

Puu- ja betonivälipohjien ääneneristävyys- laboratoriomittauksia

Puu- ja betonivälipohjien ääneneristävyyden laboratoriomittaustuloksia

Valtteri Hongisto, Reijo Alakoivu, Juho Virtanen, Jarkko Hakala, Johann Laukka ja Jukka Keränen

Turun ammattikorkeakoulu

Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksia 52
Turun ammattikorkeakoulu
Turku 2023

ISBN 978-952-216-858-0 (pdf)
ISSN 1796-9972 (elektroninen)
<https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-216-858-0>

Turun ammattikorkeakoulun sarjajulkaisut: turkuamk.fi/julkaisut

Sisältö

KUVAUSSIVU	3
Kirjallisuusviite	3
Tiivistelmä	3
1 TAUSTA JA TAVOITE	4
1.1 Askelääneneristävyyden määrittäminen	4
1.2 Määräykset ja ohjeavot	4
1.3 Taustalla oleva tutkimusprojekti	5
1.4 Raportin tarkoitus	5
2 MENETELMÄT	5
2.1 Välipohjarakenteet	5
2.2 Rakennusakustiikkalaboratorio	7
2.3 Ilmaääneneristävyys	7
2.4 Askelääneneristävyys	11
2.5 Dynaaminen jäykkyys	13
3 MITTAUSTULOKSET	15
4 TULOSTEN HYÖDYNTÄMINEN	17
KIITOKSET	17
KIRJALLISUUS	18

Kuvaussivu

Kirjallisuusviite

Hongisto, V., Alakoivu, R., Virtanen, J., Hakala, J., Laukka, J. & Keränen, J. (2023). Puu- ja betonivälipohjien ääneneristävyyden laboratoriomittaustuloksia. Turun ammattikorkeakoulun tutkimuksia 52, Turun ammattikorkeakoulu, Turku. ISBN 978-952-216-858-0

Tiivistelmä

Suomessa rakenteiden askelääneneristävyyden ilmoitetaan laboratoriomittauksissa normalisoidulla askeläänitasoluvulla, $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$. Valmiissa rakennuksissa vastaava suure on standardisoitu askeläänitasoluku, $L'_{nT,w}+C_{1,50-2500}$. Jälkimmäistä käytetään myös suomalaisissa rakentamismääräyksissä. Molemmat lukuarvot määritetään ISO 717-2 standardin mukaan mittaustuloksista, joissa herätteenä käytetään askeläänikojetta ja mittaustulokset huomioivat taajuusalueen 50–3150 Hz. Betonirakenteilla on havaittu jo kahdessa suomalaisessa psykoakustisessa tutkimuksessa, ettei $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ kuitenkaan aseta välipohjia samaan paremmuusjärjestykseen, mihin ihmiset ne asettavat kuunnellessaan asumisen luonnollisia iskuääniä (kävely, esineiden pudottelu). Puuvälipohjien osalta suomalaista tutkimustietoa ei ole olemassa.

Vuosina 2020–2023 Turun ammattikorkeakoulussa toteutettiin tutkimusprojekti, jonka päätavoitteena oli selvittää, asettaako yksilukusuure $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ puuvälipohjat samaan paremmuusjärjestykseen kuin ihmiset ne asettavat kuunnellessaan asumisen luonnollisia iskuääniä. Projektin ensimmäisessä vaiheessa toteutettiin runsaasti erilaisten puu- ja betonivälipohjien ääneneristävyydenmittauksia laboratorioolosuhteissa. Sen jälkeen toteutettiin psykoakustinen koehenkilötutkimus, joka rajoittui puuvälipohjiin.

Tässä raportissa raportoidaan projektin ensimmäisen vaiheen tulokset eli välipohjien ääneneristävyyden standardinmukaiset mittaustulokset. Koehenkilötutkimuksen tulokset on julkaistu kansainvälisessä vertaisarvioidussa lehdessä eikä niitä tässä raportissa esitellä.

Tässä raportoidaan ääneneristävyyden tulokset 30 puuvälipohjalle ja 8 betonivälipohjalle. Rakenteet valittiin niin, että tuloksilla katetaan eurooppalaisten maiden askelääneneristävyyden vaatimusten koko alue. Välipohjat rakennettiin Turun ammattikorkeakoulun rakennusakustiikkalaboratorioon. Ilmääneneristävyys määritettiin ISO 10140-2 mukaan ja ilmaääneneristysluvut ISO 717-1 mukaan. Askelääneneristävyys määritettiin ISO 10140-3 mukaan käyttäen herätteenä sekä askeläänikojetta että kumipalloa. Askeläänitasoluvut määritettiin ISO 717-2 mukaan.

Välipohjien rakennekuvat ja ääneneristävyyden mittaustulokset esitetään raportin liitteissä 1 ja 2. Tulokset on myös julkaistu avoimesti verkossa (Mendeley Data).

Tuloksia voi hyödyntää rakennusakustiikan opetuksessa, ääneneristysilmiöiden ymmärtämisessä, laskentamallien kehittämisessä, akateemisessa tutkimuksessa, rakenneratkaisujen valinnassa ja tuotekehityksessä.

Tutkimusprojektin rahoitti ympäristöministeriö ja rahoitus liittyy Tandem Forest Values II tutkimushakuun 2019. Projekti toteutettiin yhteistyössä Linnaeus yliopiston (Växjö, Ruotsi) ja RISE:n (Växjö, Ruotsi) kanssa.

1 Tausta ja tavoite

1.1 Askelääneneristävyyden määrittäminen

Suomalaisten rakentamismääräysten mukaan huoneita A ja B yhdistävän välipohjan askelääneneristyskyky mitataan siten, että tutkittavaan välipohjaan kohdistetaan askeläänikojeen iskuääntä (runkoääntä) huoneessa A ja iskuäänen aiheuttama askeläänepainetaso mitataan mikrofonilla huoneessa B. Mittaus voidaan suorittaa joko laboratoriossa tai rakennuksessa. Huoneet A ja B voivat olla joko päällekkäin tai vierekkäin.

Laboratoriomittauksissa huone A on aina huoneen B yläpuolella eikä välipohjan liitoksia pitkin kantaudu sivutiesiirtymiä huoneeseen B. Tällöin mittaustulos riippuu yksinomaan välipohjan ominaisuuksista. Tässä raportissa esitetään pelkästään laboratoriomittaustulosten tuloksia.

Rakennuksessa mittaus voidaan suorittaa mihin tahansa suuntaan. Kun huone A on huoneen B yläpuolella, mittaustulos riippuu sekä välipohjan ominaisuuksista että liitoksien ominaisuuksista. Kun huoneet ovat vierekkäin (mittaus vaakasuuntaan), tai huone B on huoneen A yläpuolella (mittaus alhaalta ylös), huoneiden väliset rakenneliitokset ja sivuavien rakenteiden ominaisuudet vaikuttavat mittaustulokseen määräävästi, koska huoneessa A askeläänikojeella värähtelemään herätettävä välipohjan osa ei ole osa huonetta B.

Askeläänepainetaso voidaan määrittää myös mallintamalla mutta mallinnusmenetelmien epävarmuus aina suurempi kuin mittausten epävarmuus eikä epävarmuutta desibeleinä varmuudella tiedetä. Laboratorio- ja kenttämittausten epävarmuus on sen sijaan hyvin tiedossa. Mallinnettuja arvoja ei tule sen vuoksi käyttää esimerkiksi välipohjien tuotespesifikaatioissa.

1.2 Määräykset ja ohjearvot

Askelääneneristystä rakennuksissa koskevat määräykset esitetään ympäristöministeriön (2017) asetuksessa. Sen mukaan standardisoitu askeläänitasoluku $L'_{nT,w}+C_{1,50-2500}$ ei saa ylittää arvoa

- A. 53 dB asuntojen välillä, majoitushuoneiden välillä tai pitkäkestoiseen asumiseen tarkoitettujen potilashuoneiden välillä,
- B. 63 dB uloskäytävästä edellä mainitun kaltaisiin huoneistoihin.

Lisäksi ympäristöministeriö (2018) esittää ohjearvoja muille kuin asuinrakennuksille. Edellä mainitut dokumentit koskevat rakennuslupaprosesseja 2018 alkaen. Tätä ennen määräykset esitti C1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma (Ympäristöministeriö, 1998). Standardin SFS 5907 (SFS, 2022) mukaisia tiukempia tavoitearvoja voi soveltaa vapaaehtoisesti.

Rasmussen (2019) on vertaillut eurooppalaisten valtioiden askelääneneristysten ohjearvoja asuntojen välillä. Käytettävät mittaluvut (esim. $L'_{nT,w}$ ja $L'_{nT,w}+C_{1,50-2500}$) ja ohjearvot (esim. Suomessa 53 dB) vaihtelevat eri maiden välillä runsaasti, jopa 20 desibeliä. Sen vuoksi ISO laati teknisen dokumentin ISO/TS 19488 (ISO, 2021a), jonka tarkoitus oli harmonisoida käytettäviä mittalukuja eri maiden välillä pitkällä aikavälillä. Rasmussenin (2019) perusteella suomalaiset askelääneneristysten ohjearvot ovat Euroopan tiukimmasta päästä. Siksi askelääneneristykseen kohdistuu Suomessa poikkeuksellisen suuri itsenäisen tutkimuksen tarve, koska useimpien maiden vakiorakenteet ja liitostavat eivät täytä suomalaisia askelääneneristysmääräyksiä.

1.3 Taustalla oleva tutkimusprojekti

Vuosina 2020–2023 Turun ammattikorkeakoulussa toteutettiin tutkimusprojekti, jonka päätavoitteena oli selvittää psykoakustisen koehenkilötutkimuksen keinoin, asettaako yksilukusuure $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ puuväli­pohjat samaan paremmuusjärjestykseen kuin ihmiset ne asettavat kuunnellessaan asumisen luonnollisia iskuääniä. Aiemmat tutkimukset betoniväli­pohjilla ovat nimittäin antaneet viitteitä siitä, että $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ ei olisi paras mahdollinen yksilukusuure kuvaamaan sitä, miten häiritsevänä eri väli­pohjien läpi kuuluvat asumisen iskuäänet koetaan (Kylliäinen et al., 2017; Hongisto et al., 2020). Puuväli­pohjilla ei kuitenkaan vastaavaa tutkimusta ole tehty.

Projektin ensimmäisessä vaiheessa toteutettiin runsaasti erilaisten puu- ja betoniväli­pohjien ääneneristävyysmittauksia laboratorio-olosuhteissa. Mittausten yhteydessä nauhoitettiin luonnollisten asumisen askeläänten ääniä jokaisen väli­pohjarakenteen alapuolelta. Ääneneristävyysmittausten jälkeen toteutettiin psykoakustinen koehenkilötutkimus, joka rajoittui puuväli­pohjiin.

1.4 Raportin tarkoitus

Tässä raportissa raportoidaan projektin ensimmäisen vaiheen tulokset eli väli­pohjien ääneneristävyys­standardinmukaiset mittaustulokset. Tulokset on myös julkaistu avoimessa datassa (Hongisto et al., 2023a; 2023b).

Psykoakustisen koehenkilötutkimuksen tulokset on julkaistu kansainvälisessä vertaisarvioidussa lehdessä (Hongisto et al., 2023c) eikä aihetta käsitellä tässä raportissa.

2 Menetelmät

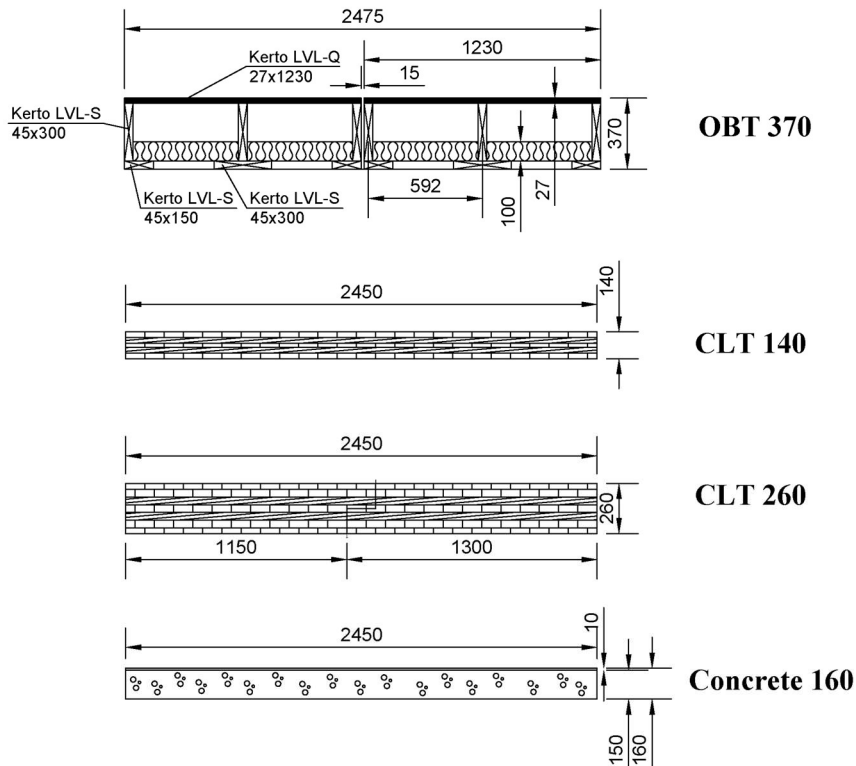
2.1 Väli­pohjarakenteet

Rasmussen (2019) esitti kattavan ja ajankohtaisen koosteen Euroopan maiden tavoitetasoista. Sen mukaan eri maissa käytetään erilaisia ISO 717-2 standardin tarjoamia mittalukuja. Näitä ovat mm. $L'_{n,w}$, $L'_{nT,w}$ ja $L'_{nT,w}+C_{1,50-2500}$. Vain kahdessa maassa (Ruotsi ja Suomi) on käytössä näistä viimeisin ja se huomioi taajuudet 50–80 Hz. Muissa maissa tyydytään taajuusalueeseen 100–3150 Hz.

Rasmussenin (2019) perusteella suurin osa maista käyttää mittalukua $L'_{nT,w}$. Tavoitetasot kyseisten maiden välillä vaihtelevat välillä 48–68 dB. Koska projektin sisältämän psykoakustisen kokeen tuli palvella tutkimustiedon tarvetta globaalisti, ei ollut perusteltua tutkia pelkästään väli­pohjia, jotka täyttävät suomalaisen määräytason 53 dB $L'_{nT,w}+C_{1,50-2500}$. Sen vuoksi tutkimukseen valittiin erittäin laaja skaala erilaisia väli­pohjarakenteita, joista suurin osa ei täytä suomalaista määräytasoa.

Tutkitut väli­pohjarakenteet suunniteltiin yhteistyössä ruotsalaisten tutkimuskumppanien ja suomalaisten rakennusosavalmistajien kanssa.

Rakennevalinnoissa piti ottaa huomioon, että Turun ammattikorkeakoulun piti hoitaa väli­pohjien kantavien osien, alakattojen ja lattiapäällysteiden asennustyöt noin 1 viikon kestävässä aikaikkunoi­ssa muun laboratoriotuotoiminnan lomassa. Sen vuoksi päädyttiin neljän kantavan laatan ja muutaman alakattotyypin perusrakenteisiin, joihin sovellettiin samankaltaisia lattiapäällysteitä.



Kuva 1. Tutkimuksessa käytetyt kantavat laatat.

Tutkimuksissa käytettiin neljää kantavaa laattaa (**Kuva 1**):

- 370 mm paksu puinen avotelolaatta, (OBT 370, R)
- 140 mm paksu ristiin liimattu massiivipuulaatta, (CLT 140, X)
- 260 mm paksu ristiin liimattu massiivipuulaatta, (CLT 260, C)
- 160 mm paksu teräsbetonilaatta (Concrete 160, H)

Avotelolaatta koostui kahdesta 1230x4070 mm kokoisesta elementistä, jotka asennettiin vierekkäin 15 mm paksulla raolla. Rako (4100x370x15 mm) tiivistettiin mineraalivillalla koko laatan korkeudelta. Elementit ruuvattiin toisiinsa kiinni 30 cm ruuvausjaolla 45 asteen kulmassa vuorotellen eri laatoista käyttäen 200x5 mm sylinterikantaista puuruuvia. Kerto LVL keskimääräinen tiheys on 510 kg/m³. Toimitetun laatan paksuus oli 370 mm. Laatan alle piti ruuvata 45 mm rangat (k400 mm), jotta alakattoja voitiin asentaa laatan alle. Sen vuoksi laatan paksuudeksi on merkitty useissa kuvissa 415 mm.

CLT 260 laatta koostui kahdesta 4070x1310/1160 mm kokoisesta elementistä, jotka puskettiin toisiaan vasten (leukapontti). Liitos oli 4070 mm pitkä. Laatat kiinnitettiin toisiinsa 240x7 mm leveäkantaisella puuruuvilla 300 mm välein. Ruuvaus tehtiin pystysuunnassa. Laatta koostui 7 kerroksesta (V7). Kerrokset 3 ja 5 olivat muihin nähden kohtisuorassa. Pintakerrosten paksuus oli 30 mm ja muiden kerrosten paksuus oli 40 mm (30-40-40-40-40-40-30). Kerrokset oli liimattu kaikilta kuudelta sivulta (ympäriiimattu) ja jatkoksissa käytettiin sormiliitoksia. CLT:n keskimääräinen tiheys on 470 kg/m².

CLT 140 laatta koostui kahdesta 2450 mm leveästä ja 2100/1950 mm pitkästä elementistä, jotka puskettiin toisiaan vasten (leukapontti). Liitos oli 2450 mm pitkä. Elementit kiinnitettiin toisiinsa 120x7 mm leveäkantaisella puuruuvilla 300 mm välein. Ruuvaus tehtiin pystysuunnassa. Laatta koostui 5 kuusilautakerroksesta, jotka oli liimattu toisiinsa kaikilta kuudelta sivultaan toisiinsa nähden kohtisuorasti (H5). Kerroksen paksuus oli 30 mm keskimmäistä kerrosta lukuun ottamatta (30-30-20-30-30). Kerrokset oli liimattu kaikilta kuudelta sivulta (ympäriiimattu) ja jatkoksissa käytettiin sormiliitoksia. CLT:n keskimääräinen tiheys on 470 kg/m².

Teräsbetonilaatta on laboratorion testiaukossa D kiinteästi oleva ISO 10140-1 mukainen referenssilaatta. Sen tiheys on noin 2500 kg/m³.

Laattojen leikkauskuvat on esitetty **kuvassa 1**. Tutkitut välipohjarakenteet on koottu **kuvaan 2**. Yksityiskohtaiset rakennekuvat tuotenimiseen on esitetty **liitteessä 1**.

Liitteessä 3 on esitetty detaljeja ja valokuvia, joihin ei erikseen tästä raportista viitata.

Välipohjarakenteiden kuivat osat asennettiin ja purettiin laboratorion henkilökunnan toimesta. Asennuksen tekivät aina samat henkilöt.

Pumpputasoitteet eristeineen asensi ja purki niitä toimittavan valmistajan tilaama urakoitsija. Rakenteiden dokumentoinnista ja paksuusmittauksista vastasi laboratorion henkilökunta.

2.2 Rakennusakustiikkalaboratorio

Ääneneristävyyden mittaukset tehtiin rakennusakustiikkalaboratoriossa, jonka pohjakuva on esitetty **kuvassa 3**. Välipohjat mitataan siinä näkyvissä testiaukoissa C (puuvälipohjarakenteet) ja D (teräsbetonilaatta). Testiaukot C ja D sisältävä leikkauspiirustus on **kuvassa 4**. Testiaukkojen mitat on esitetty **kuvassa 5** ja **taulukossa 1**.

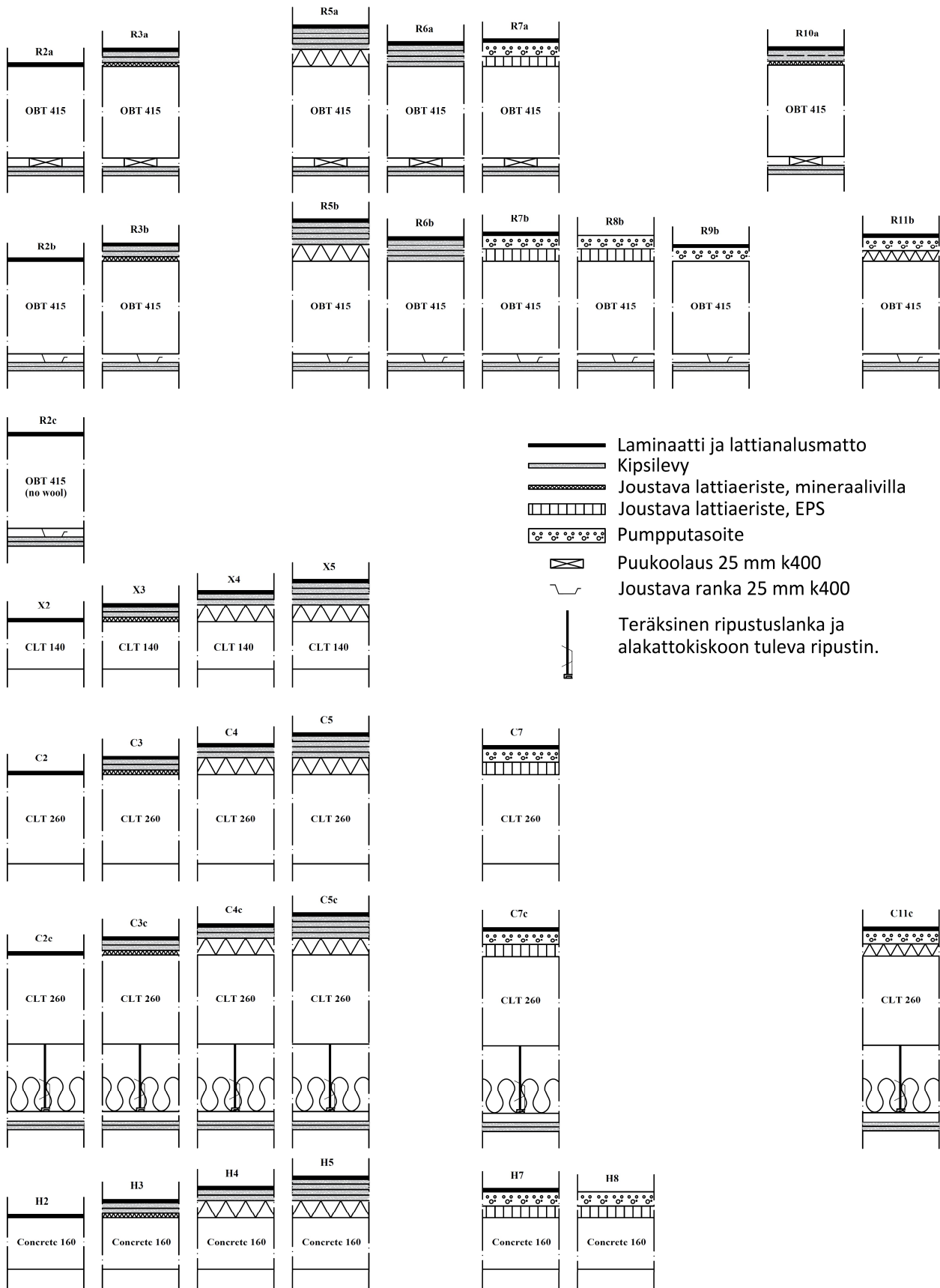
Laboratorio oli mittausvuosina FINAS akkreditoitu sekä askel- että ilmääneneristävyyden laboratoriotestauksiin ISO 10140 standardien mukaisesti.

2.3 Ilmääneneristävyys

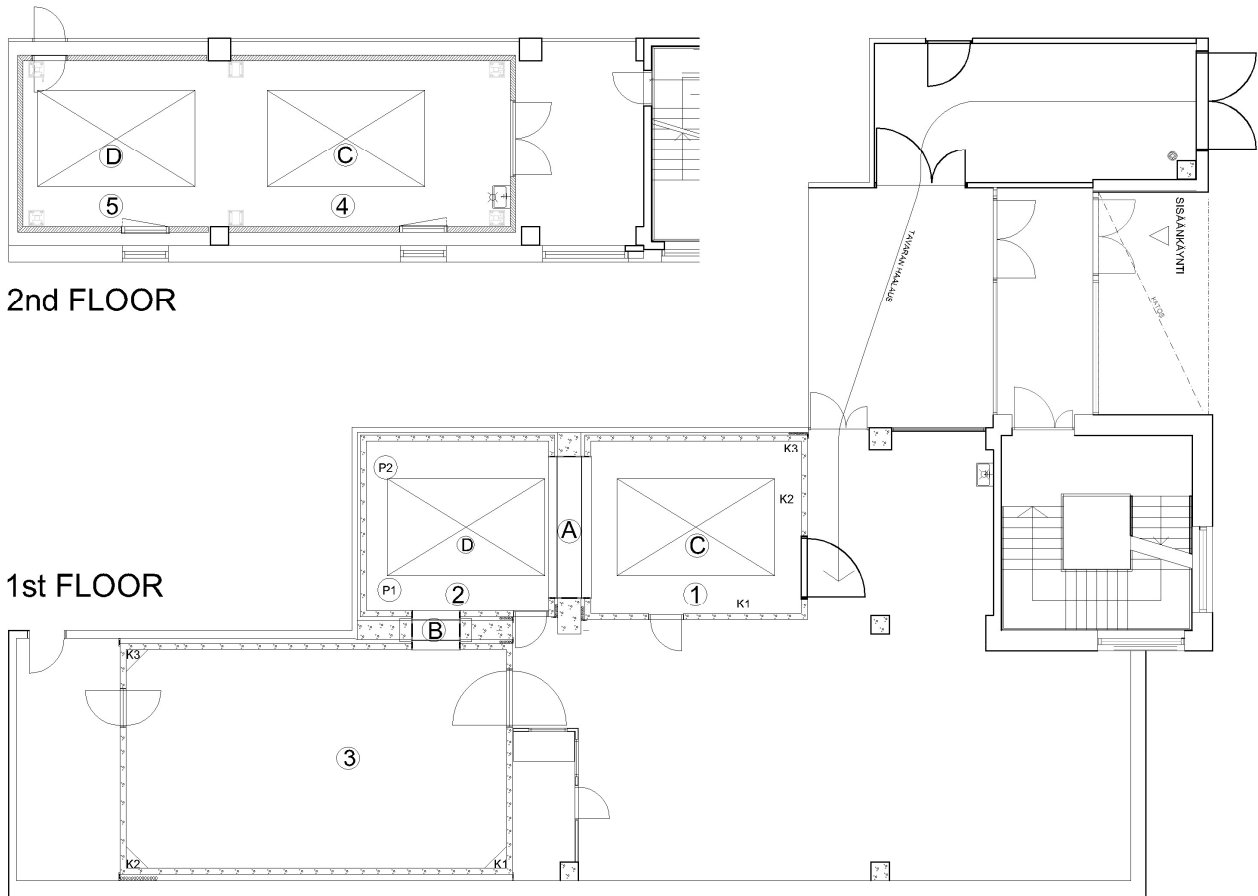
Ilmääneneristys tarkoittaa, miten rakenteet huoneiden A ja B välillä on toteutettu ilmäännten läpäisyn kannalta. Ilmääneneristystä kuvaava fysikaalinen, mitattava suure rakennuksessa on *standardisoitu äänitasoero*, $D_{n,T}$ [dB]. Se riippuu rakennuksessa

- a) huoneita erottavan rakenteen *ilmääneneristävyydestä*, R [dB],
- b) huoneita erottavan rakenteen liitoksesta ympäristöön,
- c) äänivuodoista rakenteen ympärillä,
- d) sivutiesiirtymistä ja
- e) kanavistoreiteistä

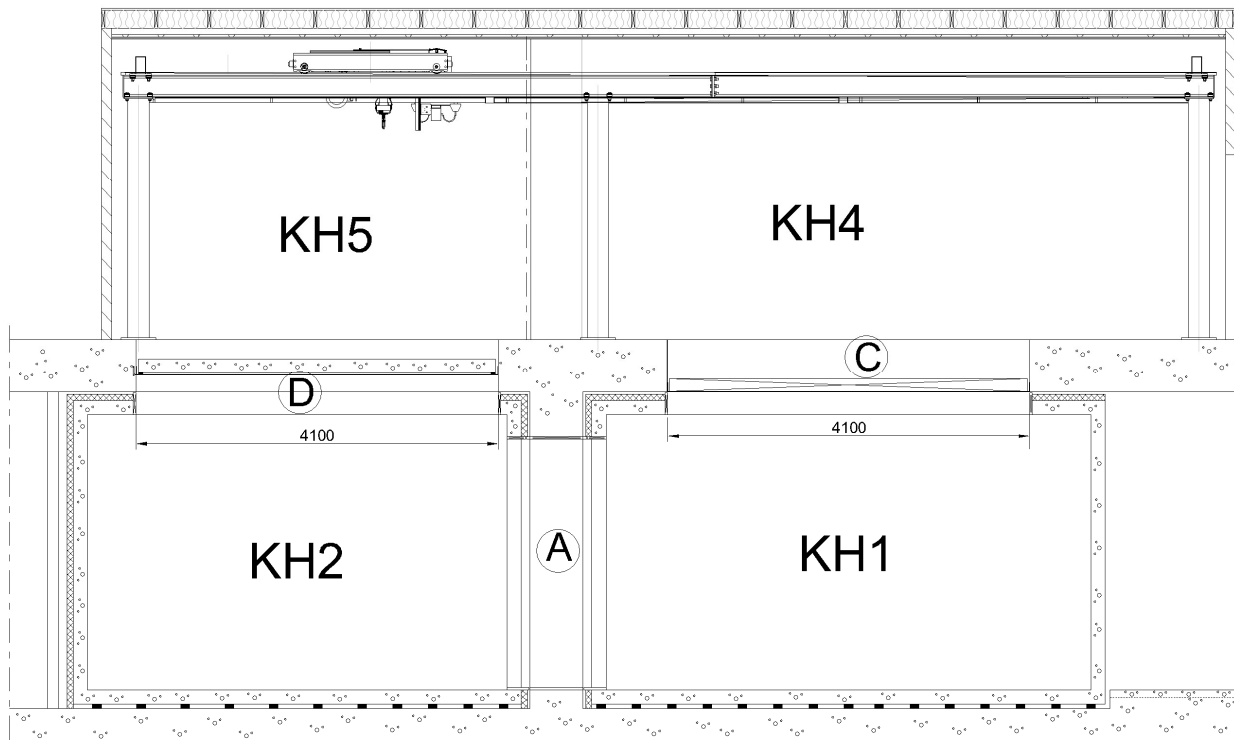
Tässä tutkimuksessa mitattiin välipohjarakenteiden ilmääneneristävyys R laboratorio-olosuhteissa, jossa edellä kuvattuja heikennystekijöitä b–e ei ole läsnä. Koska $D_{n,T}$ lasketaan eri yhtälöllä kuin R , arvot poikkeavat hieman toisistaan, vaikka mittaus tehtäisiin samassa kohteessa. Tässä laboratoriossa välipohjarakenteen pinta-ala on $S=10.3$ m². Puuvälipohjien mittauksissa vastaanottohuoneen tilavuus oli $V_2=75.8$ m³, jolloin tässä laboratoriossa pätee $D_{n,T} = R + 3.7$ dB. Betonivälipohjien mittauksissa $V_2=64.4$ m³, jolloin tässä laboratoriossa pätee $D_{n,T} = R + 3.0$ dB.



Kuva 2. Mitattujen välipohjarakenteiden periaatteelliset rakennekuvat. Kantava laatta on kerrottu neljän sisällä. Yksityiskoittaiset rakennekuvat ovat liitteessä 1. Kuvasta puuttuvat rakenteet H21 ja H22.

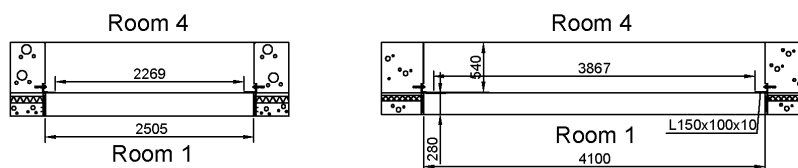


Kuva 3. Rakennusakustiikkalaboratorion pohjakuva. Tässä käytettiin huoneita 1–4 ja testiaukkoja C ja D.

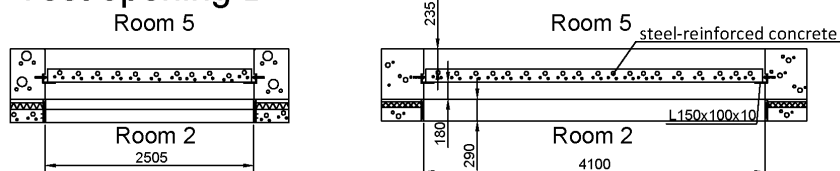


Kuva 4. Mittauksissa käytetyn laboratorion osan leikkauskuva.

Test opening C



Test opening D



Kuva 5. Testiaukkojen C ja D mitat. Testiaukkoon D on pysyvästi asennettu 160 mm teräsbetonilaatta. Testiaukko C ei sisällä kuvassa mitään, koska siihen voidaan asentaa kevytrakenteinen ylä- tai välipohja.

Taulukko 1. Huoneiden ja testiaukkojen mitat.

Huone	Pituus [m]	Leveys [m]	Korkeus [m]	Tilavuus [m ³]	Lattia-ala [m ²]
1	5.49	4.50	3.07	75.8	24.7
2	4.75	4.42	3.06	64.4	21.0
4+5	12.72	4.34	3.44	190.0	55.2

Aukko	Korkeus [m]	Leveys [m]	Syvyys* [m]	Pinta-ala [m ²]
C	4.10	2.51	0.87	10.27
D	4.10	2.51	0.87	10.28

Ilmääneneristävyys määritettiin standardin ISO 10140-2 (ISO, 2021b) mukaan. Ilmääneneristävyden määrittämiseksi kovaäänisillä tuotetaan laajakaistaista testikohinaa taajuuksilla 50–5000 Hz lähetyshuoneeseen (yläkerrassa oleva kaiuntahuone 4&5). Välipohjan läpi menevä ääni mitataan vastaanottohuoneessa rakenteen toisella puolella (puuvälipohjilla kaiuntahuone 1 ja betonivälipohjilla kaiuntahuone 2).

Ilmääneneristävyys R [dB] määritettiin yhtälöllä

$$(1) \quad R = L_A - L_{B,c} + 10 \lg \frac{S}{A_B}$$

missä L_A [dB] on äänenpainetaso tilakeskiarvo lähetyshuoneessa, $L_{B,c}$ [dB] on taustamelukorjatun äänenpainetaso tilakeskiarvo vastaanottohuoneessa B, S [m²] on erottavan välipohjan pinta-ala (10.2 m²) ja A_B [m²] on vastaanottohuoneen B absorptioala, joka määritetään jälkikaiunta-ajan T_B [s] ja huonetilavuuden V_B [m³] avulla yhtälöllä

$$(2) \quad A_B = 0.16 \frac{V_B}{T_B}$$

Taustamelukorjattu äänenpainetaso, $L_{B,c}$, määritetään yhtälöllä

$$(3) \quad L_{B,c} = \begin{cases} L_{B,tot} - 1.3 \text{ dB}, & \text{kun } L_{B,tot} - L_{B,bg} < 6 \text{ dB} \\ 10 \cdot \log_{10} \left(10^{L_{B,tot}/10} - 10^{L_{B,bg}/10} \right), & \text{kun } 6 \text{ dB} \leq L_{B,tot} - L_{B,bg} \leq 15 \text{ dB} \\ L_{B,tot}, & \text{kun } L_{B,tot} - L_{B,bg} > 15 \text{ dB} \end{cases}$$

missä $L_{B,bg}$ [dB] on taustamelun äänenpainetaso huoneessa B ja $L_{B,tot}$ [dB] on taustamelun ja kaiuttimen tuottaman kohinan yhdessä tuottama äänenpainetaso huoneessa B. Koska taustamelu riippuu mittapisteen paikasta, taustamelukorjaus tehdään jokaiseen äänenpainetason mittaukseen erikseen.

Tässä tutkimuksessa käytettiin kahta laboratorion huoneparia (**kuva 4**):

- Betonivälipohjat: lähetyshuoneena A toimi huone 4&5 ja vastaanottohuoneena B toimi huone 2;
- Puuvälipohjat: lähetyshuoneena A toimi huone 4&5 ja vastaanottohuoneena B toimi huone 1;

Molemmissa tapauksissa lähetyshuoneen ja vastaanottohuoneen mittaustilanteet olivat identtiset.

Testiääninä äänenpainetasojen A ja B mittauksissa käytettiin vaaleanpunaista kohinaa. Se tuotettiin lähetyshuoneeseen 4&5 käyttäen neljää eri äänilähdettä (itse rakennettuja: kaksi keskiäänistä, basso, diskantti). Kullekin kaiuttimelle käytettiin erillisiä kohinageneraattoreita (Behringer Ultra-Curve DEQ 2496, Behringer Ultra-Curve DEQ 2496, Behringer Ultra-Curve DEQ 2496, Behringer Ultra-Curve DEQ 2496). Kohinasignaali kaiuttimille vahvistettiin kolmella päätevahvistimella (Samson SERVO 260, QSC RMX 850, QSC RMX 850a).

Äänenpainetaso tilakeskiarvo sekä lähetyshuoneesta että vastaanottohuoneesta mitattiin käyttäen mikrofoni puomin pyörintä (Brüel&Kjær 3923), joka liikuttaa mikrofonia tilassa tasaisella nopeudella ympyrärataa pitkin, jonka säde on 100 cm. Mittausaika oli 64 sekuntia, jonka yksi pyöräytys kestää. Mittaus tehtiin esivahvistimella varustetulla kondensaattorimikrofonilla (Brüel&Kjær 4165 ja Brüel&Kjær 2669). Lähetyshuone- ja vastaanottohuoneesta oli samantyyppiset laitteet ja mittaukset tehtiin samanaikaisesti 2-kanavaisella reaaliaika-analysaattorilla (Norsonic 121). Lähetyshuone- ja vastaanottohuoneiden kanavien tasot kalibroitiin ennen ja jälkeen mittauksen äänitasokalibraattorilla (Brüel&Kjær 4231). Mikrofonit ja analysaattorit olivat jäljitettävästi kalibroituja akkreditoidussa kalibrointilaboratoriossa.

