

Ossi Olkkonen

Musiikkiluokan ja Studion rakentaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

20.10.2020

<p>Tekijä Otsikko</p> <p>Sivumäärä Aika</p>	<p>Ossi Olkkonen Musiikkiluokan ja Studion rakentaminen</p> <p>36 sivua + 2 liitettä 20.10.2020</p>
<p>Tutkinto</p>	<p>Rakennusmestari (AMK)</p>
<p>Tutkinto-ohjelma</p>	<p>Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma</p>
<p>Ammatillinen pääaine</p>	<p>Talonrakennus</p>
<p>Ohjaajat</p>	<p>Vastaava työnjohtaja Seppo Ung Lehtori Timo Riikonen</p>
<p>Opinnäyteyön aiheena on Lujatalo Oy:n urakoima Alppilan Lukion perusparannustyömaan yhteydessä rakennettavan musiikkiluokan, tarkkaamon ja äänitystilan rakentaminen. Tarkkaamo ja äänitystilaa kutsun työssä yhteisnimityksellä Studio. Työssä keskitytään kokonaisvaltaisesti tilan tuomiin haasteisiin ja erityisratkaisuihin, niin rakennusteknisten töiden kuin LVIS-töidenkin osalta sekä äänen eristykseen ja äänen vaimennukseen liittyviin töihin.</p> <p>Peruskorjauksen yhteydessä oli mahdollisuus modernisoida musiikinopetuksen tilat, jotka poikkesivatkin suuresti vanhoihin ja totuttuihin tiloihin verrattuna. Luokan ja Studion äänieristys ja äänen vaimennus tehtiin musiikillisista lähtökohdista ja samalla tavoitteena oli estää ulos päin ja ulkoa sisään meneviä ja tulevia ääniä, niin ettei itse musiikinopetus tai muu opetus häiriinny muista tekijöistä. Studion rakentaminen luo parempia mahdollisuuksia laulamisesta, soittamisesta ja bänditoiminnasta kiinnostuneille oppilaille. Moderni tila antaa mahdollisuuden myös musiikinopettajalle toimia paremmin ja vapaammin.</p> <p>Koulujen saneeraaminen on haastavaa määräysten ja vaatimusten osalta. Musiikkiluokan ja Studion osalta vaatimukset ja haasteet ovat vielä suuremmat, ja kokeneellakaan suunnittelijalla, työnjohtajalla tai työntekijällä ei välttämättä ole vastaavaa työtä ollut uran aikana. Itselleni kohde toi paljon uusia asioita ja edistystä, sekä ongelmanratkaisuun että työsuunnitteluun liittyvissä työtavoissa.</p> <p>Työn lopussa pohditaan työsuoritusta ja työstä saatuja kokemuksia sekä ongelmia ja niiden ratkaisuja.</p>	
<p>Avainsanat</p>	<p>musiikkiluokka, studio, äänieristys</p>

Author Title	Ossi Olkkonen Construction of a music class and Studio
Number of Pages Date	36 pages + 2 appendices October 20th, 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Management Degree Programme
Professional Major	House building
Instructors	Responsible Construction Manager Seppo Ung Lecturer Timo Riikonen
<p>This Bachelor's thesis is about constructing a music class, monitoring room, and recording room, made in Alppila Gymnasium complete renovation contracted by Lujatalo Oy. The monitoring room and recording room in this work, I will be referring together as the Studio. This thesis is concentrating on overall construction of the music class and studio, the challenges, and special solutions both in construction technical and household technical construction, and sound insulating and sound dampening works.</p> <p>During the overall renovation was a change to also modernize musical education facilities, which were to be hugely different from older and what we are used to have in schools. The classroom and studio's sound insulation and sound dampening was made from a musical perspective and at the same time the goal was to block out and in going sounds, so that the music education or other education become disturbed. Building the studio makes better opportunities to pupils interested in singing, playing an instrument, and who are other ways interested in band activity. Modern facilities give also the teacher more chances to work better and more freely.</p> <p>Renovating schools is challenging considering directions and requirements. Constructing a music classroom and a Studio directions and requirements are even greater, and even an experienced architect, designer, manager nor an employee, doesn't necessarily have any experience on this section. For me this objective gave a lot of new things and progress in both problem solving and work planning type of work.</p> <p>At the end section of the thesis is a speculation about the work performance and experiences got out of it, and problems and solutions.</p>	
Keywords	music class, studio, sound insulation

Sisällys

Lyhenteet

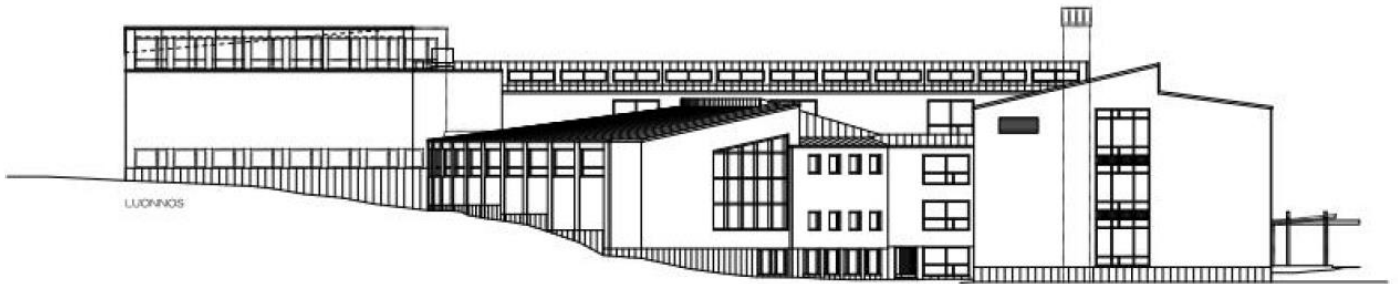
1	Johdanto	1
1.1	Aiheen kuvaus	1
2	Yritys ja kohde	3
2.1	Lujatalo Oy	3
2.2	Kohteen esittely	4
3	Ääni ja melu	5
3.1	Yleistä tietoa äänestä	5
3.2	Melu	7
4	Äänieristetyt rakenteet	8
4.1	Ääniluokat	8
4.2	Suunnittelu	9
4.3	Työnsuunnittelu	10
4.4	Rakenteet	11
4.5	Akustiikka ja äänieristys	11
4.6	Yhteensovittaminen	12
5	Rakennustekniset työt	13
5.1	Purkutyöt	14
5.2	Lattiarakenteet	14
5.3	Kattorakenteet	16
5.4	Seinärakenteet	17
5.4.1	Musiikkiluokan, Aulan ja Studion seinät.	17
5.4.2	Äänieristetyt pintarakenteet	19
5.5	Ovet ja ikkunat	22
6	Talotekniikka	23
6.1	Ilmanvaihto	23
6.2	Sähkö	25
6.2.1	Valaistus	26
6.2.2	Pistorasiat	26
6.2.3	AV-tekniikka	27

7	Kalusteet ja varusteet	28
7.1	Kalusteet ja varusteet	28
7.1.1	Musiikkiluokka	28
7.1.2	Äänitystila	29
7.1.3	Tarkkaamo	29
8	Vaatimukset ja kustannukset	30
9	Resurssit	31
9.1	Aikataulu	31
9.2	Työvoima	31
10	Ongelmat ja ratkaisut	33
11	Pohdinta	Error! Bookmark not defined.
	Lähteet	34
	Liite 1 - Akukon 151194-100 Alppilan lukion perusparannus - Akustinen työselostus – RAK	
	Liite 2 - Akukon 151194-101 Alppilan lukion perusparannus - Akustinen työselostus - LVISA	

Lyhenteet

dB	Desibeli. Äänen tason mittauksessa käytettävä suure.
EK	erikoiskovakipsilevy
GN	normaali kipsilevy
kopo	pohjasta irti oleva yleensä rappaus tai muu pintamateriaali
LVI	Lämpö Vesi Ilma: yleensä putkitöiden yhteydessä käytettävä termi
LVIS	Lämpö Vesi Ilma Sähkö. Talotekniikan yhteydessä putki- ja sähkötyöt
LVISA	Edelliseen lisätty vielä automaatio. Talotekniikka kokonaisuus.
Pa	Pascal. Paineen yksikkö. Äänen paineen mittauksessa käytettävä suure.
sk	Sisäkierre
Studio	Tarkkaamo- ja äänitystiloista käytettävä yhteisnimitys

1 Johdanto



Kuva:Alppilan lukio, perusparannus, Julkisivu luoteeseen, viiteluonnos, Siren Arkkitehdit OY, 29.9.2014

1.1 Aiheen kuvaus

Opinnäytetyön aiheena on nykyaikaisen musiikkiluokan ja Studion rakentaminen koulurakennuksen peruskorjauksen yhteydessä. Rakennuskohteena on Lujatalo Oy:n urakoima Alppilan lukion peruskorjaus. Tilaajana toimi Helsingin kaupunki. Alppilan lukion peruskorjauksen tarve johtuu sisäilmassa ja rakenteissa esiintyneistä homeitiöistä. Yksi niiden aiheuttajista olivat vanhat 1950-luvulla rakennetun koulun alapohjassa olevat muottilaudat, jotka on jätetty paikoilleen. Peruskorjauksen yhteydessä oli samalla päätetty käyttää tilaisuus hyväksi ja modernisoida niin musiikkiluokka kuin muitakin tiloja, kuten kemian ja fysiikan luokat, nykyaikaiselle tasolle

Musiikkiluokan yhteyteen rakennettiin myös äänitys-/soittotila ja tarkkaamo eli ts. studiotilat. Tämä ratkaisu on varsinkin esiintymisestä ja bänditoiminnasta kiinnostuneille oppilaille mahtava mahdollisuus tutustua studiotöimintaan, äänitystilanteisiin sekä mahdolliseen tulevaisuudessa tapahtuviin levytystilanteisiin. Tavanomainen musiikkiluokka poikkeaa tällaisesta tilasta todella paljon ja rakenne oli uusi myös itselleni sekä muille työnjohtajille. Tilan rakentaminen vaati erityistä huomiota työsuunnittelussa. Rakennusmateriaalien kustannukset normaaliin rakenteeseen verrattuna olivat suuremmat ja rakennustapa oli haastavampi.

Rakenteissa erityistä oli ääneneristykseen ja äänenvaimennukseen liittyvät ratkaisut ja niiden toteuttaminen. Musiikinluokassa ja Studioissa oli vaatimuksena hyvä ääneneristys ulkoa tulevan ja ulospäin suuntautuvan äänen ja melun vuoksi. Lisäksi tilassa vaadittiin myös hyvät äänenvaimennusominaisuudet musiikillisesta näkökulmasta

Äänen eristyksellä tarkoitetaan äänen siirtymisen estämistä, joka ei kuitenkaan pääasiallisesti perustu äänen absorptioon. Ääneneristys jaetaan ilmaääneneristävyyteen ja askelääneneristävyyteen. Ilmaääneneristävyyttä tarvitaan kahden tilan välillä yksityisyyden ja meluttomuuden takaamiseksi. Askelääneneristävyyden avulla pyritään välttämään esimerkiksi liikkumisesta, kuten kävelemisestä, aiheutuvaa häiriötä. [7.]

Äänenvaimennuksella tarkoitetaan sitä, että pintaan törmäävä ääni osittain vaimenee. Absorboituvan eli vaimenevan äänen määrä riippuu äänenvaimennuskertoimesta. Huoneen kaikki osat sekä sisustus vaikuttavat äänenvaimennukseen ja huoneeseen kuuluvat vaimentajat voivat parantaa sitä. Tavallisimmin huoneen äänenvaimennusta arvioidaan jälkikäiunta-ajalla. [7.]



Kuva 1. Musiikkiluokka. Takana oikealla äänitystila ja vasemmalla ikkunan toisella puolen tarkkaamo, josta näkymä luokkaan ja äänitystilaan.

2 Yritys ja kohde

2.1 Lujatalo Oy

Lujatalo Oy on osa Luja-yhtiötä, joka on yksi Suomen suurimmista rakennuskonserneista. Lujatalo Oy: on perustanut Lujabetonin perustaja Felix Isotalo. Lujabetonin hän perusti vuonna 1953 ja vuonna 1969 toiminta laajentui myös rakentamiseen Lujatalo-nimellä. Luja-yhtiöihin kuuluu myös vuonna 1984 perustettu rakennusalan kuivatuotteita valmistava Fescon Oy. Lujatalolla on lähes 800 työntekijää. Yrityksen liikevaihto vuonna 2018 oli 437M€. Lujatalo Oy:n toimitusjohtajana toistaiseksi toimii Jussi Tanhuanpää. Hän on ollut tehtävässä neljä vuotta, mutta on jättämässä tehtävän perhesyistä ja siksi Lujatalo Oy on käynnistänyt toimitusjohtaja haun.

Lujatalon slogan on ”Yhdessä rakentaen”. Lujatalo Oy rakentaa sekä asuntoja että toimitiloja. Sen erikoisalajat ovat korjausrakentaminen ja energiatehokas rakentaminen, ja Lujatalo Oy onkin rakentanut Suomen ensimmäisen nollaenergiakerrostalon Kuopioon, joka on myös Lujatalon kotipaikkakunta.

Lujatalolle arvot ovat todella tärkeitä. Arvot sekä toimintatavat ovat olleet olemassa jo vuosikymmeniä. Suurimman osan näistä arvoista onkin luonut itse perustaja Felix Isotalo. Yhtiön perusarvoja hän kutsui nimityksellä ”Lujat toimintatavat”, joita Lujatalolla pyritään edelleen noudattamaan. Lujatalon etiikka perustuu rehellisyyteen ja sopimuksesta pidetään kiinni. Lujatalon yksi viidestä arvosta on J eli ”Johtaminen on osallistuvaa”. Yrityksessä arvostetaan tiimityöskentelyä ja yhdessä suunnittelua. [1.]



Kuva 3. Lujatalon logo

2.2 Kohteen esittely

Rakennuskohde on osa isompaa kokonaisuutta. Työmaana oli Alppilan lukion peruskorjaus. Urakoitsijana siis toimi Lujatalo ja tilaajana Helsingin kaupunki. Alppilan lukion peruskorjaus oli ajankohtainen sisäilmaongelmien ja jatkuvien sairastumisien vuoksi, kuten niin kovin usein voimme lehdistäkin lukemalla todeta tilanteen Suomen kouluissa olevan. Alppilassa suuren osan sisäilmaongelmista aiheuttikin pohjalaatan alla olevassa tuulettuvassa alapohjassa olevat vanhat muottilaudat. Alppilassa purettiin sisäpuolelta kaikki osat runkoon asti mukaan lukien LVIS-osuudet. Rakennuksen C-osa purettiin kokonaan. Myös vesikatto, ikkunat ja julkisivu uusittiin samalla.

Rakennus on rakennettu 1950-luvun alussa ja laudat olivat olleet alapohjassa siitä asti. Alppilan lukio koostuu neljästä osasta/rakennuksesta, joiden sisäpiha toimii oppilaiden ulkoilualueena. Rakennus on rakennettu jyrkkenevän kallion päälle, jossa A-osaa vastapäätä oleva C-osa on ollut huomattavasti korkeammalla merenpintaan nähden. C-osa on toiminut liikuntasalina ja se oli päätetty purkaa kokonaan pois ja rakentaa tilalle kokonaan uusi elementeistä tehtävä liikuntasaliosa, joka yhdistettiin vanhoihin rakenteisiin. Tämä aiheutti myös paljon kalliorakennustöitä.

Kokonaisvaltaisen remontin yhteydessä olikin mahdollisuus uusida myös opetustilat nykyaikaiselle tasolle. Näistä tiloista haastavimpia olivat uudet fysiikan ja kemian opetustilat sekä aiheenani oleva musiikkiluokka, tarkkaamo ja äänitystila. Studion rakentaminen avasi mahdollisuuksia musiikista kiinnostuneille oppilaille aivan eri tavalla kuin perinteinen musiikkiluokka, joissa soittamiseen tutustutaan lähinnä opettajan tai joskus yhden tai kahden eri oppilaan pianonsoiton kautta. Muilla soittaminen jääkin usein nokkahuilun ja triangelin kokeiluun. Musiikkiluokka ja Studio rakennettiin A-osan ensimmäiseen kerrokseen etelänurkkaan pääaulan viereen. Alapuolelle kellarikerrokseen rakennettiin ruokala ja yläpuolelle tavallisia opetustiloja.

Kohteen pääsuunnittelusta vastasi Arkkitehtitoimisto Siren Arkkitehdit. Rakennesuunnittelusta vastasi WSP Finland Oy:n Jouni Alaniemi RI. LVI-suunnittelijana toimi Jarno Hämäläinen LVI-ins. AMK Ramboll Finland Oy. Sähkösuunnittelusta taas vastasi Rejlers Finland Oy. Akustiikkasuunnittelu oli Akukon Oy:n vastuulla, ja musiikkiluokan ja Studion osalta akustiikkasuunnittelu oli muun suunnittelun perustana.

3 Ääni ja melu

3.1 Yleistä tietoa äänestä

Ääni on väliaineessa tapahtuvaa liikettä. Väliaineena on yleensä ilma, jota hengitämme. Ääni etenee ilmassa aaltolina, mutta väliaineena voi toimia ilman eli käytännössä kaasun lisäksi myös jokin muu olomuoto, kuten neste, kiinteä tai plasma. Esimerkkinä kiinteästä olomuodosta voi toimia juuri seinä, jota käsittelemme lähemmin tuonnempana. Seinä läpäisee ääntä rakenteesta riippuen. Eristämätön seinä läpäisee ääntä huomattavasti enemmän kuin eristetty. Eristeenä on yleensä lasi- tai kivivilla, mutta myös muita eristeitä käytetään eristeenä joissain tapauksissa.

Ilmarako voi heikentää äänieristystä, kun halutaan estää rakenteissa kulkevaa ääntä, tällöin rakenteiden ilmaraoit katkaistaan elastisella massalla. Toisaalta, jos pyritään estämään ns. runkoääni, voidaan eristettyjen rakenteiden väliin jättää ilmarako. Ilmarakon tarkoituksena tällaisissa tapauksissa on erottaa kaksi kiinteää runkorakennetta toisistaan.

Äänen aallonpituus riippuu taajuudesta ja äänen nopeudesta väliaineessa. Äänieristys on lämmöneristyksen lisäksi tärkeää huomioida rakennettaessa kohteesta riippumatta. Usein vanhemmissa rakenteissa ääni kantautuu asunnoista tai muista tiloista toiseen. Nykyrakentamisessa äänieristykseen kiinnitetään huomiota huomattavasti paremmin. Äänen aallonpituuteen on olemassa kaava, jolla sitä voidaan mitata ja laskea. Äänen nopeuteen vaikuttaa myös lämpötila. [4.]

Ääni

- Interferenssi
- Doppler
- Huojunta
- Intensiteetti
- Resonanssi
- Pitkittäistä aaltoliikettä

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

Äänen nopeus v , riippuu lämpötilasta T

aallonpituus taajuus

$$v = \lambda \cdot f$$

Ilmassa etenemisnopeus noin 340 m/s,
vedessä noin 1500 m/s.

Kuva 4. Lämpötilan vaikutus äänen nopeuteen [2.]

- λ on aallonpituus
- v on äänen nopeus väliaineessa
- f on äänen taajuus

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \lambda = \frac{v}{f} \quad v = f \lambda$$

Kuva 5. Äänen taajuuden, aallonpituuden ja nopeuden väliset yhtälöt [3.]

