

TERÄSKANSIRAKENTEIDEN ÄÄNENERISTÄVYYS

Johann Laukka, Jarkko Hakala, Arto Lehtonen, Reijo Alakoivu, Jukka Keränen, Valtteri Hongisto

Turun ammattikorkeakoulu Oy, Akustiikkalaboratorio
Joukahaisenkatu 3–5
FI-20520 Turku
johann.laukka@turkuamk.fi

Tiivistelmä

Tavoitteenamme oli selvittää teräskansirakenteiden ääneneristävyksiä laboratorioympäristössä ottaen huomioon erilaisten osakerrosten (lattiapinnoitteet, uivat laatat, kannenaluseristeet, alakatot) tavanomaiset toteutustavat ja materiaalit. Mittaukset käsittivät sekä ilmaääneneristävyyden että askelääneneristävyyden askeläänikojeella ja kumipallolla. Mittauksia toteutettiin 85 rakenteelle, joista 42 tekstiilimattopintaista käsitellään tässä artikkelissa. Tulosten perusteella voitiin löytää keinoja pienentää rakennemassoja ilman, että menetetään merkittävästi ääneneristävydessä.

1 JOHDANTO

Betoni- ja puuvälipohjia on tutkittu runsaasti, mutta teräskansirakenteiden ääneneristävyttä selvästi vähemmän. Teräskansirakenteita sovelletaan laivateollisuudessa, mutta niitä voi soveltaa muuallakin.

Tavoitteenamme oli selvittää teräskansirakenteiden ääneneristävyksiä laboratorioympäristössä ottaen huomioon erilaisten osakerrosten (lattiapinnoitteet, uivat laatat, kannenaluseristeet, alakatot) tavanomaiset toteutustavat ja materiaalit. Mittaukset käsittivät ilmaääneneristävyyden sekä askelääneneristävyyden askeläänikojeella ja kumipallolla.

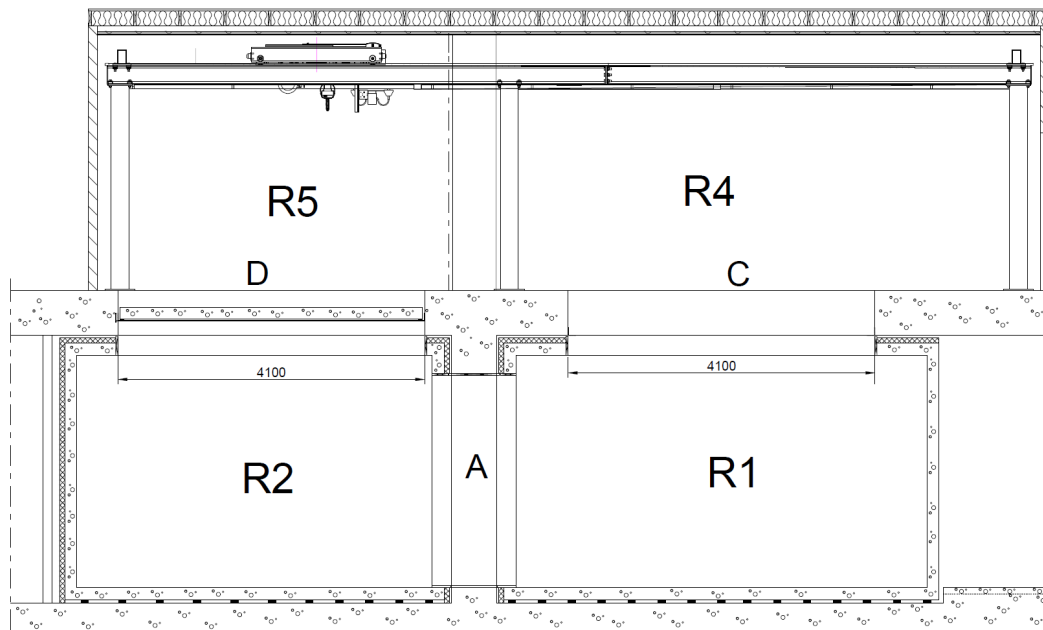
2 AINEISTO JA MENETELMÄT

Mittaukset suoritettiin Turku AMK:n rakennusakustiikkalaboratoriossa (Kuva 1). Ilma- ja askelääneneristävyyden mittaukset tehtiin ISO 10140-2 ja ISO 10140-3 mukaan taajuusalueella 50–5000 Hz. Yksilukuarvot määritettiin ISO 717-1 ja ISO 717-2 mukaan. Laboratorio täyttää ISO 10140 -standardisarjan vaatimukset näille testeille.

