



Akustiikkatilojen rakentamisen työvaihetarkistusten kehittämi- nen

Mika Mäkinen

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2020

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

MÄKINEN, MIKA:

Akustiikkatilojen rakentamisen työvaihetarkistusten kehittäminen

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Helmikuu 2020

Akustiikalla on merkittävä rooli rakentamisessa. Huonon äänieristyksen vaikutukset voivat aiheuttaa monenlaisia harmeja tilojen käyttäjille. Tässä työssä on esimerkkinä käytetty Helsingissä rakenteilla olevaa musiikin opetukseen tarkoitettua kohdetta, jonka äänieristysvaatimukset ovat tavanomaiseen rakennukseen verrattuna huomattavasti vaativammat. Rakennukseen tulee kymmeniä musiikin opettamiseen tarkoitettuja tiloja, jotka vaativat paljon akustiikalta ja ääneneristyksestä. Tilojen rakentaminen vaatii erityistä tarkkuutta ja huolellisuutta, koska kaikkien akustisten tilojen pitää olla täysin ilmatiiviitä. Työnvaiheiden tarkastusten on oltava aukottomia ja mahdollisimman helposti toteutettavia, jotta rakentamisen lopputuloksen laatu vastaa akustisia vaatimuksia eikä yksikään mahdollinen virhe jää huomaamatta. Jälkikäteen ilmavutojen löytäminen on todella vaikeaa ja kallista.

Opinnäytetyössä käsitellään perustietoja akustiikasta ja äänen siirtymisestä erilaisten rakenteiden läpi. Työssä esitellään erilaisia akustisia rakennetyyppejä sekä kerrotaan akustiikan merkityksestä osana rakennushanketta. Työssä karotetaan rakentamisvaiheen riskitekijöitä ja kehitetään työvaihetarkastusten tekemistä laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyön tekijä toimii työnjohdollisissa tehtävissä esimerkikohteessa. Kohteen sisätyövaiheet eivät olleet vielä alkaneet tätä opinnäytetyötä tehtäessä. Tämän vuoksi opinnäytetyön antamat kehitysehdotukset, suunnitelmiin perehtyminen ja mahdollisten riskitekijöiden kartoitus palvelevat itse rakentamisvaihetta. Tämä avulla työjohto selviää paremmin tulevissa työvaihetarkastusten tekemisessä sekä työntekijöiden opastamisessa.

Asiasanat: akustiikka, congrid, äänieristys, tarkistus, laatu

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

MÄKINEN MIKA:
Development of Work Stage Reviews for Acoustic Construction Work

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 5 pages
February 2020

Today acoustic solutions have a significant role in construction. Problems of sound barrier insulations causes many harms to users of the building. An example item of this thesis has been used a building which is under construction. It has many ways more challenging sound insulation structures than a conventional building. There will be build more than ten different classrooms for music education. To build these rooms with required quality demands diligence and precision from the builders. It is also important to create authentication methods for the operations that are easy to execute in practice.

This thesis offers basic information about acoustic, sound insulation and behavior of sound in structures. This thesis presents some different examples of the acoustic structure details and the role of acoustics in construction project. The issue was to map the risks under the construction phase and to develop the operation checking.

The author of this thesis works as a construction supervisor in this example construction item. Acoustic structures had not been started when this thesis was written. Therefore, the development proposals of this thesis, getting to know the plans of the acoustic structures and survey the elements of the risks can help to build required quality. This will help the construction supervisors to do their work stage reviews more easily and better quality.

Key words: acoustics, congrid, sound insulation, check, quality

SISÄLLYS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | AKUSTIIKKA JA ÄÄNIERISTYS | 7 |
| | 2.1 Mitä on ääni?..... | 7 |
| | 2.2 Akustiikka..... | 8 |
| | 2.3 Äänieristys | 9 |
| | 2.4 Ilmanääneneristävyys R_w ja R'_w | 9 |
| | 2.5 Äänen siirtyminen rakenteissa | 10 |
| 3 | AKUSTIIKKA RAKENNUSHANKKEEN OSANA..... | 12 |
| | 3.1 Akustinen suunnittelu rakennushankkeessa | 12 |
| | 3.2 Hankesuunnittelu | 13 |
| | 3.3 Luonnossuunnittelu | 13 |
| | 3.4 Toteutussuunnittelu..... | 14 |
| | 3.5 Rakentaminen ja käyttöönotto..... | 15 |
| | 3.6 Käytössä todetut ääniolosuhteiden puutteet | 16 |
| 4 | RAKENNETYYPIIT JA NIIDEN AKUSTISET VAATIMUKSET..... | 17 |
| | 4.1 Kootut akustiset vaatimukset | 17 |
| | 4.2 Väliseinät | 19 |
| | 4.3 Lattiat | 25 |
| | 4.4 Alakatot..... | 26 |
| | 4.5 Ovet ja ikkunat | 27 |
| | 4.6 Läpiviennit..... | 28 |
| 5 | LAADUN TARKASTUSMENETELMÄT JA NIIDEN KEHITTÄMINEN. 30 | |
| | 5.1 Ennen työn aloitusta..... | 30 |
| | 5.2 Työvaiheiden työaikainen valvonta | 30 |
| | 5.3 Työvaiheiden tarkistukset..... | 31 |
| | 5.4 Dokumentointi | 33 |
| | 5.5 Congrid-ohjelmisto | 33 |
| | 5.6 Aluejako Congridissa | 34 |
| | 5.7 Laadunvarmistusmatriisit Congridissa..... | 36 |
| 6 | POHDINTA | 38 |
| | LÄHTEET | 40 |
| | LIITTEET | 42 |
| | Liite 1. Congrid. Aluejako luonti Excel tiedostosta. | 42 |
| | Liite 2. Muokattu Congrid aluejakomalli | 44 |
| | Liite 3. Muokattu Congrid väliseinätyövaiheen tarkistusmatriisi | 46 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|--------------------|---|
| Congrid-ohjelmisto | Rakennustuotannon dokumentoinnin sähköinen työkalu. |
| LVIS | Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö |
| Hz | Hertsi, taajuuden yksikkö. |
| Pa | Pascal, äänenpaineen yksikkö. |
| dB | Desibeli, äänenvoimakkuuden yksikkö. |
| R_w | Ilmaääneneristysluku, yksittäisen laboratoriossa mitattu |
| R'_w | Ilmaääneneristysluku, rakennuksessa mittaamalla saatu luku, jolla kuvataan kahden tilan välistä ilmaääneneristystä. |

1 JOHDANTO

Helsinkiin on rakenteilla musiikin oppilaitos, johon tulee useita ja keskenään erilaisia musiikin opetuskäyttöön tarkoitettuja tiloja. Näillä tiloilla on vaativat akustiset vaatimukset ja onnistunut lopputulos vaatii suunnittelijoilta, työnohtajilta sekä itse työn tekeviltä rakennusmiehiltä paljon ammattitaitoa ja tarkkuutta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia akustiikkatilojen suunnitelmien rakenteellisia vaatimuksia sekä huomioida mahdollisia riskitekijöitä, jotka voivat vaikuttaa rakennettavien tilojen akustisiin ongelmiin. Lisäksi työssä kerrotaan akustiikan ja äänieristyksen perusteista sekä mietitään kehitysmahdollisuuksia laadun tarkastuksen parantamiseen ja virheiden ennalta ehkäisemiseen.

Rakennusalan laadulliset ongelmat johtuvat usein samankaltaisista syistä riippumatta millaisia rakenteita ollaan tekemässä. Tämän opinnäytetyön ongelman ratkaisuja voidaan käyttää myös muihin kuin akustisiin rakenteisiin, vaikka tässä työssä keskitytäänkin pääasiallisesti akustiikkatiloihin detaljitasolla. Työssä on esitelty muutamia esimerkkikohteen rakennedetaljeja antamaan lukijalle kuvaa, kuinka erilaisia ne ovat tavanomaisiin väliseiniin verrattuna. Lisäksi osa ohjeista on suoraan tarkoitettu esimerkkikohteen käyttöön.

Esimerkkikohteessa tarkistuksiin on käytössä Congrid-ohjelmisto. Opinnäytetyössä esille tulevien kehittämis ehdotusten päivittäminen ohjelmistoon on rajattu opinnäytetyöprosessin ulkopuolelle. Toteuttamiskelpoiset kehittämis ehdotukset päivitetään ohjelmistoon ylläpitäjän toimesta.

2 AKUSTIIKKA JA ÄÄNIERISTYS

2.1 Mitä on ääni?

Ääni on väliaineessa tapahtuvaa aaltoliikettä, joka havaitaan kuuloaistimuksena (Lahti 1995, 6). Kuuloaistimus syntyy, kun ilmanpaineen vaihtelu saa korvan rum-pukalvon värähtelemään. Jos värähtely on tiheää, ääni koetaan korkeaksi ja pie-nitaajuiset värähtelyt koetaan matalina ääninä. Ihminen voi kuulla noin taajuuk-sien 20 Hz:n ja 20000 Hz:n välillä olevia ääniä. Ihmisen kuuloaisti ei ole kuiten-kaan yhtä herkkä koko taajuusalueella. Herkimmillään se on taajuusalueella 2000-5000 Hz. (RIL 243-1-2007 2007, 35.)

Ääni tarvitsee edetäkseen väliaineen. Tyhjiössä ääni ei voi edetä. Ilmassa etene-västä äänestä käytetään nimitystä ilmaääni. Sitä aiheuttavat esimerkiksi puhe, musiikki ja rakennuksen LVIS-laitteet. Äänen etenemisen väliaineena voi olla myös kiinteä aine, kuten rakennuksen runkorakenteet. Ilmaääni saa ympäristön rakenteet värähtelemään, jolloin ääni etenee rakennuksen rungossa erityisesti taivutusaaltona. Taivutusaallossa rakenteeseen syntyy taipumia äänen ete-nemissuuntaan kohtisuorassa suunnassa. Rakenteissa etenevä ääni on runko-ääntä. (Kylliäinen 2011, 13.)

Ääniaistimus muuttuu kipuaistimukseksi, kun äänenpaine on noin 20 Pa. Koska äänenpaineet ovat lukuarvoina hyvin pieni, niiden käyttö suunnittelutyössä on hankalaa. Siksi tarkasteltavaa äänenpainetta verrataan kuulokynnykseen ja täl-löin voimakkuutta voidaan kuvata äänenpainetasolla. Äänenpainetason määritel-män mukaan pienin kuultavissa oleva äänenpainetaso on 0 dB ja kipukynnyksen 120dB. (RIL 243-1-2007 2007, 36.) Taulukossa 1 on esitetty erilaisten tilojen tai äänilähteiden äänenpainetasoja.

Taulukko 1. Erialaisten äänilähteiden äänenpainetasoja (Kylliäinen 2011, 14.)

| Äänenpainetaso L_p | Tila tai äänilähde |
|----------------------|--|
| 20 dB | Äänitysstudio |
| 25 dB | Hiljainen asuinhuoneisto |
| 30 dB | Kuiskaus |
| 40 dB | Toimistotyöympäristö |
| 60 dB | Normaali puheääni |
| 70 dB | Voimakas puheääni |
| 80 dB | Hetkellinen melu vilkkaan kadun vieressä |
| 100 dB | Piikkaus |
| 120 dB | Kipukynnys |
| 140 dB | Suihkumoottori |

2.2 Akustiikka

Akustiikalla tarkoitetaan kaikkia äänen ominaisuuksia jossakin tietyssä tilassa. Akustiikan sopivuus on riippuvainen käyttötarkoituksesta ja sen vaatimukset vaihtelevat tilan mukaan. Huoneakustiset tilat voidaan karkeasti jakaa musiikkihuoneisiin, puheelle tarkoitettuihin tiloihin, yleistä meluntorjuntaa vaativiin huoneisiin ja studio-/kuunteluhuoneisiin. Hyvän akustiikan perussääntönä on saada ylimääräinen melu poistettua tilasta. Optimaalisessa tilanteessa melutaso on alhainen ja jälkikaiunta-aika on kohdallaan. (Gyproc 2019.) Jälkikaiunta-aika kuvaa, kuinka nopeasti äänilähteen tilaan synnyttämä äänenpainetaso laskee, kun äänilähde on sammutettu (RIL 243-1-2007 2007, 50). Jälkikaiunta-aikaa voidaan hallita tilaa vaimentamalla. Tätä kutsutaan äänen absorptioksi ja se vaimentaa huonetilan sisällä syntyvää ääntä. Absorptio on lähinnä pintamateriaalien ominaisuus. Ääneneristys estää äänen kuulumista toiseen tilaan ja eristys on tiiviiden rakenteiden ominaisuus. (RIL 243-1-2007 2007, 46.)

2.3 Äänieristys

Äänieristyksellä tarkoitetaan äänen siirtymisen estämistä. Ääneneristys jaetaan ilmaääneneristävyyteen ja askelääneneristävyyteen. Ilmaääneneristävyydessä pyritään siihen, että rakenteet vähentävät niihin kohdistuvaa äänenpainetta. Mitä enemmän rakenteet sitä vähentävät, sitä enemmän ne eristävät ääntä. (Gyproc 2019.)

Askeläänieristävyydellä pyritään vähentämään rakenteissa kulkeutuvaa ääntä. Tiloissa kuten teatterit, studiot, äänitarkkaamot ja koulujen musiikkiluokat käytetään kelluvia lattioita riittävän askeläänieristyksen saavuttamiseksi. Kelluvat lattiat parantavat myös ilmaääneneristystä, sitä enemmän mitä raskaampi kelluva rakenne on. (Kylliäinen 2011, 61.)

2.4 Ilmaääneneristävyys R_w ja R'_w

Ilmaääneneristävyys tarkoittaa sitä, kuinka paljon ilman kautta kulkeva ääni vaimenee siirryttäessä erottavan rakenteen läpi tilasta toiseen. Se ei ole sama kaikilla taajuuksilla, vaan vaihtelee riippuen mm. materiaaliominaisuuksista ja rakennekerroksista. Yleisesti ottaen matalat äänet läpäisevät rakenteita korkeataajuisia ääniä paremmin. (Helimäki 2017, 3.)

