennusosan paloluokka REI120
- Rakennustarvikkeen paloluokka B-s1, d0. Olki sisältää 4 % silikaa, mikä on luonnollinen palonsuoja-aine.
- Ilmäänieristys 54 dB
- Pystysuuntainen kantavuus jopa 110 kN/m
- Mittatoleranssi 2 mm 3 metrin pituudella

### Talousseikkoja

Olki on edullista maatalouden sivuvirtaa ja sitä on helposti saatavilla samoin kuin puuta ja muita elementin tuotannossa käytettyjä materiaaleja. Olkielementin tuotantolinja on suhteellisen yksinkertainen ja saattaa tulla yleisesti saataville, kun EcoCocon [1] on saanut suunnittelutyön ja pilotointivaiheen loppuun.

### Tuotteiden valmistajia ja lähteet

**EcoCocon** [1], Slovakia

[www.ecococon.eu](http://www.ecococon.eu)

**ModCell** [2], Iso-Britania

[www.modcell.com](http://www.modcell.com)

**LHB** [3], Ukraina

[www.lhb.com.ua](http://www.lhb.com.ua)

**Modulina** [4], Liettua

[www.modulina.lt](http://www.modulina.lt)

**Lorenz** [5], Saksa

[www.lorenzsysteme.de](http://www.lorenzsysteme.de)



## Puhalluseristeet

Talo 2000: 27

### Koostumus ja tuotanto

Luonnonmukaisia puhalluseristeitä valmistetaan höylälastusta [lähde 1], oljesta [2, 3] ja hampusta [4, 5]. Oljen silikapitoisuuden (4 p.%) takia se ei ole helposti syttyvää ja palonestoaineena on lisäksi käytetty ympäristöystävällisenä ja terveyshaitattomana pidettävää ammonium fosfaattia [3]. Höylälastusta siivilöidään hienoin ainesosa pois, ja korsiainekset silputaan ennen pakkausta.



ISO-Strohn valmistamaa puhalluseristettä oljesta [2]

### Käyttö

Erityisesti lentokenttien, rautateiden ja moottoriteiden lähellä vaaditaan ulkovaipan rakenteilta lämmöneristykseen lisäksi äänieristystä. Luonnonmukaiset puhalluseristeet tarjoavat nämä molemmat ominaisuudet ja lisäksi ne pystyvät tasapainottamaan huonetilan lämpötilan vaihteluita huomattavasti paremmin kuin kevyemmät eristeet kuten mineraalivillat.

Eristeet puhalletaan tätä varten rakennetulla koneella vaakapalkiston väliin tai ilmansulkupaperista, levyistä ja puurungosta muodostuvaan koteloon. Eristettä on myös puhallettu rakennuselementteihin, jolloin työ voidaan suorittaa valvotuissa oloissa tehtaalla. Pieniä määriä voidaan työmaalla myös levittää käsin suoraan pakkauksesta.



ISO-Strohn eristeen puhallusta seinärakenteeseen [2]

### Teknisiä ominaisuuksia

Luonnonmukaisten puhallusvillojen tiheys on tyypillisesti välillä 45-105 kg/m<sup>3</sup> ja lämmönjohtavuus vastaavasti välillä 0,042– 0,055 W/mK. Suomessa käytettiin aikaisemmin höylälastua sekoitettuna sahanpuruun, mutta kun siivilöityä höylälastua käytetään yksinään, saadaan lämmönjohtavuus tippumaan 0,07-0,12 W/mK:sta 0,043 W/mK:een. Höylälastun pitkäaikaispainumaksi arvioidaan noin 2 %, mutta tiheään pakatulla korsisilpulla ei ole huomattu yli 1 % tiivistymistä tärinäkokeessa. Kyseisten eristeiden lämpökapasiteetti on tyypillisesti n. 2,1 kJ/kgK ja ne ovat paloluokissa E-D.



Ehta Talojen höylälastueristettä välipohjassa [1]

### Talousseikkoja

Maa- ja metsätalouden sivuvirtoina olkea ja höylälastua on runsaasti ja helposti saatavilla, mutta hampuu ja pellava ovat arvokkaampia raaka-aineita. Eristeiden valmistaminen vaatii suhteellisen pienen koneinvestoinnin, ja puhalluseristeet ovatkin tyypillisesti edullisempia kuin eristevillat.



