



RAKENNUKSEN ASKELÄÄNENERISTYKSEN PARANTAMINEN KELLUVAN LATTIARATKAISUN AVULLA

Ville Jokinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015
Rakennustekniikka
Kiinteistönpitotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka
Kiinteistönpitotekniikka

JOKINEN, VILLE:

Rakennuksen askelääneneristyksen parantaminen kelluvan lattiaratkaisun avulla

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Toukokuu 2015

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, joka antoi tehtäväksi todentaa mittaustulosten avulla kelluvan lattiarakenteen äänitekninen toimivuus todellisessa esimerkkikohteessa. Esimerkkikohteeksi oli Kuopiossa sijaitseva vanha toimistotalo, joka peruskorjauksen yhteydessä muutettiin asuinkerrostaloksi.

Rakennusten ääneneristykselle on lainsäädännössä annettu raja-arvot, joita uudisrakentamisessa on noudatettava. Ne koskevat myös uudisrakentamista vastaavaa korjausrakentamista. Rakentamismääräyskokoelman osassa C1 (Askelääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa) on annettu rakennusten ilma- ja askelääneneristystä koskevat raja-arvot.

Esimerkkikohteen askelääneneristyksen parantamiseksi käytettiin Weber dB-lattiaratkaisua, joka rakennettiin vanhan kantavan välipohjan päälle. Esimerkkikohteen avulla pyritään havainnollistamaan Weberin dB-lattian toteutusta sekä pohtimaan kelluvien lattioiden ongelmakohtia.

Opinnäytetyön tärkeimpänä tavoitteena on verrata esimerkkikohteesta saatuja mittaustuloksia ja tutkia, täyttäväkö kelluva dB-lattia nykyaikaiset askelääntä koskevat vaatimukset. Arvioitaessa kohteen askelääneneristystä käytettiin apuna muista korjauskohteista saatuja mittaustuloksia sekä erillistä Soundfloor-askelääneneristyslaskinta. Lopuksi saatua laskennallista informaatiota verrattiin laissa annettuihin arvoihin.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin tietoa dB-lattian ääniteknisestä toiminnasta. Mittaustulosten sekä laskentaohjelman avulla pystyttiin tekemään johtopäätöksiä ja arvioimaan ratkaisun soveltuvuutta saneerauskohteeseen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering
Option of Facility Engineering

JOKINEN, VILLE:

Improving Impact Sound Insulation With a Floating Floor.
Bachelor's thesis 61 pages, appendices 10 pages
May 2015

This thesis was commissioned by Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. The objective was to examine the functionality of a floating floor from the perspective of sound engineering in a real building, which was located in Kuopio in Eastern Finland. The building is an old office block, whose purpose of use changed in conjunction with a renovation.

The limits of sound insulation are given in legislation. The requirements concern all new buildings and larger renovations. In the national building regulation, in part C1, impact sound insulation and control of noise in the building, specified limits on apparent sound and insulation are given.

To improve the impact sound insulation of the example site, a Weber dB floor solution was constructed on top of the old intermediate floor. This was done in order to demonstrate the implementation of the dB floor and provide the problematics of a floating floor.

The purpose of this thesis was to compare the impact sound level index to the limits provided by legislation. To estimate the functionality of these floating floors, the data was compared to other results from the same kind of intermediate floors. A Soundfloor calculator was also used, which is designed to calculate the impact sound level index.

The results of the study gave a lot of useful information about the sound technical functioning of the dB floor. The measurements and calculations provided a number of conclusive results, and made it possible to evaluate whether the floating floor is a suitable solution to use in a renovation site.

Key words: impact sound insulation, comfort floor, db floor, floating floor

LYHENTEET JA TERMIT

C_I	Spektripainotusermi [Hz] (taajuuskaistat 100–3150 Hz)
f	Taajuus [Hz]
f_0	Resonanssitaajuus eli ominaistaajuus [Hz]
$L_{n,w}$	Askeläänitasoluku [dB] (mittaus suoritettu laboratoriossa)
$L'_{n,w}$	Askeläänitasoluku [dB] (mittaus suoritettu rakennuksessa)
p	Äänenpaine [Pa]
p_0	Vertailuäänepaine [Pa]
L_p	Äänenpainetaso [dB]
R	Ilmääneneristävyys [dB]
W	Ääniteho [W]

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	RAKENNUSTEN ÄÄNITEKNIKKA.....	8
2.1	Yleistä	8
2.2	Ääni.....	8
2.3	Taajuus.....	8
2.4	Äänenpaine ja äänenpainetaso	8
2.5	Askeläänitasoluku	9
2.6	Runkoääni	10
2.7	Ilmaääneneristävyys.....	10
2.8	Sivutiesiirtymät	11
2.9	Lattiamateriaalit	12
2.10	Askelääneneristys betonivälipohjissa	13
3	WEBER dB-LATTIA.....	15
3.1	Yleisesti	15
3.2	Sovellus Comfort-lämpölattiasta	16
3.3	Plaano-lattian kuormituskestävyys	17
3.3.1	Comfort-lämpölattian kuormituskestävyys	17
3.3.2	Yhteenveto kuormituskokeesta	18
4	KORJAUSKOHDDE:KIINTEISTÖ OY HAAPANIEMENKATU 40	20
4.1	Kohdetietoa	20
4.2	Kelluva lattia.....	21
4.3	Lattiatarvikkeiden asennus	23
4.4	Valu.....	26
5	BETONILATTIODEN KUIVUMINEN.....	29
5.1	Betonirakenteen kuivuminen	29
5.2	Kuivumisen seuranta.....	29
6	TYÖTEKNIIKAN KEHITTÄMINEN	32
6.1	Kelluvien lattioiden ongelmakohdat	32
6.2	Kohdetalon lattioiden erityiset ongelmakohdat	33
6.2.1	Lattiatarvikkeita asennettaessa ilmenneet ongelmat	34
6.2.2	Valun jälkeen ilmenneet ongelmat.....	36
6.3	Yhteenveto ongelmakohdista.....	37
7	LAKISÄÄTEISET ARVOT ASKELÄÄNENERISTYKSELLE.....	38
7.1	Vaatimukset välipohjan askelääneneristykselle.....	38
7.2	Vaatimusten mukaisuuden osoittaminen	39

8	ASKELÄÄNITASOLUVUN MITTAAMINEN	40
8.1	Taajuuskaista	40
8.2	Mittausten suoritustapa	40
8.3	Vastaavista välipohjarakenteista saadut mittaustulokset	42
8.3.1	As Oy Helsingin Vuollejokisimpukka	42
8.3.2	Asunto Oy Nokian Maamerkki	43
8.3.3	Holiday Club Villas Saimaa.....	43
8.4	Korjauskohteessa suoritettut mittaukset	44
8.5	Soundfloor-askelääneneristyslaskin.....	46
8.6	Yhteenveto korjauskohteen tuloksista	47
9	WEBER DB-LATTIAN SOVELTUVUUS KORJAUSKOHTEISIIN	49
9.1	Yhteenveto opinnäytetyöstä.....	49
	LÄHTEET.....	50
	LIITTEET	52
	Liite 1. Mittauspöytäkirja. Kiinteistö Oy Haapaniemenkatu 40	52
	Liite 2. Tyypin hyväksyntäpäätös, Comfort-lämpölattia.	57
	Liite 3. Rakennetyyppi, dB-lattia.	59
	Liite 4. Askelääneneristysvaatimukset täyttävä välipohja.	60
	Liite 5. Soundfloor-askelääneneristyslaskin. Korjauskohteen laskelma.	61

1 JOHDANTO

Rakennuksen hyvä ääneneristys on olennainen osa rivi- ja kerrostalojen asumismukavuutta. Se parantaa asukkaiden yksityisyyttä ja vähentää naapurista kantautuvaa melua. Äänekäs ja jatkuva melu vaikeuttaa ihmisen lepoa ja keskittymistä erinäisiin töihin. Nykyiset ääneneristystä ja meluntorjuntaa koskevat määräykset tulivat voimaan lokakuussa 1998. Niiden myötä rakennuksissa vuosikymmeniä käytettyjä rakenneratkaisuja jouduttiin muuttamaan ääneneristysvaatimusten täyttämiseksi. Koska vanhempien kerros- ja rivitalojen ääneneristys on nykymittapuulla puutteellinen, tulisi suurempien korjausten yhteydessä harkita rakennuksen ääniteknisten ominaisuuksien parantamista.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber. Weber on maailmanlaajuinen rakennustuotteita ja ratkaisuja valmistava yritys, joka on perustettu 1897. Yritys pyrkii kehittämään tuotteitaan jatkuvasti huomioiden samalla ratkaisujensa ja tuotteidensa ympäristöystävällisyyden. Esimerkkikohteen välipohjien askelääneneristystä parannettiin käyttäen Weberin dB-lattia ratkaisua, joka rakennettiin vanhan kantavan ontelolaattarakenteisen välipohjan päälle. Tällä tavoin pyrittiin täyttämään asuinrakentamista koskevat äänitekniset vaatimukset.

Esimerkkikohteen avulla lukijalle pyritään havainnollistamaan erityisesti, kuinka askelääneneristystä voidaan parantaa kerrostalon peruskorjauksen yhteydessä. Kokonaisuus pyritään käymään perusteellisesti läpi siten, että myös maallikot kykenevät ymmärtämään toteutuksen eri vaiheet ja niihin liittyvät ongelmakohdat. Eri työvaiheita on havainnollistettu kuvien avulla. Lopussa lattioiden onnistuneisuutta arvioidaan mittaustulosten ja laskennallisen tarkastelun avulla.

2 RAKENNUSTEN ÄÄNITEKNIKKA

2.1 Yleistä

Nykyiset rakennusmääräyskokoelman osan C1 ääneneristysvaatimukset uudistuivat vuonna 1998 ja tulivat siirtymäajan jälkeen lopullisesti voimaan 1.1.2000. Määräysten tulon seurauksena 1970-luvulta asti uudisrakentamisessa käytössä olleita välipohjaratkaisuja jouduttiin muuttamaan uusien säädösten mukaisiksi. (RakMk C1, s.1)

2.2 Ääni

Ääni on ilmassa etenevää pitkittäistä aaltoliikettä. Väliaine eli ilma värähtelee siis samansuuntaisesti aallon etenemissuuntaan nähden. Esimerkiksi ihmisen puhuminen saa ilmassa aikaan vaihtelua vallitsevaan staattiseen ilmanpaineeseen. (RIL 243-1-2007, s.35)

2.3 Taajuus

Taajuus f [Hz] kuvaa värähtelyjen määrää aikayksikköä kohti. Ihminen voi kuulla 20 – 20000 Hz taajuuksisia ääniä. Taajuus on oleellinen suure mitattaessa rakenteiden ilma- ja askelääneneristävyyttä, sillä äänenpainetasot ovat erisuuruisia yksittäisillä taajuuksilla. (RIL 243-1-2007, s.35)

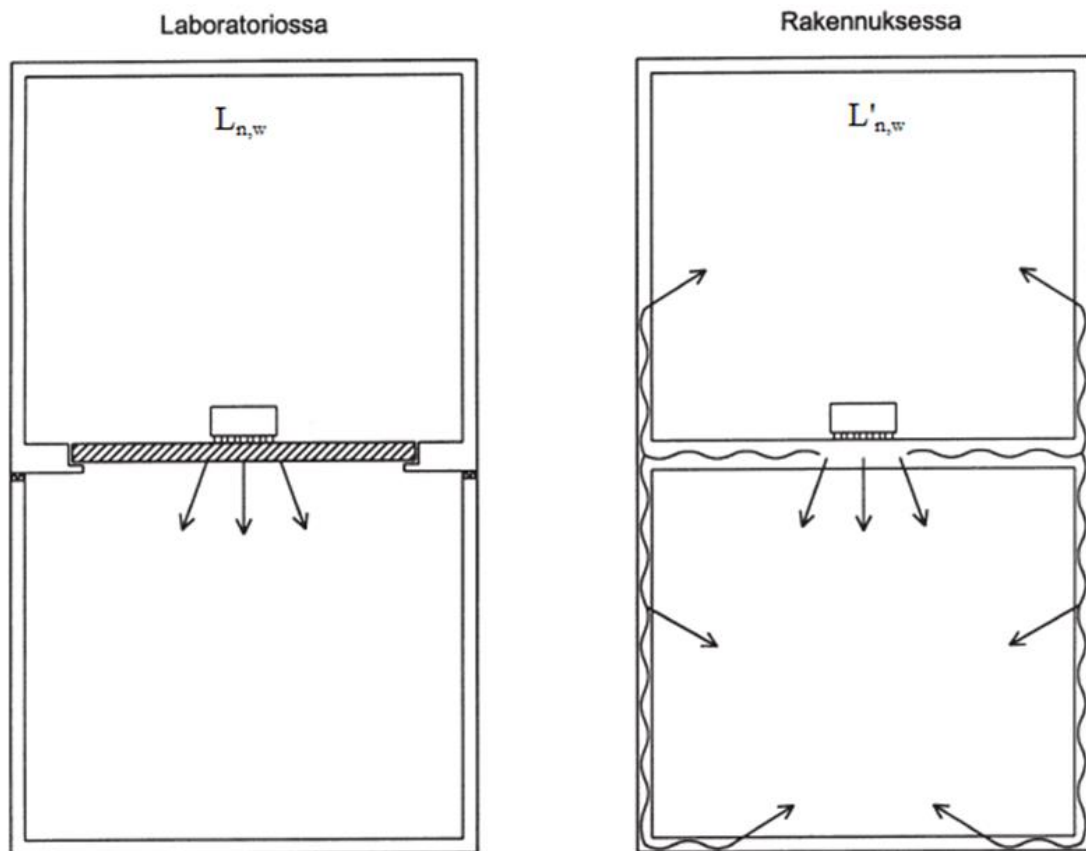
2.4 Äänenpaine ja äänenpainetaso

Ihminen pystyy korvillan aistimaan ilmanpaineenmuutoksia. Pienin ilmanpaineen muutos jonka ihminen kykenee aistimaan, on $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$. Äänenpaine p [Pa] kuvaa korvan aistimaa ilmanpaineen muutosta. Ihminen kokee kivun tunnetta korvissaan kun äänenpaine on noin 20 Pa. Äänenpaine p on siis ääniaallon aiheuttama hetkellinen paineen vaihtelu staattisen paineen suhteen. (RIL 243-1-2007, s.36–37)

Äänenpainetaso L_p [dB] kertoo, kuinka paljon melua huonetilassa on. Äänenpainetason voimakkuutta mitatessa verrataan äänenpainetta p vertailuäänepaineeksi otettuun ihmisen aistimaan kuulokynnyksen arvoon p_0 . Äänenpainetaso on siis äänenpaineen p ja vertailupaineen p_0 suhteen kaksikymmenkertainen kymmenlogaritmi. (RIL 243-1-2007, s.36–37)

2.5 Askeläänitasoluku

Askeläänitasoluku [dB] kuvaa tilojen välistä askelääneneristävyyttä. Se saadaan vertaamalla taajuuskaistoittain, yleensä välillä 50–3150 hertsiä, mitattua ja normalisoitua äänenpainetasoa standardoituun vertailukäyrään. Askeläänitasosta käytetään merkitään $L_{n,w}$ kun mittaus on toteutettu laboratorio-oloissa ja $L'_{n,w}$ kun kyseessä on todellisesta kohteesta tehty mittaus (kuva 1). (RakMk C1, s.2)



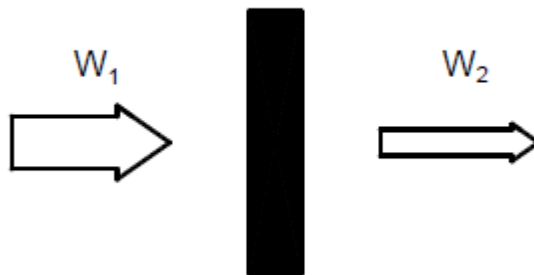
KUVA 1. Lattioiden askelääneneristävyyttä voidaan mitata niin laboratorioissa kuin rakennuksessa (Helimäki H. & Kylliäinen M., Betonivälipohjien askelääneneristys, s.557)

2.6 Runkoääni

Kun lattiaan kohdistuu isku, aiheutuu siitä värähtelyä välipohjarakenteeseen. Välipohjassa etenevä runkoääni aiheuttaa lattiaa ympäröivän ilman värähtelemisen, jonka ihminen kuulee ilmaäänenä. Askelääneneristys siis kuvaa runkoäänien siirtymistä kahden eri tilan välillä. Yleisimmin runkoääntä aiheuttavat erilaiset lattiaan kohdistuvat iskut. Näitä ovat mm. ihmisen tai kotieläinten kävely, huonekalujen siirtely tai esineiden putoaminen lattialle. Askelääneneristystä parantamalla pyritään siis pienentämään iskuista aiheutuvaa melua huoneistojen välillä (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.554)