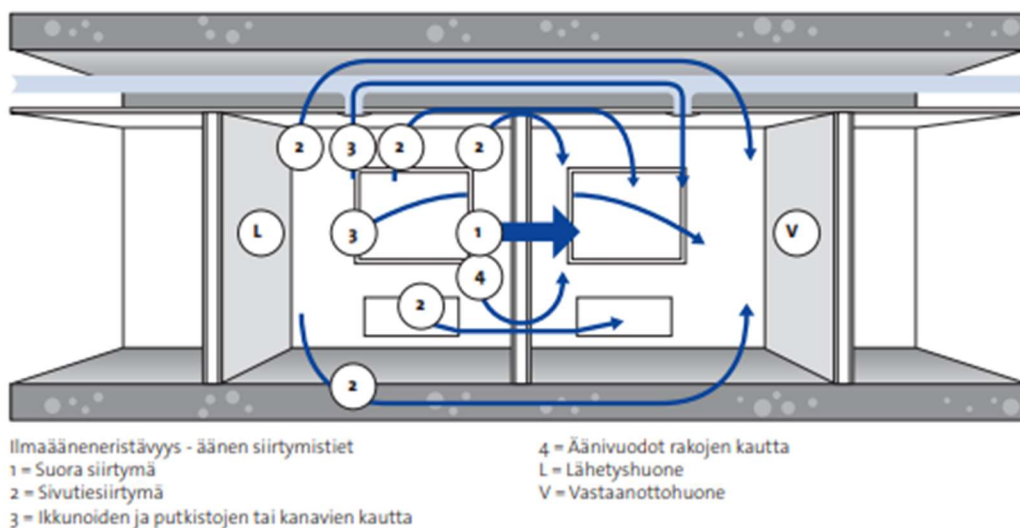
Ilmaääneneristävyys mitataan taajuuskaistoittain ja mittauksen kohteena on erottava rakenne (R'_w) tai yksittäinen rakenneseosa (R_w). Mitä suurempi desibeleinä ilmaistava ilmaääneneristysluku on, sitä parempi on kohteen ilmaääneneristävyys. Rakennuksessa mitattu R'_w on lähes aina alhaisempi, kuin laboratoriossa mitattu R_w . Tavallisesti tämä ero on 3-10 dB. Tämä johtuu siitä, että valmiissa rakennuksessa äänelle on tilojen välillä useita reittejä kuten sivuavat rakenteet, IV-kanavistot ja putkistojen läpiviennit. (Helimäki 2017, 3.)

Kenttämittauksissa rakennuksissa käytetään R'_w ilmaääneneristyslukua. Samoin myös määräykset ja suositukset annetaan sillä. Rakennuksen ääneneristävyys kertoo huoneiden välisen ääneneristävyyden, mutta ei sitä, mitä rakennetta tai

reittiä pitkin ääni kulkee tilasta toiseen. Lisäksi rakennusosissa voi olla asennus- ja/tai tuotevirheestä aiheutuvia vuotoja. (RIL 243-1-2007 2007, 63-64.)

2.5 Äänen siirtyminen rakenteissa

Äänet voivat siirtyä suoraan rakenteen läpi. Tähän voidaan vaikuttaa valitsemalla tilaan sopiva rakenne ja materiaalit. Toinen reitti on jo aiemmin mainitut sivutiesiirtymät. Näitä voidaan hallinta huolellisella suunnittelulla. Ääni voi siirtyä myös ikkunoiden, putkistojen tai kanavien kautta tilasta toiseen. Neljäs vaihtoehto on äänivuodot rakojen kautta (kuvio 1).

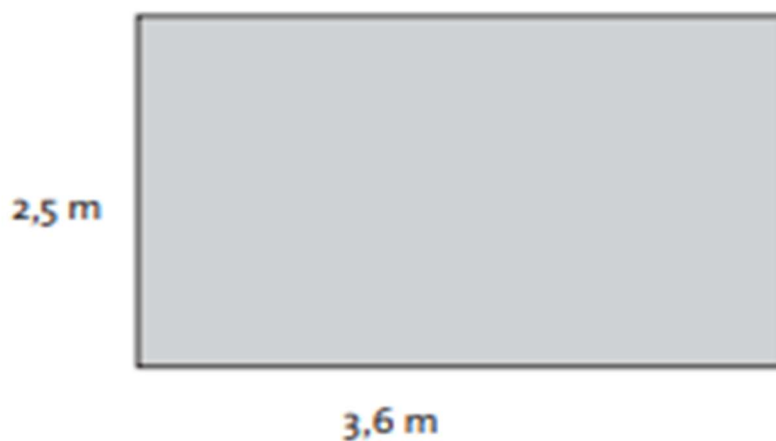


Kuvio 1. Äänen siirtymistiet (Saint-Gobain 2018, 18.)

Eri rakenteiden liittymissä on äänivuotojen estäminen rakojen kautta erittäin tärkeää ja tämän varmistamiseksi tulee liittymien olla ilmatiiviitä. Jo pienet raot huonontavat ääneneristystä merkittävästi (kuvio 2).

Pinta-alaltaan 2,5 m x 3,6 m ja ääneneristävyydeltään $D_{nT,w}$ 60 dB seinän eristävyys huononee seuraavasti, kun seinän kaikilla reunoilla on rako:

| Rako (mm) | Eristävyyden aleneminen $D_{nT,w}$ (dB) |
|-----------|---|
| 0,1 | 9 |
| 0,5 | 22 |
| 1 | 29 |



Kuvio 2. Rakojen vaikutus eristävyyden alenemiseen (Saint-Gobain 2018, 70.)

3 AKUSTIIKKA RAKENNUSHANKKEEN OSANA

3.1 Akustinen suunnittelu rakennushankkeessa

Akustisen suunnittelun tarkoituksena on tehdä ääniolosuhteet sellaisiksi, että ne vastaavat rakennuksen tai tilan käyttötarkoitusta. Akustinen suunnittelu kattaa rakennuksesta riippumatta yleensä neljä osa-aluetta:

- **Huoneakustiikka** koskee äänen heijastumista, vaimenemista, etenemistä ja muuta käyttäytymistä huonetilan sisällä. Tavoitteena on saada tilassa olevan esiintyjän tuottama ääni kuulumaan tilan käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla.
- **Rakennusakustiikka** kattaa äänen siirtymisen eri tilojen välillä rakenteiden välityksellä. Äänilähteen luonteen perusteella puhutaan ilma-, askel- ja runkoääneneristyksestä. Äänieristyksellä vähennetään ja estetään äänen siirtymistä tilasta toiseen.
- **Meluntorjunnan** tarkoituksena on vaikuttaa melun syntymiseen, vähentää sen tasoa ja estää sen leviämistä. Rakennuksen sisällä meluntorjunnan tarkoituksena on vähentää rakennuksen teknisten laitteiden aiheuttamia ääniä ja estää niiden leviämistä ääntä eristävin rakentein, erilaisin äänenvaimentimin tai huoneakustiikan keinoin.
- **Tärinäneristys** liittyy läheisesti akustiikkaan ja runkoääneneristykseen. Rakenteen runkoon jäykästi kiinnitetty laite, jossa on liikkuvia osia, saa rakenteet värähtelemään. Samoin voi tehdä runkoon jäykästi kytketty värähtelevä putki, jossa virtaa nestettä. Tärinäneristyksen tarkoituksena on vähentää laitteiden ja putkistojen aiheuttaman värähtelyenergian siirtymistä rakennuksen runkoon. Vaihtoehtoina tähän on eristää laite rungosta joustavilla rakenneosilla tai tekemällä rakennukseen liikuntasauvoja, jotka estävät runkoäänien etenemistä. (RIL 243-1-2007 2007, 24.)

Hyvä ääniolosuhteiden lopputulos syntyy tilaajan, käyttäjän, rakennuttajan ja suunnittelijoiden yhteistyöllä. Mitä suurempia vaatimuksia rakennuksessa tapahtuva toiminta asettaa sen ääniolosuhteille, sitä aikaisemmin tulee akustiikka ottaa hankkeessa huomioon. Akustinen suunnittelu on luonteeltaan täydentävää suun-

nittelua. Akustisen suunnittelijan tehtävä on opastaa ja neuvoa muita suunnittelijoita sekä tarkastaa ja täydentää muiden suunnittelijoiden tuottamia piirustuksia. Akustisen suunnittelun tulokset siirtyvät akustisen suunnittelijan ja muiden suunnittelijoiden yhteistyön kautta muihin suunnitelmiin, joita pääsuunnittelija kokonaisuutena valvoo. (RIL 243-1-2007 2007, 25.)

3.2 Hankesuunnittelu

Akustisesti vaativiin tiloihin on varauduttava jo hankesuunnittelussa, jotta hankkeen myöhemmissä vaiheissa vältytään yllättäviltä lisärahoitustarpeilta. Rakennusohjelmassa kuvataan rakennuksen tilat ja niissä tapahtuva toiminta. Kullekin tilalle määritellään ääneneristystarve. Tilaohjelmassa pyritään osoittamaan tilat, jotka vaativat hyvää ääneneristystä sekä mahdollisesti tarkempaa rakennusakustista suunnittelua. (RIL 243-1-2007 2007, 27.)

Talotekniikan suunnittelija esittää rakennuksen LVIS-tekniikalle tavoitteet. Akustinen suunnittelija määrittelee LVIS-tekniikan äänenhallinnan laatutason ja tarkempaa suunnittelua vaativat tilat arkkitehdin laatimaa rakennus- ja tilaohjelmaa varten. Akustinen suunnittelija arvioi yhdessä IV-suunnittelija kanssa erityisesti ilmanvaihdon äänenhallinnan edellyttämien vaimennusratkaisujentilantarvetta sekä ehdottaa konehuoneiden ja meluisten laitteiden sijoituksesta vaativiin tiloihin nähden. (RIL 243-1-2007 2007, 28.)

3.3 Luonnossuunnittelu

Akustinen suunnittelija osallistuu suunnittelukokouksiin tarvittavassa laajuudessa, joka riippuu hankkeen vaativuudesta. Pääsuunnittelija ja rakennuttaja huolehtivat siitä, että akustisella suunnittelijalla on käytettävissään muiden suunnittelijoiden ajan tasalla olevat suunnitelmat. (RIL 243-1-2007 2007, 28.)

Akustinen suunnittelija määrittelee käyttäjien asettamien tavoitteiden ja tiloissa tapahtuvien toiminnan perusteella kussakin tilassa LVIS-laitteiden yhdessä aiheuttaman äänitason sallitut enimmäisarvot. Yhteistyössä LVIS-suunnittelijan

kanssa akustinen suunnittelija määrittelee periaatteet siitä, miten tavoitteet täytetään. LVIS-suunnittelijat valitsevat kohteeseen sopivat viemärijärjestelmät, kanavatyypit, äänieristyksen edellyttämät äänenvaimentimet sekä laitteiden sijoitukset yhdessä akustisen suunnittelijan kanssa. Akustinen suunnittelija esittää teknisinä raportteina rakennuksen ääneneristykselle, huoneakustiikalle ja LVIS-laitteiden äänenhallinnalle asetetut vaatimukset. Teknisen raportin sisältämät tiedot siirretään rakennustapaselostukseen. Tekninen raportti sisältää myös akustisen suunnittelija esittämät rakennetyyppivaihtoehdot ja ääneneristysratkaisut. (RIL 243-1-2007 2007, 30.)

3.4 Toteutussuunnittelu

Akustisen suunnittelija tuottamat tekniset raportit tai akustinen työselitys liitetään urakka-asiakirjoihin ja jaetaan kaikille urakoitsijoille. Standardin SFS 5907 mukaan rakennuksen akustiikan toteutumista valvotaan akustisin mittauksin. Rakennuttaja ja pääsuunnittelija määrittelevät tarvittavien mittausten määrän yhdessä akustisen suunnittelijan kanssa. Olisi suositeltavaa, että mittaukset teetetään urakoitsijasta riippumattomalla alan asiantuntijalla. (RIL 243-1-2007 2007, 31.)

Akustinen suunnittelija esittää rakennesuunnittelijalle rakenteiden liitosperiaatteet, joista rakennesuunnittelija siirtää ne rakennedetaljeihin. Akustisen suunnittelijan tehtävänä on valvoa rakennesuunnittelua kokonaisuutena niin, että liitosten ja rakennusosien ääneneristyskyky vastaa asetettuja vaatimuksia. Akustinen suunnittelija tarkistaa myös valittujen lattianpäällysteiden askeläänieristyskyvyn riittävyyden. (RIL 243-1-2007 2007, 31.)

Akustinen suunnittelija osoittaa arkkitehdille huoneakustisten verhousten ja absorptiomateriaalien sijoituksen. Rakennesuunnittelija tarkistaa yläpohjan ja muiden rakennusosien rakennusfysikaalisen toiminnan, kun niihin on yhdistetty huoneakustisia verhouksia ja absorptiomateriaaleja. Arkkitehti laatii sisäkattojen periaatekaaviot ja detaljit, jotka akustinen suunnittelija tarkistaa. Akustinen suunnittelija tarkistaa myös, että sisustussuunnittelijan valitsemien kalusteiden ja muiden sisustuselementtien akustiset ominaisuudet vastaavat suunniteltavan tilan käyttötarkoitusta. (RIL 243-1-2007 2007, 31.)