Ääntä mitataan yleensä desibeleinä dB. Desibeli on äänenvoimakkuuden suhteellinen mittayksikkö. Hiljaisin normaalilla kuuloaistilla havaittava ääni on desibeleinä 0 dB. Kun äänen intensiteetti (pinta-alan läpi virtaava energia) kaksinkertaistuu, niin desibelit lisääntyvät 3:lla. Äänipaineen kaksinkertaistuessa intensiteetti nelinkertaistuu, jolloin lisäys on jo 6 dB. Satakertainen äänentehon vahvistus vastaa äänipainetason kymmenkertaistumista, mutta desibeleissä mitattuna lisäys on vain 20 dB.

3.2 Melu

Fysikaalisesti ääni ja melu ovat sama asia, mutta ei-toivottu ääni määritellään meluksi. Melu tarkoittaa siis kovaa ääntä, joka voi aiheuttaa kuulovaurioita riippuen sen voimakkuudesta, joko heti tai pitkäaikaisen altistumisen vuoksi. Melun torjunta on yksi työturvallisuuden lähtökohdista ja mikäli melua ei voida vähentää työmaalla tai muualla, suositellaan käytettävän kuulosuojaimia. Tosin 1980-luvulla tehdyn tutkimuksen mukaan kymmenellä prosentilla kupukuulosuojaimien käyttäjistä vaimennus oli enintään 8 dB.

Musiikkia soittaessa äänen taso on usein melun raja-arvojen yläpuolella. Soittajilla ja laulajilla tulisi olla kuulosuojaimet käytössä kuulovaurioiden estämiseksi. Musiikkiteollisuudessa valmistetaan erityisiä kuulosuojaimia ja korvatulppia, mitkä ovat kehitetty muusikoille. Niiden läpi pystyy erottamaan musiikin sävelet ja sävellajit, mutta melualtistus pystytään samalla estämään.

Melu on ääntä, jonka joku kuulee ja joka voi aiheuttaa vaaraa tai haittaa sen kuulvalle tai muille henkilöille. Voimakas melu voi ajan mittaan heikentää kuuloa ja saattaa hetkellisesti estää kuulemasta vaarasta varoittavia ääniä. Melu voi vaikeuttaa keskustelua ja aiheuttaa siinä väärinkäsityksiä. [5.]

Asetuksella on säädetty, mitä pidetään kuulolle vaarallisena melulle altistumisena. Raja-arvo on säädetty, jotta korvakäytävässä ei missään tilanteessa olisi niin voimakasta melua, että se kertakuulemalla (iskumainen melu) tai pitempään jatkueksaan vahingoittaa kuuloa. Jos todetaan, että raja-arvo ylittyy, alistuminen on viipymättä lopetettava ja ylittymisen toistuminen estettävä. Melualtistus on 80 desibeliä, jos altistuu kahdeksan tuntia 80 desibelin melulle, 85 desibeliä, jos altistuu kahdeksan tuntia 85 desibelin melulle ja raja-arvon suuruinen, jos altistuu kahdeksan tuntia 87 desibelin melulle ilman kuulonsuojaimia. [8.]

Taulukko 1. Melun toiminta- ja raja-arvot [8.]

	Päivittäinen melualtistus	Äänen huippupaine/-taso
Alempi toiminta-arvo	80 dB	112 Pa / 135 dB
Ylempi toiminta-arvo	85 dB	140 Pa / 137 dB
Raja-arvo, johon verratessa otetaan huomioon kuulonsuojainten vaimentava vaikutus	87 dB	200 Pa / 140 dB

4 Äänieristetyt rakenteet

Äänirakenteiden suunnittelusta musiikkitilassa vastaa Akukon Oy yhdessä pääsuunnittelijan kanssa. Akukon Oy on akustiikkarakentamiseen erikoistunut alan ammattilainen. Rakennettaessa musiikkiluokkaa ja studiota myös työnjohdon on kiinnitettävä erityistä huomiota työvaiheiden suunnitteluun ja erityisesti työjärjestykseen. Lisäksi laadun täytyy olla erityisen hyvää. Työntekijöiden ammattitaitotaso on myös tässä kohteessa vaativa. Lisäksi eri alojen suunnitelmien yhteensovittaminen luo omat haasteensa. Normaalisti poiketen suunnittelussa on LVIS- ja rakennustöiden lisäksi nyt myös akustiikka, joka lisää vaatimustasoa myös LVIS-töiden suunnitteluun ja asennuksiin.

Äänieristetyllä rakenteella tarkoitetaan rakennetta, joka eristää ääntä paremmin kuin vastaava normaalirakenne. Tällaisessa rakenteessa on jokin lisä-ääneneriste kuten akustiikkalevy tai esimerkiksi huoneistojen sisäväliseinissä villaa (vrt. kipsiväliseinä, jossa ei eristettä). Äänieristeenä voi toimia lasi- tai kivivilla, uretaanilevy, ruiskutettava, puhallusvilla, ekovilla tai esim. ennen villan kehittämistä käytetty purueriste. Edellä mainitut ääneneristeet toimivat myös lämmöneristeenä, mutta tässä työssä emme käsittele niiden lämmöneristävyyttä tai hengittävyyttä. Levyseinän ääneneristysluokkaan vaikuttavat myös seinän molemmilla puolilla olevien levyjen määrä, eristeen ja rungon paksuus ja levyjen paino ja tyyppi. Lisäksi vaikuttava tekijä on mahdolliset raot levyjen saumoissa ja seinien yhtymäkohdissa. [6.]

Alppilan lukion musiikinluokassa ja studiossa käytettiin seinien rungoissa Paroc Extra 66 mm kivivillaa. Seinien pintarakenteissa käytössä oli Paroc Parafon Wall Panel 40 mm akustiikkalevyjä. Alas lasketun katon rakenteissa käytettiin Paroc Parafon Nordic 15 mm akustiikkalevyjä. Akustiikkalevyjen pinta on valkoista lasihuopaa ja ydin on kivivillaa.

4.1 Ääniluokat

Kun suunnitellaan tilaa äänieristyksen kannalta, tulee kiinnittää erityistä huomiota lattiaan, alakattoon, seinärakenteisiin, muihin ympäröiviin rakenteisiin, alakaton yläpuolisiin rakenteisiin sekä talotekniikkaan, että talotekniikan läpivienteihin. Lisäksi joudutaan miettimään mitä ja kuinka voimakasta ääntä ollaan eristämässä. Suunnittelussa määritellään materiaaleille vaadittavat ääniluokat, jotta voidaan eristää ja vaimentaa tulevaa

ääntä riittävästi. Materiaalien ääniluokat on määritelty laboratoriotutkimuksissa ja Suomessa ääniluokkien testejä tekee Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Taulukko 2. Rakenteiden äänieristysvaatimukset huonetiloittain [9.]

Tila nro	ilmaääni-vaaka nimi	R'w, dB	-pysty R'w, dB	askelääni L'n,w, dB	ovi luokka ¹⁾	ikkunat R'w, dB
1	Luokkahuone	44	44	63	-	-
	- Käytävään	34	-	63	dB25	-
	- Kun luokkien välissä ovi	39	-	63	dB35	-
2	Musiikkiluokka	57...60 ²⁾	57...60 ²⁾	49	-	-
	- Käytävään	44	-	49	<u>dB35</u>	-
	- Studioon/tarkkaamoon	55	-	49	<u>dB25+dB35</u>	-

2) $R'w \geq 57$ dB on SFS 5907 luokan C mukainen vaatimus. Suosittelemme kuitenkin ilmaääneneristävyyttä $R'w \geq 60$ dB vahvistetulle musiikille. Mikäli halutaan edistää musiikkiluokan käyttöä studion äänitystilana, tarvitaan musiikkiluokan käytäväoveksi, sekä tilojen välille kaksoisovet dB25+dB30.

4.2 Suunnittelu

Suunnitelmien lähtökohtana on äänen eristäminen sekä musiikkitilojen sisälle tulevien äänten, että musiikkitilojen sisältä ulospäin kantautuvien äänten suhteen. Tarkoituksena on luoda musiikinopetusta tukevat tilat, joissa voidaan toteuttaa muutakin, kuin 1980- ja 1990-luvuilta tuttua laulamista opettajan säestyksellä tai nokkahuilun soittoa. Nykyaikana suhtautuminen musiikkiin on muuttunut myös opetussuunnitelmien sekä yleisesti yhteiskunnan osalta. Muusikon ammattia arvostetaan eri tavalla kuin ennen ja rakentamalla hyvät tilat, mitkä tukevat musiikillisesti lahjakkaita oppilaita, luovat mahdollisuuden menestyä tulevaisuudessa myös ammatillisesta näkökulmasta.

Suunnitelmat musiikkiluokkaan teki pääsuunnittelija tilaajan tarpeen mukaan. Akukon Oy suunnitteli musiikkiluokan akustiikan ja toimitti periaatekuvat. Pääsuunnittelija, LVI- ja sähkösuunnittelijat suunnittelivat luonnollisesti omat osuutensa, mutta Akukonin periaatekuvat ja akustiikkasuunnitelmat, sekä määräsivät että ohjeistivat kaikkea suunnittelua ja toteutusta. Ja koska tässä tapauksessa tarvittiin paljon erikoisratkaisuja, akustiikkaan perehtynyt ammattilainen ohjasi kaikkea suunnittelua ääneneristämisen ja äänenvaimennuksen lähtökohdista, mikä loi luonnollisesti lisähaasteita muille suunnittelu-aloille, jotta vaadittava akustiikka pystyttiin toteuttamaan.

Musiikkiluokan ja studion ääneneristyksen lähtökohtana oli eristää ulkopuolelta tulevaa sekä ulospäin kantautuvaa ääntä ja melua. Ulos kantautuvien äänien huomioiminen oli työssä yhtä tärkeää, jotta mahdolliset meluhaitat luokan ulkopuolisille saatiin estettyä ja lisäksi muiden aineiden opiskelu ei häiriinny. Lisäksi pyrkimys oli luoda musiikillisesti optimaaliset ja optimoidut akustiset olosuhteet, jossa ääntä pystytään vaimentamaan tai heijastamaan musiikillisten tarpeiden mukaan. Erityisesti äänitys-/soittotilassa ulkopuoliset äänet pitää pystyä estämään kokonaan mukaan lukien mahdolliset ilmastoinnista tulevat äänet. Ilmastointi pitää pystyä pysäyttämään tarvittaessa kokonaan äänitustilassa tietyksi ajaksi.

4.3 Työsuunnittelu

Työsuunnitelma nousi tässä osiossa erityisen tärkeäksi erityisesti siksi, että työjärjestyksen suunnittelemisen oli haastavaa erikoisrakenteiden vuoksi. Työjärjestyksen noudattaminen oli myös ehdottoman tärkeää, jotta kaikki rakenteet ja tekniikka saatiin kerralla sovitettua yhteen ja voitiin välttyä turhilta työvaiheilta ja mahdollisilta virheilta, mitkä johtaisivat purkamiseen ja uudelleenasetuksiin.

Ennen Akukon Oy:n lopullisia suunnitelmia ja periaatekuvia rakenteista, ehdittiinkin jo asentaa suurin osa sähköistä ja ilmasoinneista, mitkä jouduttiin purkamaan kokonaan pois ja työ aloittamaan uudelleen. Tässä vaiheessa työsuunnitelman oli puutteellinen ja lisäksi peruskorjaustyömaan purkutyövaiheen loputtua talotekniikka-asennukset aloitettiin juuri A-osasta ja ensimmäisessä kerroksessa tästä huoneesta.

Työsuunnitelma täydennettiin sen jälkeen, kun virheestä otettiin opiksi. Työn edetessä varmistettiin yhdessä kaikkien aliurakoitsijoiden edustajien kanssa musiikkitalaan keskittyneissä kokouksissa, että seuraava vaihe voidaan aloittaa ja samalla työsuunnitelmaa tarvittaessa muokattiin ja täydennettiin. Haasteita toi myös työhön osallistuvien eri aliurakoitsijoiden määrä.

4.4 Rakenteet

Rakennesuunnittelusta vastasi WSP-Group Oy ja rakennesuunnittelijana toimi Jouni Alaniemi rak. ins. Musiikkiluokan rakenteista kerrotaan enemmän luvussa 5. Kohteessa tehtiin yleisesti paljon rakenteellisia vahvistuksia, mukaan lukien musiikkiluokan ja Studion välisen kantavan betoniseinän lisäraudoitus ja vahvistusvalu. Lisäksi musiikkiluokan lattian rakenne poikkesi täysin muista luokkatiloista.

4.5 Akustiikka ja äänieristys

Akustiikkasuunnittelijana kohteessa toimi Akukon Oy. Akukon toimitti työmaalle akustiset työselostukset koskien, sekä rakennus- että LVIS-töitä. Työselostukset täydensivät kaikkia muita työselostuksia. Ne määrittivät akustiset vaatimukset rakenteille, rakennusosille ja -tarvikkeille sekä laitteille. Lisäksi työtavat olivat tarkoin määriteltä. Mikäli Akukon Oy:n työselostuksessa ei ollut tiukempia vaatimuksia, noudatettiin varsinaisen työselostuksen ohjeita ja määräyksiä. Musiikkiluokan ja Studion ääneneristävyys tuli olla $R'w > 60\text{dB}$ ilman ääneneristävyys osalta ja $R'w > 49\text{ dB}$ askelääneneristävyys osalta.

Akustisen työselostuksen vaatimukset on otettava huomioon myös kaikissa sellaisissa asennustöissä, joissa lävistetään ääntä eristäviä rakenteita tai niihin tehdään upotuksia.

Erityisesti tämä koskee putkien, ilmanvaihtokanavien ja sähköjohtojen asennuksia.
[9.]

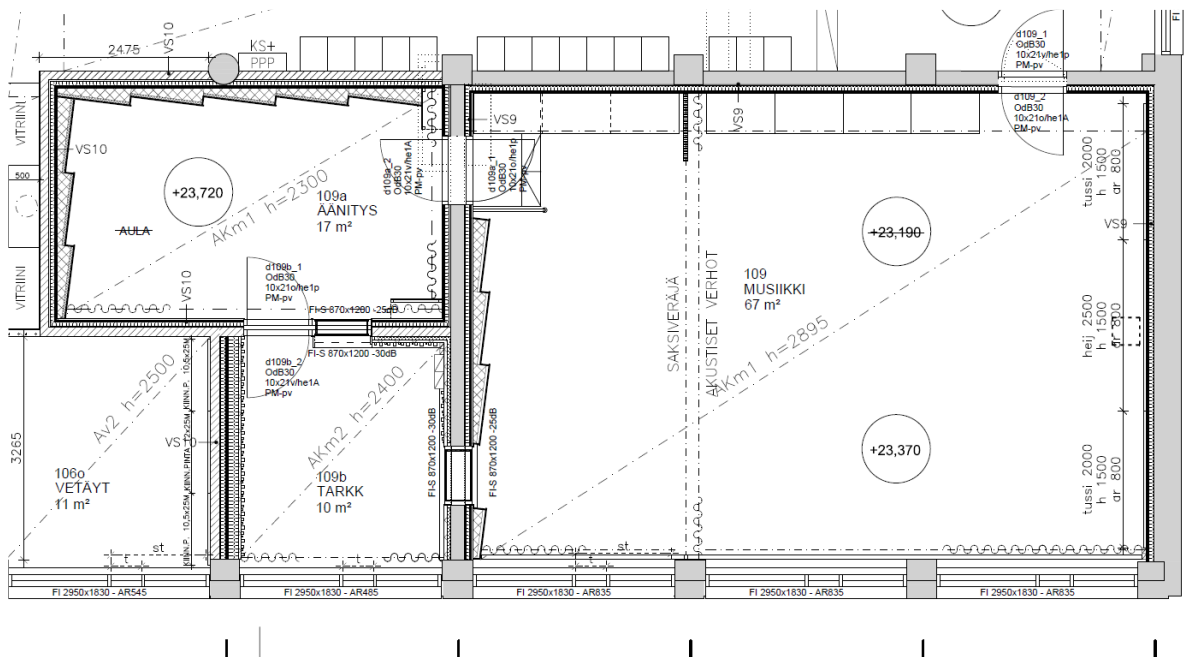
Levyrakenteiset seinät tiivistetään toisiinsa ja ympäröiviin rakenteisiin elastisella tiivistysmassalla. Hyväksyttäviä elastisen massan tyyppejä ovat esim. Bostik 2640 Multifog ja Tremco SP525 sekä muut vastaavat elastiset massat, joiden liikejousto on vähintään $\pm 20\%$. Jos levyrakenteisissa seinissä on kaksi tai useampia levyjä päällekkäin, tulee levyjen saumojen olla limittäin. Uloimman levyn ja viereisten rakenteiden (myös lattian ja katon) väliin jätetään noin 5 – 9 mm levyinen rako, joka tiivistetään ilmatiiviiksi elastisella tiivistysmassalla. Massa on valittava siten, että tiiviyden säilyy rakennuksen käytön aikana.

Solumuovitiivisteillä eristettyjä "äänieristysrankoja" voidaan käyttää rakenteissa lisävarmistuksena, mutta ne eivät poista edellä mainittua tiivistysmassan käyttövaatimusta.

Kaikissa rakenteissa, joissa ilmaäänieristysluvun $R'w$ vaatimus on 40 dB tai sitä enemmän, on seinien väliset liitokset tehtävä ns. T-liitoksena, eikä puskuliitoksena. Tämä tarkoittaa, että liitoksen ohi jatkuvan seinän kaikki levyt on oltava poikki

5 Rakennustekniset työt

Yleisesti rakennustyömaalla rakennusteknisten töiden toteutuksessa noudatetaan varsinaista työselostusta. Musiikkiluokan ja Studion yhteydessä tehtiin myös näin, mutta poikkeuksena oli kuitenkin Akustinen työselostus (ks. Liite 1). Akustinen työselostus oli ensisijainen ohjenuora toteutuksessa ja täydensi kaikkia muita työselostuksia. Se määritteli akustiset vaatimukset. Varsinaisen työselostuksen ohjeita noudatettiin siis vain siinä tapauksessa, jos akustisessa työselostuksessa ollut tiukempia vaatimuksia.



Kuva 7. Musiikkiluokan pohjapiirustus

Yllä olevasta pohjapiirustuksesta pystymme hahmottamaan tilan ja näemme samalla erityisrakenteet seinissä. Lisäksi voimme todeta äänitys- ja tarkkaamotilojen olevan korkeammalla kuin itse musiikkiluokka. Rakennusteknisten töiden vaativuustaso oli kohteessa suurempi kuin normaalirakenteissa. Ajallisesti esim. seinien lisärunkoihin piti varata huomattavasti enemmän aikaa ja tarkkuutta asennuksissa verrattuna normaaliin levyrakenteeseen, erityisen asennustavan vuoksi. Asennustavoista ja erityisrakenteista selitetään enemmän myöhemmissä kappaleissa. Musiikkiluokan toteutuksessa vaikeaa oli myös suunnitelmien ristiriidat sekä eri suunnitelmien kokoaminen yhteen. Tämä aiheutti myös haasteita, sekä aikataulutuksen että työnsuunnittelun osalta.