Vastaanottohuoneen B jälkikaiunta-aika T_2 mitattiin standardin ISO 3382-2 (ISO, 2008) mukaisesti. Signaali (vaaleanpunainen kohina) tuotettiin reaaliaika-analysaattorilla (Norsonic 121) ja vahvistettiin päätevahvistimella (QSC 900 W USA). Kiinteitä kaiutinpaikkoja oli kaksi ja kiinteitä mikrofoni paikkoja kolme. Mikrofonilaitteisto oli sama kuin edellä, mutta mikrofoni paikat vaihdettiin käsin (pyörin sammutettuna). Jälkikaiunta-aika määritettiin 12 mittauksen perusteella käyttäen 20 dB vaimenemiseen kuluva aika. Kaikki äänisignaalit analysoitiin reaaliaika-analysaattorilla (Norsonic 121).

Ilmaääneneristävyyden yksilukuarvo (ilmaääneneristysluku R_w) ja spektripainotusermit C (4 vaihtoehtoa) ja C_{tr} (4 vaihtoehtoa) määritettiin standardin ISO 717-1 (ISO, 2020a) mukaan.

2.4 Askelääneneristävyys

Askelääneneristävyys tarkoittaa, miten rakenteet huoneen A ja B välillä on toteutettu askeläänikojeen huoneeseen B tuottaman runkoäänän voimakkuuden kannalta.

Askelääneneristävyyttä tarkastellaan tässä raportissa vain ylhäältä alaspäin niin, että huone A on huoneen B yläpuolella. Käytännön rakennuksissa askelääneneristystä pitää myös tarkastella alhaalta ylöspäin, vaakasunnassa ja erikoistapauksissa myös ristiin.

Askelääneneristävyyden fysikaalinen vastine rakennuksessa on *standardisoitu askeläänepainetaso*, L'_{nT} [dB], joka määritetään mittauksin ISO 16283-2 mukaan (ISO, 2018). Kun huone A on huoneen B yläpuolella, L'_{nT} riippuu

- Välipohjan normalisoidusta askeläänepainetasosta, L_n [dB],
- Välipohjan liitoksesta ympäristöön,
- Sivuavien rakenteiden äänensäteilykyvystä huoneessa B.

Tässä tutkimuksessa mitattiin normalisoitu askeläänenpainetaso laboratorio-olosuhteissa, jossa edellä kuvattua heikennystekijää c ei ole läsnä. Koska L'_{nT} lasketaan eri yhtälöllä kuin L_n , näiden suureiden arvot poikkeavat hieman toisistaan, vaikka mittaus tehdään samassa kohteessa. Tämän raportin mukaisissa puuvälipohjien mittauksissa vastaanottohuoneen tilavuus oli $V_2=75.8 \text{ m}^3$, jolloin tässä laboratoriossa pätee $L'_{nT} = L_n - 3.8 \text{ dB}$. Betonivälipohjien mittauksissa $V_2=64.4 \text{ m}^3$, jolloin tässä laboratoriossa pätee $L'_{nT} = L_n - 3.1 \text{ dB}$.

Suomalaiset rakentamismääräykset koskevat standardisoidulla askeläänikojeella saatavia askeläänitasoluvun arvoja. Sekä ISO 10140-3 että ISO 16283-2 antavat myös mahdollisuuden määrittää askelääneneristävyyttä käyttäen standardisoitua kumipalloa. Tästä johtuen projektissa tehtiin mittaukset molemmilla askeläänilähteillä (**kuva 6**).



Kuva 6. Tutkimuksessa käytetyt standardoidut askeläänilähteet olivat a) askeläänikoje ja b) kumipallo.

ISO 10140-5 standardi (ISO, 2022) vaatii, että askeläänikojeessa on 5 kpl 0.5 kg painoista vasaraa, jotka putoavat tasaisin väliajoin (10 kertaa sekunnissa, 10 Hz) lattian pintaan 0.040 m korkeudelta. Vasara on sylinteri, jonka halkaisija on 30 mm ja alapinnan kaarevuussäde 500 mm. Vasarat ovat suoralla ja vasaroiden välinen etäisyys on 100 mm. Vapaasti pudotetun vasaran putoamisnopeus on noin 0.033 m/s osuessaan lattiaan. Askeläänikojeen ääni muistuttaa lähtökohtaisesti kaksin käsin vasarointia mutta alapuolisessa huoneessa ääni voi olla kopisevaa tai jymisevää, riippuen välipohjarakenteesta. Koska ääni on tasainen, määritetään siitä ekvivalentti äänenpainetaso $L_{eq,T}$ vähintään 30 sekunnin ajalta T käytettäessä pyörivää mikrofoni puomia.

ISO 10140-5 standardin (ISO, 2022) mukaan kumipallon vaatimuksena on, että se tuottaa 1.000 m korkeudelta lattiaan pudotettuna tietyn voimatason lattiaan. Yleisesti käytetään silikonivalmisteista palloa, jonka halkaisija, seinämävahvuus, massa ja kimmoisuusaste ovat 180 mm, 30 mm, 2.500 kg ja 0.80. Koska ääni on yksittäinen impulssi, määritetään siitä Fast-aikapainotettu enimmäisäänepainetaso, jota merkitään suureella $L_{i,Fmax}$.

Koska herätteet ja käytettävät tasosuureet ovat erilaisia, ei askeläänikojeella ja kumipallolla saatuja mittaustuloksia tule suoraan verrata keskenään.

Askeläänikojemenetelmä. Välipohjarakenteen normalisoitu askeläänepainetaso, L_n [dB], määritettiin ISO 10140-3 (ISO, 2021b) mukaan pystysuunnassa ylhäältä alaspäin yhtälöllä

$$(4) \quad L_n = L_{B,c} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{A_B}{A_0} \right)$$

missä $L_{B,c}$ [dB] on askeläänikojeen käynnin aikainen taustamelukorjattu äänenpainetason keskiarvo huoneessa B (määrittäminen **yhtälön 3** tapaisesti), A_B [m²] on huoneen 2 absorptioala **yhtälön 2** mukaan ja $A_0=10 \text{ m}^2$ on vertailuabsorptioala.

Tutkittava iskuääni tuotettiin huoneeseen 1 askeläänikojeella (Norsonic 277, Norja). Askeläänikojeella käytettiin 5–6 vakiopaikkaa. Askeläänikojeen tuottama äänenpainetaso sekä taustamelun äänenpainetaso vastaanottohuoneessa B mitattiin samoilla mittalaitteilla ja mittausajoilla kuin luvussa 2.3. Myös vastaanottohuoneen B jälkikaiunta-aika mitattiin kuten [luvussa 2.3](#).

Vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika mitattiin kuten [luvussa 2.3](#).

Betonilaatalla ja massiivipuulaatalla askeläänikojeen paikkavalinta vaikuttaa melko vähän lopputulokseen. Sen sijaan avokotelolaatalla paikkavalinnalla on suuri merkitys lopputulokseen silloin, jos lattiapinnoitetta ei ole tai se on kevyt.

Mikrofonin ja analysaattorin toiminta tarkistettiin ennen jokaista mittausta äänitasokalibraattorilla (Brüel&Kjær 4231, Tanska). Mikrofoni ja analysaattori ovat jäljitettävästi kalibroituja akkreditoitussa kalibrointilaboratoriossa.

Askeläänenpainetason yksilukuarvo (normalisoitu askeläänitasoluku $L_{n,w}$), spektripainotusermi C_1 ja spektripainotusermi $C_{1,50-2500}$ määritettiin standardin ISO 717-2 (ISO, 2020b) mukaan.

Kumipallomenetelmä. Vaihtoehtoinen heräte tuotettiin kumipallolla (Rion YI-01, Japani). Pallo pudotettiin 1.00 m korkeudelta mitattuna lattiarakenteen näkyvästä pinnasta. Pudotus tehtiin lähetyshuoneessa A 4 eri paikassa ja kussakin paikassa äänenpainetason mittaus tehtiin 4 eri paikassa vastaanottohuoneessa B. Pallon pudotuksen aiheuttama Fast-aikapainotettu enimmäisäänepainetaso, $L_{F,max}$, mitattiin 1/3-oktaavikaistoilla 50–630 Hz käyttäen äänitasomittaria (Nor150, Norja), jossa oli kondensaattorimikrofoni (Nor1225, Norja) ja esivahvistin (Nor1209, Norja). Huoneen B taustamelutaso, $L_{B,bg}$, mitattiin samoissa neljässä paikassa. Taustamelukorjaus huoneessa B ja vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika T huoneessa B määritettiin kuten [luvussa 2.3](#). Yhteensä mittauksia tehtiin 16 kpl ja näistä määritettiin keskiarvo $L_{i,F,max}$. Huoneen kaiunta ja tilavuus vaikuttavat tähän arvoon. Siksi lopputuloksena ilmoitetaan standardisoitu enimmäisaskeläänenpainetaso, $L_{i,F,max,V,T}$, joka määritettiin standardin mukaan yhtälöllä

$$(5) \quad L_{i,F,max,V,T} = L_{i,F,max,M} + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{V}{V_0} \right) - 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{\left(\frac{1 - \frac{1}{C_0}}{1 - \frac{1}{C}} \right)}{\left(\frac{1}{C_0^{(1-C_0)}} - \frac{1}{C_0^{(1-\frac{1}{C_0})}} \right)} \cdot \frac{\left(\frac{1}{C^{(1-C)}} - \frac{1}{C^{(1-\frac{1}{C})}} \right)}{\left(\frac{1}{C_0^{(1-C_0)}} - \frac{1}{C_0^{(1-\frac{1}{C_0})}} \right)} \right]$$

missä V [m³] on vastaanottohuoneen tilavuus, $V_0=50$ m³ (vertailutilavuus), $C_0=0.2894$ ja

$$(6) \quad C = \frac{T}{1.7275}$$

missä T [s] on vastaanottohuoneen jälkikaiunta-aika.

Äänitasomittarin toiminta tarkistettiin ennen jokaista mittausta äänitasokalibraattorilla (Brüel&Kjær 4231, Tanska). Äänitasomittari oli jäljitettävästi kalibroitu akkreditoitussa kalibrointilaboratoriossa.

Kumipalloon liittyvä yksilukuarvo (standardisoitu enimmäisaskeläänitasoluku, $L_{iA,F,max,V,T}$) määritettiin standardin ISO 717-2 (ISO, 2020b) mukaan suureen $L_{i,F,max,V,T}$ taajuuskaistojen 50–630 Hz A-painotettuna äänenpainetasona.

2.5 Dynaaminen jäykkyys

Suurin osa tutkituista välipohjarakenteista sisälsi ns. kelluvan lattian (Kuvan 2 sarakkeet 3, 5, 7, 8, 10 ja 11). Kelluvan laatan alla sijaitsevan elastisen lattianaluslevyn dynaaminen jäykkyys yksikköalaa kohti, s' [Pa/m, N/m³], määritettiin mittaustandardin ISO 9052-1 (ISO, 1989) mukaan. Suure kuvaa levyn joustavuutta levyn pintaan nähden kohtisuorassa suunnassa, johon myös lattian kuorma kohdistuu.

Kustakin lattianaluslevytuotteesta leikattiin kolme näytettä, joiden ala oli 200x200 mm. Korkeus on tuotteen paksuuden mukainen. Näytteiden tuloksista raportoidaan keskiarvo.

Mittausjärjestely on esitetty [kuvassa 7](#). Lattianaluslevynäyte asennettiin jäykkää ja suoraa lattiaa vasten (pintamassa > 600 kg/m²). Kuormalevy (teräs 25x200x200 mm, $m_L=7.8$ kg) asennettiin näytteen päälle, jolloin lattia, näyte ja kuormalevy muodostivat massa-jousi-massa systeemin. Kuormalevy herätettiin

värähtelemään pystysuunnassa näytteen päällä käyttäen sähkömagneettista värähtelijää (Brüel&Kjær 4805 + Brüel&Kjær 13), johon oli liitetty sauva. Värähdyksliikkeen herättävänä suureena on tällöin voima F [N], jolla sauva työntää kuormalevyä. Sauvan ja kuormalevyn väliin oli asennettu voima-anturi (Brüel&Kjær 8200). Herätevoiman signaalina käytettiin analysaattorin (Norsonic 840A) tuottamaa valkoista kohinaa, joka kattaa laajan taajuuskaistan. Kohinasignaali vahvistettiin värähtelijää varten vahvistimella (Brüel&Kjær 2707). Kuormalevyn liikevaste (so. reaktio täristävään voimaan) voidaan mitata seuraamalla levyn paikkaa, nopeutta tai kiihtyvyyttä ajan funktiona. Tässä tutkimuksessa seurattiin kiihtyvyyttä, a [m/s²], joka mitattiin kuormalevyn pinnalta kiihtyvyyssanturilla (Brüel&Kjær 4370). FFT-analysaattorilla (Fast Fourier Transform, Norsonic 840A) heräte (voima) ja vaste (kiihtyvyys) jaettiin vakiolevyisiin taajuuskaistoihin. Kiihtyvyyden ja voiman suhdetta eli siirtofunktiota taajuudella f kutsutaan akseleranssiksi (engl. *accelerance*) $A(f)$:

$$(7) \quad A(f) = \frac{a(f)}{F(f)}$$

Massa-jousi-massa-systeemin resonanssitaajuudella, f_r , kuormalevy värähtelee voimakkaasti ja akseleranssilla on selvästi havaittava huippuarvo. Resonanssitaajuus määritettiin etsimällä tämä huippuarvo. FFT-analyysin resoluutio oli 0.244, 0.488, tai 0.977 Hz riippuen resonanssitaajuuden arvosta. Näennäinen dynaaminen jäykkyys yksikköalaa kohti, s'_t [N/m³], määritettiin yhtälöllä

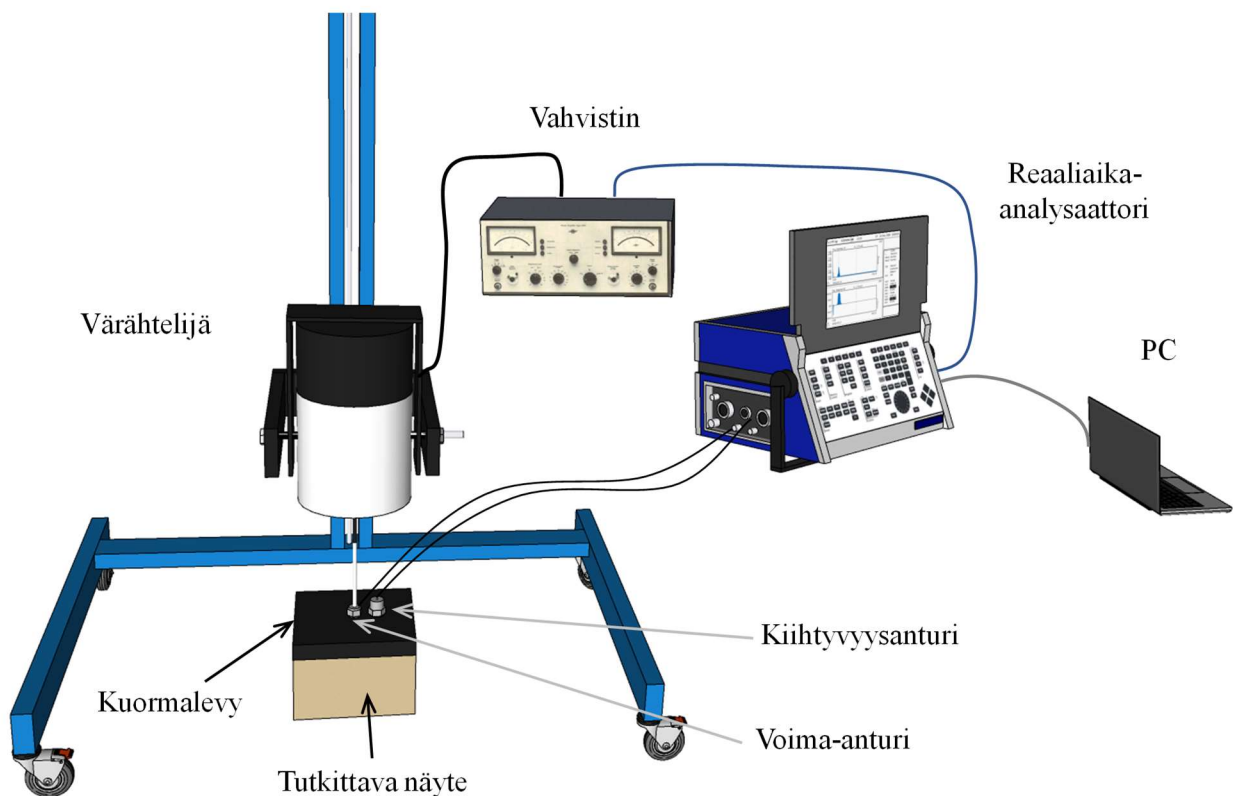
$$(8) \quad s'_t = 4\pi^2 m_L f_r^2 / A$$

missä A [m²] on näytteen ala (0.04 m²).

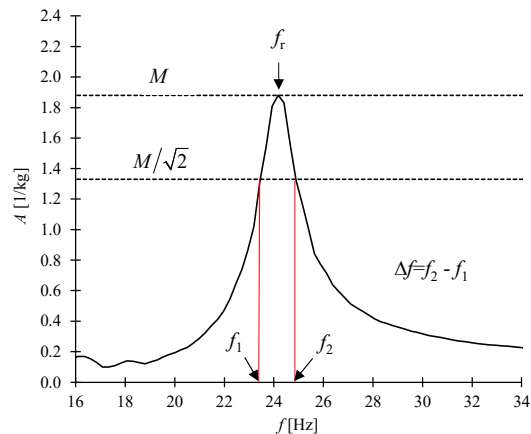
Lattianaluslevyn häviökerroin määritettiin Schiavin (2018) esittämällä tavalla yhtälöstä

$$(9) \quad \eta = \frac{\Delta f}{f_r}$$

Kuvassa 8 on määritelty siinä tarvittavat muuttujat.



Kuva 7. Dynaamisen jäykkyyden mittausjärjestely.



Kuva 8. Häviökertoimen määrittäminen akseleranssin spektristä (viiva). M tarkoittaa akseleranssin arvoa resonanssitaajuudella.

Jos lattianaluslevymateriaalin virtausvastus on suuri (yli 100 kPa·s/m²), on lopputulos s' sama kuin s'_t . Tällaisia materiaaleja ovat mm. EPS-pohjaiset tuotteet.

Jos tutkittavan elastisen materiaalin virtausvastus on alhainen (esim. mineraalivillat), joudutaan arvoon s'_t tekemään korjaus **yhtälön (10)** mukaisesti.

Värähtelevä ilma virtausvastukseltaan alhaisen materiaalin sisällä pakenee näytteestä vaakasuunnassa paineen kohdistuessa kuormalevyyn pystysuunnassa. Näin ei tapahdu täysinmittaisessa lattiassa, koska levy ulottuu seinästä seinään eikä ilma pakene materiaalin sisältä kuin korkeintaan huoneen reunoilla käveltäessä, jos jalkalista ei ole tiivis. Puristuva ilma elastisen materiaalin sisällä muodostaa sekundäärinen jäykkyystekijän, joka on ilman dynaaminen jäykkyys yksikköalaa kohti, s'_a [N/m³]. Se lasketaan yhtälöstä

$$(9) \quad s'_a = \frac{p_0}{d(1 - \rho/\rho')}$$

missä p_0 [Pa] on ilmakehän paine (yleensä 101300 Pa), d [m] on levyn paksuus, ρ [kg/m³] on levyn tiheys (siinä oleva ilma mukaan lujien), ja ρ' [kg/m³] on levyn raaka-aineen tiheys (ilman ilmahuokosia).

Materiaalin dynaaminen jäykkyys yksikköalaa kohti (huokosissa liikkuva ilma huomioon ottaen) saadaan yhtälöllä

$$(10) \quad s' = s'_t + s'_a$$

ISO 9052-1 suosittelee, ettei tätä korjausta tehdä, jos materiaalin virtausresistiivisyys on alueen 10–100 kPa·s/m² ulkopuolella. Koska suosituksen tieteellinen peruste on epäselvä, raportoimme arvot s' , s'_a ja s'_t .

3 Mittaustulokset

Välipohjarakenteiden askel- ja ilmääneneristävyuden mittaustulokset on esitetty **liitteessä 2**. Yksilukusuureiden arvot on esitetty koottuna **taulukossa 2**.

Lattianalusmateriaalien dynaaminen jäykkyys ja häviökertoimen on esitetty **taulukossa 3**.

Tulokset on myös julkaistu kansainvälisessä tiedelehdessä (Hongisto et al., 2023a) ja avoimena datana verkossa (Hongisto et al. 2023b).

Taulukko 2. Ääneneristävyyden yksilukuarvot: askeläänikojeella mitattu askeläänitasoluku ($L_{n,w}+C_{1,50-2500}$), kumipallolla mitattu standardisoitu enimmäisaskeläänitasoluku ($L_{iA,Fmax,V,T}$), ilmaääneneristysluku (R_w).

	$L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ [dB]	$L_{iA,Fmax,V,T}$ [dB]	R_w [dB]
Puinen avokotelolaatta 370 mm			
Jäykkä alakatto			
R2a	74	69	49
R3a	65	65	56
R5a	59	56	63
R6a	66	66	56
R7a	63	60	60
R10a	66	63	56
Puinen avokotelolaatta 370 mm			
Joustava alakatto			
R2b	56	53	62
R3b	49	49	70
R5b	44	44	75
R6b	47	48	71
R7b	48	44	72
R8b	50	45	72
R9b	48	46	68
R11b	48	44	74
Puinen avokotelolaatta 370 mm, ei villaa			
Joustava alakatto			
R2c	60	58	54
Massiivipuulaatta 140 mm			
Ei alakattoa			
X2	70	70	38
X3	64	64	49
X4	60	59	55
X5	58	55	55
Massiivipuulaatta 260 mm			
Ei alakattoa			
C2	65	66	42
C3	59	60	54
C4	53	55	61
C5	51	52	61
C7	63	60	57
Massiivipuulaatta 260 mm			
Ripustuslanka-alakatto			
C2c	42	42	70
C3c	44	41	73
C4c	43	43	74
C5c	40	42	75
C7c	44	39	75
C11c	44	38	74
Teräsbetoni-laatta 160 mm			
Ei alakattoa			
H2	60	59	49
H3	52	51	62
H4	49	47	65
H5	45	43	66
H7	55	51	63
H8	53	51	63
H21	64	59	50
H22	54	55	58

Taulukko 3. Lattianalusmateriaalien paksuus (d), pintamassa (m'), dynaaminen jäykkyys yksikköalaa kohti (s') ja häviökerroin (η).

Lattianalusmateriaali	d [mm]	m' [kg/m ²]	s' [MN/m ³]	η
30 mm EPS	30	0.42	11	0.064
3.0 mm EPS alusmatto	3	0.14	64	0.22
50 mm lasivilla	50	3.4	8	0.048
13 mm lasivilla	13	1.5	24	0.086
30 mm lasivilla	30	2.6	13	
35 mm EPS	35	1.9	12	

4 Tulosten hyödyntäminen

Raportin sisältämiä laboratoriomittauksia voi hyödyntää rakennusakustiikan opetuksessa, ääneneristysilmiöiden ymmärtämisessä, laskentamallien kehittämisessä, akateemisessa tutkimuksessa, rakenneratkaisujen valinnassa ja tuotekehityksessä.

Kiitokset

Tähän raporttiin liittyvät mittaukset ovat osa tutkimusprojektia, jonka rahoitti Ympäristöministeriö. Kiitämme Petri Heinoa projektin ohjauksesta.

Kiitämme tutkijoita, jotka antoivat suunnitteluvaiheessa hyödyllistä palautetta:

- Jörgen Olsson, RISE Research Institutes of Sweden, Växjö, Sweden
- Andreas Linderholt, Linneaus University, Växjö, Sweden
- Jesse Lietzén, Tampereen yliopisto

Tutkimusta varten pyysimme ja saimme lahjoituksena materiaaleja useilta rakennustuotevalmistajilta. Kiitämme heitä näistä materiaaleista sekä hyödyllisestä asiantuntijaohjauksesta liittyen materiaalivalintaan ja materiaalien asianmukaiseen soveltamiseen tässä projektissa:

- VVR Wood Oy, Ville Valve
- CLT Finland Oy, Jukka Peltokangas ja Matti Yli-Sissala
- Saint-Gobain Finland Oy (Weber), Hassan Raad
- Saint-Gobain Finland Oy (Isover) Jussi Jokinen
- Saint-Gobain Finland Oy (Gyproc), Harri Kempainen, Petri Lindroos, Janne Inkinen, ja Kimmo Anttila
- Christian Berner Oy, Tuomas Laitinen

Kirjallisuus

- C1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma (1998). Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet, Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Helsinki.
- C1 Suomen Rakentamismääräyskokoelma (1975). Ääneneristys. Määräykset. Sisäasiainministeriö, Helsinki.
- Rasmussen, B. (2019). Sound insulation between dwellings—Comparison of national requirements in Europe and interaction with acoustic classification schemes. Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics. 5102–5109. 9–13 Sep, Aachen, Germany.
- Hongisto, V., Virjonen, P., Maula, H., Saarinen, P., Radun, J. (2020). Impact sound insulation of floating floors: A psychoacoustic experiment linking standard objective rating and subjective perception. *Building and Environment* 184 107225, 12 pp. Open access at: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107225>.
- Hongisto, V., Alakoivu, R., Virtanen, J., Hakala, J., Saarinen, P., Laukka, J., Linderholt, A., Olsson, J., Jarnerö, K., Keränen, J. (2023a). Sound insulation dataset of 30 wooden and 8 concrete floors tested in laboratory conditions. Data in Brief 49 109393. Open access at: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.109393>.
- Hongisto, V., Keränen, J., Laukka, J., Alakoivu, R., Hakala, J., Virtanen, J. (2023b). TUAS 2023 Floor Sound Insulation Rev1. Mendeley Data, 16 June. Open access at: <https://data.mendeley.com/datasets/y83p8mpryd/2>.
- Hongisto, V., Laukka, J., Alakoivu, R., Virtanen, J., Hakala, J., Linderholt, A., Jarnerö, K., Olsson, J., Keränen, J. (2023c). Suitability of standardized single-number ratings of impact sound insulation for wooden floors – Psychoacoustic experiment. *Building and Environment* 110727. Open access at: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110727>.
- ISO (1989). ISO 9052-1:1989 Acoustics – Determination of dynamic stiffness – Part 1: Materials used under floating floors in dwellings.
- ISO (2020a). ISO 717-1:2020 Acoustics – Rating of sound insulation of building elements - Part 1: Airborne sound insulation
- ISO (2020b). ISO 717-2:2020 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation
- ISO (2008). ISO 3382-2:2008 Acoustics – Measurement of room acoustic parameters - Part 2: Reverberation time in ordinary rooms.
- ISO (2014). ISO 16283-1:2014 Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation.
- ISO (2018). ISO 16283-2:2018 Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation.
- ISO (2021a). ISO/TS 19488:2021 Acoustics – Acoustic classification of dwellings. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO (2021b). ISO 10140-2:2010 Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 2: Measurement of airborne sound insulation
- ISO (2021c). ISO 10140-3:2021 Acoustics – Laboratory measurement of sound insulation of building elements – Part 3: Measurement of impact sound insulation
- Kylliäinen, M., Hongisto, V., Oliva, D., Rekola, L. (2017). Subjective and Objective Rating of Impact Sound Insulation of a Concrete Floor with Various Coverings. *Acta Acustica united with Acustica*, 103(2) 236–251.

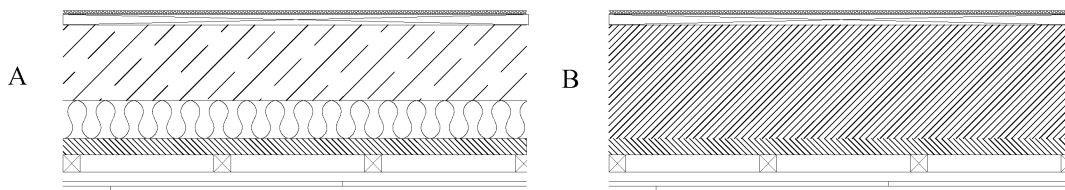
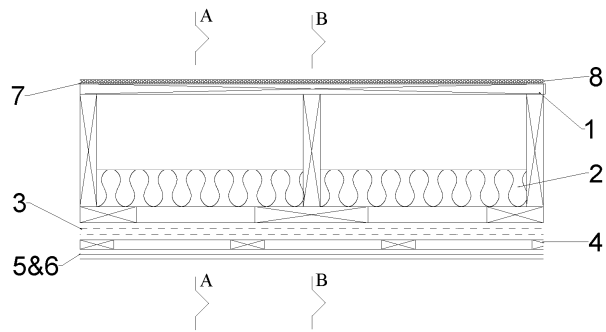
SFS (2022). SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.

Schiavi, A. (2018). Improvement of impact sound insulation: A constitutive model for floating floors. Applied Acoustics 129 64–71.

Ympäristöministeriö (2017). Ympäristöministeriön asetus 796-2017 rakennuksen ääniympäristöstä, 24.11.2017, Helsinki. Avoin pääsy: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>.

Ympäristöministeriö (2018). Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 28.6.2018, Helsinki. Avoin pääsy: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B2852D34E-DA43-4DCA-9CEE-47DBB9EFCB08%7D/138568>.

R2a

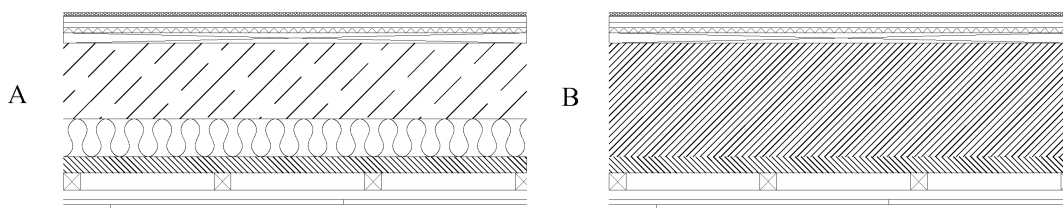
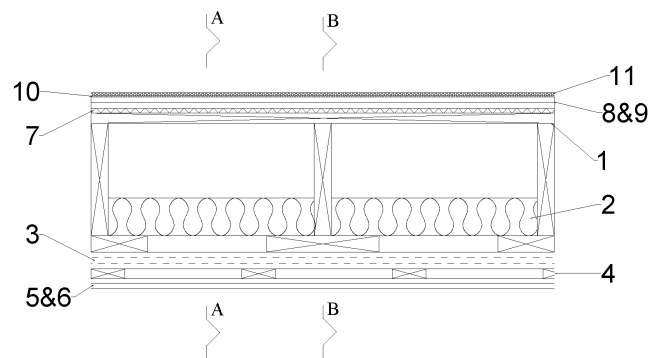


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R3a

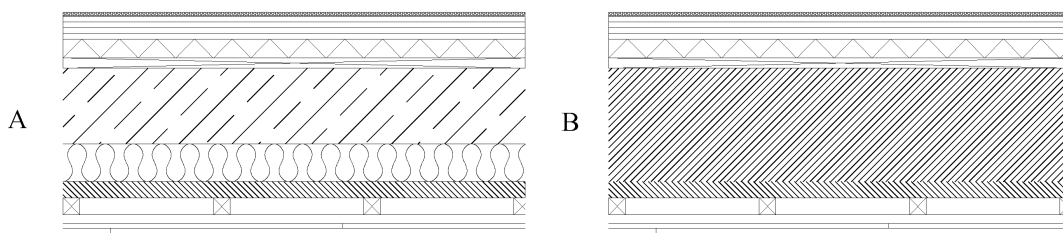
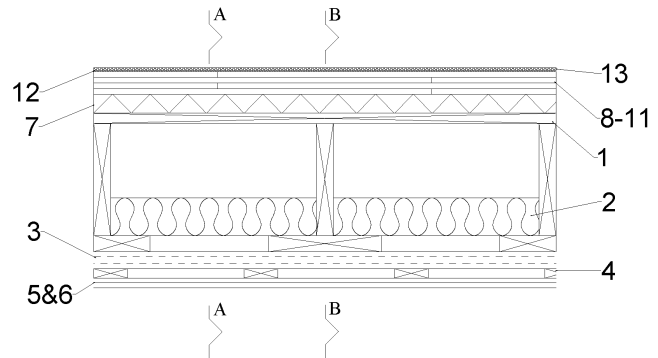


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
10. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
10. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

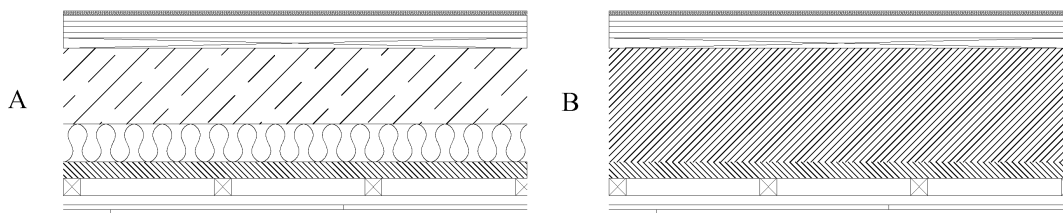
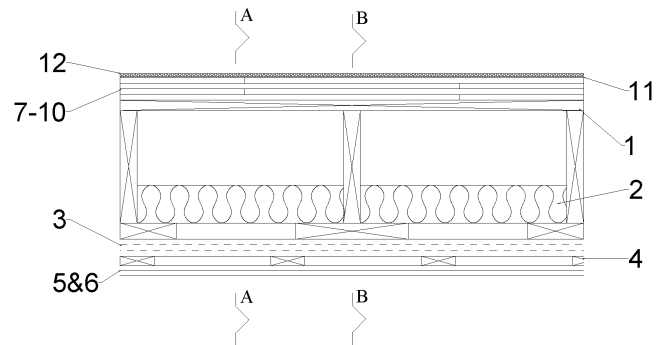
R5a



1. Avokotelolaatta 370 mm
 2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
 3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
 4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
 5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 7. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
 8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 11. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 12. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 13. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²
-
1. Open box slab 370 mm
 2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
 3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
 4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
 5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 7. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
 8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 11. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 12. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 13. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

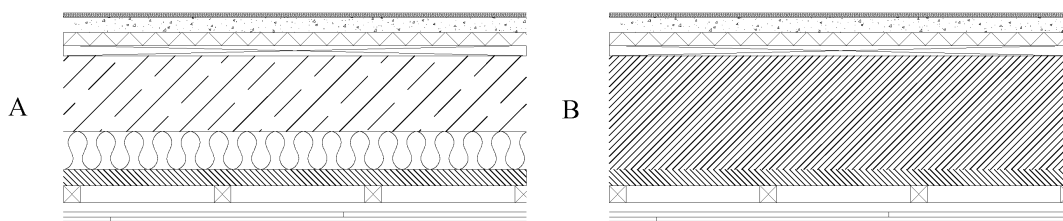
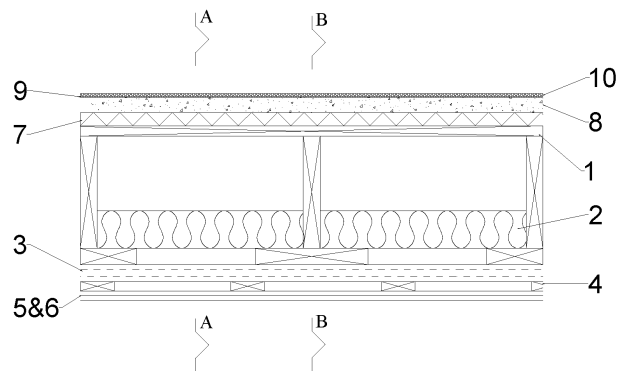
R6a



1. Avokotelolaatta 370 mm
 2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
 3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
 4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
 5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 7. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 11. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 12. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²
-
1. Open box slab 370 mm
 2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
 3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
 4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
 5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 7. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 11. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 12. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R7a

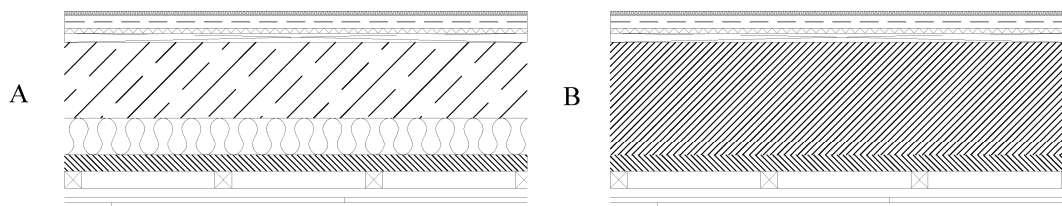
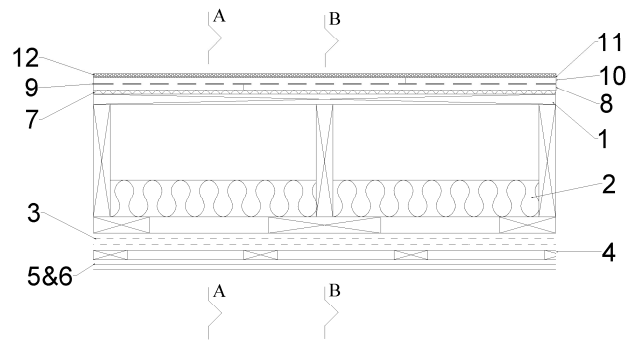


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotekstiili
9. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²
10. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotextile
9. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
10. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R10a

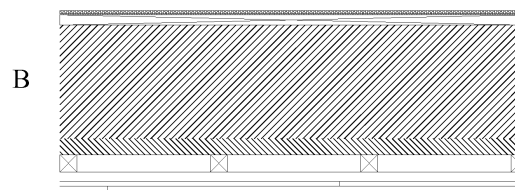
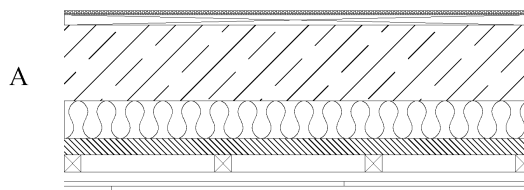
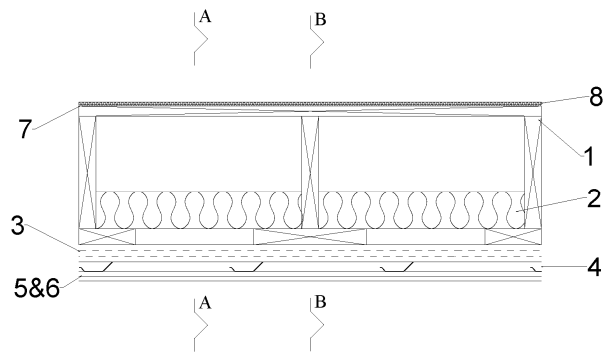