2.7 Ilmaääneneristävyys

Puhuminen tai musiikin soittaminen ovat hyviä esimerkkejä ilmaan synnytetystä äänestä. Ilmaääneneristyksellä pyritään estämään äänen siirtymistä kahden tilan välillä. Rakenteen ilmaääneneristävyys R [dB] on rakenteeseen kohdistuneen äänitehon W_1 ja rakenteen toiselle puolelle välittyneen äänitehon W_2 suhde tietyllä taajuudella mitattuna. Tätä voidaan yksinkertaisesti kuvata seuraavasti (kuva 2). (Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä ohje, s.6)

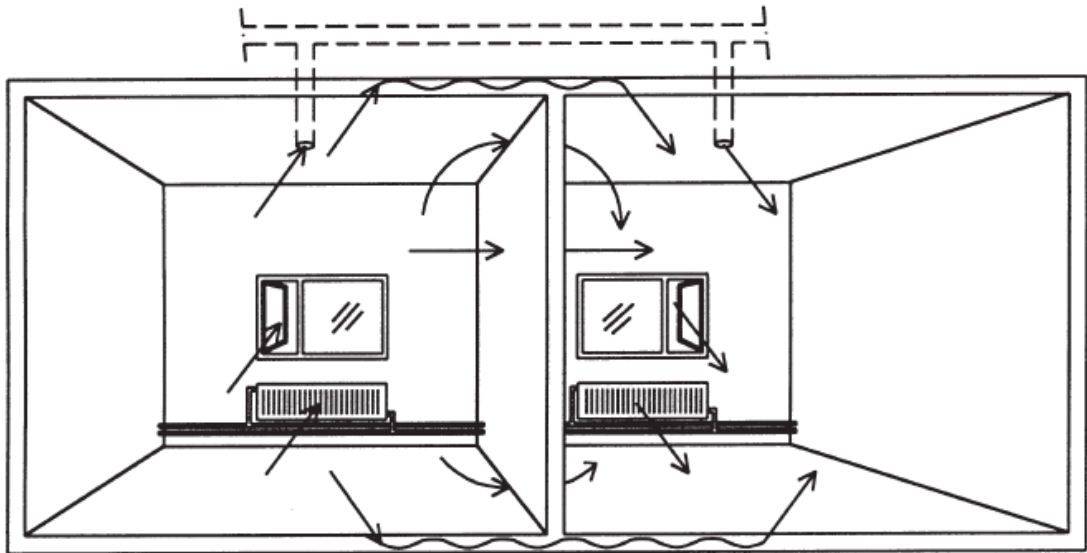


KUVA 2. Rakenteeseen kohdistuvan ja rakenteen toiselle puolelle välittyneen äänitehon suhteena saadaan ilmaääneneristävyys (Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä ohje, s.6)

Ilmaääneneristys mitataan siis suoraan lähetys- ja vastaanottotilassa havaittavan äänitehon suhteena. Koska ilmaääneneristävyys riippuu äänen taajuudesta, verrataan taajuuskaistoittain mitattuja arvoja standardoituun vertailukäyrään.

2.8 Sivutiesiirtymät

Ääni saattaa siirtyä myös muita kuin tiloja erottavia rakenteita pitkin. Tällöin on kyseessä äänen sivutiesiirtymästä, joka etenee tiloja sivuavien rakenteiden kautta. Tiloja sivuavia rakenteita on havainnollistettu kuvassa 3. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.555)



KUVA 3. Äänen sivutiesiirtyminen kahden huoneiston välillä (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.555)

Sivutiesiirtymää pystytään estämään katkaisemalla ääniaaltojen eteneminen erilaisilla rakenneratkaisuilla. Huoneistojen välisistä seinistä voidaan tehdä kaksinkertaiset, jolloin seinärakenteen väliin voidaan asentaa ääntä vaimentava kerros esimerkiksi tavallinen mineraalivilla eriste. Sivutiesiirtymän aiheuttamaa äänen siirtymistä voidaan estää myös esimerkiksi seuraavilla keinoilla. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.556)

- tekemällä kelluva betonilattia
- tekemällä rakenteista massiiviset
- kiinnittämällä kevyt sivuava rakenne jäykästi massiiviseen rakenteeseen, jolloin taivutusvärähtely huoneistojen välillä vähenee
- sivuavien rakenteiden verhoilu.

On muistettava että sivutiesiirtymä aiheuttaa pääasiassa ilmaääntä. Tämä tarkoittaa että sen vaikutus askelääneneristykseen on suhteellisen pieni. Mikäli rakennukseen tehdään kelluva lattia, saadaan lattian kautta kulkevat sivutiesiirtymät eliminoitua tehokkaasti. Tämä johtuu siitä että betoninen pintalaatta on kokonaan eristetty sen ympärillä olevista kantavista rakenteista (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.556–557)

Alaslaskettu katto estää katon kautta ja sen rajapinnan kautta kulkevia ääniaaltoja jokseenkin hyvin. On kuitenkin selvää ettei alaslaskettu katto rakenteena vaimenna ääntä yhtä hyvin kuin lähestulkoon homogeeninen, tiivis ja massiivinen kelluva lattia. Syynä tähän ovat erityisesti se että alaslaskettu katto ei estä askeläänten siirtymistä sivuavia rakenteita pitkin. Lisäksi työvirheet ja alaslaskuun tehdyt LVIS- asennukset, lisäävät epätiiviyiskohtien määrää ja alentavat vaimennuskykyä.

2.9 Lattiamateriaalit

Lattiamateriaalin kovuus ja sen kiinnittyminen alustaan määrittää pitkälti kuinka paljon lattiaan kohdistuva isku vaimenee. Mitä vähemmän lattiassa on vaimentavia kerroksia, sitä huonommin lattiaan kohdistuva isku vaimenee. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.555)

Mikäli lattiaan halutaan asentaa lautaparketti suoraan esimerkiksi kantavan 265 mm paksun ontelolaatan päälle, tulee parketin kanssa käyttää joustavaa alusmateriaalia. Lisäksi alempaan kerrokseen on rakennettava umpinainen levykatto, jotta lain vaativat askelääneneristyksen raja-arvot alitetaan (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.555)

Joustavilla lattiapäällysteillä kuten askeläänieristysmatoilla voidaan myös tehokkaasti vaimentaa askelääntä. Ne voidaan asentaa suoraan kantavan betonirakenteen päälle. Ne täyttävät myös askelääneneristykselle asetetut määräykset myös ilman alaslaskettua kattoa. (RIL 243-1-2007, s.121–122)

2.10 Askelääneneristys betonivälipohjissa

Määräysten mukaiset askelääneneristysvaatimukset täyttävä välipohjarakenne voidaan yleensä toteuttaa seuraavilla keinoilla (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.554–555)

- rakennuksen välipohjista tehdään riittävän massiiviset
- välipohja toteutetaan kerroksellisesti, jolloin varsinaisen välipohjan päälle valetaan kelluva lattia
- välipohjan alapuolelle rakennetaan alaslaskettu katto. Ilmatila voidaan täyttää vaimennusmateriaalilla, kuten villalla
- lattiaan asennetaan joustava lattiapäällyste esimerkiksi ääntäeristävä muovimatto tai lautaparketti joustavine alusmateriaaleineen
- käytetään useampaa edellä mainittua keinoa samanaikaisesti, halutun askeläänitasoluvun saavuttamiseksi.

Välipohjarakenne on tällöin helpointa toteuttaa tekemällä siitä mahdollisimman massiivinen ja ääniteknisesti yksinkertainen. Betonivälipohjissa äänitekniset kriteerit täyttyviä ja yleisimmin käytettyjä vaihtoehtoja ovat esimerkiksi ontelolaatat, kuorilaatat ja paikalla valetut laatat. Ontelolaattojen ääniteknisen toiminnan suhteen on muistettava että onteloiden poikkileikkauksen on oltava suunnilleen pyöreitä, jotta niistä ei aiheudu ääneneristystä heikentävää resonanssitaajuutta runkoäänen edetessä välipohjarakenteessa. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.554)

Ääniteknisesti yksinkertaisen rakenteen ääneneristävyys kasvaa massan lisääntyessä. ”Laskennallisesti ääneneristävyuden lisäys on 6 dB massan kaksinkertaistuessa. Massiivisen rakenteen ääneneristävyys kasvaa 6 dB myös taajuuden kaksinkertaistuessa. Ääneneristävyyttä kuitenkin heikentää taajuudesta riippuva taivutusvärähtelyn etenemisnopeus rakenteessa.” Korkeat ääniaallot etenevät rakenteessa nopeammin kuin matalat.

Siirryttäessä tietylle taajuudelle äänen nopeus rakenteessa on yhtä suuri kuin äänen nopeus ilmassa. Tästä seuraa se että rakenteen ääneneristävyys on heikko tällä taajuusalueella. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.554)

Lähdettäessä parantamaan betonivälipohjien askelääneneristystä on muistettava, ettei niiden massaa voi kasvattaa loputtomasti. Tämä johtuu betonin suuresta kuutiopainosta, joka lisää kantavien rakenteiden kuormaa. Ääniteknisesti yksinkertaisen rakenteen sijaan voidaan askeläänenerityksen parannus toteuttaa kaksinkertaisella rakenteella, jossa massiivisen välipohjan päälle rakennetaan kelluva lattia, asennuslattia tai sen alapuolelle tehdään alaslaskettu katto. Lisäksi askelääneneristystä voidaan parantaa myös pintamateriaalien avulla käyttämällä esimerkiksi askeläänimattoa. (Helimäki & Kylliäinen, Betonivälipohjien askelääneneristys, s.554–555)

3 WEBER dB-LATTIA

3.1 Yleisesti

Weber dB-plaano 4350, nykyisin 130 Core, on pumpattava ja sementtipohjainen tasoite kelluvien, askelääntä eristävien sekä lämpölattioiden tekoon. Se soveltuu erityisesti kerros- ja rivitalojen erikoislattiarakenteisiin, joissa tavoitteena on parantaa huoneistojen askelääneneristystä. dB-plaano soveltuu käytettäväksi myös tavallisena oikaisutasoitteena betonilattioille. dB-lattia alentaa askelääntä 18–28 dB riippuen ratkaisusta ja sen paksuudesta. dB-lattiaratkaisun etuja ovat (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, dB-lattia)

- lattiatarvikkeet ovat keveitä ja helppoja asentaa
- lattiatarvikkeiden asentaminen on nopeaa
- ohut rakenne, joka voi olla alimmillaan vain 25 mm
- soveltuvuus monenlaisiin uudis- ja korjauskohteisiin
- lopputuloksena on tasainen betonilattia
- lattian nopea päällystettävyyys.

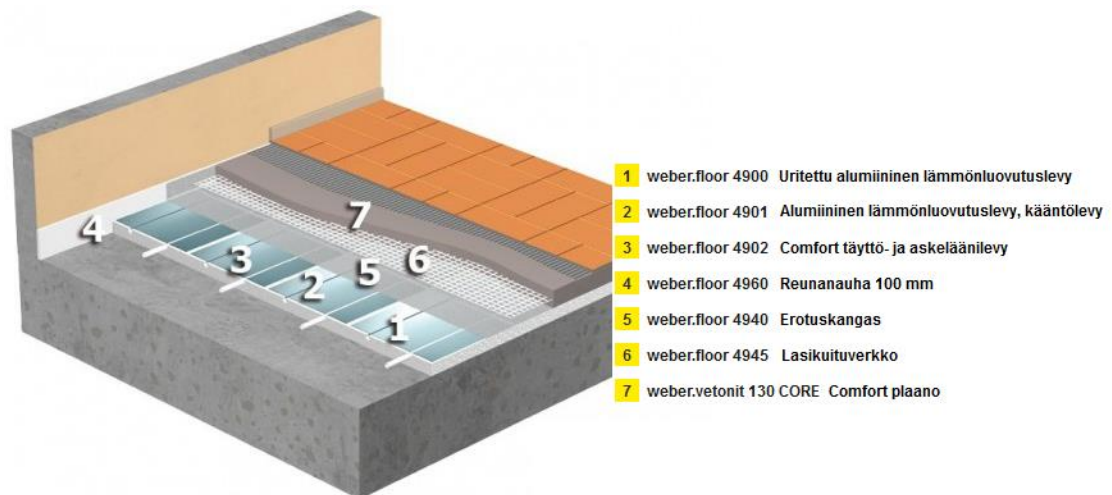
Suosittelut tasoitekerroksen kerrospaksuus voi kelluvissa rakenteissa olla 25 - 50 mm (paikoin 80 mm), joten se soveltuu suurille ja epätasaisille lattiapinta-aloille sekä myös paksuihin täyttöihin. dB-lattia on sovellus Comfort-Lämpölattiaratkaisusta, jolla on tyyppihyväksyntä askeläänieristävyydelle. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, dB-lattia)

Lattiaratkaisun erityisiä etuja ovat sen soveltuvuus monenlaisiin uudis- ja korjauskohteisiin sekä valetun lattian nopea päällystettävyyys. Se voidaan päällystää hyvin monella erilaisella lattiamateriaalilla kuten parketilla, klinkkerillä, kokolattia- tai vinyylimatolla. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, dB-lattia)

3.2 Sovellus Comfort-lämpölattiasta

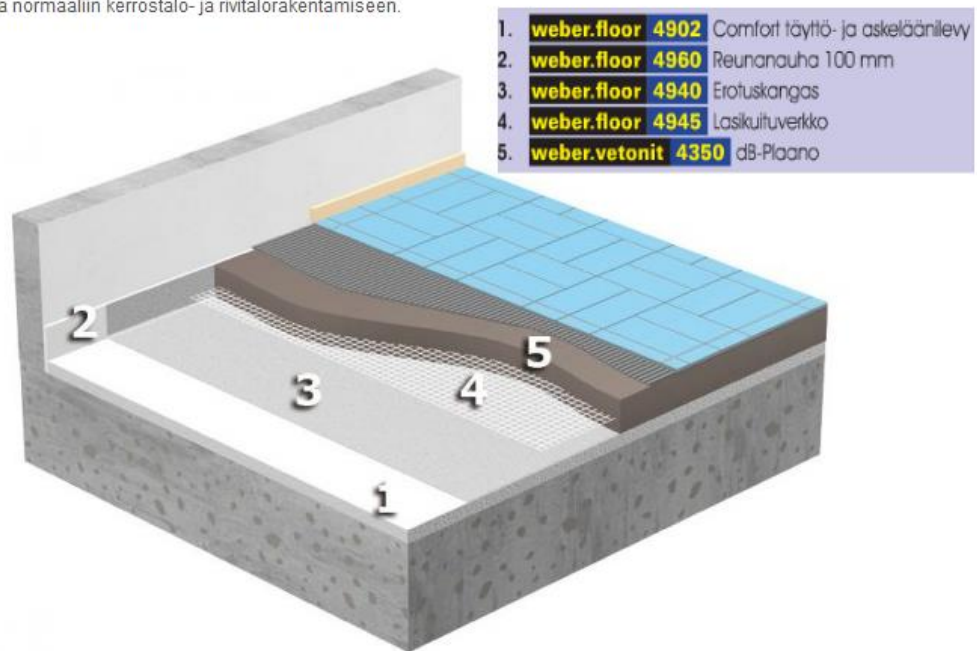
Weber dB-lattia on sovellus Comfort-lämpölattiajärjestelmästä. Comfort-lämpölattiajärjestelmässä lattiaan asennetaan uritetut alumiiniset lämmönluovutuslevyt, joihin kiinnitetään vesikiertoiset lattialämmityspotket. dB-lattia sen sijaan erillistä lattialämmitystä ei ole ja se keskittyy parantamaan vain huoneistojen välistä askelääneneristystä, joka tarkoittaa täyttölevyjen käyttämistä lämmönluovutuslevyjen sijaan. EPS-eristelevyjä ylemmät rakennekerrokset toteutetaan täsmälleen samalla tavalla molemmissa rakenneratkaisuissa. Koska kohdekohteen dB-lattian toteutus on vain EPS-eristelevy kerrosten osalta erilainen verrattuna Comfort-lämpölattian, voidaan aiemmin toteutetuista lämpölattioista saatuja mittaustuloksia verrata kohdekohteen dB-lattiasta saatuihin ääniarvoihin. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, Comfort-lämpölattia)

Lattian kokonaisrakennepaksuus on dB-lattiassa alimmillaan vain 45 mm poislukien pintamateriaali. Comfort-lämpölattian ja dB-lattian rakennekerrokset on esitetty seuraavissa kuvissa (kuvat 4 ja 5). (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, Comfort-lämpölattia)



KUVA 4. Comfort-lämpölattia (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, Comfort-lämpölattia)

Askeläänilattia normaaliin kerrostalo- ja rivitalorakentamiseen.