Ilmastoinnin äänenhallinnan suunnittelu kuuluu ilmanvaihtosuunnittelijalle, mutta akustinen suunnittelija tarkistaa IV-suunnittelijan toimittamien tietojen perusteella, ettei laitteiden tuottama äänitaso ylitä sallittuja enimmäisarvoja. Akustinen suunnittelija tarkistaa myös, että ilmaääneneristävyys tiloja yhdistävien ilmanvaihtokanavien kautta on riittävä. Urakka-asiakirjoihin sisällytettävissä ilmanvaihtosuunnitelmissa esitetään tarkat tiedot kaikista puhaltimista, säätölaitteista, päätelaitteista ja kanavaosista. Akustinen suunnittelija laatii periaatepiirustukset ja ohjeet ilmanvaihtokanavien läpivienneistä tiivistyksineen ja mahdollisine joustavine kanavaosineen. Hän laatii periaatepiirustukset ja ohjeet myös sähköasennusten, vesijohtojen, lämpöputkien läpivienneistä ja tiivistyksistä. (RIL 243-1-2007 2007, 32.)

3.5 Rakentaminen ja käyttöönotto

Rakennuttajan ja pääsuunnittelijan tehtävänä on perehdyttää urakoitsijat rakennuskohteeseen myös akustiikan osalta. Vaativissa kohteissa myös akustinen suunnittelija voi osallistua perehdyttämiseen. (RIL 243-1-2007 2007, 33.)

Urakoitsijat, rakennuttaja ja pääsuunnittelija tiedottavat akustiselle suunnittelijalle kriittisistä työvaiheista, jotta akustiikan kannalta tärkeimpien seikkojen tarkastukset voidaan tehdä ajallaan. Tällaisia seikkoja ovat esimerkiksi kelluvat rakenteet, väliseinät, ääntä eristävät alakatot, rakenteiden tiivistykset ja eri asennusten läpiviennit. Työmaan rakennusteknisten töiden ja LVIS-töiden valvojat sekä kukin suunnittelija omalta osaltaan valvovat akustisten vaatimusten toteutumista. Rakennuttajan vastuulla on, että akustisen suunnittelijan esittämät ratkaisut toteutetaan. (RIL 243-1-2007 2007, 33.)

Rakennuttajan järjestämä valvonta ei poista urakoitsijan omaa valvontavastuuta. Urakoitsija raportoi akustiselle suunnittelijalle rakennusaikana havaitsemista ongelmista. Suunnitelmissa esitettyjä materiaaleja, eristyksiä tai muita seikkoja ei saa muuttaa ilman rakennuttajan ja akustisen suunnittelijan hyväksyntää. (RIL 243-1-2007 2007, 33.)

3.6 Käytössä todetut ääniolosuhteiden puutteet

Puutteelliseksi koettu ääneneristävyys tilojen välillä johtuu yleensä riittämättömistä suunnitelluista tai väärin toteutetuista rakenteista. Rakenteet eivät kuitenkaan yksinään selitä sitä, millaiseksi ääneneristävyys koetaan. Myös kuuntelupuolella vallitsevalla taustäänien tasolla on merkitystä. Jos taustäänitaso on alhainen, äänet erottuvat huoneiden välillä paremmin kuin silloin, kun huoneessa on paljon taustääntä. Taustäänillä tarkoitetaan tässä esimerkissä ilmanvaihdon tai liikenteen tuottamia tasaisia ääniä. (RIL 243-1-2007 2007, 67.)

Jos ääniolosuhteisiin on suunnittelussa ja rakentamisessa kiinnitetty liian vähän huomiota, voi käyttäjien taholta tullut negatiivinen palaute pakottaa parannus- ja korjaustoimenpiteisiin. Jälkikäteen tehtynä meluntorjunnan kustannukset ovat aina suuremmat kuin jos niihin olisi varauduttu jo suunnittelu- ja rakennusvaiheessa. (RIL 243-1-2007 2007, 34.)

4 RAKENNETYYPIT JA NIIDEN AKUSTISET VAATIMUKSET

4.1 Kootut akustiset vaatimukset

Hankkeelle on esitetty akustiset vaatimukset, jotka on viety eri suunnittelijoiden suunnitelmiin. Luokkien vaimennus on esitetty toteutettavaksi pelkästään vaimentavalla ja hajottavalla verhouksella. Taulukoissa 2-4 on esitetty esimerkki-kohteen vaatimukset taustamelun, äänieristysluokkien ja jälkikaiunta-aikatavoitteiden suhteen.

Taulukko 2. Taustamelutaso (Akukon 2019)

| Tila | Keskiäänitaso, $L_{A,eq}$ dB | Enimmäistaso, L_{Amax} dB |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Harjoitussalit ¹ | 28 | 33 |
| Lyömäsoitin- ja rumpuluokat | 28 | 33 |
| Yhtye luokat ¹ | 28 | 33 |
| Muskarit | 28 | 33 |
| Monitoimiluokat ¹ | 28 | 33 |
| Pianoluokat | 28 | 33 |
| Instrumenttiluokat | 28 | 33 |
| Harjoitusluokat | 28 | 33 |
| Luentotilat | 33 | 38 |
| Aulat ja käytävät | 38 | 43 |
| Presentaatio sali | 28 | 33 |
| Mocap-studio | 28 | 33 |
| Esitystekniikan paja | 28 | 33 |
| Mediastudio | 28 | 33 |

¹Mikäli tiloissa tehdään äänityksiä, tulee ilmanvaihdossa olla kytkin äänitilanteita varten.

Taulukko 3. Äänieristysluokat (Akukon 2019)

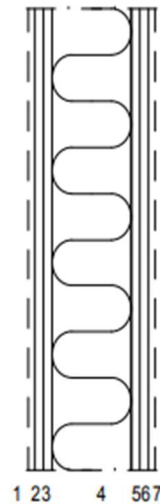
| Tila | Äänieristys- luokka | Askeläänitaso $L'_{n,w}$ / enintään dB | Äänieristys R'_w naapuritilaan vähintään | Äänieristys R'_w käytävään vähintään | Ovien ääniluokka (R_w) ¹ |
|--------------------------------|------------------------|--|--|--|--|
| Harjoitussalit | 65 | 49 | 65 dB | 52 dB | 2x dB35 (42) |
| Studion soittotila | 65 | 49 | 65 dB | 52 dB | 2x dB30 (37) |
| Studion tarkkaamot | 65 | 49 | 65 dB | 52 dB | 2x dB30 (37) |
| Studion rumputila | 65 | 49 | 65 dB | 52 dB | 2x dB30 (37) |
| Studion työasema- pajat | 57 | 53 | 57 dB | 45 dB | dB35 (42) |
| Verkkostudio iso | 60 | 49 | 60 dB | 48 dB | 2x dB30 (37) |
| Verkkotarkkaamo | 57 | 53 | 57 dB | 42 dB | dB35 (42) |
| Lyömäsoitin- rumpuluokat ja | 60 | 49 | 60 dB | 48 dB | 2x dB35 (42) |
| Yhtyeluokat | 60 | 49 | 60 dB | 48 dB | 2x dB35 (42) |
| Muskarit | 57 | 53 | 57 dB | 45 dB | dB40 (48) |
| Monitoimiluokat | 57 | 53 | 57 dB | 42 dB | dB35 (42) |
| Pianoluokat | 57 | 53 | 57 dB | 42 dB | dB35 (42) |
| Isot instrumenttiluo- kat | 57 | 53 | 57 dB | 42 dB | dB35 (42) |
| Pienet instrumentti- luokat | 52 | 53 | 52 dB | 40 dB | dB35 (42) |
| Harjoitusluokat | 52 | 53 | 52 dB | 40 dB | dB35 (42) |
| Luentotilat | 48 | 63 | 48 dB | | dB35 (42) |
| Taideluokat | - | 63 | 44 dB | 30 dB | dB30 (37) |
| WC-tilat | - | | 44 dB | - | |
| IV-konehuone | - | | 55 dB | | dB30 (37) |
| Mediastudio | - | 49 | 60 dB | - | 2x dB35 (42) |
| Esitystekniikan paja | - | 49 | 60 dB | - | 2x dB35 (42) |
| Presentaationsali | - | 49 | 60 dB | - | 2x dB35 (42) |
| Mocap-studio | - | 49 | 55 dB | - | 2 x dB30 (37) |

Taulukko 4. Jälkikaiunta-aikatavoitteet tiloittain (Akukon 2019)

| Tila | Jälkikaiunta-aikatavoite/ s |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Klassisen musiikin harjoitussali | 1,4-1,7 |
| Vahvistetun musiikin harjoitussalit | 0,6-0,8 |
| Lyömäsoitin- ja rumpuluokat | 0,3 |
| Yhtyeluokat | 0,3 |
| Muskarit | 0,6-0,7 |
| Pianoluokat | 0,4 |
| Luentotilat | 0,6-0,7 |
| Taideluokat | 0,7 |
| Aula | 1,4-2 |
| Mediastudio | 0,5 |
| Presentaatio sali | 0,3 |
| Mocap-studio | 0,5 |
| Esitystekniikan paja | 0,5 |

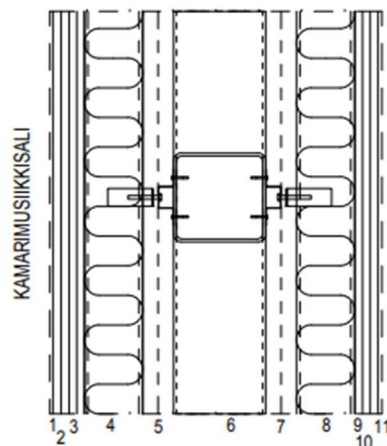
4.2 Väliseinät

Rakennettavan esimerkki kohteen suunnitelmista löytyy 13 kpl erilaista akustoitua väliseinätyyppiä. Lisäksi ulkoseinää vasten rakennettavia akustoituvia sisäseinätyyppejä on 7 erilaista. Erilaisten detaljien määrä on huomattavan suuri. Ääneneristävyytsvaatimusten mukaan seinärakenteet vaihtelevat. Esimerkkeinä kolmen eri tilan seinäratkaisut (kuvio 3, 4, 5).



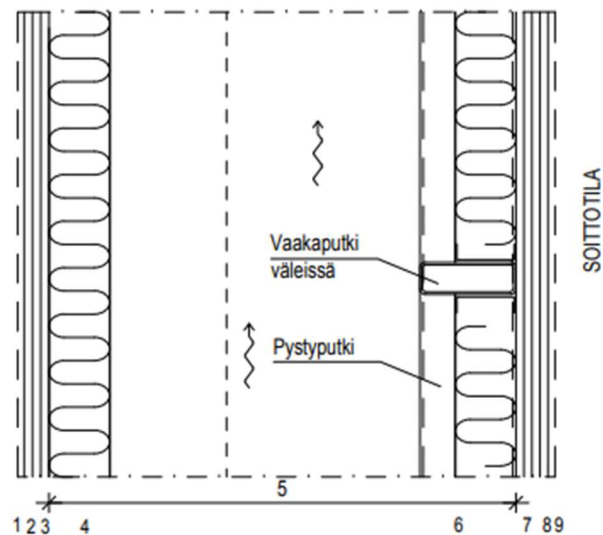
| | | |
|---|--------|---|
| 1 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |
| 2 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 3 | 13 mm | Kipsilevy GN13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 4 | 120 mm | Mineraalivilla 120mm, esim. Paroc eXtra (EN 13162:2012+A1:2015, Europaloluokka A1, paksuustoleranssi T2) + teräsrankarunko XR120 k 600 |
| 5 | 13 mm | Kipsilevy GN13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 6 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1: rakennustarvikeluokka A2-s1, d0) |
| 7 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |

Kuvio 3. Opetustilojen väliseinärakenne, ääneneristysvaatimus 52/57 dB (Sweco 2019a)



| | | |
|----|---------|--|
| 1 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |
| 2 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 3 | 3x13 mm | Fermacell-kuitukipsilevy SR, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 4 | 95 mm | Mineraalivilla 95 mm, esim. Paroc eXtra (EN 13162:2012+A1:2015, Europaloluokka A1, paksuustoleranssi T2) + teräsrankarunko XR95 k 600 |
| 5 | 50 mm | Ilmarako, akustinen + Vaimentavat kiinnikkeet rankojen ja kiviseinän välillä kerroksen puolivälissä EP400+Sylomer |
| 6 | 150 mm | 150x150x5 teräspalkkirunko k 1800 + teräspalkki vaakaan 150x50x4 k 1200 |
| 7 | 50 mm | Ilmarako, akustinen + Vaimentavat kiinnikkeet rankojen ja kiviseinän välillä kerroksen puolivälissä EP400+Sylomer |
| 8 | 95 mm | Mineraalivilla 95 mm, esim. Paroc eXtra (EN 13162:2012+A1:2015, Europaloluokka A1, paksuustoleranssi T2) + teräsrankarunko XR95 k 600 |
| 9 | 2x13 mm | Kipsilevy GN13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 10 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 11 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |

Kuvio 4. Salin väliseinärakenne, ääneneristysvaatimus 65 dB (Sweco 2019a)



| | | |
|---|------------|---|
| 1 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |
| 2 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 3 | 2x13 mm | Kipsilevy GN13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 4 | 95 mm | Mineraalivilla 95 mm, esim. Paroc eXtra (EN 13162:2012+A1:2015, Europaloluokka A1, paksuustoleranssi T2) + teräsrankarunko Gyproc GFR95 k 600, alas ja ylös kiskot Gyproc GFS95 |
| 5 | 400..800mm | Ilmarako levyn sisäpinnasta levyn sisäpintaan, akustinen katko, tuuletettu LVI-suunnittelijan ohjeiden mukaan |
| 6 | 95/150mm | Mineraalivilla 95 mm, esim. Paroc eXtra (EN 13162:2012+A1:2015, Europaloluokka A1, paksuustoleranssi T2) + teräsrankarunko XR95 k 600 + 150x150x5 teräsputkirunko k 2400, vaakaputket keskellä 150x50x4,0 |
| 7 | 3x13 mm | Fermacell-kuitukipsilevy SR, (SFS-EN 15283-2: paloluokka A2-s1, d0) |
| 8 | 13 mm | Kipsilevy GEK13, (SFS-EN 520+A1:paloeuroluokka A2-s1, d0) |
| 9 | | Pintakäsittely, -verhous tai -rakenne huoneselityksen ja pintarakennetyyppien mukaan |

Kuvio 5. Studion väliseinärakenne, ääneneristävyysvaatimus 65 dB (Sweco 2019a)

Kaikkien ääntä eristävien seinien tulee olla täysin ilmatiiviitä, myös alas laskettujen kattojen yläpuolelta ja muista näkymättömiin jäävistä paikoista. Eri rakennusosien välisiin saumoihin tulee aina jättää riittävän suuri rako, jotta se pystytään tiivistämään asiallisesti. Levyrakenteilla rako on tyypillisesti 5-9 mm. Rakenteita ei saa heikentää upotetuilla sähköasennuksilla tai muilla laitteilla taikka asennuksilla. Mikäli rakenteessa käytetään esim. upposähkörasioita, tulee rakennetta vahvistaa. Jos rasioita on molemmin puolin esim. levyseinässä, niiden välin on oltava min. 600 mm tai rasioiden ympärillä on oltava kipsimassa tms. Kaksi runkoiseen levyseinään uppoasennuksen yhteydessä asennetaan 600 x 600 mm rakennuslevy ja väli täytetään mineraalivillalla. (Akukon 2018.)

