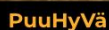


Sisältö



PuuHyvä opaskortit on laadittu helpottamaan puu- ja puu-hybridirakenteiden välipohjien suunnittelua ja toteutusta. Ne auttavat ymmärtämään perusperiaatteet, välttämään tyypilliset virheet ja varmistamaan rakenteiden toimivuuden halutulla tavalla. Opaskortit on tarkoitettu niin rakennusalan opiskelijoille kuin ammattilaisillekin.

Suunnittelu/Työmaatuotanto

[Ääneneristystavoitteet ja määräykset](#)

[Välipohjarakenteiden akustinen toiminta](#)

[Yhteistyö rakennushankkeen toimijoiden välillä](#)

[Keskeiset keinot askelääneneristävyyden parantamiseen](#)

[Jousirankakatot](#)

Suunnittelu (ARK/RAK)

[Rakenteelliset sivutiesiirtymät puurakennuksissa](#)

[Absorptiomateriaalit](#)

[Kelluvat lattiat](#)

[Lattiapäällyste](#)

[Ääneneristävyyden laskentamallit ja -ohjelmistot](#)

Suunnittelu (LVIS)

[LVIS-järjestelmät osana välipohjien ääniteknikkaa](#)

[LVIS-putkistojen ja kanavien kannatus](#)

Työmaatuotanto

[Akustisten rakenteiden asennusperiaatteet](#)

[Kelluvat lattiat](#)

[Rakenteelliset sivutiesiirtymät puurakennuksissa](#)

[Liitosten tiivistys ja läpivientien toteutus](#)

[Lattiapäällyste](#)

[Rakennusakustiikan laadunvarmistus työmaalla](#)

[Mittaukset osana laadunvarmistusta](#)

Lisätiedot

Opaskortit on toteutettu Karelia-ammattikorkeakoulun PuuHyvä — Puu- ja hybridirakenteisen välipohjatuotteiden rakennusakustiikka, värähtely ja elinkaaren päästöt -projektissa, jota rahoittaa Etelä-Savon ELY-keskus EAKR-ohjelmasta.

Ääneneristystavoitteet ja määräykset

PuuHyvä

Ääneneristys on keskeinen osa rakennusten viihtyisyyttä, terveellisuutta ja toimivuutta. Ääneneristävyyden suunnittelussa on tärkeää huomioida paitsi säädösten velvoittavuus myös rakennuksen käyttötarkoitus ja käyttäjien kokema ääniympäristön laatu.

Kansalliset vaatimukset ja suositukset

Rakentamislaki 751/2023 36 § on määritetty velvoitteet rakennusten ääneneristävyyden ja ääniolosuhteiden osalta.

Ympäristöministeriön asetus 796/2017 ja ohje rakennuksen ääniympäristöstä 2018 määrittävät rakennuksen akustiset raja- ja ohjearvot.

Ilmaääneneristys esitetään standardisoituna äänitasoerolukuna $D_{nT,w}$ ja askelääneneristävyys askeläänitasoerolukuna $L_{nT,w}$.

SFS 5907:2022 määrittää akustiset laatuluokat:

- A1: korkea taso (esim. koulut, sairaalat)
- A2: vähimmäistaso (vastaa asetusta)
- A3: olemassa olevat rakennukset

Eurooppalaiset vaatimukset

Eurokoodi 5 (EN 1995-1-1 ja EN 1995-1-1:2023) ei suoraan määritä arvoja, vaan viittaa kansallisiin liitteisiin ja ISO-standardeihin

Keskeiset akustiikan mittausstandardit:

- ISO 717-1: Ilmaääneneristys
- ISO 717-2: Askelääneneristys
- ISO 10140-2&3: Laboratoriomittaukset
- ISO 16283-1&2: Kenttämittaukset

Rakennustyyppikohtaiset tavoitearvot

(lähde: SFS 5907-2022)

Rakennustyyppi	Ilmaääneneristys ($D_{nT,w}$)	Askelääneneristys ($L_{nT,w} + C_{I,50-2500}$)
Asuinrakennus	≥ 55 dB	≤ 53 dB
Hotelli / majoitus	≥ 52 dB	≤ 58 dB
Koulu / oppilaitos	$\geq 45-50$ dB	≤ 58 dB
Toimistorakennus	$\geq 40-45$ dB	≤ 60 dB
Terveystieteiden tila	$\geq 55-60$ dB	$\leq 50-55$ dB

Lähteet ja lisätiedot

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2027.

Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö: Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

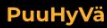
Rakentamislaki 751/2023. Lainsäädäntö.

SFS-EN 1995-1-1. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki, Suomen

Standardoimisliitto SFS ry.

SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

Välipohjarakenteiden akustinen toiminta



Puurakenteiden välipohjien akustinen toiminta on keskeinen osa rakennussuunnittelua. Toisin kuin betonirakenteet, puuvälipohjat ovat kevyempiä ja joustavampia, mikä tekee niistä alttiimpia sekä ilma- että askelääniä siirtymiselle. Lisäksi niiden taipumus värähdellä matalilla taajuuksilla voi aiheuttaa häiritseviä resonanssi-ilmiöitä. Näiden haasteiden vuoksi puuvälipohjien akustinen suunnittelu vaatii erityistä huomiota rakenteiden kerroksellisuuteen, liitosten akustiseen katkaisuun sekä vaimennusmateriaalien ja kelluvien lattiaratkaisujen käyttöön.

Ilmääni

Ilmääni siirtyy tilasta toiseen pääasiassa rakenteiden läpi, kun äänenteho saa rakenteen värähtelemään, joka saa rakenteen toisella puolella olevan ilman värähtelemään.

Rakenteen eristyskyky riippuu rakenteen massasta, tiiviyydestä ja liitosten laadusta.

Rakenteen tiiviys ja liitosten huolellinen toteutus ovat kriittisiä, sillä pienetkin vuotokohdat voivat heikentää eristystä merkittävästi.

Ilmääni voi muuttua runkoääneksi rakennuksessa esimerkiksi tilanteessa missä tilojen välinen massa ei riitä vaimentamaan ilmäänen siirtymistä.

Ilmääneneristystä parannetaan mm. tiiviillä ja raskailla pintarakenteilla, akustisesti katkaistuilla liitoksilla (seinä-välipohja) sekä alakattojärjestelmillä.

Askelääni

Askelääni on runkoääntä, joka syntyy mekaanisesta herätteestä, kuten kävely, esineen putoaminen.

Askelääni siirtyy rakenteiden kautta viereisiin tiloihin ja koetaan usein häiritsevämpänä kuin ilmääni.

Askelääneneristystä parannetaan mm. kelluvilla lattiarakenteilla (esim. askeläänieriste + pintalaatta), jousirangoilla sekä akustisesti katkaistuilla liitoksilla (seinä-välipohja).

Kerrosrakenteiden vaikutus ääneneristykseen

Rakennekerrokset:

Välipohjan kokonaisrakenne vaikuttaa sekä ilma- että askelääneneristykseen. Esimerkiksi puuvälipohjassa Kelluva lattia (esim. betonilaatta + askeläänimatto) parantaa askelääneneristystä. Alakatto puolestaan (esim. jousiranka + mineraalivilla + kipsilevy) parantaa ilmääneneristystä ja vaimentaa runkoääntä.

Massiivisuus ja joustavuus:

Raskaat rakenteet (esim. betonilaatat) eristävät tehokkaasti ilmaääntä. Kevyissä puurakenteissa tarvitaan lisäkerroksia, vaimennusmateriaaleja ja tärinänestimiä, jotta saavutetaan vastaava taso.

Sivutiesiirtymät:

Ääni voi kiertää rakenteen ohi sivutietä pitkin, esim. seinän ja välipohjan liitoksen kautta. Sivutiesiirtymien hallinta vaatii huolellista detaljisuunnittelua ja akustista katkaisua liitoksissa ja eri rakennekerrosten välissä

Lähteet ja lisätiedot

Hongisto, V., ym. 2023. Puu- ja betoniväli-pohjien ääneneristävyyden laboratoriomittauksia, Turun ammattikorkeakoulu.

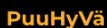
Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalon ääneneristys asiantuntijaselvitys, Karelia-ammattikorkeakoulu julkaisu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa, Puuinfo Oy.

