

UUSI AKUSTINEN VAAHTORAINATTU LUONNONKUITUMATERIAALI

Tiina Pöhler¹, Heikki Isoemoisio², Petri Jetsu³

¹VTT
PL 1000
02044 VTT
tiina.pohler@vtt.fi

² VTT
Tekniikankatu 1
33720 Tampere
heikki.isomoisio@vtt.fi

³VTT
Koivurannantie 1
40400 Jyväskylä
petri.jetsu@vtt.fi

Tiivistelmä

Vaahtorainaustekniikkaa voidaan käyttää luonnonkuitupohjaisten äänenabsorptiomateriaalien tuottamiseen. Esimerkiksi valkaistusta havusellukuidusta valmistettu avojuokoinen kuituverkosto absorboi ääntä yhtä hyvin tai paremmin kuin kaupalliset lasi- tai polyesterikuiduista valmistetut äänenabsorptiolevyt. Materiaalien vertailu tehtiin käyttämällä ACUPRO impedanssiputkea. Levymäisen materiaalin lisäksi vaahtorainamalla on mahdollista valmistaa 3D-muodon omaavia tuotteita.

1 JOHDANTO

Akustiikkamateriaalien kulutus on kasvussa ja erityisesti luonnonkuituihin perustuvat materiaalit ovat kysytyjä kuluttajien keskuudessa. Niiden volyyymi akustiikkamateriaalimarkkinoilla on kuitenkin erittäin pieni. Puuperäiset selluloosakuidut ovat suurin luonnonkuitujen ryhmä. Selluloosakuiduista valmistetaan isossa teollisessa mittakaavassa lähinnä tiiviitä paperi- ja kartonkituotteita vesiprosessilla. Akustisestikin toimivia alhaisen tiheyden omaavia selluloosatuotteita Suomessa ovat lähinnä lämmöneristemateriaalina käytetty puhallusselluvilla, selluvillasta lämpösidoittavien synteettisten kuitujen avulla tehdyt levymäiset eristelevyt sekä puusta mekaanisesti kuidutetut puueristelevyt. Akustiikkamateriaaleissa kuitenkin lasi- ja mineraalivillat, polyesterikuitu- ja polymeerivaahtotuotteet ottavat pääosan markkinoista. Akustiseen toimintakykyyn keskittyvää, luonnonkuituihin perustuvaa materiaalia ja erityisesti sen ison teollisen mittakaavan tuotantotekniikkaa ei ole vielä kaupallistettu. Luonnonkuitujen etuina uusiutuvan raaka-aineen lisäksi ovat materiaalin helppo kierrätettävyys sekä

biohajoavuus. Lisäksi selluloosamateriaalit tasaavat sisäilman kosteusvaihtelua ja lisäävät siten asumismukavuutta [1].

VTT:llä kehitetään parhaillaan vaahtorainautekniikkaa, jolla voidaan valmistaa erilaisista luonnonkuiduista paksuja ja huokoisia materiaaleja, jotka sopivat mm. äänenabsorptiomateriaaleiksi. Vaahtorainauksessa kuitususpensiosta tehdään paksuhko, mutta juokseva vaahto pinta-aktiivisen aineen ja sekoituksen avulla. Tyypillinen ilmapitoisuus valmiissa vaahtossa on 50-70%. Kuidut tarttuvat ilmakuplien pinnoille ja kuplat pitävät kuituja erillään ja toisiinsa nähden lähes liikkumattomina. Märkä kuituvaaho kaadetaan muottiin ja kuivataan uunissa. Vaahton kuplien avustuksella rakenteen kuivuessa syntyy avoimia huokosia sisältävä kuituverkosto. Kuitujen välinen sidoslujuus muodostuu rakenteen kuivuessa eikä ylimääräisiä sideaineita välttämättä tarvita. VTT:llä on vaahtorainattu paljon erilaisia kuituraaka-aineita (erilaiset puukuidut, pellava, tekokuidut) sekä myös esim. turvetta ja rahkasammalta. Valmistustekniikka on ylöskaalattavissa jatkuvatoimiseen teolliseen tuotantoon, mutta soveltuu myös muottivalmistuksena pk-yritykselle. Valmistusvaiheessa voidaan materiaaliin tehdä myös 3D-muoto.



Kuva 1. Vasemmalla on vesikuituvaahdon valmistusastia, keskellä muotti vaahtorakenteiden tekemiseen laboratoriomittakaavassa ja oikealla valmis havuselluloosasta valmistettu äänenabsorptiopaneeli.

Tekesin ja VTT:n rahoittamassa projektissa ”Akustisia materiaaleja vaahtorainatuista luonnonkuiduista” (FOAMSOUND) teimme vertailun pohjoiseen havusellukuituun perustuvasta vaahtorainatusta äänenabsorptiomateriaalista erilaisten kaupallisten äänenabsorptiotuotteiden kanssa. Valmistimme vaahtorainattua materiaalia samassa tiheystasossa kaupallisten levymäisten materiaalien kanssa ja vertailimme äänenabsorptiokertoimia samassa näytepaksuudessa. Kaupallisten tuotteiden materiaalit olivat lasivilla sekä polyesterikuitu.