KUVA 5. dB-lattia (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, dB-lattia)

3.3 Plaano-lattian kuormituskestävyys

Onnistuneen kelluvan lattian edellytyksenä on riittävä kuormituskestävyys. Koska plaanon paksuus on uivissa rakenteissa paikoin vain 25 mm, tulee sen kuormituksen kesto selvittää erillisillä kokeilla. Rakenteiden kuormituskestävyydellä on merkitystä myös askelääneneristykseen, sillä lattian liiallinen halkeilu saattaa heikentää lattiaratkaisun ääniteknisiä ominaisuuksia.

3.3.1 Comfort-lämpölattian kuormituskestävyys

Maxit Oy Ab (nykyisin Weber) teetti tutkimuksen Tampereen teknillisellä yliopistolla (myöhemmin TTY), jonka tehtävänä oli kokeellisesti tutkia Comfort-lämpölattian mekaanista kestävyyttä pistekuorman vaikutuksesta. (Tutkimusselostus 1593, 31.8.2007, s.1–20, Julkaisematon)

Tutkimuksen tilaaja Maxit valmisti yhteensä seitsemän koelattiaa TTY:n tekemiin vane-riimuotteihin. Kuudelle näistä tehtiin lävistyskoe jossa murtorajana oli silmin havaittava

plaanon pinnan halkeaminen. Yhdelle koelattialle tehtiin pitkäaikaiskuormituskoe, jossa käytettiin vakiokuormitusta kahdensadan tunnin ajan. Kuormituksen aikana lattian pitkäaikaista muodonmuutosta seurattiin erityisten siirtymäkellojen avulla. Lattioissa käytetyn dB-plaanon taivutusveto- ja puristuslujuus mitattiin 84 vuorokauden ikäisenä (18.4.2007–20.7.2007). Pitkäaikaiskuormituskoe aloitettiin 18.4.2007 ja lopetettiin 29.6.2007. Lisäksi dB-plaanon taivutus- ja puristuslujuutta mitattiin valmistamalla koeprismoja lattioiden valussa käytetystä plaanosta. Koeprismat olivat kooltaan 40x40x160mm ja niitä oli 12 kpl. Koeprismat säilytettiin samoissa olosuhteissa valettavien lattioiden kanssa ja ne koestettiin 84 vuorokauden ikäisinä. (Tutkimusselostus 1593, 31.8.2007, s.5–6, Julkaisematon)

TTY toteutti kuormituskokeet valiten kuormituskohdiksi lattiarakenteen heikoimmat pisteet. Ennakolta kriittisimmiksi kohdiksi arvioitiin koekappaleiden kulmat kääntölevyjen osalta sekä uralevyn reunavahvistamattomat sivut. Kustakin koelattiasta tehtiin neljä kuormituskoeetta, kaksi kääntölevyjen kohdalta kulmista ja kaksi pitkiltä sivuilta uralevyjen keskeltä. Kuormituskokeissa pistekuorma ($25 \times 25 \text{ mm}^2$) sijoitettiin aina 50 mm päähän reunasta, lukuun ottamatta lävistyskoeetta, jossa pistekuorma asetettiin nurkistaan kuormittamattoman kääntölevyn keskelle ja 150 mm päähän lattian reunasta. Pitkäaikaiskuormituskoe toteutettiin samalla tavalla käyttäen 1 kN painoa tutkittavan laatan viidessä pisteessä. (Tutkimusselostus 1593, 31.8.2007, s.7–8, Julkaisematon)

3.3.2 Yhteenveto kuormituskokeesta

Lävistyskokeissa ei kuormituspinta-alalla $25 \times 25 \text{ mm}^2$ lattioissa havaittu halkeamia 1 kN kuormalla kuormitettaessa 50 mm etäisyydellä reunasta. Uralevyjen osalta suuremmat halkeamat muodostuivat vasta keskiarvokuormalla 3,7 kN ja kääntölevyjen kohdalla kulmissa arvolla 2,3 kN. Vastaavasti tulosten keskihajonta oli uralevyjen kohdalta 20 % ja kääntölevyjen kulmissa 23 % keskiarvosta. Keskihajonnasta johtuen lattiarakenteen halkeamalujuuden arvioitu ominaisarvo laski reunan kokeessa arvoon 1,4 kN ja kulman kokeessa 0,5 kN tasolle. Pitkäaikaisen kuormituskokeen kesto oli 200 tuntia. 1 kN kuormitus vastasi suurinta käytännön kuormitustilanannetta, joka oli uralevyissä 27 % ja kulmissa 43 % halkeilukuormien keskiarvosta. dB-plaanosta valmistetuista koeprismoista saatiin tulokset 84 vuorokauden iässä. Ne ylittävät valmistajan ilmoittamat puris-

tus- ja vetolujuuden arvot. Puristuslujuudeksi mitattiin 20,2 MPa ja vetolujuudeksi 4,65 MPa. Weber ilmoittaa plaanon puristuslujuudeksi vähintään 16 MPa ja vetolujuudeksi vähintään 4 MPa. Valmistajan mukaan lujuusarvot saavutetaan jo 28 vuorokauden iässä. (Tutkimusselostus 1593, 31.8.2007, s.19–20, Julkaisematon; Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, lattiaratkaisut)

Nurkkien mittaustuloksia heikentäviksi tekijöiksi havaittiin plaanon puutteellinen tiivistyminen ja kerroksen epätasaisuus. Toisena lujuutta heikentävänä tekijä oli erotuskankaan kiristyminen lämmitysputkien yläpuolella valuvaiheessa. Tämä aiheutti kuormituspiikkejä alla oleviin eristelevyihin, johtuen plaanon epätasaisesta kontaktista eristelevyihin. Nämä tekijät korjaamalla saataisiin aikaiseksi plaanon suurempi ominaislujuus ja mittausten pienempi tuloshajonta. Lopputuloksena olisi luotettavampi ja tarkempi tulos. (Tutkimusselostus 1593, 31.8.2007, s.7–8, Julkaisematon.)

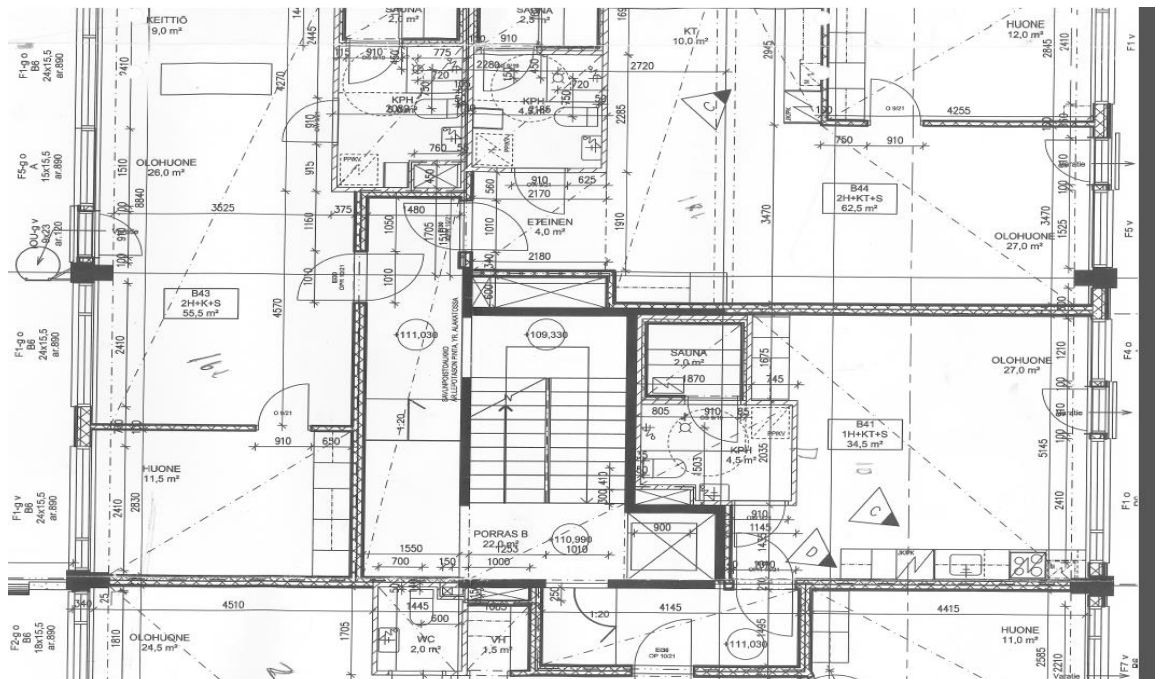
Huolimatta tutkimuksessa mainituista kuormituskokeen tuloksia heikentävistä tekijöistä, täyttää Comfort-lämpölattia käytännön suurimman 1 kN kuorman suhteellisen helposti. Lisäksi on muistettava että tässä opinnäytetyössä käsiteltävässä dB-lattiassa rakennekerrokset ovat täysin samanpaksuiset koko huoneistoalalla. Tästä johtuen edellä mainittua erotuskankaan kiristymistä ja tästä aiheutuvaa kuormituksen epätasaista jakautumista alemmissä kerroksissa ei tässä määrin pääse tapahtumaan. Ainoastaan lattiaan asennetut sähkö- ja vesijohdot voivat korjauskohteessa aiheuttaa paikallisesti kuormituksen epätasaista jakautumista. Niitä ei kuitenkaan ole siinä määrin että ne heikentäisivät lattioiden murtolujuutta merkittävästi. Vain lattioiden kulmien ja reunojen huono täyttyvyys ja sen seurauksena riittämätön materiaalipaksuus saattavat heikentää dB-lattian murtolujuutta.

4 KORJAUSKOHDE:KIINTEISTÖ OY HAAPANIEMENKATU 40

4.1 Kohdetietoa

Opinnäytetyön perustana on liikekiinteistöstä asuinkiinteistöksi muutettava vuonna 1984 valmistunut toimistokerrostalo. Korjauskohde sijaitsee osoitteessa Haapaniemenkatu 40 70100 Kuopio. Rakennuksen kantava runko muodostuu kantavista pääty- ja väliseinistä (kuva 6). Välipohjarakenne on toteutettu ontelolaattarakenteena, jonka paksuus on pääosin 265mm. Ulkoseinäelementit ovat ei-kantavia betonisandwich-elementtejä, joiden ulkopinnassa on klinkkerilaatta. Saneerauksen yhteydessä taloa korotettiin kauttaaltaan yhdellä kerroksella ja samalla lisättiin rakennuksen sisäpuolista lämmöneristystä. Lisäksi kerrostaloon rakennettiin sisäpihan puolelle betoniparvekkeet ja katujen puolelle ranskalaiset parvekkeet.

Asuinrakentamista koskevien määräysten vuoksi lattioiden askelääneneristystä parannettiin rakentamalla kelluva lattia. Ontelolaataston päälle rakennettiin dB-lattia, joka koostuu eristekerrosta, erotuskankaasta, lasikuituverkosta sekä varsinaisesta tasoitteesta eli dB-plaanosta. Lattioiden kuivuttua asennettiin lattianpäällyste, joka oli asuinhuoneistoissa lautaparketti alusmateriaaleinen.



KUVA 6. Rakennus on toteutettu elementti-tekniikalla

4.2 Kelluva lattia

Kelluvan lattian toimintaperiaate perustuu kaksinkertaiseen rakenteeseen. Käytännössä tämä tarkoittaa että kahden betonilaatan välissä on eristekerros, joka erottaa laatat toisistaan. Kelluvan lattian toiminnan kannalta tärkeää on sen resonanssitaajuus eli ominaistaajuus, joka riippuu eristekerroksen dynaamisesta jäykkyydestä ja betonilattian massasta. Kelluvan lattian ominaistaajuus f_0 [Hz] saadaan seuraavasti (RIL 243-1-2007, s.122–123)

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \quad (\text{Yhtälö 1})$$

jossa,

s' = eristekerroksen dynaaminen jäykkyys [MN/m³]

m' = kelluvan pintalaatan massa [kg/m²]

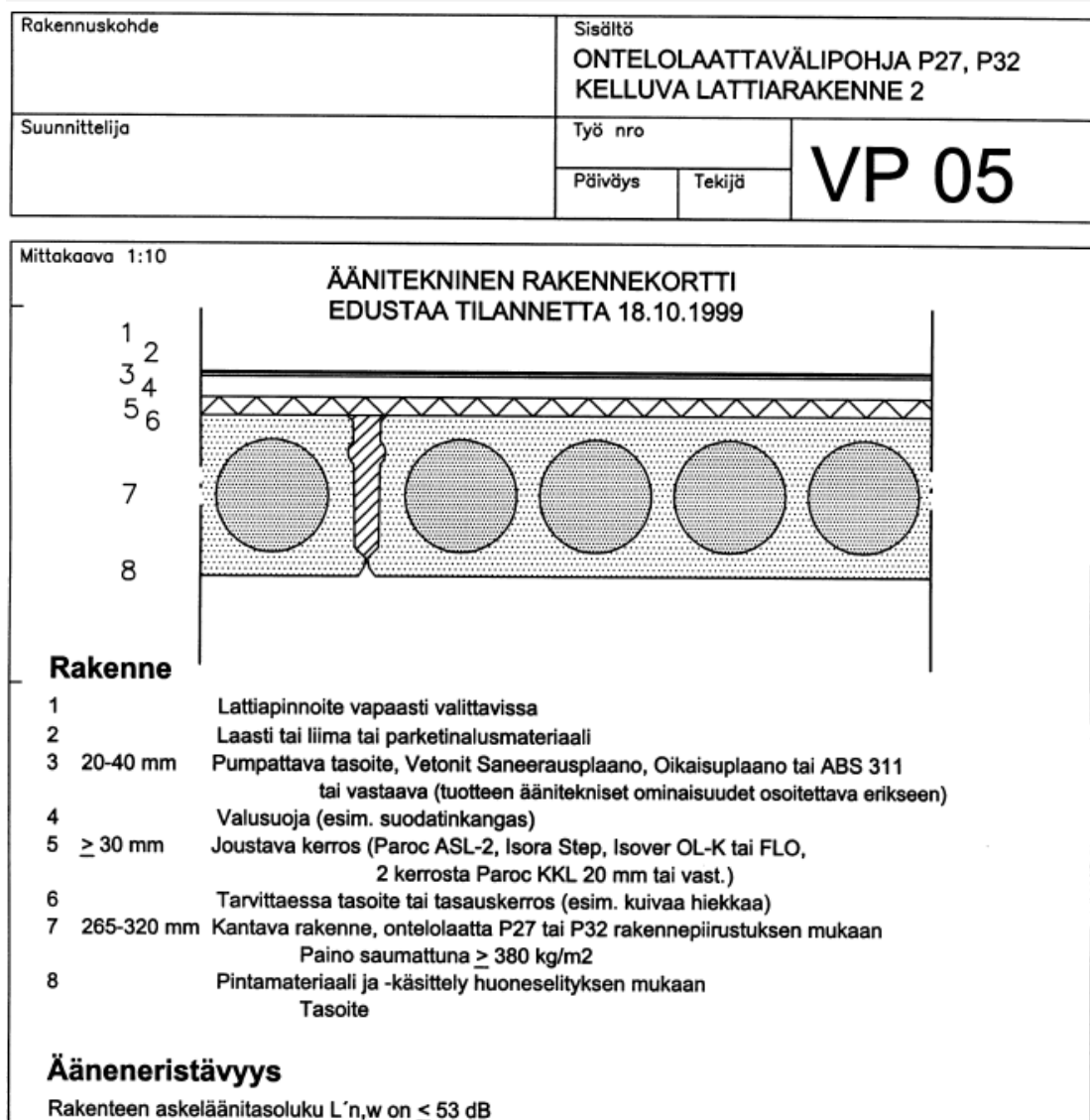
Mitä matalampi on kelluvan lattian ominaistaajuus f_0 , sitä paremmin se akustisesti toimii. Tällöin se kykenee vaimentaa erityisesti matalia alle 100 Hz taajuuksia, jotka ihminen kokee erityisen häiritsevinä. Taulukossa 1 on esitetty, kuinka eristeen dynaaminen jäykkyys ja betonilaatan massa vaikuttavat kelluvan lattian ominaistaajuuteen. (RIL 243-1-2007, s.122–123)