Lahtela, T. 2018. Puuvälipohjan värähtelymitoitus. Vaativien puurakenteiden suunnittelu- koulutus. Puuinfo Oy.

Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

Yhteistyö rakennushankkeen toimijoiden välillä



Projektin alkuvaiheessa laaditaan yhteinen suunnittelu aikataulu, jossa määritellään suunnittelutehtävien vastuurajat erityisesti silloin, kun tehtävät edellyttävät useamman suunnittelijan tai urakoitsijan yhteistyötä. Akustiikkasuunnittelijan tulee olla mukana jo varhaisessa vaiheessa, jotta sivutiesiirtymien ja muiden akustisten riskien hallinta voidaan huomioida rakenteiden ja liitosten suunnittelussa. Työmaalla ylläpidetään laadunvalvonta-asiakirjoja, joihin kootaan katselmusten tulokset, mittauspöytäkirjat ja materiaalien toimitusasiakirjat. Nämä luovutetaan vastaanottotarkastuksessa. Tiedonkulun varmistamiseksi suunnitelmat, tuotetiedot ja tarkastusraportit dokumentoidaan ja jaetaan kaikkien osapuolten kesken.

Pääsuunnittelijan tehtävät

Pääsuunnittelija varmistaa, että hankkeessa on mukana akustiikkasuunnittelija. Pääsuunnittelija koordinoi eri suunnittelualojen yhteistyötä akustiikan huomioimiseksi. Pääsuunnittelija yhteistyössä akustiikkasuunnittelijan kanssa suunnittelee tilojen sijoittelun ja huoneakustiikan.

Rakennesuunnittelijan tehtävät

Rakennesuunnittelija osallistuu rakennetyyppien valintaan akustisten vaatimusten näkökulmasta, sekä laatii akustiikkasuunnittelijan ohjeiden mukaiset rakenteet ja detaljit.

LVIS-suunnittelijan tehtävät

LVIS-suunnittelijat suunnittelee kanavareitit, kannattimet ja vaimenninratkaisut akustiikkasuunnittelijan ohjeiden mukaisesti, sekä LVIS-laitteiden sijoitteluun.

Akustiikkasuunnittelijan tehtävät

Akustiikkasuunnittelija osallistuu tilojen sijoitteluun, tuotteiden ja rakenteiden vaatimusten määrittelyyn sekä laatii toteutusohjeita ja detaljeja, kuten liitos- ja läpivientiratkaisuja.

Akustiikkasuunnittelijan vastuulla on tarkistaa urakoitsijan esittämien vaihtoehtoistuntuotteiden esim. äänenvaimentimet, tärinäneristimet akustinen yhteensopivuus suunnitelmien kanssa. Tämä tehdään urakoitsijan toimittamien tuotetietojen perusteella.

Urakoitsijoiden tehtävät

Urakoitsijoiden tulee toteuttaa rakenteet suunnitelmien mukaisesti. Urakoitsijat vastaavat akustisten tuotteiden valinnasta ja toimittavat tarvittavat tekniset tiedot suunnittelijan tarkastettavaksi. Urakoitsijat osallistuvat myös mahdollisten mallihuoneiden akustisiin mittauksiin ja tutkimuksiin.

Lähteet ja lisätiedot

Hongisto, V., ym. 2023. Puu- ja betoniväli-pohjien ääneneristävyyden laboratoriomittauksia. Turun ammattikorkeakoulu.

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalon ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa, Puuinfo Oy.

RT 14-11016 RunkoRYL. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy.

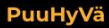
RT 103190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18. Rakennustieto Oy.

SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen luokitus. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1995-1-1. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

Keskeiset keinot askelääneneristävyyden parantamiseen



Askelääni on rakenteiden kautta etenevää runkoääntä, joka syntyy mekaanisen herätteen vaikutuksesta, kuten kävelystä tai esineen putoamisesta. Se siirtyy rakennusosien välityksellä viereisiin tiloihin ja koetaan usein häiritsevämpänä kuin ilmaaäni. Askelääneneristystä parannetaan esimerkiksi kelluvilla lattiarakenteilla, massaa lisäämällä ja rakennusosien katkaisulla.