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm puuranka, 25x100 mm, k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
9. 3 mm laasti, 3.6 kg/m²
10. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
11. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
12. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm timber stud, 25x100 mm, cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 13 mm glass wool, 24 MN/m³ 1.5 kg/m²
8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
9. 3 mm mortar, 3.6 kg/m²
10. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
11. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
12. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R2b

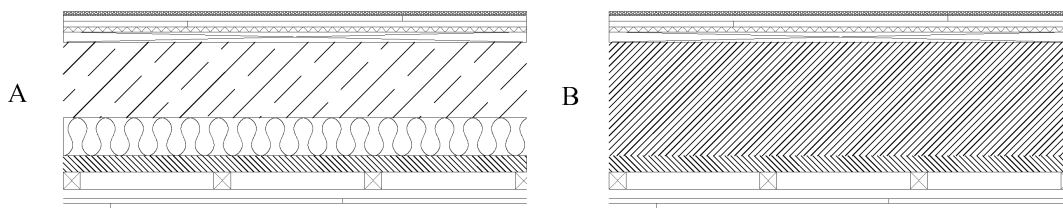
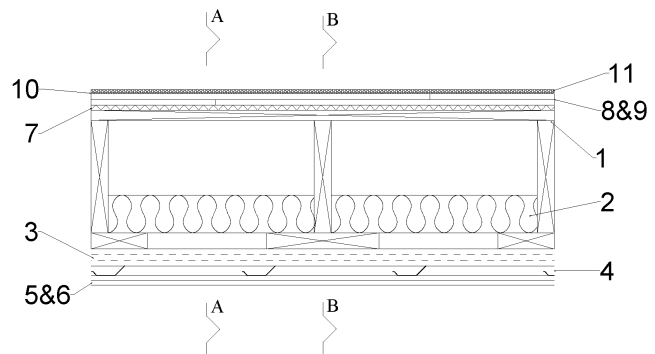


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R3b

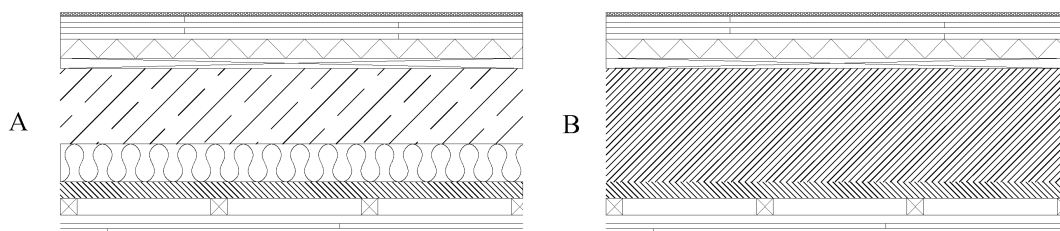
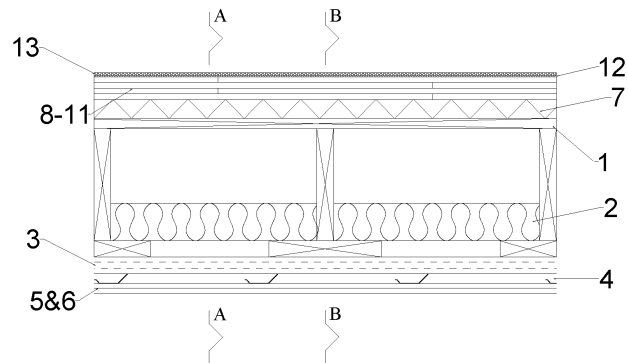


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
10. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
10. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

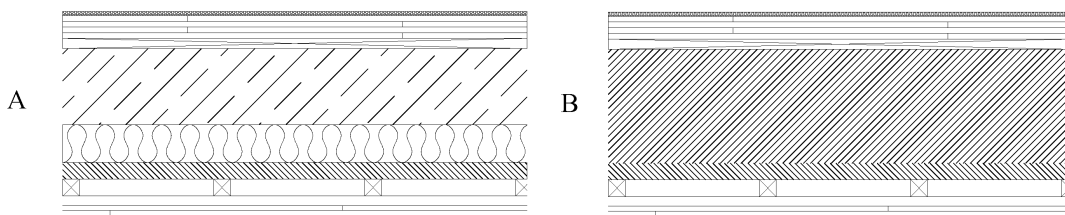
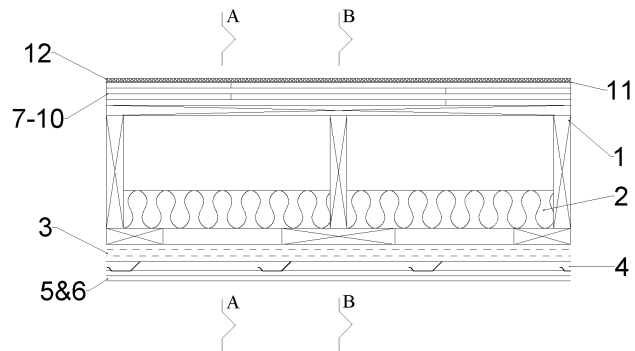
R5b



1. Avokotelolaatta 370 mm
 2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
 3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
 4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
 5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
 7. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
 8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 11. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
 12. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 13. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²
-
1. Open box slab 370 mm
 2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
 3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
 4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
 5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
 7. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
 8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 10. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 11. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
 12. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
 13. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R6b

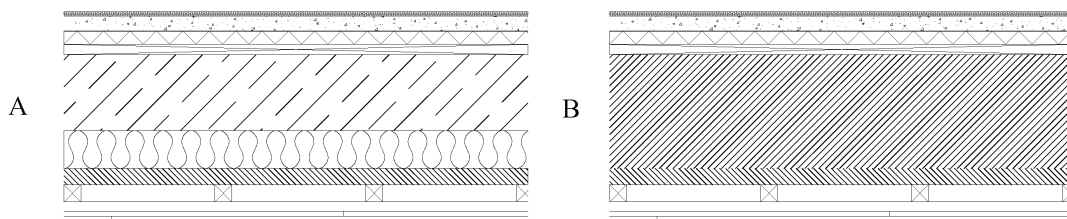
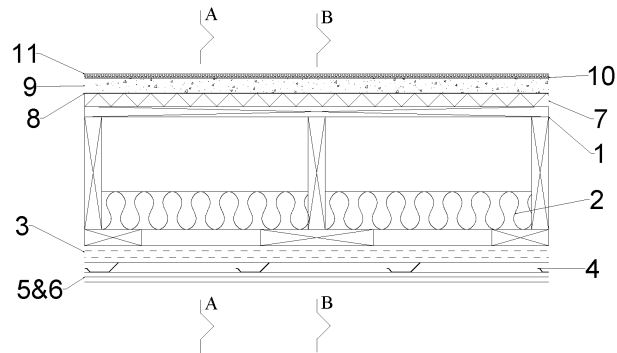


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
8. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
9. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
10. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
11. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
12. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
8. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
9. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
10. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
11. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
12. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R7b

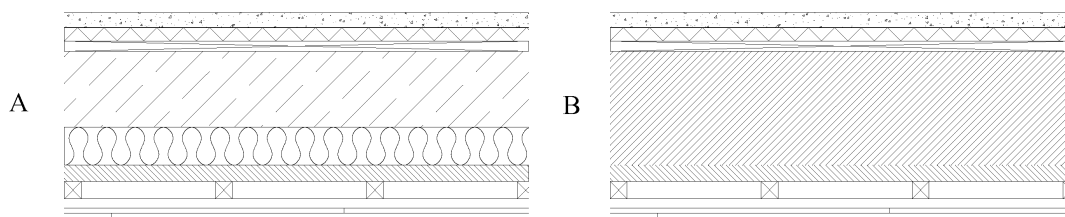
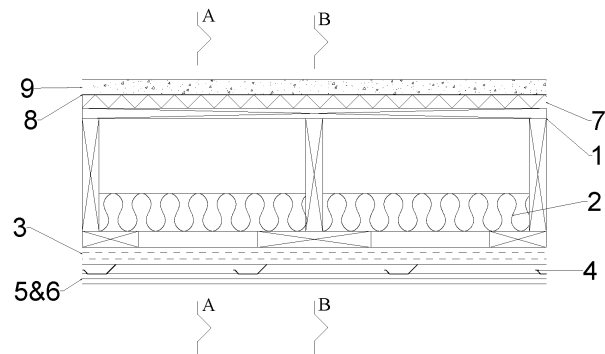


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotekstiili
9. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²
10. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotextile
9. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
10. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
11. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R8b

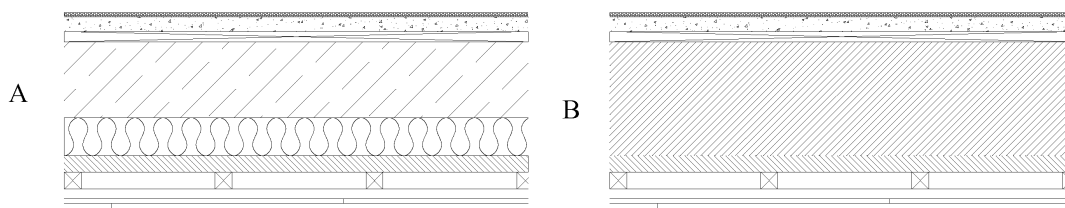
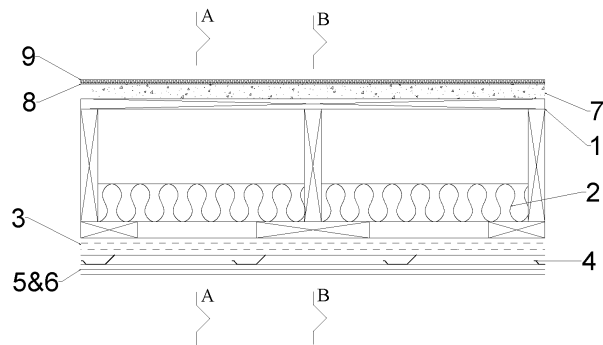


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotekstiili
9. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 35 mm EPS, 12 MN/m³
8. Geotextile
9. 40 mm floor screed, 68 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R9b

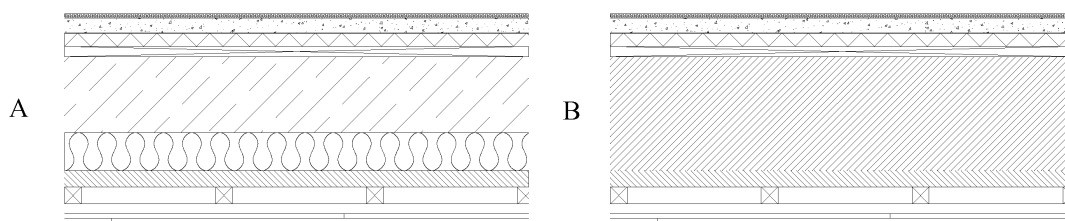
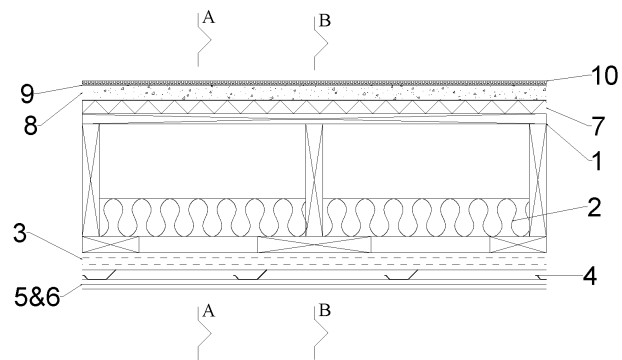


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m² (alla rakennusmuovi)
8. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
9. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
8. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
9. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R11b

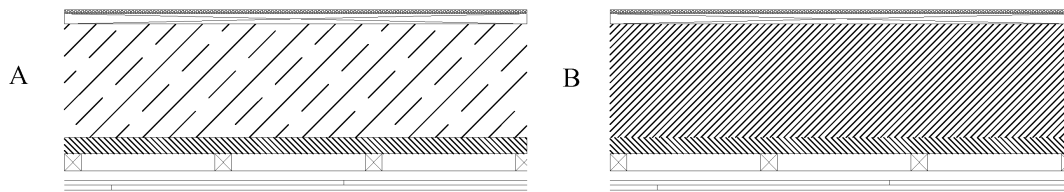
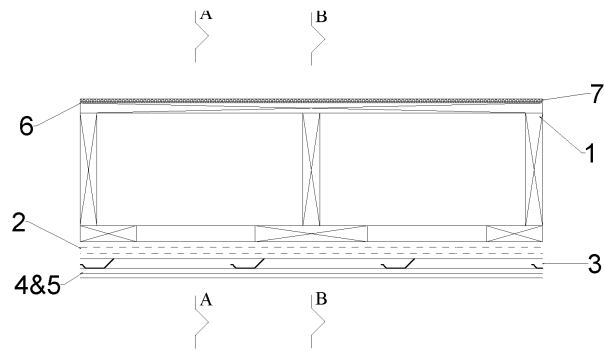


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 100 mm lasivilla, 10 kg/m³
3. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
4. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
7. 30 mm lasivilla, 13 MN/m³
8. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²
9. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
10. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 100 mm glass wool, 10 kg/m³
3. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
4. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
7. 30 mm glasswool, 13 MN/m³
8. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
9. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
10. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

R2c

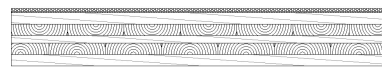
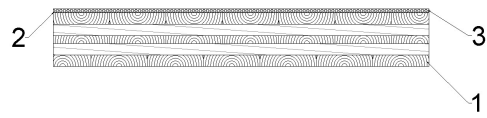


1. Avokotelolaatta 370 mm
2. 45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k 400 mm
3. 25 mm jousiranka, 0.32 MN/m², k 400 mm
4. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
5. 13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)
6. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
7. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Open box slab 370 mm
2. 45 mm timber stud, 45x45 mm, cc 400 mm
3. 25 mm resilient stud, 0.32 MN/m², cc 400 mm
4. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
5. 13 mm gypsum board, 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)
6. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
7. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	11 November 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

X2

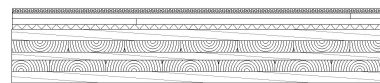
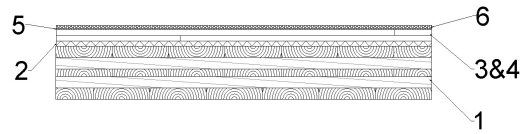


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 140 mm (syrjäliimattu)
2. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 140 mm (edge-glued)
2. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	21 March 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

X3

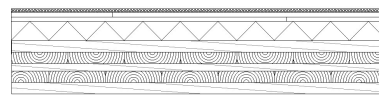
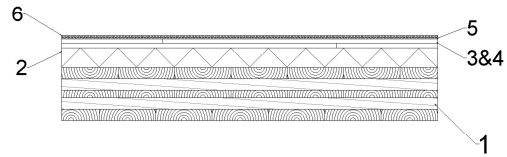


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 140 mm (syrjäliimattu)
2. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 140 mm (edge-glued)
2. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	21 March 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

X4

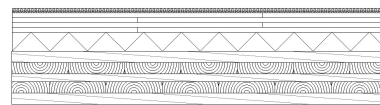
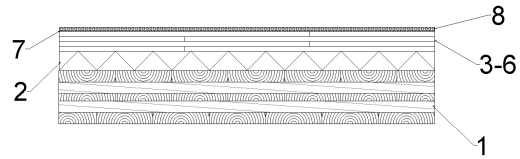


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 140 mm (syrjäliimattu)
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 140 mm (edge-glued)
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	21 March 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

X5

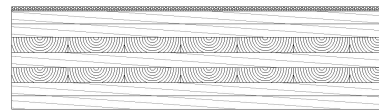
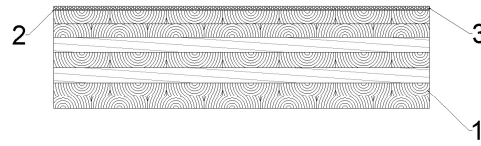


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 140 mm (syrjäliimattu)
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
6. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 140 mm (edge-glued)
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
6. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	21 March 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C2

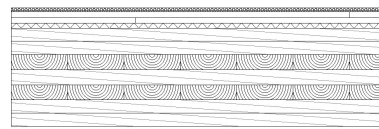
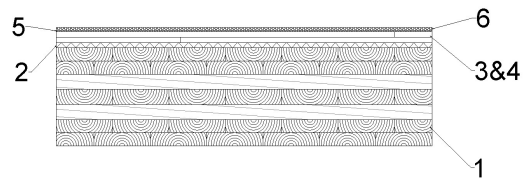


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C3

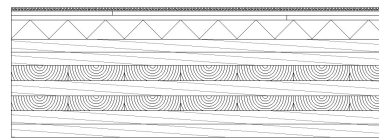
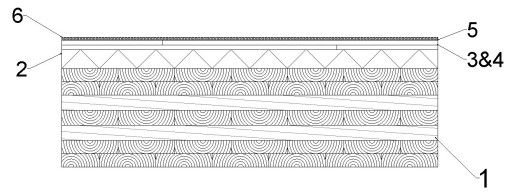


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C4

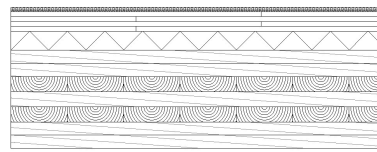
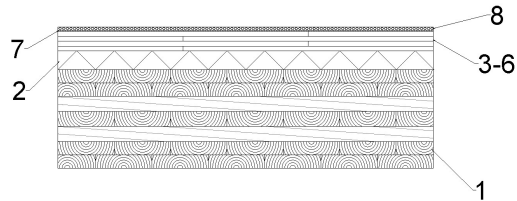


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C5

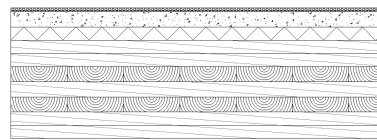
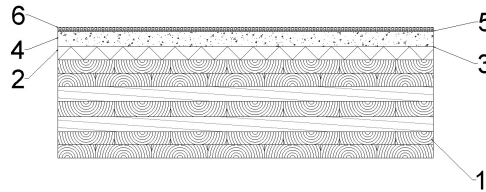


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
6. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
6. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C7

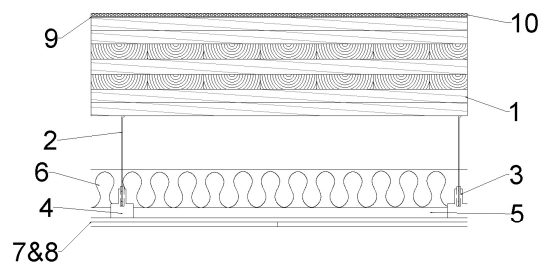
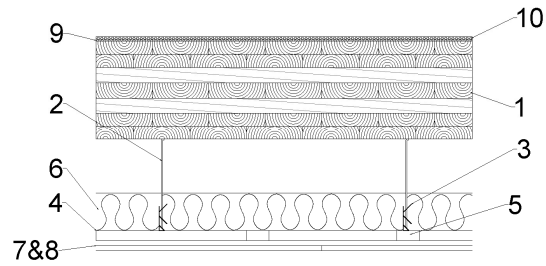


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. 35 mm EPS, 12 MN/m³
3. Geotekstiili
4. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. 35 mm EPS, 12 MN/m³
3. Geotextile
4. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C2c

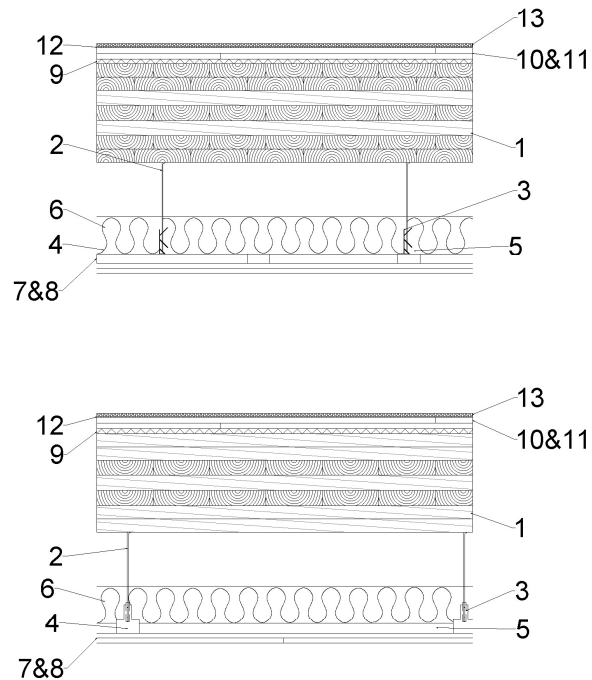


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
3. Säädettävä ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
9. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
10. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. Hanging wire (steel 4 mm)
3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
9. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
10. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C3c

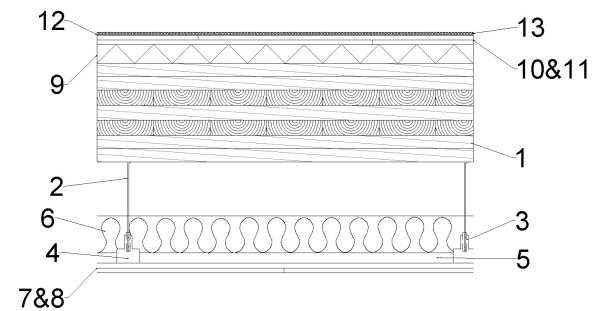
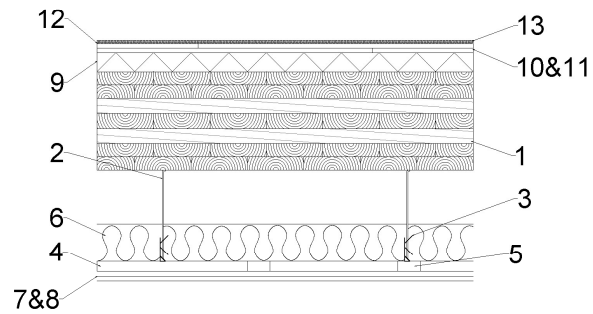


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
3. Säädetty ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
9. 13 mm lasivilla 24 MN/m³ 1.5 kg/m²
10. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
11. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
12. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. Hanging wire (steel 4 mm)
3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
9. 13 mm glass wool 24 MN/m³ 1.5 kg/m²
10. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
11. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
12. 3.0 mm EPS underlayment 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminate 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C4c

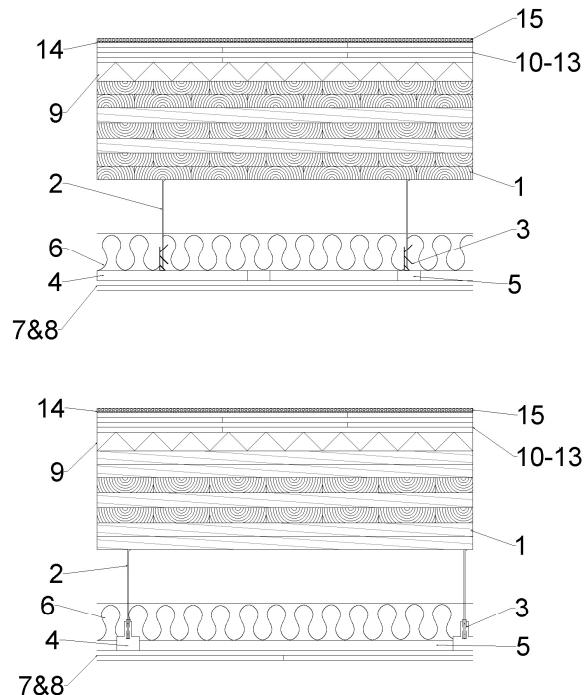


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
3. Säädettävä ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
9. 50 mm lasivilla 8 MN/m³ 3.4 kg/m²
10. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
11. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
12. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. Hanging wire (steel 4 mm)
3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
9. 50 mm glass wool 8 MN/m³ 3.4 kg/m²
10. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
11. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
12. 3.0 mm EPS underlayment 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminate 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

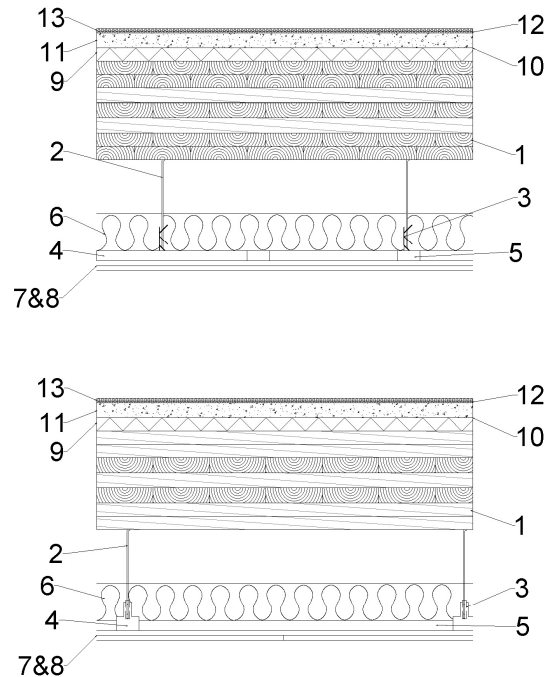
C5c



1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
 2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
 3. Säädetty ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
 4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
 5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
 6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
 7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
 8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
 9. 50 mm lasivilla 8 MN/m³ 3.4 kg/m²
 10. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
 11. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
 12. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
 13. 15 mm kipsilevy 15.4 kg/m²
 14. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
 15. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²
-
1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
 2. Hanging wire (steel 4 mm)
 3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
 4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
 5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
 6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
 7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
 8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
 9. 50 mm glass wool 8 MN/m³ 3.4 kg/m²
 10. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
 11. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
 12. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
 13. 15 mm gypsum board 15.4 kg/m²
 14. 3.0 mm EPS underlayment 0.14 kg/m² 64 MN/m³
 15. 8 mm laminate 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C7c

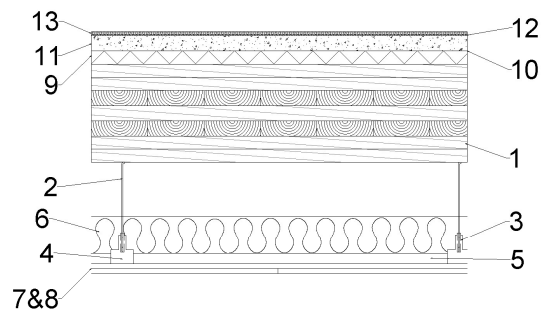
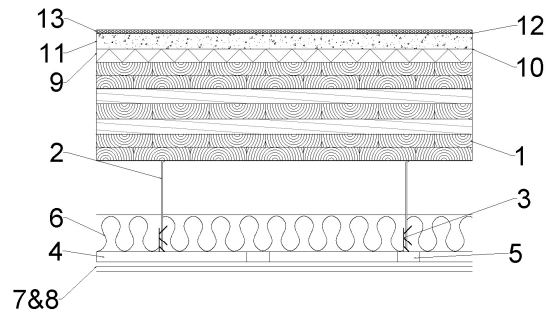


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
3. Säädettävä ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
9. 35 mm EPS 12 MN/m³
10. Geotekstiili
11. 40 mm lattiatasoitmassa 68 kg/m²
12. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. Hanging wire (steel 4 mm)
3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
9. 35 mm EPS 12 MN/m³
10. Geotextile
11. 40 mm floor screed 68 kg/m²
12. 3.0 mm EPS underlayment 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminate 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

C11c

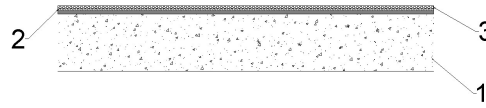


1. Ristiinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syrjäliimattu)
2. Ripustuslanka (teräs 4 mm)
3. Säädettävä ripustin (teräs 0.8 mm) 0,83 kpl/m²
4. Pitkittäiskannattaja (teräsranka) k 800 mm
5. Poikittäiskannattaja (teräsranka) k 400 mm
6. 100 mm lasivilla 10 kg/m³
7. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
8. 13 mm kipsilevy 8.4 kg/m² (ruuvaus k 200 mm päistä & sivuilta, k 300 mm keskeltä)
9. 30 mm lasivilla 13 MN/m³
10. Geotekstiili
11. 40 mm lattiatasoitemassa 68 kg/m²
12. 3.0 mm EPS alusmatto 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminaatti 7.3 kg/m²

1. Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)
2. Hanging wire (steel 4 mm)
3. Adjustable hanger (steel 0.8 mm) 0,83 pcs/m²
4. Longitudinal support (steel stud) cc 800 mm
5. Transverse support (steel stud) cc 400 mm
6. 100 mm glass wool 10 kg/m³
7. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
8. 13 mm gypsum board 8.4 kg/m² (screwing cc 200 mm ends & sides, cc 300 mm middle)
9. 30 mm glasswool 13 MN/m³
10. Geotextile
11. 40 mm floor screed 68 kg/m²
12. 3.0 mm EPS underlayment 0.14 kg/m² 64 MN/m³
13. 8 mm laminate 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H2

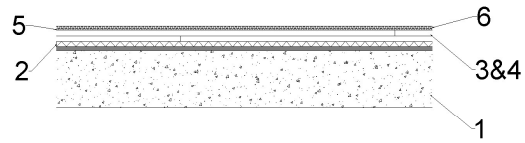


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
3. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H3

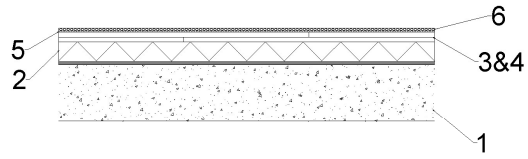


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H4

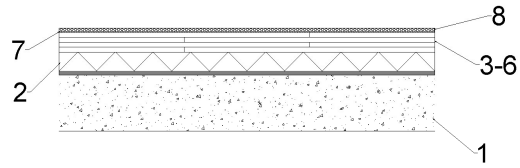


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
6. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H5

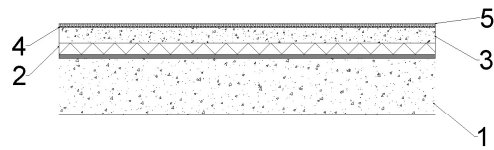


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 50 mm lasivilla, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
5. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
6. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 50 mm glass wool, 8 MN/m³, 3.4 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
5. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
6. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
7. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
8. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H7

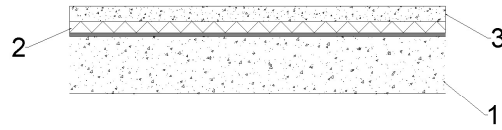


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 30 mm EPS, 11 MN/m³
3. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²
4. 3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
5. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 30 mm EPS, 11 MN/m³
3. 40 mm floor screed, 68 kg/m²
4. 3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m², 64 MN/m³
5. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H8

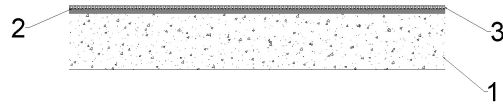


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 30 mm EPS, 11 MN/m³
3. 40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 30 mm EPS, 11 MN/m³
3. 40 mm floor screed, 68 kg/m²

Author	J. Virtanen
Date	23 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H21

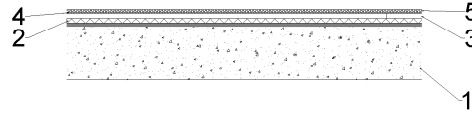


1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 0.2 mm muovikalvo, 0,2 kg/m²
3. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 0.2 mm plastic foil, 0,2 kg/m²
3. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	22 March 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

H22



1. Teräsbetoni-laatta 160 mm
2. 13 mm lasivilla, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm kipsilevy, 15.4 kg/m²
4. 0.2 mm muovikalvo, 0,2 kg/m²
5. 8 mm laminaatti, 7.3 kg/m²

1. Steel-reinforced concrete 160 mm
2. 13 mm glass wool, 24 MN/m³, 1.5 kg/m²
3. 15 mm gypsum board, 15.4 kg/m²
4. 0.2 mm plastic foil, 0,2 kg/m²
5. 8 mm laminate, 7.3 kg/m²

Author	J. Hakala
Date	17 August 2023
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

RAKENNEOSIEN TUOTENIMET JA VALMISTAJAT

Verkkosivuihin on voinut tulla muutoksia.

Short EN	Lyhyt FI	PRODUCT DATA, INTERNET LINK
Cross-laminated timber slab 260 mm (edge-glued)	Ristinliimattu massiivipuulaatta 260 mm (syriäliimattu)	CLT Finland Oy, Finland. 470 kg/m ³ https://hoisko.fi/wp-content/uploads/2020/07/Hoisko-CLT-levyn-perustiedot-6_18.pdf
Open box slab 370 mm	Avokoteloalaatta 370 mm	VVR Wood Oy, Finland. Kerto R ipa avokoteloalaatta https://www.vvr.fi/wp-content/uploads/2018/09/ETA-17_0941_VVR-kerto-ripa-final.pdf
Steel-reinforced concrete slab 160 mm	Teräsbetoni-laatta 160 mm	Manufactured on site. Density 2500 kg/m ³
BOARDS	LEVYT	
15 mm gypsum board 15.4 kg/m ²	15 mm kipsilevy 15.4 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Gyproc, Finland. Gypsum GL15, size 2400x900x15 mm, 15.4 kg/m ² https://www.gyproc.fi/documents/tuotekortti/gyproc-gl15-lapikas.pdf
13 mm gypsum board, 8.4 kg/m ² (screwing cc 200 mm ends cc 300 mm sides)	13 mm kipsilevy, 8.4 kg/m ² (ruuvaus k 200 mm päistä k 300 mm sivuilta)	Saint-Gobain Finland / Gyproc Gypsum GNI13, 2600x1200x13 mm, 8.4 kg/m ² https://www.gyproc.fi/documents/tuotekortti/gyproc-gh-13-normaali.pdf
8 mm laminate 7.3 kg/m ²	8 mm laminaatti 7.3 kg/m ²	Balterio Ltd., United Kingdom. Balterio Pure Stone 8,05 mm 7.3 kg/m ² (floors R2b, R7b, and R8b) Product sheet not available
		Kronoflooring GmbH, Germany. Lamella Mammüt 8,0 mm (all other floors including laminate) https://lamella.fi/wp-content/uploads/2021/02/Lamella-Mammüt-tuoteseloste-2020.pdf
RESILIENT SUBFLOOR LAYERS	JOUSTAVAT ERISTEET	
13 mm glass wool, 24 MN/m ³ , 1.5 kg/m ²	13 mm lasivilla, 24 MN/m ³ , 1.5 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Isover, Finland. Isover VKL 13 mm, 24 MN/m ³ 1.48 kg/m ² https://www.isover.fi/tuotteet/isover-vkl
30 mm glass wool, 13 MN/m ³	30 mm lasivilla, 13 MN/m ³ , 2.6 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Isover, Finland. Isover ALU FLO 30 mm, 85 kg/m ³ https://www.isover.fi/tuotteet/isover-flo
50 mm glass wool 8 MN/m ³ , 3.4 kg/m ²	50 mm lasivilla, 8 MN/m ³ , 3.4 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Isover, Finland. Isover FLO 50 mm, 8 MN/m ³ 68 kg/m ³ 3.4 kg/m ² https://www.isover.fi/tuotteet/isover-flo
30 mm EPS, 11 MN/m ³ , 0.42 kg/m ²	30 mm EPS, 11 MN/m ³ , 0.42 kg/m ²	Thermotech Oy, Finland. Thermotech Tacker EPS 30-3/15, s ¹ = 11 MN/m ³ , 0.42 kg/m ² https://www.thermotech.fi/media/mkojsi5z/pb1010-tackerlevy-2008.pdf
35 mm EPS, 12 MN/m ³ , 1.9 kg/m ²	35 mm EPS, 12 MN/m ³ , 1.9 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Weber, Finland. Weberfloor-4900 Comfort Uralevy 35 mm, s ¹ = 12 MN/m ³ , 1.9 kg/m ² https://www.fi.weber.lattiatratkaisut-ja-tuotteet/luut-lattiatuotteet/weberfloor-4900-comfort-uralevy
3.0 mm EPS underlayment, 0.14 kg/m ² , 64 MN/m ³	3.0 mm EPS alusmatto, 0.14 kg/m ² , 64 MN/m ³	Karelia Oy, Finland. Tuplex 3.0 mm expanded EPS with PE film 135 g/m ² DLw 17-20 dB https://www.kareliafloors.com/fi-fi/asmuus-ja-huolto/alusmateriaali/
PUMPABLE SCREED	PUMPUTASOITE	
40 mm floor screed, 68 kg/m ²	40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m ²	Kiilto Oy, Finland. Pumpable screed, Kiilto Multi, 40 mm, 1700 kg/m ³ https://www.kiilto.fi/tuote/kiilto-multi/?selid=CjwKCAjwvMqDBhB8EiwA2iSmPMd98ivJIEVc4yV7x_kqmB-YLZ4HbkMhtlE8tj_9ReFiz_VZlchRoCyRAOAVD_BwE
40 mm floor screed, 68 kg/m ²	40 mm lattiatasoitemassa, 68 kg/m ²	Saint-Gobain Finland Oy / Weber, Finland. Pumpable screed, weber I 30 core comfort Plaano, 1700 kg/m ³ https://www.fi.weber.lattiatratkaisut-ja-tuotteet/lattiatasoite/weber/comfort-130-core-comfort-plaano