Taulukko 1. Kelluvan lattian ominaistaajuus f_0 riippuu eristekerroksen dynaamisesta jäykkyydestä ja lattian massasta

m' [kg/m ²]	s' [MN/m ³]	f_0 [Hz]
35	12	94 Hz
70	50	135 Hz
150	8	37 Hz

Kohdetalon käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä sen tuli täyttää laissa määritetyt ilma- ja askelääneneristävyysvaatimukset. Suunnitteluvaiheessa asia ratkaistiin käyttämällä ääniteknisessäkin rakennekortissa esitettyä kelluvaa lattiarakennetta (kuva 7 ja liite 4). Kyseessä on malliratkaisu, joka täyttää nykyiset askeläänitasovaatimukset. Suomen Betoniyhdistys ry:n laatima rakennekortti on osoitettu kenttämittauksilla ääneneristävyysvaatimukset täyttäväksi. Weberin dB-lattiaratkaisu on rakenteeltaan käytän-

nössä samanlainen ja tämä on havaittavissa kuvasta 5 ja liitteestä 3. (Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy, RTT Betoniväli­pohjien askelääneneristävyys, s.23)



KUVA 7. Kuvan kelluva lattiaratkaisu on kokeellisesti todistettu ääneneristysvaatimukset täyttäväksi (Suomen Betoniyhdistys ry 2009, ääneneristysvaatimukset täyttäviä välipohjarakenteita)

Kuvasta on havaittavissa että lattiaratkaisun toimivuus perustuu massiiviseen kantavaan rakenteeseen, jonka päälle on tehty kelluva lattia. Massiivisesta kantavasta rakenteesta ja sen päällä olevasta kelluvasta lattiasta koostuva välipohja muodostaa kahden massan ja niiden välissä olevan jousen järjestelmän. Yleensä kaksinkertaisen rakenteen ominaistajuus on alle 100 Hz. Lisäksi askelääneneristystä on parannettu tekemällä kuvasta poiketen välipohjan alapuolelle alaslaskettu katto. (Helimäki & Kylliäinen, Betoniväli­pohjien askelääneneristys, s.555)

4.3 Lattiatarvikkeiden asennus

Lattioiden teko aloitettiin poistamalla vanhat pintamateriaalit muun purkutyön yhteydessä. Koska vanhojen toimistotilojen pintamateriaalina oli pääosin muovimatto, tuli mattojen poiston jälkeen jyrsiä kaikki mattoliima irti alustastaan. Kuvasta 8 on havaittavissa että vanhojen läpivientien betonipaikkaukset ovat epätasaisia. Ennen kelluvan lattian tekemistä betonipaikkaukset tuli piikata ympäröivän ontelolaataston tasoon. Tämän jälkeen suoritettiin lattioiden siivous hyväksikäyttäen rikkalapio, petkele ja imuri - yhdistelmää.



KUVA 8. Vanha läpivienti, joka on valettu umpeen

Siivoustyön jälkeen aloitettiin varsinaisen kelluvan lattian tekeminen, kiinnittämällä reunakaista huoneistojen sisäpuolisiin seiniin kuten kuvasta 9 on havaittavissa. Reunauhat asennettiin kaikkia pystyrakenteita vastaan, jotta hyvin nestemäinen dB-plaano ei pääse valuvaiheessa vaimennuskerroksen alle. Putkiläpiviennit kuten patterien lämpöputket, vesijohdot, sähköputket ja viemärit eristettiin kelluvasta lattiasta käyttäen

mm. Armaflex-putkieristettä. Reunakaistan kiinnityksen yhteydessä sähkömies asensi tarvittavat sähköjohdot, ennen täyttölevyjen asentamista.



KUVA 9. Reunakaistan kiinnitys meneillään

Kaikkien huoneistojen alustat tasattiin käyttäen kuivaa hiekkaa siten, että lattian korkeusero oli ± 5 mm 2000 mm matkalla ennen askeläänilevyjen asentamista. Askeläänilevyjen asennuksessa pyrittiin varmistamaan että levyt ovat tukevasti alustaa vasten, jotta ne pysyvät paikallaan ja ehjinä myös valun aikana (kuva 10). (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber, Comfort-lämpölattia, asennusohjeet)



KUVA 10. Vaimennuskerros toteutettiin suorareunaisella askeläänilevyllä

Seuraavana työvaiheena oli erotuskankaan asentaminen, joka limitettiin reunoistaan vähintään 200 mm huomioiden valusuunta. Läpivientien kohdalle leikattiin reiät, jotka tiivistettiin lopuksi vedeneristeellä. Näin pienennettiin riskiä kiinteän yhteyden muodostumiseen pintalaatan ja kantavan rakenteen välille. Erillistä suodatinkankaan teippausta ei tarvittu, koska kaikki lattiat tehtiin yksikerroksisella täyttölevyrakenteella. Viimeisenä työvaiheena ennen valua asennettiin lasikuituverkko joka limitettiin vähintään 50 mm verran (kuva 11). Läpivientien kohdalle leikattiin reiät erotuskankaan tavoin. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber, Comfort-lämpölattia, asennusohjeet)



KUVA 11. Lattia valukunnossa

4.4 Valu

Varsinaisen valutyön suoritti Weberin valtuutettu lattiaurakoitsija ISS Facility Services. Valutyöt suoritettiin korjauskohteella aikavälillä Toukokuu 2014 - Marraskuu 2014. Perustajaurakoitsija Rakennusliike Pekka Poutainen Ky toteutti kelluvat lattiat Weberin lattiatarvikkeilla valukuntoon saakka 5-10 asuntoa kerrallaan. Valutöiden suoritusta varten työmaalle järjestettiin tila kahdelle pumppausasemalle ja pumppauskalustolle Weber-oppaan työmaakalusto ohjeiden mukaisesti. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber 2015, työmaaohjeet pumpputasoitteille)

Ennen valutöiden aloittamista lattiaurakoitsija tarkasti valettavat lattiat ja ilmoitti mahdollisista puutteista. Lisäksi he tekivät tarvittavat valmistelut ja varmistivat pumpattavan massan koostumuksen sopivuuden. Pumppausmassan koostumusta joudutaan aina säätämään työn aikana. Työtä vaikeuttivat helteiset kesäkelit, joiden takia pumppausmassa juuttui useasti letkuihin. (kuva 12)



KUVA 12. Helteiden ansiosta tasoitemassa juuttui letkuihin.

Valutyössä oleellista on huomioida, ympäristöolosuhteiden lisäksi, tasoitteen nopea kuivuminen. Ennen valun suorittamista on olennaisen tärkeää, että koko rakennuksessa on vesikatto ja ikkuna- sekä oviaukot pysyvät suljettuina työn toteuttamisen ajan.

Alkuvalmistelujen jälkeen varsinainen valutyö aloitettiin. Tasoite levitettiin ennalta haluttuun korkoon kaistoittain, jakaen kukin valettava huoneisto osiin stoppareiden avulla. (kuva 13). Valun edetessä stopparit poistettiin aina yksi kerrallaan ja kaistojen yhteenvalumista edistettiin pieniltä pinta-aloilta käsin leveällä teräslastalla. Suurilla pinta-aloilla käytetään hevoseksi kutsua työvälinettä, jolla pinnan yhteenvalumista edistetään. ”Hevostelu” tehdään koko lattian alalle. Ensimmäisillä työstökerroilla ”hevonen” painetaan alustaan asti. Toisella ristikkäiseen suuntaan tehtävällä ”hevostelulla” pyritään työstämään vain plaanon pintakerrosta, painamatta ”hevosta” alustaan asti. (kuva 14) (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, työmaaohjeet pumpputasoitteille)



KUVA 13. Valettavat alueet rajattiin stoppareiden avulla, jotta valetut lattiat ehdittiin työstää ennen niiden kuivumista



KUVA 14. Hevostelemalla pyritään edesauttamaan valukaistojen yhteenvalumista

Lattioiden nopean kuivumisen ansiosta ne olivat, kosteista olosuhteista huolimatta, kävelykelpoisia jo noin 5- 6 tuntia valamisen jälkeen. Lattioiden liian nopean kuivumisen estämiseksi tilojen tuuletusta lisättiin vasta noin viikko valun jälkeen. Tällä pyrittiin estämään pintalaatan liiallista halkeilua, joka heikentää betonisen pintalaatan lujuutta.

5 BETONILATTIODEN KUIVUMINEN

5.1 Betonirakenteen kuivuminen

Betonilattian kuivumiseen vaikuttaa kolme tekijää: suunniteltu rakenneratkaisu, betonimassan ominaisuudet ja ympäristöolosuhteet. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2011, s.433–434)

Rakenneratkaisu vaikuttaa siihen pääseekö betoni kuivumaan yhteen vai kahteen suuntaan. Lisäksi mitä paksumpia betonikerroksia valetaan, sitä pidemmän matkan kosteus joutuu siirtymään saavuttaakseen haihtumiskykyisen pinnan. Betonimassan koostumus vaikuttaa erityisesti siihen, kuinka paljon betonista tulisi haihtua kosteutta halutun kosteustilan saavuttamiseksi sekä kuinka nopeasti veden haihtuminen tapahtuu. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2011, s.433–434)

Kolmas kuivumiseen vaikuttava tekijä on betonin ympärillä vallitsevat ympäristöolosuhteet. Alhainen ilman suhteellinen kosteus edistää betonin sisällä olevan kosteuden siirtymistä kohti pintaa. Suhteellisen kosteuden ollessa alhainen betonin pinta- ja sisäosien kosteusero on suuri. Optimaalisena betonin suhteellisen kosteuden arvona pidetään yleisesti noin 50 % lämpötilan ollessa +20 °C. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2011, s.433–434)

5.2 Kuivumisen seuranta

Koska esimerkkikohteessa kelluva lattia rakennettiin vanhan ontelolaataston päälle, pääsi lattia kuivumaan vain yhteen suuntaan eli ylöspäin. Valutyöt suoritettiin aikavälillä touko-marraskuu 2015. Lattioiden kuivumisesta hidasti kostea ja kuuma kesä. Savonia-ammattikorkeakoulun informaatiotekniikan kehitysyksikön ylläpitämän sääpalvelun mukaan, Kuopiossa oli toukokuun ja elokuun välillä vuonna 2015 37 hellepäivää, jolloin lämpötila oli päivällä yli 25 °C astetta. Ilman suhteellinen kosteus oli helteestä johtuen pitkiä aikoja korkealla. (Savonia-ammattikorkeakoulun sääpalvelu, luettu 2.4.2015)

Weberin esitteen mukaan (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy 2015, lattiaratkaisut) dB-lattia on päällystyskelpoinen noin 1- 3 viikkoa lattiatasoitteen pumppauksen jälkeen lämpötilan ollessa +20 °C, kun ilman suhteellisen kosteus RH on 50 %. Suuren ilman suhteellisen kosteuden myötä lattiat eivät päässeet kuivumaan suunnitellusti ja kuivumisaika oli tästä johtuen huomattavasti pidempi. Lattioiden kosteutta seurattiin viikoittain pintakosteudenosoittimen avulla. Lattioiden päällystettävyyttä arvioitaessa noudatettiin mm. Betonitekniikan oppikirjasta By 201 löytyvää ohjetta (kuva 15) betonin kuivumiseen. (Betonitekniikan oppikirja By 201 2011, s.437–438)

Seurantamittaukset aloitettiin pari viikkoa valun jälkeen. Mittauksia tehtiin muutaman viikon välein satunnaisotannalla ja laajemmalla otannalla ennen lattiapäällysteen asentamista.

Koska lattioiden kuivuminen oli kesäkuukausina hidasta, päätettiin lattioiden päällystäminen aloittaa varmuuden vuoksi vasta elokuussa. Tästä johtuen ei nähty tarkoituksenmukaiseksi ruveta mittaamaan betonin suhteellista kosteutta porareikämittausten avulla. Porareikämittaukset olisivat tulleet kyseeseen, mikäli rakentamisaikataulussa olisi sitä edellyttänyt. Käytännössä lattioiden valamisesta niiden päällystämiseen kului lyhyimmilläänkin yli kaksi kuukautta. Tällä tavoin varmistettiin että kelluva lattiarakenne on kauttaaltaan riittävän kuiva ennen parketin asennusta.

Taulukko 9.5 Päälystystyön edellytyksenä oleva betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo (keskimääräinen kosteus betonirakenteessa).

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo %	Päälyste	Huomautuksia
80 Betonin pintaosien (2...3 cm) oltava alle 75 %	– Mosaiikkiparketti ¹⁾	Kosteusliikkeet Puulajikohtainen (esim. pyökki 80 %, tammi 85 %)
85	– Lautaparketit ²⁾ – Huopa- tai solumuovipohjaiset muovimatot – Kumimatot – Korkkilaatat, laattojen alapinnassa kosteudeneristys (muovikalvo) – Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisiveily) – Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta	Betonin pintaosat alle 75 % RH Bakteeritoiminta, sienikasvu, vesiliukoisten liimojen kosteuden kestättömyys
90	– Muovilaatat – Muovimatot ilman huopa- tai solumuovipohjaa ³⁾ – Linoleum – Alustaan kiinnittämättömät puulattiat (lautaparketit) ²⁾ , puun ja betonin välissä kosteudeneristys ja sen alla kosteuden poiskanavointi – Polyuretaanimuovimassat – Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus <97%) – Keraaminen laatoitus	Kosteus voi aiheuttaa päälysteeseen muutoksia. Käytettävän liiman on kestävä kyseinen kosteus (valmistajan ohjeet!). Vesiliukoista liimaa käytettäessä yleinen kosteusraja on 85 %. Parketin alla esimerkiksi melko tiivis korkkimatto saumat teipattuina. Seinustoilla maton päällä muovikaista, jonka reunat käännetään seinille. Jalkalistoissa uritus kosteuden poisjohtamista varten. Märissä tiloissa sekä betonin kosteuden ollessa suuri (>90%) mattojen kiinnitykseen on käytettävä vedenpitävää liimaa ja riittävän runsaalla liimamäärällä varmistettava saumojen pitävyys. Betonin kutistumat (laattojen tartunta) ⁵⁾

Taulukko 9.5 jatkuu

KUVA 15. Päälystettävyyttä arvioitaessa käytettiin apuna oheista taulukkoa (Betontechniikan oppikirja By 201, s.437–438)

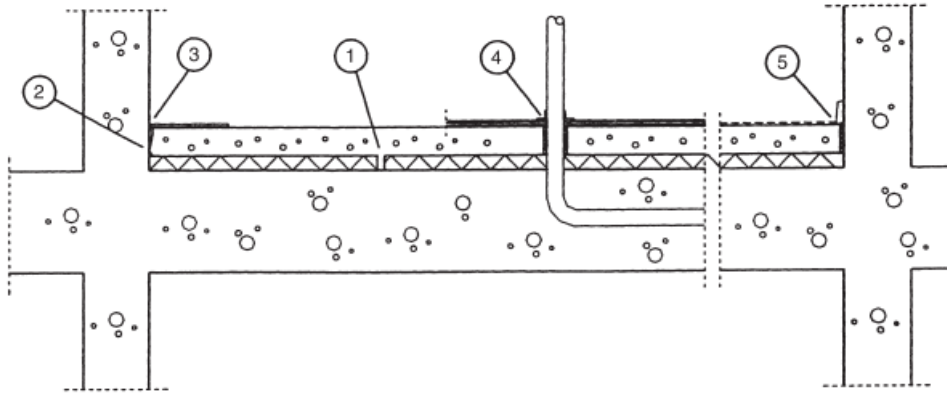
6 TYÖTEKNIIKAN KEHITTÄMINEN

6.1 Kelluvien lattioiden ongelmakohdat

Kelluva lattiarakenne vaatii tavallista suurempaa huolellisuutta kaikissa sen rakentamisvaiheissa. Mikäli ei oteta huomioon mm. betonilaatalle tyypillistä halkeilua ja laatan käyristymistä, ovat kelluvien lattioiden ongelmat lähinnä työtekniisiä. Seuraavassa on lueteltu yleisimmät kelluvien lattioiden ongelmakohdat, joiden takia toteutunut askelääneneristys jää suunniteltua huonommaksi. Yleisimmät ongelmakohdat näkyvät kuvassa 16. (Petrow, Rydenfelt, Vuorinen, Betoninen kelluva lattia, Rakennustieto s.496–497)

- Pintalaatan erotuskangas tai täyttölevyt ovat vioittuneet, jolloin valettava pintalaatta pääsee kosketuksiin kantavan rakenteen kanssa (1).
- Pintalaatta on kiinni kantavissa seinärakenteissa. Reunakaistat on rikki/kiinnitetty huonosti/unohdettu kokonaan (2).
- Kivirakenne on kiinni kantavassa seinässä tai lattiassa. Massiivisia rakenteita asennettaessa (esim. tulisija) tulee pintarakenteen kiinnittämistä suoraan kantavaan rakenteeseen välttää (3).
- Pintalaatta on kiinni läpivienneissä. Kaikki läpiviennit tulee eristää luotettavasti ja tiivistää ennen valua (4).
- Jalkalistat kiilaavat kelluvaa lattiarakennetta alaspäin. Jalkalistojen tulisi olla vähintään 1 mm irti lattiapinnoitteesta (5).
- Vanhan kantavan rakenteen alusta on epätasainen ja korko vaihtelee valettavalla alueella suuresti. Suunniteltu askelääneneristys ei toteudu
- Jokin massiivinen tai kiinteä kappale kytkee pintalaatan ja kantavan rakenteen toisiinsa
- Ovien kynnykset on kiinnitetty kelluvan lattian läpi kantavaan rakenteeseen
- Pintalaatan päälle tehtävät väliseinät tulee toteuttaa joustavasti. Tällöin väliseinän alajuoksun ja pintalaatan välillä on joustava rakenne
- Lattian pintamateriaali on asennettu kiinni läpivienteihin, jolloin ääni pääsee vapaasti siirtymään naapurihuoneistoihin sivutiesiirtymänä
- Valun alle on jäänyt erilaisia orgaanisia materiaaleja. Pahimmillaan ne voivat aiheuttaa homevaurion

- Lattiatarvikkeiden asennuksen oikeellisuutta ja tiiviyyttä ei tarkasteta kunnolla ennen varsinaisen valun aloittamista, jolloin pintalaatta on kiinni esim. kantavissa rakenteissa
- Lattiatarvikkeet saattavat siirtyä valutyötä suorittaessa ja pintalaatta on kiinni joko kantavissa seinä- tai lattiarakenteissa.