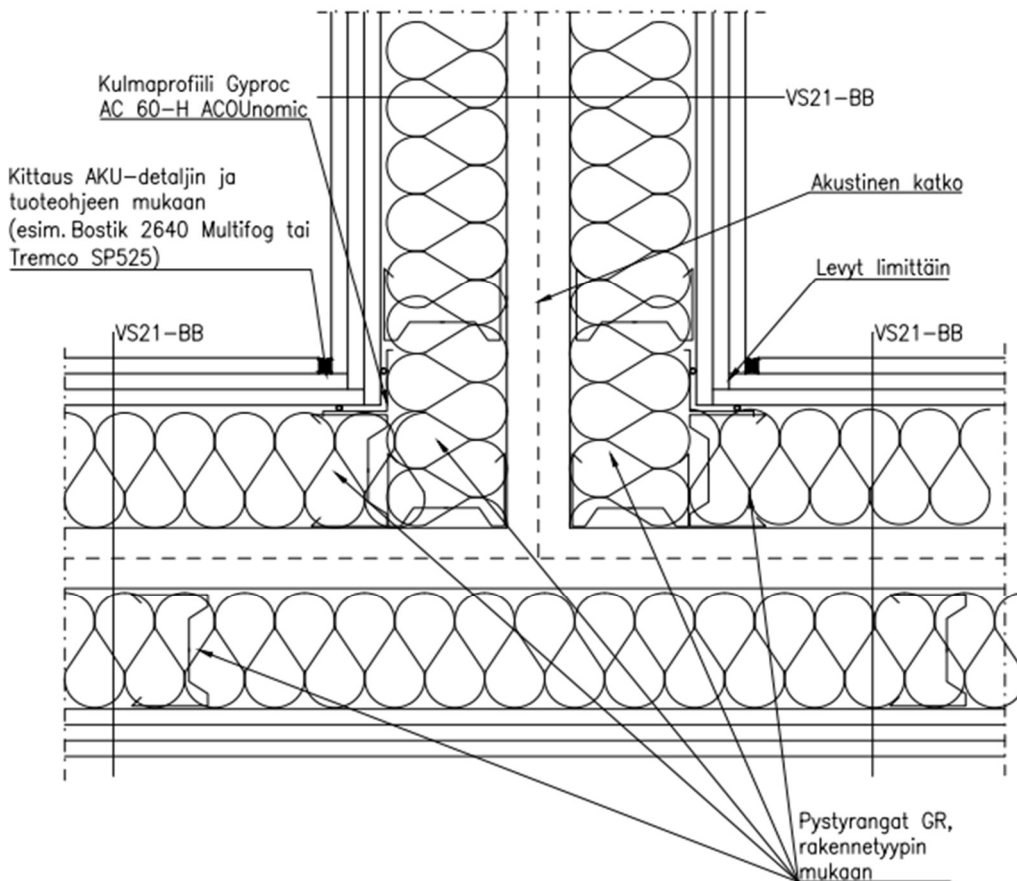
Levyrakenteiset seinät tiivistetään toisiinsa ja ympäröiviin rakenteisiin elastisella tiivistysmassalla. Jos seinissä on kaksi tai useampi levy päällekkäin, saumat asennetaan limittäin. Uloimman levyn ja viereisten rakenteiden (myös lattian ja katon) väliin jätetään 5-9 mm rako, joka tiivistetään.

Solumuovitiivisteillä eristettyjä ”äänieristysrunkoja” voidaan käyttää lisävarmistuksena, mutta sen lisäksi tiivistyksestä on huolehdittava.

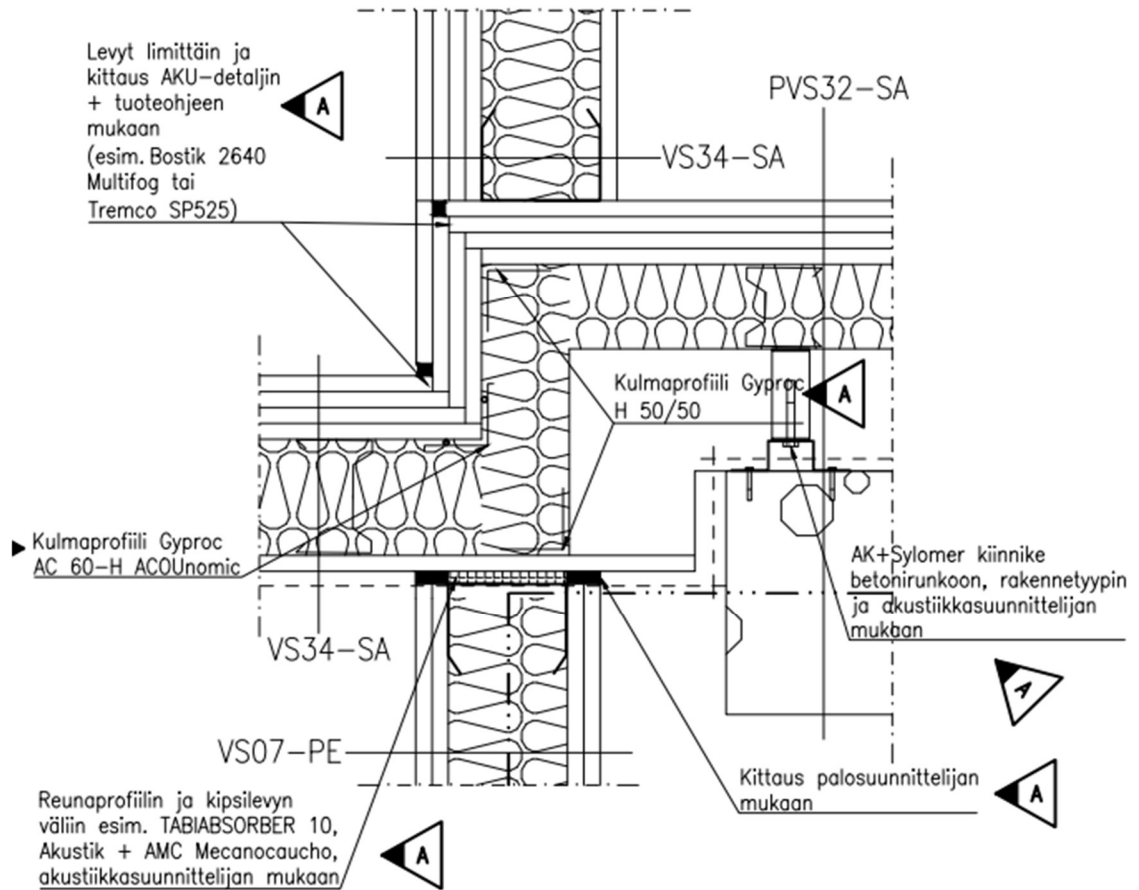
Rakenteet, joissa on RW 40 db tai enemmän, liitokset tehtävä T-liitoksena eikä puskuliitoksena. Seinät on tehtävä valmiiksi ennen IV-kanavien ja muiden lävistävien putkien asentamista. Kaksinkertaisten levyseinien runkojen tulee olla irti toisistaan min 10 mm. (Akukon 2018.)

Näistä erilaisista liitosratkaisuista löytyy suunnitelmista 76 kpl liitosdetaljeja.

Näissä on määriteltä käytettävät materiaalit ja huomiota vaativat kohdat tekstiviitauksin. Kuvioissa 6 ja 7 esitellään kaksi rakennesuunnittelijan tekemää seinäliitymää.



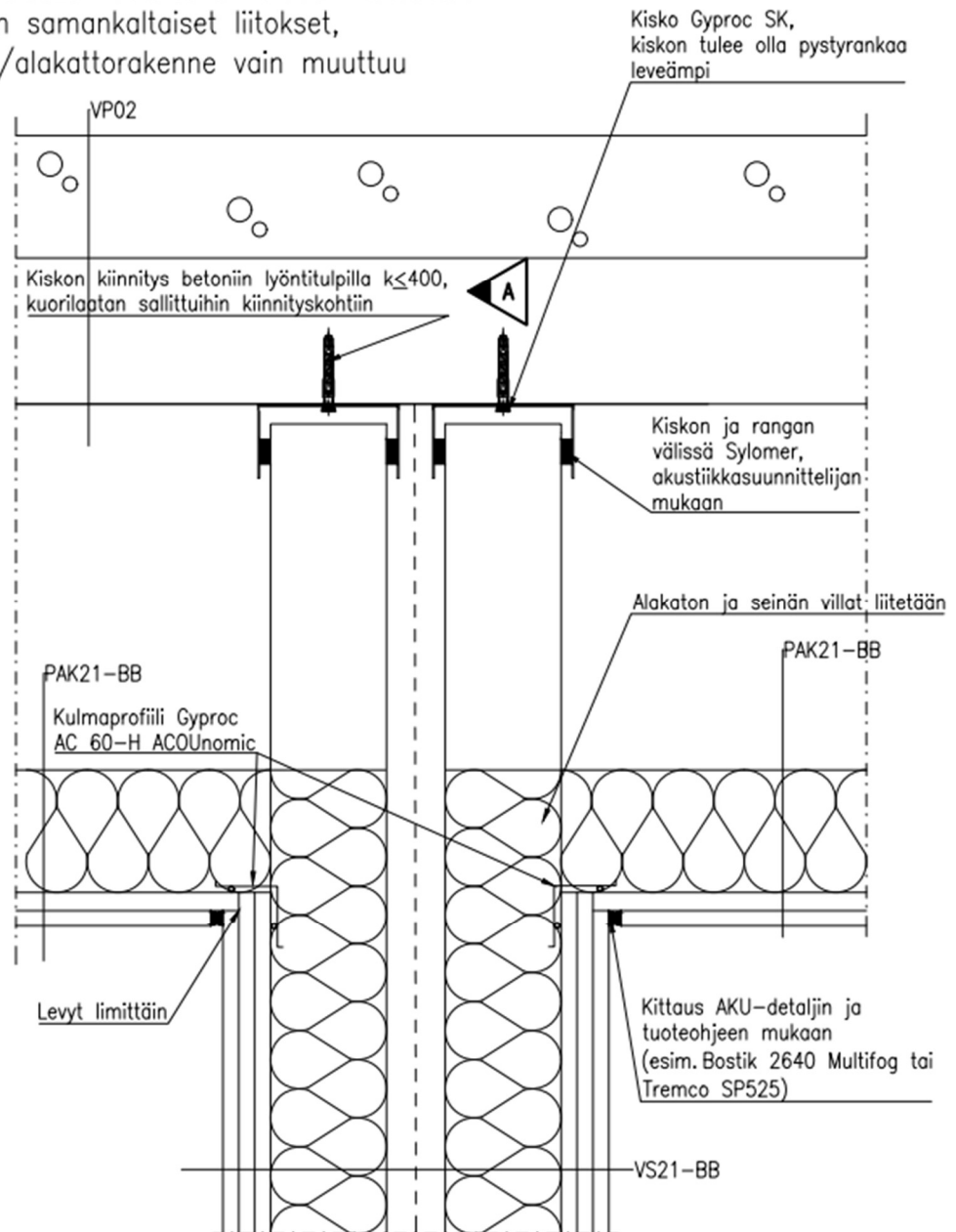
Kuvio 6. Kaksirunkoisen seinän T-liitos, vaakaleikkaus (Sweco 2019b)



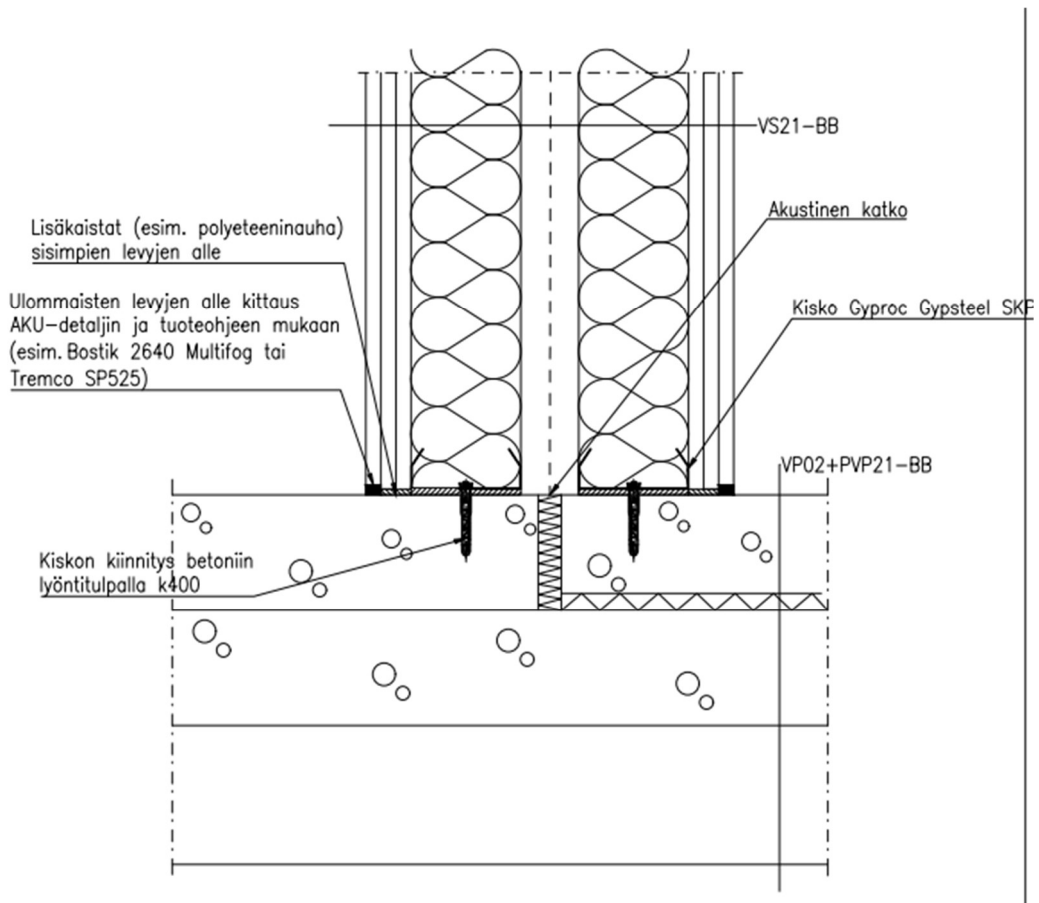
Kuvio 7. Seinien liitokset kamarimusiikinsalin kulmassa (Sweco 2019b)

Väliseinädetaljeja löytyy myös yläpäiden joustavista liitoksista (kuvio 8) sekä seinien liittymät lattiarakenteisiin (kuvio 9).