POROUS ABSORBERS	HUOKOISET ABSORBENTIT	
100 mm glass wool, 10 kg/m ³	100 mm lasivilla, 10 kg/m ³	Saint-Gobain Finland Ltd, Isover Acoustic 10 kg/m ³ , 100 mm https://www.isover.fi/tuotteet/isover-acoustic-0
50 mm glass wool, 10 kg/m ³	50 mm lasivilla, 10 kg/m ³	Saint-Gobain Finland Ltd, Isover Acoustic 10 kg/m ³ , 50 mm https://www.isover.fi/tuotteet/isover-acoustic-0
STUDS	RANGAT	
25 mm resilient bar, 0.32 MN/m ² , cc 400 mm, steel thickness 0.56 mm	25 mm jousiranka, 0.32 MN/m ² , k400 mm, teräksen paksuus 0,56 mm	Saint-Gobain Finland Ltd, Gyproc AP25 https://www.gyproc.fi/tuotteet/profiilit/profiilit-kiinteille-alakatoille/akustisia-jousirankaa/gyproc-ap-25
45 mm timber stud, 45x45 mm, cc400 mm	45 mm puukoolaus, 45x45 mm, k400 mm	Valmistaja tuntematon. Manufacturer unknown.
25 mm timber stud, 25x100 mm, cc400 mm	25 mm puuranka, 25x100 mm, k400 mm	Valmistaja tuntematon. Manufacturer unknown.
SUSPENDED CEILING for CLT		
Hanging wire (steel 4 mm)	Ripustuslanka (teräs 4 mm)	Saint-Gobain Finland Ltd, Gyproc M-250 https://www.gyproc.fi/documents/esite/gyproc-gypsteel-gk-a-lakattojarjestelman-asennusohje-2020-web.pdf
Threaded rod M6 (steel 6 mm)	Kierretanko (teräs 6 mm)	Valmistaja tuntematon. Manufacturer unknown.
Adjustable hanger (steel 0.8 mm), 0.83 pcs/m ²	Säädettävä ripustin (teräs 0.8 mm), 0.83 kpl/m ²	Saint-Gobain Finland Ltd, Gyproc GK 26-01 https://www.gyproc.fi/documents/esite/gyproc-gypsteel-gk-a-lakattojarjestelman-asennusohje-2020-web.pdf
Longitudinal support (steel stud) cc800 mm	Pikittäiskannattaja (teräsranka) k800 mm	Saint-Gobain Finland Ltd, Gypsteel GK1 https://www.gyproc.fi/documents/esite/gyproc-gypsteel-gk-a-lakattojarjestelman-asennusohje-2020-web.pdf
Transverse support (steel stud) cc400 mm	Poikittäiskannattaja (teräsranka) k400 mm	Saint-Gobain Finland Ltd, Gypsteel GK3 https://www.gyproc.fi/documents/esite/gyproc-gypsteel-gk-a-lakattojarjestelman-asennusohje-2020-web.pdf

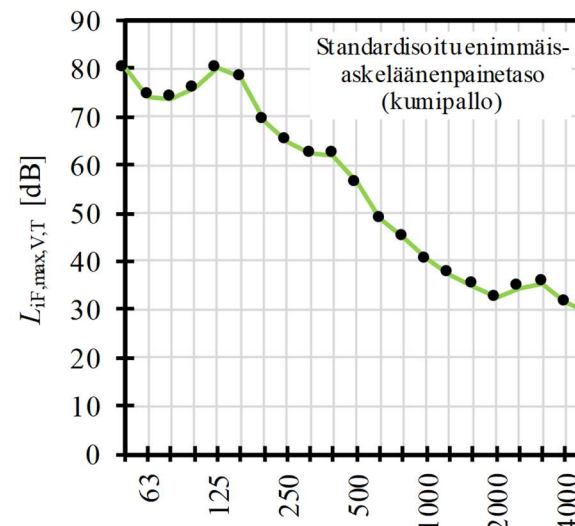
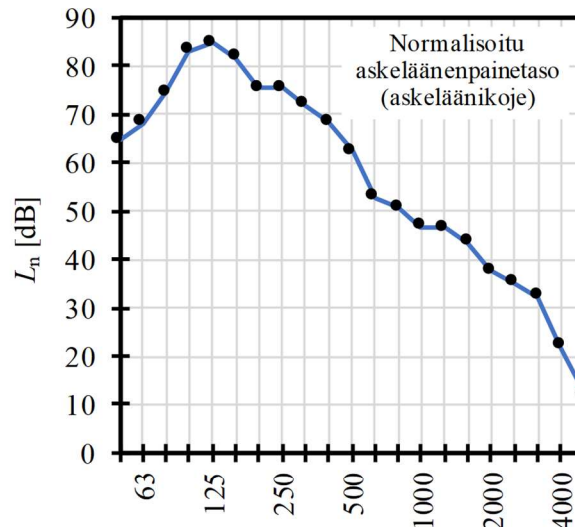
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

R2a

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	64.7	79.9	29.9
63	68.2	74.1	31.4
80	74.5	73.8	25.5
100	83.1	75.9	19.8
125	84.6	80.1	23.0
160	81.7	78.2	30.8
200	75.5	69.1	39.6
250	75.3	64.8	39.4
315	71.8	62.2	42.3
400	68.5	62.0	47.3
500	62.3	56.1	49.6
630	52.7	48.7	54.5
800	50.7	45.1	55.9
1000	46.7	40.4	60.2
1250	46.5	37.2	62.0
1600	43.4	34.9	64.8
2000	37.5	32.5	68.2
2500	35.1	34.5	70.1
3150	32.2	35.4	71.0
4000	22.0	31.6	75.9
5000	11.9	29.2	82.9

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

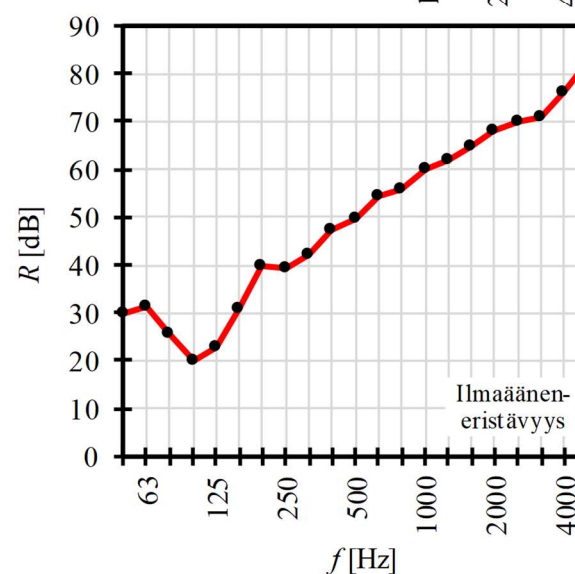
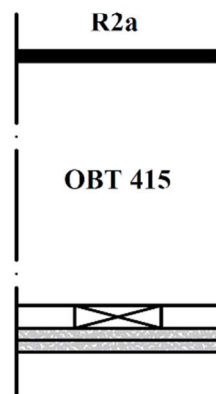


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	72
$L_{n,w}+C_I$	74
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	74
$L_{iA,Fmax,V,T}$	69.3

ISO 717-1:

R_w	49
R_w+C	45
R_w+C_{tr}	37
$R_w+C_{100-5000}$	46
$R_w+C_{50-3150}$	44
$R_w+C_{50-5000}$	45
$R_w+C_{tr,100-5000}$	37
$R_w+C_{tr,50-3150}$	37
$R_w+C_{tr,50-5000}$	37



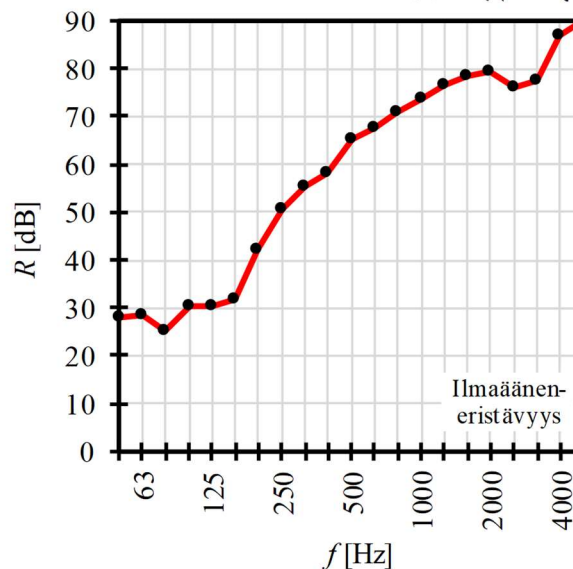
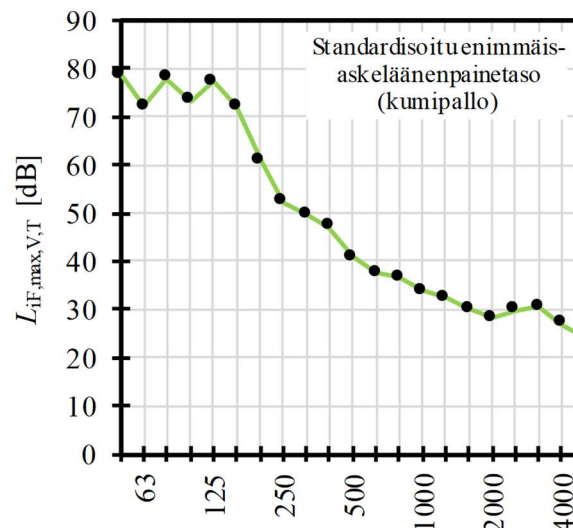
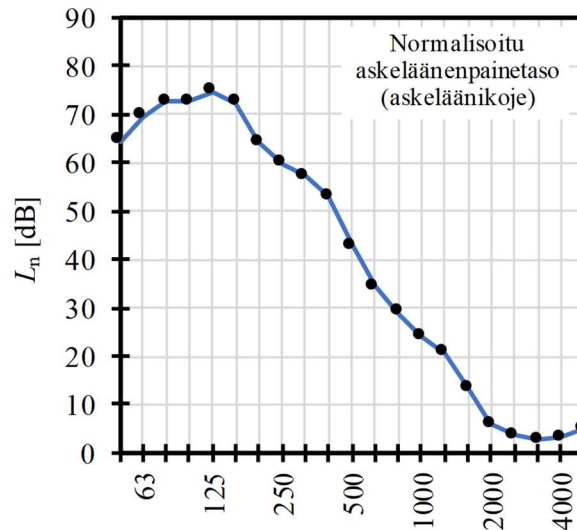
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

R3a

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	64.4	78.7	28.0
63	69.6	72.1	28.4
80	72.6	77.9	25.4
100	72.6	73.3	30.6
125	74.8	77.2	30.6
160	72.4	72.2	31.7
200	64.2	60.8	42.3
250	59.8	52.3	50.5
315	57.3	49.6	55.4
400	53.1	47.0	58.4
500	42.7	40.9	65.1
630	34.3	37.6	67.8
800	29.1	36.6	71.1
1000	24.2	33.9	74.0
1250	20.7	32.3	76.5
1600	13.3	30.0	78.5
2000	5.8	28.2	79.4
2500	3.6	29.7	75.9
3150	2.7	30.5	77.6
4000	3.2	27.0	87.0
5000	4.9	24.1	90.4

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

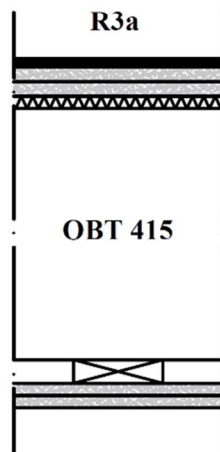


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	61
$L_{n,w}+C_I$	63
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	65
$L_{iA,Fmax,V,T}$	64.7

ISO 717-1:

R_w	56
R_w+C	51
R_w+C_{tr}	45
$R_w+C_{100-5000}$	52
$R_w+C_{50-3150}$	50
$R_w+C_{50-5000}$	51
$R_w+C_{tr,100-5000}$	45
$R_w+C_{tr,50-3150}$	42
$R_w+C_{tr,50-5000}$	42



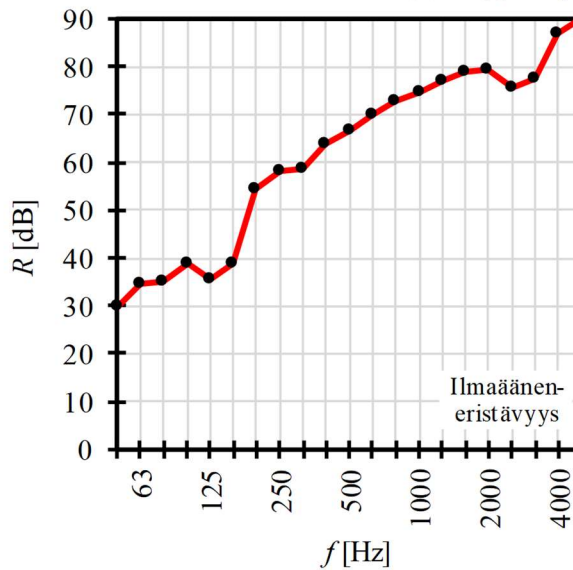
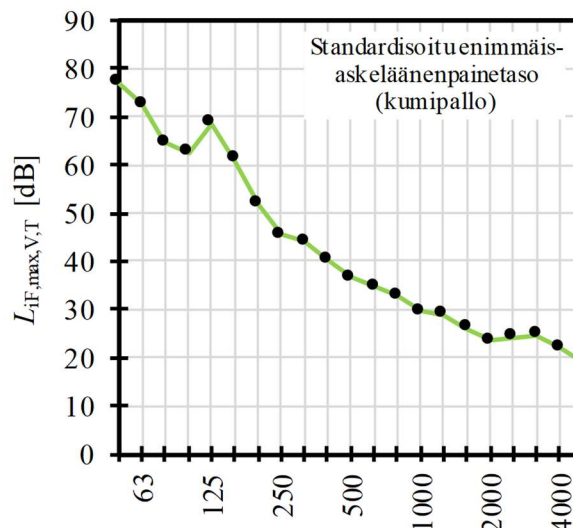
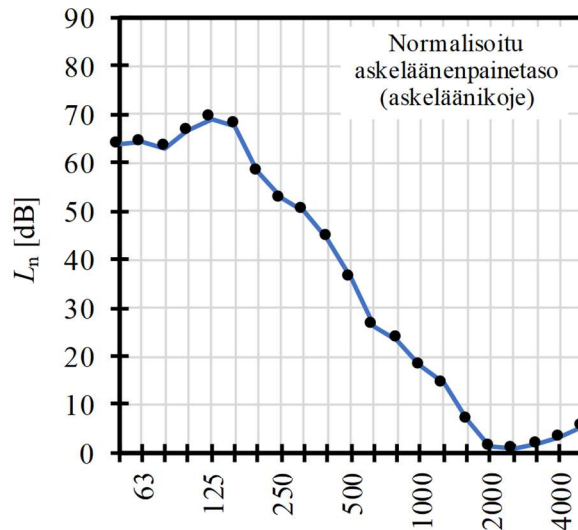
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne:

R5a

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	63.7	76.9	30.0
63	64.3	72.6	34.4
80	63.0	64.5	35.0
100	66.6	62.5	39.0
125	69.1	68.5	35.4
160	67.6	61.2	38.8
200	58.1	51.8	54.3
250	52.6	45.4	58.3
315	50.0	44.1	58.7
400	44.3	40.4	64.0
500	36.0	36.7	66.9
630	26.3	34.7	70.1
800	23.3	32.9	72.6
1000	18.0	29.5	74.7
1250	14.3	28.8	77.0
1600	6.8	26.1	79.0
2000	1.3	23.5	79.2
2500	0.8	24.2	75.8
3150	1.6	24.7	77.7
4000	3.0	22.0	86.8
5000	5.4	19.1	90.3

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

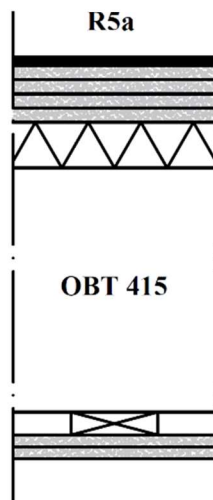


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	56
$L_{n,w}+C_I$	58
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	59
$L_{iA,Fmax,V,T}$	56.0

ISO 717-1:

R_w	63
R_w+C	58
R_w+C_{tr}	52
$R_w+C_{100-5000}$	59
$R_w+C_{50-3150}$	57
$R_w+C_{50-5000}$	58
$R_w+C_{tr,100-5000}$	52
$R_w+C_{tr,50-3150}$	49
$R_w+C_{tr,50-5000}$	49



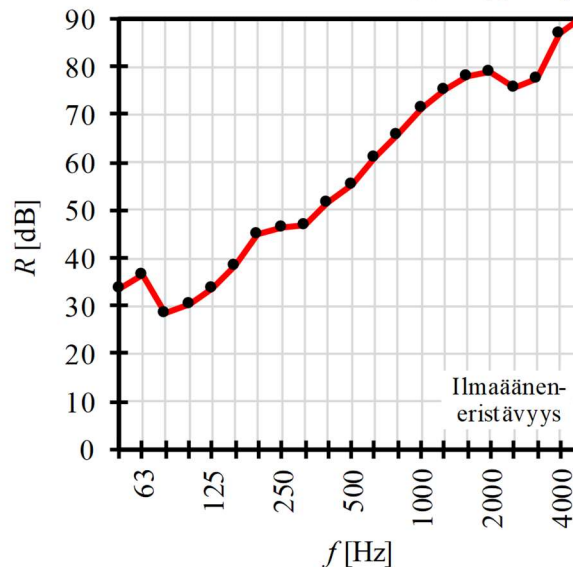
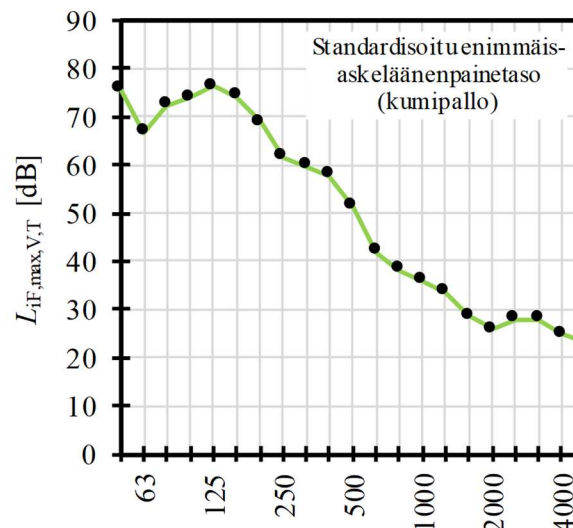
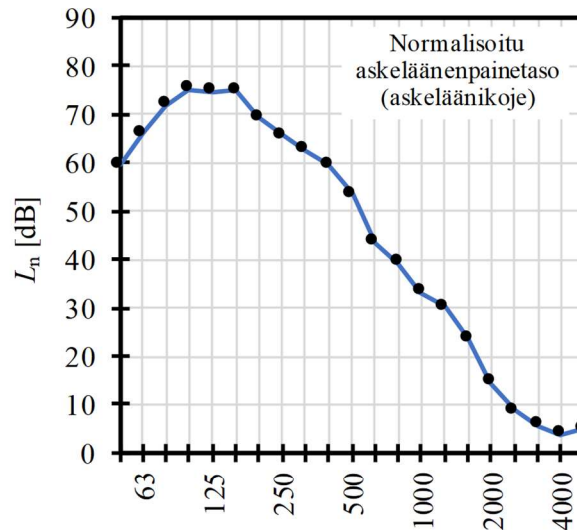
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne:

R6a

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	59.5	75.5	33.8
63	66.0	66.8	36.5
80	71.8	72.2	28.6
100	75.2	73.9	30.4
125	74.6	76.2	33.6
160	74.9	74.2	38.2
200	69.3	68.9	45.1
250	65.5	61.6	46.6
315	62.6	59.8	47.1
400	59.5	57.8	51.5
500	53.4	51.4	55.5
630	43.4	42.1	61.2
800	39.3	38.2	65.8
1000	33.2	35.9	71.2
1250	30.2	33.4	75.2
1600	23.7	28.7	77.8
2000	14.5	25.9	78.9
2500	8.6	27.8	75.5
3150	5.6	28.0	77.5
4000	3.8	24.9	87.0
5000	4.9	23.2	90.7

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

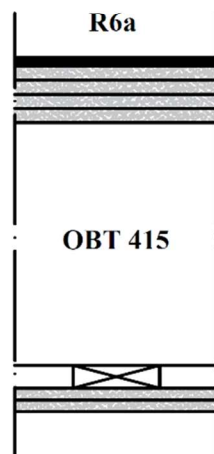


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	64
$L_{n,w}+C_I$	65
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	66
$L_{iA,Fmax,V,T}$	66.1

ISO 717-1:

R_w	56
R_w+C	54
R_w+C_{tr}	47
$R_w+C_{100-5000}$	55
$R_w+C_{50-3150}$	53
$R_w+C_{50-5000}$	54
$R_w+C_{tr,100-5000}$	47
$R_w+C_{tr,50-3150}$	45
$R_w+C_{tr,50-5000}$	45



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne:

R7a

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	57.9	74.2	36.3
63	66.3	70.0	34.0
80	73.5	74.2	24.1
100	69.4	67.2	35.4
125	70.9	69.9	36.1
160	71.7	67.3	38.8
200	63.9	58.1	47.8
250	64.2	54.5	50.3
315	62.2	54.6	55.8
400	58.1	50.0	60.2
500	48.5	40.5	64.2
630	36.1	35.1	66.5
800	26.6	31.0	68.5
1000	20.2	27.8	72.1
1250	12.8	25.7	76.0
1600	4.6	25.0	77.6
2000	0.7	22.4	78.1
2500	1.9	23.9	74.7
3150	3.2	24.3	76.6
4000	3.4	21.6	86.3
5000	5.4	17.7	89.7

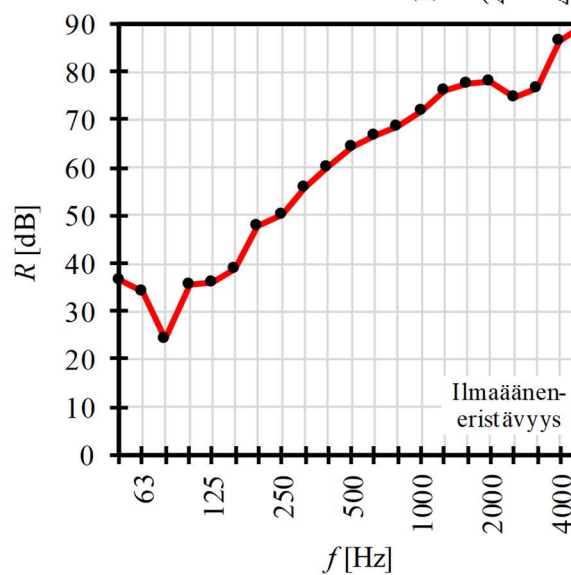
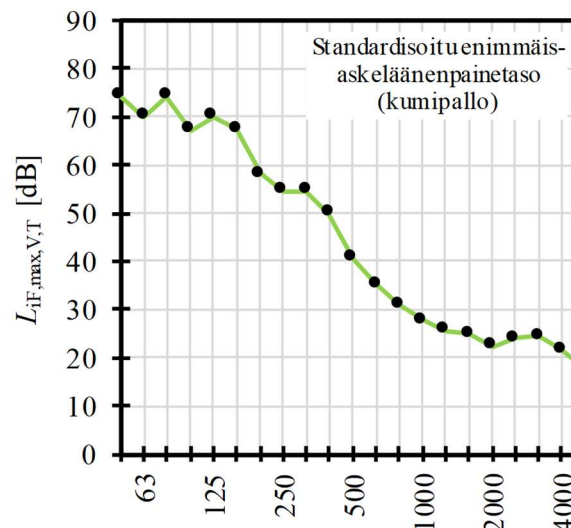
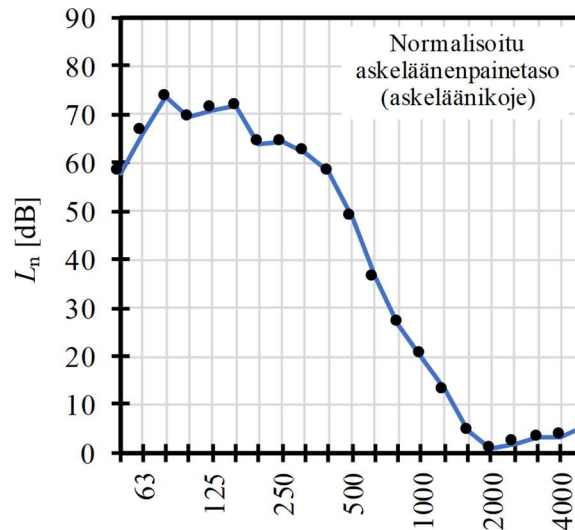
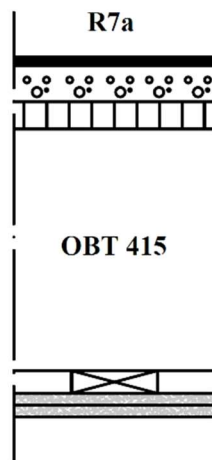
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	60
$L_{n,w}+C_I$	61
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	63
$L_{iA,Fmax,V,T}$	59.8

ISO 717-1:

R_w	60
R_w+C	57
R_w+C_{tr}	51
$R_w+C_{100-5000}$	58
$R_w+C_{50-3150}$	54
$R_w+C_{50-5000}$	55
$R_w+C_{tr,100-5000}$	51
$R_w+C_{tr,50-3150}$	44
$R_w+C_{tr,50-5000}$	44

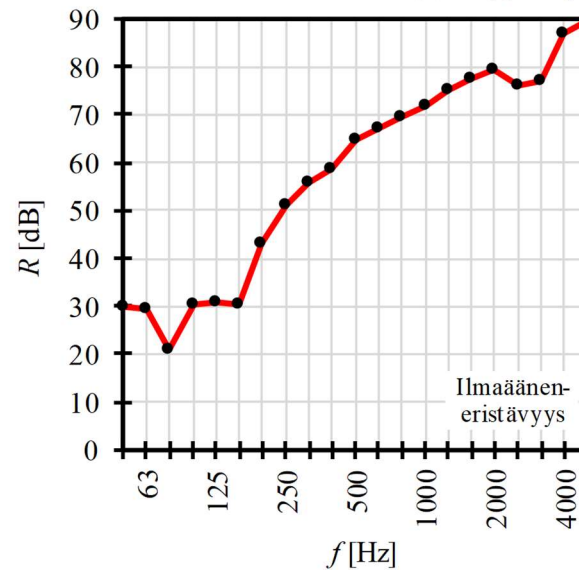
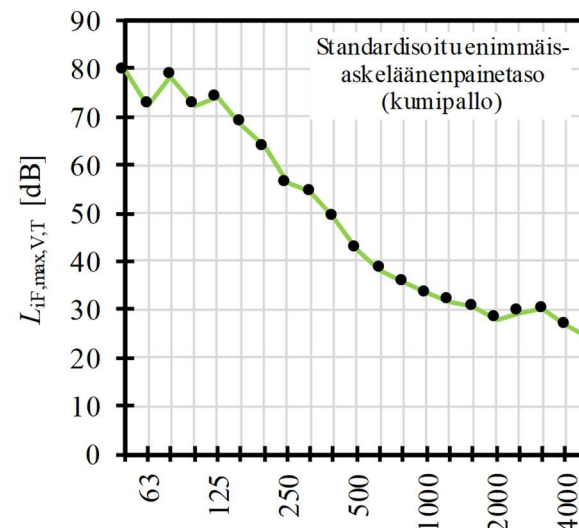
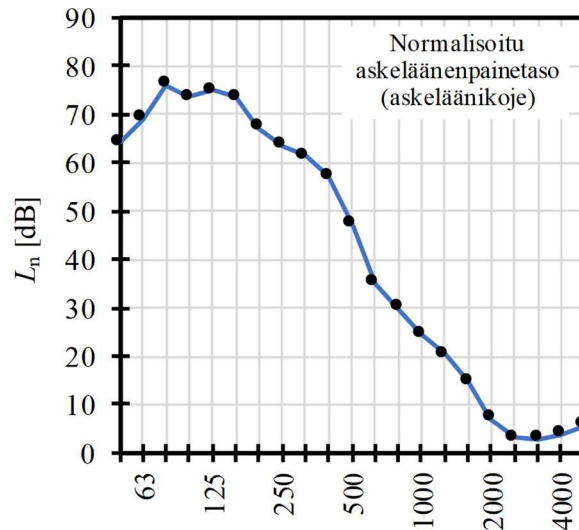


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESTITULOS

Välipohjarakenne: **R10a**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	64.2	79.6	30.0
63	69.2	72.4	29.2
80	76.1	78.5	20.9
100	73.5	72.3	30.6
125	75.0	74.0	30.9
160	73.5	68.7	30.6
200	67.3	63.6	43.2
250	63.6	56.2	51.0
315	61.4	54.4	55.8
400	57.1	49.3	58.8
500	47.1	42.5	64.7
630	35.0	38.1	67.2
800	30.0	35.7	69.6
1000	24.6	33.3	72.1
1250	20.4	31.6	75.4
1600	14.7	30.5	77.7
2000	7.0	27.8	79.3
2500	3.0	29.4	76.1
3150	2.9	30.1	77.3
4000	3.9	26.8	86.9
5000	5.6	23.9	89.9

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

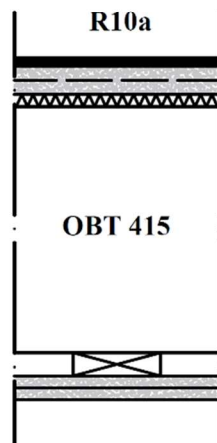


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	63
$L_{n,w}+C_I$	64
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	66
$L_{iA,Fmax,V,T}$	63.1

ISO 717-1:

R_w	56
R_w+C	51
R_w+C_{tr}	45
$R_w+C_{100-5000}$	52
$R_w+C_{50-3150}$	49
$R_w+C_{50-5000}$	50
$R_w+C_{tr,100-5000}$	45
$R_w+C_{tr,50-3150}$	40
$R_w+C_{tr,50-5000}$	40



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

R2b

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	59.8	76.6	32.0
63	56.8	65.6	41.5
80	61.8	60.6	41.4
100	64.8	58.4	38.0
125	63.6	56.7	41.3
160	60.2	53.3	45.3
200	59.6	52.1	53.3
250	62.1	49.8	53.2
315	60.8	50.5	53.0
400	58.5	49.8	55.7
500	52.9	43.6	59.2
630	46.7	38.0	62.5
800	46.6	36.0	63.7
1000	42.3	30.8	68.0
1250	40.2	27.7	71.0
1600	39.9	27.2	72.1
2000	39.3	26.5	72.6
2500	37.5	26.5	71.4
3150	34.0	25.2	70.7
4000	24.0	21.6	77.9
5000	15.1	17.9	82.4

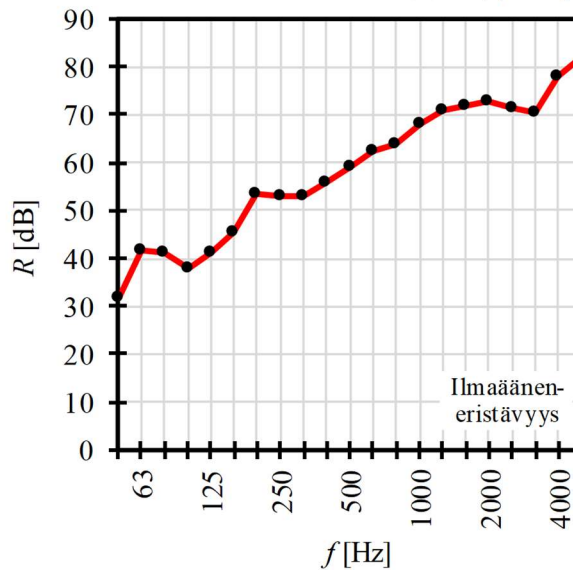
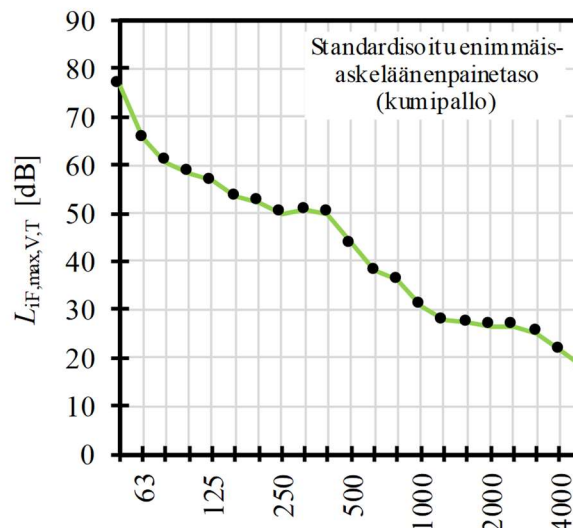
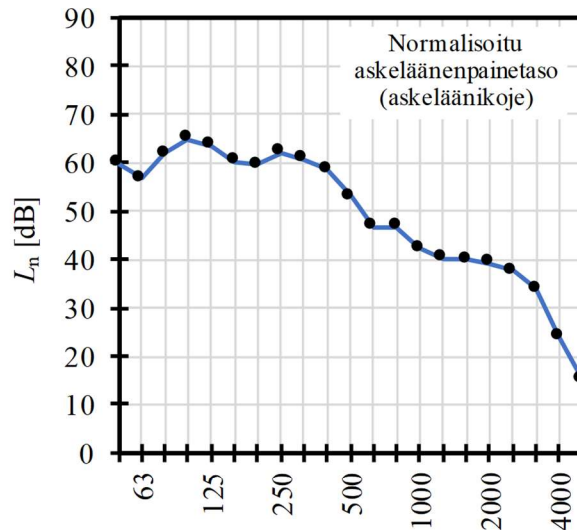
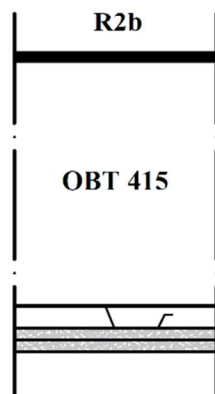
Standardi: ISO 10140-3 ISO 10140-3 ISO 10140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	55
$L_{n,w}+C_I$	55
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	56
$L_{iA,F,max,V,T}$	52.7

ISO 717-1:

R_w	62
R_w+C	60
R_w+C_{tr}	54
$R_w+C_{100-5000}$	61
$R_w+C_{50-3150}$	59
$R_w+C_{50-5000}$	60
$R_w+C_{tr,100-5000}$	54
$R_w+C_{tr,50-3150}$	52
$R_w+C_{tr,50-5000}$	52

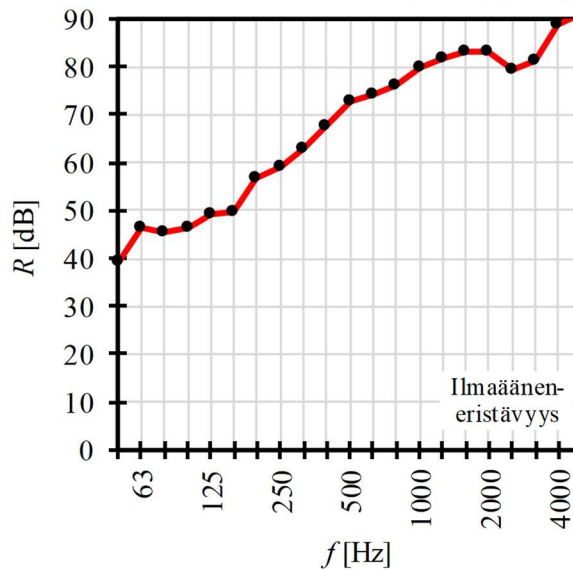
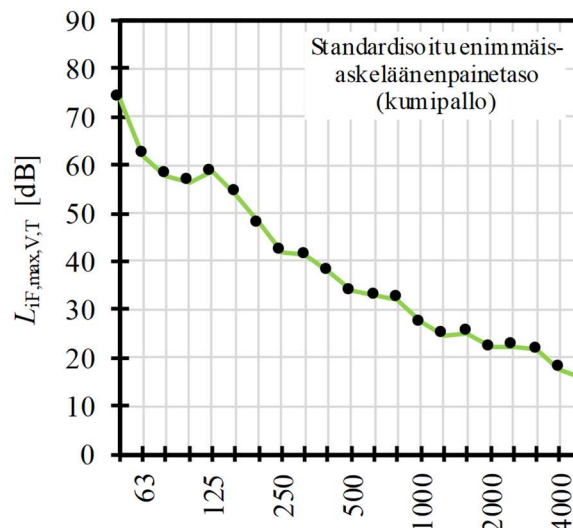
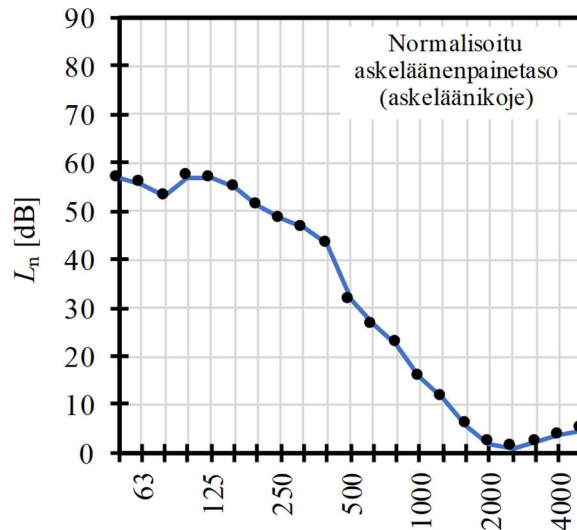


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESTITULOS

Välipohjarakenne: **R3b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	56.7	73.7	39.5
63	55.6	62.2	46.4
80	53.0	57.8	45.4
100	57.0	56.6	46.3
125	56.7	58.5	49.1
160	54.8	54.2	49.6
200	51.1	47.7	57.0
250	48.4	42.1	59.0
315	46.5	41.3	63.0
400	43.1	38.1	67.5
500	31.6	33.8	72.6
630	26.4	32.8	74.2
800	22.4	32.2	76.2
1000	15.8	27.2	79.8
1250	11.3	24.6	82.0
1600	5.7	25.1	83.4
2000	1.9	22.1	83.0
2500	1.1	22.4	79.5
3150	2.1	21.7	81.1
4000	3.5	17.6	89.1
5000	4.8	15.7	91.4

Standardi: ISO 10140-3 ISO 10140-3 ISO 10140-2

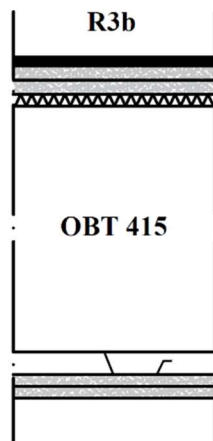


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	46
$L_{n,w}+C_I$	47
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	49
$L_{iA,Fmax,V,T}$	49.0

ISO 717-1:

R_w	70
R_w+C	68
R_w+C_{tr}	62
$R_w+C_{100-5000}$	69
$R_w+C_{50-3150}$	67
$R_w+C_{50-5000}$	68
$R_w+C_{tr,100-5000}$	62
$R_w+C_{tr,50-3150}$	59
$R_w+C_{tr,50-5000}$	59