KUVA 16. Kelluvan lattian yleisimmät ongelmakohdat, joihin tulee kiinnittää huomiota lattiaa toteutettaessa (Petrow ym. Betoninen kelluva lattia, Rakennustieto s.496–497)

6.2 Kohdetalon lattioiden erityiset ongelmakohdat

Kelluvan lattian ongelmat liittyvät monesti huolimattomuuteen lattiatarvikkeita asennettaessa ja valua toteutettaessa. Lattioille on ominaista että suuria pinta-aloja on saatava valukuntoon suhteellisen lyhyessä ajassa. Koska kelluvan lattian teon aikana tilassa ei käytännössä voi tehdä muita isompia rakennustöitä, on sillä merkittävä asema työmaan aikataulusuunnittelussa. Kohdetalon lattioita toteuttaessa esille tulleet käytännön ongelmat voidaan jakaa ajallisesti kahteen osaan. Lattiatarvikkeita asennettaessa ilmenneet ongelmat ja valun jälkeen todetut ongelmat.

Lattiatarvikkeita asennettaessa ilmenneet ongelmat:

- kantavien lattiarakenteiden ja erilaisten paikattujen hormiläpivientikohtien epätasaisuus
- erilaiset kantavassa lattiassa olevat kiinteät rakenteet ja muut yllätykset
- lattiatarvikkeisiin liittyvät ongelmat
- kesälomien aiheuttama työmiesten vaihtuminen.

Valun jälkeen suurin töitä hidastava tekijä oli pintalaatan verkkainen kuivuminen, joka viivästytti lattioiden hiomista sekä päällystämistä. Hidas kuivuminen johtui pitkälti betonille epäedullisista kuivumisolosuhteista. Lattiatarvikkeita asentaneiden työmiesten vaihtuvuus sai myös aikaan paikallista laadun vaihtelua.

6.2.1 Lattiatarvikkeita asennettaessa ilmenneet ongelmat

Valutyötä toteuttaessa yksi suurimmista ongelmista liittyi tilamuutoksiin. Kerrostalon korottamisen takia vanhat hormiläpiviennit jouduttiin purkamaan ja niiden reiät valamaan umpeen. Läpivientien paikkaukset olivat pääsääntöisesti epätasaisia ja monin paikoin muuta lattiaa ylempänä. Tämä aiheutti ylimääräistä ja aikaa vievää piikkaus- ja hionta-, sekä tasoitustyötä ennen kuin lattiatarvikkeet voitiin asentaa lattiaan. Paikoin umpeenvaletut vanhat hormiläpiviennit olivat ympäröivää ontelolaatastoa selvästi ylempänä, jonka takia dB-lattian paksuudesta jouduttiin jonkin verran tinkimään, noudattaen kuitenkin valmistajan antamia ohjeita plaanon vähimmäispaksuudesta. Vierekkäisten ontelolaattojen keskinäinen korkoero aiheutti myös samankaltaisia haasteita kuin paikatut hormiläpiviennit. (kuva 17)



KUVA 17. Ontelolaattojen korkoeroa tuli pienentää ennen lattiatarvikkeiden asennusta

Pääosin vanhat LVIS-vedot saatiin poistettua kokonaan jolloin niistä ei lattiatarvikkeita asennettaessa ollut haittaa. Rakenteita purkaessa löytyi erinäisiä yllätyksiä, joiden poistaminen kokonaan ei ollut mahdollista. Parhaana esimerkkinä tästä oli kantavaan lattiaan kiinnitettyjä ulkoseinäelementin kiinnitysteräksiä joita ei voinut poistaa kokonaan (kuva 18). Jotta pintalaatan ja kantavan laatan välille ei syntyisi kiinteää yhteyttä lattiaa valettaessa, tuli kiinnitysteräksiä madaltaa ja lyhentää reilusti,



KUVA 18. Ulkoseinäelementin kiinnitysteräksiä tuli madaltaa ja lyhentää ennen lattiatarvikkeiden asennusta

Lattiatarvikkeisiin liittyvät ongelmat olivat pieniä, mutta kuitenkin mainitsemisen arvoisia. Reunakaistan liiman tarttumisen seinärakenteeseen oli puutteellinen ja etenkin kivrakenteisiin seiniin se ei tarttunut kunnolla (kuva 19). Ongelmaa pyrittiin ratkaisemaan kiinnittämällä reunakaistat nitojalla levyrakenteisiin seiniin nurkkakohdista ja tekemällä täyttölevyistä mahdollisimman sopivan kokoisia, jolloin reunakaistat eivät päässeet irtoamaan seinän pinnasta.



KUVA 19. Reunanauhan liima ei tarttunut kunnolla kivirakenteisiin seiniin, kiinnitys-
alustan esipuhdistuksesta huolimatta.

Kesäajalle tyypilliseen tapaan lattioiden teon keskelle ajoittui lomakausi. Se aiheutti vaihtuvuutta lattiatarvikkeiden asentajissa. Vaikka lattiamateriaalien asennus ei ole työ-
teknisesti vaikea, se vaatii suurta huolellisuutta ja tarkkuutta. Työntekijöiden vaihtuvuus
saattaa aiheuttaa jonkinlaista laadun vaihtelua, joka voi paikallisesti näkyä mittaustulok-
sissa.

6.2.2 Valun jälkeen ilmenneet ongelmat

Betonilattia on järkevää hioa riippumatta sen rakenteesta tai paksuudesta. Hiomisen
tarkoituksena on poistaa betonilattia pinnan sementtiliima ja epätasaisuudet sekä edistää
samalla lattian kuivumista. Kohdetalossa dB-plaanon pinnan hiominen olisi pitänyt pys-
tyä tekemään muutama päivä valun jälkeen. Kuten kappaleessa 5 mainittiin, kuuma ja
kosteaa kesä hidasti merkittävästi lattioiden kuivumista. Tästä seurasi se että lattioiden
hiominen viivästyi ja touko-elokuussa tehdyt lattiat kyettiin hiomaan kunnolla noin kak-
si viikkoa valun jälkeen. (kuva 20)



KUVA 20. Pintalaattoja ei saatu hiottua suunnitellussa aikataulussa

6.3 Yhteenveto ongelmakohtista

Erityisesti asuinrakennusten askelääneneristystä parannettaessa on muistettava että esimerkiksi työvirheet ja alustan epätasaisuudet voivat johtaa siihen että laskennallista vaimennuskykyä ei kaikilla mittaustaajuuksilla saavuteta.

Laskennalliset arvot ovat teoreettisia ja ne eivät yleensä huomioi inhimillisten virheiden vaikutusta lopputulokseen. Ryhtyessä parantamaan rakennuksen askelääneneristystä, tulee tämä seikka tiedostaa jo suunnitteluvaiheessa. Riippumatta kohteesta ja sen erityisominaisuuksista, järkevintä on pyrkiä lattioita suunnitellessa määrittämään askelääneneristystä hieman korkeammalle kuin mitä haluttu minimitaso on. Ainoastaan tällä tavoin voidaan saavuttaa haluttu askeläänitasoluku rakennuksen kaikissa tiloissa.

Suunnitelmien mukaan toteutetun lattian askelääneneristyskyky on keskimäärin aavistuksen pienempi kuin laskennallinen, joka johtuu inhimillisistä virheistä. Työnaikaisia virheitä ei kyllä voida tehdä lattian tehdessä voida täysin välttää. Tiedostamalla lattiarakenteen ongelmakohdat ne voidaan kuitenkin minimoida, jolloin voidaan saavuttaa haluttu askelääneneristystason taso ja parantaa ihmisten asumismukavuutta.

7 LAKISÄÄTEISET ARVOT ASKELÄÄNENERISTYKSELLE

7.1 Vaatimukset välipohjan askelääneneristykselle

Askelääneneristystä koskevat vaatimukset on määritelty rakennusmääräyskokoelmassa osassa C1. Rakentamismääräyskokoelman ääneneristysvaatimukset on tarkoitettu lähtökohtaisesti uudisrakentamista varten. Niitä voidaan kuitenkin soveltaa korjausrakentamiseen maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti. (RakMk C1, s.3–5)

Rakennusmääräyskokoelman osan C1 olennaisena vaatimuksena on estää ihmisen terveydelle haitallinen melu ja taata rakennuksessa olevien mahdollisuus nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa. Äänieristys tulee toteuttaa rakenteellisin ratkaisuin. Lisäksi mm. kaavamääräyksissä voidaan antaa lisävaatimuksia, jotka kaava-alueen rakennusten tulee täyttää. (RakMk C1, s.3)

Rakennusmääräyskokoelmassa C1 on annettu tarkat askeläänitasoluvut, joita ei saa ylittää (kuva 21). Vaatimus ei kuitenkaan koske asuinhuoneiston pieniä wc-, kylpyhuone-, tai löylytiloja eikä huolto- ja varastotiloja tai autosuojia. Usein rakennuksen määräysten mukaisuus varmistetaan kohteen valmistuttua tapahtuvalla askeläänimittauksella. (RakMk C1, s.5)

Suunta	Suurin sallittu askeläänitasoluku $L'_{n,w}$
Asuinhuoneistoa ympärivistä tiloista keittiöön tai muuhun asuinhuoneeseen, yleensä	53 dB
Uloskäytävästä asuinhuoneeseen	63 dB

KUVA 21. (Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy, RTT Betonivälipohjien askelääneneristävyys, s.3)

7.2 Vaatimusten mukaisuuden osoittaminen

Rakennusmääräyskokoelman osassa C1 katsotaan että ääneneristys- ja meluntorjunta-vaatimukset täyttyvät riittävässä määrin, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan RakMk C1 määräysten mukaisesti, tai ääneneristysvaatimusten täytyminen osoitetaan muulla luotettavalla tavalla. (RakMk C1, s.3–5)

Jälkimmäisessä tapauksessa suunnittelu ja rakentaminen perustuvat oletettuihin ääniolosuhteisiin, joita rakennuksessa käytön aikana ilmenee.

Vaatimusten osoittamiseksi käytetään seuraavia keinoja:

- laboratoriomittaukset
- aiemmin toimiviksi todetut rakenneratkaisut
- laskentamenetelmät
- kenttämittaukset rakentamisen aikana tai sen jälkeen.

Käytettävien menetelmien kelpoisuus tulee olla osoitettu. Ilma- ja askelääneneristystä mitatessa noudatetaan kelpoisuusvaatimukset täyttäviä menetelmiä. Yleisesti käytettäviä ja kelpoisuusvaatimukset täyttäviä standardeja ovat kansainvälinen ISO standardi ja eurooppalainen EN standardi. (RakMk C1, s 3–4)

8 ASKELÄÄNITASOLUVUN MITTAAMINEN

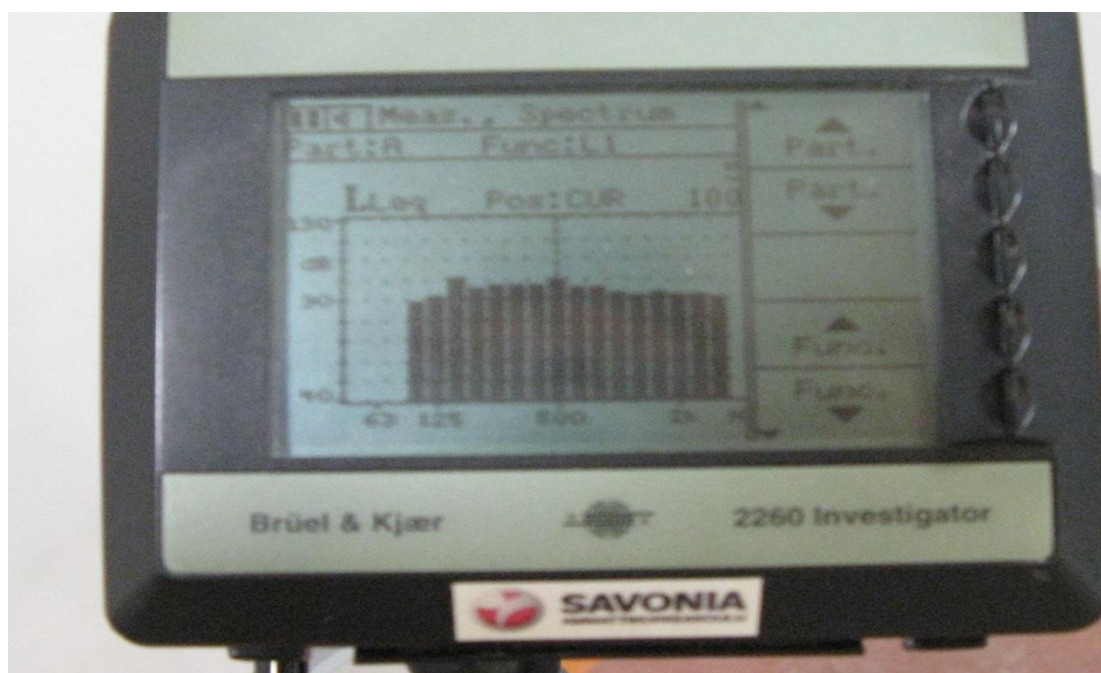
8.1 Taajuuskaista

Äänilähteiden synnyttämät äänenpainetasot vaihtelevat eri taajuuksilla. Tästä johtuen äänen taajuusjakauma eli äänispektri on jouduttu jakamaan pienempiin osiin eli taajuuskaistoihin. Yleisimmin käytetään oktaavikaistoja tai terssi eli kolmannesoktaavikaistoja. ”Kaistanleveys eli taajuusalue, jolta mitattu ääni sisältyy taajuuskaistalla ilmoitettuun äänenpainetasoon, on aina suhteellisesti sama osuus keskitaajuudesta.” Ihmisen kuuloaistin ominaisuudet siis määrittelevät taajuuskaistan. (RIL 243-1-2007, s.37–38)

8.2 Mittausten suoritustapa

Äänenpainetasot mitataan vastaanottotilassa kolmannesoktaavikaistoittain 16 keskitaajuudella, taajuusvälillä 100–3150 Hz. Terssikaistoittain annetut tulokset antavat paremman käsityksen melusta kuin oktaavikaistoittain ilmoitetut mittaukset, koska taajuusalueet ovat pienempiä. (RIL 243-1-2007, s.37–38)

Mittausten jälkeen saatava askeläänitasoluku $L'_{n,w}$ voidaan lukea tarkkuusäänitasomitarin päätteeltä. Askeläänitasoluku luetaan standardin mukaisesti 500 Hz kohdalta vertailukäyrältä (kuva 22). Askeläänitasolukuun vaikuttavat mittaustulosten lisäksi vertailukäyrän väliset epäedullisten poikkeamat. (RIL 243-1-2007, s.37–38)