Samanlaisella ratkaisulla voidaan toteuttaa muutkin samankaltaiset liitokset, seinä-/alakattorakenne vain muuttuu



Kuvio 8. Väliseinädetalji, kaksirunkoisen seinän yläpään joustava liitos (Sweco 2019b)

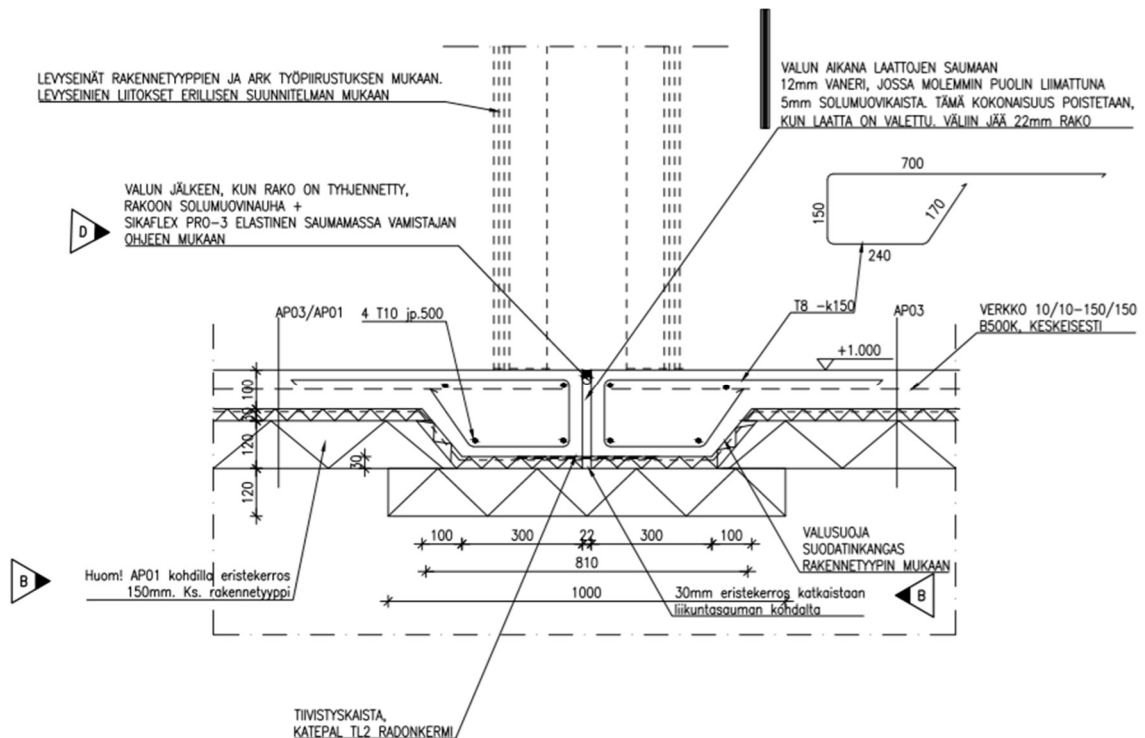


Kuvio 9. Väliseinän alapään liitos, akustinen katko seinien välissä (Sweco 2019b)

4.3 Lattiat

Kelluvat lattiat ovat yleensä aina huonekohtaisia. Tällöin niiden tulee olla 5-15 mm irti kaikista ympäröivistä rakenteista. Tämä koskee myös ovirakenteita ja kevyitä väliseiniä. Kelluvan lattian tulee päästä liikkumaan vapaasti pystysuunnassa eikä sitä saa kiinnittää muuhun rakennusrunkoon minkäänlaisin kiintein liitoksin. Putkia ja sähköjohtoja ei saa sijoittaa kelluvaan lattiaan. Mahdolliset läpiviennit irrotetaan laatasta 10-15 mm mineraalivillakourulla, joka suojataan muovikalvolla. Läpiviennit tiivistetään laattaa vastaan elastisella massalla. (Akukon 2018.)

Kellarin lattioissa lattialaatat irrotetaan viereisen huoneen laatasta. Laattojen välinen sauma pitää olla tyhjä. Valuaikana väliin asetetaan vaneri, johon kiinnitetään solumuovikaistat. Ongelmaksi tulee kuinka vaneri ja solumuovi saadaan valun jälkeen irti raosta (Kuvio 10).



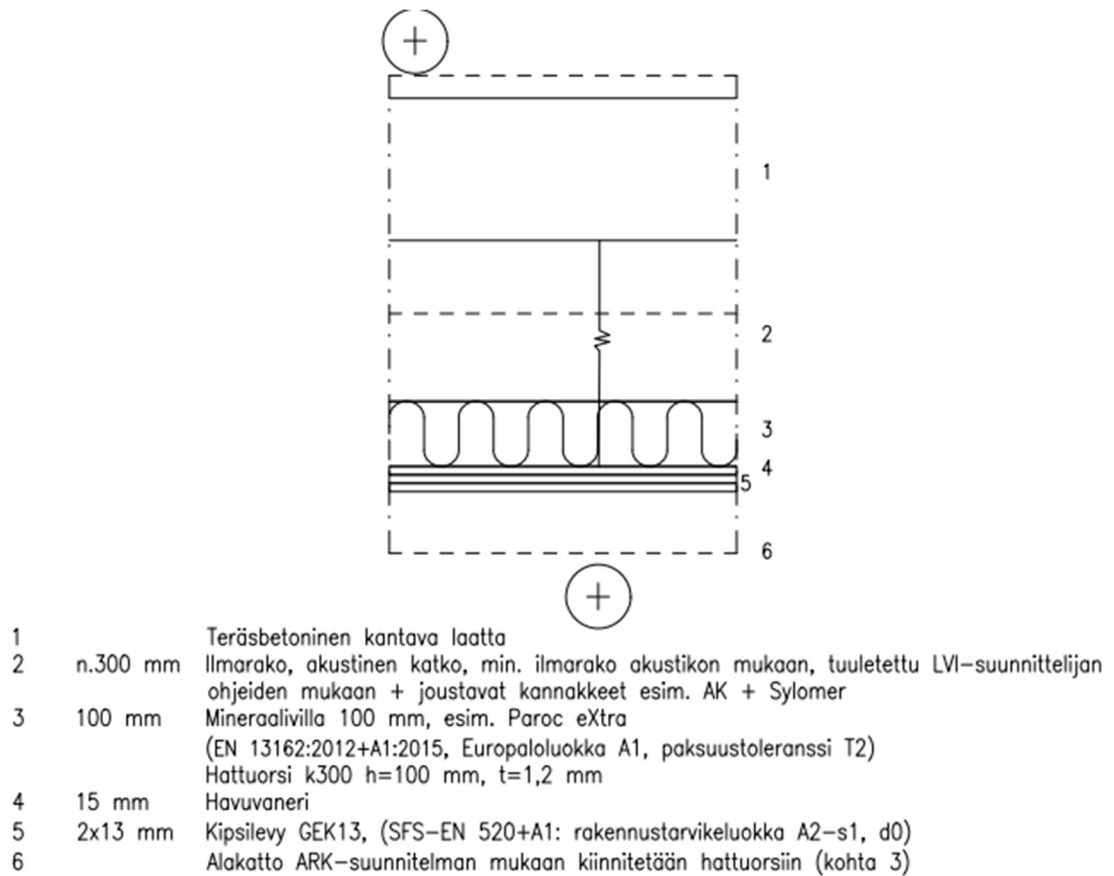
Kuvio 10. Studioiden laattojen liitos, reunavahvistettu, runkoäänentohtuminen estetty (Sweco 2019b)

4.4 Alakatot

Rakennettavan talon suunnitelmista löytyy 4 kpl erilaista akustoivaa alakattorakennetta

Joustavasti ripustetut levyrakenteiset äänieristysalakatot asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Joustavasti ripustetun levytyksen ja ympäröivien rakenteiden välille ei saa syntyä jäykkää yhteyttä. Äänieristysalakatton ja sitä ympäröivien rakenteiden väliin jätetään n. 5-9 mm levyinen rako, joka tiivistetään elastisella

massalla. Äänieristysalakaton levytyksen tulee laskeutua vapaasti joustavan riipustusjärjestelmän varaan. Rakenteen joustavuutta ei saa heikentää asennuksilla, joita tehdään sen ylä- tai alapuolelle. (Akukon 2018.)



Kuvio 11. Ääneneristysalakatto, klassisen ja rytmimusiikin sali, studion tilat (Sweco 2019c)

4.5 Ovet ja ikkunat

Ääntä eristäviä ovia, ikkunoita ja luukkuja ei saa pääsääntöisesti kiinnittää kokonaan polyuretaanilla tai vastaavalla paisuvalla massalla. Ne saa kiinnittää piste-mäisesti polyuretaanilla ja loput on tilkittävä mineraalivillalla tms. huokoisella materiaalilla. Kaikkien saumauksien alla on yleensä oltava saumausnauha, jonka päälle on jätävä min. 5 mm syvä kittausvara. (Akukon 2018.)

Ovissa tulee olla viralliset hyväksymisleimat. Ovien asentamisessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siihen, että ovilevyn ja karmin välinen rako sulkeutuu täysin ilmatiiviiksi. Ovenkarmin ja seinän välinen tiivistys tehdään yleensä elastisella

massalla, saumanauhalla ja mineraalivillalla. Teräsrakenteisen oven kehys voidaan juottaa kiviseinään betonimassalla. Myös kynnyksen ja lattian väli tulee tiivistää esim. liimamassalla. Kaikki palo-ovet on tiivistettävä kaksoistiivisteellä seinissä, joiden ilmaääneneristysluvun vaatimus on vähintään 48 dB. (Akukon 2018.)

4.6 Lämpiviennit

Ääntä eristävien rakenteiden kaikki lämpiviennit on tiivistettävä täysin ilmatiiviiksi. Tiivistykseen käytetään tiiviytensä säilyttäviä ja seinän raskautta vastaavia aineita ja pienissä aukoissa pääsääntöisesti elastista tiivistysmassaa. Välitilassa käytetään eristeenä mineraalivillaa tms. huokoista materiaalia.

Elastisella massalla tiivistettävän raon tulee olla n. 5-9 mm leveä. Sauman leveys ei yleensä saa olla alle 5 mm tai yli 15 mm. Käytettävä suunnitelmien mukaisia elastisia massoja, joiden liikejousto on vähintään +20 %.

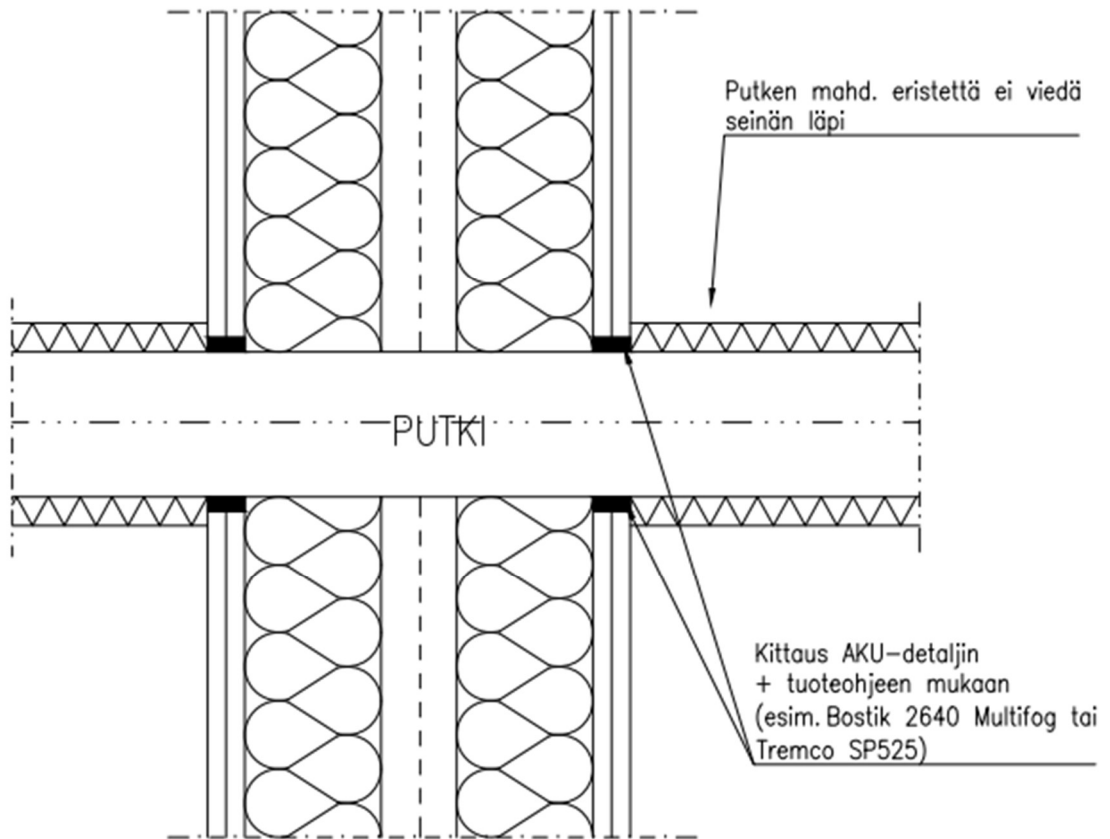
Tavanomaista polyuretaania ei ole syytä käyttää. Jos erityistapauksessa joutuu käyttämään, tulee lävistyskohta tiivistää lisäksi elastisella massalla molemmin puolin. (Akukon 2018.)