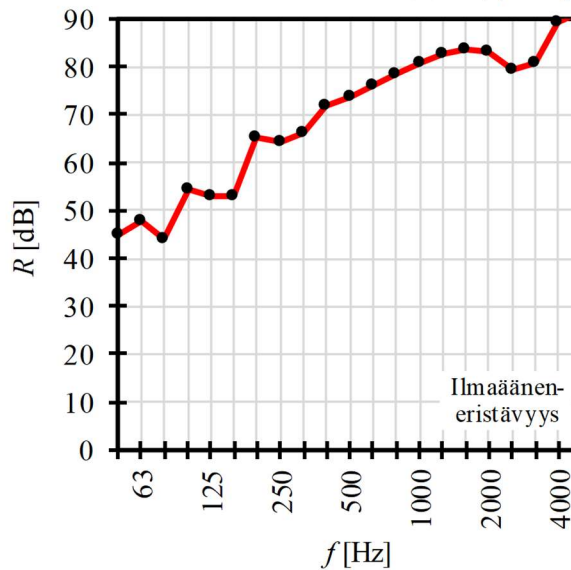
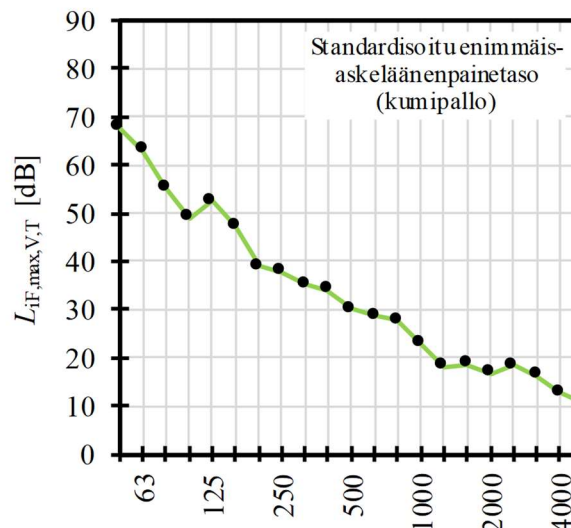
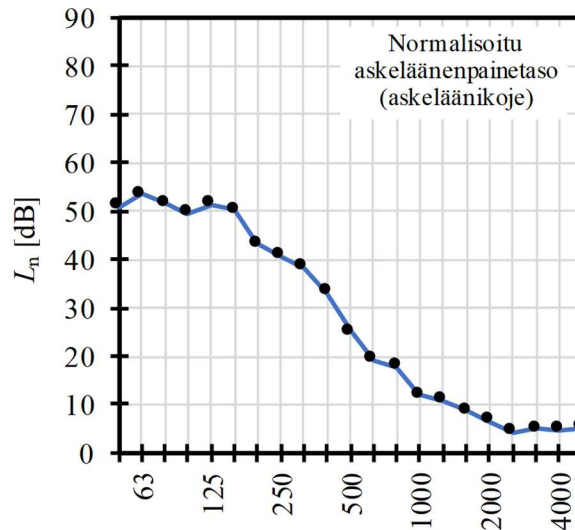


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne: **R5b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	51.0	67.7	45.0
63	53.4	63.0	47.7
80	51.6	55.3	44.2
100	49.6	49.0	54.3
125	51.3	52.4	53.2
160	50.2	47.3	52.9
200	43.3	38.9	65.2
250	40.7	37.8	64.5
315	38.2	35.2	66.3
400	33.2	34.1	71.9
500	25.0	30.1	74.0
630	19.1	28.7	76.1
800	17.8	27.7	78.4
1000	12.0	22.8	80.9
1250	10.7	18.2	82.5
1600	8.8	18.6	83.5
2000	6.5	16.6	83.1
2500	4.2	18.3	79.4
3150	4.9	16.3	81.0
4000	4.7	12.7	89.3
5000	5.1	10.4	91.7

Standardi: ISO 10140-3 ISO 10140-3 ISO 10140-2

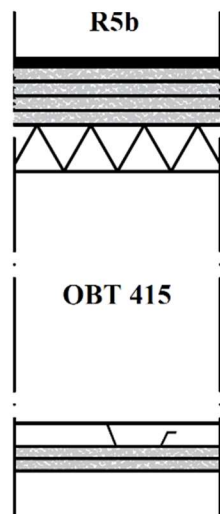


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	39
$L_{n,w}+C_I$	41
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	44
$L_{iA,Fmax,V,T}$	43.8

ISO 717-1:

R_w	75
R_w+C	72
R_w+C_{tr}	67
$R_w+C_{100-5000}$	73
$R_w+C_{50-3150}$	70
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	67
$R_w+C_{tr,50-3150}$	62
$R_w+C_{tr,50-5000}$	62

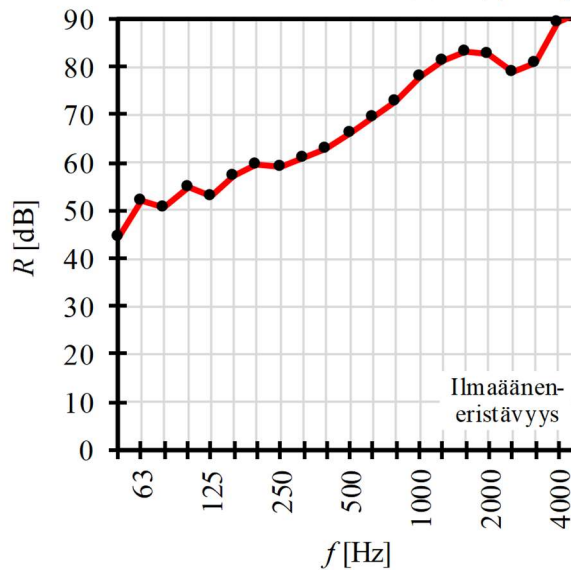
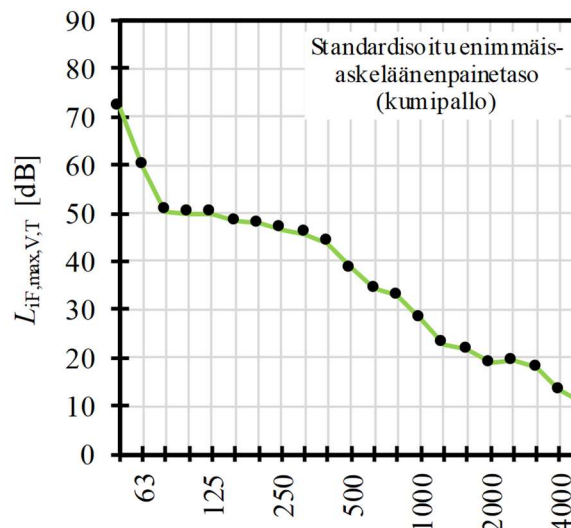
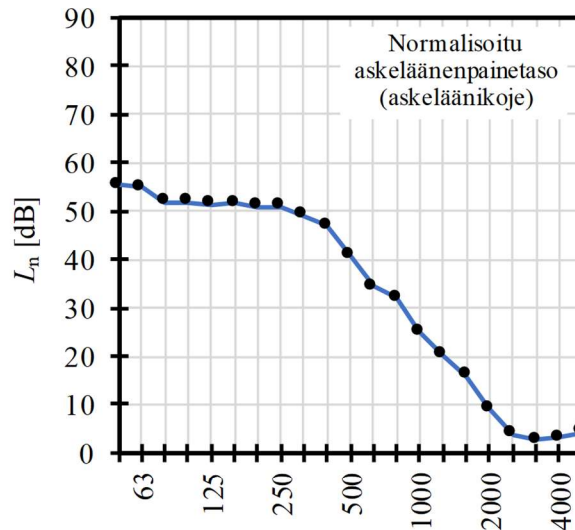


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **R6b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	55.4	71.8	44.5
63	54.8	59.8	51.9
80	51.9	50.4	50.8
100	51.9	50.0	55.0
125	51.4	50.0	53.0
160	51.6	48.4	57.2
200	51.0	47.7	59.7
250	50.9	46.5	59.2
315	49.1	45.7	60.8
400	46.9	43.8	63.0
500	40.7	38.5	66.2
630	34.4	34.1	69.5
800	32.0	32.9	72.7
1000	25.0	28.0	77.9
1250	20.1	22.7	81.4
1600	15.9	21.5	83.1
2000	9.1	18.9	82.8
2500	3.7	19.3	79.0
3150	2.6	17.9	80.8
4000	3.2	13.1	89.3
5000	4.2	10.5	91.9

Standardi: ISO 10140-3 ISO 10140-3 ISO 10140-2

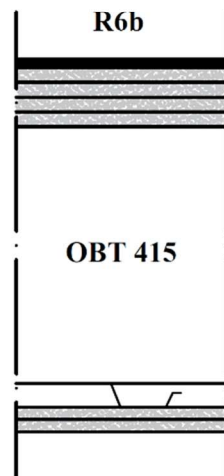


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	44
$L_{n,w}+C_I$	44
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	47
$L_{iA,Fmax,V,T}$	47.5

ISO 717-1:

R_w	71
R_w+C	70
R_w+C_{tr}	66
$R_w+C_{100-5000}$	71
$R_w+C_{50-3150}$	69
$R_w+C_{50-5000}$	70
$R_w+C_{tr,100-5000}$	66
$R_w+C_{tr,50-3150}$	63
$R_w+C_{tr,50-5000}$	63

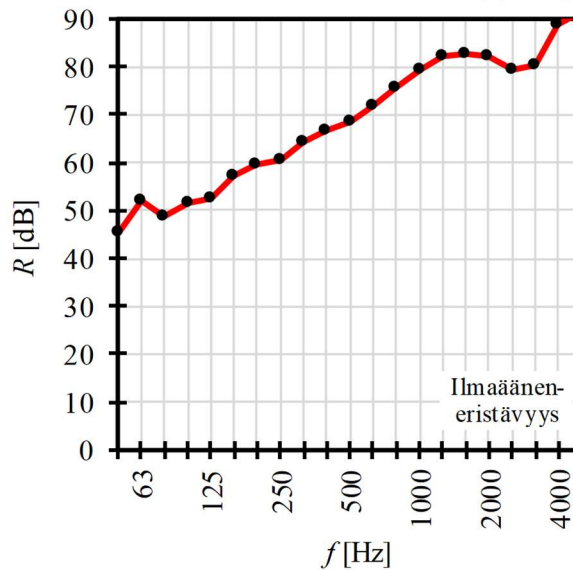
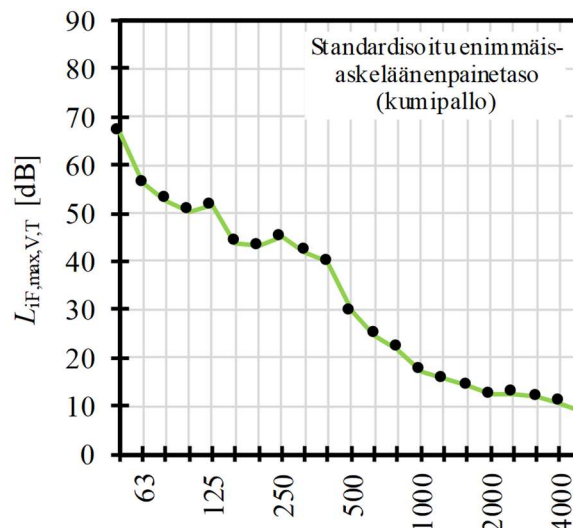
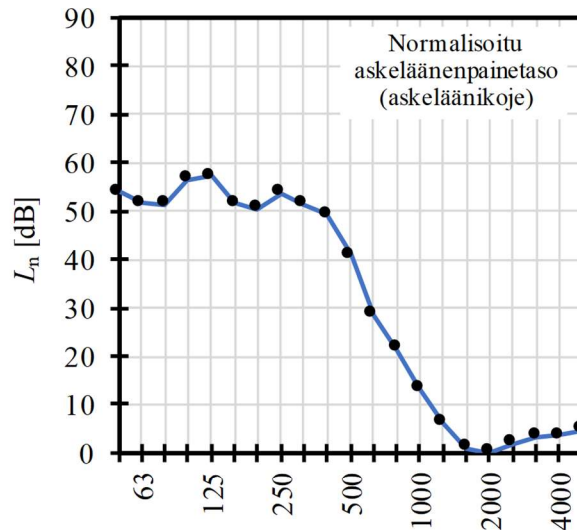


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **R7b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	53.9	66.8	45.3
63	51.6	56.1	52.0
80	51.4	52.6	49.0
100	56.4	50.4	51.4
125	57.2	51.5	52.7
160	51.7	43.8	57.1
200	50.4	43.1	59.7
250	53.7	45.1	60.4
315	51.3	41.9	64.2
400	49.2	39.9	66.7
500	40.9	29.5	68.8
630	28.6	24.6	71.9
800	21.6	22.0	75.7
1000	13.3	17.1	79.5
1250	6.1	15.6	82.3
1600	1.1	14.0	82.9
2000	0.1	12.3	82.2
2500	1.9	12.5	79.2
3150	3.3	11.8	80.6
4000	3.6	10.5	89.1
5000	4.8	8.8	91.7

Standardi: ISO 10140-3 ISO 10140-3 ISO 10140-2

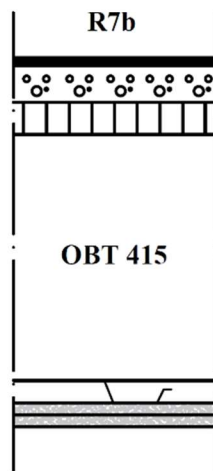


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	47
$L_{n,w}+C_I$	47
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	48
$L_{iA,F,max,V,T}$	44.1

ISO 717-1:

R_w	72
R_w+C	71
R_w+C_{tr}	66
$R_w+C_{100-5000}$	72
$R_w+C_{50-3150}$	70
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	66
$R_w+C_{tr,50-3150}$	63
$R_w+C_{tr,50-5000}$	63



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne: **R8b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	51.3	66.8	46.1
63	51.2	56.8	51.6
80	50.6	53.6	47.8
100	56.7	52.8	50.4
125	57.3	52.5	52.1
160	51.8	46.2	57.6
200	51.3	43.8	59.8
250	55.3	44.7	60.7
315	55.2	43.4	64.4
400	55.7	40.6	67.7
500	52.7	30.6	69.1
630	49.1	26.3	71.2
800	43.6	24.4	74.0
1000	37.9	20.0	79.4
1250	36.0	18.2	81.8
1600	35.0	17.7	82.9
2000	35.7	17.3	82.2
2500	36.2	20.0	78.8
3150	38.4	20.6	79.9
4000	30.1	18.7	89.1
5000	21.1	15.8	91.1

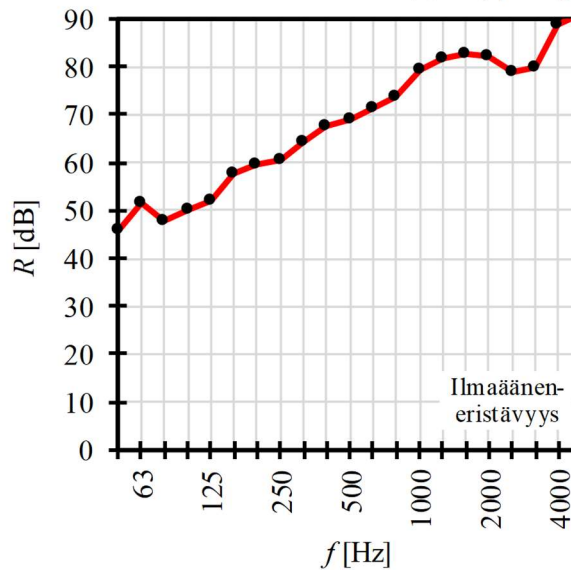
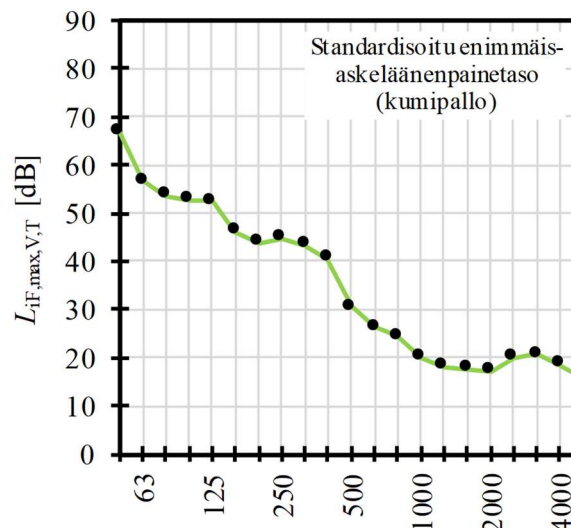
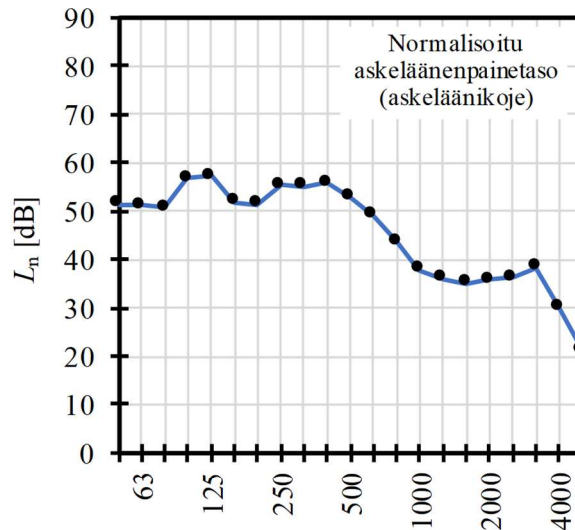
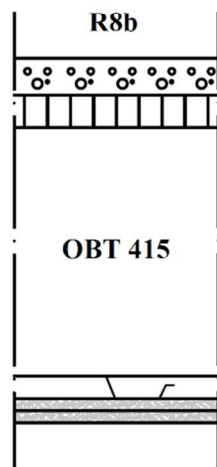
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	50
$L_{n,w}+C_I$	49
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	50
$L_{iA,Fmax,V,T}$	44.9

ISO 717-1:

R_w	72
R_w+C	71
R_w+C_{tr}	66
$R_w+C_{100-5000}$	72
$R_w+C_{50-3150}$	70
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	66
$R_w+C_{tr,50-3150}$	63
$R_w+C_{tr,50-5000}$	63



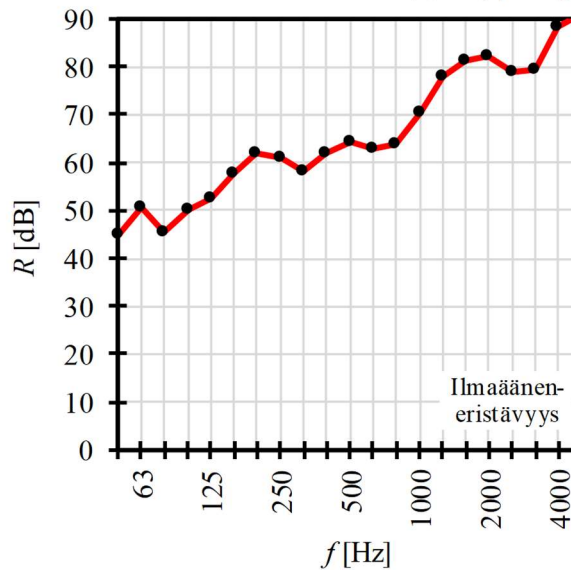
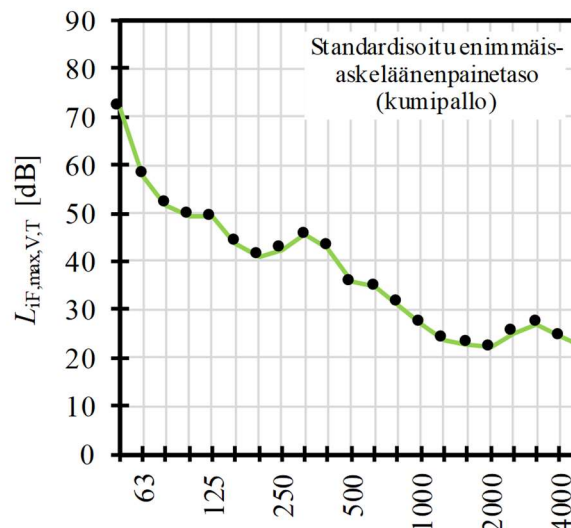
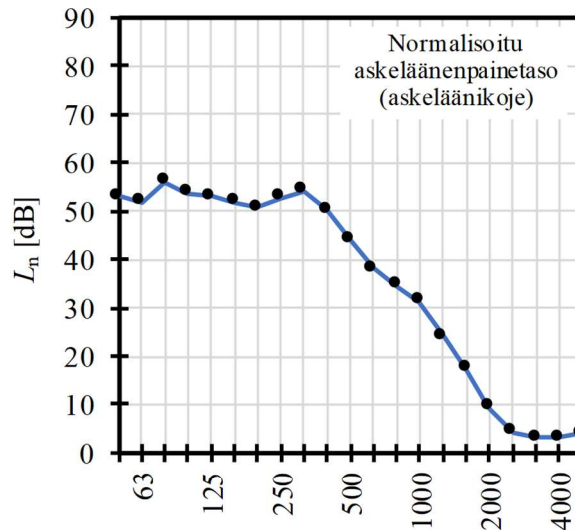
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

R9b

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	52.9	71.9	45.1
63	51.9	57.8	50.6
80	56.1	51.9	45.4
100	53.6	49.3	50.2
125	52.9	49.1	52.7
160	51.8	43.8	57.8
200	50.7	41.1	62.0
250	52.7	42.5	60.9
315	54.1	45.5	58.2
400	50.3	42.9	62.2
500	44.0	35.6	64.2
630	38.1	34.7	62.7
800	34.6	31.2	64.0
1000	31.3	26.9	70.4
1250	24.1	23.7	78.0
1600	17.4	22.8	81.1
2000	9.4	22.2	82.1
2500	4.2	25.1	79.1
3150	3.1	27.1	79.5
4000	3.0	24.5	88.6
5000	4.0	22.3	91.3

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

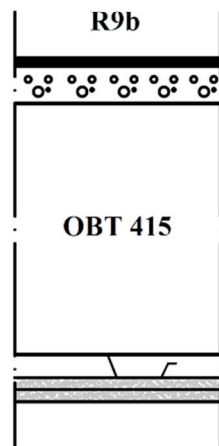


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	46
$L_{n,w}+C_I$	46
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	48
$L_{iA,Fmax,V,T}$	46.3

ISO 717-1:

R_w	68
R_w+C	67
R_w+C_{tr}	64
$R_w+C_{100-5000}$	68
$R_w+C_{50-3150}$	67
$R_w+C_{50-5000}$	68
$R_w+C_{tr,100-5000}$	64
$R_w+C_{tr,50-3150}$	61
$R_w+C_{tr,50-5000}$	61

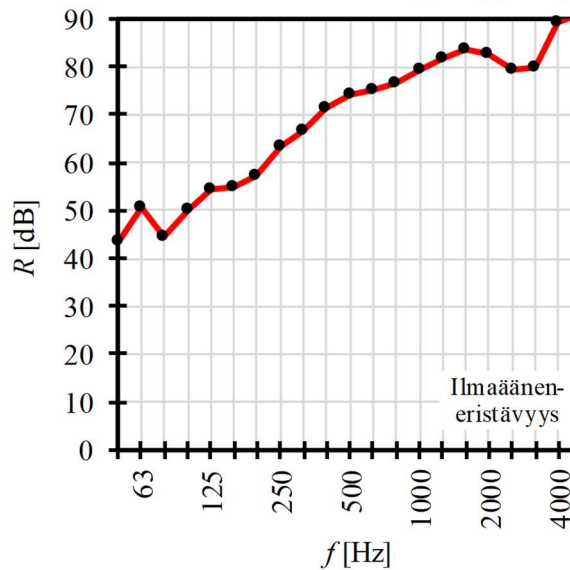
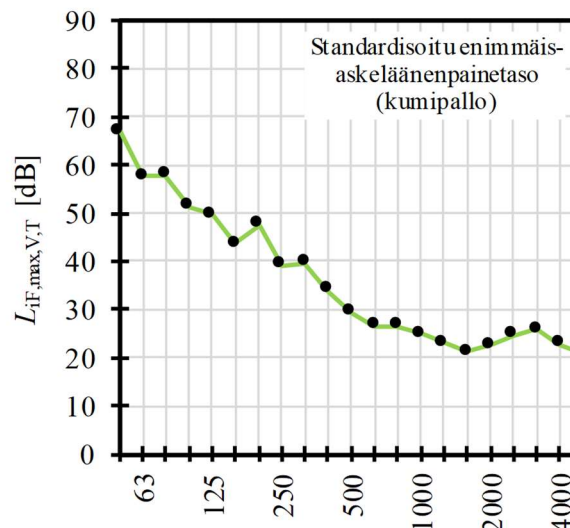
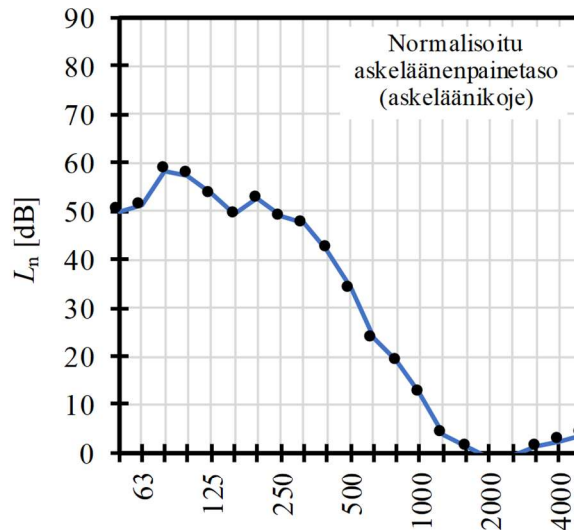


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **R11b**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	49.9	66.9	43.5
63	51.0	57.7	50.5
80	58.3	57.9	44.5
100	57.4	51.4	50.1
125	53.6	49.6	54.3
160	49.3	43.6	55.1
200	52.6	47.6	57.1
250	48.8	39.2	63.2
315	47.4	39.6	66.7
400	42.1	33.9	71.4
500	33.8	29.4	74.4
630	23.5	26.6	75.0
800	19.1	26.5	76.7
1000	12.5	25.0	79.4
1250	3.8	23.1	82.0
1600	1.2	21.2	83.5
2000	-0.9	22.6	82.9
2500	-0.4	24.6	79.4
3150	1.2	25.8	79.7
4000	2.5	22.8	89.5
5000	3.8	20.7	91.4

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

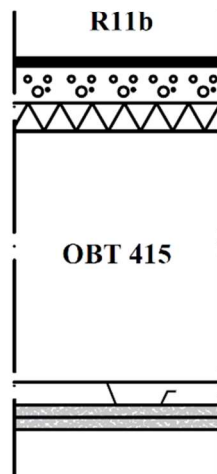


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	45
$L_{n,w}+C_I$	46
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	48
$L_{iA,F,max,V,T}$	43.8

ISO 717-1:

R_w	74
R_w+C	71
R_w+C_{tr}	66
$R_w+C_{100-5000}$	72
$R_w+C_{50-3150}$	70
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	66
$R_w+C_{tr,50-3150}$	61
$R_w+C_{tr,50-5000}$	61



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

R2c

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	60.9	80.0	33.8
63	62.3	71.9	37.2
80	64.1	65.1	38.0
100	69.3	60.9	37.4
125	64.4	59.7	38.8
160	64.2	58.2	44.3
200	62.4	53.5	47.9
250	64.4	51.2	49.4
315	67.4	57.6	45.7
400	65.7	58.1	48.6
500	59.2	51.6	50.2
630	53.2	47.3	49.9
800	53.4	44.6	51.8
1000	50.6	39.7	53.5
1250	49.5	37.2	57.2
1600	48.2	35.7	58.8
2000	44.9	33.6	62.8
2500	43.2	32.6	65.0
3150	41.1	31.2	65.8
4000	34.1	26.1	68.4
5000	25.4	20.9	74.4

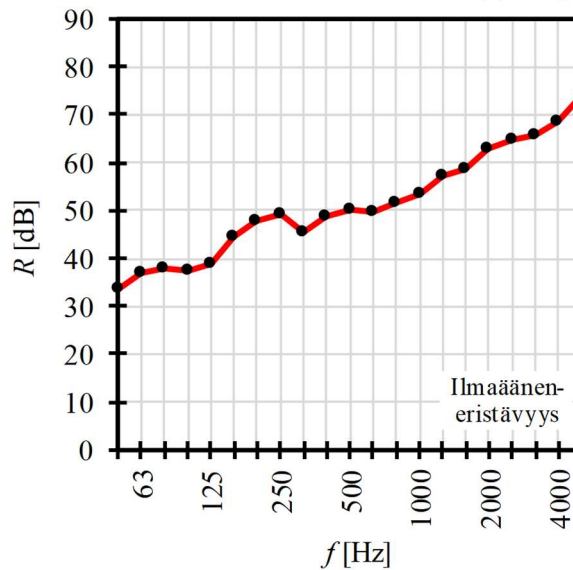
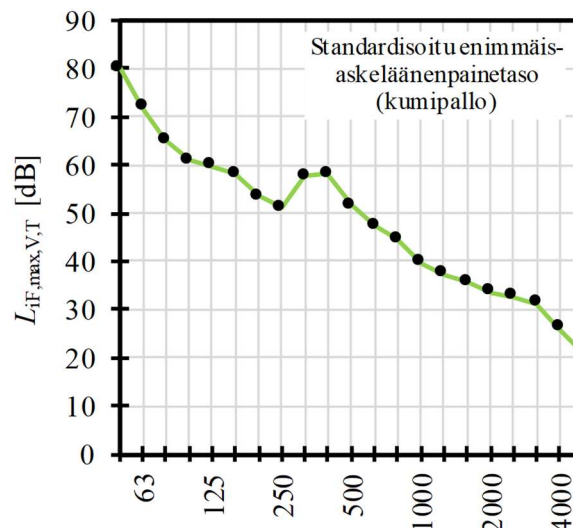
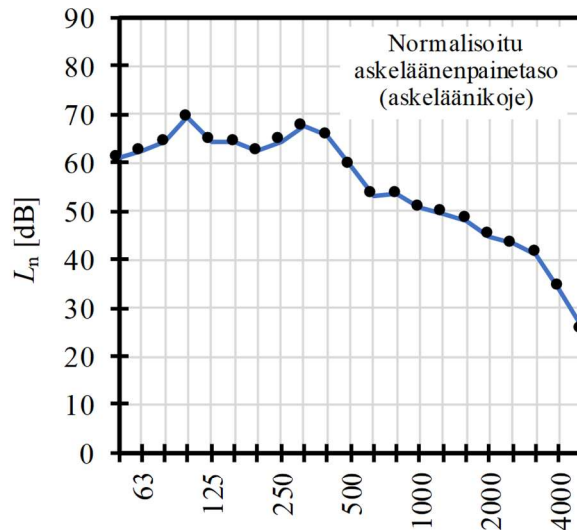
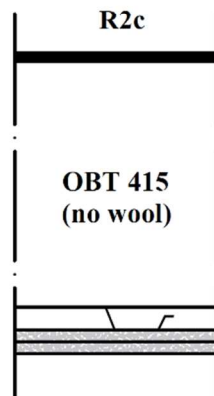
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	60
$L_{n,w}+C_I$	60
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	60
$L_{iA,F,max,V,T}$	58.4

ISO 717-1:

R_w	54
R_w+C	53
R_w+C_{tr}	50
$R_w+C_{100-5000}$	54
$R_w+C_{50-3150}$	53
$R_w+C_{50-5000}$	54
$R_w+C_{tr,100-5000}$	50
$R_w+C_{tr,50-3150}$	49
$R_w+C_{tr,50-5000}$	49

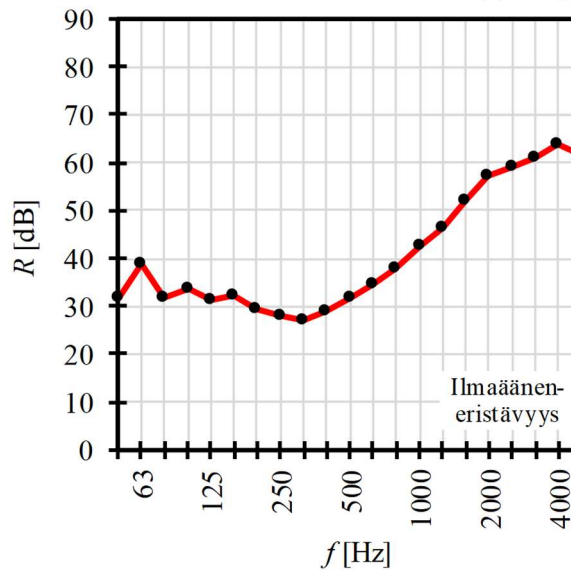
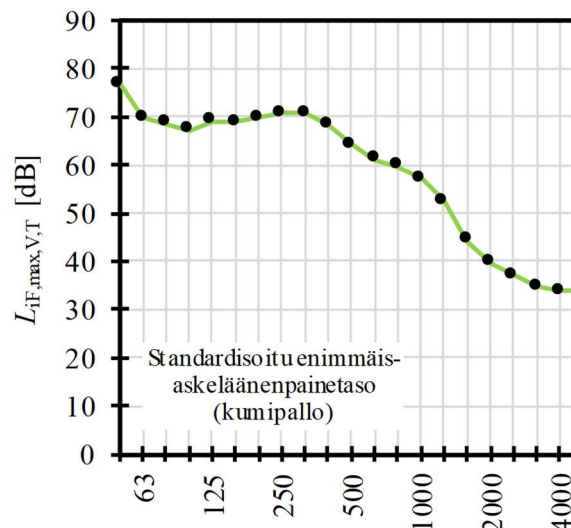
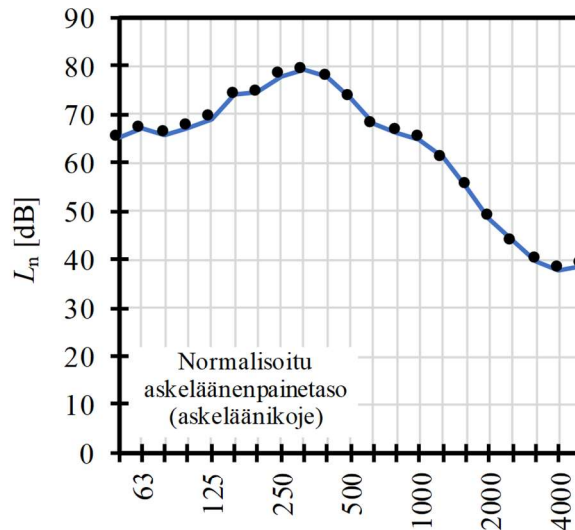


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne: X2

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	65.1	76.7	32.0
63	67.1	69.7	38.8
80	65.8	68.5	31.6
100	67.3	67.3	33.5
125	69.0	69.1	31.3
160	74.0	68.8	32.2
200	74.5	69.9	29.6
250	78.0	70.7	27.8
315	79.0	70.7	27.3
400	77.7	68.4	29.0
500	73.2	64.1	31.9
630	67.9	61.2	34.6
800	66.2	59.7	38.0
1000	64.8	57.1	42.4
1250	61.0	52.4	46.4
1600	55.0	44.3	52.3
2000	48.5	39.7	57.3
2500	43.7	37.1	59.3
3150	39.6	34.6	61.1
4000	37.9	33.8	63.8
5000	38.7	33.7	61.4

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

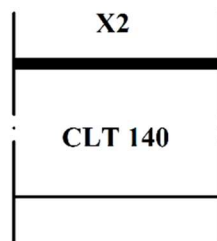


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	70
$L_{n,w}+C_I$	70
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	70
$L_{iA,F,max,V,T}$	70.0

ISO 717-1:

R_w	38
R_w+C	37
R_w+C_{tr}	35
$R_w+C_{100-5000}$	38
$R_w+C_{50-3150}$	37
$R_w+C_{50-5000}$	38
$R_w+C_{tr,100-5000}$	35
$R_w+C_{tr,50-3150}$	35
$R_w+C_{tr,50-5000}$	35

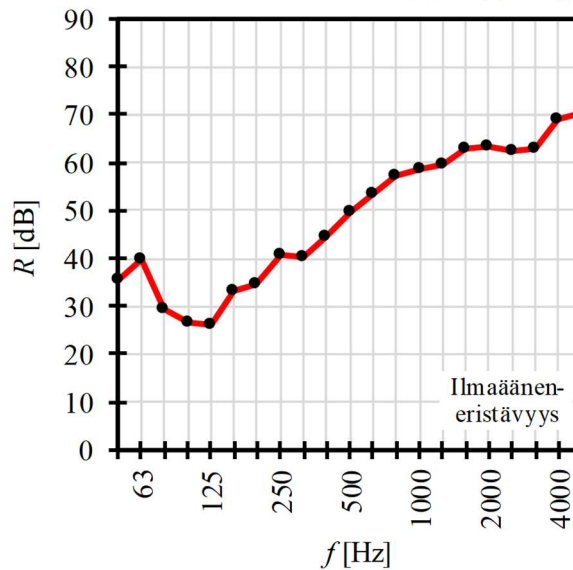
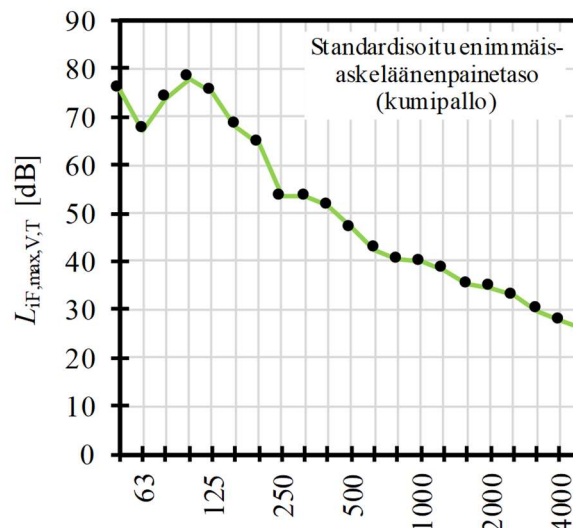
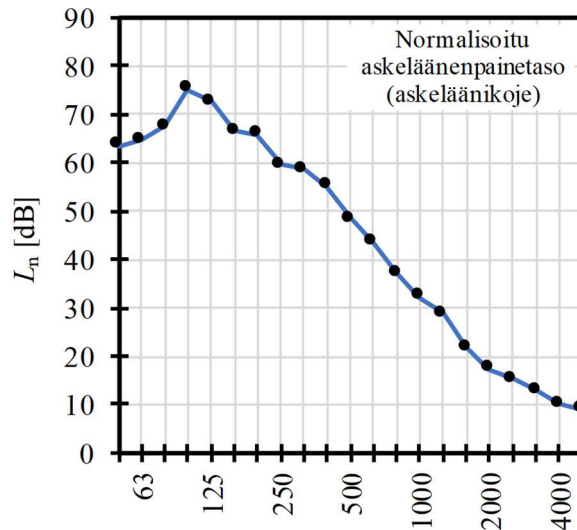


