

SANDWICH-LEVYJEN VAIMENNUS

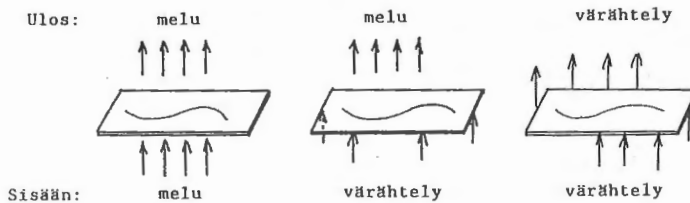
Mats Backholm

Rakenteiden Mekaniikka, Vol. 24
No 1 1991, ss. 75 - 78

TIIVISTELMÄ: Levymäisen rakenteen ilma- ja runkoäänieristyskykyä voidaan parantaa sandwich-rakenteella, joka sisältää erityisen vaimennusainekerroksen. Tällä periaatteella valmistettujen vanerilevyjen häviökertoimien määrittämiseksi on kehitetty testausmenetelmä, jolla on mitattu suuri joukko erilaisia vaimennettuja vanerilevyjä.

LEVYN MELUN JA VÄRÄHTELYJEN VAIMENNUS

Levymäisen rakenteen rooli melu- ja värähtely-ympäristössä on yleensä yhdistelmä kuvan 1 esittämistä tilanteista.



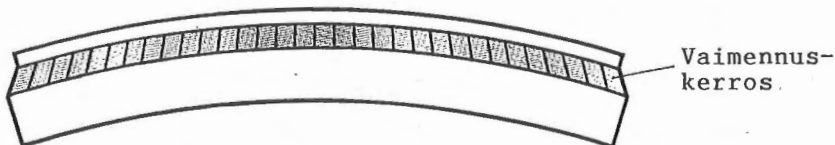
Kuva 1. Levyrakenne melu- ja/tai värähtelykentässä.

Yksinkertaistettuna pätee lähtevän ja tulevan ääni- tai värähtelytehon välillä:

$$L_{p_{ulos}} \approx L_{p_{sis}} - (15..30)\log M - 10\log \eta + (-5..+15)\log B + ..$$

missä M on massa, η häviökerroin ja B taivutusjäykkyys. Massan lisäys on tämän mukaan tehokkain keino vähentää melua ja värähtelyjä, mutta useimmiten massa halutaan minimoida nykyajan kevytrakenteissa.

Sandwich-rakenteella, jossa on sopiva viskoelastinen vaimennusaine (kuva 2), voidaan häviökerrointa kasvattaa huomattavasti, ja siten päästä samaan tulokseen ilman suurempaa massan lisäystä. Mikäli kokonaispaksuutta ei kasvateta, taivutusjäykkyys alenee samalla, mikä on yleensä myös avuksi, mutta saattaa muista syistä olla vähemmän toivottua.



Kuva 2. Viskoelastinen vaimennuskerros sandwich-levyssä.

Levyn taipuessa vaimennuskerroksessa tapahtuu leikkausmuodonmuutosta. Kuvassa 2 vaimennuskerros sijaitsee epäsymmetrisesti. Mikäli levyaine on sama molemmin puolin (yhtä jäykkä) on optimisijoitus vaimennuksen kannalta keskellä.