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

Lämpiviennit levyrakenteisiin tehdään siten, että putken ja levyn väliin jää 5-9 mm rako, joka tiivistetään elastisella massalla. Kanavatyö keskeytetään tarvittavissa kohdissa, jotta lämpiviennit voidaan sulkea. (Akukon 2018.)

Viemärijohtojen lävistysaukot juotetaan kivrakenteissa kiinni betonilaastilla tai kipsimassalla. Levyrakenteissa käytetään mineraalivillaa ja molemmin puolin elastista tiivistekittiä. Kun lämpö- tai vesijohtot taikka sprinkleri- tai jäähdytysputket menevät kivrakenteen läpi, tulee sijoittaa läpimeno kohtaan hylsy putken ympärille. Putken ja hylsyn väli tiivistetään käyttäen mineraalivillaa tai solumuovia sekä molemmin puolista elastista kittiä. (Akukon 2018.)

Sähköjohtojen arinoita tai hyllyjä ei saa viedä vähintään 40 dB ilmaääneneristysluvun rakenteiden läpi. Myöskään sähkökouruja ei saa viedä katkaisemattomina ko. seinien läpi. (Akukon 2018.)



Kuvio 12. Väliseinän läpivientiperiaate (Sweco 2019b)

5 LAADUN TARKASTUSMENETELMÄT JA NIIDEN KEHITTÄMINEN

5.1 Ennen työn aloitusta

Rakennusalalla vallitsee hyvin erilaisia ennakkosuunnittelun periaatteita. Joidenkin työntekijöiden asenne on edelleen, ettei tulevaan voi varautua. Siksi suunnittelukin koetaan turhaksi. Vastaavien työnjohtajien haastattelujen perusteella enemmistö piti työn ennakkosuunnittelua jatkuvaa valvontaa tärkeämpänä. Reilun enemmistön mielestä työnjohtajan pitäisi käyttää yli puolet työajastaan ennakkosuunnitteluun. Tutkimuksen mukaan tähän käytetty aika oli vain 23% työajasta. Toinen merkittävä havainto oli, että kokeneet työnjohtajat käyttivät paljon enemmän aikaa kuin kokemattomat työnjohtajat. (Koskenvesa & Marjasalo 2011.)

Ennakkoon on varmistettava tarvittavien suunnitelmien olemassaolo sekä huolehdittava, että viimeiset päivitykset ovat urakoitsijan käytössä. On laadittava työlle aikataulu sekä aikaa perehtyä laatuvaatimuksiin. Aloituspalaverissa on varmistettava urakoitsijan ymmärrys rakennusaikataulusta ja laatuvaatimuksista, jotta he voivat varautua työhön sen vaadittavin resurssein. Näin vältytään kiireen aiheuttamilta laaturvirheiltä. Työnjohtajien on kehitettävä omaa ajankäyttöään, jotta he pystyvät lisäämään ennakkosuunnitteluun enemmän aikaa.

5.2 Työvaiheiden työnaikainen valvonta

Työnjohtajien jalkautuminen työmaalle on välttämätöntä työnlaadun tarkkailun takia. Siten voidaan varmistaa suunnitelmien mukainen rakentaminen sekä materiaalit. Työnjohtajan käyminen työmaalla edes auttaa myös tiedon kulkua. Työtä tekevä henkilö voi antaa välitöntä palautetta ja ongelmatilanteisiin pystytään puuttumaan viiveettä.

Eri ihmiset voivat ymmärtää laadun eri tavoin, jonka takia työnjohtajan pitää käydä työmaalla. Rakentamassa voi olla suurikin määrä rakentajia, jotka kaikki

ajattelevat laadusta omalla tavallaan. Työnjohtajan tehtävä on sanoa työmaalla, milloin laatutaso täyttää vaatimukset. (Mannila 2018.)

Työnjohtajan vierailu työmaalla ei kaikissa tapauksissa toteudu riittävän usein. Tähän voi olla monia eri syitä kuten työnjohtajan persoona, kokemattomuus, motivaation puute, liian suuri työmäärä tai työnjohtajan oman ajankäytön ongelmat. Liian suuri luotto työntekijöihin voi johtaa virheiden huomaamiseen liian myöhään. Tämä aiheuttaa aikataulullisia ongelmia sekä mahdollisista korjaustoista lisäkustannuksia.

Viikoittaiset urakoitsijapalaverit ovat tehokas tapa huolehtia työn aikataulutukset ja vaiheistukset eri urakoitsijoiden välillä. Tuntiopettaja Jaakko Hilskan (2019) mukaan urakoitsijoiden osallistuminen niihin on niin tärkeää, että jo urakkasopimukseen pitäisi kirjata pakollinen osallistuminen esim. 500€:n sakon uhalla. Keskustelu myös nokkamiesten kanssa on tärkeää, koska heillä on aina tuorempi tieto töiden etenemisestä, kuin esim. projektipäälliköllä. Aliurakoitsijoille on tehtävä selväksi, että ongelmista on ilmoitettava viipymättä. Ei saa odottaa esim. viikoittaiseen urakoitsijapalaveriin. (Hilksa 2019.)

5.3 Työvaiheiden tarkistukset

Esimerkkikohteessa akustiset rakenteet ovat vaativia. Tiloja on monia erilaisia ja itse rakenteissa on monia erilaisia kerroksia ja työvaiheita. Näissä voi rakennusvaiheessa syntyä virheitä, jotka voivat johtua vääristä suunnitelmien tulkinnoista, ammattitaidottomuudesta, kiireestä, välinpitämättömyydestä tai laatuvaatimusten ymmärtämättömyydestä.

Eri työvaiheet on syytä tarkastaa ennen kuin nämä menevät piiloon rakentamisen edetessä. Jälkikäteen esimerkiksi tiiveysongelmat tai vesiputken aiheuttaman resonoinnin selvittäminen on hankalaa. Jo valmiiksi rakennetun rakenteen purkaminen tulee kalliiksi ja vie paljon aikaa. Nämä mahdolliset puutteet ja virheet pitää huomata jo heti työvaiheen jälkeen. Olisi tärkeää määrittää välitarkastusten ajoittaminen, jotta työllä olisi edellytykset edetä aikataulussa.

Itselleluovutuskäytäntö on ollut työmailla käytössä pitkään. Sen ideana on, että aliurakoitsijat tarkastavat oman tekemänsä työn laadun ennen sen luovuttamista tilaajalle. Urakkasopimuksissa viitataan lähes poikkeuksetta YSE 98 asiakirjaan eli rakennusurakan yleisiin sopimusehtoihin.

Sieltä löytyy kohta 11§ urakoitsijan laadunvalvonta.

- Urakoitsija tarkastaa itse suoritusvelvollisuuteensa kuuluvan työn laadun sekä korjaa mahdolliset puutteet ja virheet ennen tilaajalle tapahtuvaa luovutusta.
- Urakoitsijan on ilmoitettava tilaajan edustajalle havaitsemistaan vakavista virheistä urakkasuorituksessaan ja toimenpiteistään niiden korjaamiseksi.

Sekä 71§ rakennuskohteen vastaanottotarkastus.

- Urakoitsijan on ennen vastaanottotarkastusta itse varmistettava, että rakennustyö on valmis ja täyttää sopimuksen mukaiset vaatimukset. (RT 16-10660 1998.)

Itselleluovutus olisi hyvä ottaa läpikäytäväksi asiakohdaksi jo aloituskokoukseen. Siellä on käytävä itselleluovutusmenettely läpi ja kerrottava omat vaatimukset ja mahdolliset rankaisutoimet, mikäli suunnitelmia ei noudateta. (Valtonen 2013, 24.)

Aliurakoitsijoiden tekemät itselleluovutukset ovat usein liian pintapuolisia ja näin puutteet jäävät huomaamatta. Tehdään dokumentti, jotta on esittää sellainen pääurakoitsijalle. Yleisin syy sille, miksi itselleluovutus jää puutteelliseksi on kiire. (Olkkonen 2017, 12.)

Aikataulua suunniteltaessa olisi hyvä huomioida myös tarkastuksiin ja itselleluovutuksiin kuluva aika. Jos itse työ on aikataulutettu liian tiukalle, kärsii jo itse työnlaatu ja itseluovutukselle aikaa ei jää välttämättä ollenkaan.

5.4 Dokumentointi

Paras tapa dokumentoida on valokuvaaminen. Tänä päivänä puhelimien kamerat ovat todella hyviä. Jokaisesta kittauksesta ja työvaiheesta kuvien ottaminen helpottaa mahdollisten vikojen selvittämistä jälkikäteen. Samalla se antaa turvaa mahdollisilta turhilta valituksilta, kun pystytään todistamaan dokumentein työvaiheiden oikea toteutus.

Kuvamäärän hallintaan pitää panostaa. Ne voidaan kansioda jonnekin tiettyyn paikkaan, mutta järkeviä ohjelmistojakin on saatavilla. Yksi käytetyin ja myös hyväksi todettu on Congrid, joka on käytössä myös tässä kyseisessä esimerkki työkohteessa. Congrid ohjelmalla on myös mahdollista tuottaa työvaihetarkistuslistoja, jotka on helpompi hallita, kuin esimerkiksi paperikaavakkeet.

5.5 Congrid-ohjelmisto

Congrid Oy on vuonna 2013 perustettu suomalainen yritys. Se on kehittänyt omaa nimeään kantavan pilvipohjaisen ohjelmisto, joka tarjoaa alustan laadun ja turvallisuuden hallintaan rakennushankkeissa. (Itewiki 2019.)

Congrid-ohjelmistokokonaisuus käsittää kaksi tasoa, jotka ovat selaimella toimiva Live-palvelu sekä tabletilla tai puhelimella käytettävä mobiiliapplikaatio. Molemmilla on omat käyttötarkoituksensa, ja ne on kehitelty toimimaan saumattomasti yhteen. Congrid-ohjelmisto on pilvipalvelu, mikä tarkoittaa sitä, että tieto liikkuu automaattisesti Liven ja applikaation välillä internet-yhteyden välityksellä. (Congrid 2018, 4.)

Projektin alussa on tärkeää tehdä taustadata huolella. Taustadatan avulla applikaation käyttäminen työmaalla nopeutuu huomattavasti. Hyvän pohjatyön avulla käyttö kentällä on sujuvaa. Pohjadata luonnissa käytetty tunti tulee projektin koosta riippuen takaisin moninkertaisesti projektin valvonnan ja dokumentoinnin kautta. (Congrid 2018, 8.)

5.6 Aluejako Congridissa

Congridin käyttö hankkeessa aloitetaan luomalla Congrid Live palveluun hankkeelle oma projekti. Tärkein työvaihe projektin luomisessa on pohjakuvien ja aluejaon tekeminen projektille. Aluejako voidaan tehdä suppeasti, jolloin käytetään kerroskohtaista aluejakoa. Laajassa aluejaossa voidaan pohjakuvista valita yksittäinen huone tai tila. Raportointi saadaan tällä tavalla tarkemmaksi. (Riihko 2018, 10.)

Esimerkkikohteessa aluejako on toteutettu suppealla tavalla eli kerroskohtaisesti (Kuvio 13).