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne: X3

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	63.6	75.6	35.4
63	64.6	67.2	39.7
80	67.4	73.8	29.6
100	75.2	77.9	26.8
125	72.5	75.1	26.1
160	66.6	68.2	33.2
200	65.9	64.4	34.5
250	59.6	53.4	40.8
315	58.6	53.5	40.4
400	55.0	51.4	44.6
500	48.4	46.8	49.8
630	43.4	42.4	53.5
800	37.1	40.2	57.1
1000	32.2	40.0	58.8
1250	28.7	38.1	59.8
1600	21.8	35.2	62.7
2000	17.4	34.4	63.6
2500	15.2	32.9	62.3
3150	12.8	29.8	62.9
4000	10.0	27.6	68.9
5000	9.0	25.7	70.7

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

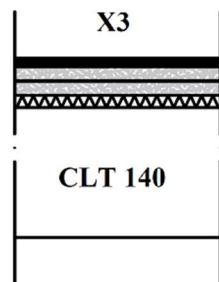


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	61
$L_{n,w}+C_I$	63
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	64
$L_{iA,Fmax,V,T}$	63.8

ISO 717-1:

R_w	49
R_w+C	47
R_w+C_{tr}	41
$R_w+C_{100-5000}$	48
$R_w+C_{50-3150}$	47
$R_w+C_{50-5000}$	48
$R_w+C_{tr,100-5000}$	41
$R_w+C_{tr,50-3150}$	41
$R_w+C_{tr,50-5000}$	41

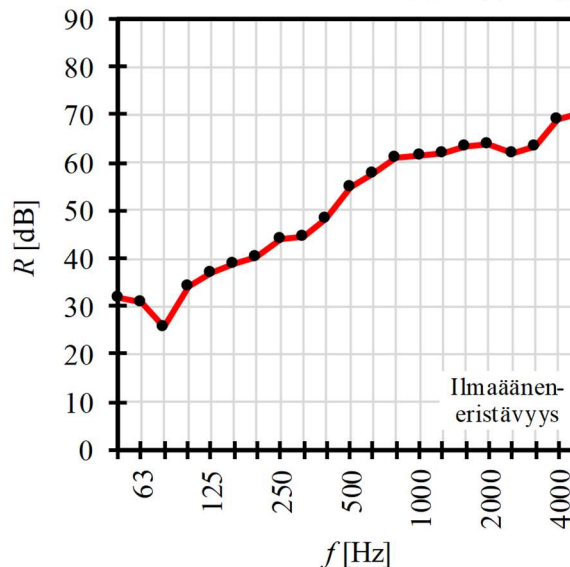
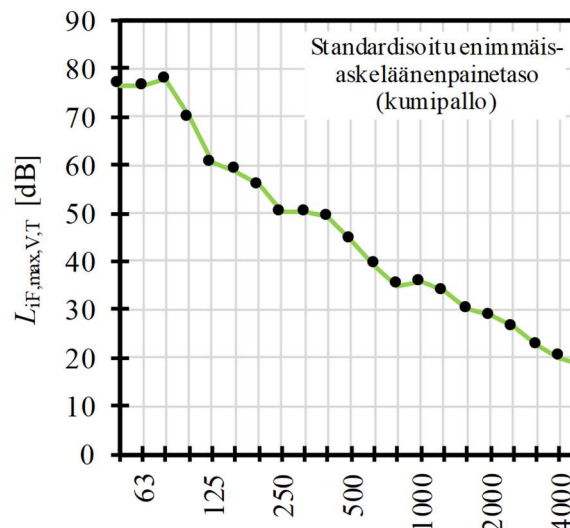
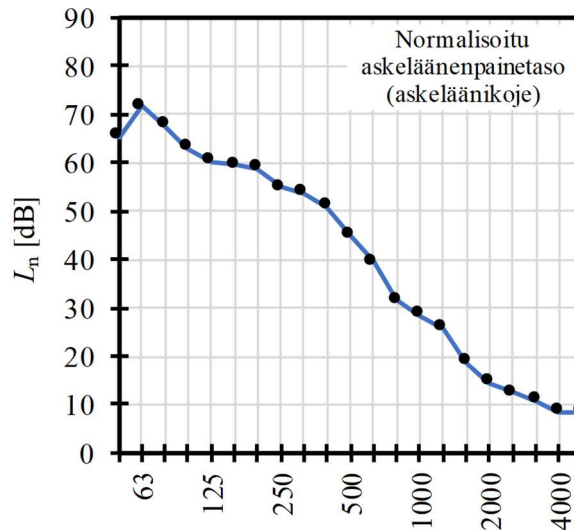


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne: X4

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	65.4	76.6	32.0
63	71.7	76.3	31.0
80	67.8	77.6	25.7
100	63.0	69.9	34.1
125	60.3	60.5	37.1
160	59.6	58.9	38.9
200	58.8	55.9	40.4
250	54.8	50.2	44.0
315	53.8	50.2	44.4
400	51.0	49.1	48.3
500	44.9	44.2	54.7
630	39.4	39.1	57.9
800	31.6	34.9	60.9
1000	28.5	35.6	61.3
1250	25.7	33.8	62.0
1600	18.8	30.0	63.6
2000	14.5	28.6	63.9
2500	12.4	26.2	62.1
3150	10.8	22.6	63.2
4000	8.4	19.9	68.9
5000	8.4	18.3	70.3

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

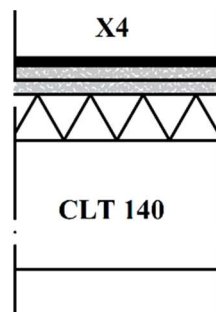


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	52
$L_{n,w}+C_I$	52
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	60
$L_{iA,Fmax,V,T}$	58.9

ISO 717-1:

R_w	55
R_w+C	53
R_w+C_{tr}	48
$R_w+C_{100-5000}$	54
$R_w+C_{50-3150}$	52
$R_w+C_{50-5000}$	53
$R_w+C_{tr,100-5000}$	48
$R_w+C_{tr,50-3150}$	44
$R_w+C_{tr,50-5000}$	44

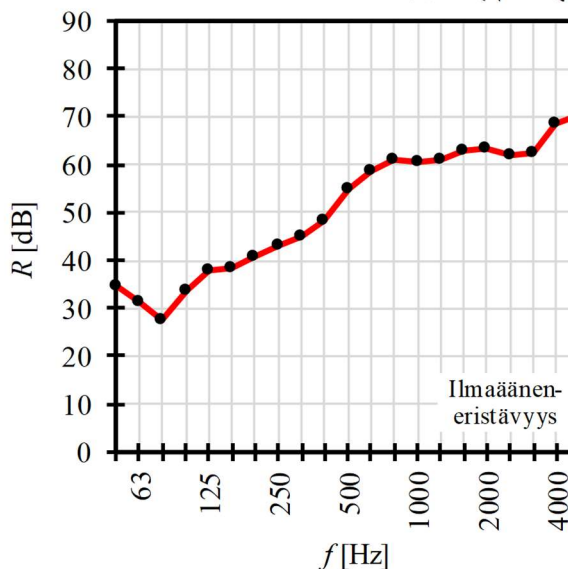
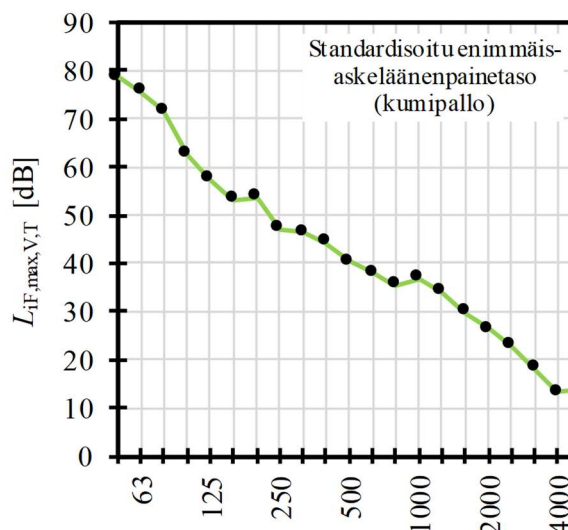
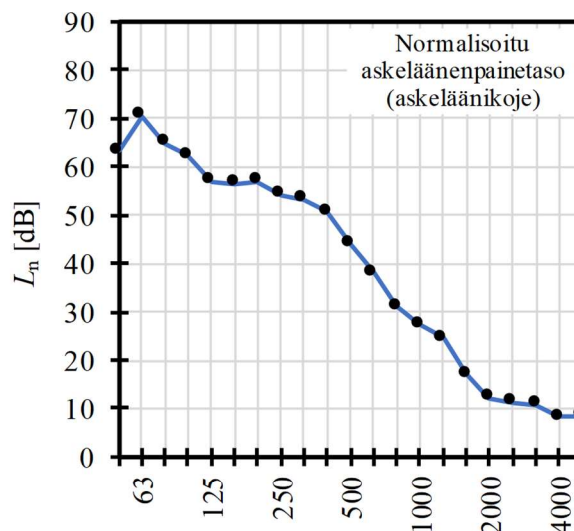


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne: X5

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	63.2	78.7	34.8
63	70.5	75.5	31.2
80	64.9	71.6	27.6
100	62.4	62.6	33.5
125	56.9	57.5	38.0
160	56.5	53.1	38.5
200	57.0	53.6	40.9
250	54.1	47.1	43.2
315	53.2	46.5	45.2
400	50.7	44.3	48.3
500	43.9	40.4	55.1
630	38.1	38.1	58.7
800	31.2	35.4	61.0
1000	27.3	36.8	60.6
1250	24.6	34.0	61.1
1600	17.1	29.7	63.0
2000	12.1	26.4	63.5
2500	11.2	22.8	62.2
3150	10.8	18.1	62.5
4000	8.2	13.2	68.7
5000	8.5	13.6	70.3

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

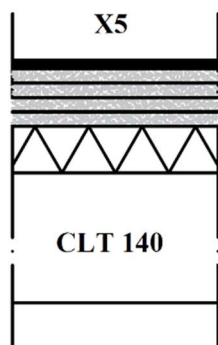


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	50
$L_{n,w}+C_I$	51
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	58
$L_{iA,F,max,V,T}$	55.3

ISO 717-1:

R_w	55
R_w+C	53
R_w+C_{tr}	48
$R_w+C_{100-5000}$	54
$R_w+C_{50-3150}$	52
$R_w+C_{50-5000}$	53
$R_w+C_{tr,100-5000}$	48
$R_w+C_{tr,50-3150}$	45
$R_w+C_{tr,50-5000}$	45

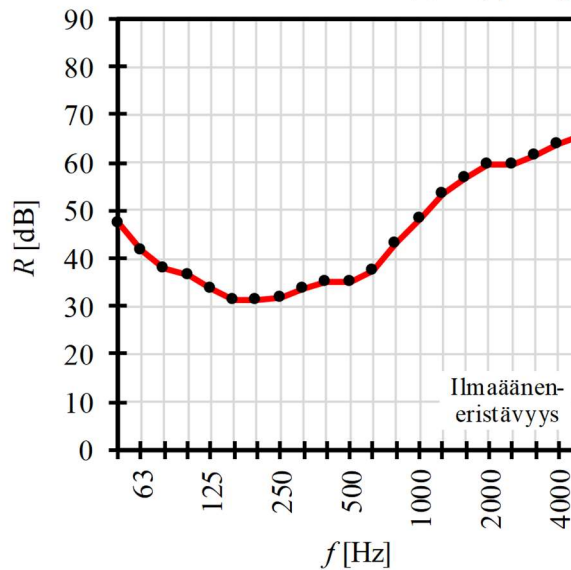
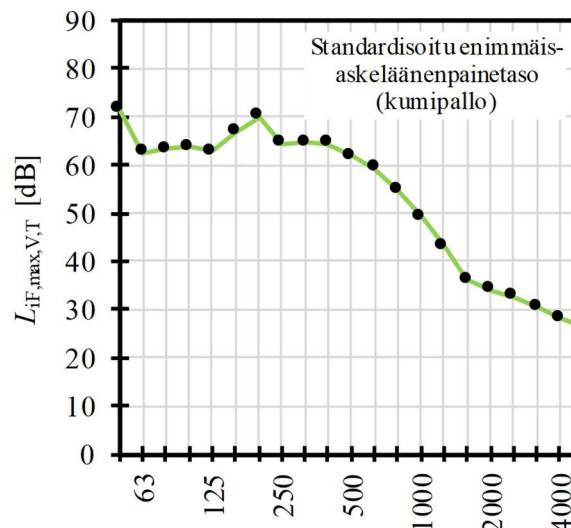
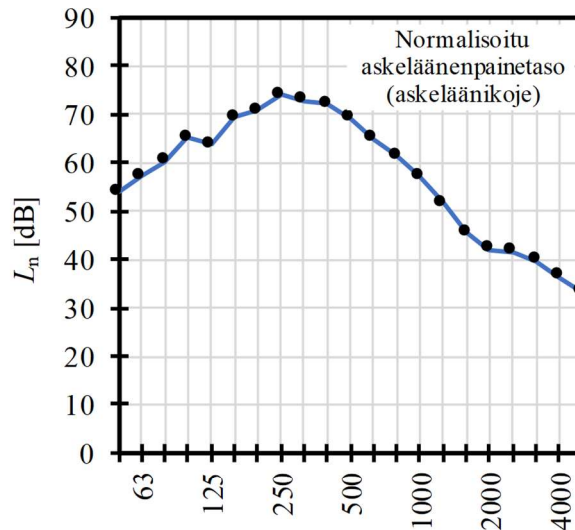


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELO

Välipohjarakenne: C2

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	54.0	71.3	47.3
63	57.1	62.6	41.8
80	60.3	63.2	37.7
100	65.2	63.7	36.6
125	63.7	62.8	33.9
160	69.4	66.8	31.5
200	70.8	70.0	31.4
250	73.9	64.3	31.6
315	72.9	64.7	33.8
400	72.2	64.4	35.0
500	69.0	61.8	35.0
630	65.0	59.3	37.6
800	61.3	54.9	42.9
1000	57.1	49.1	48.5
1250	51.5	43.2	53.4
1600	45.5	36.1	56.8
2000	42.0	34.1	59.4
2500	41.5	32.6	59.4
3150	39.6	30.5	61.5
4000	36.5	28.2	63.7
5000	33.2	26.4	65.7

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

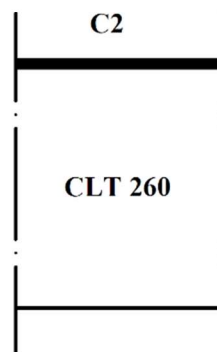


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	65
$L_{n,w}+C_I$	65
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	65
$L_{iA,Fmax,V,T}$	66.4

ISO 717-1:

R_w	42
R_w+C	41
R_w+C_{tr}	39
$R_w+C_{100-5000}$	42
$R_w+C_{50-3150}$	41
$R_w+C_{50-5000}$	42
$R_w+C_{tr,100-5000}$	39
$R_w+C_{tr,50-3150}$	39
$R_w+C_{tr,50-5000}$	39

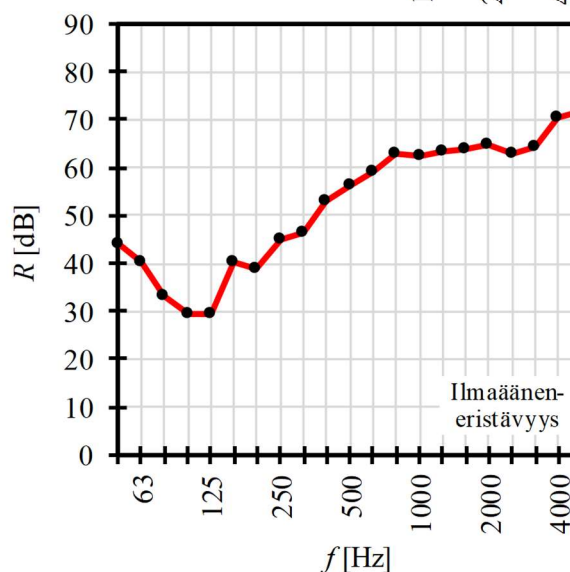
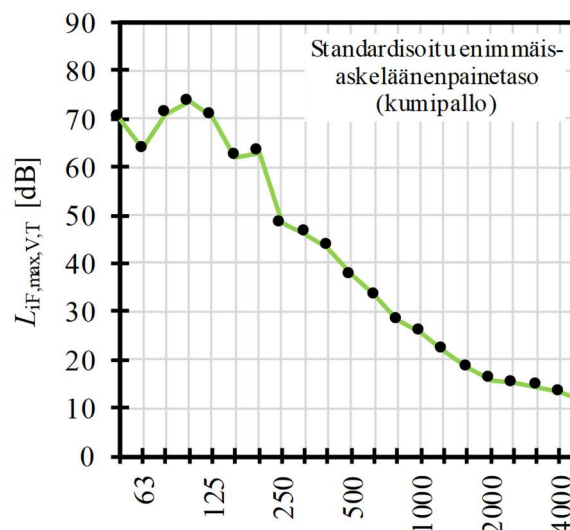
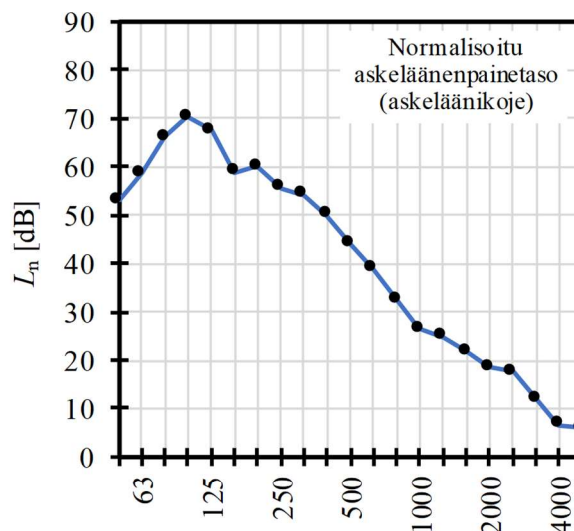


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESTITULOS

Välipohjarakenne: C3

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	52.9	70.0	44.1
63	58.6	63.6	40.3
80	66.1	70.9	33.0
100	70.3	73.6	29.6
125	67.5	70.4	29.5
160	58.9	62.0	40.3
200	60.1	63.1	39.0
250	55.5	48.2	45.1
315	54.2	46.2	46.5
400	50.0	43.4	52.9
500	43.8	37.5	56.1
630	38.8	33.4	59.2
800	32.5	28.1	63.1
1000	26.4	25.5	62.6
1250	24.9	21.9	63.5
1600	21.7	18.2	63.9
2000	18.4	15.8	64.6
2500	17.6	15.0	62.7
3150	12.0	14.3	64.4
4000	6.5	13.2	70.7
5000	5.8	11.3	71.8

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

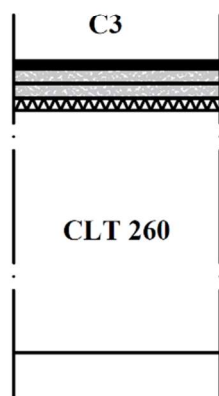


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	55
$L_{n,w}+C_I$	58
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	59
$L_{iA,Fmax,V,T}$	59.6

ISO 717-1:

R_w	54
R_w+C	51
R_w+C_{tr}	45
$R_w+C_{100-5000}$	52
$R_w+C_{50-3150}$	51
$R_w+C_{50-5000}$	52
$R_w+C_{tr,100-5000}$	45
$R_w+C_{tr,50-3150}$	45
$R_w+C_{tr,50-5000}$	45

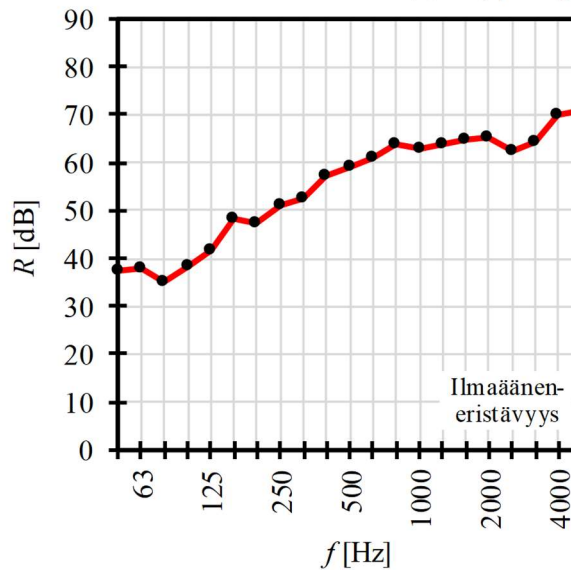
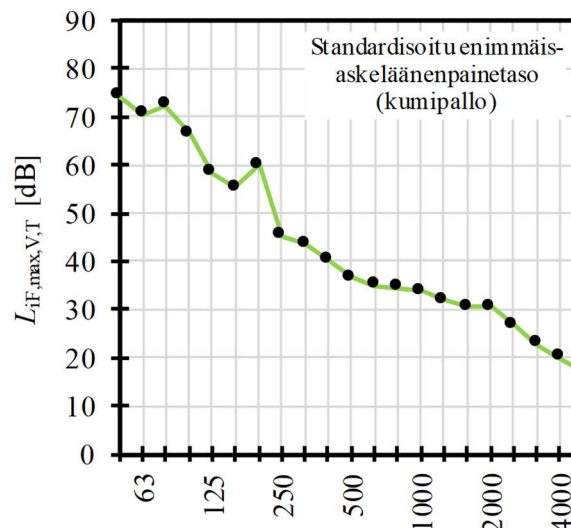
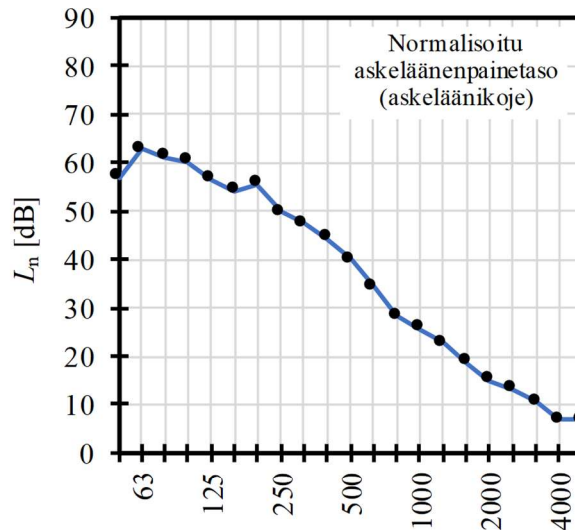


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne: C4

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	56.9	74.2	37.3
63	62.9	70.5	38.1
80	61.1	72.3	35.0
100	60.3	66.6	38.4
125	56.6	58.2	41.5
160	54.2	55.2	48.2
200	55.6	60.1	47.2
250	49.8	45.3	51.1
315	47.5	43.7	52.6
400	44.3	40.3	57.2
500	39.9	36.5	59.0
630	34.3	34.9	61.0
800	28.2	34.4	63.8
1000	25.7	33.8	62.8
1250	22.7	32.0	63.8
1600	18.8	30.6	64.6
2000	15.0	30.5	65.1
2500	13.1	26.8	62.4
3150	10.6	22.7	64.2
4000	6.9	20.0	70.1
5000	6.8	16.9	70.8

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

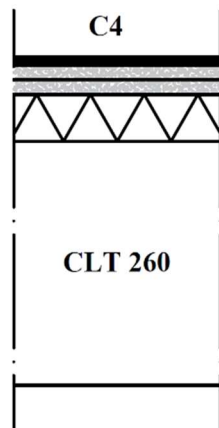


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	47
$L_{n,w}+C_I$	49
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	53
$L_{iA,Fmax,V,T}$	55.3

ISO 717-1:

R_w	61
R_w+C	59
R_w+C_{tr}	54
$R_w+C_{100-5000}$	60
$R_w+C_{50-3150}$	58
$R_w+C_{50-5000}$	59
$R_w+C_{tr,100-5000}$	54
$R_w+C_{tr,50-3150}$	51
$R_w+C_{tr,50-5000}$	51

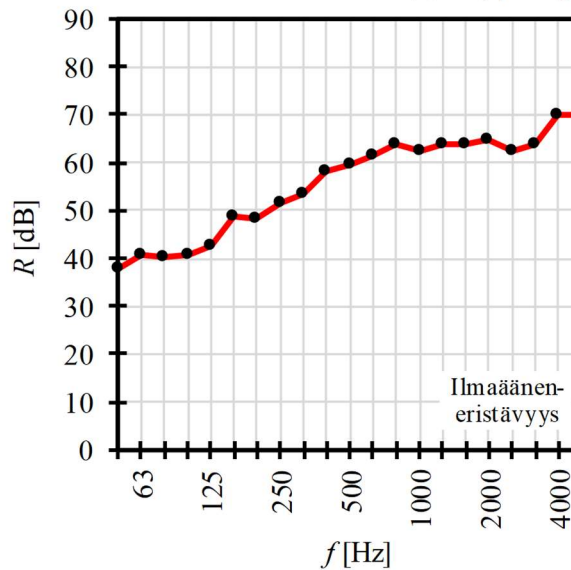
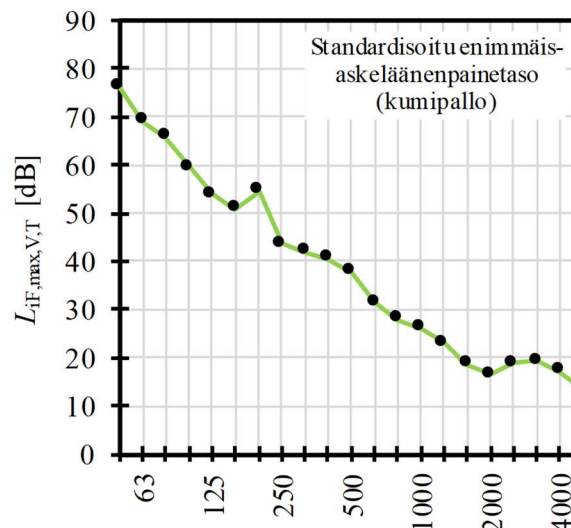
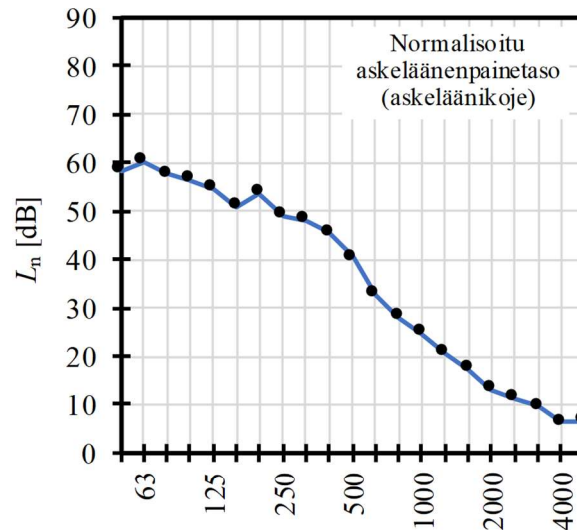


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELO

Välipohjarakenne: C5

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	58.4	76.1	37.7
63	60.2	69.2	40.9
80	57.7	65.7	40.4
100	56.6	59.5	40.6
125	54.7	54.0	42.4
160	50.9	50.8	48.7
200	53.6	54.5	48.2
250	49.1	43.5	51.6
315	48.1	42.0	53.5
400	45.6	40.7	58.3
500	40.3	37.7	59.6
630	32.7	31.4	61.7
800	28.0	27.9	63.7
1000	24.9	26.1	62.5
1250	20.7	23.0	63.7
1600	17.4	18.5	64.1
2000	13.1	16.4	64.6
2500	11.2	18.7	62.4
3150	9.6	19.3	63.8
4000	6.4	17.1	69.9
5000	6.6	13.3	70.0

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

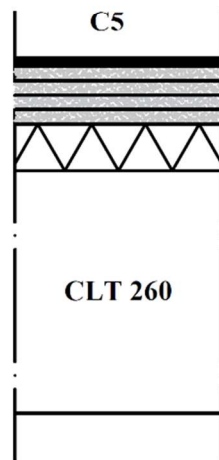


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	45
$L_{n,w}+C_I$	46
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	51
$L_{iA,Fmax,V,T}$	51.5

ISO 717-1:

R_w	61
R_w+C	59
R_w+C_{tr}	55
$R_w+C_{100-5000}$	60
$R_w+C_{50-3150}$	59
$R_w+C_{50-5000}$	60
$R_w+C_{tr,100-5000}$	55
$R_w+C_{tr,50-3150}$	53
$R_w+C_{tr,50-5000}$	53

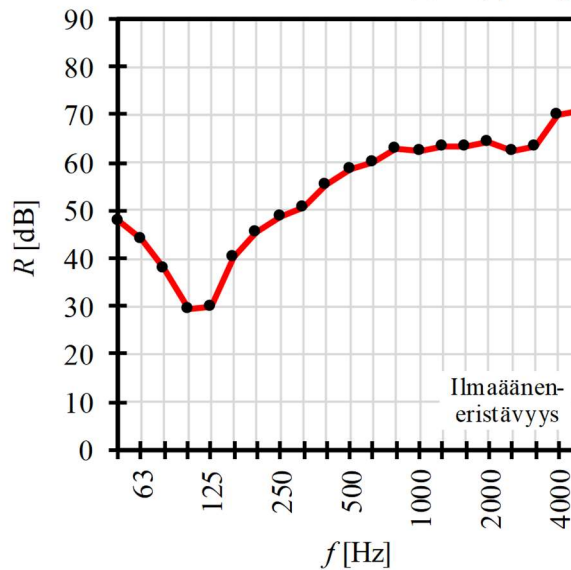
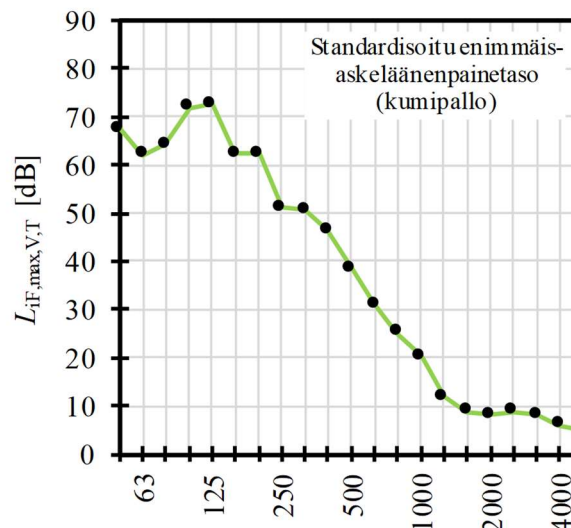
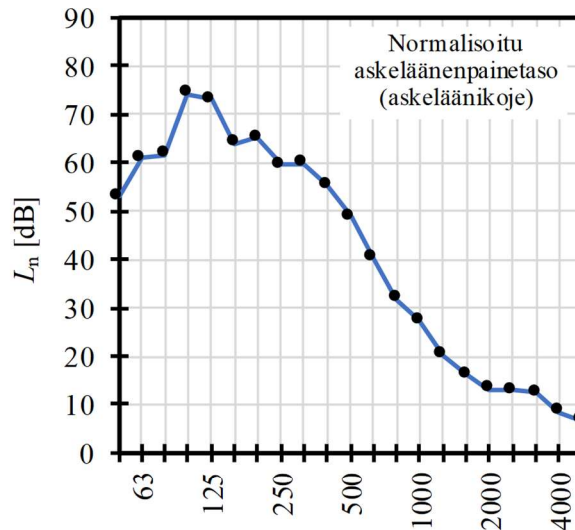


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELO

Välipohjarakenne: C7

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	53.0	67.5	47.7
63	61.0	62.1	43.9
80	61.6	64.2	37.9
100	74.2	71.9	29.3
125	73.1	72.7	29.9
160	63.9	62.4	40.4
200	65.1	62.2	45.4
250	59.5	51.2	49.0
315	59.7	50.5	50.5
400	55.3	46.4	55.6
500	48.8	38.6	58.6
630	40.1	31.0	60.3
800	31.8	25.0	62.9
1000	27.4	20.3	62.4
1250	20.2	11.8	63.3
1600	16.1	8.7	63.5
2000	13.2	8.0	64.2
2500	13.0	8.7	62.3
3150	12.5	8.0	63.6
4000	8.4	6.0	70.0
5000	6.5	4.9	71.0

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

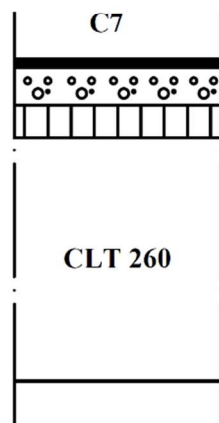


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	60
$L_{n,w}+C_I$	62
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	63
$L_{iA,Fmax,V,T}$	59.7

ISO 717-1:

R_w	57
R_w+C	52
R_w+C_{tr}	46
$R_w+C_{100-5000}$	53
$R_w+C_{50-3150}$	52
$R_w+C_{50-5000}$	53
$R_w+C_{tr,100-5000}$	46
$R_w+C_{tr,50-3150}$	46
$R_w+C_{tr,50-5000}$	46

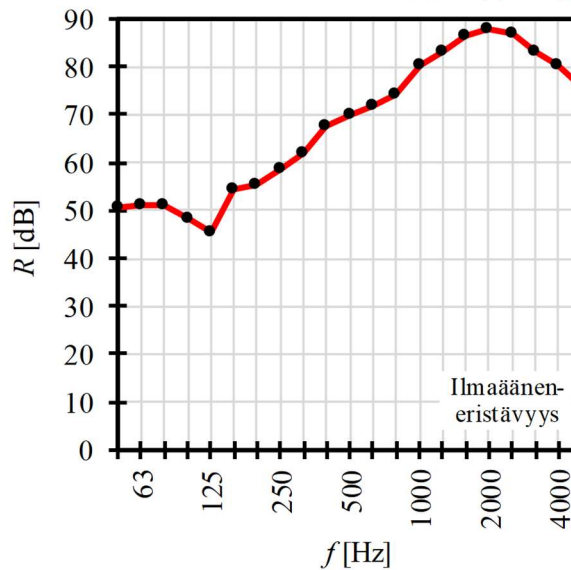
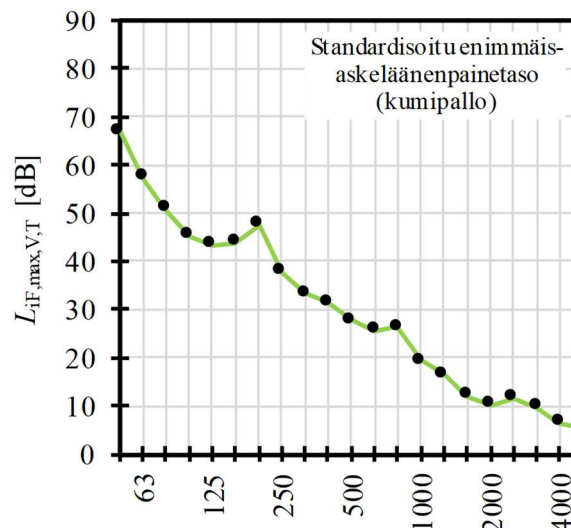
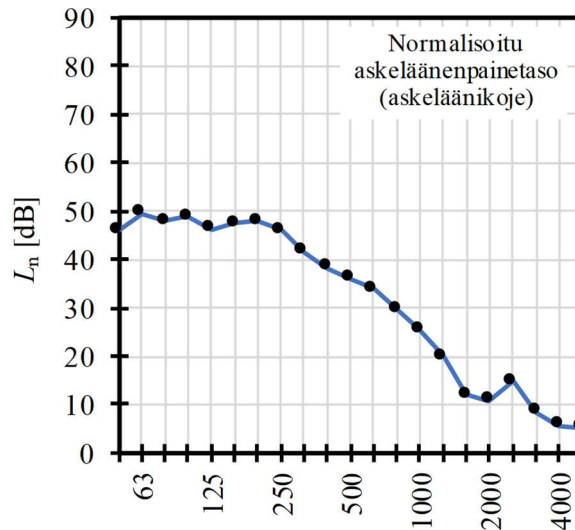


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **C2c**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	46.1	66.9	50.7
63	49.5	57.5	51.0
80	47.9	50.8	51.0
100	48.9	45.3	48.5
125	46.2	43.4	45.3
160	47.3	43.8	54.3
200	47.8	47.5	55.6
250	46.0	37.8	58.9
315	41.6	33.3	62.1
400	38.2	31.4	67.8
500	36.0	27.8	69.8
630	33.8	25.5	71.9
800	29.8	26.3	74.2
1000	25.6	19.3	80.6
1250	20.0	16.4	83.1
1600	11.9	12.0	86.6
2000	10.8	10.1	87.8
2500	14.8	11.5	86.8
3150	8.5	9.8	83.3
4000	5.6	6.4	80.5
5000	5.2	5.3	75.5

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

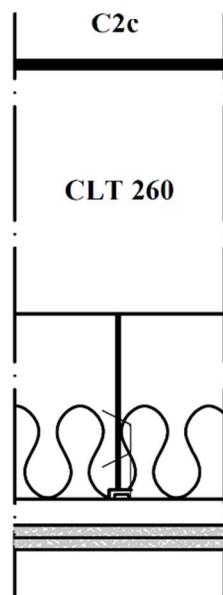


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	39
$L_{n,w}+C_I$	40
$L_{n,w}+C_{I,150-2500}$	42
$L_{iA,Fmax,V,T}$	41.9

ISO 717-1:

R_w	70
R_w+C	67
R_w+C_{tr}	62
$R_w+C_{100-5000}$	68
$R_w+C_{50-3150}$	67
$R_w+C_{50-5000}$	68
$R_w+C_{tr,100-5000}$	62
$R_w+C_{tr,50-3150}$	61
$R_w+C_{tr,50-5000}$	61