5.1 Purkutytöt

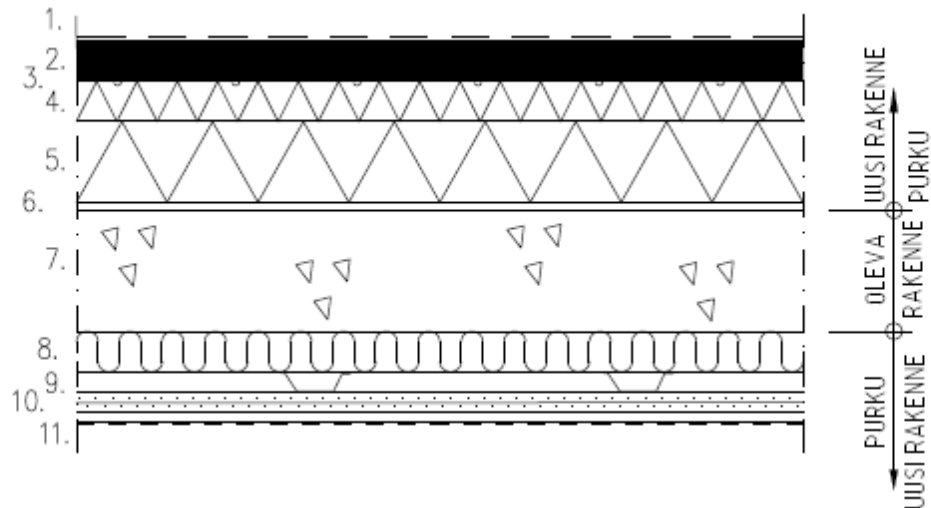
Ennen purkutöitä tehtiin haitta-ainekartoitus. Musiikkiluokan osalta haitta-aineita ei löydetty. Musiikkiluokassa kuten muuallakin kohteessa purettiin kaikki pintamateriaalit runkorakenteeseen asti. Lisäksi musiikkiluokan lattian pintalaatta piikattiin kokonaan pois holviin asti. Kaikki mahdollinen orgaaninen aine poistettiin. Ikkunoiden vieriltä piikattiin pintarappaus pois, koska kohteeseen vaihdettiin kaikki ikkunat. Pintarappausta poistettiin myös kopojen osalta. Lisäksi kantavaan musiikkiluokan ja Studion väliseen betoniseinään sahattiin yksi aukko ikkunalle ja yksi ovea varten. Läpivientireikiä porattiin/sahattiin LVIS-putkituksia varten käytävän ja musiikkiluokan väliseen seinään ja Studion ja musiikkiluokan väliseen seinään.

5.2 Lattiarakenteet

Lattiasta täytyi tehdä mahdollisimman ääntä eristävä. Suunnitelmien mukaisesti pintalaatta oli piikattu pois. Uuden lattian oli määrä olla kelluvarakenteinen. Holvin pintaan asennettiin 100 mm polystyreeni XPS tässä tapauksessa Finnfoam FL300. Vahvuus valittiin siten, että valmiin lattian pinta +23.370 toteutuisi. Tämän päälle asennettiin 50 mm askeläänieristysvilla Paroc SSB1, jonka jälkeen seinien vieriin asennettiin irrotuskaista valmistajan (Weber) ohjeiden mukaisesti ja pintaan erotuskangas (Weber 4940). Päälle pumpattiin saneerausplaano (Weber 4320) ja kuituverkkovahvistus. Pintaan asennettiin 300 x 300 mm vinyylilaatta ja reunoihin tehtiin listoitus normaalisti. Askeläänieristyksen yläpuolinen rakenne eli tässä tapauksessa plaano ja pintalaatta tuli jättää täysin irti ympäröivistä materiaaleista.

Musiikkiluokan ja käytävän välisen oviaukon lattia piti myös purkaa seinän kohdalta, jotta saatiin tehtyä tarvittava ääntä eristävä katko lattian pintalaattojen välille. Suunnitelmien mukaan katko tehtiin laittamalla 50 mm paksu pysty villa pintarakenteiden väliin holvista asti. Tämä taasen peitettiin lopuksi pintamateriaalilla.

Musiikkiluokan alapuolella olevan ruokalan kattoon tehtiin sama ääntä eristävä jousirankainen kipsilevyisärakenne kuin musiikkiluokkaan ja Studioonkin. Rakenteesta kerrotaan tulevassa luvussa *5.3 Kattorakenteet*.

PURKU:

- PINNOITTEET JA PINTARAKENTEET HAITTA-AINEITA SISÄLTÄVÄT PINNOITTEET, KATSO HAITTA-AINEKARTOITUSI.
- OLEVA TERÄSBETONINEN PINTALAATTA 50mm.
- OLEVAN KANAVAN TERÄSBETONILAATAN PINTA PUHDISTETAAN PUHTAALLE BETONIPINNALLE.

UUSI RAKENNE:

- | | | |
|---------|-----|---|
| 50 mm | 1. | PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN |
| | 2. | PUMPATTAVA SANEERAUSPLAANO (WEBER 4320) + KUITUVERKKOVAHVISTUS SEINÄNVIERUSTAT IRROTETAAN JÄRJESTELMÄN MUKAISIN SAUMANAUHOIN. |
| | 3. | EROTUSKANGAS (WEBER 4940). SAUMOJEN LIMITYS JA TEIPPAUS TUOTTEEN TOIMITTAJAN OHJESTUKSEN MUKAISESTI. |
| 50 mm | 4. | ASKELÄÄNERISTYSMILLA PAROC SSB1 MUUALLA KUIN MUSIIKKILUOKASSA VOIDAAN ÄÄNERISTYSMILLA KORVATA XPS ERISTEELLÄ. |
| 100 mm | 5. | POLYSTYREENI XPS, FINNFOAM FL300. ERISTEVÄHVUUS TARKASTETAAN PAIKALLA. VÄHVUUS VALITAAN SITEN, ETTÄ VALMIIN LATTIAN KORKO +23.370 TOTEUTUU. |
| 10 mm | 6. | SEMENTTIPOHJAINEN LATTIATASOITE KANTAVAN BETONILAATAN KOLOJEN JA EPÄTASAISUUKSIEN OIKAISUUN. LATTIATASOITTEEN TARVE JA VÄHVUUS OVAT LASKENTAOLETTAMUKSIA. |
| 50 mm | 8. | TERÄSRANKA Z 50x30x1,0 (LUNDEL TMV.) k600 + KIVIMILLA PAROC EXTRA. KIINNIKKEET BETONIKATTOON BETONIRUUVI HUS-H 10,5 k600. |
| 25 mm | 9. | AKUSTINEN JOUSIRANKA GYPROC AP25 k400 |
| 3x13 mm | 10. | 2x KIPSILEVY N JA PINNASSA KIPSILEVY EK |
| | 11. | PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN. |

OLEVA RAKENNE:

- | | | |
|--------|----|---------------------------|
| 120 mm | 7. | KANTAVA TERÄSBETONILAATTA |
|--------|----|---------------------------|

Kuva 8. Musiikkiluokan lattiarakenteen rakennekuva.

5.3 Kattorakenteet

Musiikkiluokan ja Studion sekä alapuolisen ruokalan kattoon oli alun perin suunniteltu jousirankarakanne, jossa olisi kolminkertainen kipsilevytys limittäin 2 x Gyproc GN + EK, mutta alakattoihin erikoistuneen aliurakoitsijan Inlook Oy:n työnjohto yhdessä Gyproc Oy:n edustajan kanssa totesivat kolminkertaisen levytyksen olevan liian painava jousirangalle ja rakennetta muutettiin niin, että rankaan kiinnitettiin kaksinkertainen EK-kipsilevy. Suunniteltua rakennetyyppejä voi tarkastella edellisellä sivulla olevasta kuvasta 8.

Akustinen jousiranka Gyproc AP25 toimii rakenteessa jousen tavoin, vaimentaen ääntä tehokkaasti. Lopullinen seinärakenteen ääneneristysarvo muodostuu aina vanhan seinän ja uuden rakenteen yhdistelmästä. Rakennetta voidaan käyttää myös katossa. Kattoon asennettu rakenne parantaa niin ilma- kuin askelääneneristävyyttä yli 10 dB. Tällöin saadaan vaimennettua esimerkiksi pyykinpesukoneen, kuivausrummun tai voimakkaiden askelten ääni. [11.]

Jousirankarakanne koostui 50 mm teräsrankasta, jonka väli eristettiin 50 mm villalla. Poikittain teräsrankaan nähden rakennettiin 25 mm akustinen jousiranka Gyproc AP25, johon levyt kiinnitettiin. Alakaton levyjen ja ympäröivien seinien välille jätettiin min. 5 mm rako, joka tiivistettiin elastisella liimamassalla Tremco SP525. Kaikki tilaan tuleva tekniikka oli sallittu kiinnitettäväksi vasta jousirankarakanteen jälkeen.

Jousirankarakanteen lisäksi asennettiin vielä erillinen alaslaskettu moduulikatto teräsrankarakanteella. Katon levyjen koko oli 600 x 1200 mm ja levynä uritettu ja rei'itetty kuitukipsilevy. Alaslasku oli minimissään 200 mm ja katon päällä 100 mm kapseloitua kivivillaa. Lisäksi musiikkiluokan reunaan oli suunniteltu 600 x 600 x 2670 mm kokoinen kipsilevykotelo tekniikkaa varten. 200 mm alaslasku oli mahdollista musiikkiluokan puolella, koska poistoilmaventtiilit oli suunniteltu luokan reunassa olevaan kipsilevykoteleeseen ja tuloilma tuli näkyviin jäävistä hajotusputkista. Studion puolella alaslasku piti tehdä hieman 200 mm enemmän LVI-asennusten vuoksi.

5.4 Seinärakenteet

Olevien seinien sisäpuolelle rakennettiin 66 mm teräsrankasta ja kolminkertaisesta kipsilevystä (2 x GN + EK, uloimpana EK) lisäseinä, joka seinälle ikkunallisia ulkoseiniä ja tarkkaamon seiniä lukuun ottamatta. Eristeenä seinissä käytettiin mineraalivillaa Paroc Extra 50 mm ja teräs rankana Gyproc XR 66 k600. Lisäksi väliin jäävä ilmarako toimi runkoäänien eristävänä rakenteena. Metallirankaisen levyseinän tarkoituksena oli saada aikaan tarvittava lisä-ääneneristys.

Kaikkien äänieristetyin rakennuksen osan ympärille tehtävien liitännöiden oli oltava tiiviitä. Levyrakenteiden metalliset tukirakenteiden ylä- ja alajuoksut kiinnitettiin kelluvaan lattiaan ja jousirankakattorakenteeseen ja tiivistettiin akustisella tiivistysmassalla (Tremco SP525). Ylä- ja alarankojen osalta käytettiin lisäksi elastista tiivistysnauhaa. Pystyrungot jätettiin irti kantavista sekä muista kivirakenteista. Massatiivistys tehtiin lisäksi jokaisessa levykerroksessa. Kolot ja raot tiivistettiin huolellisesti akustisella massalla, koska raon tai aukon merkitys ilmaääneneristävyyteen on huomattava ja pienetkin tiivistämättömät raot vaikuttavat rakenteen negatiivisesti ääneneristävyyteen ja tiiveyteen. Työn suorituksessa kiinnitettiin huomiota erityisesti rakenteen tiiveyteen ja huolelliseen rakennustapaan.

Alkuperäinen luokkatila on hieman aulaa alempana. Luokkatilassa ei ole ollut musiikin opetusta aiemmin. Jotta tulevan musiikinluokan koosta ei tarvitsisi tinkiä, oli tarkkaamo ja äänitystilä suunniteltu luokkatilan jatkoksi. Tilaa varten aulasta otettiin alue, johon rakennettiin kiviseinät kahitiilestä. Studion ja musiikkiluokan välinen seinä on kantava betoniseinä paksuudeltaan n. 30 cm.

5.4.1 Musiikkiluokan, Aulan ja Studion seinät.

Musiikkiluokan kaikki seinät ovat n. 30 cm paksut kantavat betoniseinät. Kaksi seinistä on ulkoseiniä ja toisella niistä on ikkunat etupihalle. Ikkunaseinälle oli suunniteltu asennettavaksi lämmitysradiaattorit, joten se oli ainoa seinä, joka jäi rapatulle betonipinnalle. Samoin tarkkaamon yksi seinä oli ulkoseinä, jossa noudatettiin samaa periaatetta.

Aulan ja Studion väliin muurattiin uusi seinärunko 270 x 130 x 75 mm kokoisista KH-väliseinätiilistä. Myös Studion sisällä oleva äänitys- ja tarkkaamotilan välinen perusrunko muurattiin samalla periaatteella.

Äänitystilan sisäpuolelle rakennettiin lisärunko teräsrangasta. Samanlainen lisärunko tehtiin myös musiikkiluokan ja Studion väliseen seinään, musiikkiluokan ja käytävän väliseen seinään sekä ikkunattomaan ulkoseinään. Metalliset ala- ja ylärangat kiinnitettiin kelluvaan lattiaan ja jousirankakattoon. Lattia- ja kattorangan ja runkorakenteen väliin laitettiin elastinen nauha yhdessä elastisen liimamassan kanssa. Runkojen päät jätettiin päistään 10-20 mm irti viereisistä runkorakenteista sekä runkojen sivut tasan 20 mm irti betoni-/tiiliseinästä, jotta akustisen työselostuksen mukaiset tiivistykset voitiin suorittaa. Pystyrunkojen jako oli 600 mm. Pystyrangat kiinnitettiin tiili- ja betoniseiniin M8 kierretangolla rungon seinänpuoleiselta sivulta lisävahvistukseksi. Välissä käytettiin kumisia lieriöeristimiä kooltaan sk/sk 40/20 M8.

Metallirunkorakenteen liitokset ovi- ja ikkunakarmeihin, sekä kivi- että levyrakenteisiin seiniin ja välipohjiin tehtiin siten, että liittymän väli oli vähintään 5 mm. Lisäksi riisteävien seinien nurkkien runkorakenteet jätettiin irti toisistaan vähintään 5 ja nurkkien takapuolelle asennettiin Gyproc AC 66 Acounomic reunaprofiilit. Raot täytettiin ja tiivistettiin tarkoitukseen soveltuvia tiivistemassoja käyttäen, tässä tapauksessa siis Tremco SP525 massaa käyttäen.

Lieriöeristin sk/sk 45ShA, Tyyppi C

- Malli: Lieriöeristin naaras-/naaraskierre, malli C
- Käyttökohteet: Lieriöeristintä voidaan käyttää painon tai vääntymisen vaimentamiseen
- Lieriöeristimet eristävät tärinää ja runkoääniä
- Valmistusmateriaali: NR luonnonkumi
- Teräksiset päädyt on kiinnitetty vulkanoimalla ja kiinnitysruuvit on ruostesuojattu
- Kiinnitysruuvit koosta riippuen M4 => M20
- Kumimateriaalin kovuus 45ShA

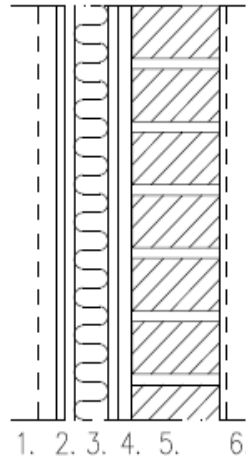
- uk = ulkokierre
- sk = sisäkierre
- Mitat: Halkaisija/Korkeus/mm
- M6x18 = kierteen halkaisija/pituus



Kuva 9. Lieriöeristin [10.]

Seiniin tehtiin kolminkertainen levyverhous 2 x kipsilevy N pohjalla ja pinnassa kipsilevy EK. Levyt tuli asentaa 5-10 mm irti ulkoreunoistaan mukaan lukien lattia ja kattopinta, ja jokaisen levykerroksen reunoihin laitettiin tiivistemassa ennen seuraavan kerroksen asentamista. Lisäksi seinässä, jossa on enemmän kuin yksi levykerros, levysaumot tulee asettaa limittäin toisiin levykerroksiin nähden ja kaikkien saumojen takana tulee olla runko kiinnitystä varten.

Musiikkiluokan ja Studion väliseen seinään sekä osaan käytävän ja musiikkiluokan välisestä seinästä, ensimmäinen levykerros korvattiin vanerilla kalusteasennusten vuoksi. Kipsilevyn korvaaminen vanerilla heikentää ääneneristävyttä n. 1-3 dB.



	1.	PINTAMATERIAALI –KÄSITTELY JA ÄÄNENVAIMENNUS HUONESELOSTUKSEN MUKAAN
3x13 mm	2.	2x KIPSILEVY N JA PINNASSA KIPSILEVY EK
66 mm	3.	TERÄSRANGAT, GYPROC XR 66 K600 + MINERAALIVILLA 50 mm PAROC EXTRA LATTIASSA JA KATOSSA REUNAPROFIILIT AC 66 ACOUNOMIC
20 mm	4.	SULJETTU ILMAVÄLI. TERÄSRANKA EI SAA OLLA MISSÄÄN KOHDASSA KOSKETUKSESSA TIILISEINÄN KANSSA.
130 mm	5.	KH-MUURAUUS RAKENNUSSELOSTUKSEN MUKAISESTI
	6.	PINTAMATERIAALI JA –KÄSITTELY HUONESELOSTUKSEN MUKAAN

Kuva 10. Kahitiilirunkoisen seinän rakennetyyppi

Musiikkiluokan ulkoseinästä poistettiin rappaus puhtaalle betonipinnalle. Pinta tasoitettiin sementtipohjaisella tasoitteella n. 5 mm ja pintaan maalattiin kahteen kertaan Luja maali.

5.4.2 Äänieristetyt pintarakenteet

Tarkkaamossa ulkoseinä jätettiin rappauspinnalle. Takaseinään (tarkkaamon ja aulanpuolelle rakennettavan vetäytymistilan väliseen seinään), joka oli vastapäätä tarkkaamon ja musiikkiluokan välistä seinää asennettiin 148 mm pystyrungot, joiden väliin asennettiin 150 mm pehmeä mineraalivilla. Etu- ja sivuseinille tehtiin muuten samankaltainen rakenne, mutta villan ja runkojen koko oli 50 mm. Näiden em. kolmeen sei-

nään asennettiin lisäksi 40 mm pinnoitettu valkoinen mineraalivilla. Takaseinän osalta verhovillan korkeus oli 300 mm – 1800 mm. Etu- ja sivuseinillä 600 mm – 1500 mm. Ylä- ja alaosien näkyviin jääneet villat peitettiin valkoiseksi maalatulla vanerilla.

Villoitettuihin seiniin asennettiin puinen valkoiseksi maalattu rimoitus, mikä oli 50 mm leveistä ja eri syvyydistä puu listoista käsin tehty. Rimoituksen väli ja koko siis vaihtelivat ja rimoitus oli avoinna n. 50 %.

Musiikkiluokan takaseinälle ja äänitystilassa aulan ja käytävän välisiin seiniin asennettiin ääntä hajottavat ja vaimentavat rakenteet, joiden paksuus muuttui 50 mm – 200 mm välillä. Käytännössä tämä tarkoitti kiilamaista rakennetta, jossa runkomateriaalina käytettiin 48 x 48 mm mitallistettua puuta, ja minkä sisään asennettiin mineraalivillat. Pintamateriaalina käytettiin perforoitua mdf-levyä, minkä reikäprosentti oli 12 – 15 % (eri kuin kattomateriaalissa). Verhous asennettiin 300 mm lattian pinnasta, niin että yläpinnan korkeus oli 2590 mm musiikkiluokan puolella ja 2000 mm äänitystilassa. Alareunasta lattiaan asennettiin valkoiseksi maalattu vaneri.

