

PUUVÄLIPOHJIEN ASKELÄÄNIPROJEKTIN VÄLITULOKSIA

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

Turun ammattikorkeakoulu, akustiikkalaboratorio
Joukahaisenkatu 7
FI-20520 Turku
etunimi.sukunimi@turkuamk.fi

Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulussa on käynnissä aihetta koskeva ympäristöministeriön rahoittama tutkimusprojekti. Sen tavoitteena on selvittää, miten puuvälipohjarakenteiden askelääneneristystä tulisi objektiivisesti mitata, jotta tulokset asettaisivat rakenteet samaan paremmuusjärjestykseen, johon asukkaatkin ne keskimäärin asettaisivat yläkerrasta lattiaan kohdistuvan iskumelun perusteella. Tässä artikkelissa raportoidaan mittaustuloksia askeläänilaboratoriossa tehdyistä mittauksista erilaisille puu- (11 kpl) ja betonivälipohjille (5 kpl). Tulokset auttavat ymmärtämään, miten välipohjat käyttäytyvät. Tuloksia voi hyödyntää välipohjien suunnittelussa ja kehityksessä.

1 JOHDANTO

Konsortioprojektisuunnitelma Turun ammattikorkeakoulun (AMK), RISE:n (Växjö) ja Linnaeus Yliopiston (Växjö) kesken sai rahoituksen vuonna 2019 järjestetyssä *Tandem Forest Values II* haussa. AMK:n osuuden rahoittaa ympäristöministeriön puurakentamisen ohjelma. AMK:n osuuden tavoitteena on selvittää, miten puuvälipohjarakenteiden askelääneneristystä tulisi objektiivisesti mitata, jotta tulokset asettaisivat rakenteet samaan paremmuusjärjestykseen, johon asukkaatkin ne keskimäärin asettaisivat yläkerrasta lattiaan kohdistuvan iskumelun perusteella. AMK:n osuus toteutetaan nelivaiheisena:

1. Tutkittavien rakenteiden valinta
2. Rakenteiden askelääneneristysmittaukset standardiäänilähteillä
3. Vaihtoehtoisten iskuäänieräiteiden nauhoitus vaihetta 4 varten
4. Psykoakustinen koe (häiritsevyyden määrittäminen vaiheen 3 nauhoitteille)

Tässä artikkelissa raportoidaan mittaustuloksia askeläänilaboratoriossa tehdyistä mittauksista erilaisille puu- ja betonivälipohjille (työpaketin vaiheet 1–2).