ISO-Strohn tuotantolaitos [2]

### Tuotteiden valmistajia ja lähteet

Ehta Talot [1], Suomi, [www.ehtatalot.fi](http://www.ehtatalot.fi)  
ISO-STROH Suisse [2], Sveitsi, [www.iso-stroh.ch](http://www.iso-stroh.ch)  
Vestaeco [3], Puola, [www.vestaeco.com](http://www.vestaeco.com)  
Hanffaser [4], Saksa, [www.hanffaser.de](http://www.hanffaser.de)  
Cavac Biomatériaux [5], Ranska, [www.biofib.com](http://www.biofib.com)  
Holz Lehmhaus, Saksa, [www.holz-lehmhaus.eu](http://www.holz-lehmhaus.eu)

## Korsipuristelevyt

Talo 2000: 26 ja 27

### Koostumus ja tuotanto

Korsipuristelevyjä valmistetaan prosessoidusta oljen [lähteet 1 ja 2] ja kuituhampun [3] korresta. Mukana voi olla myös muista yksivuotisista kasveista sekä puusta saatavia kuituja. Sellukuidut lisäävät kuitumassan koheesiota, mikä puolestaan vaikuttaa positiivisesti levyjen fysikaalisiin ja mekaanisiin ominaisuuksiin [1]. Sideaineena levyissä käytetään mm. formaldehydivapaata PMDI-hartsia [1], kierrätyspolyesteriä [3] sekä kalkkipohjaista sideainetta (n. 5 %) [2]. Levyjen puristamisessa käytetään mukana lämpöä, minkä jälkeen levyt leikataan mittaansa ja kuivataan.



*Vestaeco valmistaa pontattuja olkipuristelevyjä patentoimallaan lignoselluloosakuitujen prosessointitekniikalla [1]*

### Käyttö

Kyseisten tuotteiden pääasiallinen käyttökohde Keski-Euroopassa on muurattujen ulkoseinien ulkopuolinen lisälämmöneristys ja rappausalusta. Vesihöyryä hyvin läpäisevänä ne soveltuvat hyvin kalkkirappauksen alustaksi ja tarjoavat mineraalivillaa paremman iskun kestävyys. Levyjä käytetään myös sisäpinnan savirappauksen alustana ja lisälämmöneristeenä varsinkin historiallisten talojen korjauksessa. Muurattuihin rakenteisiin levyt kiinnitetään liimalaastilla ja kiinnitysankkureilla, mutta puunrunkoon levyt voidaan ruuvata kuten muutkin rakennuslevyt. Puurakenteisessa seinässä ja ylä- sekä välipohjassa levyt lisäävät rakenteen jäykkyyttä ja lämmön- sekä ääneneristystä. Korkea puristuslujuus mahdollistaa tuotteen käytön myös lattian betonivalun alla esim. maanvaraisen lattian lämmöneristämässä.

Korsipuristelevyistä valmistetaan myös LD- ja MD-versioita [1], jotka soveltuvat kaluste- ja sisustuselementtien valmistukseen, pakkauksiin sekä sisäovien täytteeksi. Ne ovat myös hyviä alustoja puuviiluille, laminaatille ja muille viimeistelyille, sillä ne ovat muita vastaavia levyjä kevyempiä.



*Capatecin puristelevy sisältää 89% hampppua ja sitä käytetään lähinnä rappausalustana [3]*

### Teknisiä ominaisuuksia

Korsipuristelevyjen tiheydet vaihtelevat välillä 100-400 kg/m<sup>3</sup> ja niiden lämmönjohtavuudet vaihtelevat välillä 0,041-0,069 W/mK tiheydestä ja sideaineesta riippuen. Levyt ovat paloluokassa E, ja niiden vesihöyrydiffuusion vastuskerroin ( $\mu$ ) vaihtelee välillä 2-5. Tiheydellä 280 kg/m<sup>3</sup> saavutetaan taivutuslujuus 1,4 N/mm<sup>2</sup> ja tiheydellä 400 kg/m<sup>3</sup> taivutuslujuus 7 N/mm<sup>2</sup> [1]. Levyt kestävät myös hyvin korkeaa ilmankosteutta.

### Talousseikkoja

Olki ja monet muut maataloudesta saatavat sivuvirrat ovat edullista raaka-ainetta ja helposti saatavissa, mutta levytuotantoa varten vasten tuotettu hampun korsi on jo arvokkaampi raaka-aine. Hampun kuidutuslaitos vaatii suurehkoja investointeja, mutta itse levyn valmistusprosessi on suhteellisen yksinkertaista teknologiaa. Lignoselluloosa- ja selluloosakuitujen matalalämpötilainen hydroterminen käsittely on paljon vähemmän energiaa kuluttava prosessi, kuin puun tai mineraalien kuiduttaminen [1].

### Tuotteiden valmistajia ja lähteet

**Vestaeco** [1], Puola, [www.vestaeco.com](http://www.vestaeco.com)  
**Maxit** [2], Saksa, [www.maxit.de](http://www.maxit.de)  
**Capatec** [3], Itävalta, [www.capatec.at](http://www.capatec.at)