Kantava teräskansirakenne on kuvassa 2. Mittauksia toteutettiin yhteensä 85 välipohjarakenteelle, jotka suunniteltiin yhteistyössä rahoittajien kanssa. Rakenteita tutkittiin sekä tekstiilimattopäällysteen kanssa että ilman sitä. Tässä artikkelissa käsitellään vain tekstiilimattopäällystetyt rakenteet, joita oli 42. Raportoitavia rakenteita luonnostellaan tulosten yhteydessä. Tekstiilimaton paksuus oli noin 12 mm.



© 2025 Laukka, Hakala, Lehtonen, Alakoivu, Keränen, Hongisto. Tämä on avoimesti julkaistu teos, joka noudattaa Creative Commons NIMEÄ 4.0 Kansainvälinen –lisenssiä (CC BY 4.0). Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää julkisesti ja siitä saa luoda johdannaisteoksia, kunhan tekijän nimi ja lähde mainitaan asianmukaisesti.



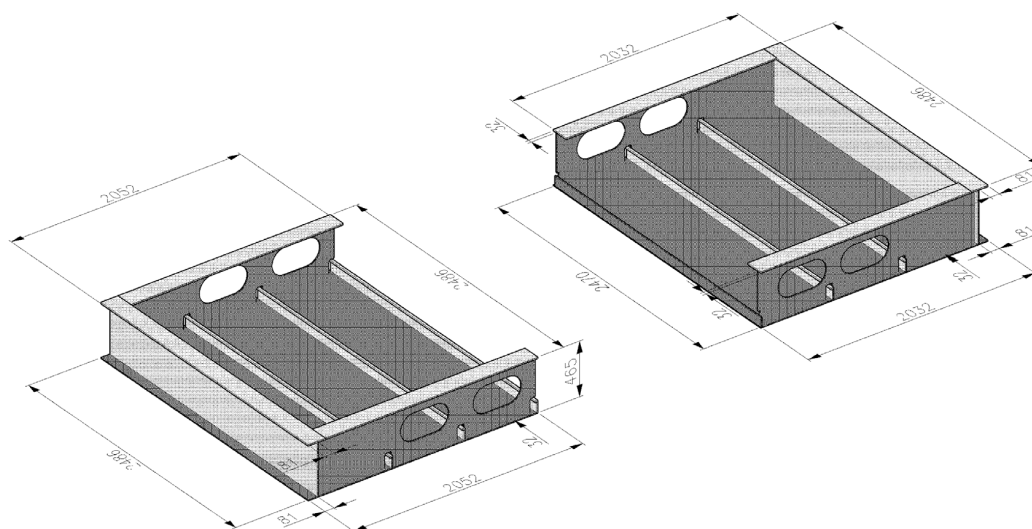
Kuva 1. Leikkauskuva laboratorion huoneista, joissa rakenteiden testaukset tapahtuvat. Mittaukset toteutettiin testiaukossa C, jonka mitat ovat 4.1x2.5 m. Lähetys huone oli R4–R5 ja vastaanottohuone R1.

Laboratorion suorituskyky ovat kansainvälisesti verrattuna erittäin korkea:

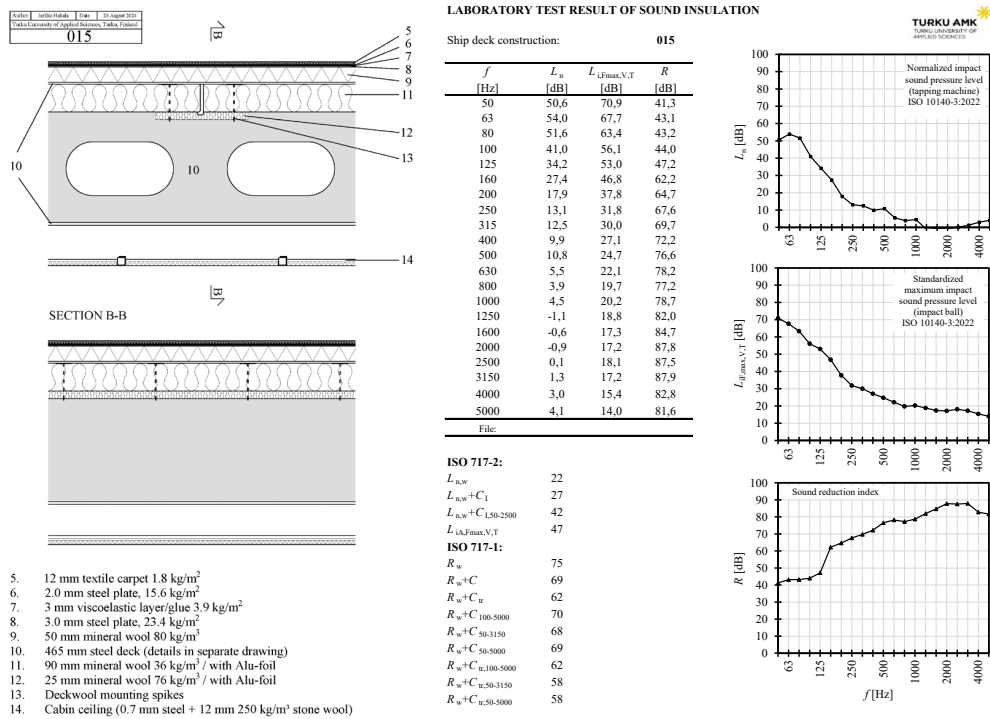
- suurin mitattava ilmaääneneristysluku on 75 dB R_w
- pienin mitattava askeläänitasoluku on 24 dB $L_{n,w}$ (askeläänikoje)
- pienin mitattava standardisoitu enimmäisaskeläänepainetasoluku 41 dB $L_{iA,Fmax,V,T}$ (kumipallon pudotus)

Koska useimmat tutkituista rakenteista olivat ideaalisia kaksoisrakenteita (massat laidoilla, kytkentä puuttuu, kaviteetit paksuja ja ääntä absorboivia), arvioitiin etukäteen, että osa rakenteista tulee saavuttamaan edellä kuvatut ääriarajat.

Kaikki 85 tulosta rakennekuvineen julkaistaan myöhemmin Turku AMK:n raporttisarjassa kuvan 3 tavalla.



Kuva 2. Kantavan teräskannen rakenne ja valokuva teräskannen alapuolelta, kun se on asennettu testiaukkoon C.



Kuva 3. Esimerkki testitulosten raportoinnista. Rakenne 015 oli eräs monimutkaisimmista. Uivalaatta tarkoittaa rakenteita teräskannen 10 yläpuolella. Kansivilla tarkoittaa absoptiorakenteita teräskannen alapuolella. Alakatto tarkoittaa alinta pintarakennetta.

3 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

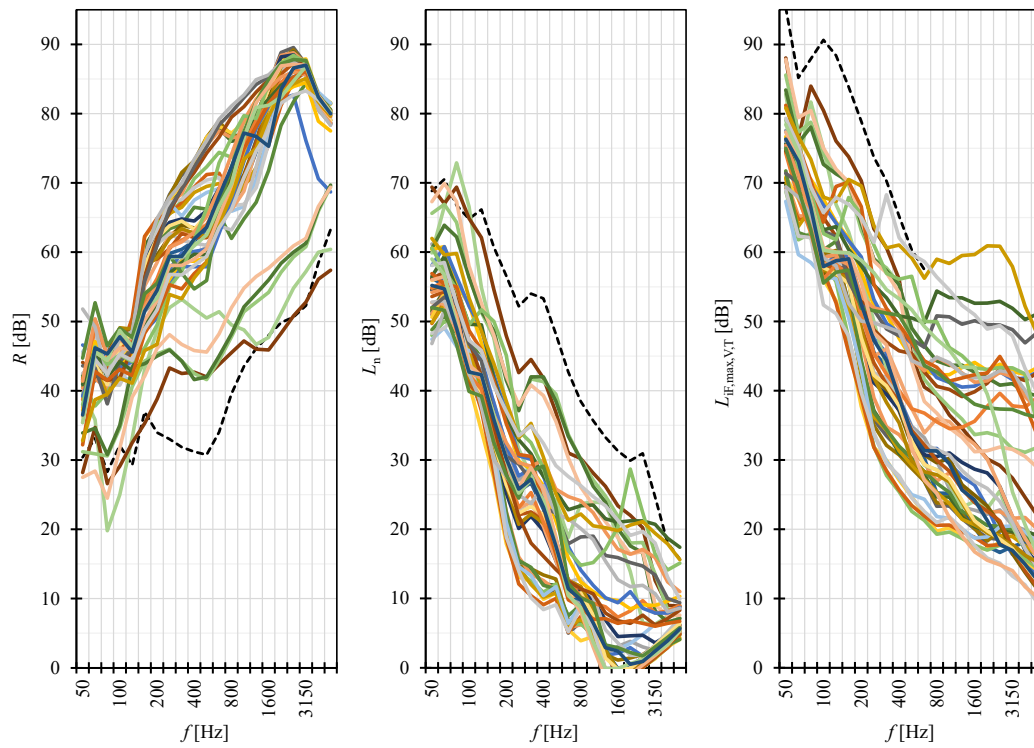
Mittaustulokset on esitetty kuvassa 4 ja taulukossa 1.