Äänitystilan muille seinille sekä musiikkiluokan ikkunaseinälle asennettiin raskaat, las-kostetut ja ääntä eristävät verhot, jotka voidaan tarvittaessa vetää esiin. Verhojen ne-liöpainoksi oli määritelty > 350 g/m². Asennus tuli tehdä n. 150 mm irti seinästä.

Myös tilaa jakavien keskelle musiikkiluokkaa asennettavien verhojen tuli olla saman tasoiset. Verhojen lisäksi keskelle musiikkiluokkaa asennettiin tilanjakajaksi saksiveräjä.

Kaikkien näkyviin jäävien osien tuli olla hyvin kulutusta kestävä materiaalia ja erityisesti villojen kapseloituja ja päistään tiivistettyjä pienhiukkasten huoneilmaan pääsyn estämiseksi.



Kuva 11. Tarkkaamon rimoitus



Kuva 12. Jousirankarakenteen ja alas lasketun katon välisen tilan eristettä.

5.5 Ovet ja ikkunat

Ovet ja ikkunat tulee aina asentaa ja tiivistää ääniluokiteltujen ovien ohjeiden mukaan. Jo Normaalin seinärakenteen ääneneristävyyks voi olla jopa 52 dB, koska normaalisti ääneneristävyydeltään parhaissa seinärakenteissa ei ole ovia ollenkaan, tuli tässä tapauksessa olla erityisen tarkkana asennusten kanssa. Yleisesti ottaen seinässä oleva ovi huonontaa aina seinän ääneneristävyyttä useastakin eri syystä. Ovella on usein huonommat ääneneristävyyssominaisuudet kuin seinärakenteella ja oven asennus vaatii jäykempää rakennetta ympärilleen, mikä taas lisää runkoääntä.

Kaikkiin oviaukkoihin oli suunniteltu kaksinkertaiset ovet. Toinen ovista tuli olla dB25- ja toinen dB30-luokan ovi. Ovet asennettiin siten, etteivät ne kytke kelluvia rakenteita toisiinsa. Sekä ovi- että ikkunakarmien ja asennusaukon väliin minimissään 5 mm rako joka reunasta. Ovet asennettiin tarkkaamon ja äänitystilan, äänitystilan ja musiikkiluokan sekä musiikkiluokan ja käytävän välisiin aukkoihin. Tilojen sisäiset kiinteät ikkunat tulivat tarkkaamon ja musiikkiluokan väliselle sekä tarkkaamon ja äänitystilan väliselle seinälle. Tällöin tarkkaamossa olijalla on näköyhteys molempiin ympärillä oleviin tiloihin.

Ikkunat toteutettiin kaksinkertaisina ja kaksilasisina, jolloin lasikerroksia oli yhteensä neljä, joista toisella puolella 2 x 5 mm laminoitu lasi ja toisella puolella 2 x 6 mm laminoitunut lasi. Asennusperiaate oli sama kuin ovissa eli rakenteita ei kytketty toisiinsa. Rako tiivistettiin elastisella liimamassalla Tremco SP525. Ikkunoiden karmien väliin asennettiin kauttaaltaan lisäksi 40 mm kapseloitu mineraalivilla. [12.]



Kuva 13. Tarkkaamon ja musiikkiluokan väliset ikkunat.

6 Talotekniikka

Kaikki LVIS-asennukset musiikkiluokassa ja Studiossa sekä tilan ulkopuolella vaativat erityistoimenpiteitä ääneneristyksen vuoksi. Asennus oli suurimmalta osin tavanomaista, mutta erityisesti läpivientien ja sähköputkitusten tiivistäminen tuotti lisätyötä ja siten vei normaalia asennusta enemmän aikaa. Kun läpiviennit tiivistetään hyvin ja huolellisesti, on niiden vaikutus äänen eristävyysminimaalista. Putket ja kanavat johtavat ääntä huomattavasti läpivientejä enemmän. Tämän vuoksi putken lisäeristys ja vaimentimet yhdessä elastisten saumojen kanssa auttaa vähentämään äänen siirtymistä.

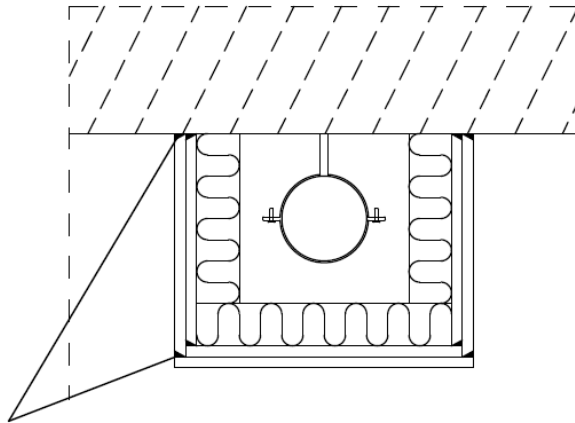
6.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtotyöt tehtiin normaalin asennustavan mukaisesti kiinteillä kannakkeilla. Eroa kuitenkin oli se, että kannakoinnit kiinnitettiin läpi jousirankakattorakenteen suoraan yllä olevaan betoniin. Jousirankarakenteeseen tehtiin kiinnitystankoa 5 – 10 mm isompi reikä, jotta rakenteen ja kannakkeen väliin saatiin tehtyä vaadittava tiivis elastinen liimamassa.

Läpivientien tiivistäminen seinissä tehtiin elastisella massalla Tremco SP525, sekä kipsi että kiviaineisiin väliseiniin. Seiniin tehtiin ilmastointiputkea 10–20 mm suurempi reikä, jotta putken ja seinän välinen rako on n. 5–10 mm. Putken ja seinän välinen reikä täytettiin täyteen elastisella liimamassalla. Ääneneristysvaatimusten ollessa yli 45dB, tuli putket myös eristää vähintään 0,5 m matkalta seinästä katsottuna 30 – 50 mm putkieristeellä.

Ilmastointiventtiilien asennuksesta alakattoon oli myös erityisohje, jossa periaate oli sama kuin muissakin läpivienneissä. Reikä tehtiin 5 – 10 mm suuremmaksi ja venttiilien ja rakenteen väli tiivistettiin elastisella massalla.

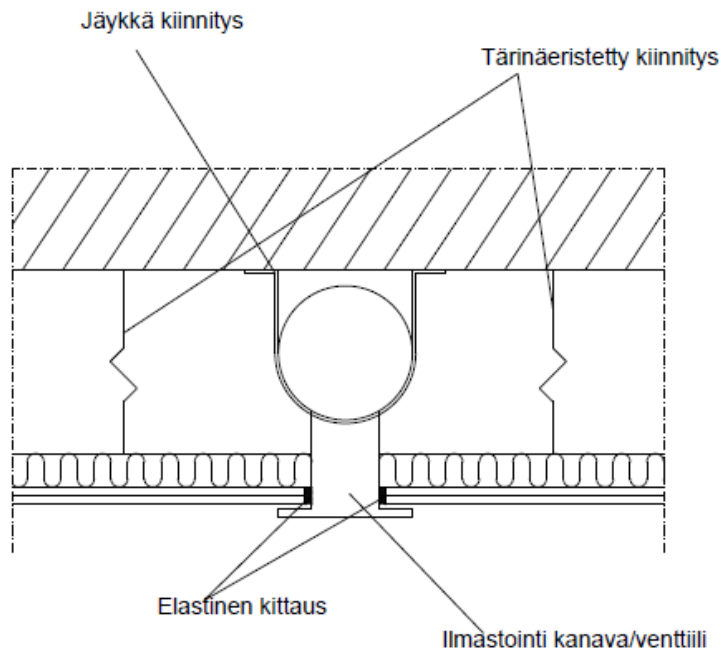
Tilan ulkopuolelle tehtiin akustisten periaatepiirustusten mukaiset työt, missä oli määriteltä koteloitavaksi jopa äänenvaimentimet. Kaikki läpiviennit tiivistettiin erityisen hyvin ja putket koteloitettiin alas lasketun katon yläpuolella 50 mm mineraalivillasta ja kaksinkertaisesta EK-kipsilevystä rakennetulla kotelolla. Kipsilevyjen saumat eristettiin elastisella massalla.



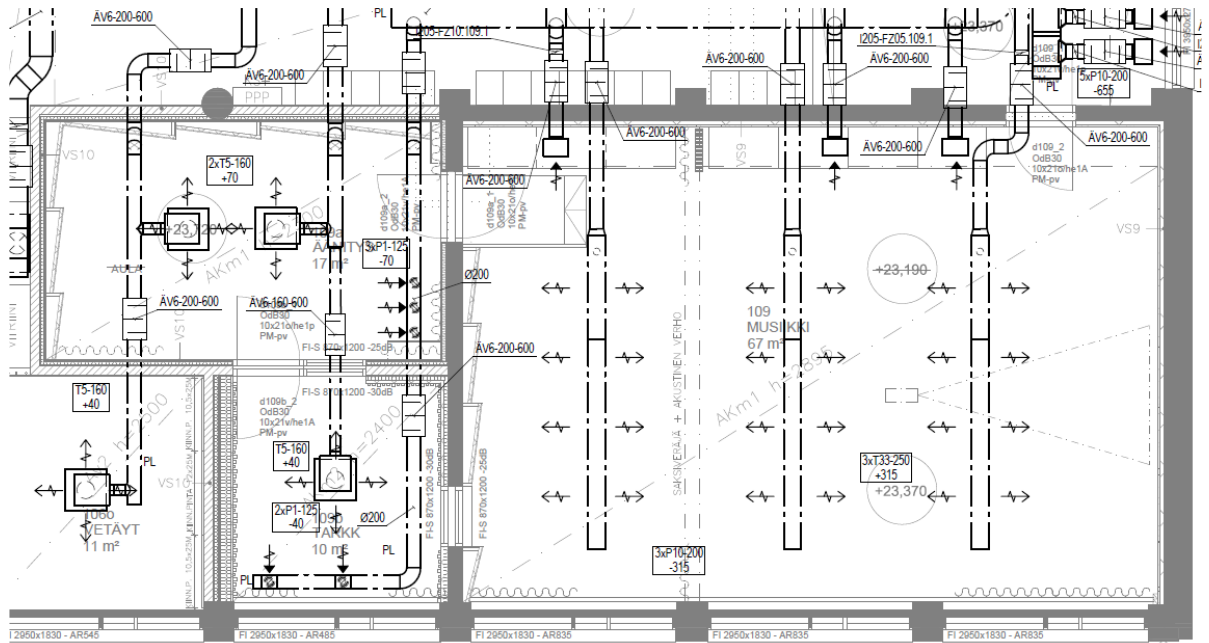
Elastinen kittaus

Kuva 14. Ulkopuolella olevan ilmastointiputken koteloinnin periaatekuva.

Ainoastaan tuloilmahajottimet asennettiin pinta-asennuksina. Äänitystilassa ilmastoinnin pysäyttäminen 15 minuutin ajaksi oli yksi vaatimus. Pysäyttämisen aikana ilmastointi ei häiritse äänitystilannetta eikä aiheuta äänitteelle sivuääniä. Tilan ulkopuolella tehty lisäeristys lisänä auttaa vähentämään äänen kulkua kanavien sisäpuolella. Lisäksi äänenvaimentimet yhdessä muiden lisätoimenpiteiden kanssa minimoivat mahdollisten ylimääräisten/epätoivottavien äänten kantautumista tiloihin, joista se halutaan pitää poissa.



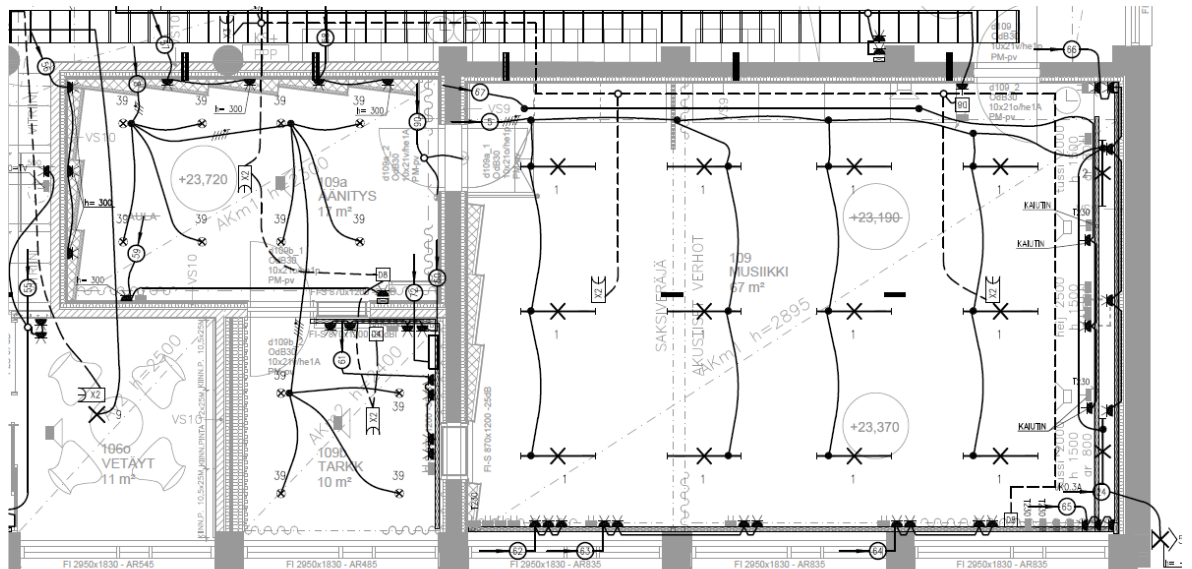
Kuva 15. Ilmastointiventtiilin asennus alakattoon



Kuva 16. Musiikkiluokan ilmanvaihtokuva.

6.2 Sähkö

Alla olevasta kuvasta 17 näemme, kuinka paljon sähkötekniikkaa tilaan oli suunniteltu. Normaalin 230 v sähköasennusten lisäksi tilaan oli suunniteltu suuri määrä heikkovirta-asennuksia. Kaikki sähkö asennukset oli sallittu tehtäväksi vasta jousirankarakenteen ja lisäseinän jälkeen. Sähköputkien päät tuli tiivistää elastisella liimamassalla sisäpuolelta. Lämpivientien kohdalla reikien koko oli 5 – 10 mm putkea isompi, jotta saatiin ympäristät tiiviiksi massattua. Käytännössä ääneneristyksen vuoksi negatiivisena puolena on, että johtojen vaihtaminen tulevaisuudessa tuli todella vaikeaksi toteuttaa massamisten vuoksi.



Kuva 17. Musiikkiluokan sähköpiirustus

6.2.1 Valaistus

Musiikkiluokassa valaisimien asennukset tehtiin normaaliin tapaan. Kaikki johdotukset kulkivat jousirankakaton ja alas lasketun katon välissä. Valaisimet olivat päistään rautaisilla puikkomaisilla kannakkeilla roikutettavia led-valaisimia, joiden kiinnitys tehtiin suoraan betoniin jousirankarakenteen läpi, niin että jousirankarakenteen lävistävien tappien läpiviennit olivat 5 – 10 mm tappeja leveämpiä ja tiivistettiin muiden rakenteiden tavoin elastisella liimamassalla.

Tarkkaamon ja äänitystilan valaisimet olivat himmennettäviä ja upotettavia led-pistevalaisimia eli spotteja. Niiden asennuksessa noudatettiin samaa asennustapaa kuin muidenkin asennusten kohdalla eli läpivientien kohdalla alakattolevyn ja valaisimen väli tiivistettiin elastisella liimamassalla.

6.2.2 Pistorasiat

Jokainen äänieristettyyn seinään asennettava pistorasia huonontaa seinän äänieristystä. Tätä huononemista voidaan vähentää tiivistämällä pistorasian ympäryksensä kipsilaastilla tai mineraalivillalla, tai asentamalla seinään ylimääräisiä kipsilevyjä.

7 Kalusteet ja varusteet

7.1 Kalusteet ja varusteet

7.1.1 Musiikkiluokka

Musiikkiluokan keskelle asennettiin tilaa jakava saksiveräjä, jotta luokka voidaan tarvittaessa jakaa kahteen osaan. Saksiveräjän yhteyteen asennettiin lisäksi ääntä eristävät verhot.

Ikkunaseinälle asennettiin ääntä eristävät verhot 150 mm irti seinästä ja lisäksi pimenysverhot. Ikkunaseinälle asennettiin myös sähkökouru, jossa oli internet- ja sähkörsioiden lisäksi liitännät musiikkilaitteille XLR ja 6.3 mm.

Käytävän puoleiselle seinälle tuli asennettavaksi työtaso alakaapistoineen ja kiinteät kitarakoukut tason yläpuolelle saksiveräjän Studion puoleiseen osaan. Toiselle puolelle saksiveräjää asennettiin lokerokaapistot, joiden ovien pintamateriaali toimi samalla tussitauluna.

Studion vastapäiselle seinälle asennettiin tussitaulu ja kangas kattoon asennettavaa videotykkiä varten. Studion puoleiselle seinälle kiilamaiseen akustiikkarakenteeseen asennettiin lisää kitarakoukkuja.



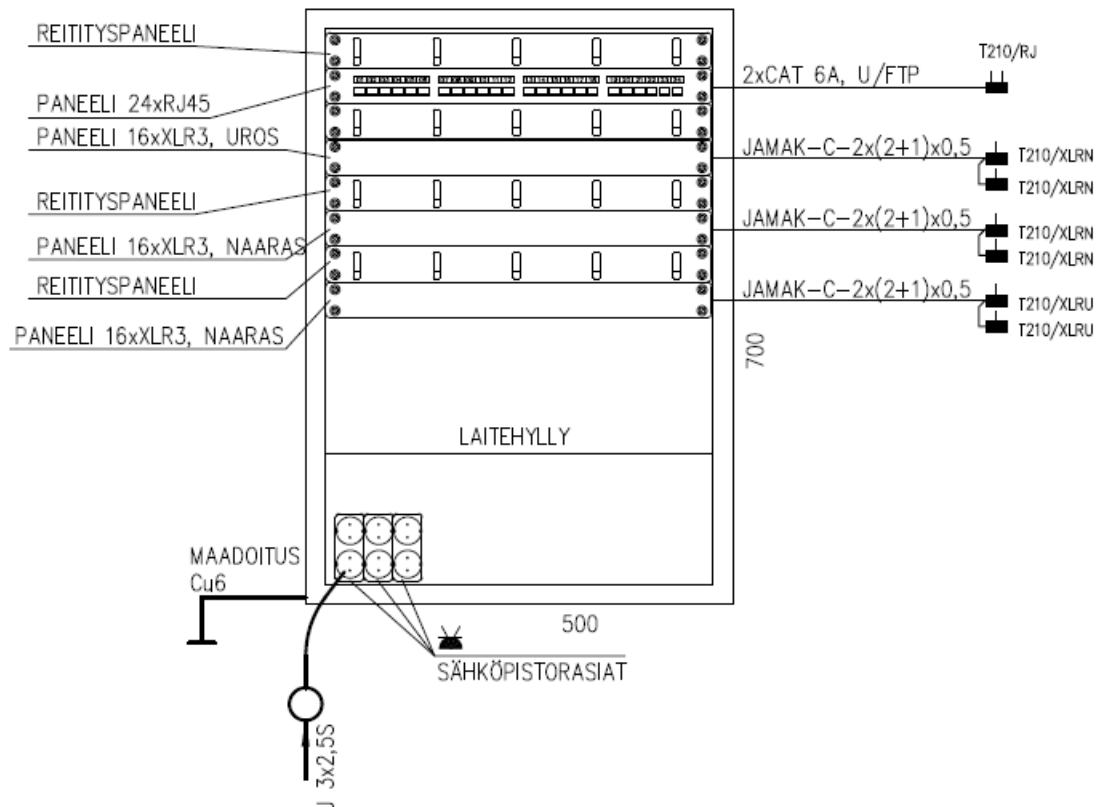
Kuva 19. Seinälle asennetut kitara ja bassotelineet.