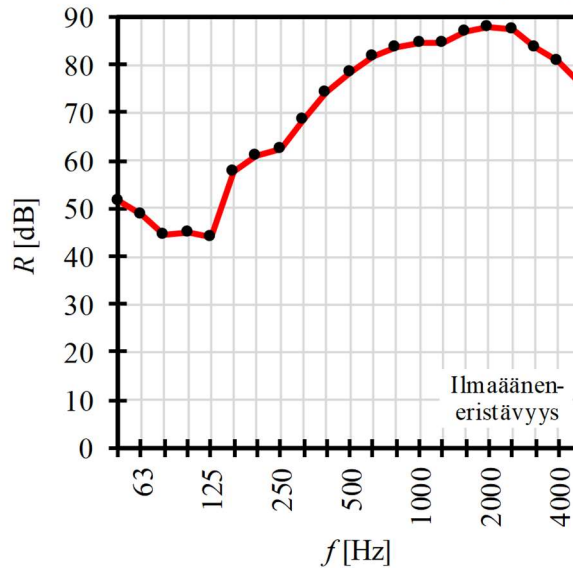
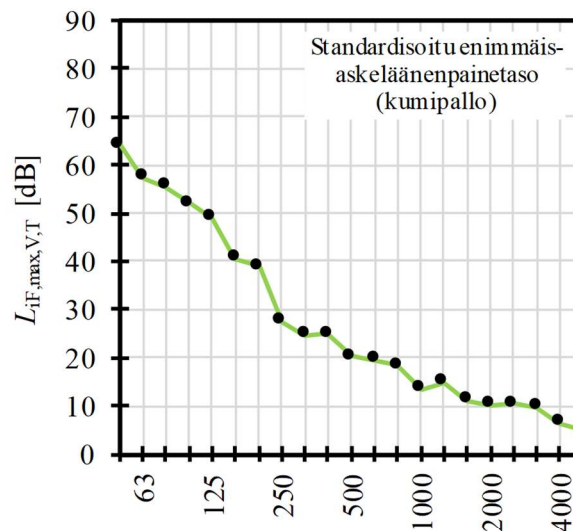
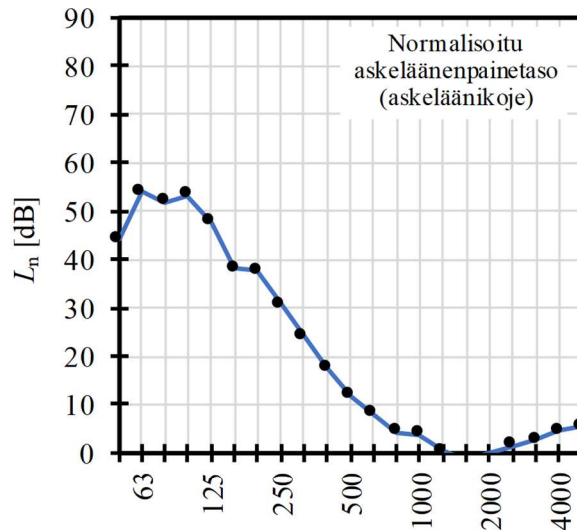


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne: **C3c**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	44.2	64.2	51.6
63	54.0	57.4	48.6
80	51.8	55.4	44.6
100	53.2	52.1	45.0
125	47.7	48.9	44.1
160	38.1	40.6	57.5
200	37.7	39.0	60.8
250	30.7	27.5	62.3
315	24.2	24.6	68.7
400	17.6	24.8	74.4
500	11.8	20.2	78.7
630	8.1	19.5	81.6
800	4.3	18.5	83.8
1000	3.8	13.4	84.7
1250	0.3	14.9	84.6
1600	-1.3	11.1	87.1
2000	-0.1	10.3	88.0
2500	1.4	10.4	87.4
3150	2.6	9.8	83.7
4000	4.4	6.5	80.9
5000	5.4	5.0	75.6

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2



ISO 717-2:

$L_{n,w}$ 35

$L_{n,w}+C_I$ 39

$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$ 44

$L_{iA,Fmax,V,T}$ 40.5

ISO 717-1:

R_w 73

R_w+C 68

R_w+C_{tr} 61

$R_w+C_{100-5000}$ 69

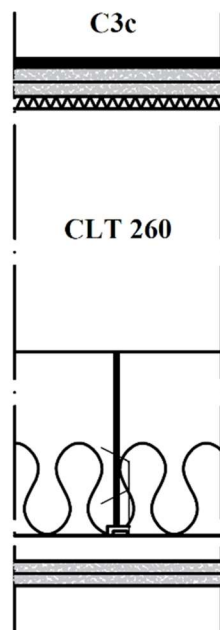
$R_w+C_{50-3150}$ 67

$R_w+C_{50-5000}$ 68

$R_w+C_{tr,100-5000}$ 61

$R_w+C_{tr,50-3150}$ 59

$R_w+C_{tr,50-5000}$ 59



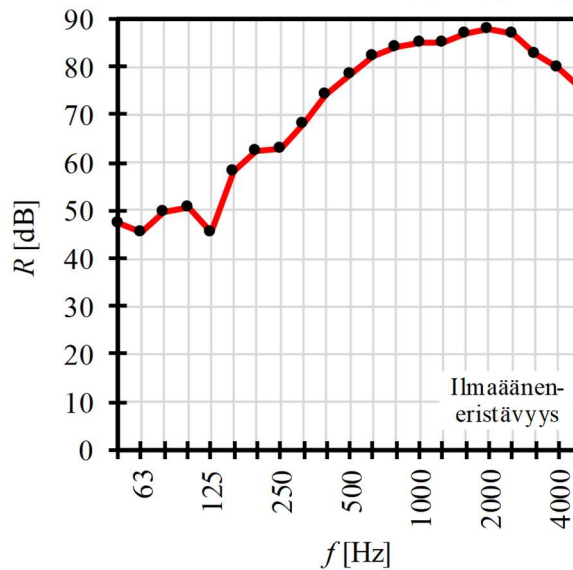
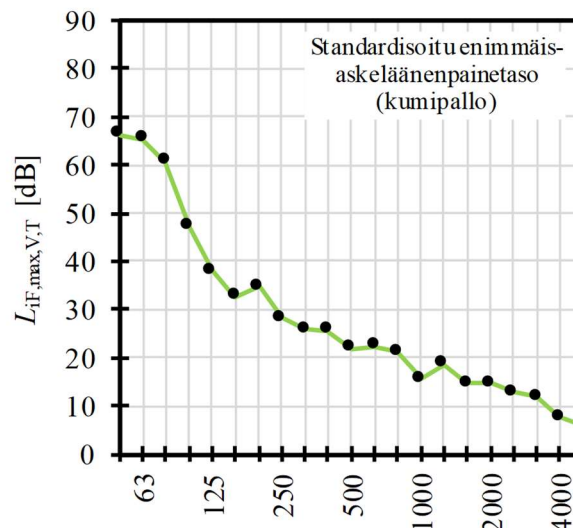
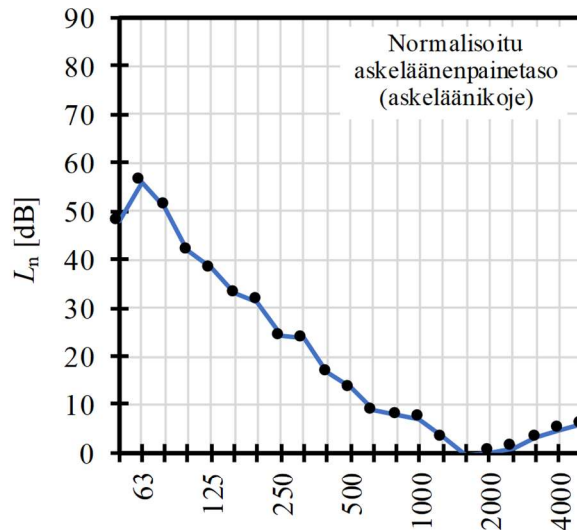
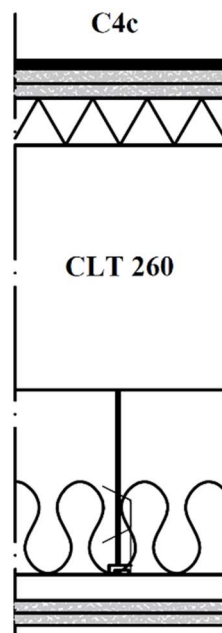
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **C4c**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	47.8	66.2	47.2
63	56.0	65.4	45.6
80	50.8	60.6	49.8
100	41.9	47.0	50.8
125	38.1	38.1	45.5
160	32.9	32.7	58.4
200	31.4	34.6	62.3
250	24.2	28.1	63.1
315	23.7	25.8	67.9
400	16.6	25.6	74.1
500	13.4	21.8	78.7
630	8.6	22.3	82.3
800	7.8	21.1	84.0
1000	7.0	15.5	85.0
1250	3.0	18.5	85.1
1600	-0.6	14.7	87.1
2000	0.0	14.6	87.7
2500	1.1	12.8	87.2
3150	3.1	11.8	82.9
4000	4.7	7.6	80.1
5000	5.8	6.0	75.0

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:	
$L_{n,w}$	27
$L_{n,w}+C_I$	29
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	43
$L_{iA,F,max,V,T}$	43.1
ISO 717-1:	
R_w	74
R_w+C	70
R_w+C_{tr}	64
$R_w+C_{100-5000}$	70
$R_w+C_{50-3150}$	69
$R_w+C_{50-5000}$	70
$R_w+C_{tr,100-5000}$	64
$R_w+C_{tr,50-3150}$	61
$R_w+C_{tr,50-5000}$	61



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESTITULOS

Välipohjarakenne: **C5c**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	49.3	68.3	46.7
63	53.4	64.5	46.6
80	45.6	54.5	53.7
100	37.5	41.0	51.1
125	35.8	37.5	46.5
160	30.7	31.3	59.0
200	29.4	32.7	63.2
250	22.1	26.5	63.4
315	21.2	25.0	67.6
400	16.5	25.3	74.5
500	14.0	20.6	78.7
630	7.3	21.0	81.9
800	4.6	20.7	84.1
1000	3.9	15.1	84.1
1250	-1.3	17.5	85.0
1600	-1.7	13.9	87.4
2000	-1.0	13.1	88.0
2500	0.4	11.0	87.3
3150	2.1	9.8	83.4
4000	3.9	6.3	80.6
5000	5.2	5.3	75.2

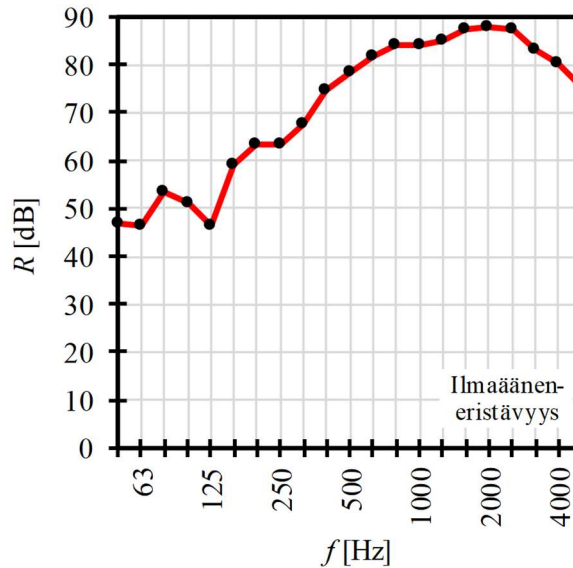
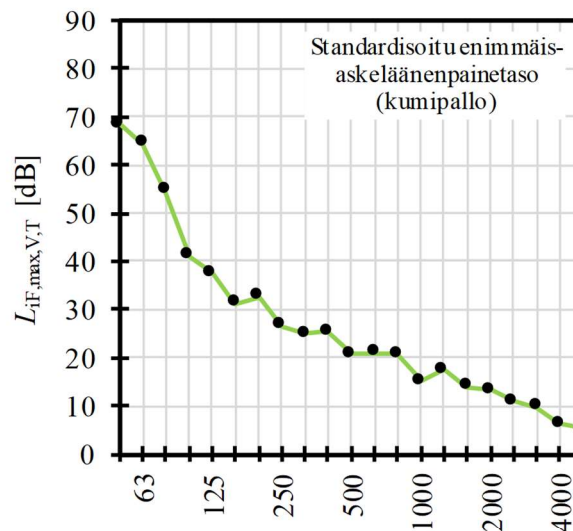
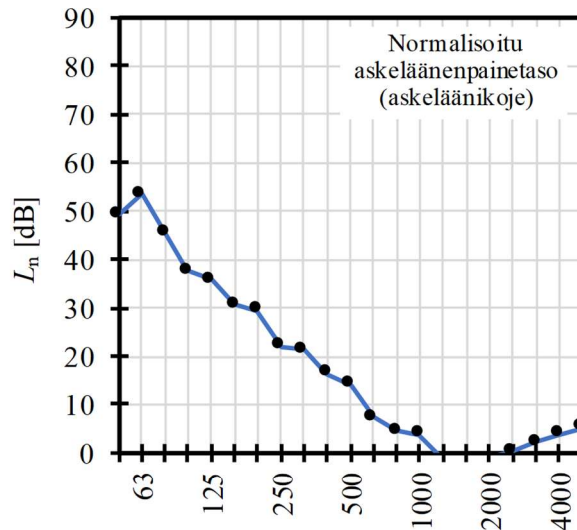
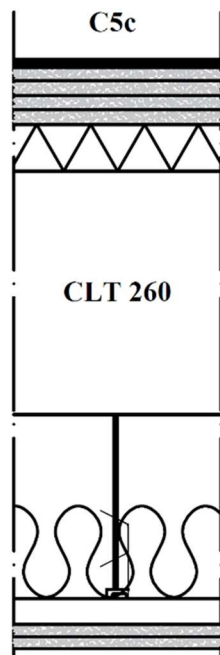
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	24
$L_{n,w}+C_I$	26
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	40
$L_{iA,Fmax,V,T}$	41.9

ISO 717-1:

R_w	75
R_w+C	70
R_w+C_{tr}	64
$R_w+C_{100-5000}$	71
$R_w+C_{50-3150}$	70
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	64
$R_w+C_{tr,50-3150}$	62
$R_w+C_{tr,50-5000}$	62

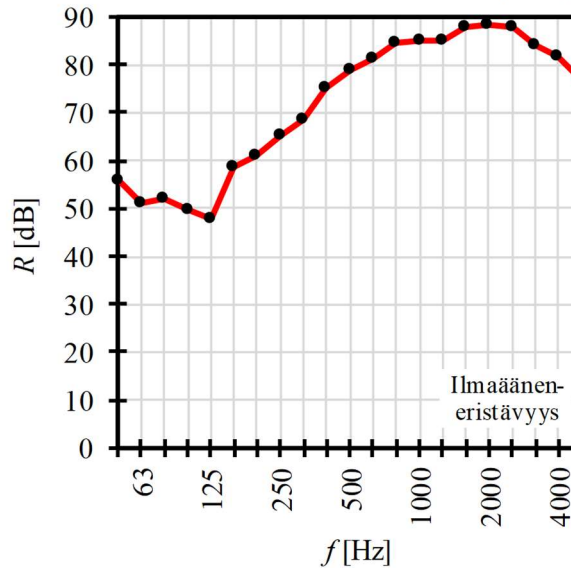
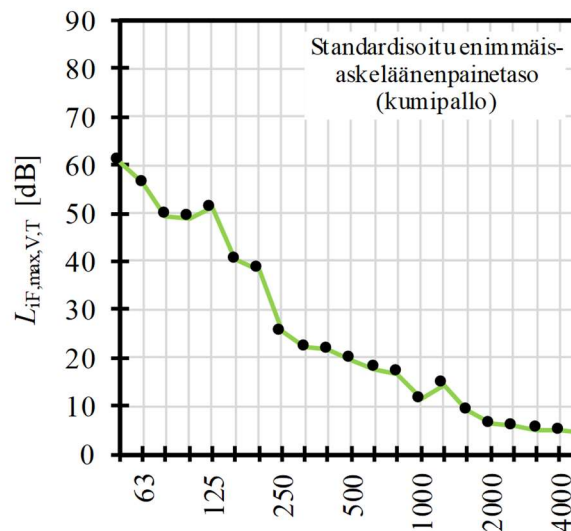
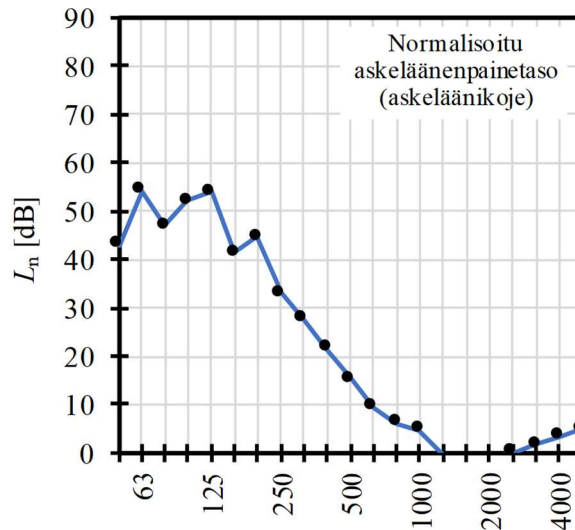


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

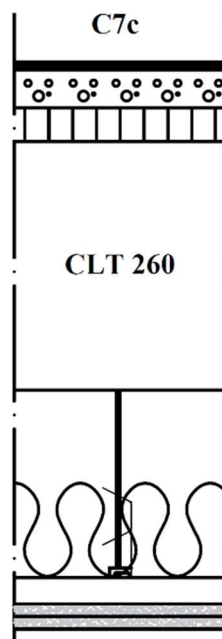
Välipohjarakenne: **C7c**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	42.9	60.7	55.9
63	54.1	56.2	50.9
80	47.0	49.4	52.3
100	52.1	49.1	49.8
125	53.9	51.1	47.6
160	41.4	40.2	58.6
200	44.6	38.2	61.0
250	33.0	25.4	65.2
315	27.5	22.1	68.5
400	21.5	21.6	75.1
500	15.3	19.6	78.8
630	9.5	17.6	81.4
800	6.1	16.6	84.6
1000	4.8	11.3	85.0
1250	-0.6	14.3	85.1
1600	-1.4	9.0	87.7
2000	-0.9	6.3	88.4
2500	0.0	5.7	88.1
3150	1.6	5.1	84.3
4000	3.4	4.8	81.8
5000	4.9	4.7	76.5

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2



ISO 717-2:	
$L_{n,w}$	38
$L_{n,w}+C_I$	42
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	44
$L_{iA,Fmax,V,T}$	39.0
ISO 717-1:	
R_w	75
R_w+C	71
R_w+C_{tr}	65
$R_w+C_{100-5000}$	72
$R_w+C_{50-3150}$	71
$R_w+C_{50-5000}$	71
$R_w+C_{tr,100-5000}$	65
$R_w+C_{tr,50-3150}$	64
$R_w+C_{tr,50-5000}$	64

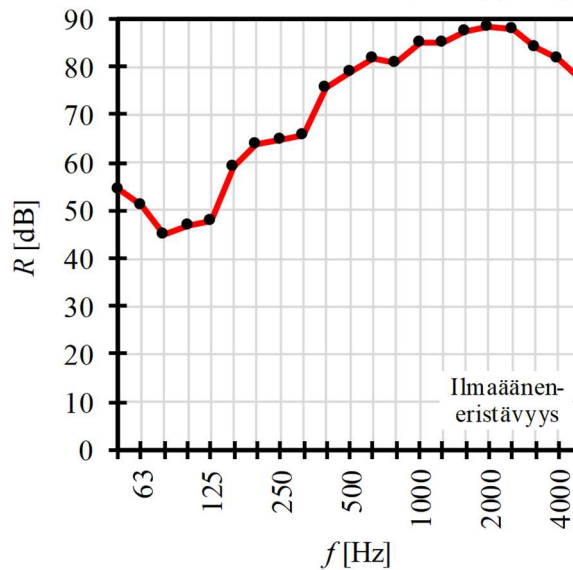
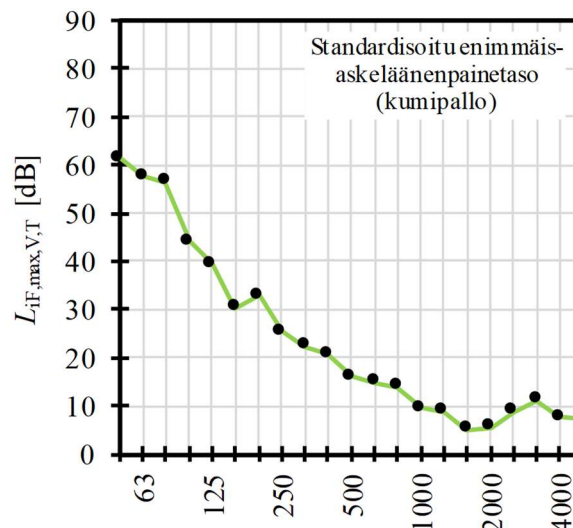
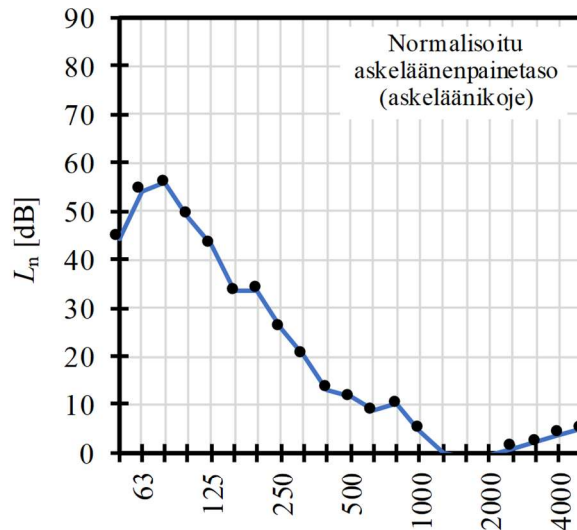


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: C11c

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	44.3	61.5	54.3
63	54.2	57.7	51.3
80	55.7	56.4	45.2
100	49.1	44.0	47.0
125	42.9	39.4	47.8
160	33.4	30.4	59.2
200	33.7	32.8	63.9
250	25.8	25.3	64.6
315	20.2	22.3	65.8
400	13.2	20.7	75.7
500	11.6	16.0	78.9
630	8.8	14.9	81.7
800	10.1	13.9	80.7
1000	4.8	9.6	85.1
1250	-0.1	8.8	85.1
1600	-1.0	5.0	87.6
2000	-0.5	5.5	88.4
2500	0.9	8.7	87.8
3150	2.2	11.0	84.2
4000	3.9	7.6	81.8
5000	5.0	7.3	76.9

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

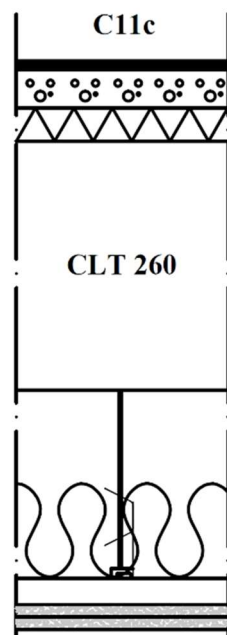


ISO 717-2:

$L_{n,w}$ 30
 $L_{n,w}+C_I$ 35
 $L_{n,w}+C_{I,50-2500}$ 44
 $L_{iA,Fmax,V,T}$ 37.9

ISO 717-1:

R_w 74
 R_w+C 70
 R_w+C_{tr} 64
 $R_w+C_{100-5000}$ 71
 $R_w+C_{50-3150}$ 70
 $R_w+C_{50-5000}$ 71
 $R_w+C_{tr,100-5000}$ 64
 $R_w+C_{tr,50-3150}$ 61
 $R_w+C_{tr,50-5000}$ 61



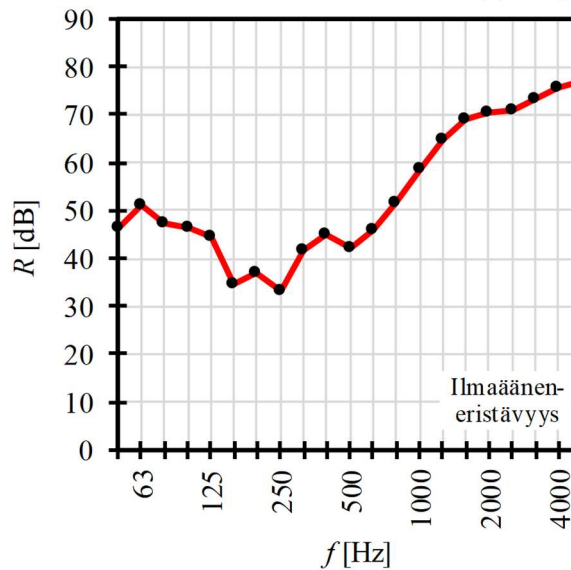
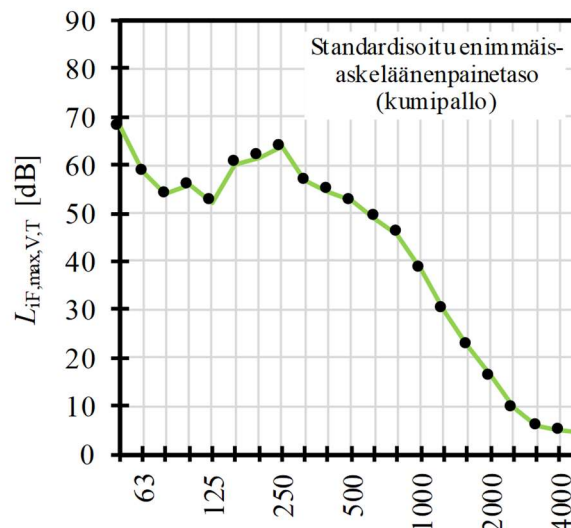
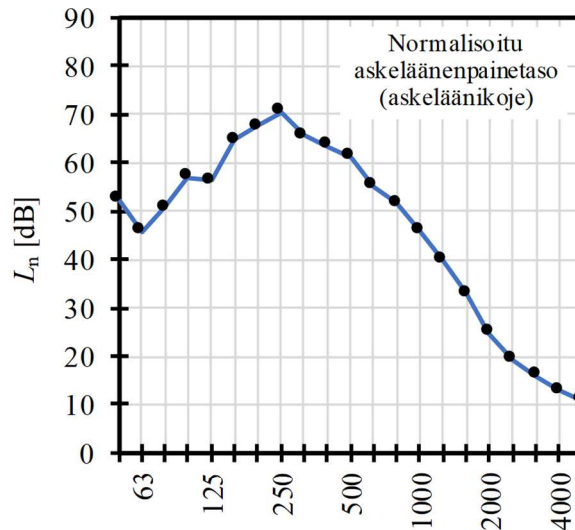
ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne:

H2

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	52.3	67.8	46.4
63	45.7	58.6	51.2
80	50.7	53.8	47.2
100	56.9	55.7	46.6
125	56.2	52.2	44.3
160	64.6	60.2	34.4
200	67.5	61.5	37.2
250	70.5	63.7	33.0
315	65.5	56.6	41.7
400	63.6	54.6	44.8
500	61.2	52.5	42.1
630	55.1	48.9	45.9
800	51.6	45.8	51.7
1000	46.0	38.1	58.6
1250	39.6	29.9	64.7
1600	32.9	22.7	69.0
2000	24.7	15.9	70.7
2500	19.2	9.4	70.9
3150	15.9	5.8	73.1
4000	12.9	4.7	75.6
5000	10.8	4.5	77.1

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

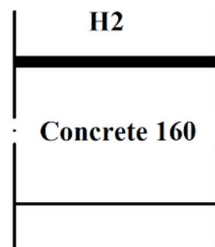


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	59
$L_{n,w}+C_I$	60
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	60
$L_{iA,Fmax,V,T}$	59.2

ISO 717-1:

R_w	49
R_w+C	48
R_w+C_{tr}	44
$R_w+C_{100-5000}$	49
$R_w+C_{50-3150}$	48
$R_w+C_{50-5000}$	49
$R_w+C_{tr,100-5000}$	44
$R_w+C_{tr,50-3150}$	44
$R_w+C_{tr,50-5000}$	44



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne:

H3

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	55.1	69.9	42.6
63	51.2	61.8	46.3
80	61.3	66.0	34.6
100	62.6	66.1	39.4
125	54.3	56.8	43.1
160	52.5	55.4	43.0
200	54.1	51.4	45.4
250	52.7	46.6	49.7
315	46.0	37.8	56.6
400	39.0	33.1	61.4
500	34.2	28.4	60.1
630	27.2	24.2	63.0
800	21.8	19.8	64.2
1000	15.8	14.7	66.8
1250	12.6	11.3	69.6
1600	8.0	9.4	71.6
2000	4.2	7.5	72.5
2500	2.5	5.5	71.1
3150	2.7	5.2	73.1
4000	3.8	5.0	75.4
5000	5.8	4.4	76.6

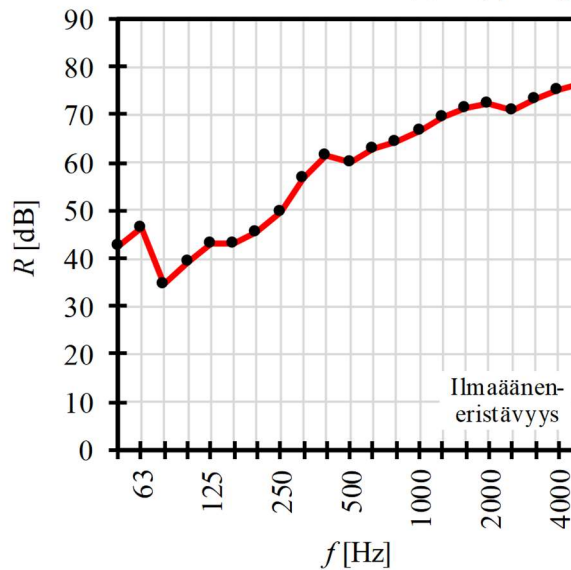
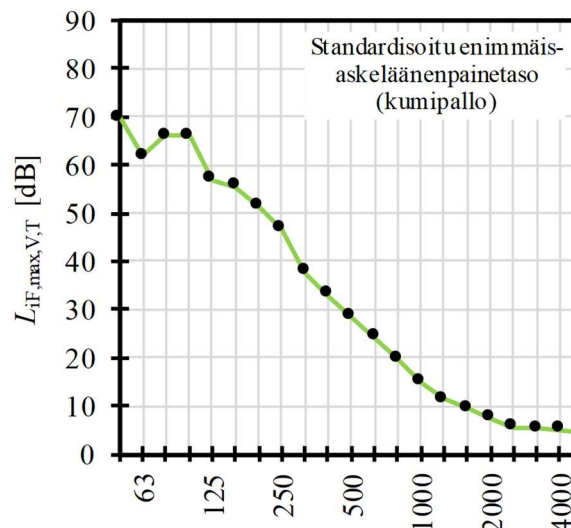
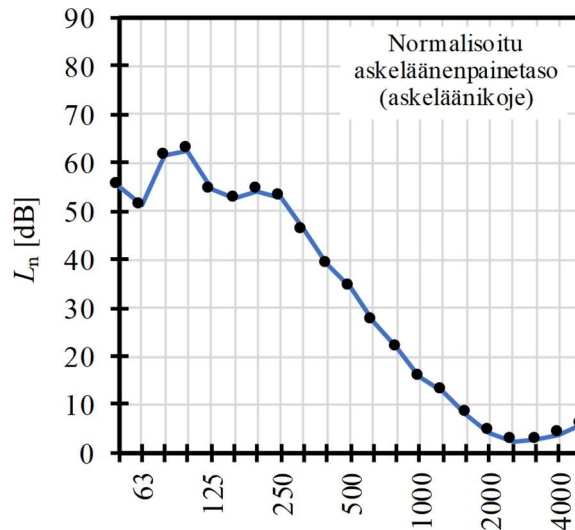
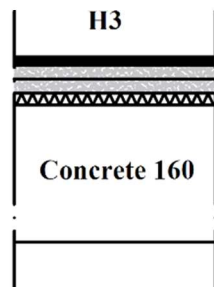
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	47
$L_{n,w}+C_I$	49
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	52
$L_{iA,Fmax,V,T}$	51.3

ISO 717-1:

R_w	62
R_w+C	59
R_w+C_{tr}	54
$R_w+C_{100-5000}$	60
$R_w+C_{50-3150}$	59
$R_w+C_{50-5000}$	60
$R_w+C_{tr,100-5000}$	54
$R_w+C_{tr,50-3150}$	52
$R_w+C_{tr,50-5000}$	52

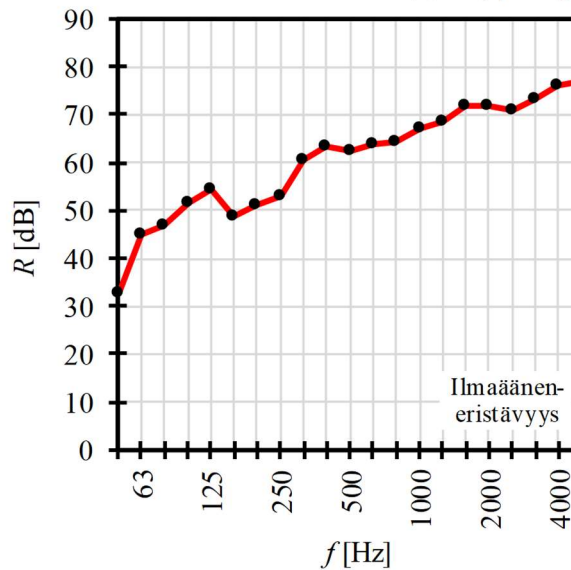
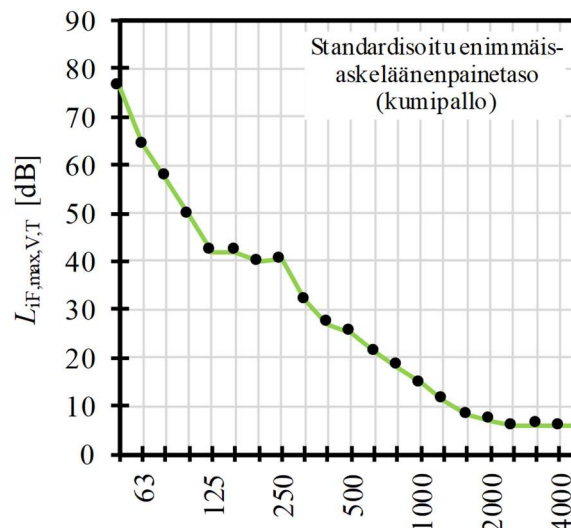
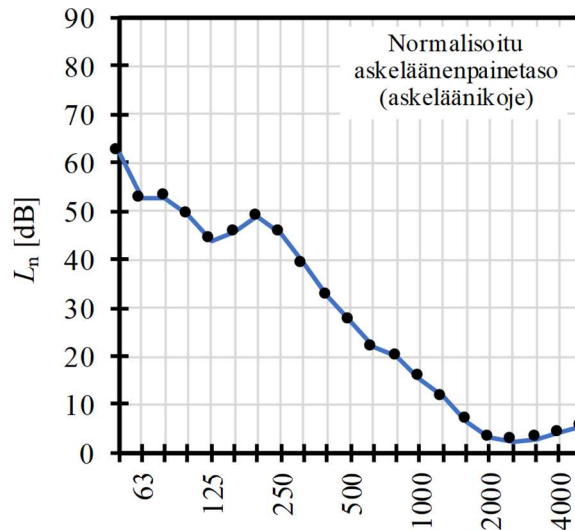


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITITULOS

Välipohjarakenne: **H4**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	62.2	76.0	32.7
63	52.6	64.2	44.9
80	52.7	57.4	47.1
100	49.2	49.3	51.5
125	43.8	42.1	54.5
160	45.5	41.9	48.7
200	48.7	40.0	51.0
250	45.3	40.2	52.8
315	38.9	31.8	60.4
400	32.6	26.9	63.2
500	27.2	25.2	62.3
630	21.8	21.1	64.1
800	20.0	18.0	64.4
1000	15.5	14.7	67.0
1250	11.6	11.0	68.8
1600	6.7	8.1	71.9
2000	3.2	7.0	72.1
2500	2.5	5.8	70.8
3150	2.9	5.9	73.3
4000	4.0	5.8	75.9
5000	5.5	5.7	77.2

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

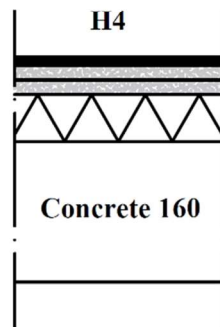


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	39
$L_{n,w}+C_I$	39
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	49
$L_{iA,F,max,V,T}$	47.2

ISO 717-1:

R_w	65
R_w+C	64
R_w+C_{tr}	60
$R_w+C_{100-5000}$	65
$R_w+C_{50-3150}$	63
$R_w+C_{50-5000}$	64
$R_w+C_{tr,100-5000}$	60
$R_w+C_{tr,50-3150}$	55
$R_w+C_{tr,50-5000}$	55

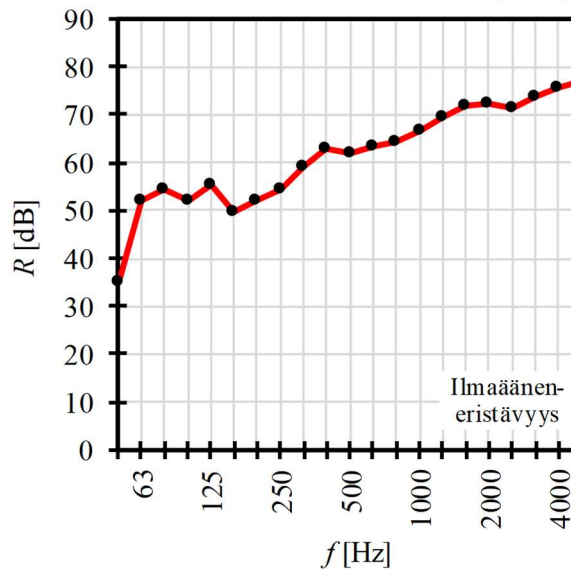
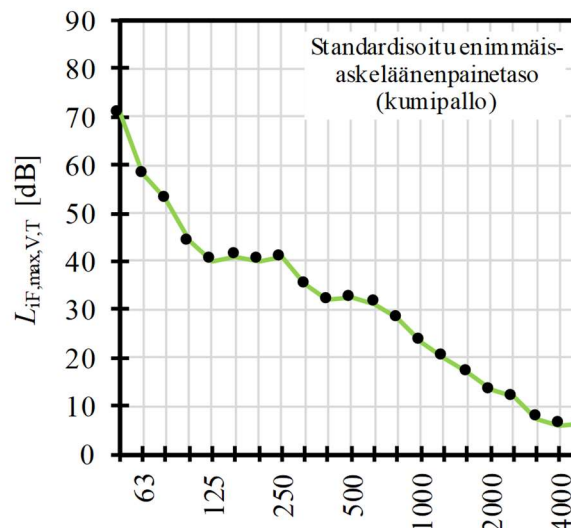
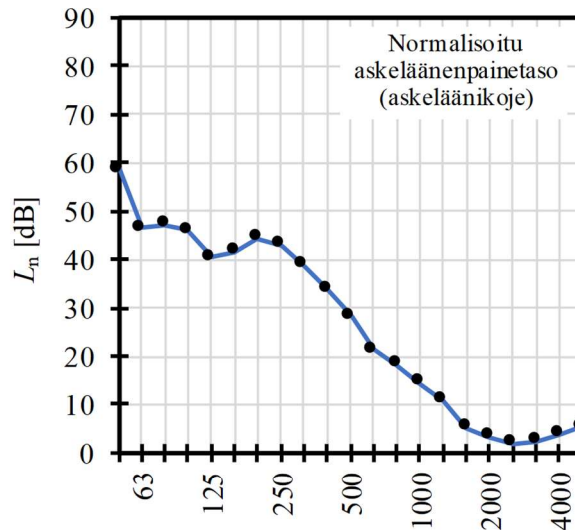