Jousirankakatto

Akustisten jousirankojen tai tärinäneristimien varaan asennettu kipsilevykatto on yksi tehokkaimmista ratkaisuista askelääneneristyksen parantamiseen.

Massan lisääminen

Puurakenteiset välipohjat ovat suhteellisen kevyitä ja välipohjan massa vaikuttaa merkittävästi askelääneneristävyyteen erityisesti matalilla taajuuksilla. Välipohjan massaa voidaan kasvattaa esimerkiksi paikalla valettujen laattojen tai alakattojen kipsilevykerrosten avulla.

Kelluvat lattiat

Kelluva lattia on rakenne, jossa pintalaatta erotetaan kantavasta välipohjasta joustavalla askelääneneristeellä. Tämä muodostaa akustisesti kaksinkertaisen rakenteen, joka vaimentaa tehokkaasti askelääniä ja värähtelyä.

Sivutiesiirtymien hallinta

Rakenteellisia sivutiesiirtymiä vähennetään esimerkiksi tärinäneristimien avulla tai katkaisemalla tilasta toiseen jatkuva rakennusosa.

Lattiapäällyste

Joustava lattiapäällyste tai parketin tai laminaatin alle asennettu joustava kerros vaimentaa välipohjaan kohdistuvaa askelherätettä.

Absorptiomateriaalit

Kaksinkertaisten rakenteiden ilmarälin tuleee asentaa absorboivaa materiaalia. Villa on välipohjissa yleisesti käytetty materiaali.

Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

Latvanne, P. 2015. Puuvälipohjien akustiset ominaisuudet ja laskentamallit. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

Jousirankakatot

PuuHyvä

Jousirankojen varaan asennettu kipsilevykatto, joka toimii tehokkaana ratkaisuna puuvälipohjien askelääneneristysten parantamiseen. Se muodostaa lähes ideaalisen kaksinkertaisen rakenteen, koska kattolevytyt saadaan akustisesti irti välipohjan rungosta.

Keskeiset vaikutukset ja edut

Merkittävä parannus askelääneneristykseen: Jousirankakaton vaikutus alkaa jo noin 50 Hz:n taajuudelta, mikä on erityisen tärkeää matalien taajuuksien hallinnassa.

Ilmaääneneristys paranee samalla: Rakenteen akustinen erottaminen parantaa myös ilmaääneneristystä.

Joustavuus ja massa ratkaisevat: Mitä joustavampi ja raskaampi jousirankakatto on, sitä parempi eristävyys saavutetaan.

Oikein toteutettuna jousirankakatto voi parantaa välipohjan askelääneneristävyttä jopa 10 desibelillä.

Suunnittelun ja toteutuksen huomioita

Asennusohjeiden noudattaminen: On tärkeää noudattaa jousiranka- ja kipsilevyvalmistajien ohjeita, jotta rakenteen akustinen toiminta toteutuu suunnitellusti.

Jousirankojen jako: Mitä suurempi jousirankojen k/k-jako (keskeltä keskelle), sitä parempi ääneneristys, mutta käytännössä jako on rajoitettava 400–450 mm:iin levyjen kiinnityksen vuoksi.

Rangat irti ympäröivistä rakenteista: Jotta jousirangat pääsevät toimimaan vapaasti, niiden päiden tulee olla täysin irti muista rakenteista.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Joensuu. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

Rakenteelliset sivutiesiirtymät puurakennuksissa

PuuHyvä

Sivutiesiirtymä tarkoittaa äänen siirtymistä tilasta toiseen muuta reittiä kuin suoraan tiloja erottavan rakennusosan kautta. Puuväli pohjissa tämä tapahtuu tyypillisesti runkoäänenä, joka kulkee esimerkiksi liitosten, palkkien tai muiden rakenteiden kautta. Puurakenteet ovat kevyitä ja joustavia, eikä niissä voida hyödyntää massan ja jäykkyyden vaimentavaa vaikutusta kuten betonirakenteissa. Tämän vuoksi sivutiesiirtymien hallinta on keskeinen osa puuväli pohjien akustista suunnittelua, koska ne voivat merkittävästi heikentää rakenteen kokonaisääneneristävyyttä.