2 AINEISTOT JA MENETELMÄT

2.1 Rakenteiden valinta

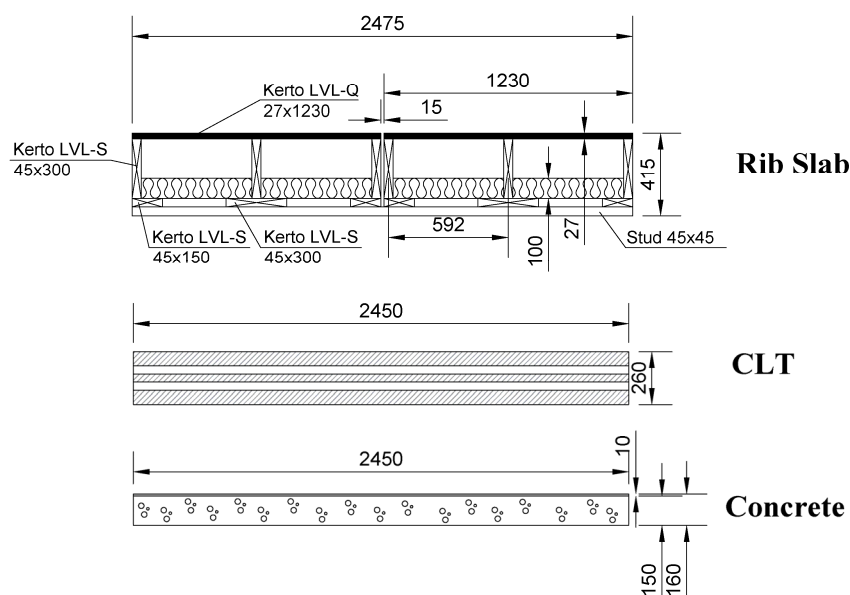


© 2021 Etunimi1 Sukunimi1, Etunimi2 Sukunimi2 ja Etunimi3 Sukunimi3. Tämä on avoimesti julkaistu teos, joka noudattaa Creative Commons NIMEÄ 4.0 Kansainvälinen –lisenssiä (CC BY 4.0). Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää julkisesti ja siitä saa luoda johdannaisiteoksia, kunhan tekijän nimi ja lähde mainitaan asianmukaisesti.

Tutkimus tähtää kansainvälisesti merkittävään tietämyslisäykseen siitä, miten puuvälipohjia pitäisi objektiivisesti mitata. Tästä johtuen rakenteita tulisi olla paljon ja monimuotoisesti, jotta tulos ei vääristyisi. Euroopassa asuinkerrostalojen askeläänimääräykset ovat kevyimmät Espanjassa ($L'_{nTw}=65$ dB) ja tiukimmat Suomessa ($L'_{nTw}+C_{1,50-2500}=53$ dB) ja Itävallassa ($L'_{nTw}=48$ dB). Jotta tutkimus olisi kansainvälisesti kiinnostava, tulee tutkittavien rakenteiden sijaita alueella 40–65 dB L'_{nTw} . Sen vuoksi tutkimukseen valittiin tietoisesti sekä rakenteita, jotka eivät läheskään täytä suomalaisia määräyksiä, että rakenteita, jotka täyttävät ne kirkkaasti.

Yleisimmät kantavat puuvälipohjarakenteet Suomessa ovat avokotelolaatta, ripalaatta, LVL ja CLT. Kahden ensimmäisen ja kahden viimeisen rakenteen ollessa akustiselta kannalta hyvin samankaltaisia, tutkittaviksi puuvälipohjiksi valittiin avokotelolaatta ja CLT. Näiden vertailukohtana on paikallaan valettu teräsbetoni. Tutkittavat välipohjat ovat kuvassa 1. CLT-mittaukset ovat vielä tekemättä.

Avokotelolaatalla tarkasteltiin alakattoja jäykkin (a) ja joustavin rangoin (b). Betonilaatala alakattoa ei ollut. Välipohjarakenteet ovat kuvassa 2.



Kuva 1. Kantavat laatat: 370 mm avokotelolaatta (R), 260 mm CLT (C) ja 160 mm teräsbetoni (H). Avokotelolaatan alapintaan on ristikoolattu 45 mm puuranka (k600), johon jäykät (a) tai joustavat (b) alakattorangot kiinnitettiin.

2.2 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin AMK:n askeläänilaboratoriossa Turussa (Kuva 3). Laboratorio täyttää ISO 10140-1 ja ISO 10140-5 vaatimukset askelääneneristävyyden laboratoriotestauksille. Laboratoriossa pienin mitattavissa oleva askeläänitasoluku on <24 dB $L_{n,w}$.