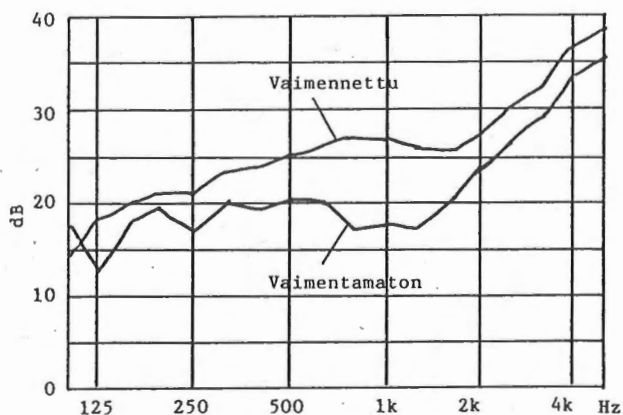
VAIMENNUSKERROKSEN KÄYTTÖ ERI LEVYISSÄ

Suomen Akustiikkakeskuksen tässä esitetyt kokemukset sandwich-levyjen vaimennuksesta liittyvät yhteistyöhön Kymmene Oy:n Schaumanin tehtaiden kanssa, jossa on avustettu vanerilevyjen tuotekehityksessä häviökertoimen testimittauksilla. Levyjä kehitettiin alunperin bussilattioita varten, mutta käyttö on myöhemmin laajentunut esim. junien makuuvaunuihin ja koneiden melusuojiin.

Samanlaista vaimennustekniikkaa voidaan soveltaa myös muihin rakennuslevyihin; eräs käyttökohde on esim. porrasaskelmat. Metallilevyjen välissä saavutetaan vaimennuskerroksella vielä suurempi suhteellinen muutos, koska metallin omat häviöt ovat pari kolme dekadia alempana kuin puun. Näin vaimennettuja peltejä käytetään esim. autonmoottorien öljypohjissa ja venttiilikansissa.

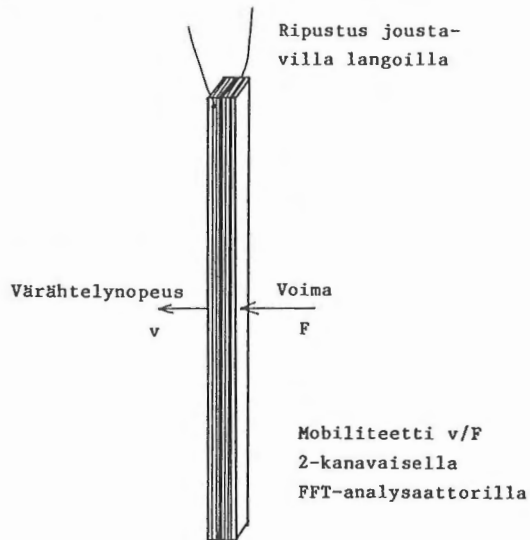
VANERILEVYJEN TESTIMITTAUKSET

Kuvassa 3 on esimerkkitulokset Schaumanin tekemästä ääneneristysmittauksesta. Ääneneristys on parantunut koko taajuusalueelta, mutta erityisen paljon 1 kHz ympäristössä, missä sijaitsee vaimentamattoman levyn koinsidenssitaaajuus. Sama taajuusalue on myös merkittävin linja-auton moottorin melussa.



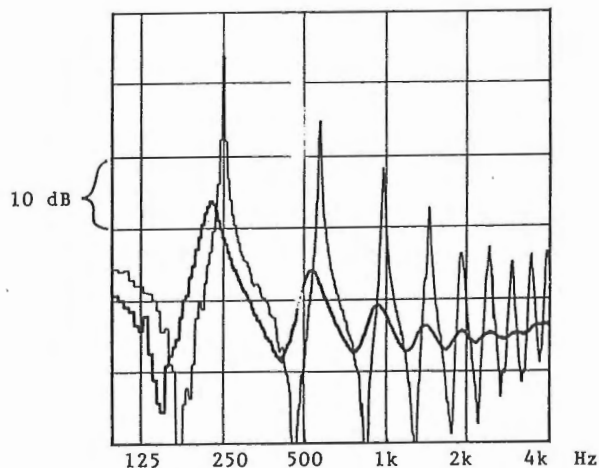
Kuva 3.
Vanerilevyn
ääneneristys
(paksuus 30 mm).