Aluejako

| Etsi | |
|------------------------------------|----------|
| Alue | Tyyppi |
| P.Kerros / Matala osa | Kerros |
| Perustukset | Kerros |
| koko rakennus alue | Rakennus |
| koko rakennus alue - 1.Kerros | Kerros |
| koko rakennus alue - 2.Kerros | Kerros |
| koko rakennus alue - 3.Kerros | Kerros |
| koko rakennus alue - 4.Kerros | Kerros |
| koko rakennus alue - 5.Kerros | Kerros |
| koko rakennus alue - 6.Kerros/IVKH | Kerros |
| koko rakennus alue - Kellari | Kerros |
| koko rakennus alue - Piha | Kerros |
| koko rakennus alue - Vesikatto | Kerros |

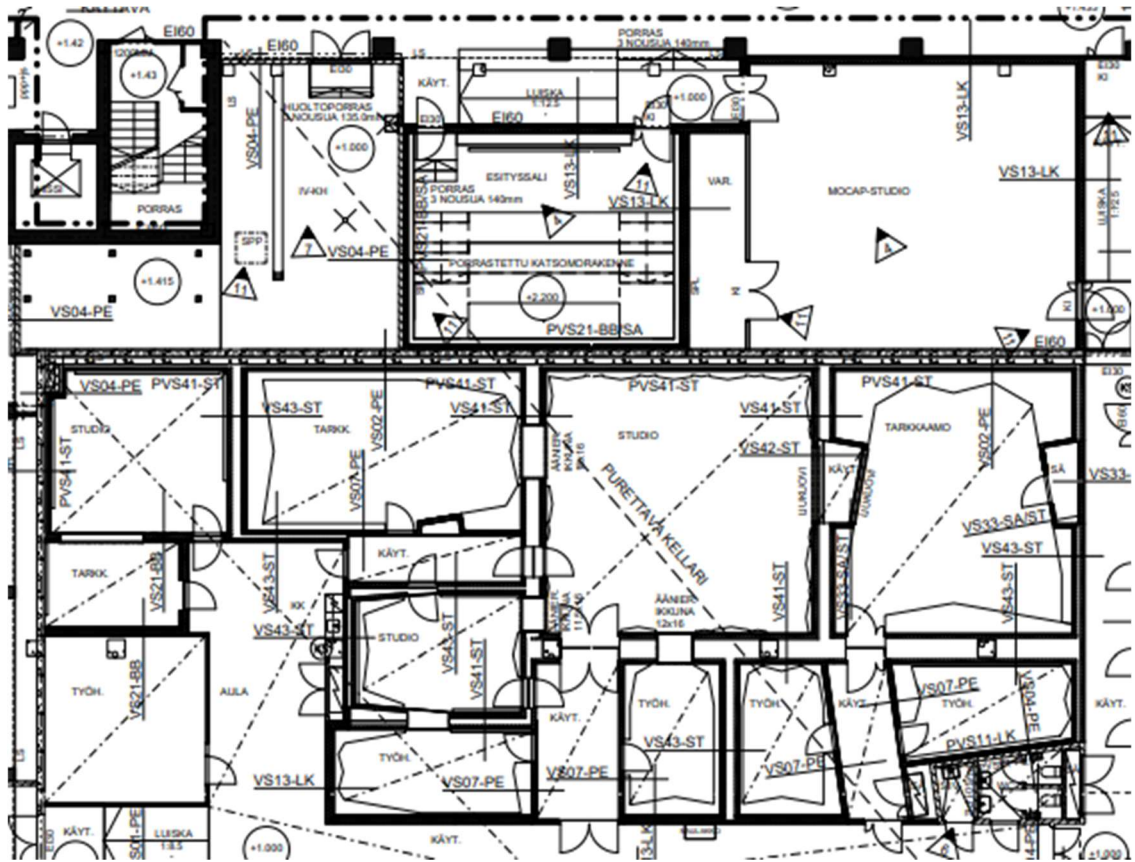
KUVIO 13. Congrid aluejako esimerkkikohteessa

Esimerkkikohteen kellarikerroksessa on valtaosa rakennuksen vaativista ja keskenään erilaista akustisista tiloista. Sieltä löytyy useampi studio, esityssali, tarkkaamoita ja soittotiloiksi tarkoitettuja työhuoneita (kuvio 14).

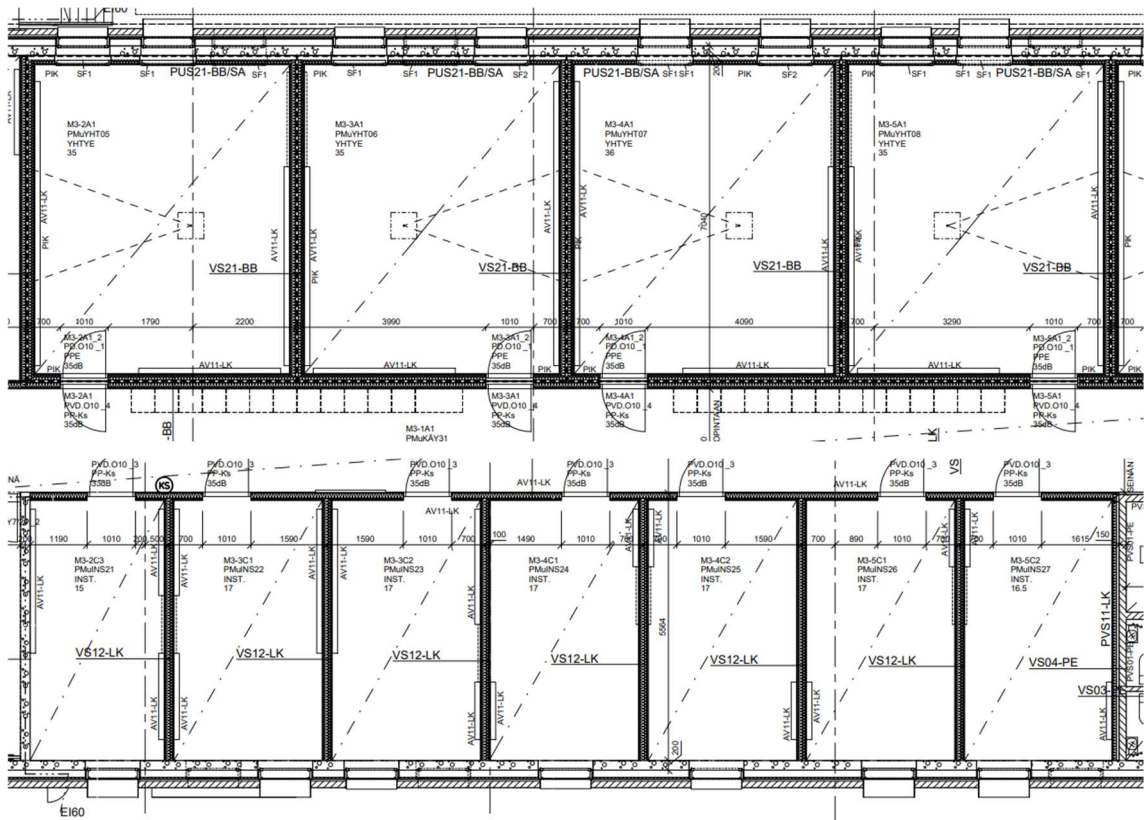
Nämä tilat ovat suhteellisen helppo lisätä aluejaon tiloiksi. Työhuoneet eivät pohjakuvan mukaan ole yksityiskohtaisesti nimettyjä.

Rakennuksen 3. kerrokseen on yhdelle seinustalle suunniteltu 4 kpl yhtyetilaa ja toiselle 7 kpl instrumenttitilaa (kuvio 15). Näistä löytyy tilakoodi tyyliin M3-5A1, mutta aluejakoon merkinnän pitäisi olla helpompi, kuten yhtye 1, yhtye 2 jne.

Nimeämällä tilat tarkemmin sekä aluejakoja muuttamalla tilakohtaiseksi, tarkistusdatan käsittely helpottui huomattavasti.



KUVIO 14. Kellarin pohjakuva esimerkkitilakohtaisessa



Kuvio 15. 3. krs pohjakuva esimerkkikohteessa

Aluejakoa voi muokata avaamalla "aluejako_malli.txt" tiedosto Excel ohjelmassa. Kun muokkaus on valmis, tallennetaan tiedosto "UTF-16-Unicode-teksti(.txt)" muotoon ja ladataan Congrid-ohjelmaan (Liite 1).

Esimerkkikohteen pohjakuvien perusteella on laadittu tarkempi aluejakomalli. Siihen on pyritty kokoamaan tärkeimmän akustiset tilat ja samankaltaiset tilat erottelemaan pohjakuvissa olevilla huonekoodeilla (Liite 2).


5.7 Laadunvarmistusmatriisit Congridissa

Matriisien avulla voidaan laatia toistuvaan tehtävönohjaukseen soveltuvia laatu-matriiseja. Näillä saadaan eri työvaiheiden laatutarkastukset vaiheineen tarkasti kirjattua ja suunniteltua. Kaikki applikaatiolla tehdyt laatutarkastukset siirtyvät automaattisesti oikeaan paikkaan matriisissa ja ovat sieltä nähtävissä yhdestä näkymästä. (Congrid 2018, 9.)



















Yrityksessämme olevaan ohjelmistoon on olemassa valmiita laatumatriisipohjia, mutta niistä ei löydy näin spesifioituja työvaiheita. Sieltä löytyy normaaliin väliseinätyöhön ja ääneneristykseen sopivia laatumatriiseja (kuvio 16, 17).

Osakohteen tarkastus

Osakohteen tarkastus   
74 Levyrakentaminen: väliseinät
Osakohteen tarkastus


Tarkastusten tavoitemäärä 

Tavoitemäärää ei ole asetettu!






















- 1 Tarkistetaan runkosoijojen pystyvuoruuksien ja merkittyjen seinällinjien suunnitelmien mukaisuus ennen levyjen kiinnitystä
Järjestysnumero: 1, ID: 2807724
Kuvausesimerkit: +   
- 2 Tarkistetaan märkätilojen ja muiden erikois-ien rankajojen ja liittymien muihin rakenteisiin. Märkätilojen puisein väliseinän alustana on tarvittaessa vähintään 200 mm korkea kivirakenteinen sokkeli. Puurunko-eristetään sokkelista esimerkiksi bitumihiuopakaistalla.
Löylyhuoneiden rakenteissa ei käytetä painekyllästettyä puuta
Järjestysnumero: 2, ID: 2807725
Kuvausesimerkit: +   
- 3 Teräsrunkoisien väliseinien levyjen ruuvit kiinnitetään mahdollisimman lähelle teräsprofiilin taitekohdalle. Varmistetaan, että teräsrungon lapat ovat auki. Teräsraangat kiinnitetään lopullisesti paikoilleen vasta levytysvaiheessa
Järjestysnumero: 3, ID: 2807726
Kuvausesimerkit: +   
- 4 Levyjen kiinnityksessä ja saumauksessa noudatetaan tuotevalmistajien ohjetta. Varmistetaan, että väliseinän saumat ovat kohdakkain seinän vastakkaisilla puolilla ja että levysauman kohdalla on aina taustatuki. Kaksinkertaisessa levytyksessä päällekkäisten kerrosten saumat eivät saa olla kohdakkain
Järjestysnumero: 4, ID: 2807727
Kuvausesimerkit: +   
- 5 Varmistetaan, että kaikki asennustuet, sähköasiat, putkitukset yms. ovat paikoillaan ennen toisen puolen levytystä. Sähköasiat eivät saa olla kohdakkain
Järjestysnumero: 5, ID: 2807728
Kuvausesimerkit: +   
- 6 Osastoivien väliseinien sähköasiat tulee olla suojattu esimerkiksi kipsilevyillä. Putkitukset yms. eivät saa kokonaan täyttää villoitettavaa tilaa
Järjestysnumero: 6, ID: 2807729
Kuvausesimerkit: +   

KUVIO 16. Congrid levyväliseinien tarkistuslista

Osakohteen tarkastus   
91 Lämmön- ja ääneneristys: ääneneristys
Osakohteen tarkastus

Tarkastusten tavoitemäärä 

Tavoitemäärää ei ole asetettu!

- 1 Äänenvaimennuslevyt pyritään käyttämään kokonaisina. Jos levyjä joudutaan leikkaamaan, varmistetaan näkyviin jäävän leikatun reunan sileisyys
Järjestysnumero: 1, ID: 2807621
Kuvausesimerkit: +   
- 2 Kiinnitys tehdään tarvikeiden valmistajien ohjeiden mukaan. Liiallinen kiinnitys voi alentaa eristävyttä
Järjestysnumero: 2, ID: 2807622
Kuvausesimerkit: +   
- 3 Varmistetaan saumojen ja läpivientien huolellinen tiivistäminen suunnitelmien mukaisesti. Levyjä ei saa maalata tai muutoin käsitellä, ellei asiakirjoissa niin määrätä
Järjestysnumero: 3, ID: 2807623
Kuvausesimerkit: +   
- 4 Varmistetaan äänenvaimennusverhouksen ruiskutuksessa ruiskun säädöt koeruiskutuksella. Ennen uutta kerrosta varmistetaan edellisen kerroksen kuivuminen ja suunnitelmien mukaisuus
Järjestysnumero: 4, ID: 2807624
Kuvausesimerkit: +   
- 5 Varmistetaan, ettei väliseinien villoitukseen jää aukkoja eivätkä putkitukset täytä villoitettavaa tilaa kokonaan. Väliseinät tiivistykseen ulotetaan kantaviin ylä- ja välipohjiin saakka
Järjestysnumero: 5, ID: 2807625
Kuvausesimerkit: +   
- 6 Väliseinien vastakkaisilla puolilla olevat sähköasiat sijoitetaan riittävän kauaksi toisistaan. Kaksinkertaisessa, erottavassa rakenteessa rasioiden väliin asennetaan rakennuslevy
Järjestysnumero: 6, ID: 2807626
Kuvausesimerkit: +   
- 7 Väliseinien ja lattian levykerrosten saumat sijoitetaan eri kohtiin. Lattian pintakerrokset katkaistaan väliseinien kohdalla ja saumat tiivistetään suunnitelmien mukaan
Järjestysnumero: 7, ID: 2807627
Kuvausesimerkit: +   

KUVIO 17. Congrid ääneneristys tarkistuslista

Räätälöimällä matriiseja vastaamaan tarkemmin eri työvaiheita, Congrid soveltuisi hyvin laatumatriisien tekemiseen. Kuvio 16 mukaiseen levyseinien tarkistuslistaan pitäisi lisätä tarkistuskohtia, koska työvaiheita on enemmän kuin tavanomaisessa huoneistojen väliseinärakenteessa. Esimerkkimallina siihen on lisätty kriittisiä kohtia akustisen työselostuksen vaatimuksista (liite 3).

6 POHDINTA

Esimerkkikohde on määritelty ääniteknisesti poikkeuksellisen vaativaksi kohteeksi. Rakennusluvan ehdoksi on määritelty käytettävän akustiselle suunnittelulle ulkopuolista tarkastajaa. Kohteen haasteena on ollut arkkitehdin, akustiikka-suunnittelun ja rakennesuunnittelun yhteensovittaminen toteutusvaiheessa. Lopputuloksena halutaan akustisesti konserttitalon taseisia ratkaisuja. Akustiset ratkaisut ovat rakennusteknisesti haastavia toteuttaa. Rakennusaikataulu on tiukka ja aikaa koeluontoiseen rakentamiseen ei ole. Tässä mielessä on tärkeää saada rakentamisen yksiselitteiset toteutus-suunnitelmat ajoissa työmaalle. Näin saadaan pois suljettua mahdolliset virheellisen rakentamisen aiheuttamat akustiset ongelmat.