KUVA 22. Askeläänitasoluku voidaan lukea tarkkuusäänitasomittarin päätteeltä 500 Hz kohdalta

Askelääneneristystä mitattaessa käytetään ISO-standardoitua askeläänikojetta. Kojeessa on viisi 0,5 kg painavaa vasaraa, jotka tippuvat lattialle 40 mm korkeudelta. Jokainen vasara tippuu lattialle kaksi kertaa sekunnin aikana. Tällöin kojeen taajuus on 10 hertsiä sekunnissa. Standardien mukaisesti askeläänikojeella on lähetyshuoneessa oltava vähintään neljä paikkaa ja sen tuottamaa ääntä mitataan vastaanottohuoneessa vähintään neljästä eri kohdasta, mittausten vähimmäismäärän ollessa kuusi mittausta. Mittauspisteitä voi olla enemmän ja niiden määrä sekä lähetys- että vastaanottohuoneessa riippuu käytettävistä standardeista. Mittaustulokset tallentuvat tarkkuusäänitasomittarin muistiin jotka saadaan digitaaliseen muotoon tietokoneen avulla. Mittaustuloksista laaditaan erillinen mittauspöytäkirja, jossa eritellään käytetty laitteisto ja sovelletut mittaustandardit. (RIL 243-1-2007, s.115–116)

Kuten kappaleessa 2.5 on mainittu, askeläänimittaukset voidaan suorittaa niin laboratorioissa kuin rakennuksissa. Askelääntä mitattaessa tulee noudattaa mittaustandardeja, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia. Askeläänitasoa mitattaessa voidaan soveltaa useita ISO-standardeja kuten ISO 140-4 ja ISO 140-7. Varsinainen askeläänitasoluku määritetään noudattaen standardia 717-1/-2. Koska pelkän askeläänitasoluvun perusteella ei pystytä varmuudella arvioimaan lattiarakenteen äänitekniistä toimivuutta, on niiden apuna syytä käyttää spektripainotustermiä. Spektripainotustermi C_1 huomioi matalien, alle

100 hertsin, taajuuksien vaikutuksen lattiarakenteessa ja se antaa yhdessä askeläänitasoluvun kanssa todenmukaisemman kuvan lattian ääniteknisestä toimivuudesta. (RIL 243-1-2007, s.117–119)

8.3 Vastaavista välipohjarakenteista saadut mittaustulokset

Comfort-lämpölattia on VTT Expert Service Oy:n tyyppihyväksymä lattiaratkaisu. Tyyppihyväksynnän voimassaolo edellyttää valmistajan/valmistuttajan omavalvonnan lisäksi VTT:n säännöllisesti suorittamia pistokokeita joko koerakenteista tai rakennetuista kohteista. Esimerkkikohteen dB-lattiaratkaisun onnistumisen arvioimiseksi ja tulosten vertailemiseksi, opinnäytetyön toimeksiantaja lähetti mittaustuloksia aiemmista vastaavista välipohjaratkaisuista. Laadunvarmistusmittaukset on suorittanut VTT tyyppihyväksyntäsopimuksen mukaisesti. Kohteissa on käytetty Comfort-lämpölattia ratkaisua askelääneneristykseen parantamiseen. Seuraavassa on esitelty kolmen kohteen keskeisimmät mittaustulokset. Kaikkien kohteiden mittauksissa on askeläänitason määrittämiseen käytetty ISO-140-7 standardia ja askeläänitasoluvun määrittämiseen ISO 717-2 standardia. Kaikki mittaukset tehtiin käyttäen kondensaattorimikrofonia Brüel & Kjær 4943 oheislaitteineen. (VTT Expert Services Oy 2007, tyyppihyväksyntäpäätös VTT-RTH-06834-07)

8.3.1 As Oy Helsingin Vuollejokisimpukka

Kohdetalo on 3-kerroksinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Helsingin Viikissä osoitteessa Harjannetie 17. Välipohjien rakenteena on 265 mm paksu ontelolaatta, jonka päälle on rakennettu Comfort-lämpölattia. Ontelolaataston paino on saumattuna noin 380 kg/m². Plaanon paksuus on noin 50 mm ja pintamateriaalina kohteessa on 14 mm paksu lautaparketti, jonka alla on joustava alusmateriaali. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S02507-14, 20.5.2014. Julkaisematon)

Kohteeseen tehtiin askelääneneristävyys mittaukset 12.5.2014. Askelääneneristyskoe toteutettiin kahden päällekkäisen asuntojen B12 ja B16 välillä huomioiden mittausalueelta 100–3150 hertsiä saadut tulokset. Askeläänikoje sijoitettiin yläpuoliseen asunnon

B16 olohuoneeseen. Mittausten perusteella kahden tilan väliseksi askeläänitasoluvuksi saatiin 42 dB, mittaustarkkuuden ollessa ± 2 dB. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S02507-14, 20.5.2014. Julkaisematon)

8.3.2 Asunto Oy Nokian Maamerkki

Talo on 12-kerroksinen asuinkerrostalo, joka sijaitsee Nokian keskustassa osoitteessa yrittäjäkatu 13. Välipohjien rakenteena on 280 mm paksu betonilaatta, jonka päälle on valettu vähintään 25 mm paksu dB-plaano. Lattian päällysteenä on 14 mm lautaparketti ilman joustavaa alusmateriaalia. Käytännössä kyse on siis dB-lattiasta, jossa on pinta-materiaalina kova päällyste. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S-06205-10, 9.8.2010. Julkaisematon)

Kohteen askelääneneristysmittaukset tehtiin 22.6.2010 ja ne toteutettiin asuntojen A4 ja A9 makuuhuoneiden välillä, käyttäen mittausaluetta 100–3150 hertsiä. Huoneistot ovat pohjaratkaisuiltaan täsmälleen samanlaisia. Askeläänikoje sijoitettiin yläpuoliseen asunnon A9 makuuhuoneeseen ja mittauksia otettiin huoneiston A4 makuuhuoneesta. Mittausten perusteella kahden tilan väliseksi askeläänitasoluvuksi saatiin 44 dB mittaustarkkuuden ollessa ± 2 dB. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S-06205-10, 9.8.2010. Julkaisematon)

8.3.3 Holiday Club Villas Saimaa

Rakennus on kylpylähotelli, joka on tarkoitettu lomakäyttöön. Monikerroksinen hotelli sijaitsee Lappeenrannassa osoitteessa Rauhanrinne 1. Välipohjien rakenteena on 320 mm paksu ontelolaatta, jonka päälle on rakennettu 60 mm paksu Comfort-lämpölattia. Lattian päällysteenä oli 15 mm lamelliparketti, jonka alla oli 3 mm paksu tuplex alusmateriaali. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S-08027-11, 11.11.2011. Julkaisematon)

Kohteen askelääneneristysmittaukset tehtiin 4.11.2011 ja ne toteutettiin huoneistojen 2507 ja 2607 välillä, käyttäen mittausaluetta 100–3150 hertsiä. Askeläänikoje sijoitettiin yläpuoliseen huoneiston 2607 olohuoneeseen ja mittauksia otettiin huoneiston 2507

olohuoneesta. Mittausten perusteella kahden tilan väliseksi askeläänitasoluvuksi saatiin 44 dB, mittaustarkkuuden ollessa ± 2 dB. (Laadunvalvontaseloste nro. VTT-S-08027-11, 11.11.2011. Julkaisematon)

8.4 Korjauskohteessa suoritettut mittaukset

Mittaukset suoritettiin Kiinteistö Oy Haapaniemenkatu 40:ssä 21.4.2015. Mittaukset toteutettiin soveltaen standardeja ISO 717-1 ja 2 / 2013 sekä ISO 140-4 ja 7/ 1998.

Tarkemmat selitykset standardeista poikkeamisille on selitetty liitteenä löytyvässä ääneneristysmittauspöytäkirjassa. (Mittauspöytäkirja, liite 1.)

Mittaukset suoritti Savonia Ammattikorkeakoulu ja mittaajina toimivat testausinsinööri Martti Niskanen sekä insinööri Laura Riihimäki. Mittaukset suoritettiin käyttäen tarkkuusäänitasomittaria Brüel & Kjær 2260 Investigator oheislaitteineen. Rakennuksessa ääneneristysmittaukset suoritettiin kolmannesoktaavikaistoittain keskitaajuudesta 100 Hz keskitaajuuteen 3150 Hz. (Mittauspöytäkirja, liite 1.)

Kuopion kaupungin rakennusvalvonta oli ennalta määritellyt tilat joiden väliltä ilma- ja askelääneneristysmittaukset tuli suorittaa. Lisäksi mittauksista tuli toimittaa kirjallinen raportti rakennusvalvonnalle ennen rakennuksen käyttöönottoa. Kaikki mittaukset suoritettiin rakennuksen B-rapussa. Mittauspaikat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Mittauspaikat

Mittaus	Mistä	Suunta	Mihin
1	5. krs, B49, oh	Alas	4. krs, B44, oh
2	4. krs, B41, oh	Vaaka	4. krs, B44, oh
3	2. krs, Porraskäytävä	Vaaka	2. krs, B9, huone
4	1. krs, Liiketila	Ylös	2. krs, B9, huone

Mittaukset suoritettiin ottamalla kunkin kahden tilan väliltä sekä ilma- että askelääneneristysmittaukset. Mittauksissa standardista poikettiin Rakennustarkastusyhdistyksen 24.4.2009 tekemien suositusten takia, jotka koskevat rakennusmääräyskoelman osaa C1. Suositusten pohjalta mittauksissa vastaanottohuoneen tilavuutena käytettiin enintään 60 m³, mikäli huoneen todellinen tilavuus oli tätä suurempi. Tällä tavalla pystytään rajoittamaan suuren huonetilavuuden aiheuttamaa ilmaääneneristysluvun- ja askeläänitasoluvun heikkenemistä, joka johtuu sekä laskennallisista että rakenteellisista syistä. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 3. (Rakennusteollisuus RT, Betonikeskus ry syyskuu 2009, Asuinrakennusten äänitekniikan täydentävä ohje, s.4–5.)

Taulukko 3. Mittaustulokset

Lähetys-huone	Vastaanotto-huone	Suunta	Ilmaääneneristysluku R' _w (dB)	Askeläänitasoluku L' _{n,w} (dB)
5. krs. B49,oh	4. krs, B44, oh	Alas	66 1)	44
4. krs. B41,oh	4. krs, B44, oh	Vaaka	60 1)	56
2. krs. Prk.	2. krs, B9, huone	Vaaka	54	48
1. krs. Liiketila	2. krs, B9, huone	Ylös	68	44

1) Todellinen tilavuus 73,6 m³

Mittaustuloksista on havaittavissa sekä ilman- että askelääntä koskevan rakentamismääräyskokoelman osan C1 raja-arvot alittuvat mittauksarkkuuden puitteissa. Mittauksarkkuus on käytännössä ±2 dB, joka johtuu mittauslaitteiston mittauksarkkuudesta ja mittauksstavasta. Askeläänitasoluvun arvot vaihtelivat välillä 44 dB - 56 dB. (Insinööri-toimisto Heikki Helimäki Oy, RTT Betonivälipohjien askelääneneristävyys, s.3)

Askeläänitasoluvuista on havaittavissa että korjauskohteen neljännen kerroksen lähetys-huoneen B41 ja vastaanottohuoneen B44 välillä askeläänitasoluvun raja-arvo 53 dB ylittyy niukasti, kun huomioidaan mittauksen virhemarginaali. Koska mittaustapa ja rakennuksen rakenteelliset seikat mm. sivuavien rakenteiden massan erilaisuus saattavat lisätä mittausvirhettä, on tulos käytännön mittaustarkkuudeksi puitteissa. Vaikka tulos 56 dB ei aiheuta korjaavia toimenpiteitä, on mahdollista että valettu pintalaatta on pieneltä alalta yhteydessä kantaviin lattia- tai seinärakenteisiin. Tämä heikentää kahden asunnon välistä askelääneneristävyyttä ja selittää eron muihin mittaustuloksiin. Kahden asunnon asumismukavuuteen tuloksella ei kuitenkaan ole käytännön merkitystä.

Mittaukset suoritettiin vain Kuopion kaupungin määrittämien tilojen väliltä, jolloin tuloksia ei voida suoraan yleistää kaikkia asuintiloja koskeviksi. Askelääneneristyksen onnistuneisuutta arvioitaessa on muistettava että mittaukset tehtiin B-rapusta, josta lattioiden tekeminen aloitettiin. On siis selvää että lattioiden työtekeminen laatu ei keskimäärin heikkene kun työntekijöiden kokemus dB-lattian teon eri työvaiheista lisääntyy.

8.5 Soundfloor-askelääneneristyslaskin

Soundfloor-askelääneneristyslaskin perustuu saksalaiseen DIN-normiin, DIN-normien perustana ovat laajat käytännön mittaukset, jotka on tehty rakennetuista tyyppihuoneista. Laskennan lopuksi varmistetaan että askeläänitasovaatimus täyttyy muista vaikuttavista tekijöistä huolimatta lisäämällä varmuusluku + 2 dB lopulliseen tulokseen. Keskimäärin askeläänitasoluvuksi saadaan todellisissa kohteissa laskennan antama arvo ilman varmuuslukua. Kolmannen osapuolen suorittamat mittaustulokset täsmäävät useimmiten hyvin DIN-normin mukaisella laskennalla saatuihin arvoihin. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, laskentapalvelut)

Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa ei ole vastaavaa laskentamallia, joten Soundfloor-askelääneneristyslaskin ei sellaisenaan sovellu osoittamaan lattiarakennetta vaatimusten mukaiseksi ja kansalliset normit täyttäväksi. Seuraavassa kuvakaappauksessa (kuva 23 ja liite 5) on esitetty laskelma esimerkkikohteen välipohjien askeläänitasoluvusta. Varmuuslukuun + 2dB sisältyy muun muassa sivutiesiirtymät, levyresonanssit ja

välipohjan reunakiinnitystapa. DIN-normin mukaisesti saatava arvo on laskettu ilman lattian pintakerrosta. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber 2015, laskentapalvelut)

Kohde:	Suunnittelija:	Muutos:	
	Päiväys: 10-09-2014 15:43:54		
Urakoitsija:	Sisältö: Soundfloor		

**Askeläänitasoluvun teoreettinen laskenta
DIN-normien (4109) mukaan.**

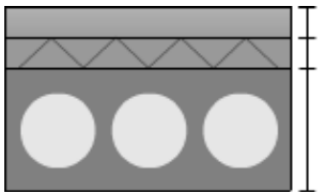
Ontelolaatta + kelluva laatta:

Pintalaatta	-27,6 dB	weber.vetonit 4350 dB-Plaano, 25 mm
Eristekerros:		weber.floor 4902 Comfort levy, 20 mm
Ontelolaatta:	71,5 dB	Ontelolaatta 265 mm
Varmuusluku:	2,0 dB	$\Delta L_{w,R, mind}$

Askeläänitasoluku (< 53): **46 dB** **$L'_{n,w}$**

Rakenteen lisätiedot:
- Rakenteessa on alakatto.
- Pintarakenne irroitetaan kaikista pystyrakenteista ja huoneistojen välisistä putkituksista.
- Eristeen dynaaminen jäykkyys = 15 MN/m².

	Paksuus [mm]:
weber.vetonit 4350 dB-Plaano	25
weber.floor 4902 Comfort levy	20
Tasoitekerros	0
Ontelolaatta 265 mm	265
Kokonaispaksuus [mm]:	310



Huom! Rakennekuva on viitteellinen. Työ tulee suorittaa Weberin yksityiskohtaisten työohjeiden mukaisesti.

Lähteet:
- Wendehorst: Bautechnische Zahlentafeln, 26. Auflage, 1994. Gemäß DIN 4109, Beiblatt 1.
- Bundesverband Spannbeton-Hohlplatten, Schallschutz mit Spannbeton-Hohlplatten, Deutschland, 1/1999

KUVA 23. Kohteen välipohjien askeläänitasoluvuksi saatiin 46 dB käyttäen dB-plaanon paksuutena 25 mm, joka on valmistajan määrittämä minimi kerrospaksuus.