Tulokset ovat keskimäärin erittäin hyviä ja ne täyttävät useimmat tavanomaiset ohjearvot nukkumiseen tarkoitettujen tilojen välillä. Osalla rakenteista suorituskyky voi olla parempi kuin tässä raportoitu arvo, koska arvo hipoi laboratorion suorituskykyä (luku 2).

Tulosten tarkastelussa keskitytään siihen, miten teollisuus voisi tulokset nähdä yksinomaan ääneneristävyyden kannalta. Tässä ei oteta kantaa muihin ajureihin, jotka vaikuttavat rakennevalintoihin (palo, kustannus, kustannustehokkuus, jne.).

- Monessa tapauksessa uivan laatan pintamassan kasvattaminen ei hyödyttänyt;
- Tiheämpi kansivilla ei hyödyttänyt;
- Kansivillan alapinnan peittäminen laminaattikalvolla (Lam) ei hyödyttänyt;
- Alakaton kannakkeiden lukumäärän pienentäminen (9 → 3) ei hyödyttänyt, toisin kuin kannakkeiden kokonaan pois ottaminen;

Tulosten käytännön vaikuttavuusarviointi on vielä kesken, joten tämä pohdinta on alustavaa. On kuitenkin selvää, että tulosten avulla voidaan suunnitella kokonaismassaltaan kevyempiä rakenteita ilman suurta menetystä ääneneristävyydessä.



Kuva 4. Mittaustulokset taajuuksittain. Katkoviiva on rakenne 000.

Taulukko 1. Rakenteiden kuvaukset ja niille mitatut yksiluarvot.