7.1.2 Äänitystila

Äänitystilan kahdelle seinälle asennettiin ääntä eristävät verhot, joille tehtiin asianmukaiset seinäkkeet, jotta ne voitiin vetää kokonaan pois näkyvistä omiin nurkkiinsa. Kiihämäisen akustiikkaseinän alaosaan asennettuun maalattuun vaneriin asennettiin sähkökouru, jossa oli paljon pistorasioita ja av-liitäntöjä XLR sekä 6.3 mm stereo ja mono plugeille soittimien liittämistä varten.

7.1.3 Tarkkaamo

Tarkkaamoon asennettiin miksauspöytä ja sähkötaulu erilaisine kytkimineen musiikin ja muun tekniikan kontrollointia varten. Tarkkaamon puolelta pystyy myös audion lisäksi kontrolloimaan mm. äänitystilan ilmastointia ja valaistusta. Lisäksi liitäntämahdollisuudet lisälaitteille on mahtavat. Muista laitteistoista vastaa koulu itse ja ne eivät kuuluneet urakkaan.



Kuva 20. Tarkkaamon hallinta/sähkötaulu – kytkentäkotelo.

8 Vaatimukset ja kustannukset

Musiikillisesta näkökulmasta tekniset vaatimukset tarkkaamossa ja äänitystilassa ovat normaalia Studiota vastaavat. Ja ääneneristyksen vaatimukset huomattavasti normaalia muuta koulurakennuksen tilaa suuremmat koko tilassa. Vaatimustasojen toteuttamiseen kuluikin huomattavasti enemmän myös aikaa ja rahaa, kuin normaalin luokkatilan rakentamisessa.

2	Musiikkiluokka	57...60 ²⁾	57...60 ²⁾	49	-	-
	- Käytävään	44	-	49	dB35	-
	- Studioon/tarkkaamoon	55	-	49	dB25+dB35	-

2) $R'_w \geq 57$ dB on SFS 5907 luokan C mukainen vaatimus. Suosittelemme kuitenkin ilmaääneneristävyyttä $R'_w \geq 60$ dB vahvistetulle musiikille. Mikäli halutaan edistää musiikkiluokan

Kuva 21. Musiikkiluokan rakenteiden äänieristysvaatimukset.

Ilmanvaihto-, vesijohto-, lämmitys-, jäähdytys-, yms. jatkuvasti toimivien laitteiden suurimmat sallitut A-äänitasot L_{Aeq} ja L_{Amax} tasot ovat:

	L_{Aeq} , dB	L_{Amax} , dB
Luokkahuoneet	33	38
Musiikkiluokka	28...33 ¹⁾	33...38 ¹⁾
Juhlasali/auditorio	33	38
Oppilashuollon ²⁾ tilat	33	38
Erityisopettajan huone	33	38
Rehtorin ja apulaisrehtorin huoneet	33	38
Käytävät ja porrashuoneet	33	38
Rakennuksen ulkopuoli	45 ³⁾	

1) Pienemmät arvo ovat suosituksia, ja suuremmat arvot vaatimuksia. Musiikkiluokassa ilmanvaihto tulee olla mahdollista hiljentää kokonaan joksikin aikaa äänitystilanteessa.

Kuva 22. LVIS-laitteiden suurimmat sallitut äänitasot.

Kustannukset olivat verrattain huomattavasti normaalia luokkatilaa suuremmat. Kustannukset ovat kuitenkin osa liikesalaisuutta, joten siksi en tässä luvussa voi mennä niihin syvemmin.

9 Resurssit

9.1 Aikataulu

Musiikkiluokan rakentamisen aikatauluun vaikutti suurimmaksi osaksi vaativuustaso yhdessä erikoisvarustelujen toimitusaikojen kanssa. Alkuperäisesti oli suunniteltu luokan ja Studion rakennusteknisten töiden kestävän n. 4 viikkoa, mutta jo yksin lisäseinien rakentaminen venyi yli tämän. Osasyynä tähän oli osaavien aliurakoitsijoiden saaminen ja ensimmäisen keskeyttäminen. Lisäksi lisärunkoon vaaditut lieriöeristimet saatiin myöhässä ja jokainen niistä tuli asentaa ankkuroimalla kierretangot betoniin/tiileen, mikä vei paljon aikaa jo osallaan.

Lisäksi jokaisen rakennus- ja taloteknisen työvaiheen jälkeen oli tehtävä akustinen eristys elastisella massalla ja varmistuttava sen onnistumisesta, niin ettei ilmarakoja massattavaan kohtaan jäänyt missään vaiheessa.

Sähkön osalta AV- ja musiikkitekniikka vaati huomattavan määrän johdotuksia. Osa johdotuksista oli jäänyt huomiotta jo reikäpiirustuksessa, mikä johti lisäreikien tekemiseen. Lisäksi osa vanhoista rei'istä oli jo ehditty tehdä ennen jousirankarakennetta, mikä aiheutti jo tehtyjen reikien paikkaamista ja uusien tekemistä.

Näistä ja monista muista asennusteknisistä ongelmista ja työn vaativuudesta johtuen aikataulu venyi parilla kolmella kuukaudella, mutta kuitenkin niin, että valmistuminen ei vaikuttanut kohteen kokonaisaikatauluun.

9.2 Työvoima

Musiikkiluokan ja Studion kanssa työskenteli yhteensä 2 – 4 rakennusammattimestä, 2-4 sähköasentajaa, 2 alakattoasentajaa, 2 rakennussiivoojaa, lattia-asentaja ja 2 – 3 putki- ja ilmastointiasentajaa. Tämän lisäksi työhön osallistui 3 – 4 työnjohtajaa.

TYÖMENEKIT

Aloittavat työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Tavaran vastaanotto ja välivarastointi	väliseinät	0,005 tth/seinä-m ²
Mittaus	väliseinät	0,03 tth/seinä-m ²
Siirrot	nosturin valmistelu	16 tth/kerta
	nosturi, nosto 1. ... 4. krs.	0,20 tth/siirtokerta
	traktori, alle 50 m	0,25 tth/siirtokerta
	käsinsiirrot, 20...50 m	0,08 tth/siirtokerta
<hr/>		
Rungon pystytys	Työnosa	Työmenekki (T3)
Metallirunko	k 600	0,11 tth/seinä-m ²
	k 400	0,14 tth/seinä-m ²
Puurunko	k 600	0,14 tth/seinä-m ²
	k 400	0,17 tth/seinä-m ²
<hr/>		
Levytyt	Työnosa	Työmenekki (T3)
1-puoleinen levytyt	kipsi- ja lastulevy	0,12 tth/seinä-m ²
	kuitusementtilevy	0,15 tth/seinä-m ²
1 levy/puoli	kipsi- ja lastulevy	0,20 tth/seinä-m ²
	kuitusementtilevy	0,25 tth/seinä-m ²
2 levyä/puoli	kipsi- ja lastulevy	0,32 tth/seinä-m ²
<hr/>		
Liittyvät työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Eristys	k 600	0,04 tth/seinä-m ²
	k 400	0,06 tth/seinä-m ²
<hr/>		
Lopettavat työt	Työnosa	Työmenekki (T3)
Suojaus ja siivous	väliseinät	0,01 tth/seinä-m ²

Kuva 23. Ote Ratu – 0426 – levyrakentaminen, väliseinät – kortista.

Työmenekit olivat kaikaen kaikkiaan vähintään n. 1/3 suuremmat perinteiseen levyrakentamiseen verrattuna kaikilta osin, lukuun ottamatta siivoustöitä. Osassa rakentamista työmenekit kulkivat käsi kädessä ja osassa menekki ylittyi jopa yli 50 %. Työmäärän arvioiminen tilassa oli todella vaikeaa ja haasteita kohdattiin paljon teorioitua enemmän. Lisäksi henkilöstöllä oli vastaavien kohteiden johtamisesta ja toteuttamisesta hyvin vähän aikaisempaa kokemusta, mikä tarkoitti työssäoppimista myös kokeneillekin ammattilaisille.

10 Ongelmat ja ratkaisut

Suurimpana ongelmana tilan toteutuksessa oli suunnitelmien osittainen eriäväisyys sekä erityisalojen suunnittelijoiden kokoontumisen puute asian tiimoilta. Suuri osa toteutuksesta pitikin etsiä vertailemalla eri alojen suunnitelmia tilasta ja ns. kultainen keskiteie puuttui. Tämän takia osa asennuksista ehdittiinkin jo tekemään ennen yhtäkään katselmusta tahi palaveria asiaan liittyen. Toteutuksessa tuli ottaa huomioon arkkitehtisuunnitelman, sähkösuunnitelman ja ilmastointisuunnitelman lisäksi akustinen työselostus ja periaatekuvat. Lisäksi sähkön osalta oli erillinen erityissuunnitelma musiikki- luokan ja Studion osalta, joka syystä tai toisesta oli jäänyt kaikkien muiden suunnitelmien varjoon kaiken keskellä.

Kunnollinen työnsuunnittelu tilan osalta oli osittain puutteellinen osittain rakennustyömaan kiireellisen aikataulun ja osin resurssien puutteen takia. Tästä viisastuneina aloimme pitää enemmän kokouksia ja katselmuksia tilaan liittyen ja työsuunnitteluun panostettiin aikaisempaa enemmän. Tilan rakentaminen oli jo muutenkin budjetillisten asioiden vuoksi haastavaa, joten varaa virheisiin ei ollut edes aluksi, saati osittaisten asennusten purkamisen ja uudelleen asennusten vuoksi. Siksi alettiinkin pitää aliurakoitsijoiden kanssa viikoittaisia kokouksia ja tarvittaessa katselmuksia tilan rakentamisen edistymisen ja edistämisen vuoksi, jotta voitiin välttää turhat virheet ja työvaiheet.

11 Yhteenveto

Alppilan lukion perusparannuksen yhteydessä, oli suunniteltu rakennettavaksi moderni musiikinluokka ja sen yhteyteen studiotilat. Studiotilalla tarkoitetaan tarkkaamoja ja äänitystilaa. Tilat oli suunniteltu ääneneristykseen, äänenvaimennuksen ja musiikillisten ominaisuuksien pohjalta ja toteutus oli todella haastava.

Kaikkiin tiloihin rakennettiin erikoissuunnitelmien mukainen lisäeristysrunko ikkunallisia ulkoseiniä lukuun ottamatta, ja käyttötarkoitukseen sopivat ääntä absorboivat pintamateriaalit. Kaikkiin oviaukkoihin asennettiin kaksinkertaiset desibeli ovet ja tarkkaamon ikkunat olivat kaksinkertaiset. Musiikkiluokkaan ja äänitystilaan on näkymä tarkkaamosta. Musiikkiluokan keskelle asennettiin tilaa jakamaan saksiveräjä. Ikkunaseinille ja äänitystilan tarkkaamon ja musiikkiluokan välisille seinille asennettiin ääntäeristävät verhot, joita voidaan tarvittaessa käyttää lisänä.

Talotekniikan kaikki läpiviennit eristettiin elastisella liimamassalla. Sähköputkien ja kourujen päät eristettiin villalla ja elastisella liimamassalla. Ilmastointien putket eristettiin n. 50 cm läpivientien jälkeen ja äänenvaimentimet koteloitiin. Lisäksi ilmastointien venttiilien juuret eristettiin elastisella liimamassalla.

Ilmastoinnin osalta lisävaatimuksena oli, että äänitystilassa voidaan ilmastointi pysäyttää kokonaan n. 15 minuutiksi. Sähköasennuksia tuli paljon ja erityisesti heikkovirta-asennuksien määrä oli huomattavan suuri, mikä aiheutui siitä, että XLR / 6.3 mm ja RJ45 liittymiä oli suunniteltu asennettavaksi ympäri tiloja.

Kaiken kaikkiaan musiikkiluokan rakentaminen onnistui hyvin vaatimustasosta huolimatta. Tilan valmistumisen viivästyminen laadittuun aikatauluun nähden ei vaikuttanut koko urakan kokonaisaikatauluun. Talotekniikan, AV-tekniikan, akustiikan ja rakennustekniikan yhdistäminen tuotti paljon haasteita ja suunnittelua jouduttiin tarkastamaan ja tarkentamaan työn edetessä, mutta lopulta kuitenkin kaikki saatiin tehtyä suunnitelmien mukaisesti ja tekniikka sovitettua yhteen. Työn laatu oli hyvä ja palaute koulun puolelta on ollut positiivista. Oppilaat sekä henkilökunta ovat olleet tyytyväisiä.

11.1 Pohdinta

Modernin musiikkiluokan, äänitystilan ja tarkkaamon rakentaminen ei ole aivan jokapäiväistä rakennustyömailla. Koulujen rakentaminen jo itsessään on haastavaa, mutta erityisluokkien tekeminen vielä sitäkin enemmän. Haasteiden voittaminen ja prosessin vieminen maaliin tuo kuitenkin hyvää kokemusta mahdollisia vastaavia projekteja ajatellen niin työntekijöiden, työnjohtajien, suunnittelijoiden ja yrityksenkin näkökulmasta. Itseäni työnjohtajana ajatellen, projekti on vahvistanut uskoa siitä, että rakentamisen monimuotoisuutta ja haasteita tulee vaalia ja kokemuksista voimme viisastua ja ottaa viitteitä kaikkeen rakentamiseen. Tämän kohteen rakentamisen johtamisessa päällimmäisenä ajatuksena on jäänyt mieleen suunnitelmien tarkistuksen ja yhteensovittamisen sekä huolellisen työsuunnittelun suuri merkitys työn onnistumisessa ja virheiden mahdollisessa välttämässä.

Seuraavassa vastaavassa kohteessa työsuunnitteluun panostamalla ja risteily- sekä eri alojen suunnitelmakokousten yhdistämisellä voidaan välttyä turhilta työvaiheilta. Samalla voidaan säästää aikaa ja rahaa sekä saada tasapainoisempi toteutus. Samalla

saadaan todennäköisesti pidettyä, sekä työntekijöiden että työnjohtajien mielenterveys kunnossa ja stressitasot alhaalla.

Lähteet

- 1 Lujatalo Oy, <https://www.lujatalo.fi/yritys/yrityksemme/>, 21.09.2020
- 2 Esitys aiheesta: "Äänenkäsittely (Audacity)" Slideplayer – Esitykset, <https://slideplayer.fi/slide/4869826/15/images/22/%C3%84%C3%A4ni+%C3%84%C3%A4nen+nopeus+v%C2%2C+riippuu+l%C3%A4mp%C3%B6tilasta+T.jpg>, 28.09.2020
- 3 Sibelius akatemia, <http://www2.siba.fi/akustiikka/index.php?id=13&la=fi>, 29.09.2020
- 4 Theseus, <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126810/MikkoMannisto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, 28.09.2020
- 5 Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu, tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu, 22.09.2020
- 6 Knauf Oy, <https://knauf.fi/suunnittelijoille/akustiikka/rakenteet-ja-aeaeni>, 05.10.2020
- 7 Knauf Oy, <https://knauf.fi/suunnittelijoille/akustiikka/yleistae-aeenestae>, 05.10.2020
- 8 Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu, <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu/raja-arvot>, 05.10.2020
- 9 151194-100 – Alppilan lukion perusparannus akustinen työselostus, rakennustyöt - Liite 1.
- 10 Etra Oy, https://www.etra.fi/media/mageworx/downloads/attachment/file/t/e/tekniset_kumit_2019_screen.pdf, 15.10.2020
- 11 Saint-Gobain Finland Oy / Gyproc, <https://www.gyproc.fi/akustinen-jousiranka-ap-25>, 16.10.2020
- 12 Alppilan lukion perusparannus ARK piirros nro 644 – T911

Liite 1 - Akukon 151194-100 Alppilan lukion perusparannus - Akustinen työselostus – RAK

1 YLEISTÄ

Tämä työselostus täydentää kaikkia muita työselostuksia ja hankintaohjelmia määrittelemällä akustiset vaatimukset rakenteille, rakennusosille, laitteille ja tarvikkeille sekä käytetyille työtaivoille. Varsinaisessa työselostuksessa määritellään muut vaatimukset. Varsinaisen työselostuksen tai hankintaohjelmien määräyksiä noudatetaan, ellei tässä selityksessä niille aseteta vielä tiukempia vaatimuksia.

Akustisen työselostuksen vaatimukset on otettava huomioon myös kaikissa sellaisissa asennustoissa, joissa lävistetään ääntä eristäviä rakenteita tai niihin tehdään upotuksia. *Erityisesti tämä koskee putkien, ilmanvaihtokanavien ja sähköjohtojen asennuksia.*

Urakoitsijoiden tulee kiinnittää erityistä huomiota työn huolelliseen suorittamiseen ja tarkkaan valvontaan. Rakennuttajan asettamalle akustiselle suunnittelijalle on ilmoitettava jokaisesta akustiikkaan vaikuttavasta työvaiheesta — esimerkiksi merkinnällä työmaakokouksen pöytäkirjaan — jotta tarkastus on mahdollista suorittaa. Koska akustiikkasuunnittelijan tehtäviin ei kuulu jatkuva läsnäolo työmaalla, asianomainen urakoitsija vastaa kaikista laiminlyönneistä ja vastoin ohjeita tehdystä työstä. *Erityisen tärkeää tämä on rakenteissa, jotka jäävät piiloon ja joiden akustinen tarkastaminen jälkikäteen on mahdotonta.* Tarkastuksissa havaitut virheet on korjattava viivytyksettä.

Akustinen työselostus on jaettu kahteen osaan. Tämä selitys koskee lähinnä rakennusteknisiä töitä. Toisessa osassa [AKUKON 151194-101.] käsitellään lähinnä LVISAtöitä. Lisäksi tämän työselostuksen liitteenä ovat äänieristys- ja taustameluvaatimukset sekä äänieristysten mitausohjeet.

1.1 URAKKARAJAT

Kaikkien rakennusurakkaan kuuluvien ääntä eristävien rakenteiden äänieristysvaatimusten toteutuminen on rakennusurakoitsijan vastuulla.

Elleivät asiakirjat muuta määrää, niin läpivientien, esim. ilmanvaihtokanavien, lämpöputkien ja sähköputkitusten tiivistämisestä äänieristysvaatimusten mukaiseksi vastaa rakennusurakoitsija. Muut urakoitsijat ovat velvollisia ilmoittamaan tiivistystarpeesta pääurakoitsijalle hyvissä ajoin, jotta tiivistys voidaan suorittaa sopivassa työvaiheessa. Sähköläpivientien osalta pääurakoitsija vastaa johtotien ja seinän välisen sauman tiivistämisestä ja sähköurakoitsija johtotien ja johtojen välin tiivistämisestä. Vastaavasti jos putkiläpiviennissä tarvitaan erillistä hylsyä, vastaa hylsyn ja rakenteen välisestä tiiveydestä rakennusurakoitsija ja hylsyn ja putken välisestä tiiveydestä putkiurakoitsija, ellei erikseen ole muuta sovittu.