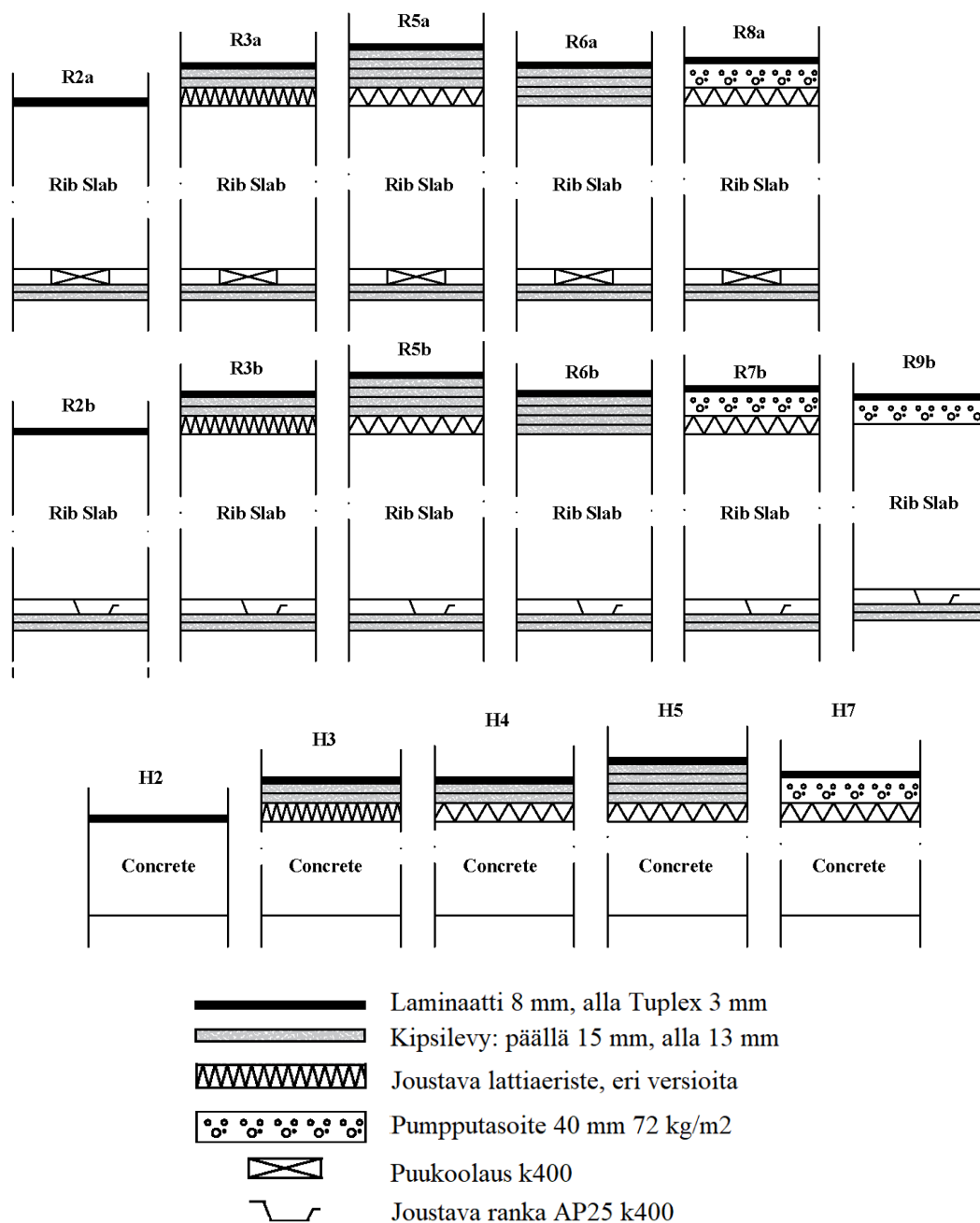
Avokotelolaatta sijaitsee aukossa C ja teräsbetonilaatta puolestaan aukossa D. Siirtoihin käytettiin huoneissa 4–5 olevaa 4 tn siltanosturia. Molempien aukkojen ala on $10,2$ m².