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **H5**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	58.5	70.6	35.3
63	46.5	58.2	52.0
80	47.1	52.9	54.2
100	45.9	44.0	52.0
125	40.5	40.1	55.5
160	41.6	40.9	49.9
200	44.3	40.1	51.9
250	42.9	40.7	54.5
315	38.8	35.2	59.3
400	34.0	31.9	62.7
500	28.2	32.4	62.1
630	21.2	31.3	63.6
800	18.3	28.2	64.5
1000	14.6	23.1	66.9
1250	10.7	20.0	69.5
1600	5.3	16.8	71.8
2000	3.4	13.2	72.3
2500	2.0	11.7	71.3
3150	2.5	7.4	73.6
4000	3.7	5.9	75.8
5000	5.4	6.1	77.1

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

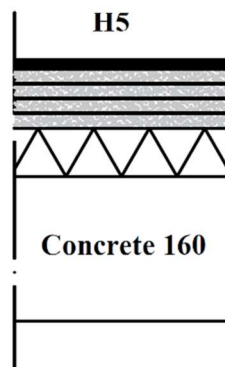


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	35
$L_{n,w}+C_I$	36
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	45
$L_{iA,Fmax,V,T}$	43.0

ISO 717-1:

R_w	66
R_w+C	65
R_w+C_{tr}	61
$R_w+C_{100-5000}$	65
$R_w+C_{50-3150}$	64
$R_w+C_{50-5000}$	65
$R_w+C_{tr,100-5000}$	61
$R_w+C_{tr,50-3150}$	58
$R_w+C_{tr,50-5000}$	57

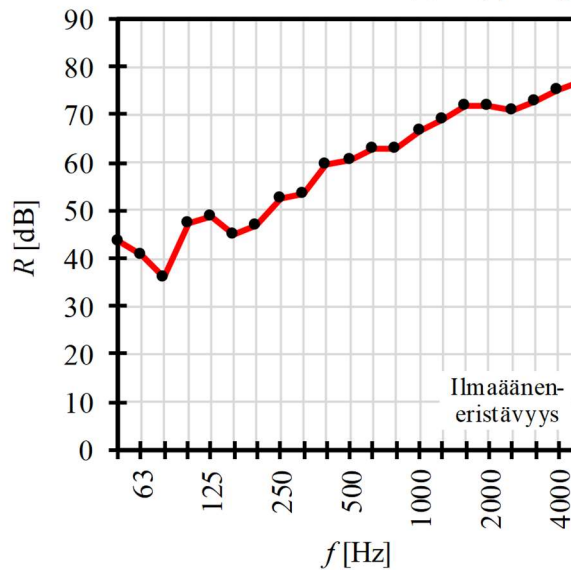
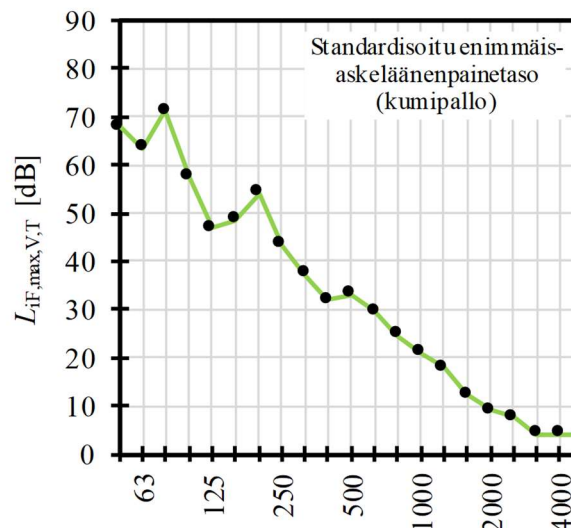
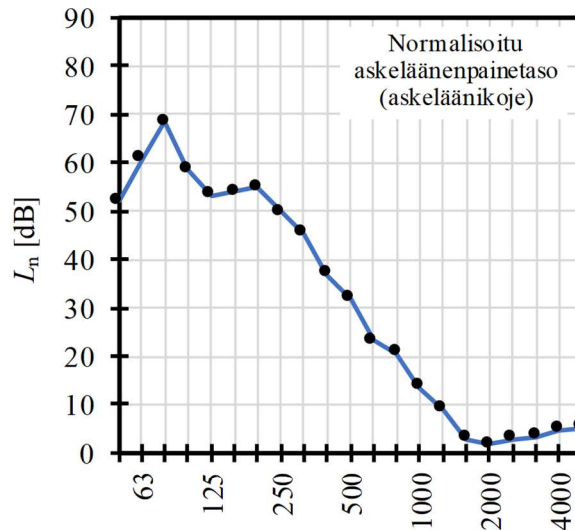


ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne: **H7**

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,F,max,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	52.0	68.0	43.8
63	60.8	63.4	40.8
80	68.3	71.1	36.1
100	58.7	57.4	47.5
125	53.3	46.8	48.8
160	54.0	48.5	44.9
200	54.8	54.2	47.1
250	49.8	43.3	52.5
315	45.2	37.4	53.5
400	36.8	32.0	59.5
500	31.7	33.0	60.5
630	23.2	29.6	62.8
800	20.6	24.6	62.9
1000	13.5	21.0	66.6
1250	8.9	17.8	69.2
1600	2.9	12.2	71.8
2000	1.8	9.1	72.0
2500	2.9	7.5	71.0
3150	3.3	4.2	72.9
4000	4.8	4.0	75.4
5000	5.2	3.9	77.1

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

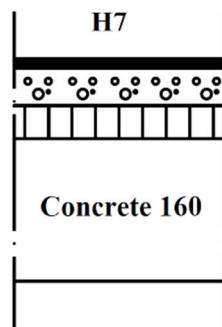


ISO 717-2:

$L_{n,w}$	46
$L_{n,w}+C_I$	47
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	55
$L_{iA,F,max,V,T}$	51.0

ISO 717-1:

R_w	63
R_w+C	61
R_w+C_{tr}	57
$R_w+C_{100-5000}$	62
$R_w+C_{50-3150}$	60
$R_w+C_{50-5000}$	61
$R_w+C_{tr,100-5000}$	57
$R_w+C_{tr,50-3150}$	54
$R_w+C_{tr,50-5000}$	54



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITTELUS

Välipohjarakenne:

H8

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	53.7	68.2	45.6
63	57.7	62.6	41.3
80	65.9	70.3	33.3
100	58.3	59.3	47.0
125	53.6	48.6	49.1
160	54.6	49.4	44.4
200	55.8	53.5	46.6
250	52.1	44.3	52.2
315	48.7	37.8	54.2
400	42.8	31.7	58.7
500	42.4	31.9	59.1
630	37.6	29.5	63.3
800	34.6	25.2	63.5
1000	31.0	22.2	66.4
1250	29.0	19.8	69.1
1600	26.0	14.9	71.8
2000	26.2	12.1	71.7
2500	28.4	9.9	70.8
3150	35.8	5.6	72.7
4000	32.9	4.6	75.2
5000	16.1	4.8	76.9

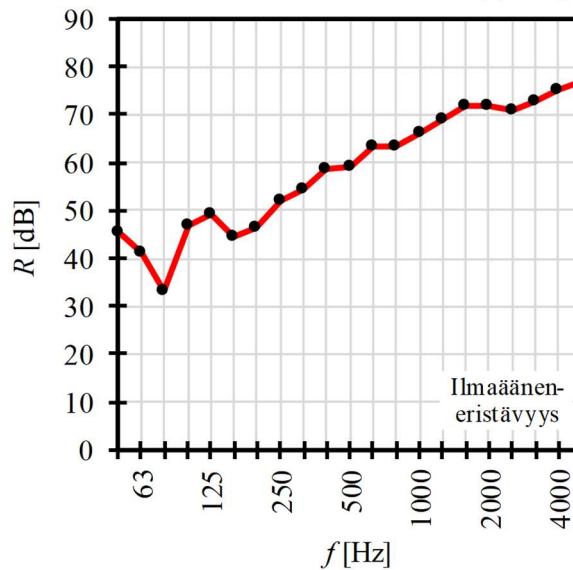
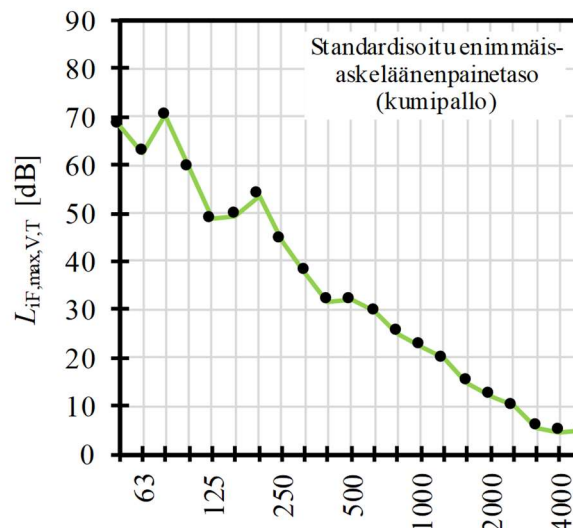
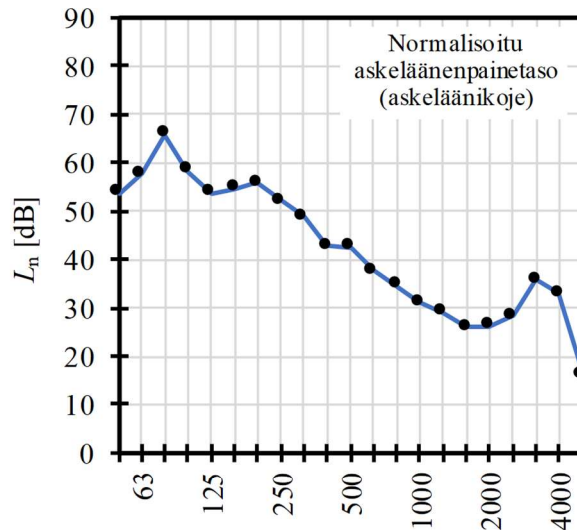
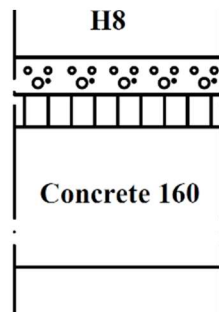
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

$L_{n,w}$	48
$L_{n,w}+C_I$	48
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	53
$L_{iA,Fmax,V,T}$	50.6

ISO 717-1:

R_w	63
R_w+C	61
R_w+C_{tr}	57
$R_w+C_{100-5000}$	62
$R_w+C_{50-3150}$	60
$R_w+C_{50-5000}$	61
$R_w+C_{tr,100-5000}$	57
$R_w+C_{tr,50-3150}$	52
$R_w+C_{tr,50-5000}$	52



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne:

H21

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	54.6	67.8	45.5
63	47.4	59.6	49.2
80	51.7	53.4	44.1
100	56.3	54.2	38.8
125	56.1	51.4	42.0
160	67.7	61.9	38.0
200	67.6	61.6	38.3
250	72.7	64.6	31.6
315	68.0	55.6	43.3
400	69.7	54.1	44.2
500	69.9	50.7	47.3
630	67.6	44.9	51.1
800	65.4	42.4	50.8
1000	64.9	39.3	53.3
1250	63.6	39.7	57.2
1600	62.0	36.9	60.9
2000	59.0	35.6	64.6
2500	53.9	33.7	66.8
3150	46.3	29.9	69.4
4000	37.0	27.1	72.4
5000	30.8	22.3	74.6

Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

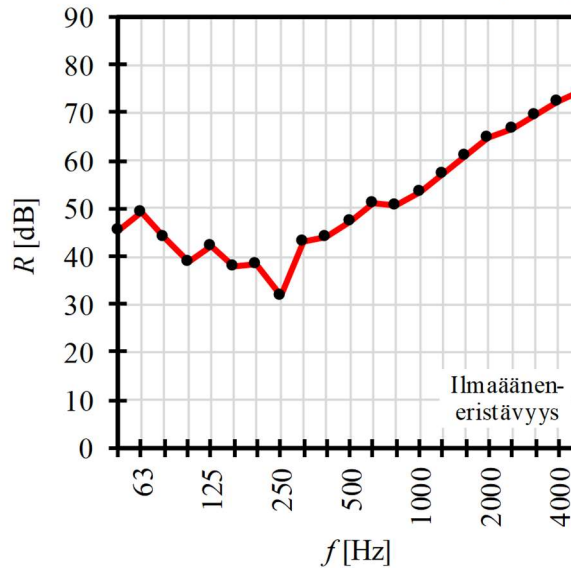
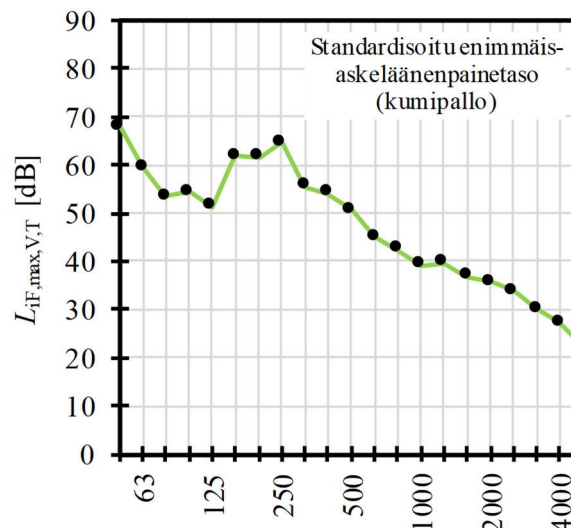
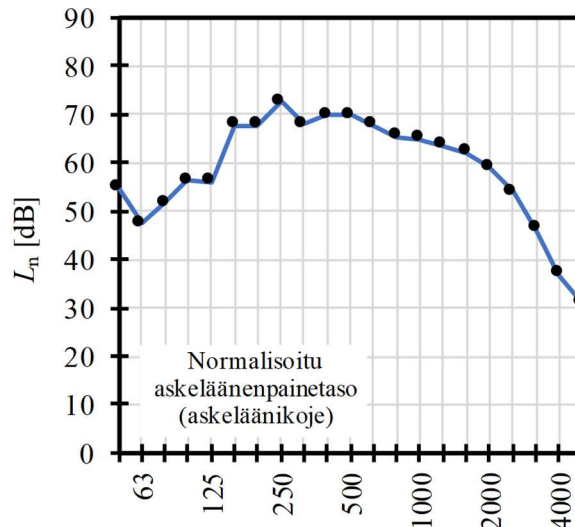
$L_{n,w}$	67
$L_{n,w}+C_I$	64
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	64
$L_{iA,Fmax,V,T}$	59.2

Rakenne:

Kuten H2, mutta
Tuplexin tilalla
rakennusmuovi.

ISO 717-1:

R_w	50
R_w+C	48
R_w+C_{tr}	44
$R_w+C_{100-5000}$	49
$R_w+C_{50-3150}$	48
$R_w+C_{50-5000}$	49
$R_w+C_{tr,100-5000}$	44
$R_w+C_{tr,50-3150}$	44
$R_w+C_{tr,50-5000}$	44



ÄÄNENERISTÄVYYDEN LABORATORIOTESITULOS

Välipohjarakenne:

H22

f [Hz]	L_n [dB]	$L_{i,Fmax,V,T}$ [dB]	R [dB]
50	54.7	68.8	43.1
63	47.5	60.8	46.4
80	56.8	61.0	40.6
100	63.0	61.7	34.2
125	61.3	60.3	35.8
160	60.4	62.7	40.6
200	61.5	62.6	42.3
250	57.2	50.3	42.2
315	51.2	41.3	52.9
400	44.8	34.5	56.7
500	41.7	29.9	58.0
630	34.9	24.6	62.7
800	30.7	25.1	64.1
1000	24.0	20.1	66.7
1250	18.7	13.5	68.1
1600	13.5	10.1	70.3
2000	10.3	9.5	71.3
2500	8.3	9.3	69.5
3150	7.0	9.6	71.3
4000	6.7	8.0	73.1
5000	7.3	5.7	73.3

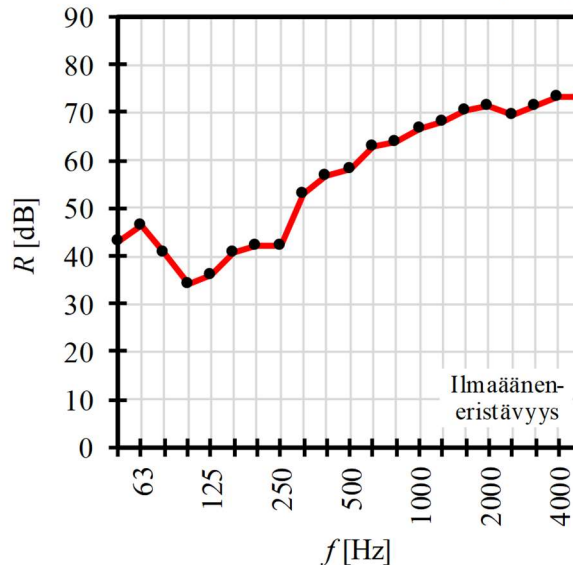
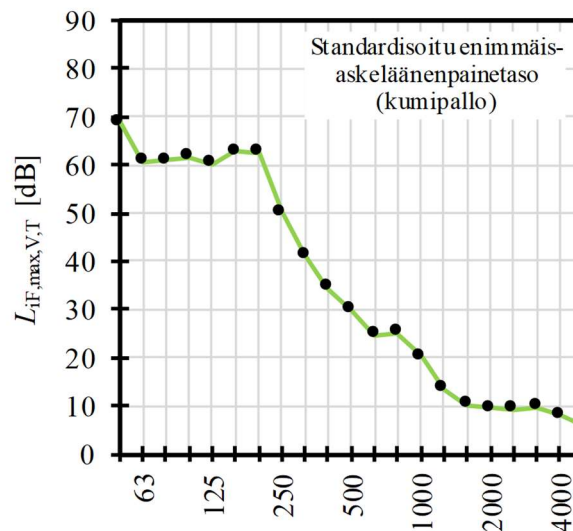
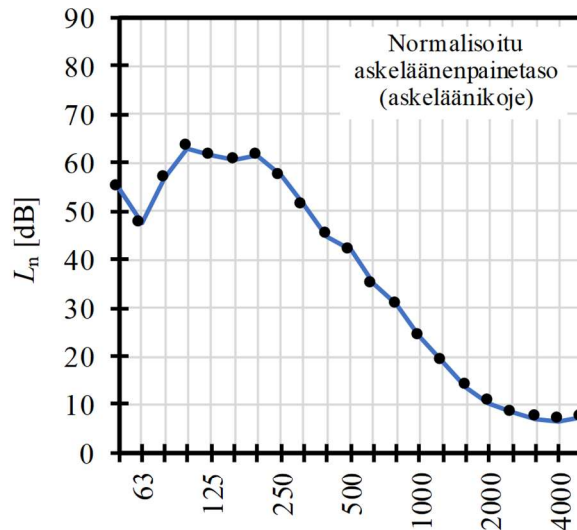
Standardi: ISO 10 140-3 ISO 10 140-3 ISO 10 140-2

ISO 717-2:

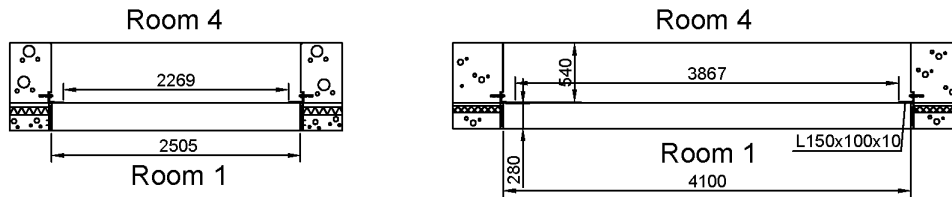
$L_{n,w}$	53
$L_{n,w}+C_I$	53
$L_{n,w}+C_{I,50-2500}$	54
$L_{iA,Fmax,V,T}$	55.1
ISO 717-1:	
R_w	58
R_w+C	55
R_w+C_{tr}	49
$R_w+C_{100-5000}$	56
$R_w+C_{50-3150}$	55
$R_w+C_{50-5000}$	56
$R_w+C_{tr,100-5000}$	49
$R_w+C_{tr,50-3150}$	49
$R_w+C_{tr,50-5000}$	49

Rakenne:

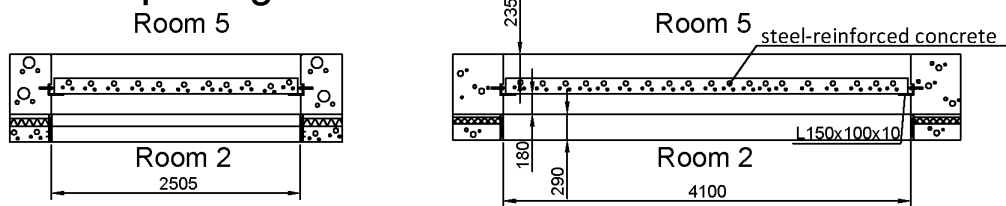
Kuten H3, mutta
Tuplexin tilalla
rakennusmuovi
ja kipsilevyjä
vain 1 kpl.



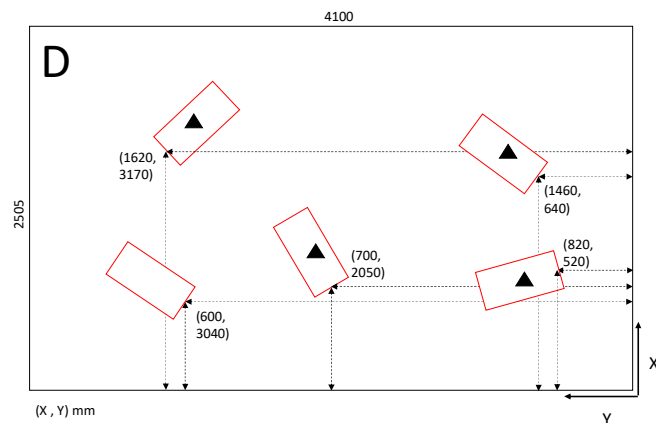
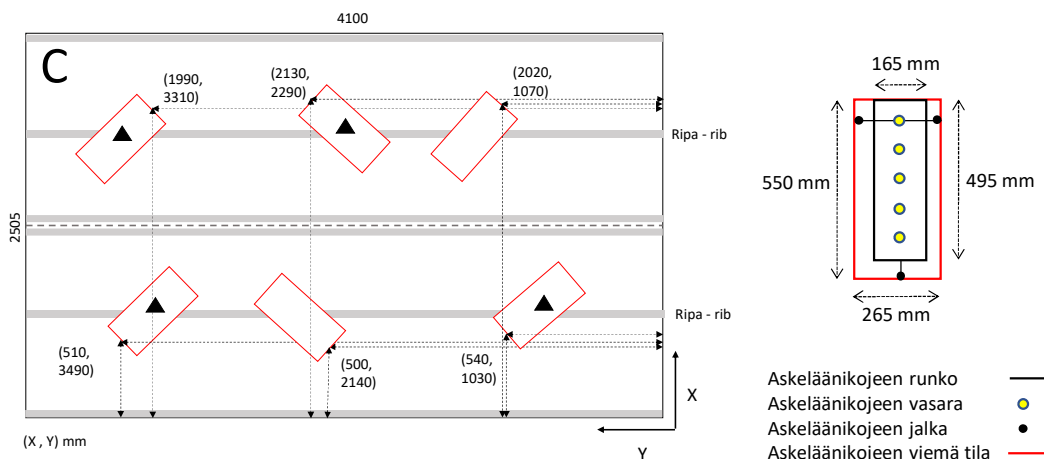
Test opening C



Test opening D



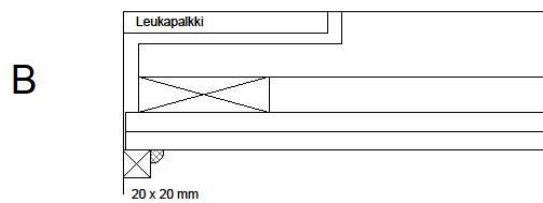
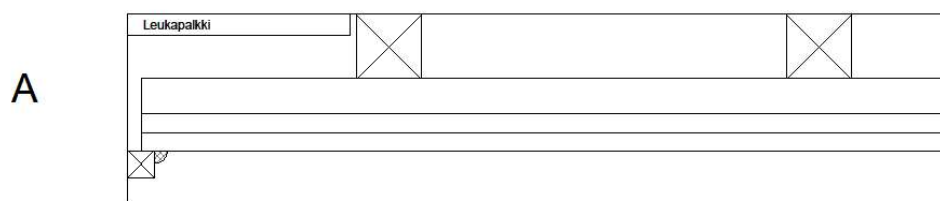
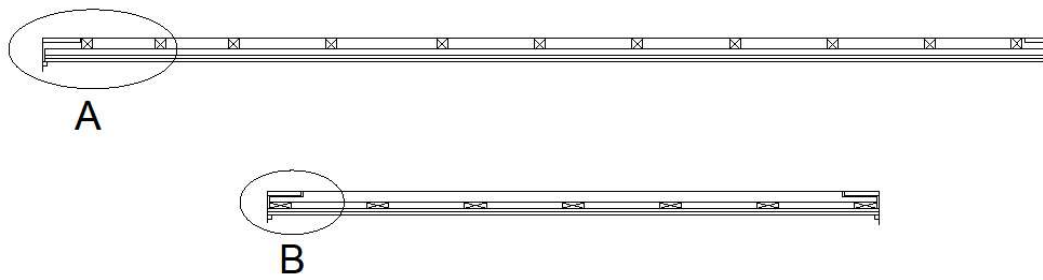
Kuva L3.1. Testiaukkojen C (puuvälipohjat R ja C) ja D (teräsbetonivälipohja H) leikkauskuvat pituus- ja leveysuunnissa.



Kuva L3.2. Askeläänikojeen ja kumipallon pudotuksen sijainti testiaukoissa C ja D. Origo vastaa laboratorion pohjakuvassa testiaukon oikeaa alanurkkaa. Avokotelolaatan rivan paikat harmaalla.

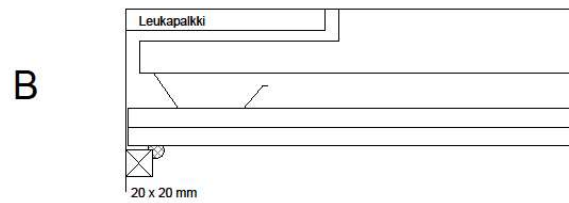
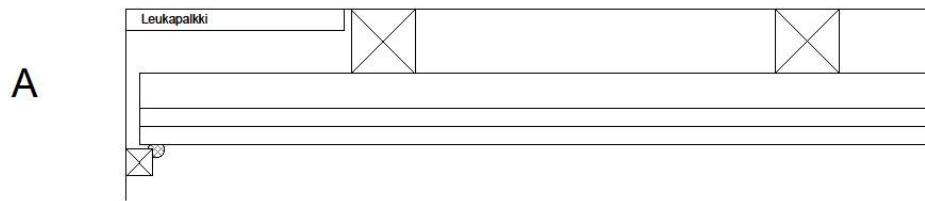
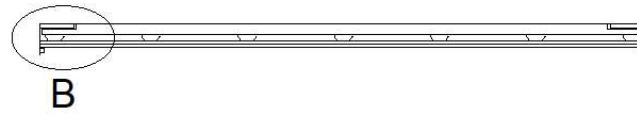
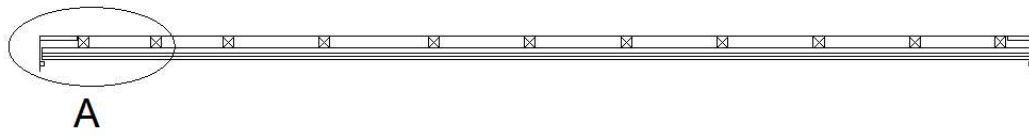
Avokotelolaatan jäykkä alakatto

Open box slab stiff ceiling



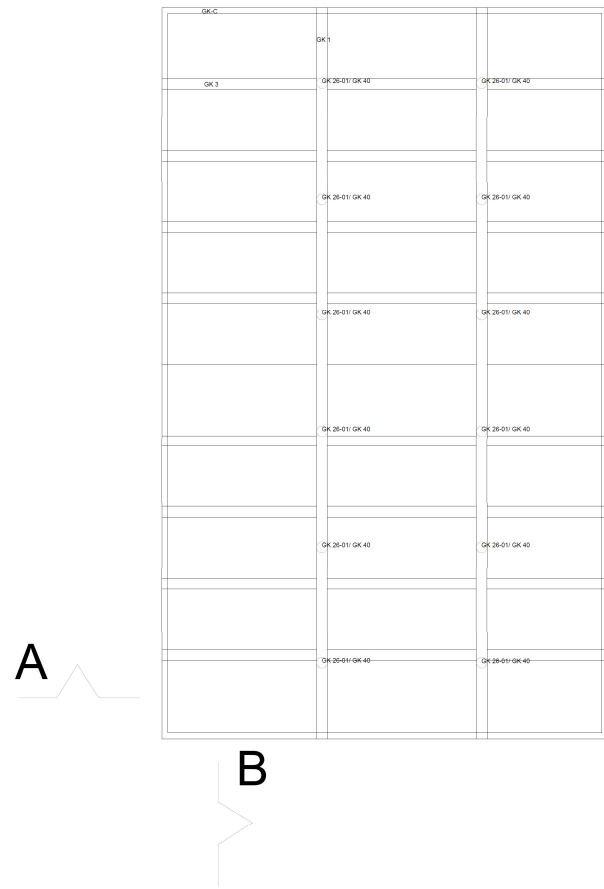
Author	J. Virtanen
Date	25 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

Kuva L3.3. Alakaton toteutus välipohjarakenteissa R2a–R10a.

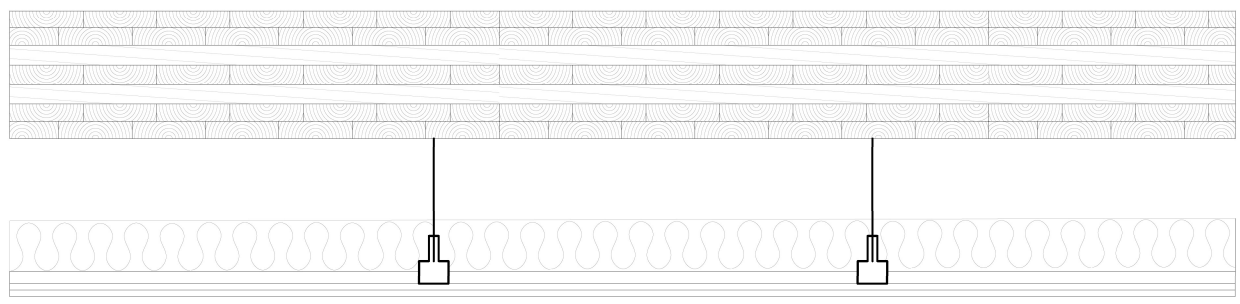


Author	J. Virtanen
Date	1 Jun 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

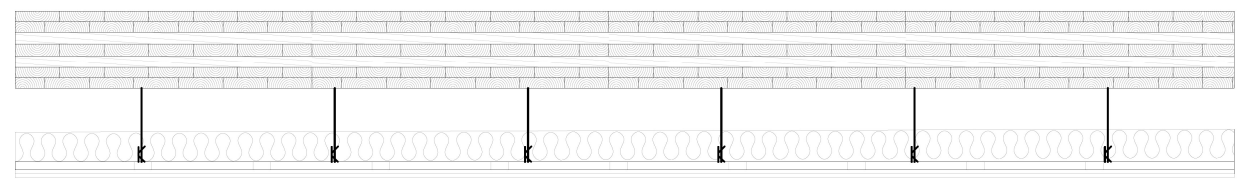
Kuva L3.4. Alakaton toteutus rakenteissa R2b–R11b.



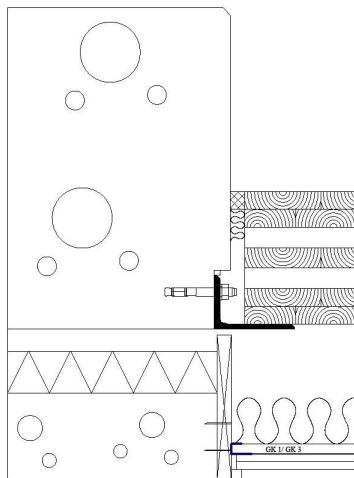
A



B



Kuva L3.5. Alakaton toteutus rakenteissa C2c–C11c.



Author	J. Virtanen
Date	24 May 2022
Turku University of Applied Sciences, Turku, Finland Turun Ammattikorkeakoulu	

Kuva L3.6. Alakaton kiinnitys seinään rakenteissa C2c–C11c. CLT 260 mm makaa teräksisen leukapalkin päällä ja on tiivistetty testausaukon C kehään (540 mm teräsbetoni) elastisella polyuretaaniivisteellä. Kehä on jäykästi kiinni rakennuksen rungossa ja perustuksissa. Alakatto on tuettu kaiuntahuoneen 1 kattoon (160 mm teräsbetoni). Kaiuntahuone 1 on kokonaisuutenaan värähtelyeristetty rakennuksen rungosta.



Kuva L3.7. Valokuva alakatosta rakenteissa R2a–R10a ilman kipsilevyjä. 25 mm lautakoolaus alimpana.



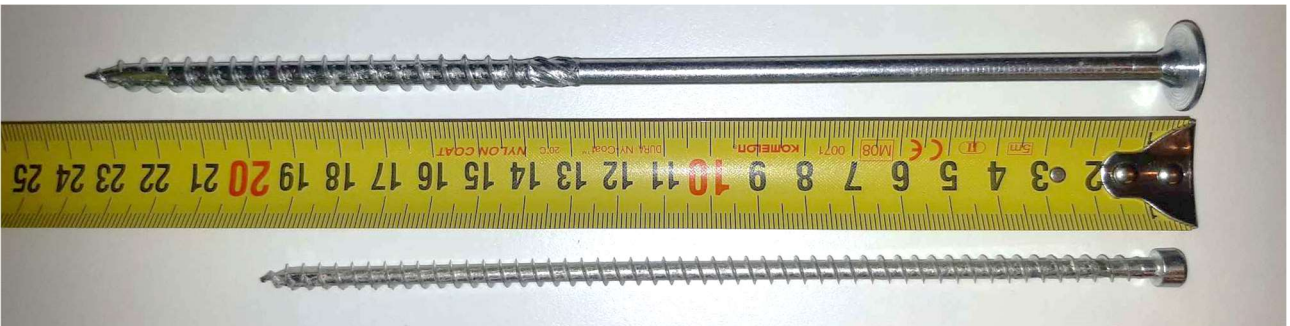
Kuva L3.8. Valokuvia alakatosta rakenteissa R2b–R11b.



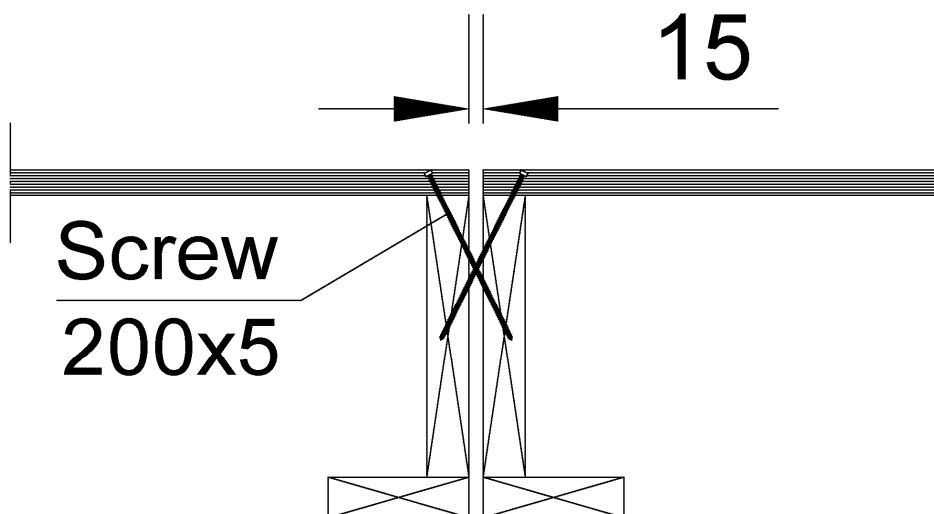
Kuva L3.9. Valokuvia alakatosta rakenteissa C2c–C11c ilman kipsilevyjä ja mineraalivillaa.



Kuva L3.10. Avokoteloelementtien välinen rako (villa) ja elementin tiivistys testiaukon laitaan (sylomer).



Kuva L3.11. Puulaattojen saumassa käytetyt puuruuvi. CLT260: 240x7 mm leveäkantainen puuruuvi. Avokotelolaatta: 200x5 mm sylinterikantainen puuruuvi.



Kuva L3.12. Vierekkäisten avokotelolaattaelementtien kiinnitys toisiinsa ristiin ruuvaamalla.



Kuva L3.13. Avokotelolaatat pystyasennossa säilytyspaikassaan. Laatan paksuus on 370 mm.



Kuva L3.14. CLT-elementit ruuvattiin toisiinsa pontin kohdalta käyttäen 240x7 mm leveäkantaista puuruuvia 300 mm välein. Oikealla näkyy laatan ja testausaukon välisen raon tiivisteenä käytetty pehmeä sylomeri-nauha.