Erillishankintoina tehtävien, koneiden ja laitteistojen vaatimien ääntä eristävien rakenteiden läpivientien ja rakenteellisten muutosten tiivistämisestä vastaa hankinnan toteuttava laitetoimittaja tai urakoitsija, ellei erikseen ole muuta sovittu.

2 RAKENNETYYYPIT

Rakennetyyppien ilmaäänieristysluvulle R'_w asetetut vaatimukset on esitetty työselostuksessa ja rakennetyypeissä. Minkään rakenteen paksuutta tai ominaispainoa ei saa pienentää ilman akustiikkasuunnittelijan hyväksyntää.

Niiden käytettävien materiaalien tai rakennusosien, joille on asetettu äänieristysvaatimukset, äänieristävyys on oltava dokumentoitu. Valmistajan on pystyttävä toimittamaan tarvittaessa rakenteista standardien ISO 140-3, -4, -6 tai -7 sekä ISO 717-1 tai -2 mukaisesti mitatut ilmaäänieristysluvut (R_w tai R'_w). Mikäli urakoitsija haluaa muuttaa kohteen suunnitelmien materiaaleja tai rakenteita, eikä pysty toimittamaan näistä tarvittavia dokumentteja, tulee hänen teettää tarvittavat äänitekniset laskelmat/mittaukset omalla kustannuksellaan.

Poikkeuksena ovat tähän projektiin erityisesti suunnitellut ovet. Näissä tapauksissa äänieristysvaatimusten täytyminen on asianomaisen suunnittelijan vastuulla, edellyttäen että rakenteet ja kiinnitykset on tehty asiakirjojen mukaisesti.

3 RAKENTEIDEN TIIVIYS

3.1 YLEISTÄ

Nämä työohjeet koskevat sekä vanhoja että uusia rakenteita. Kaikkien ääntä eristävien seinien tulee olla täysin ilmatiiviitä, myös alaslaskettujen kattojen yläpuolelta ja muista näkymättömiin jäävistä paikoista. Tiivistettyjen rakojen ja saumojen tulee säilyttää ilmatiivytensä rakennuksen käytön aikana.

Seinät, joille ei ole erityisesti määritelty ilmaäänieristyslukua, tulee myös rakentaa tiiviiksi myös piiloon jääviltä osiltaan (rakennuksen huonetilojen käyttötarkoituksen muuttuessa voi seinän tiivistäminen jälkikäteen olla muuten mahdotonta).

Suoraan toisiaan vasten naulatut tai ruuvatut rakenteet (kuten puisen rakenneosan liittäminen suoraan betoniseinään) eivät täytä ilmatiivyyden vaatimusta. Tällaisia ”nolla-saumoja” ei saa käyttää ääntä eristävissä rakenteissa ilman ohjeiden mukaista tiivistystä. Eri rakennusosien välisiin saumoihin tulee aina jättää riittävän suuri rako, jotta se pystytään tiivistämään asiallisesti, levyrakenteilla tyypillisesti 5–10 mm.

Ääntä eristäviä rakenteita ei saa heikentää upotetuilla sähkö- tai muilla laitteilla taikka asennuksilla ilman akustiikkasuunnittelijan erityistä lupaa. Mikäli rakenteessa käytetään upotettavia elementtejä (esim. sähkörasioita), tulee rakennetta vahvistaa. Tämä on erityisen tärkeää, jos rakenteessa on uppoasennus molemmiin puolin (esim. levyrakenteisen seinän sähkörasiat). Tässä tapauksessa etäisyyden rasioiden välillä on oltava vähintään 600 mm tai rasioiden ympärillä on oltava kipsimassa tai vastaava.

Mikäli kaksirunkoiseen levyrakenteiseen seinään tehdään uppoasennus, tulee asennuksen taakse, saman rungon taustalle sijoittaa vähintään yksi n. 600 x 600 mm rakennuslevy. Lisätyn rakennuslevyn ja uppoasennuksen väli (pintalevyjen ja lisälevyn väli) täytetään mineraalivillalla.

3.2 LEVYRAKENTEET

Levyrakenteiset seinät tiivistetään toisiinsa ja ympäröiviin rakenteisiin elastisella tiivistysmassalla. Hyväksyttäviä elastisen massan tyyppejä ovat esim. Bostik 2640 Multifog ja Tremco SP525 sekä muut vastaavat elastiset massat, joiden liikejousto on vähintään $\pm 20\%$. Jos levyrakenteisissa seinissä on kaksi tai useampia levyjä päällekkäin, tulee levyjen saumojen olla limittäin. Uloimman levyn ja viereisten rakenteiden (myös lattian ja katon) väliin jätetään noin 5 – 9 mm levyinen rako, joka tiivistetään ilmatiiviiksi elastisella tiivistysmassalla. Massa on valittava siten, että tiiviys säilyy rakennuksen käytön aikana.

Solumuovitiivisteillä eristettyjä "äänieristysrankoja" voidaan käyttää rakenteissa lisävarmistuksena, mutta ne eivät poista edellä mainittua tiivistysmassan käyttövaatimusta.

Kaikissa rakenteissa, joissa ilmaäänieristysluvun R'_w vaatimus on 40 dB tai sitä enemmän, on seinien väliset liitokset tehtävä ns. T-liitoksena, eikä puskuiliitoksena. Tämä tarkoittaa, että liitoksen ohi jatkuvan seinän kaikki levyt on oltava poikki liitoksen kohdalta.

Levyrakenteiset seinät, kuten muutkin seinät, on rakennettava valmiiksi aina kun mahdollista ennen IV-kanavien ja muiden lävistävien putkien rakentamista. Rakenteiden tiivistäminen asianmukaisesti on muuten vaikeaa tai jopa mahdotonta. Kaksinkertaisten levyrakenteisten seinien runkojen tulee olla irti toisistaan vähintään 10 mm. Tarkempi arvo löytyy rakennetyypeistä.

3.3 KIVIRAKENTEET

3.3.1 Yleistä

Kivirakenteiset seinät, välipohjat ja muut rakenneosat tiivistetään toisiinsa pääsääntöisesti sementtilaastilla. Jos on syytä olettaa, että kivirakenteen liitos viereiseen rakenteeseen ei pysy tiiviinä sementtilaastilla, rako tiivistetään molemmin puolin elastisella massalla. Välitilassa käytetään eristeenä mineraalivillaa. Jos saumasta joudutaan tekemään rakenteen painumisen takia yli 20 mm leveä (esim. muuratun väliseinän yläosan liitos ontelolaattaan), voidaan raon eristämiseen käyttää teräslistoja, joiden liitty-mäkohdat kivirakenteeseen tiivistetään elastisella massalla ja mineraalivillalla.

Kivirakenteiden ja levyrakenteiden väliset saumat tiivistetään toisiinsa elastisella massalla ja mineraalivillalla.

3.3.2 Muuratut rakenteet

Muurattujen rakenteiden saumojen on oltava tiiviit. Rapatuksi määrätty pinta on rapattava myös piiloon jääviltä osiltaan (rappaus toimii äänieristystä parantavana tekijänä).

3.4 YHDISTELMÄRAKENTEET

Kun vanhan rakenteen (esim. muurattu seinä) päälle rakennetaan uusi levyrakenteinen äänieristysverhous, tulee vanha rakenne aluksi tiivistää kuten edellä. Levyrakenteinen lisäverhous tiivistetään sen jälkeen tavallisen seinärakenteen tavoin.

3.5 LASIRAKENTEET

Lasirakenteet tiivistetään karmirakenteisiin tarkoituksenmukaisilla ilmatiiviillä elastisuutensa säilyttävillä massoilla tai nauhoilla erikoispiirustusten mukaan. Lasirakenteiden karmit tiivistetään muihin rakenteisiin pääsääntöisesti elastisella massalla. Väli tilassa käytetään mineraalivillaa tms. huokoista materiaalia kuten polyesterikuitua tai avosuoluista vaahtomuovia. Tavanomaista polyuretaanivaahtoa ei saa käyttää ikkunarakenteiden tiivistämiseen. Elastoitua polyuretaanivaahtoa voidaan mahdollisesti käyttää tapauskohtaisesti erikseen niin sovittaessa.

Erityistä huomiota on kiinnitettävä lasilevyjen kulmakohtien tiivistykseen. Lasilevyn kiinnitykseen käytettävän massan tai tiivisteiden on suljettava lasilevyn ja karmin väli ilmatiiviisti. Mikäli ilmatiiviys ei tässä vaiheessa toteudu, täytyy lasilevyn ja karmirakenteiden välit tiivistää jälkikäteen elastisella massalla.

4 LIIKUNTASAUMAT JA MUUT KAKSOISRAKENTEET

4.1 LIIKUNTASAUMAT JA KAKSINKERTAISET KIVISEINÄT

Liikuntasauomoilla tai muilla vastaavilla joustavilla liitoksilla on usein merkitystä ääneneristysten kannalta, siksi ne on toteutettava suunnitelmien mukaan niin, ettei saumalla erotettuja osia yhdistetä jäykästi toisiinsa. Kivirakenteiden väliset liikuntasaumot ovat tyyppillisesti vähintään 20 mm leveät, levyrakenteissa vähintään 10 mm. Epäselvissä tapauksissa on urakoitsijan neuvoteltava akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Liikuntasauoman tai muun ääntä eristävän kaksinkertaisen kivirakenteen läpäisevät IV-kanavat tulee varustaa rakenteiden välissä elastisin liitoksin. Myös muiden lävistysten

tiiviyden säilyminen tulee ottaa huomioon. Tarvittaessa käytetään myös vesi- ym. putkissa joustavia liittimiä. Epäselvissä tapauksissa on urakoitsijan neuvoteltava akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Kaksinkertaisia ääntä eristäviä kivisiä rakenteita ei saa yhdistää toisiinsa jäykällä rakenteilla tai läpimenoilla.

4.2 KELLUVAT LATTIAT

Kelluvat lattiat ovat yleensä aina huonekohtaisia. Tällöin niiden tulee olla 5 – 15 mm irti kaikista ympäröivistä rakenteista — myös ovirakenteista ja kevyistä väliseinistä. Mikäli kelluva lattia toteutetaan yhtenäisenä useamman huoneen alalta, tulee sen toteutuksesta ja detaljeista aina tehdä erillinen suunnitelma, jonka akustinen konsultti hyväksyy. Kelluvan lattian tulee päästä liikkumaan vapaasti pystysuunnassa eikä sitä saa kiinnittää muuhun rakennusrunkoon minkäänlaisin kiintein liitoksin. Epäselvissä tapauksissa on urakoitsijan neuvoteltava akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Huonekohtaisia betonisia kelluvia lattioita rakennettaessa on huomioitava mm. seuraavat ohjeet:

Oville ja väliseinille rakennetaan erilliset kiviaineiset sokkelit, joihin asennettuja irrotuskaistoja vastaan kelluva lattia voidaan valaa. Kiintokalusteet ym. kiinnitetään joko pelkkään väliseinään tai sijoitetaan kelluvan laatan päälle ilman kiinteitä sidoksia väliseinään. Lattialistat kiinnitetään vain väliseinään, n. 2 mm irti kelluvasta lattiasta. (Välin voi tarvittaessa tiivistää elastisella massalla.) Rakenteen läpimenot tiivistetään elastisin saumoin ja -liitoksin.

Kelluvan laatan alapuolinen kantava rakenne tasataan siten, ettei siinä ole suuria kourumia tai kuoppia. Tarvittaessa pintaan levitetään tasausmassa

Betonisissa, mineraalivillalevyn päälle rakennetuissa kelluvissa lattioissa mineraalivillalevyjen päälle on syytä sijoittaa tiivis muovi, suodatinkangas tai paperi. Tämän kerroksen läpi ei saa päästä betonia valun aikana.

Betoninen pintalaatta erotetaan ympäröivistä ja lävistävistä rakenteista yleensä esim. 10–15 mm:n mineraalivillalevyllä tai tätä tarkoitusta varten valmistetulla solumuovilla (esim. Pexep), joka ulottuu noin 100 mm lopullisen lattiapinnan yläpuolelle. Lattian paperikalvot tai muu valusuoja käännetään reunalevyjä vastaan ja kiinnitetään niihin tai väliseiniin. Lattiapinnan yläpuolelle jäävä osa leikataan tarvittaessa pois viimeistelytyöiden yhteydessä. Rakennesuunnittelijan niin hyväksyessä, voidaan alapohjan kelluva lattia erottaa muusta rakenteesta myös muovitetulla kovalevyllä, joka poistetaan valun jälkeen. Tällöin kaikki levyt tulee pystyä poistamaan ja sen jälkeen rako tulee suojata esim. saumanauhalla ja elastisella massalla, jottei rakennusjäte tms. aines pääse tukkimaan syntynyttä rakoa.

Putkia, sähköjohtoja yms. ei yleensä saa sijoittaa kelluvaan laattaan. Mahdolliset läpiviennit irrotetaan laatasta 10–15 mm mineraalivillakourulla, joka suojataan muovikalvolla. Läpivienti tiivistetään laattaa vastaan elastisella massalla.

Betonista kelluvaa laattaa valettaessa on noudatettava erityistä huolellisuutta, ettei alustan ja reunojen eristyksiä rikota.

Betonin jälkihoito on suoritettava niin, että lattialle saadaan riittävä lujuus. Laatan tulee päästä kuivumaan riittävästi ennen sen pinnoittamista.

Kelluvaa lattiaa ei myöhemminkään saa lävistää rakennusosilla, jotka saattavat sen jäykkään kosketukseen muun rakennusrungon kanssa.

Mikäli kelluva laatta on toteutettu erillisin tärinäeristimin (kuten Sylomer), tärinäeristimien tyyppiä, kokoa tai jakoa ei saa muuttaa ilman akustiikkasuunnittelijan lupaa.

Lattialämmitystä käytettäessä on huolehdittava siitä, että järjestelmä ei kytke laattaa kiinteästi muihin rakennusosiin. Toteutuksen detaljit on hyväksyttävä akustisella suunnittelijalla ennen työn aloittamista.

4.3 JOUSTAVASTI RIPUSTETUT KATTORAKENTEET

Joustavasti ripustetut levyrakenteiset äänieristysalakatot asennetaan ripustusjärjestelmän valmistajan ohjeiden mukaisesti. Joustavasti ripustetun levytyksen ja ympäröivien rakenteiden välille ei saa syntyä jäykkää yhteyttä. Äänieristysalakaton ja sitä ympäröivien rakenteiden väliin jätetään n. 5–9 mm levyinen rako, joka tiivistetään elastisella massalla. Äänieristysalakaton levytyksen tulee laskeutua vapaasti joustavan ripustusjärjestelmän varaan. Rakenteen joustavuutta ei saa heikentää asennuksilla, joita tehdään sen ylä- tai alapuolelle. Ripustusjärjestelmän jakoa tai ripustintyyppiä ei saa muuttaa ilman akustiikkasuunnittelijan lupaa.

4.4 HUONE-HUONEESSA RAKENTEET

Huone-huoneessa rakenteissa kaikki huoneen sisäpuolen rakenteet kannatetaan yleensä vain kelluvan lattian päältä. (Joissain tapauksissa katto on kannatettu joustavasti yläpuolisesta rakenteesta.) Kaikki tekniset asennukset, kuten IV-kanavat ja vesijohdot tulee toteuttaa niin, että ne eivät aiheuta kiinteää liitosta rakenteen sisä- ja ulko-kuoren välille. Esim. muovisissa vesiputkissa pelkkä materiaali ei takaa riittävää joustavuutta, vaan tarvitaan erillinen joustoliitin. Myös sähköjohtojen tulee olla tarpeeksi joustavasti asennettuja rakenteen välitilassa. Sähköputkena käytetään tarvittaessa kurkkuputkea. Huoneen sisäkuoren tulee pystyä liikkumaan vähintään muutamia millimetrejä kaikkiin suuntiin. Tämä tulee ottaa huomioon erityisesti sisääntulon oviliitoksissa. Myöskään tilan lattiamateriaali ei saa jatkua huoneen ulkopuolelle, vaan materiaali on katkaistava ovien välitilassa ja saumattava tarvittaessa elastisella massalla. Kellutetun sisäkuoren rakennusvaiheessa voidaan käyttää esim. 20 mm paksuja mineraalivillakaistoja varmistamaan, ettei kellutetun tai katon runkorakenteet pääse kontaktiin kantavan rungon kanssa.

5 OVET, IKKUNAT JA MUUT LUUKUT

5.1 IKKUNOIDEN OVIENTEN JA MUIDEN LUUKKUIEN ASENNUS, YLEISTÄ

Ääntä eristäviä ovia, ikkunoita ja luukkuja ei saa pääsääntöisesti kiinnittää kokonaan polyuretaanilla tai vastaavalla paisuvalla massalla. Ne saa kiinnittää pistemäisesti polyuretaanilla ja loput on tilkittävä mineraalivillalla tms. huokoisella materiaalilla. Kaikkien saumauksien alla on yleensä oltava saumausnauha, jonka päälle on jäätävä vähintään 5 mm syvä kittausvara.

5.2 DESIBELIOVET

Seuraavat ovien ja ikkunoiden ääniluokat on määritelty Suomen Rakentamismääräyskokoelman osassa C1 (1998), Ympäristöministeriön ympäristöoppaassa: Ääneneristys rakennuksissa (2003), sekä SFS Standardissa 5907 (2004):

ääniluokka, dB	laboratoriossa mitattu R_m^* , dB	laboratoriossa mitattu R_w , dB
25	28	30
30	34	37
35	39	42
40		48
45		53

* R_m on keskimääräinen äänieristävyys; poistuva merkintä

Jotta em. ääniluokka täytyisi, tulee laboratoriossa mitattu ilmaäänieristysluku R_w olla vähintään taulukossa mainittu.

Ovissa tulee olla viralliset hyväksymisleimat ja tarvittaessa valmistajan tulee toimittaa ovista mittauspöytäkirjat. Poikkeuksena ovat tähän projektiin erityisesti suunnitellut ovet. Näissä tapauksissa äänieristysvaatimusten täytyminen on ao. suunnittelijan vastuulla edellyttäen, että rakenteet ja kiinnitykset on tehty asiakirjojen mukaisesti. Tällaisten ovien työ- ja asennuspiirustukset tulee hyväksyttävä akustiikkasuunnittelijalla.

Ovien asentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ovilevyn ja karmin välinen rako sulkeutuu täysin ilmatiiviiksi. Ovenkarmin ja seinän välinen tiivistys tehdään kohdan 3 mukaisesti yleensä elastisella massalla, saumanauhalla ja mineraalivillalla. Teräsrakenteisen oven tai luukun kehys voidaan juottaa kiviseen seinään betonimassalla. Myös kynnyksen ja lattian väli tulee tiivistää, esim. liimamassan avulla.

Luokkaa 25 dB olevat ovet on mahdollista toteuttaa ns. kumikynnyksellä ja laahustiivisteellä. Tiivisteiden ja kumikynnysten välillä ei saa olla rakoja. Luokkien 25 dB ja 30 dB ovet voidaan toteuttaa myös alaslassekalla kynnyksellä (esim. Dr. Hahn MK-N). Ovet, joiden ääniluokka on vähintään 35 dB, vaativat varsinaisen kynnyksen, joka on tehtävä valmistajan ohjeiden mukaan. Tarvittaessa voidaan käyttää myös erityisiä mekaanisia kynnyksiä. Tällaiset rakenteet on aina hyväksyttävä akustiikkasuunnittelijalla.