Sivutiesiirtymien hallinta suunnittelussa

Rakenteellisia sivutiesiirtymiä vähennetään katkaisemalla tilasta toiseen jatkuva rakennusosa.

Asuinrakennuksissa välipohjat katkaistaan huoneistojen välillä äänen ja värähtelyn siirtymisen estämiseksi.

Tärinäeristys rakennusosien liittymissä ja liitoselimissä auttaa estämään äänen kulkeutumista.

Tärinäeristimien käytössä huomioitava kuormitusalue, jolla eristimet toimivat optimaalisesti ja suurin kuormitus, jonka eristimet kestävät hetkellisesti. Tästä johtuen, kantaviin rakenteisiin kohdistuvat kuormat on tunnettava tarkasti.

Kaksinkertaiset seinä- ja välipohjarakenteet, eli massa-jousi-massa -ratkaisut.

Talotekniikan läpivientien määrä välipohjissa tulisi minimoida ja läpiviennit suunnitella siten, että ilma- tai askelääneneristävyys ei heikkene.

Erilliset levyverhoukset ja levysaumojen limitys rakennusosissa voivat parantaa ääneneristystä.

Sivutiesiirtymiä voidaan estää kelluvan lattian ja jousirankakaton avulla.

Tiivistysratkaisut huomioidaan suunnittelussa esimerkiksi paisuvien saumanauhojen, profiilitiivistenauvojen tai akustisten tiivistysmassojen avulla.

Yksityiskohtaisen toteutussuunnitelman laadinta työmaalle, joka sisältää ainakin liitosdetaljit, tiivistysohjeet ja tärinäeristysten toteutusratkaisut.

Rakennesuunnittelijan ja akustiikkasuunnittelijan yhteistyö on avainasemassa onnistumisen kannalta.



Lähteet ja lisätiedot

- Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.
- Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.
- LVI 12-10217. 1994. Putkien läpiviennit. Rakennustieto Oy.
- LVI12-10327. 2001. Vesikeskuslämmityksen äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.
- Pura, M. 2021. Äänen rakenteelliset sivutiesiirtymät puurakennuksissa. Diplomityö. Oulun yliopisto.
- RT 103190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18. Rakennustieto Oy.
- RT 14-11016. 2010. RunkoRYL 2010. Rakennustieto Oy.
- RT 80-10238. 1984. Putkien läpiviennit seinissä ja välipohjissa. Rakennustieto Oy.

Absorptiomateriaalit

PuuHyvä

Palkkirakenteisten välipohjien ylä- ja alapintojen välille muodostuu ilmapäli. Kaksinkertaisen rakenteen tyhjässä ilmapäliässä ääni heijastuu levymäisten pintojen välillä, joka aiheuttaa äänen kaikumista ja heikentää näin ilmapälieneristävyyttä. Tämän vuoksi ilmapäliin tulee asentaa absorboivaa materiaalia. Lisäksi absorptiomateriaaleja hyödynnetään huoneakustiikan hallinnassa. Huoneakustiikan suunnittelussa tulee huomioida tilan käyttötarkoitus ja tilan pintojen ominaisuudet ja sijoitukset.

Absorptiomateriaalit kaksinkertaisissa rakenteissa

Absorboivan materiaalin paksuuden tulee olla vähintään 100 mm tai vaihtoehtoisesti vähintään puolet ilmapälin paksuudesta.

Suurempia materiaalipaksuuksia voidaan käyttää ja ilmapälin voi tarvittaessa täyttää absorboivalla materiaalilla, mutta suurempi materiaalipaksuus ei välttämättä tuo merkittävää hyötyä.

Villa on yleisimmin käytetty materiaali.

Materiaalivalinnan yhteydessä on huomioitava palotekniset ominaisuudet ja vaatimukset.

Materiaalivalinnassa on tärkeää huomioida materiaalin absorptiosuhde, jonka suositeltu arvo on 0,8-0,9. Absorptiosuhde ilmaisee, kuinka paljon materiaali absorboi ääntä. Arvon ollessa 0 pinta heijastaa äänen kokonaan, kun taas arvon ollessa 1 pinta absorboi äänen täysin.