8.6 Yhteenveto korjauskohteen tuloksista

Korjauskohteen ääniteknisten mittausten perusteella ei voida pelkästään tehdä johtopäätöksiä dB-lattian toimivuudesta. Otettaessa huomioon vastaavista kohteista saatujen tulosten avulla mittausten otanta saadaan riittävän suureksi, jolloin pystytään arvioimaan askelääneneristyksen onnistumisesta. Toteutuksen onnistuneisuutta voidaan samalla verrata myös Soundfloor-laskimella saatuihin tuloksiin, että tyyppihyväksyntäpäätöksessä (liite 2) määriteltyihin enimmäisarvoihin.

Vertailukohteiden askelääneneristys vaihteli kahdessa kohteessa välillä 42–44 dB. Korjauskohteiden askelääneneristysten arvot vaihtelivat välillä 44–48 dB, lukuun ottamatta yhden mittauksen arvoa, joka oli 56 dB. Mittaustarkkuus oli kaikissa mittauksissa ± 2 dB.

Mittaustuloksien vaihtelevuutta selittävät virheiden lisäksi erityisesti rakenneratkaisujen ja materiaalipaksuuksien poikkeavuudet. Esimerkiksi esimerkkikohteemme kantava välipohjarakenne oli 265 mm paksu ontelolaatta, kun taas Asunto Oy Nokian Maamerissä kantava välipohja oli rakennettu massiivisesta betonilaatasta, joka oli 280 mm paksu.

Lisäksi olennaista on huomioida rakennusten ikä. Kaksi ensimmäistä vertailukohdetta olivat uudisrakennuksia kun taas esimerkkikohteemme ja Holiday Club Villas Saimaa olivat korjauskohteita, joka on myös nähtävissä mittaustuloksissa. Korjausrakentaminen on uudisrakentamista haastavampaa johtuen korjattavien rakennusten moninaisuudesta ja erityispiirteistä. Lisäksi 2010-luvun uudisrakentaminen on laadullisesti edempänä 1980-luvun elementtirakentamista, jolloin esimerkkikohteemme on rakennettu. Edellä mainitut seikat selittävät askeläänitasolukujen tuloshajonnan.

Loppuyhteenvedona voidaan todeta että Kiinteistö Oy Haapaniemenkatu 40 askelääneneristys täyttää rakentamismääräyskokoelman osassa C1 määritellyt raja-arvot. Lisäksi Kuopion kaupungin rakennusvalvonta on ilma- ja askelääneneristys mittausten perusteella todennut rakennuksen täyttävän normaalin asuinrakentamisen äänitekniset vaatimukset.

9 WEBER DB-LATTIAN SOVELTUVUUS KORJAUSKOHTEISIIN

9.1 Yhteenveto opinnäytetyöstä

Weber dB-lattia ja Comfort-lämpölattia ovat ääneneristysjärjestelmiä, jotka sopivat monenlaisiin korjauskohteisiin. Sekä vertailukohteista saadut mittaustulokset että kohdekiinteistöissä toteutetut mittaukset kertovat ratkaisun olevan toimivia sekä uudis- että korjauskohteissa, mikäli eri työvaiheet on toteutettu huolellisesti. Liitteenä 2 esitettävästä tyyppihyväksyntäpäätöksestä on havaittavissa, että välipohjaratkaisuissaan Weber pyrkii itse korkeampaa laatutasoon, askelääneneristystä parannettaessa, kuin mitä laki edellyttää. Comfort-lämpölattia ja sekä siitä sovellettu dB-lattia ovat varteenotettavia vaihtoehtoja lähdetessä parantamaan asuinhuoneistojen välistä askelääneneristävyyttä saneerauskohteessa. Weberin tuoteperheen etuja ovat monipuolisuus ja räätälöitävyys hyvin erilaisiin rivi- ja kerrostalokohteisiin.

dB-lattia oli onnistunut valinta korjauskohteemme askelääneneristyksen parantamiseksi. Vaikka esimerkkikohteen lattioiden kuivuminen vei kosteasta ja kuumasta kesästä johtuen jonkin aikaa, oli lopputuloksena täysin tasainen betonilattia. Tämän ansiosta lattiat voitiin päällystää heti lattioiden kuivuttua ja ylimääräisiltä tasoitus- ja hiontatöiltä välttyttiin kokonaan.

LÄHTEET

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy. Helimäki H. & Kylliäinen, M. Betonivälipohjien askelääneneristys. Rakennustieto Oy.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK010304.pdf>

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy. Raportti 22.10.1999. Rtt – Betonivälipohjien askelääneneristys- tutkimus. Osaprojekti 2.
<http://www.lattiapalvelu.fi/comfort/Askelaaneneristavyystutkimus.pdf>

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy. syyskuu 2009. Asuinrakennusten ääniteknikan täydentävä suunnitteluohje. Rakennusteollisuus RT, Betonikeskus Ry. Luettu 15.12.2014.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/Haku?term=suunnitteluohje%2021797>
 – > teoria.

Petrow, S., Rydenfelt, V-P. & Vuorinen, P. Betoninen kelluva lattia. 2002. Artikkelin pohjautuu betonisten kelluvien lattiarakenteiden suunnittelua ja toteuttamista käsittelevään ohjeeseen Betoninen kelluva lattia, by48.
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020401.pdf>

Rakennustuoteteollisuus ry. 2009. Betonirakenteiden ääniteknikka. Ääneneristysvaatimukset täyttäviä välipohjarakenteita. Luettu 25.2.2015
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/21800/Liite%202,%20V%c3%a4lipohjarakenteet.pdf>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber. 2015. Comfort-lämpölattia.
<http://www.e-weber.fi/lattiat/tuotteet/uudisrakentamisen-lattiaratkaisut/comfort-laempeolattia.html>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber. 2015. Comfort-lämpölattia, asennusohjeet.
<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/46690.pdf>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber. 2015. dB-lattia.
<http://www.e-weber.fi/lattiat/tuotteet/uudisrakentamisen-lattiaratkaisut/weber-db-lattia.html>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber_lattiaratkaisut. 2015. dB-lattia, rakenneratkaisu. <http://www.e-weber.fi/palvelut/mallidetajit/mallidetajit-lattioihin/weber-lattiaratkaisut-rakennetyypit-uudisrakentaminen.html>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy/Weber. 2015. Lattiaratkaisut s.15. <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/22802.pdf>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber. 2014. Soundfloor-ääneneristyslaskin. Käytetty 10.9.2014.
<http://www.e-weber.fi/palvelut/laskentapalvelut/soundfloor-aeeneneristyslaskin.html>

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy /Weber. 2015. Työmaaohjeet pumpputasoitteille.
<http://shop.e-weber.fi/kronodocs/35901.pdf>

Savonia-ammattikorkeakoulu, Teknologia- ja ympäristöala. 2014. Kuukausittaiset lämpötilat, Kuopio. Luettu 2.4.2015. <http://weather2.savonia.fi/?sivu=tilastot>

Suomen betoniyhdistys r.y. 2011. Betonitekniikan oppikirja By 201. Suomen betoniyhdistys r.y. . 2011

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2007. RIL 243-1-2007. Rakennusten akustinen suunnittelu. Akustiikan perusteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C1. 1998. Ääneneristys ja meluntorjunta. Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.
<http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>

Tampereen teknillinen yliopisto. 2007. Maxit Comfort-lämpölattian mekaaninen käyttäytyminen pisteuorman vaikutuksesta – vertaileva kokeellinen tutkimus. Julkaisematon.

Tampereen teknillinen yliopisto. Tutkimusseloste 1593. 31.8.2007. Comfort-lämpölattian mekaaninen kestävyyttä pisteuorman vaikutuksesta. Julkaisematon.

VTT Expert Services Oy. 2007. Tyypin hyväksyntäpäätös VTT-RTH-06834-07. Comfort-lämpölattiarakenteiden askelääneneristävyyden määrittäminen. <http://shop.e-weber.fi/kronodocs/39141.pdf>

VTT Expert Services Oy. 11.11.2011. Laadunvalvontaseloste numero VTT-S-08027-11. Julkaisematon.

VTT Expert Services Oy. 9.8.2010. Laadunvalvontaseloste numero VTT-S-06205-10. Julkaisematon.

VTT Expert Services Oy. 20.5.2014. Laadunvalvontaseloste numero VTT-S02507-14. Julkaisematon.

LIITTEET

Liite 1. Mittauspöytäkirja. Kiinteistö Oy Haapaniemenkatu 40.

1(5)



1

Rakennusliike Pekka Poutiainen Ky
Saturannantie 7
70260 KUOPIO

TUTKIMUSSELOSTUS N:o R 15027

ÄÄNENERISTÄVYYSMITTAUKSET KIINT. OY HAAPANIEMENKATU 40:ssä

- Mittauspäivä: 21.04.2015
- Välineet: Tarkkuusäänitasomittari Brüel & Kjær 2260 Investigator oheislaitteineen.
- Mittaajat: Martti Niskanen ja Laura Riihimäki, mukana myös Ville Jokinen
- Menetelmä: Soveltaen standardeja ISO 717-1 ja 2 / 2013 sekä ISO 140-4 ja 7 / 1998.
Poikkeamat standardeista:
- standardien mukaan yksi ilmaääneneristysluku määritetään 10 mittauksen keskiarvona, mittauksissa käytimme viittä mittausta.
 - jos vastaanottohuoneen tilavuus on $>60 \text{ m}^3$ vastaanottohuoneen tilavuutena määrittäessä on käytetty 60 m^3 todellisen tilavuuden sijaan (Rakennustarkastus-yhdistys RTY:n 24.04.2009 suosittelema tulkinta RakMk C1:stä).

Tulokset:

Lähetyshuone	Vastaanottohuone	Suunta	Ilmaääneneristysluku R'_w dB	Askeläänitasoluku $L'_{n,w}$ dB	Liite n:o
Liiketila 1. Krs.	B9 huone	Pysty	68	44	1-2
Prh 2. Krs.	B9 huone	Vaaka	54	48	3-4
B49 OH	B44 OH 1)	Pysty	66 1)	44	5-6
B41 OH	B44 OH 1)	Vaaka	60 1)	56	7-8

1) todellinen tilavuus $73,6 \text{ m}^3$

KUOPIO 21.04.2015
Savonia-ammattikorkeakoulu
Rakennusalan tutkimus- ja yrityspalvelut

Martti Niskanen, test.ins.

www.savonia.fi

Savonia-ammattikorkeakoulu
Rakennusalan tutkimus- ja yrityspalvelut
PL 88 (Opistotie 2) 70101 Kuopio
Puh. 044 7856273, s-posti: etunimi.sukunimi@savonia.fi



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

Liite 2

Normalized Impact Sound Pressure Level according to ISO 140-7																																													
Field measurements of impact sound insulation of floors																																													
Client:	Date of test: 21.04.2015																																												
Description and identification of the building construction and test arrangement:																																													
Receiving room volume V: 29,60 m ³																																													
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 45%;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Frequency f Hz</th> <th>L'n 1/3 Octave dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td></td></tr> <tr><td>63</td><td></td></tr> <tr><td>80</td><td></td></tr> <tr><td>100</td><td>40,7</td></tr> <tr><td>125</td><td>55,3</td></tr> <tr><td>160</td><td>52,3</td></tr> <tr><td>200</td><td>36,1</td></tr> <tr><td>250</td><td>33,4</td></tr> <tr><td>315</td><td>35,9</td></tr> <tr><td>400</td><td>37,7</td></tr> <tr><td>500</td><td>35,8</td></tr> <tr><td>630</td><td>36,8</td></tr> <tr><td>800</td><td>37,4</td></tr> <tr><td>1000</td><td>37,2</td></tr> <tr><td>1250</td><td>36,2</td></tr> <tr><td>1600</td><td>36,3</td></tr> <tr><td>2000</td><td>36,4</td></tr> <tr><td>2500</td><td>34,6</td></tr> <tr><td>3150</td><td>28,2</td></tr> <tr><td>4000</td><td></td></tr> <tr><td>5000</td><td></td></tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 50%;"> <div style="margin-bottom: 5px;"> Frequency range according to the curve of reference values (ISO 717-2) </div> </div> </div>	Frequency f Hz	L'n 1/3 Octave dB	50		63		80		100	40,7	125	55,3	160	52,3	200	36,1	250	33,4	315	35,9	400	37,7	500	35,8	630	36,8	800	37,4	1000	37,2	1250	36,2	1600	36,3	2000	36,4	2500	34,6	3150	28,2	4000		5000	
Frequency f Hz	L'n 1/3 Octave dB																																												
50																																													
63																																													
80																																													
100	40,7																																												
125	55,3																																												
160	52,3																																												
200	36,1																																												
250	33,4																																												
315	35,9																																												
400	37,7																																												
500	35,8																																												
630	36,8																																												
800	37,4																																												
1000	37,2																																												
1250	36,2																																												
1600	36,3																																												
2000	36,4																																												
2500	34,6																																												
3150	28,2																																												
4000																																													
5000																																													
Rating according to ISO 717-2 $L'_{n,w} (C_i) = 44 (-1) \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = \text{N/A dB}$ Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method																																													
No. of test report:	Name of test institute:																																												
Date: 21.04.2015	Signature:																																												



Liite 4

Normalized Impact Sound Pressure Level according to ISO 140-7																	
Field measurements of impact sound insulation of floors																	
Client:	Date of test: 21.04.2015																
Description and identification of the building construction and test arrangement:																	
Receiving room volume V: 29,60 m ³																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Frequency f Hz</th> <th style="text-align: center;">L'n 1/3 Octave dB</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">50 63 80</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">100 125 160</td> <td style="text-align: center;">52,8 57,4 60,2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">200 250 315</td> <td style="text-align: center;">54,3 51,6 49,7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">400 500 630</td> <td style="text-align: center;">48,1 43,9 40,1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">800 1000 1250</td> <td style="text-align: center;">37,2 34,5 23,8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1600 2000 2500</td> <td style="text-align: center;">22,5 18,0 16,1</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3150 4000 5000</td> <td style="text-align: center;">14,8</td> </tr> </tbody> </table>	Frequency f Hz	L'n 1/3 Octave dB	50 63 80		100 125 160	52,8 57,4 60,2	200 250 315	54,3 51,6 49,7	400 500 630	48,1 43,9 40,1	800 1000 1250	37,2 34,5 23,8	1600 2000 2500	22,5 18,0 16,1	3150 4000 5000	14,8	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>— Frequency range according to the curve of reference values (ISO 717-2)</p> </div> </div>
Frequency f Hz	L'n 1/3 Octave dB																
50 63 80																	
100 125 160	52,8 57,4 60,2																
200 250 315	54,3 51,6 49,7																
400 500 630	48,1 43,9 40,1																
800 1000 1250	37,2 34,5 23,8																
1600 2000 2500	22,5 18,0 16,1																
3150 4000 5000	14,8																
<p>Rating according to ISO 717-2</p> <p style="text-align: center;">$L'_{n,w} (C_i) = 48 (1) \text{ dB}$ $C_{1,50-2500} = \text{N/A dB}$</p> <p style="text-align: center;">Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method</p>																	
No. of test report:	Name of test institute:																
Date: 21.04.2015	Signature:																



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

Liite 6

Normalized Impact Sound Pressure Level according to ISO 140-7

Field measurements of impact sound insulation of floors

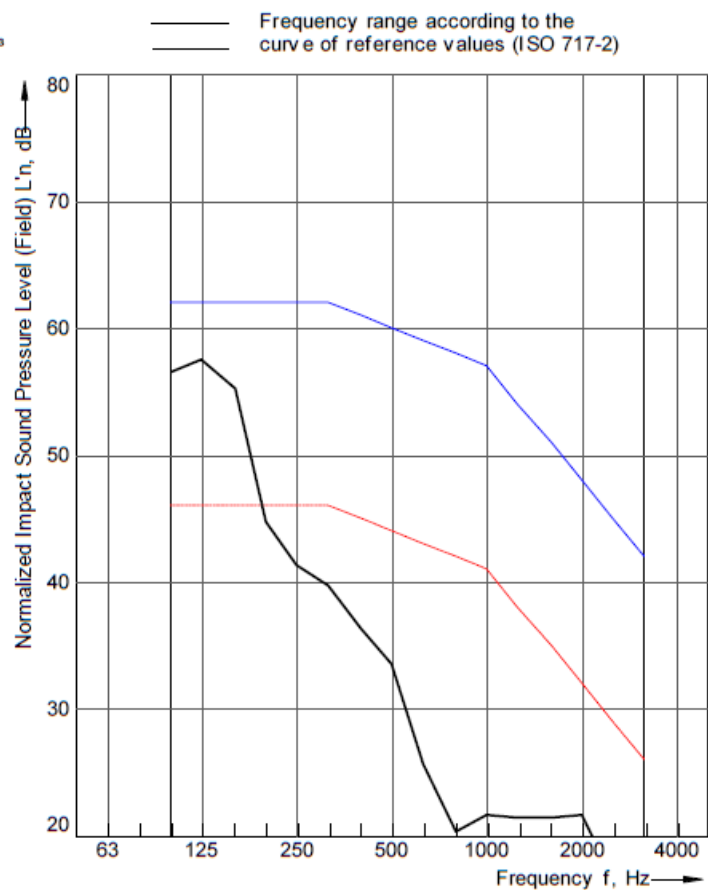
Client:

Date of test: 21.04.2015

Description and identification of the building construction and test arrangement:

Receiving room volume V: 60,00 m³

Frequency f Hz	L'n 1/3 Octave dB
50	
63	
80	
100	56,5
125	57,5
160	55,2
200	44,7
250	41,3
315	39,7
400	36,3
500	33,5
630	25,6
800	20,3
1000	21,6
1250	21,4
1600	21,4
2000	21,6
2500	16,7
3150	14,8
4000	
5000	



Rating according to ISO 717-2

$$L'_{n,w} (C_1) = 44 (2) \text{ dB}$$

$$C_{1,50-2500} = \text{N/A dB}$$

Evaluation based on field measurement results obtained in one-third-octave bands by an engineering method

No. of test report:

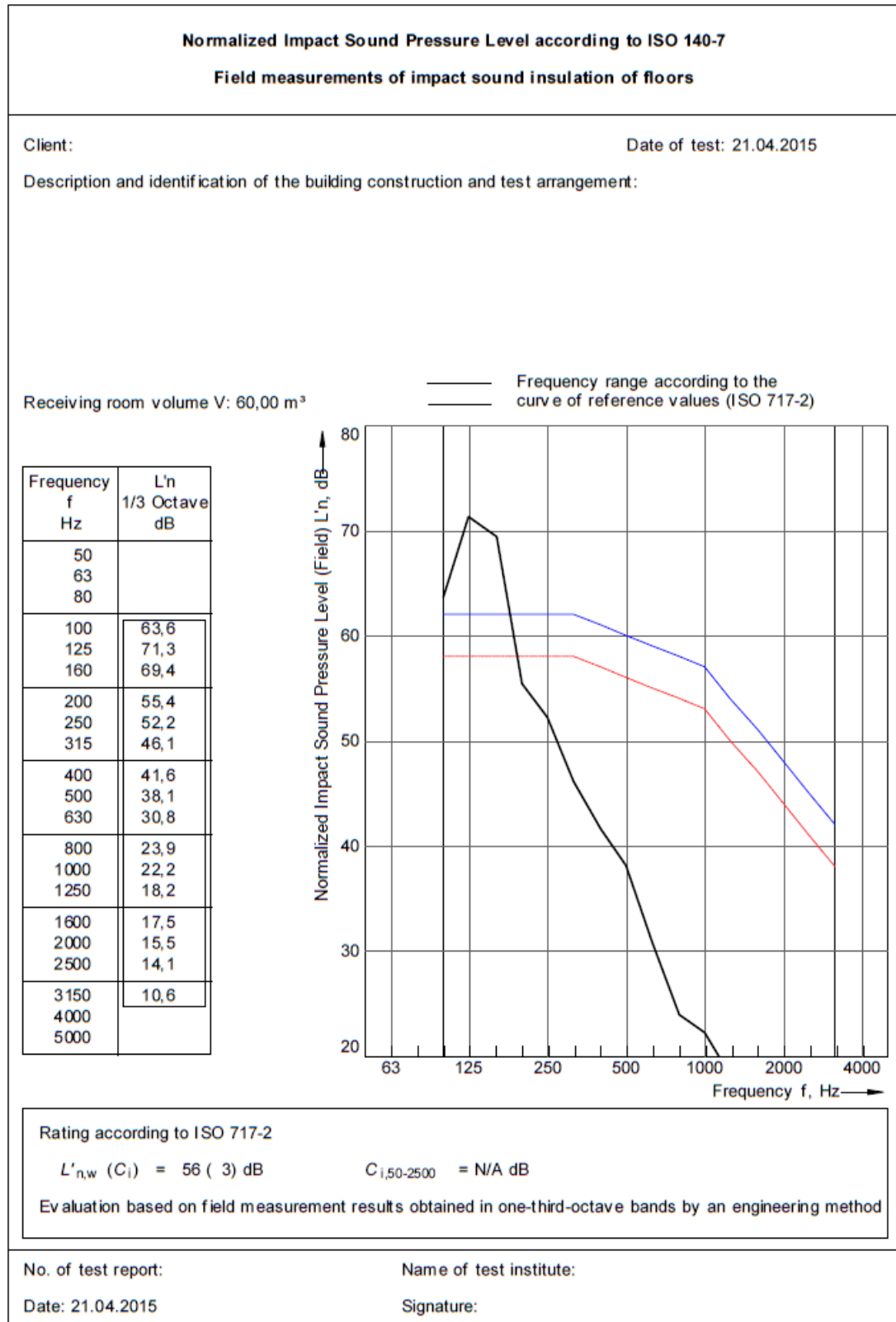
Name of test institute:

Date: 21.04.2015

Signature:



Liite 8



Dno VTT-RTH-06834-07
1 (2)

TYYPPIHYVÄKSYNTÄPÄÄTÖS



Myönnetty: 10.8.2007

Päivitetty: 27.2.2012

Voimassa: 26.2.2017

VTT Expert Services Oy on rakennustuotteiden hyväksynnästä annetun lain (230/2003) 9§ nojalla ja ottaen huomioon lain 4 luvun säännökset sekä rakennustuotteiden hyväksynnästä annetun ympäristöministeriön asetuksen (1245/2003) 5 luvun säännökset myöntänyt seuraavan tyyppihyväksynnän.

TUOTE	Comfort Lämpölattia Liitteenä olevan tuoteselosteen mukainen lattian pintarakenne.
HAKIJA	Saint-Gobain Weber Oy Ab
VALMISTUTTAJA	Saint-Gobain Weber Oy Ab
HYVÄKSYNNÄN LAAJUUS	Tällä hyväksynnällä todetaan edellä mainitun tuotteen täyttävän Suomen rakentamismääräyskokoelman vaatimustason askeläänieristävyden osalta seuraavasti: Askeläänitasoluku L'n, w, (dB) on eri rakenteissa seuraava:

Välipohjarakenne	Klinkkeri tai muu kova päällyste	Lautaparketti tai vähän joustava muovi- tms. päällyste
Massiivinen betoni-laatta, paksuus vähintään 200mm	≤ 53	≤ 53
Ontelolaatta, massa vähintään 300 kg/m ²		≤ 53
Ontelolaatta, massa vähintään 375 kg/m ²	≤ 53	≤ 49
Ontelolaatta, massa vähintään 500 kg/m ²	≤ 49	≤ 49

Lämpölattiaa voidaan käyttää Suomen Rakentamismääräyskokoelman osan C1 (1998) taulukon 2.1 mukaisesti kohteissa, joissa suurin askeläänentasolukuvaatimus on 53 dB. Alapuolella olevan huoneen tilavuus saa olla enintään 50 m³.

HYVÄKSYNNÄN EHDOT	Comfort Lämpölattia asennetaan raskaan betonilaatan tai ontelolaatan päälle (vrt. kohta hyväksynnän laajuus). Lämpölattia asennetaan hakijan 10.8.2007 päivättyjen asennusohjeiden mukaisesti.
--------------------------	---

VTT EXPERT SERVICES OY
Sertifiointi ja tuotehyväksyntä
PL 1001, 02044 VTT
Puh. 020 722 111
Faksi 020 722 7003
www.vttexpertservices.fi


VTT EXPERT SERVICES OY

Dno VTT-RTH-06834-07
2 (2)

TYYPPIHYVÄKSYNTÄPÄÄTÖS

LAADUNVALVONTA	Laadunvalvonnassa noudatetaan hakijan ja VTT:n välillä 29.6.2007 allekirjoitettua sopimusta.
MERKITSEMINEN	Tuotteet on merkittävä tämän päätöksen liitteen mukaisella tyyppihyväksyntämerkällä, tämän päätöksen numerolla, valmistajan nimellä ja valmistusajankohdan osoittavalla merkinnällä.
VOIMASSAOLOAIKA	Päätös tulee voimaan 27.02.2012 ja on voimassa toistaiseksi, kuitenkin enintään 26.2.2017 saakka. Mikäli kyseisten tuotteiden CE-merkintä tulee mahdolliseksi ennen tämän hyväksynnän voimassaolon päättymistä, päättyy tämän hyväksynnän voimassaolo harmonisoidun standardin (hEN) siirtymäajan loputtua
HUOMAUTUKSET	Työmaalla tulee olla käytössä tuotteen asennusohjeet. Tuotepakkausiin tulee sisällyttää tiedot tämän päätöksen kohdista hyväksynnän laajuus ja hyväksynnän ehdot.
HYVÄKSYNNÄN PERUSTEET	Ympäristöministeriön asetus lattianpäällysteiden ja lattian pintarakenteiden tyyppihyväksynnästä 15.6.2006.
	 
	<p>Lina Markelin-Rantala Tiimipäällikkö</p> <p>Liisa Rautiainen Arviointipäällikkö Puh. 020 722 4920 liisa.rautiainen@vtt.fi</p>
LIITTEET	Lattian pintarakenteen tuoteseloste Tyyppihyväksyntämerkki Oikaisuvaatimus- ja valitusohje
TIEDOKSI	VTT Expert Services Oy, Veijo Sivonen, PL 1001, 02044 VTT

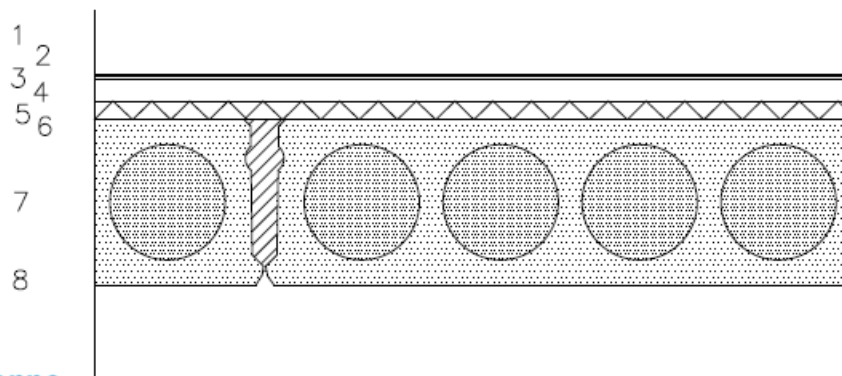
VTT EXPERT SERVICES OY
Sertifiointi ja tuotehyväksyntä
PL 1001, 02044 VTT
Puh. 020 722 111
Faksi 020 722 7003
www.vttexpertservices.fi



Liite 4. Askelääneneristysvaatimukset täyttävä välipohja, Rakennustieto Oy.

Rakennuskohde	Sisältö ONTELOLAATTAVÄLIPOHJA O27, O32 KELLUVA LATTIARAKENNE 2		
Suunnittelija	Työ nro		VP 05
	Päiväys	Tekijä	

Mittakaava 1:10

**Rakenne**

- | | |
|--------------|---|
| 1 | Lattiapinnoite vapaasti valittavissa |
| 2 | Laasti tai liima tai parketinalusmateriaali |
| 3 25-60 mm | Pumpattava tasoite A) n.50kg/m ² tai B) n.100kg/m ² (tuotteen äänitekniset ominaisuudet osoitettava erikseen) |
| 4 | Valusuoja (suodatinkangas) |
| 5 > 30 mm | Joustava kerros, dynaaminen jäykkyys A) ≤15MN/m ³ tai B) 15-30MN/m ³ |
| 6 | Tarvittaessa tasoite tai tasauskerros (esim. kuivaa hiekkaa) |
| 7 265-320 mm | Kantava rakenne, ontelolaatta O27 tai O32 rakennepirustuksen mukaan. Massa saumattuna > 380 kg/m ² |
| 8 | Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
Tasoite |

Ääneneristävyys


Rakenne yksin täyttää RakMK C1 1998 mukaiset ilma- ja askelääneneristävyysvaatimukset asuinrakennuksissa, muiden rakenteiden aiheuttama sivutiesiirtymä saattaa kuitenkin heikentää tuloksia kentällä. Katso suositellut rakenneyhdistelmät: "Asuinrakennusten äänitekniikka täydentävästä suunnitteluohjeesta".

Rajoitukset ja huomioitavat asiat

Sivuavien rakenteiden vaikutus ääneneristävyteen huomioitava tilojen välistä ilma- tai askelääneneristävyttä arvioitaessa. Kelluvan pintarakenteen tulee olla täysin irti kaikista muista rakenteista ja talotekniikan asennuksista. Parempia ääneneristävyksiä saavutetaan sivutiesiirtymän merkityksen ollessa vähäistä.

Ontelolaattojen pituussuuntaisissa saumoissa saa kannattamalla viedä enintään 2 sähköputkea Ø 20 mm. Ontelolaattojen päätysaumoissa saa kannattamalla viedä enintään 3 sähköputkea Ø 20 mm. Saumavalut on tiivistettävä huolellisesti, jotta saumat saadaan valetuiksi kokonaan umpeen.

Liite 5. Soundfloor-askelääneneristyslaskin. Korjauskohteen laskelma.

Kohde:	Suunnittelija:	Muutos:	
	Päiväys:	10-09-2014 15:43:54	
Rakentaja:	Suunnitelma: Soundfloor		

Askeläänitasoluvun teoreettinen laskenta DIN-normien (4109) mukaan.

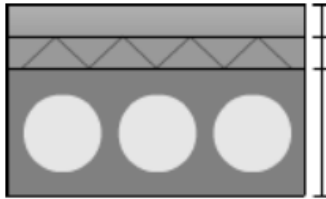
Ontelolaatta + kelluva laatta:

Pintalaatta	-27,6 dB	weber.vetonit 4350 dB-Plaano, 25 mm
Eristekerros:		weber.floor 4902 Comfort levy, 20 mm
Ontelolaatta:	71,5 dB	Ontelolaatta 265 mm
Varmuusluku:	2,0 dB	$\Delta L_{w,R,min}$

Askeläänitasoluku (< 53): **46 dB** **$L'_{n,w}$**

Rakenteen lisätiedot:

- Rakenteessa on alakatto.
- Pintarakenne irroitetaan kaikista pystyrakenteista ja huoneistojen välisistä putkituksista.
- Eristeen dynaaminen jäykkyys = 15 MN/m³.



	Paksuus [mm]:
weber.vetonit 4350 dB-Plaano	25
weber.floor 4902 Comfort levy	20
Tasoitekerros	0
Ontelolaatta 265 mm	265
Kokonaispaksuus [mm]:	310

Huom! Rakennekuva on viitteellinen. Työ tulee suorittaa Weberin yksityiskohtaisten työohjeiden mukaisesti.

Lähteet:

- Wendehorst: Bautechnische Zahlentafeln, 26. Auflage, 1994. Gemäß DIN 4109, Beiblatt 1.
- Bundesverband Spannbeton-Hohlplatten, Schallschutz mit Spannbeton-Hohlplatten, Deutschland, 1/1999

DIN-normien mukainen laskenta perustuu laajaan käytännön kokemukseen, jossa on määriteltyä tiettyä tyyppihuone. Varmuusluvulla (+2 dB) varmistetaan, että askeläänitasovaatimus täyttyy muista vaikuttavista tekijöistä huolimatta. Vaikuttavia tekijöitä ovat sivutiesiirtymä, levyresonanssit, välipohjan reunakiinnitystapa ja mahdolliset kattoverhoukset. Keskimäärin askeläänitasoksi tulee tämän laskennan mukainen arvo ilman varmuuslukua.

DIN-normin mukaan mahdollisesti jälkepäin poistettavissa olevaa pintakerrosta (kokolattiamattoa tai pehmeätä muovimattoa) ei saa laskea mukaan. Tämän laskurin antama arvo on laskettu ilman pintakerrosta. Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa ei ole vastaavaa laskentamallia.

Saint-Gobain Weber Oy Ab (aikaisemmin maxit Oy Ab) on 80-luvusta asti mittauttanut Suomessa ja muissa maissa tehtyjä dB-lattioita. Mittaustulokset täsmäävät yleensä hyvin teoreettisesti laskettuihin arvoihin. Saint-Gobain Weber Oy Ab ei kuitenkaan vastaa mahdollisista poikkeavuuksista lasketussa ja mitatussa askeläänitasoluvussa. Lisätietoja Soundfloor-ohjelman ohjesivulla.