2 MATERIAALIT JA MITTAUSTEKNIIKAT

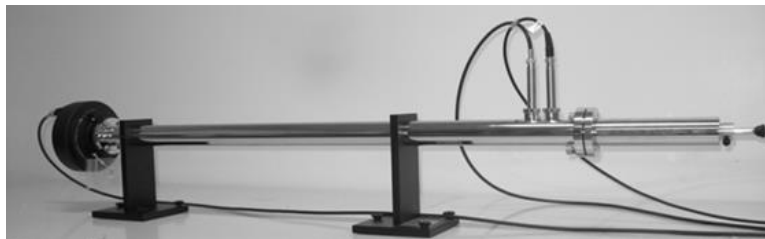
Taulukossa 1 on esitetty valittujen kaupallisten materiaalien sekä vastaavien vaahtorainattujen havuselluloosasta valmistettujen materiaalien perusominaisuudet. Lasivillalevyn valmistajan ilmoittama äänenabsorptioluokka oli C (200 mm asennuskorkeudella luokka A). Lasivillalevyn kanssa saman paksuisella havusellukuitumateriaalilla oli 20% lasivillaa alhaisempi neliöpaino. Polyesterilevyllä

sekä vastaavanpainoisella ja -paksuisella havusellukuitumateriaalilla oli huomattava ero ilman ominaisvirtausvastuksessa.

Taulukko 1. Vertailtavien kaupallisten akustiikkalevyjen sekä vastaavanpaksuisten vaahtorainattujen havusellulevyjen ominaisuudet.

Materiaali	Tiheys, kg/m ³	Neliöpaino, g/m ²	Paksuus, mm	Ominaisvirtausvastus, Ns/m ⁴
Lasivilla	53	1585	30	27300
Havuselluloosa	42	1260	30	23600
Polyesteri	32	1280	40	5060
Havuselluloosa	32	1300	40	24700

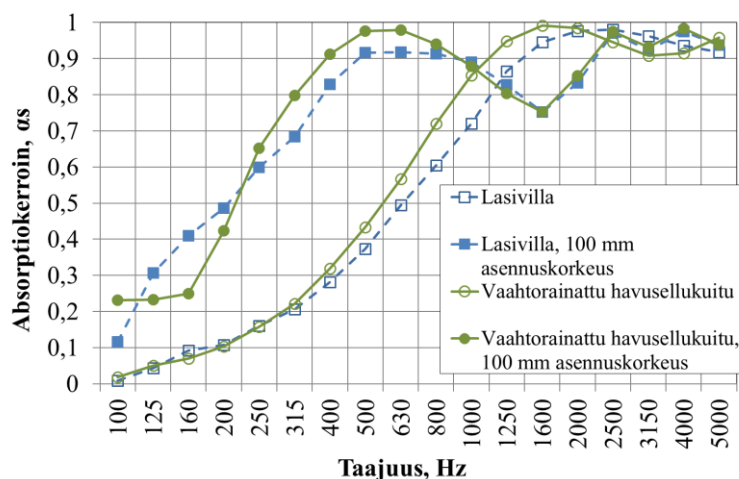
Materiaalien äänenabsorptio mitattiin 34,8 mm impedanssiputkella standardin ISO 10534-2 mukaisesti, Kuva 2. Näytteet valmistettiin vesi- ja laserleikkaamalla. Ominaisvirtausvastukset mitattiin ISO 9053 -standardin mukaisella laitteistolla.



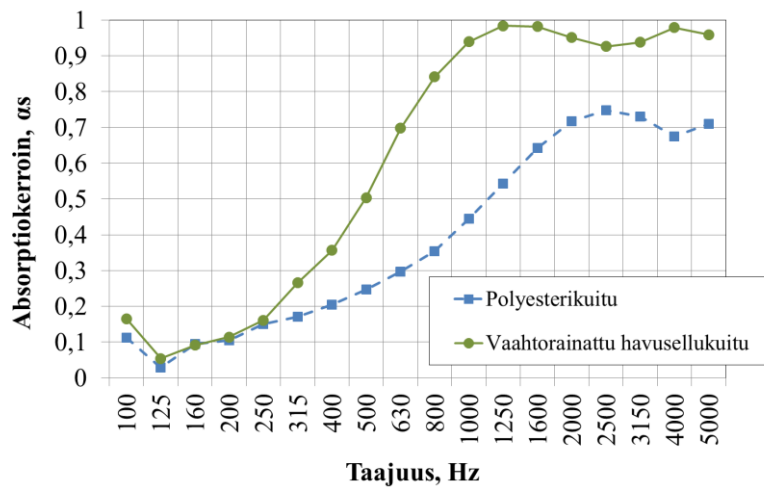
Kuva 2. Mittauksiin käytetty impedanssiputki.