5.3 PALO-OVET

Kaikki palo-ovet on tiivistettävä kaksoistiivisteellä seinissä, joiden ilmaäänieristysluvun vaatimus R_w on vähintään 48 dB. Tiivistetyyppi ja tiivisteiden asennustapa on hyväksyttävä sekä akustiikkasuunnittelijalla että paloteknisellä suunnittelijalla.

5.4 LIUKUOVET JA NOSTO- JA SIIRTOSEINÄT

Liukuovien ja siirto- ja nostoseinien ääneneristysvaatimukset on esitetty R'w -arvona, eli paikan päällä mitattavana arvona. Oven/siirtoseinän toimittajan tulee vastata tuotteen riittävästä äänieristyksestä paikalleen asennettuna. Oven/siirtoseinän toimittajan on varmistauduttava ympäröivien rakenteiden riittävästä äänieristyksestä. Kokonaisrakenteelle pätevät samat tiivistysohjeet, kun normaaleille oville ja muille seinille.

6 LÄPIVIENTIEN TIIVISTYS

6.1 YLEISTÄ

Ääntä eristävän rakenteen kaikki aukot ja läpiviennit on tiivistettävä täysin ilmatiiviiksi. Myös piiloon jäävät läpiviennit (esim. alakaton yläpuolelle jäävät läpimenot) tulee tiivistää.

Aukkojen ja läpivientien tiivistykseen käytetään tarkoituksenmukaisia, tiiviytensä säilyttäviä

ja seinän raskautta vastaavia aineita, pienissä aukoissa pääsääntöisesti elastista tiivistysmassaa. Välitilassa käytetään eristeenä mineraalivillaa tms. huokoista materiaalia kuten polyesterikuitua tai avosoluista vaahtomuovia.

Elastisella massalla tiivistettävän raon tulee pääsääntöisesti olla n. 5–10 mm leveä. Sauman leveys ei yleensä saa olla alle 5 mm tai yli 15 mm.

Hyväksyttäviä elastisen massan tyyppejä ovat esim. Bostik 2640 Multifog ja Tremco SP525 sekä muut vastaavat elastiset massat, joiden liikejousto on vähintään +/- 20 %.

Tavanomaista polyuretaania ei ole syytä käyttää ääntä eristävän seinän tiivistämiseen (polyuretaanin keveys ja huokoisuus tekevät siitä erittäin huonon äänieristysmateriaalin). Jos polyuretaania on kuitenkin jouduttu erikoistapauksessa käyttämään osin tai kokonaan tiivistykseen, tulee lävistyskohta tiivistää lisäksi elastisella massalla molemmin puolin. Pääsääntöisesti elastisella massalla tiivistetyissä läpivienneissä tulee kuitenkin käyttää välitilassa mineraalivillaa tms. huokoista materiaalia. Tavanomaista polyuretaania ei saa missään tapauksessa käyttää tilanteessa, jossa rakenteiden on oltava irti toisistaan (esim. kelluvan lattian läpivienneissä tai huone-huoneessa-rakenteiden läpivienneissä).

Elastisoitua polyuretaanivaahtoa voidaan mahdollisesti käyttää tiivistämiseen tapauskohtaisesti erikseen niin sovittaessa.

Jos suunnitelmissa ei ole muuta määritelty, kuuluu vastuu tiivistämisestä aina rakennusurakoitsijalle.

6.2 ILMANVAIHTOKANAVAT

Ilmanvaihtoputket juotetaan massiivirakenteeseen kiinni betonilaastilla tai sauma tiivistetään elastisella massalla ja välitila täytetään mineraalivillalla.

Kun ilmanvaihtokanava lävistää kivrakenteen, tulee kanavan olla niin tukeva, että se ei painu, kun rakennusurakoitsija juottaa aukon kiinni sementtilaastilla. Nelikulmaisissa kanavissa tulee seinämän kohdalla olla jäykiste. Jos ilmanvaihtokanava lävistää kiviaineisen kaksoisrakenteen (liikuntasäula), tulee kanava katkaista joustoliittimellä tai irrottaa mineraalivillalla toisesta seinäpuoliskosta.

Läpiviennit levyrakenteisiin tehdään siten, että putken ja levyn väliin jätetään 5–9 mm rako, joka tiivistetään elastisella massalla, kuten edellä on mainittu.

Ilmanvaihtokanavia asennettaessa on urakoitsijain sovittava työn suoritusjärjestyksestä siten, että kanavatyö keskeytetään tarvittavissa kohdissa, jotta läpimenokohtat voidaan sulkea. Tämä koskee erityisesti kohtia, joissa useita kanavia kulkee lähekkäin, sekä yleensä suurten kanavien läpimenokohtia ja ahtaita tiloja.

6.3 PUTKET

Viemärijohtojen lävistysaukot juotetaan kivrakenteissa kiinni betonilaastilla tai kipsimassalla. Levyrakenteissa käytetään mineraalivillaa ja molemmin puolin elastista tiivistekittiä. Tiivistyksen tekee rakennusurakoitsija.

Niissä kohdissa, joissa lämpö- tai vesijohdot taikka sprinkleri-, paineilma- tai jäähdytysputket menevät kivrakenteen läpi, tulee johdon toimittajan sijoittaa läpimenokohtaan hylsy putken ympärille. Rakennusurakoitsija kiinnittää hylsyn rakennustyön yhteydessä. Putken ja hylsyn välin tiivistää putkiurakoitsija täysin tiiviiksi käyttäen mineraalivillaa tai solumuovia sekä molemmin puolin elastista kittiä. Jos rakenteeseen on tehty poraamalla säännöllinen pienikokoinen läpimenoaukko, ei erillistä hylsyä tarvita. Väli tiivistetään kuten edellä. Levyrakenteissa tiivistykseen käytetään elastista kittiä.

Mikäli käytettävän tiivistysmassan elastisuus ei riitä läpivietävän putken lämpöliikkeen seuraamiseen, voidaan seinään asentaa tiivistetty hylsy, joka puolestaan tiivistetään putkea vastaan tiiviillä mineraalivillalla ja elastisella kittillä. Tarvittaessa putki käsitellään niin, ettei tiivistysmassa pääse liikkumaan putken mukana.

6.4 LÄMPÖERISTETYT KANAVAT JA PUTKET

Mikäli eristettä ei voida katkaista läpiviennin kohdalta, lämpöeristetyn ilmanvaihtokanavan tai putken eristeen ympärille asennetaan läpiviennin kohdalle peltiverhous, joka ulottuu vähintään 200 mm läpiviennin ulkopuolelle molemmin puolin.

6.5 SÄHKÖJOHTOJEN LÄPIVIENNIT

Sähköjohtojen arinoita tai hyllyjä ei saa viedä sellaisten rakenteiden läpi, joiden ilmaäänieristysluvun $R'w$ vaatimukseksi on asetettu vähintään 40 dB. Myöskään sähkökouruja ei saa viedä katkaisemattomina ko. seinien läpi.

Jos seinän eristysvaatimus on 40–50 dB, tulee kourut katkaista seinän kohdalla niin, että päiden väliin jää vähintään n. 1 mm rako. Kun asennustyöt on suoritettu, sijoittaa sähköurakoitsija kourujen sisään seinän kummallekin puolelle n. 250 mm pituisen, kourun täyttävän avosoluisen vaahtomuovipalan (esim. Thorsman TTI-T3045 tai TTIT5070). Paloteknisten syiden vaatiessa käytetään mineraalivillaa.

Jos eristysvaatimus on yli 50 dB, kourut ja arinat on katkaistava seinän molemmin puolin ja johdot on tiivistettävä seinään joko erillisissä putkissa tai ryhmänä paloeristysmassalla tai vastaavalla seinän raskautta vastaavalla massalla. Pelkkä mineraalivilla tai superlon ei riitä läpiviennin tiivistämiseen.

Seinissä, joiden ilmaäänieristysluku $R'w$ on vähintään 44 dB, tulee myös sähköjohtojen ja niiden läpivientiä varten asennettujen putkien välinen rako tiivistää molemmin puolin elastisella massalla. Tämä tehdään huolimatta siitä, tuleeko sähköputki suoraan seinän läpi vai jostakin kauempaa. Tiivistyksen suorittaa sähköurakoitsija, jos muut asiakirjat eivät toisin määrää.

Asennuslattioiden alla ääntä eristävän seinän läpäisevä johtoryhmä voidaan tiivistää johtokanavan seinämiä vastaan esimerkiksi pienillä hiekkasäkeillä. Usein vaihdettavien johtojen lävistysdetaljeista on syytä neuvotella akustiikkasuunnittelijan kanssa.

Sähköjohtojen lävistäessä kivirakenteen toimittaa sähköurakoitsija tarvittavat lävistysputket, jotka rakennusurakoitsija kiinnittää rakennustyön yhteydessä. Johtoasennuksen jälkeen rakennusurakoitsija tiivistää johtojen ja putken välin sekä mahdolliset ylimääräisten putkien päät kitillä. Jos suuri johtomäärä kulkee rakenteen läpi, voidaan tiivistyksen käyttää GPG-palokatkomassaa tai kaasutiiviitä moduulimitoitettuja Roxtec-palokatkoja.

Joustavissa kerroksissa ei saa viedä putkituksia, koska silloin saatetaan estää joustavien kerrosten toiminta. Sähköjohtojen putkituksia ei saa viedä kelluvien lattioiden sisällä, eikä joustavasti tuettujen seinien akustisten jousirankojen tai muiden joustavien kerrosten välissä, ellei niin ole erikseen sovittu akustiikkasuunnittelijan kanssa ja asennuksesta tehty detaljikuvat tai selkeä työseloste. Asennukset voidaan viedä joustavan kerroksen läpi, mutta ne eivät saa aiheuttaa kiinteää yhteyttä rakennuksen rungosta joustavasti kannateltuun sisäkuoreen tai vastaavaan.

7 LVISA-LAITTEIDEN MELUNTORJUNTA

7.1 LÄMPÖ-, VESI- JA VIEMÄRIJOHDOT

Kaikissa tiloissa, joissa on kelluvat lattiarakenteet, pattereiden on oltava kiinnitetty vain seinälle. Putkien läpiviennit on tehtävä siten, että kelluvaa lattiaa ei kiinnitetä muihin rakenteisiin.

Yleisesti tiloissa, joiden asetettu äänieristysvaatimus on yli 50 dB, on patterin ja putkiston välillä käytettävä ns. joustavaa liitosta.

Katso AKUKON 151194–101 ”Akustinen työselostus, LVISA-työt”.

8 KONEIDEN JA LAITTEIDEN RUNKOÄÄNIERISTYS

Katso AKUKON 151194–101 ”Akustinen työselostus, LVISA-työt”.

9 ABSORPTIOMATERIAALIT

Absorptiomateriaalien (ääntä vaimentavien materiaalien) toimintaa ei saa heikentää työmaalla tehtävillä jälkikäsittelyillä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että absorboivia rei’itettyjä tai uritettuja levyjä ei saa ruiskumaalata työmaalla (tämä tukkii levyn takana olevan huovan tai muun absorptiomateriaalin huokoisuuden ja heikentää merkittävästi rakenteen akustisia ominaisuuksia). Myös telamaalaus voi tukkia rei’itetyn levyn reiät, joten kaikki rei’itettyjen ja uritettujen absorptiomateriaalien jälkikäsittelytapojen oikeellisuudet tulee tarkastuttaa tuotteen valmistajalla ja akustiikkasuunnittelijalla. Mitään huokoisia absorptiomateriaaleja, kuten mineraalivilloja ei saa maalata jälkikäteen työmaalla. Absorptiomateriaalia ei saa vaihtaa toiseen ilman akustiikkasuunnittelijan hyväksyntää.

Liite 2 - Akukon 151194-101 Alppilan lukion perusparannus - Akustinen työselostus - LVISA

1 YLEISTÄ

Tämä työselostus täydentää kaikkia muita työselostuksia ja hankintaohjelmia määrittelemällä akustiset vaatimukset rakenteille, rakennusosille, laitteille ja tarvikkeille sekä käytetyille työtavoille. Varsinaisessa työselostuksessa määritellään muut vaatimukset. Varsinaisen työselostuksen tai hankintaohjelmien määräyksiä noudatetaan, ellei tässä selityksessä niille aseteta vielä tiukempia vaatimuksia.

Akustiset vaatimukset koskevat kaikkia laitteita, jotka aiheuttavat tai voivat aiheuttaa melua, jonka äänitaso ylittää esitettävät arvot, tai tärinää, joka voi siirtyä rakennuksen runkoa pitkin muihin tiloihin ja aiheuttaa siellä melua. Tavallisimmat melua ja tärinää aiheuttavat laitteet ovat:

- ilmanvaihtolaitteet
- lämmityslaitteet
- vesi- ja viemäriputket ja -laitteet
- hissit
- jäähdytyslaitteet
- valonheittimet, himmentimet, muuntajat, releet ja kytkimet
- äänentoistojärjestelmän laitteet

Akustisen työselostuksen vaatimukset on otettava huomioon myös kaikissa sellaisissa asennustöissä, joissa läpäistään ääntä eristäviä rakenteita tai niihin tehdään upotuksia.

Eryisesti tämä koskee putkien, ilmanvaihtokanavien ja sähköjohtojen asennuksia.

Urakoitsijoiden tulee kiinnittää erityistä huomiota työn huolelliseen suorittamiseen ja tarkkaan valvontaan. Rakennuttajan asettamalle akustiselle suunnittelijalle on ilmoitettava jokaisesta akustiikkaan vaikuttavasta työvaiheesta — esimerkiksi merkinnällä työmaakokouksen pöytäkirjaan — jotta tarkastus on mahdollista suorittaa. Koska akustikkasuunnittelijan tehtäviin ei kuulu jatkuva läsnäolo työmaalla, asianomainen urakoitsija vastaa kaikista laiminlyönneistä ja vastoin ohjeita tehdystä työstä. Erityisen tärkeää tämä on rakenteissa, jotka jäävät piiloon ja joiden akustinen tarkastaminen jälkikäteen on mahdotonta.

Tarkastuksissa havaitut virheet on korjattava viivytyksettä.

Laitteiden, joille ei ole asetettu akustisia erikoisvaatimuksia, vaikka niillä on akustista merkitystä, tulee olla varsinaisten työselostuksen asettamien vaatimusten mukaisesti kunnollisesti asennettuja ja virheettömästi toimivia. Tässä selityksessä annettujen yleisohjeiden lisäksi tulee noudattaa työn aikana annettavia yksityiskohtaisia selventäviä ohjeita ilman eri korvausta.

Akustinen työselostus on jaettu kahteen osaan. Tämä selitys koskee lähinnä LVISA-töitä. Toisessa osassa [AKUKON 151194-100.] käsitellään lähinnä rakennusteknisiä töitä. Lisäksi tämän työselostuksen liitteenä ovat äänieristys- ja taustameluvaatimukset sekä äänieristyksen ja taustamelun mittausohjeet.

1.1 URAKKARAJAT

Elleivät muut asiakirjat toisin määrää, toimitaan urakkarajojen suhteen seuraavasti: Läpivientien, esim. ilmanvaihtokanavien, lämpöputkien ja sähköputkitusten tiivistämisestä äänieristysvaatimusten mukaiseksi vastaa rakennusurakoitsija. Muut urakoitsijat ovat velvollisia ilmoittamaan tiivistystarpeesta pääurakoitsijalle hyvissä ajoin, jotta tiivistys voidaan suorittaa sopivassa työvaiheessa. Sähköläpivientien osalta pääurakoitsija vastaa johtotien ja seinän välisen sauman tiivistämisestä ja sähköurakoitsija johtotien ja johtojen välin tiivistämisestä. Vastaavasti jos putkiläpiviennissä tarvitaan erillistä hylsyä, vastaa hylsyn ja rakenteen välisestä tiiveydestä rakennusurakoitsija ja hylsyn ja putken välisestä tiiveydestä putkiurakoitsija.

Rakennusurakoitsija tekee tärinää aiheuttavien laitteiden vaatimat teräsbetoniset konealustat, varaa niihin pulttien kolot ja betoniteräksestä tehtävät tartuntateräksiset sekä suorittaa kiinnivalamiset asianomaisen urakoitsijan valvonnassa. Laitteen toimittava urakoitsija hankkii ja asentaa kaikki tärinäeristimet kiinnityspultteineen ja muine teräsosineen.

Erillishankintoina tehtävien koneiden ja laitteistojen vaatimien ääntä eristävien rakenteiden läpivientien ja rakenteellisten muutosten tiivistämisestä vastaa hankinnan toteutettava laitetoimittaja tai urakoitsija.

2 VAATIMUKSET

Akustisen suunnittelun lähtökohtana on, että laitteiden toimiessa normaalilla, yleensä suurimmalla käyttöteholla niiden äänitaso ei ylitä asetettua äänitasovaatimusta. Äänitaso koskee kunkin urakoitsijan erikseen toimittamien laitteiden yhdessä aiheuttamaa melua — esimerkiksi kaikkien ilmanvaihtolaitteiden yhteismelua — mutta ei muiden urakoitsijoiden toimittamien laitteiden mahdollisesti aiheuttamaa lisämelua (jos rakennuskohteen kaikki laitteet toimivat samanaikaisesti). Kaikkien laitteiden toimiessa yhtä aikaa äänitaso muodostuu laitteiden yhteisen äänitehon mukaan. Mittaukset tehdään ihmisten oleskelualueilla. Mittaukset suoritetaan huonetilojen ollessa siten kalustettuja kuin rakennuksen luovutustarkastus edellyttää.

Urakoitsijan tulee valita ne laitteensa, joiden osalta sillä on valintamahdollisuus, siten että äänitasovaatimus ei ylitä. Tarvittaessa urakoitsijan tulee omalla kustannuksellaan asentaa lisävaimentimet taikka tehdä eristys- tai vaimennusrakenteet melun vähentämiseksi vaaditulle tasolle.

3 URAKOITSIJAN SUUNNITELMAT

Urakoitsijan tulee toimittaa laatimansa suunnitelmat ja asennuspiirustukset hyvissä ajoin ennen työhön ryhtymistä akustiikkasuunnittelijan hyväksyttäviksi. Suunnitelmissa tulee esittää melua aiheuttavien laitteiden asennustapa, tärinäeristimien mitoitus sekä siihen vaikuttavat tekijät, kuten massa, kierrosluku ja epäkeskovoimien suuruus.

- äänenvaimentimien mitoitus ja rakenne (mukana 63 Hz oktaavikaista)

- selvitys joustavista putkiosista ja niiden kiinnityksestä
- koneiden melukoteloiden rakenne, asennustapa ja mahdollinen jäähdytystapa.

Koska osa käytetyistä työtavoista ja rakenteista saattaa olla urakoitsijalle outoja, tulee kaikista epäselvistä kohdista neuvotella akustiikkasuunnittelijan kanssa. Tarvittaessa suunnittelija avustaa myös eristimien mitoituksessa.

4 MITOITUSPERUSTEET

Kaikki rakennuksen koneet ja laitteet, joissa on pyöriviä, jaksoittain toimivia tai muuten runkoääntä tai tärinää aiheuttavia osia, tulee asentaa oikein mitoitettujen tärinäeristimien varaan — lukuun ottamatta pienitehoisia lämpöjohtojen kiertopumppuja, jotka ovat putken kannattamia (esim. pienten ilmastointikoneiden yhteydessä olevat pumput).