Absorptiomateriaalit huoneakustiikassa

Absorptiomateriaaleilla voidaan hallita tilojen jälkikaiunta-aikaa. Lyhentämällä jälkikaiunta-aikaa voidaan parantaa puheen selkeyttä ja erottelukykä.

Absorptiomateriaalien avulla on mahdollista aiheuttaa tarpeettoman suuri vaimennus, jolloin keskustelu hankaloituu.

Absorptiomateriaaleilla voidaan vaimentaa suuria taajuuksia.

Tilojen tai rakennusosien välinen ääneneristävyys ei parane absorptiomateriaalien avulla.

Absorptiomateriaalit ovat yleensä kuitupohjaisia huokoisia tuotteita.

Materiaalivalinnan yhteydessä on huomioitava palotekniset ominaisuudet ja vaatimukset.

Materiaalin absorptiosuhde tulee huomioida tilan tarpeiden mukaan.

Materiaalin korkea absorptiosuhde tarkoittaa, että äänen absorboimiseen tarvitaan vähemmän materiaalin pinta-alaa.

Tuotteen valinnassa tulee huomioida myös materiaalikerroksen paksuus, asennustapa, pinnoite ja tiheys.

Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

RT 07-10881. 2006. Huoneakustiikka. Rakennustieto Oy.

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

SIT 05-610038. 2006. Huoneakustiikka. Rakennustietosäätiö RTS.

Kelluvat lattiat

PuuHyvä

Kelluva lattia on rakenne, jossa pintalaatta (esim. betoni, kipsi, levyrakenne) erotetaan kantavasta välipohjasta joustavalla askelääneneristeellä. Tämä muodostaa akustisesti kaksinkertaisen rakenteen, joka vaimentaa tehokkaasti askelääniä ja värähtelyjä. Kelluva lattia parantaa askelääneneristävyyttä erityisesti silloin, kun pintalaatta on raskas, sillä kelluttava kerros estää tehokkaasti suuritaajuisen värähtelyn etenemisen pintalaatasta muuhun välipohjarakenteeseen.

Suunnittelussa huomioitavia seikkoja

Kelluvan lattian on oltava irti ympäröivistä rakenteista ja talotekniikan läpivienneistä, sillä jo vähäinenkin kytkentä heikentää ääneneristävyyttä.

Kelluvan lattian massa ja askeläänieristeen jäykkyyteen tulee kiinnittää suunnittelussa huomiota, sillä nämä vaikuttavat kelluvan lattian alimpaan ominaistajuuteen.

Kelluvan lattian massa ja jäykkyys vaikuttavat värähtelyyn ja mikäli nämä eivät ole riittävät, voi lattian värähtely aiheuttaa epämukavuutta käyttäjille.

Kelluvan lattian alimman ominaistajuuden tulisi olla mahdollisimman pieni, sillä se toimii ääneneristeenä ainoastaan resonanssialueensa yläpuolisilla taajuuksilla.

Valusuojan avulla ehkäistään kytkennän syntyminen ja estetään valumassan ja veden valuminen.

Reunojen tiivistys estää veden pääsyn laatan alle käytön aikana.

Raudoituksen tulee olla riittävä määrältään ja paksuudeltaan, jotta lattian kuivuessa ei tapahdu muodonmuutoksia.

Kelluvan lattian vaikutus on pienempi kuin joustavasti ripustetun alakaton, joten molempia voidaan käyttää yhdessä optimaalisen tuloksen saavuttamiseksi.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

RT 83-10902. 2007. Välipohjarakenteita. Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy.

RT 103190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18.

Lattiapäällyste

PuuHyvä

Lattiapäällysteen avulla voidaan vaikuttaa välipohjan askelääneneristävyyteen. Päällysteen askelääneneristystä parantava vaikutus perustuu siihen, että se vaimentaa välipohjaan kohdistuvaa askelherätettä. Yleisesti lattiapäällysteet parantavat askelääneneristävyyttä 250 Hz taajuudelta ylöspäin. Matalimpiin taajuuksiin voidaan vaikuttaa alakaton ja pintalaatan yhteismassalla.