| Testi | Uivalaatta | Kansivilla | Alakatto | R_w [dB] | $L_{n,w}$ [dB] | $L_{iA,Fmax,V,T}$ [dB] | Uivalaattavaihtoehdot |
|-------|------------|------------|----------|---------------|-------------------|---------------------------|--|
| 000 | 1 | 1 | 1 | 40 | 53 | 78 | 1 Ei mitään |
| 002 | 1 | 2 | 2 | 66 | 30 | 54 | 2 50R+3S |
| 004 | 1 | 2 | 3 | 65 | 30 | 54 | 3 50R+3S+1V |
| 006 | 1 | 2 | 4 | 67 | 29 | 53 | 4 SBA |
| 008 | 2 | 2 | 4 | 75 | 27 | 50 | 5 50R+2S |
| 009 | 3 | 2 | 4 | 75 | 26 | 50 | 6 50R+3S+1V+2S |
| 011 | 4 | 2 | 4 | 75 | 25 | 49 | 7 20R+3S+1V+2S |
| 013 | 5 | 2 | 4 | 74 | 28 | 50 | 8 30R+3S+1V+2S |
| 015 | 6 | 2 | 4 | 75 | 22 | 47 | 9 30R+3S |
| 017 | 7 | 2 | 4 | 72 | 25 | 47 | 10 20R+3S |
| 019 | 8 | 2 | 4 | 71 | 24 | 47 | 11 20R+20C |
| 021 | 9 | 2 | 4 | 70 | 27 | 49 | 12 50R+20C |
| 023 | 10 | 2 | 4 | 66 | 29 | 50 | Kansivillavaihtoehdot |
| 024 | 11 | 2 | 4 | 68 | 29 | 45 | 1 Ei mitään |
| 026 | 12 | 2 | 4 | 69 | 25 | 45 | 2 90 mm wool 36 kg/m ³ with Alu-foil and 25 mm wool 76 kg/m ³ with Alu-foil |
| 029 | 12 | 2 | 1 | 50 | 44 | 62 | 3 (100+40+100) mm wool with Alu foil and wire mesh, 66 kg/m ³ +Lam 2 mm |
| 031 | 1 | 2 | 1 | 46 | 48 | 69 | 4 (100+40+100) mm wool with Alu foil and wire mesh, 66 kg/m ³ |
| 033 | 1 | 3 | 4 | 69 | 26 | 52 | 5 (100+40) mm wool with Alu foil and wire mesh, 66 kg/m ³ |
| 034 | 1 | 4 | 4 | 71 | 26 | 52 | 6 (100+40) mm wool with Alu foil and wire mesh, 66 kg/m ³ |
| 037 | 1 | 5 | 4 | 68 | 27 | 53 | 7 (90+90+70) mm wool 36 kg/m ³ with Alu-foil +Lam 2 mm |
| 038 | 1 | 6 | 4 | 66 | 26 | 51 | 8 (90+90+70) mm wool 36 kg/m ³ with Alu-foil +Lam 2 mm+Lam 2 mm |
| 041 | 1 | 7 | 1 | 50 | 40 | 64 | 9 (90+90+70) mm wool 36 kg/m ³ with Alu-foil |
| 043 | 1 | 7 | 4 | 69 | 25 | 51 | Alakattovaihtoehdot |
| 045 | 1 | 8 | 4 | 69 | 25 | 51 | 1 Ei mitään |
| 047 | 1 | 8 | 1 | 50 | 40 | 64 | 2 WAS82-150 |
| 049 | 1 | 9 | 1 | 53 | 41 | 65 | 3 WAS82-80 |
| 051 | 1 | 9 | 4 | 70 | 26 | 51 | 4 WAS82-250 |
| 055 | 1 | 2 | 5a | 69 | 26 | 51 | 5 SBA 25 mm |
| 057 | 1 | 2 | 5b | 65 | 35 | 57 | 6 SBA 16 mm |
| 058 | 1 | 2 | 5c | 64 | 36 | 58 | 7 Lautex HT-300 B15 |
| 061 | 4 | 2 | 5c | 73 | 29 | 55 | 8 Lautex NST-300 B0 |
| 062 | 4 | 2 | 6c | 73 | 31 | 54 | 9 Lautex KT-300 B0 |
| 065 | 1 | 2 | 6c | 65 | 36 | 57 | 10 Lautex LTX-Sandwich |
| 067 | 1 | 2 | 6a | 69 | 30 | 54 | 11 Piikkiö SET3 |
| 068 | 4 | 2 | 6a | 76 | 26 | 52 | 12 Piikkiö SET4 |
| 071 | 1 | 2 | 7 | 65 | 40 | 62 | 13 Piikkiö SET1 |
| 073 | 1 | 2 | 8 | 64 | 33 | 62 | 14 Piikkiö SET2 |
| 075 | 1 | 2 | 9 | 62 | 37 | 66 | |
| 077 | 1 | 2 | 10 | 66 | 26 | 54 | |
| 079 | 1 | 2 | 11 | 66 | 29 | 54 | |
| 080 | 1 | 2 | 12 | 65 | 34 | 66 | |
| 083 | 1 | 2 | 13 | 67 | 28 | 58 | |
| 084 | 1 | 2 | 14 | 68 | 28 | 53 | |

KIITOKSET

Tutkimus on osa Turun ammattikorkeakoulun toteuttamaa julkista tutkimusprojektia “Ne-Com (2022–2024)”, jonka päärahoittaja on Business Finland Oy (3958/31/2022). Muut rahoittajat ovat Antti-Teollisuus Oy, Halton Marine Oy, Lautex Oy*, Meyer Turku Oy*, Piikkiö Works Oy*, Ruukki Construction Oy, Saint-Gobain Finland Oy*, SBA Interior Oy* ja Turun ammattikorkeakoulu Oy*. Kiitämme Laura Rekolaa (Meyer Turku Oy) kuvan 2 tekemisestä ja tähdellä merkittyjä yrityksiä rakenteiden ja asennusten toimittamisesta.