Haasteita on aiheuttanut myös tulevien käyttäjien myöhässä ilmaisemansa muuttuvat toiveet ja tarpeet. Käyttäjän mekaniikkasuunnittelun tarkoituksena on saada suunniteltua tarpeet erilaisen esitystekniikan, kuten valojen ja kaiuttimien kiinnityksille. Näiden yhteensovitus akustiikkaratkaisujen kanssa on aiheuttanut viiveitä lopullisiin toteutus-suunnitelmiin. Kun rakennetaan täysin ilmatiiviitä tiloja, kaikkien rakenteisiin tulevien kiinnitysratkaisujen olisi oltava tiedossa jo rakennusaikana. Jälkikäteen tiiviitä seinä- ja kattopintoja ei voi enää puhkoa mahdollisten käyttäjien omien asennusten takia ilman, että akustiset ominaisuudet eivät siitä kärsisi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää työnaikaisten tarkistusten tekemistä sekä niiden dokumentointia mahdollisimman tarkasti ja helposti. Työn oikean lopputuloksen tarkastaminen edellyttää tietoa millainen tarkastettava kohde kuuluisi olla. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut aiempaa akustiikan erityisosaamista ja valtaosa opinnäytetyöntekemiseen kuluneesta ajasta meni tutustumalla esimerkkikohteen suunnitelmiin ja akustiikan perusteisiin. Tämän tiedon sisäistäminen on varmasti suurin hyöty itse opinnäytetyön tekijälle. Sisätyövaiheet ovat lähiaikoina alkamassa ja opinnäytetyöntekijä työnjohtajan roolissa on siihen hyvin varautunut.

Opinnäytetyössä tehtyjä työvaihetarkistusten kehitysehdotuksia käyttämällä voidaan helpottaa työnjohtajien tekemiä tarkistuksia. Congrid-sovelluksen aluejaon muuttaminen käytössä olevasta kerroskohtaisesta tarkemmaksi tilakohtaiseksi

olisi tärkeää. Se vaatisi yhteistyötä suunnittelijoiden kanssa, koska tilojen nimeäminen yksilöllisemmin olisi välttämätöntä tilojen erottamiseksi toisistaan. Opin näytetyö selventää myös mahdolliset kriittiset virheen mahdollisuudet. Niihin ajoissa reagoimalla voidaan saavuttaa laadukasta tekemistä aikataulussa ja ilman kalliita jälkikorjauksia.

LÄHTEET

Akukon Oy. 2018. 1411561-100. Arabian kampus, II vaihe, akustinen työseloste.

Akukon Oy. 2019. 141156-13-D. Arabian kampus, vaihe II / kootut akustiset vaatimukset.

Congrid. 2018. Congrid-ohjelmiston käyttöönoton pikaopas 2018.

Gyproc 2019. Luettu 12.12.2019.
<https://www.gyproc.fi/suunnittelu/akustiikka-ja-%C3%A4%C3%A4nieristys>

Helimäki Akustikot. 2017. AKO-seinäelementit. Akustiikkasuunnitteluohje.
https://www.rakennusbetoni.fi/application/files/9714/9880/5724/Helimaki_4905-23b_AKO-akustiikkasuunnitteluohje.pdf

Hilksa, J. 2019. Aliurakoitsijoiden ja talotekniikan ohjaus kurssi. Tampereen ammattikorkeakoulu. 2019.

Itewiki 2019. Luettu 17.12.2019.
<https://www.itewiki.fi/congrid>

Koskenvesa, A., Marjasalo, A. 2011. Työnjohdon ajankäyttö ja töiden johtaminen. Luettu 25.12.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140705.pdf>

Kylliäinen, M. 2011. Kivitalojen ääneneristys. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

Lahti, T. 1995. Akustinen mittaustekniikka. Teknillinen korkeakoulu, Espoo

Mannila, M. 2018. Rakennuslehti 2018/01. Luettu 25.12.2019.
<https://www.rakennuslehti.fi/2018/01/ennakkosuunnitteluun-pitaisi-antaa-aikaa-nuori-tyonjohtaja-ja-rakennusalan-konkari-painottavat-huolellisuutta-laadukkaassa-tekemisessa/>

Riihko, A. 2018. Laadunvalvonnan sähköistäminen Congrid-sovelluksen avulla. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö

RIL 243-1-2007. 2007. Rakennusten akustinen suunnittelu. Akustiikan perusteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Hakapaino Oy 2007.

RT 16-10660. 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE 1998. Rakennustieto Oy.

Saint-Gobain Finland Oy. 2018. Gyproc Käsikirja huhtikuu 2018. Kirkkonummi: Saint-Gobain Finland Oy/Gyproc

Sweco Rakennetekniikka Oy. 2019a. Metropolian ja pop & jazz konservatorion uudisrakennus. Rakennetyypit, väliseinät VS. R_Y3025. Helsinki. 2019.

Sweco Rakennetekniikka Oy. 2019b. Varma Arabia – Metropolia Musiikin Uudisrakennus. Väliseinäliitokset, rakennedetaljit. R_D3646. Helsinki. 2019.

Sweco Rakennetekniikka Oy. 2019c. Varma Arabia – Metropolia Musiikin Uudisrakennus. Rakennetyypit, pintarakenteet. R_Y3026. Helsinki. 2019.

Olkkonen, A. 2017. Aliurakoitsijoiden itselleluovutus. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Mestarityö.

Valtonen, T. 2013. Itselleluovutus asuntorakentamisessa. Aliurakoiden itselleluovutusten hallinta. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinöörityö.

LIITTEET

Liite 1. Congrid. Aluejako luonti Excel tiedostosta.

Aluejako tiedostosta Sisällysluettelo



1. Excel tiedoston muokkaus sivu: 3
2. Excel tiedoston tallennus sivu: 4
3. Tiedoston lataus Live-palveluun sivu: 5



CONGRID

Malli tiedosto Räätälöi ja tallenna

Avaa: "aluejako malli.txt" tiedosto Excel ohjelmassa

Näet tiedostosta malli esimerkin miten aluejako rakennetaan excel taulukkoon

Huom! Tärkeää että A-rivi on merkattuna:
Rakennus, Lohko, Kerros, Tila- nimikkein
→ Kirjoitusvirheistä tiedosto herjaa
ladattaessa Congrid live-palveluun

| | A | B | C | D | E | F |
|----|----------|------------|---------|------|-------|--------------|
| 1 | Rakennus | Rakennus A | | | | |
| 2 | Lohko | | A lohko | 1 km | | |
| 3 | Kerros | | | | Au. 1 | |
| 4 | Tila | | | | | Eloinen |
| 5 | Tila | | | | | Eloinen |
| 6 | Tila | | | | | Kerros |
| 7 | Tila | | | | | Kylpyhuone |
| 8 | Tila | | | | | Makuuhuone |
| 9 | Tila | | | | | Makuuhuone 2 |
| 10 | Tila | | | | | Olohuone |
| 11 | Tila | | | | | Parveke |
| 12 | Tila | | | | | Sauna |
| 13 | Tila | | | | | WC |
| 14 | Tila | | | | Au. 2 | |
| 15 | Tila | | | | | Eloinen |
| | | | | | | Kerros |
| | | | | | | Kylpyhuone |
| | | | | | | Makuuhuone |
| | | | | | | Olohuone |
| | | | | | | Parveke |
| | | | | | | Sauna |
| | | | | | Au. 3 | |
| | | | | | | Eloinen |
| | | | | | | Kerros |
| | | | | | | Kylpyhuone |
| | | | | | | Makuuhuone |
| | | | | | | Olohuone |
| | | | | | | Parveke |
| 16 | Tila | | | | Au. 4 | |



CONGRID

Tiedoston tallennus

Unicode muotoon

Kun olet saanut excel tiedoston / aluejaon valmiiksi, täytyy tiedosto tallentaa: **"UTF-16-Unicode-teksti (.txt)"** muotoon.

Tallenna tiedosto koneellesi haluamaasi kansioon / sijaintiin.



CONGRID

Tiedoston lataus

Congrid live palveluun

Avaa Congrid projektiltasi aluejako sivu:

1. Paina lisää tiedosto
2. Lataa aluejako .txt tiedosto sivulle:

Huom: Isojen tiedostojen lataus voi kestää hetken...
 Odottaa prosessointia
 Prosessoidaan tiedostoa
 ✓ Valmis
 Uudelleenohjataan aluejakosivulle...

3. Aluejako on valmiina → linkitä pohjapiirustukset haluamiin sijainteihin "kynä" iconin kautta.



CONGRID

Liite 2. Muokattu Congrid aluejakomalli

| Tiedosto | Muokkaa | Muotoile | Näytä | Ohje |
|----------|---------|--------------------|-------|----------------------------|
| Rakennus | | Koko rakennus alue | | |
| Lohko | | Matalaosa | | |
| Kerros | | K1 | | |
| Tila | | | | Presentaationsali |
| Tila | | | | Mocap |
| Kerros | | P. kerros | | |
| Tila | | | | Mediastudio |
| Tila | | | | Esitystekn. |
| Lohko | | Korkeaosa | | |
| Kerros | | K1 | | |
| Tila | | | | Verkkostudio |
| Tila | | | | Verkkotarkk. |
| Tila | | | | Pieni tarkk. |
| Tila | | | | Soittot. |
| Tila | | | | Iso tarkk. |
| Tila | | | | Rummut |
| Kerros | | P. kerros | | |
| Tila | | | | Kamarimusiikkisali |
| Kerros | | Perustukset | | |
| Kerros | | 1. kerros | | |
| Tila | | | | Harjoitussali Rytmi M1-3A1 |
| Tila | | | | Harjoitussali Rytmi M1-6A1 |
| Tila | | | | Mus. kasv. |
| Tila | | | | Muskari M1-4C1 |
| Tila | | | | Muskari M1-5C1 |
| Tila | | | | WC |
| Kerros | | 2. kerros | | |
| Tila | | | | WC |
| Tila | | | | Inst. Iso |
| Tila | | | | Rumpul. M2-2A2 |
| Tila | | | | Rumpul. M2-3A2 |
| Tila | | | | Rumpul. M2-3A3 |
| Tila | | | | Lyömäsoitin |
| Tila | | | | Mus. teknol. |
| Tila | | | | Inst. M2-2C3 |
| Tila | | | | Inst. M2-3C1 |
| Tila | | | | Inst. M2-3C2 |
| Tila | | | | Inst. M2-4C1 |
| Tila | | | | Inst. M2-4C2 |
| Tila | | | | Inst. M2-5C1 |
| Tila | | | | Inst. M2-5C2 |

| | |
|--------|------------------|
| Kerros | 3. kerros |
| Tila | WC |
| Tila | Inst. Iso |
| Tila | Yhtye M3-2A1 |
| Tila | Yhtye M3-3A1 |
| Tila | Yhtye M3-4A1 |
| Tila | Yhtye M3-5A1 |
| Tila | Yhtye M3-5A2 |
| Kerros | 4. kerros |
| Tila | WC |
| Tila | Pedag/tanssi |
| Tila | Yhtye iso |
| Tila | Yhtye M4-3A1 |
| Tila | Yhtye M4-4A1 |
| Tila | Yhtye M4-1B1 |
| Kerros | 5. kerros |
| Tila | WC |
| Tila | Luentotila |
| Tila | Inst. Iso M5-3A1 |
| Tila | Inst. Iso M5-4A1 |
| Tila | Inst. Iso M5-6A2 |
| Tila | Rumpul. M5-4A2 |
| Tila | Rumpul. M5-5A1 |
| Tila | Rumpul. M5-6A1 |
| Tila | Kosk. Studio |
| Tila | Sähköpiano |
| Kerros | 6. kerros |
| Kerros | VK |
| Kerros | Piha |

Liite 3. Muokattu Congrid väliseinätyövaiheen tarkistusmatriisi

74. väliseinät

| | |
|----|---|
| 1 | Tarkistetaan runkosoirojen pystysuoruus ja merkittyjen seinälinjojen suunnitelmien mukaisuus ennen levyjen kiinnitystä |
| 2 | Tarkistetaan kaksinkertaisten levyseinien runkojen olevan irti toisistaan min 10 mm |
| 3 | Tarkastetaan muiden erikoisseinien rankajaot ja liittyminen muihin rakenteisiin |
| 4 | Tarkistetaan eri rakennusosien välisten saumojen riittävän suuri rako. 5-9mm |
| 5 | Tarkistetaan levyrakenteiset seinät tiivistetty toisiinsa ja ympäröiviin rakenteisiin elastisella tiivistysmassalla |
| 6 | Teräsrunkoisen väliseinän levyjen ruuvit kiinnitetään mahdollisimman teräsprofiilin tai tekohtaa, läpät auki. Kiinnitys vasta levytysvaiheessa |
| 7 | Tarkistetaan liitokset, tehtävä T-liitoksena |
| 8 | Levyjen kiinnityksessä ja saumauksessa noudatetaan tuotevalmistajien ohjeita. Varmistetaan saumat |
| 9 | Tarkistetaan uloimman levyn ja viereisten rakenteiden (myös lattian ja katon) väli. Jätetään 5-9 mm rako, joka tiivistetään. |
| 10 | Varmistetaan sähköasiat, putket yms. Rasiat eivät saa olla kohdakkain |
| 11 | Varmistetaan kaksi runkoiseen levyseinään uppoasennuksen yhteydessä asennettu 600 x 600 mm rakennuslevy ja väli täytetään mineraalivillalla. |
| 12 | Osastovien väliseinien sähköasiat tulee olla suojattu. Putkitukset eivät saa täyttää koko villoitettavaa tilaa |
| 13 | Varmistetaan. Seinät on tehtävä valmiiksi ennen IV-kanavien ja muiden lävistävien putkien asentamista |