Häviökertoimen määrittämisessä on soveltuvin osin noudatettu normia DIN 53440 /1/, joka varsinaisesti koskee muovien ja metalli-sandwich-rakenteiden taivutusvärähtelyominaisuuksien mittausta. Testattavat näytteet ovat näillä yleensä pienempiä. Vanerilla on aloitettu 1 m pitkistä ja 0,05 m leveästä näytteestä, jota on lyhennetty ylimpiä taajuuksia varten. Koejärjestely ilmenee kuvasta 4.



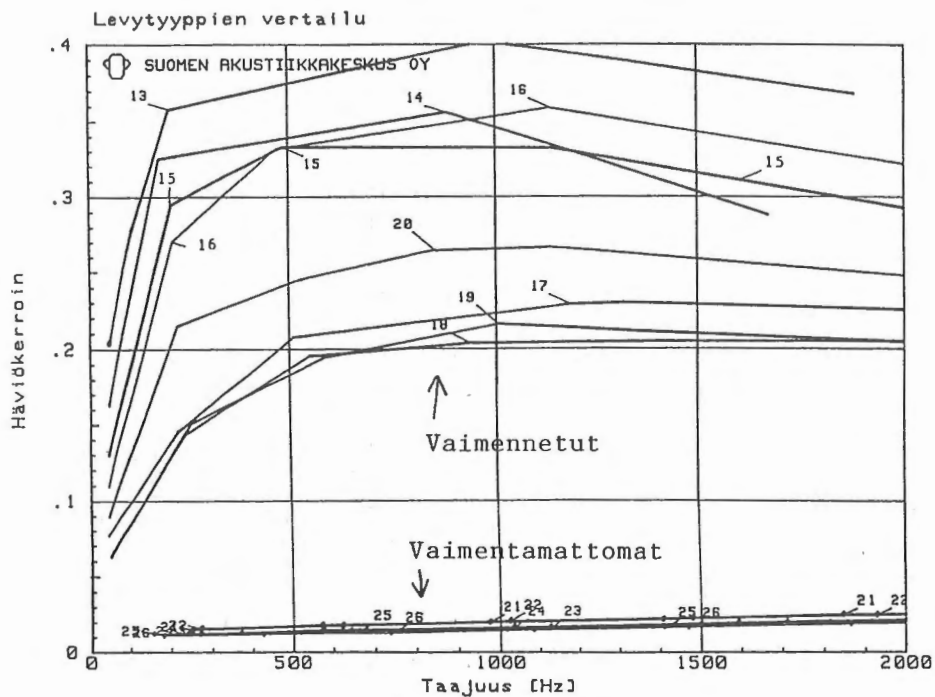
Kuva 4.
Häviökerroinmittauksen koejärjestely.

Testissä mitattava suure on mobiliteetti eli värähtelynopeus/herätevoima taajuuden funktiona. Herätteenä käytetään iskua tai kohinaa. Jos voima kohdistetaan päähän heräävät kaikki ominaistajuuudet, mutta yleensä riittää kohdistaa voima keskelle ja herättää vain symmetriset ominaismuodot. Kuvassa 5 on esimerkki vaimennetun ja vaimentamattoman levynäytteen mobiliteettikäyristä.



Kuva 5.
Vaimennetun ja vaimentamattoman levynäytteen mobiliteettikäyrät.

Mobiliteettikäyristä ominaistajuudet ja häviökertoimet määritetään tavanomaisella moodianalyysin käyränsovituksella. Ominaisajuuksien kohdalla määritetyt häviökertoimet riittävät käytännössä hyvin kuvaamaan häviökertoimen suuruutta ja riippuvuutta taajuudesta. Kuvassa 6 on muutama esimerkitulos häviökerroinmittauksista.



Kuva 6. Häviökerrointuloksia.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Prüfung von Kunststoffen und von schwingungsgedämpfte geschichteten Systemen; Biegeschwivungsversuch.
Deutsche Norm DIN 53440, Teil 1-3.

Mats Backholm, Suomen Akustiikkakeskus Oy