Mittaukset tehtiin ISO 10140-3 mukaan. Herätteinä käytettiin sekä standardisoitua askeläänikojetta (kovapintainen ja kevyt heräte) että standardisoitua kumipalloa (pehmeäpin-

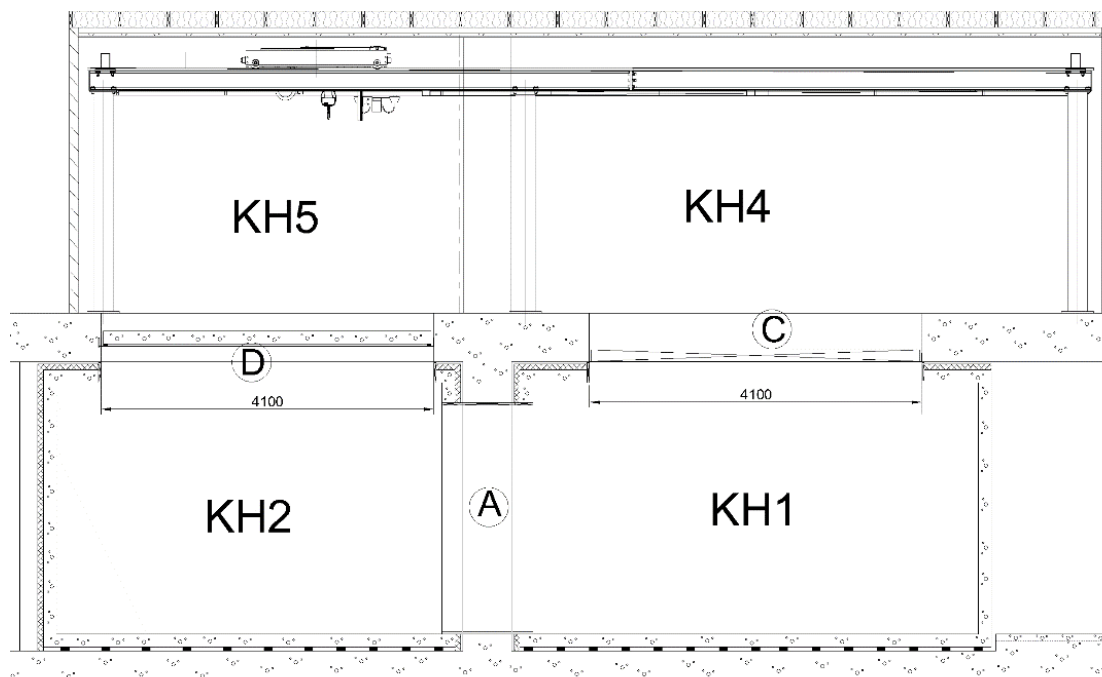
tainen ja raskas heräte). Suomalaiset määräykset edellyttävät askeläänikojeen käyttöä. Kumipallon tuottama heräte muistuttaa enemmän askelista aiheutuvaa iskuääntä, koska se on raskas ja pehmeä. Koska tutkimustietoa kumipallolla saatavista tuloksista on julkaistu vähän, mittasimme rakenteet molemmilla standardiheräteillä.

TULOKSET

Tulokset on esitetty taulukossa 1 ja kuvassa 4.