Erityisesti huomautetaan, että tärinäeristimille asennettujen koneiden ja rakennusrungon välillä ei saa olla mitään jäykkää yhteyttä. Vaatimus koskee myös putkistoja ja sähköputkituksia.

4.1 TÄRINÄERISTYS

Tärinäeristiminä käytetään tunnettuja ja mitattuja kumi-, muovi- tai teräsousia. Eristimet on mitoitettava siten, että saavutetaan riittävä runkoääni- ja tärinäeristys. Tärinäeristimien varassa oleva massa muodostaa värähtelijän (ns. yhden massan värähtelyjärjestelmä), jolla on ominais- eli resonanssitaajuus f_0 . Koneen alimman häiriötaajuuden f ja ominaistajuuden f_0 suhteen f/f_0 tulee olla vähintään 2,5. Kuitenkin f_0 saa olla enintään 8 Hz. Erikoistapauksissa voidaan akustiikkasuunnittelijan suostumuksella käyttää muunlaista mitoitusta.

Tärinäeristimien tulee olla luotettavan valmistajan tuotteita ja materiaalin nimenomaan tärinäeristykseen soveltuvaa. Teräsousina voidaan käyttää esimerkiksi Christian Berner Oy:n ISOTOP-teräsousia tai Temet Oy:n tärinäeristimiä. Kumijousina käytetään esimerkiksi Teknikum Oy:n tärinäeristimiä tai Oy Lining Ab:n Linatex-eristimiä.

Tärinäeristimien mitoituksessa tulee lisäksi ottaa huomioon mahdollisen joustavan alusrakenteen vaikutus. Ominaistaajuus f_0 on silloin yleensä sijoitettava alustan resonanssitaajuuden alapuolelle. Näissä kohdissa asennus yleensä suoritetaan ilman betonialustaa.

Tärinäeristimille sijoitettujen koneiden putket ja sähköjohdot kytketään koneisiin joustavilla välisosilla, jotka valmiina rakenteena muodostavat vapaasti riippuvan silmukan. Paksuissa putkissa saadaan käyttää suoria noin 200 mm pituisia joustavia liitoskappaleita, joita voimakkaasti tärisevissä koneissa tulee olla kaksi peräkkäin siten, että ne muodostavat keskenään suoran kulman. Kaksi peräkkäin olevaa suoraa liittintä voidaan korvata myös kulmaliittimellä. Voimakkaasti tärisevissä koneissa tulee putkien joustoliittimien välisosaan tarvittaessa lisätä tärinäeristimille sijoitettu lisämassa, ellei tärinän siirtymistä muuten voida estää. Putkien joustavat liittimet tulee valita siten, että ne vastaavat viereistä putkiverkostoa kokoon sekä paineen, lämpötilan ja kemialliseen kestävyYTEEN nähden.

Metalliletkujen tulee olla päällyspunoksella varustettuja, esim. Kailatec Oy:n tai Dunlop Hiflex Oy:n kokometalliletku teräskudsvahvikkeella. Joustavat putkiliittimet on asennettava siten, ettei niihin muodostu vetojännitystä. Asennuspiirustuksissa on esitettävä, miten putken akselin suuntaiset voimat hallitaan.

Jos pumppujen tai kompressorien putkissa esiintyy sykkivä virtaus, joka siirtää tärinän joustavista liittimistä huolimatta, putket varustetaan äänenvaimentimilla (reaktiivinen vaimennin).

4.1.1 Puhaltimet

Puhaltimien tärinäeristys toteutetaan edellä esitettyjen periaatteiden mukaan. Mitoitus tehdään puhaltimen tai moottorin alimmalla kierrosluvulla. Koteloiduissa koneissa tärinäeristys sijoitetaan tavallisesti kotelon sisälle koneikon ja kotelon väliin. Muissa tapauksissa tärinäeristys on puhaltimen ja tukirakenteen välissä.

Puhaltimen tukirakenteen tulee olla erittäin jäykkä joka suuntaan. Jos mahdollista, tuenta tulee tehdä teräsrakenteisena lattiasta tai, jos kone on seinällä, tulee tukipisteissä olla vinotuet seinälle. Lisäksi vaakasuuntainen liike on estettävä vinotuilla.

Jos puhaltimeen kiinnitetään kiinteästi äänenvaimentimia, tulee tärinäeristystä mitoitet-
taessa niiden paino ottaa huomioon puhaltimen painon lisäksi. Tukipisteitä tulee olla
riittävästi, jotta puhallin + vaimennin -rakenne ei taivu.

Puhaltimet erotetaan muusta rakenteesta käyttämällä kanaviin liityttäessä muovitettuja
kangasliittimiä. Aksiaalipuhaltimissa tulee käyttää kuitenkin riittävän lujia muovi- tai
kumiliittimiä, jotka on asennettava siten, että imupuolella ei tapahdu liittimien sisään-
painumista.

4.1.2 Pumput

Pumppujen tärinäeristys mitoitetaan edellä esitettyjen periaatteiden mukaan pumpun
tai moottorin alimman kierrosluvun perusteella. Pumput asennetaan yleensä betonisen
apumassan päälle ja tärinäeristimet tulevat betonimassan alle. Betonisen alustan tulee
olla täysin kuivunut ja riittävästi raudoitettu, jotta se ei lähde taipumaan painon ja tärinän
vaikutuksesta.

Pumppu eristetään putkistosta pumpun molemmille puolille asennettavilla joustavilla
putkenosilla (esim. pallotasaimet). Joustavat putkenosat tulee valita niin, että ne kestä-
vät samat kuormitukset kuin putkisto muutenkin.

Mitoituksessa on otettava huomioon putkistoissa vaikuttava paine. Mitoittaminen on
yksinkertaisinta, kun pumpun putkiliitännät ovat vaakasuorassa ja pumpun vastakkaisil-
la puolilla ja kun pallotasaimet liitetään näihin pisteisiin ilman mutkia. Suurilla pumpuilla
tulee ottaa huomioon vaakavoimat ja tarvittaessa tukea rakenne vaakasuunnassa tärinä-
eristimillä.

Pumppujen on käytävä toiminta-alueellaan, jotta putkistoon ei aiheudu kavitaatiomelua.

4.1.3 Jäähdytyslaitteet

Jäähdytyslaitteiden tärinäeristimet mitoitetaan edellä esitettyjen periaatteiden mukaan.
Kompressorikoneikot tulee mitoittaa ottaen huomioon mahdollinen kahden massan
värähtelyjärjestelmä (kaksi jousitettua massaa päällekkäin).

Jos vedenjäähdytyskoneet ovat glykolilauhdutteisia, tulee putkistoihin asentaa pallotasaimet (vähintään yksipalloiset) eristämään putkistoa kompressorikoneikosta.

Jos freonikierto kulkee kompressorilta ulkona oleville lauhduttimille, tulee kuuma-kaasuputkisto tärinäeristää linjasta suurella betonisella tärinäeristetyllä apumassalla ja joustavilla putkenosilla sekä reaktiivisella äänenvaimentimella tai putkisto tulee koko matkaltaan tärinäeristää kaikista muista laitteista ja pinnoista (tähän eivät riitä ns. tärinäeristetyt kannakkeet, joissa on noin 1 mm kumi välissä) sekä asentaa lauhdutin tärinäeristimille. Kummassakin tapauksessa tulee tehdä yksityiskohtaiset suunnitelmat tärinäeristyksen hoitamiseksi ja ne tulee hyväksyttää suunnittelijalla.

Kompressorikoneikkojen yhteydessä tulee huolehtia, että mitään kiinteää yhteyttä ei ole koneikosta rakennuksen runkoon. Putket irrotetaan joustavilla putkenosilla (esim. pallotasaimet) ja sähköjohdot tuodaan vapaasti riippuvina lenkkeinä.

4.2 LAITTEIDEN VALINTA

Laittevalinnassa on kiinnitettävä huomiota niiden akustisiin ominaisuuksiin. Laitteiden tulee olla tukevia ja kaikkien peltirakenteiden lujasti jäykistettyjä. Laakerit on sovitettava huolellisesti. Koneistettavien ja hiottavien vierintäpintojen tulee olla virheetömiä. Niiden suojaamiseen työmaalla on kiinnitettävä erityistä huomiota. Kaikki pyörivät osat on tasapainotettava, ja puhaltimien siipipyörät tasapainotetaan dynaamisesti.

Ennen laitteiden lopullista hyväksymistä ja viimeistään suunnitelmien hyväksymisvaiheessa tulee urakoitsijan antaa luotettavat tiedot toimittamiensa laitteiden akustisista ominaisuuksista (äänitehotasot, vaimennusominaisuudet jne.).

4.2.1 Puhaltimet

Ilmanvaihtopuhaltimet on valittava siten, että ne toimivat lähellä suurinta hyötysuhdetta. Puhallinta ei saa korvata erityyppisellä puhaltimella (esim. keskipakoispuhallinta aksiaalipuhaltimella) ilman rakennuttajan ja akustiikkasuunnittelijan lupaa. Jos puhallintyyppi muutetaan urakoitsijan pyynnöstä, tulee hänen samalla kustantaa mahdolliset äänenvaimentimen muutokset.

4.2.2 Tulo- ja poistoilmaventtiilit

Venttiilit on mitoitettava siten, että ilman nopeus ja paine-ero niissä pysyvät riittävän pieninä. Laitteina on käytettävä piirustuksissa ja työselostuksessa nimettyjä laitteita. Jos urakoitsija haluaa käyttää muita laitteita ja työselostus antaa siihen mahdollisuuden, tulee laitteille saada myös akustiikkasuunnittelijan hyväksyminen. Laitteista tulee toimittaa niiden akustiset tiedot (äänitaso, omavaimennus, jne.).

4.2.3 Säätolaitteet

Venttiilien aiheuttama melu muuttuu hyvin nopeasti paine-eron muuttuessa. Kartioventtiilejä lukuun ottamatta voidaan säätöä toteuttaa vain hyvin rajoitetusti venttiilien avulla. Säätoelimet tulee valita siten, että niiden äänitaso on riittävän alhainen. Pieniä paine-eroja voidaan tehdä tavallisilla kanavasäätöpelleillä, esim. CRPc (Swegon). Yleensä on kuitenkin käytettävä iiris-tyyppistä säätölaitetta, esim. Iris (Fläktwoods) tai PRA (Halton).

Säätolaitteina tulee käyttää piirustuksissa esitettyjä säätölaitteita. Jos säätimet muutetaan toisentyyppisiksi ja ne aiheuttavat enemmän ääntä, tulee urakoitsijan kustannuksellaan asentaa riittävän tehokkaat äänenvaimentimet.

Ilmamääräsäätöisen järjestelmän säätölaitteet on valittava siten, että niitä voidaan käyttää mahdollisimman pienellä painehäviöllä. Urakoitsijan tulee valita säätimeen sopiva äänenvaimennin, joka on mitoitettava tilan äänitasovaatimuksen mukaan. Tarvittaessa säädin on ympäröitävä riittävästi ääntä eristävällä rakenteella (esim. mineraalivilla + raskasmuovimatto + pelti).

4.2.4 Äänenvaimentimet

Äänenvaimentimina käytetään vaimennettuja kanavia, vaimennettuja mutkia, lamellivaimentimia ja sylinterivaimentimia. Vaimennetussa kanavassa kaikki pinnat on sisäpuolelta verhottu vaimennusverhouksella.

Vaimennettu mutka on kanavan mutka (vähintään 90 astetta), jonka kaikki pinnat on verhottu sisäpuolelta vaimennusverhouksella kanavan suuremman sivumitan (tai halkaisijan) etäisyydelle sisäkulmasta molempiin suuntiin.

Vaimentimien tulee olla tehdasvalmisteisia. Valmistaja ja tyyppi on hyväksyttävä akustiikkasuunnittelijalla viimeistään konehuoneiden asennuspiirustusten hyväksymisen yhteydessä.

Vaimennusverhouksena käytetään mineraalivillaa (esim. Paroc InVent) tai muovipohjaista eristettä (esim. Dacron tai Ewona), joka peitetään tiheään rei'itetyllä sinkityllä teräslevyllä. Reikäpinta-alan tulee olla vähintään 15 % levyn alasta ja reikäjaon enintään 10 mm. Rei'itetty levy on tuettava kanavan ulkokuoreen esimerkiksi sinkityin Z-listoin. Saumat tehdään tiiviiksi. Vaimennukset on mitoitettu siten, että koneääni on riittävästi vaimennettu edellyttäen, että niiden äänitehotasot eivät ylitä erillisessä luettelossa annettuja arvoja. Jos urakoitsijan toimittaman laitteen äänitehotaso on suurempi, tulee urakoitsijan toimittaa vastaavasti tehokkaammat vaimentimet.

Lamellivaimentimet on päästävä tarkistamaan, joten niiden yhteyteen tehdään huolto-luukku. Ellei piirustuksissa toisin vaadita, valitaan mineraalivillan paksuus seuraavasti:

kanavan pienempi sivumitta tai mineraalivillan

pyöreän mm	kanavan	halkaisija, mm	paksuus, mm
£	250		30
£	500		50
>	500		70
Vaimennuskammioissa			100

4.2.5 Kanavien muut osat

Kanavien muut osat, varsinkin äänenvaimentimien ja melulle arkojen tilojen välillä, on rakennettava ja tuettava siten, etteivät ne ilmavirran vaikutuksesta joudu voimakkaaseen värähdysliikkeeseen ja siten aiheuta ääntä. Kanaviin ei saa tehdä teräviä mutkia eikä niissä saa olla teräviä ja irrallisia levyn reunoja. Kanaviin liittyvät luukut, palopellit

ja säätöpellit on tehtävä riittävän tukevasta materiaalista sekä muotoiltava joustaviksi ja pinnoiltaan sileiksi. Kanavien poikkipinta-alaa ei saa pienentää eikä siten lisätä ilman nopeutta kanavassa.

Poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoisten kanavien mutkiin on tehtävä ohjauslevyt, jos kanavan suurempi sivumitta on > 300 mm. Ohjauslevyjen välin tulee olla enintään 250 mm. Äänenvaimennetuissa mutkissa ohjauslevyjen tulee olla rei'itettyjä.

5 LÄVISTYKSET

Katso "AKUKON 151194-100 Akustinen työselostus - RAK".

6 KOTELOINNIT

Ääneneristyksen takia joudutaan eräisiin paikkoihin asentamaan koteloiteja. Koteloinnit näkyvät. Koteloinnit voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla:

Kanava koteloidaan siitä irti olevalla ilmatiiviillä kotelolla suunnitelmien mukaan (esim. 1–4 kipsilevyä). Kotelon runkoon tai kanavan pintaan asennetaan 50–100 mm mineraalivilla tms. huokoinen absorptiomateriaali kuten polyesterikuitu (esim. Ewona). Kotelo kuuluu yleensä rakennusurakkaan.

Kanavan ympärille asennetaan suunnitelmien mukaan esim. 100 mm mineraalivilla tms., jonka päälle asennetaan raskasmuovimatto (massa yli 7 kg/m², yleensä kaksinkertainen 3,5 kg/m²) ja pellitys. Kotelo kuuluu yleensä ilmanvaihtourakkaan.

7 VIEMÄRIT

Viemäreiden sijoittelussa tulee huomioida äänihaitat muihin tiloihin. Viemärit ja sadevesiviemärit tulee koteloida, mikäli tila ei ole käytöltään ns. toisarvoinen tila (varasto, käytävä, wc-tila tms.), tai sijoittaa tiloihin, jossa äänihaittaa ei aiheudu.

Jätevesiviemäreissä, joissa kulkee muutakin jätettä kuin hulevettä, on erityisesti huomioitava pitkän pystyvedon (enemmän kuin yhden kerroksen viemäröinnit) vaakasiirtymät. Jo 50 mm vaakasuora tai diagonaalinen osuus aiheuttaa äänihaittoja. Näihin

kohtiin tulee asentaa massavaimentimet. Mikäli putket keräävät vain yhden kerroksen viemäroinnit, kotelointi voidaan toteuttaa raskaalla mineraalivillalla ja kipsikoteloinnilla (kaksin- tai kolminkertainen levytys). On tärkeää huomioida, että kotelon runko ei koske viemäreihin.

Useampien kerrosten vaakakulmaan tulee laittaa betoninen tai muu raskas kotelointi. Tämä tulee toteuttaa myös silloin, kun vaakamutka on alapohjassa tai kellarissa.

Keittiöiden rst-rakenteiset viemärit ja erityisesti rasvanerotuskaivot ovat äänieristävyydeltään huonoja. Erityisesti silloin, kun välipohjarakennetta joudutaan roilotta-maan esim. rasvanerotuskaivon takia, on suunniteltava ratkaisut äänihaittojen minimoimiseksi.

Viemärihormeissa tulee huomioida hormin materiaali ja sijoitus. Betonihormi on hiljaisin, mutta myös betonista hormia käytettäessä viemäreiden kannakoinnit ja tuennat tulee tehdä välipohjasta, ei hormin seinämästä. Hormin seinään kannakoitu viemäri aiheuttaa äänihaittaa niihin tiloihin, joissa hormi on.

8 SÄÄTÖ- JA MITTAUSPÖYTÄKIRJAT

Ennen luovutustarkastusta ilmanvaihtolaitos on säädettävä siten, että ilmamäärät ovat oikeat. Säädön varmistuttua mitataan tilojen äänitasot ja luovutetaan mittauspöytäkirja luovutustarkastuksen yhteydessä.

Ilmanvaihtolaitos säädetään siten että, kun meno- ja tuloventtiilit ovat valmistajan ohjeiden mukaisessa asennossa ja säätöelimet ovat laskettuja paine-eroja vastaavassa asennossa, riittävä ilmamäärä todetaan mitoittavassa (tavallisimmin etäisimmässä) venttiilissä, sen ollessa täysin auki. Tämän jälkeen tarkistetaan muiden venttiilien suhteellinen ilmamäärä sekä hihnapyörien, siipikulmien ja säätöpeltien avulla oikea kokonaisilmamäärä. Viimeksi tarkistetaan vielä laitekohtaisesti oikeat ilmamäärät.

Jos säätöelinten yhteyteen järjestetään ilmamäärän mittaus, tulee säätöelinten molemmilla puolilla olla valmistajan edellyttämä matka suoraa kanavaa. Urakoitsijan on muutenkin suunniteltava mittaukset ja mittauspaikat siten, että saadut tulokset ovat

luotettavia. Suunnittelijat tulevat tarkastamaan pistokokein sekä ilmamäärän että akustisen säädön.

Säädön yhteydessä tehdään mittauspöytäkirja, jossa tulee esiintyä:

- tilaan suunniteltu ja mitattu ilmamäärä tarvittaessa kanavahaaroittain eriteltyinä
- äänitaso
- päätelaitteen säätöasento ja mitattu paine-ero
- välittömästi tilojen kanaviin liittyvien säätölaitteiden tyyppi, koko ja asetus;
- muut mahdolliset säädön arviointiin tarvittavat tiedot.

Mittauspöytäkirjan yhteyteen liitetään ilmanvaihtolaitoksen pohjapiirustussarja, johon on merkitty:

- säätöpeltien paikat, niiden tyyppi ja säätöasento
- ilmamäärän mittauspaikat
- mittaustapa
- mittalaitteen tyyppi ja tulokset (ilmamäärä, nopeus ja paine-ero)