3 TULOKSET

Havusellukuituun perustuva huokoinen vaahtorainattu rakenne oli kevyempänäkin materiaalina äänenabsorptiokyvyltään samalla tasolla kuin mineraalivillasta valmistettu kaupallinen tuote, Kuva 3. Verrattuna polyesterikuitumateriaaliin havusellulevyn äänenabsorptio oli selkeästi parempi, Kuva 4. Tämä johtuu havusellulevyn suuremmasta ilman ominaisvirtausvastuksesta, Taulukko 1.

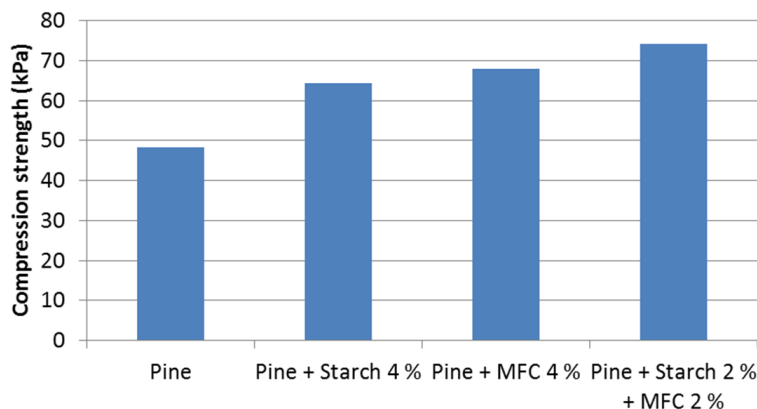


Kuva 3. Kaupallisen akustisen lasikuitutuotteen äänenabsorptiokertoimen vertailu vaahtorainattuun havusellukuitupaneeliin. Materiaalien paksuus oli 30 mm.

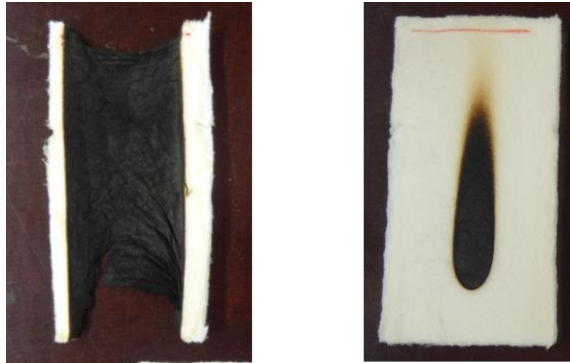


Kuva 4. Kaupallisen akustisen polyesterikuitutuotteen äänenabsorptiokertoimen vertailu vaahtorainattuun havusellukuitupaneeliin. Materiaalien paksuus oli 40 mm.

Havusellusta vaahtorainattu levy on puolijäykkää ja sen muodonmuutos puristuksen jälkeen ei ole täysin palautuva. Jäykkyyttä ja puristuslujuutta on mahdollista lisätä biopohjaisilla lisäaineilla, kuten tärkkelyksellä tai mikrofibrilloidulla selluloosalla, Kuva 5, mutta tarvittaessa myös synteettisillä sideaineilla. Kosteudenkestoa voidaan parantaa lisäämällä pieni määrä hydrofobi- ja märkälujaliimaa materiaalin valmistusvaiheessa tai pintakäsittelynä, samalla tavalla voidaan lisätä myös palonestoaine, Kuva 6.



Kuva 5. Huokaisen havusellupaneelin puristuslujuus (mitattu 50% muodonmuutostasolla) [2]. Lisäaineina käytetty tärkkelystä (=starch) tai mikrofibrilloitua selluloosaa (=MFC). Pine= havuselluloosakuitu.



Kuva 6. Huokaisen havusellupaneelin (tiheys 40 kg/m³) pienen liekin testin (EN ISO 11925-2) näytteet palokokeen jälkeen [2]. Vasemmalla materiaali ilman palonestoainetta, oikealla palonestoainetta sisältävä näyte.

Vahtorainaus perustuen muottivalmistukseen sopii tällä hetkellä hyvin esim. dekoratiivisten akustiikkapaneelien valmistukseen kotien ja toimistojen akustiikkamateriaaleiksi. Suuremman mittakaavan valmistusprosessia ollaan vielä kehittämässä. Kuitukoostumusta ja lisäaineita varioimalla voidaan edelleen parantaa äänenabsorptio-ominaisuutta sekä materiaalin mekaanisia ominaisuuksia ja kestävyyttä eri olosuhteissa. Uusiutuvasta ja helposti kierrätettävästä kuituraaka-aineesta valmistettu akustiikkapaneeli voi korvata suuremman hiilijalanjäljen omaavia materiaaleja.

VIITTEET

[1] Simonson, C.J., Salonvaara, M., Ojanen, T., Improving Indoor Climate and Comfort with Wooden Structures. VTT Publications 431, 2001.

[2] Jetsu, P., Pöhler, T., Pääkkönen, E., Foam-laid formed wood-based thermal insulation materials. 9th Global Insulation Conference and Exhibition 2014, 30 - 31 October 2014, Copenhagen, Denmark.