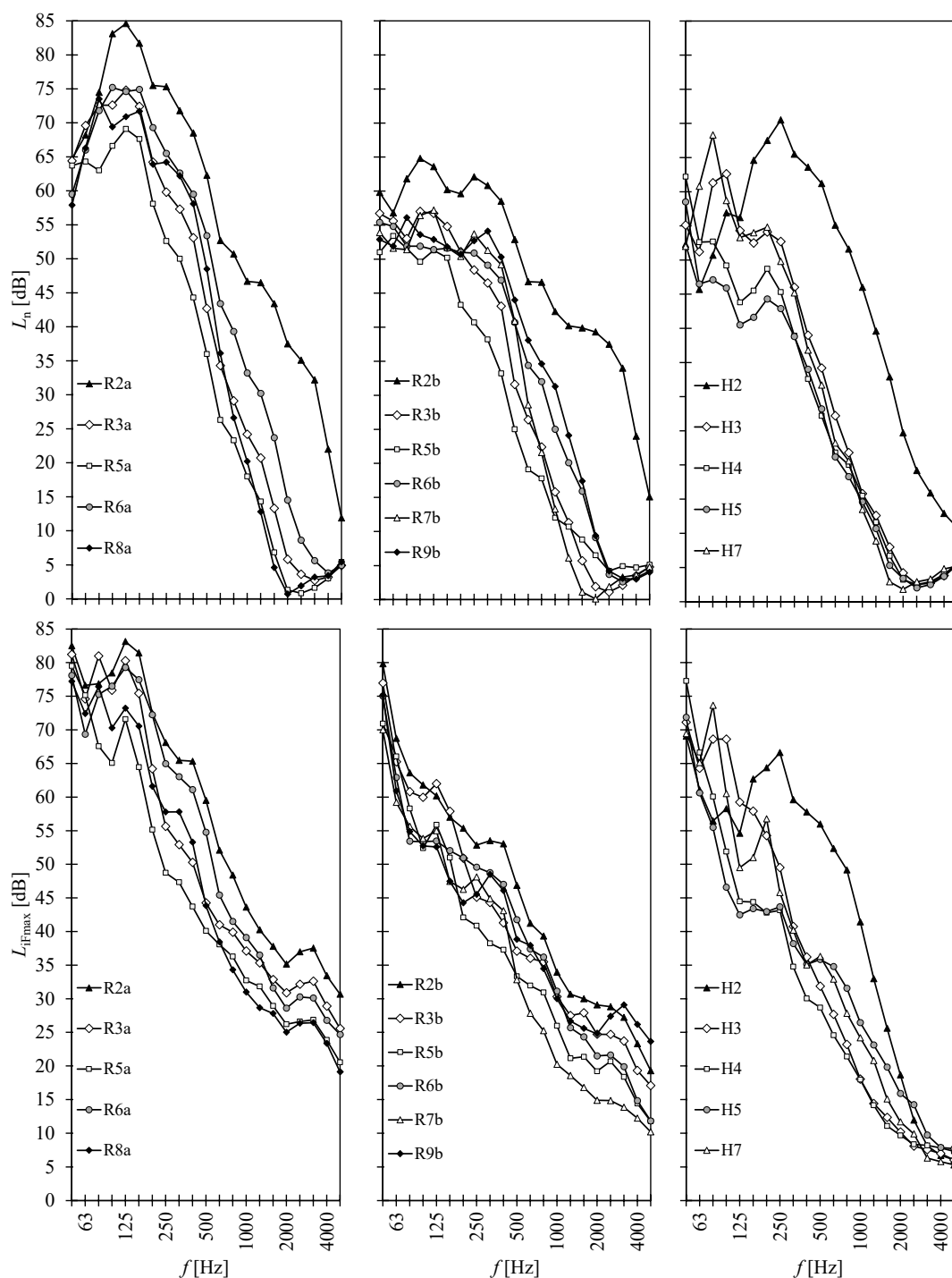
Kuva 2. Välipohjarakenteet.



Kuva 3. Leikkauskuva AMK:n askelääneneristävyyden testauslaboratoriosta. Mitaukset tapahtuvat asennusaukoissa C ja D.

Taulukko 1. Askeläänikojeella määritetyt askeläänitasoluvut $L_{n,w}$ ja $L_{n,w}+C_{I,1,50-2500}$ ja kumipallolla määritetty maksimaalinen iskuäänitaso $L_{iA,Fmax}$.

	$L_{n,w}$ [dB]	$L_{n,w}+C_{I,1,50-2500}$ [dB]	$L_{iA,Fmax}$ [dB]
R2a	72	74	73
R3a	61	65	68
R5a	56	59	59
R6a	64	66	69
R8a	60	63	63
R2b	55	56	56
R3b	46	49	52
R5b	39	44	47
R6b	44	47	51
R7b	47	48	47
R9b	46	48	50
H2	59	60	62
H3	47	52	54
H4	39	49	49
H5	35	45	45
H7	46	55	54



Kuva 4. Ylhäällä askeläänikojeen tuottamat äänenpainetasot L_n ja alhaalla kumipallon tuottamat huippuäänepainetasot L_{iFmax} . Kantava rakenne: a) Avokotelolaatta jäykällä alakatolla. b) Avokotelolaatta joustavalla alakatolla. c) Teräsbetoni.

POHDINTA

Avokotelolaatassa joustavalla alakatolla (b) saatiin 15–18 dB parempia $L_{n,w}+C_{1,50-2500}$ arvoja kuin jäykällä alakatolla (a). Suomalaisia määräyksiä ajatellen päämielenkiinto koh-

distuu joustavan alakaton avokotelolaattarakenteisiin. Mm. seuraavat voidaan havaita $L_{n,w}+C_{L,50-2500}$ arvoja tarkastellen: pintalaatan kelluttaminen ei vaikuta (R7b vs. R9b); kelluva kipsilevy 60 kg/m^2 on kelluvaa pumpputasoitetta 72 kg/m^2 parempi (R5b vs. R7b).

Standardisoidut askelääneneristykseen mittaluvut asettavat välipohjarakenteet hieman eri järjestyksiin. Lattioiden paremmuusjärjestyksiä on perusteltua tutkia psykoakustisin menetelmin.

Tässä esitettyjä laboratorioarvoja L_n tulee soveltaa kenttäravoiksi $L'_{n,T}$ varovaisuudella seuraavista syistä: (1) Sivutiesiirtymät on estetty. Testausaukkoa ympäröivä massiivilattia ei ole mekaanisesti yhteydessä laatan alapuolisen mittaushuoneen rakenteisiin. (2) Reunaehdot ovat epätavalliset. Laatat on asennettu vapaasti 10 mm teräksisen leukapalkin päälle oman painonsa ilman erillistä mekaanista lukitsemista. (3) Kytkenhävviöt ovat pienet. Testausaukon ympäristö on tavanomaista massiivisempi (600 mm betoni). Näytteestä ympäristöön pyrkivä värähtely heijastuu takaisin testinäytteeseen. Tämä kasvattaa askeläänitasoa alahuoneessa. (4) Laboratorioarvo L_n normalisoidaan eri tavoin kuin kenttäravo $L'_{n,T}$.

Eri rakenteiden välillä tässä tutkimuksessa havaitut erot kuitenkin toteutuvat samalla tavalla myös rakennuksessa suoran äänenläpäisyn osalta. Rakennuksessa sivutiesiirtymät aiheuttavat silti sen, että askeläänepainetasolla on yläraja, jota pienempiä arvoja ei voi mitata välipohjaa parantamalla. Laboratoriossa sivutiesiirtymät eivät vaikuta tuloksiin ennen kuin tasolla 24 dB $L_{n,w}$. Sen vuoksi tässä tutkimuksessa havaitut erot eivät toteudu täysimääräisesti rakennuksessa.

Teräsbetonilaatan paksuus oli 160 mm. Uusissa taloissa paksuus on yleensä 200–240 mm. Arvion mukaan 240 mm betonilaatalla laatalla askeläänepainetasot ovat 3–4 dB alhaisempia kuin 160 mm betonilaatalla.

Vaiheen 2 tulokset julkaistaan yksityiskohtaisine rakennepiirustuksineen kokonaisuutena myöhemmin. Raporttiin liitetään myös CLT 260 mm laatalla tehtävät mittaukset.

KIITOKSET

Carl XIV Gustaf, Tandem Forest Values, ympäristöministeriö ja rakennustuotteita lahjoittaneet yritykset (Saint-Gobain Finland Oy / Weber, Saint-Gobain Finland Oy / Isover, Saint-Gobain Finland Oy / Gyproc, VVR Wood Oy, CLT Finland Oy ja Christian Berner Oy).