Huomioitavia asioita suunnittelussa

Kiinteiden pinalattioiden kohdalla joustavalla lattiapinnoitteella on suuri vaikutus askelääneneristävyyteen.

Pienten taajuuksien askelääneneristävyyteen vaikuttaa ensisijaisesti välipohjan massa.

Lattiapäällysteiden parannusvaikutus alkaa yleensä noin 250 Hz taajuudelta.

Ilmaääneneristävyyteen lattiapinnoitteella ei ole juurikaan vaikutusta.

Koska joustava lattiapäällyste vaimentaa välipohjaan kohdistuvaa herätettä, sen vaimennusvaikutus kohdistuu kaikkiin välipohjan äänenkulkureitteihin.

Jos välipohjassa on kelluva lattia, on joustavan lattiapinnoitteen parannusvaikutus askelääneneristävyyden vähäinen.

Joustavan lattiapinnoitteen materiaaleina voi olla esimerkiksi muovi- tai kokolattiamatot. Vaihtoehtona on joustavan aluskerroksen päälle asennetut parketti- tai laminaattilattiat.

Standardissa SFS-EN ISO 10140-1 määritellään menetelmä, jolla arvioidaan lattiapäällysteen vaikutus askelääneneristävyyteen.

SFS-EN ISO 10140-5 määrittelee laboratoriotestien vaatimukset rakennusosien ääneneristävyyden mittaamiseksi.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

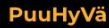
RT 84-10617. 1996. Puulattiat. Rakennustieto Oy.

RT 14-11103. 2012. SisäRYL 2013. Rakennustieto Oy.

SFS-EN ISO 10140-1: 2021. 2021. Acoustics. Laboratory measurement of sound insulation of building elements. Part 1: Application rules for specific products. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 10140-5:2022 Laboratory measurements of sound insulation of building elements. Part 5: Requirements for test facilities and equipments. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Ääneneristävyyden laskentamallit ja -ohjelmistot



Rakennusosien askel- ja ilmaääneneristävyys on perinteisesti määritetty laboratoriomittauksin sekä kokeilun ja kenttämittausten avulla. Suunnittelun tueksi on kehitetty laskentamalleja ja -ohjelmistoja, joilla voidaan arvioida eri rakennevaihtoehtojen akustista suorituskkyä. Nykyiset laskentamallit perustuvat pääosin raskaiden, homogeenisten rakenteiden mittaustietoihin, minkä vuoksi niiden tarkkuus heikkenee rakenteiden monimutkaistessa. Erityisen haastavaa laskennallinen arviointi on puuvälipohjien kohdalla, jotka ovat kevyitä ja usein monikerroksisia ja sisältävät runsaasti liitoksia.

Joitakin yleisesti käytettyjä laskentamalleja ja -ohjelmistoja

SFS-EN ISO 12354-1:2017.
Standardi sisältää laskentamenetelmiä tilojen välisen ilmaääneneristävyyden arviointiin.

SFS-EN ISO 12354-2:2017.
Standardi sisältää laskentamenetelmiä tilojen välisen askelääneneristävyyden arviointiin.

INSUL on laskentaohjelmisto rakennusosien ääneneristävyyden arviointiin.

Cadna B on ilma- ja askelääneneristävyyden laskentaohjelmisto, jonka laskenta perustuu ISO 12354:2017 -standardeihin.

ODEON-ohjelmisto on tarkoitettu huoneakustiikan mallintamiseen.

Akustiikkasuunnittelua tekeillä insinööritoimistoilla on käytössään omia laskentamalleja, jotka voivat olla tarkempia kuin kaupalliset ohjelmistot.

Huomioitavia asioita laskentamalleja ja ohjelmistoja käytettäessä

Laskentamallit on arvioitu suhteellisen tarkkoiksi raskaiden homogeenisten rakenteiden kohdalla.

Kevyiden ja monikerroksisten rakenteiden kohdalla riskit laskentamallien epätarkkuudelle kasvavat.

Laskentamallien tulosten tarkkuuteen vaikuttaa mm. lähtötietojen tarkkuus ja käytetyn laskentamallin tai -ohjelmiston soveltuvuus, rakennetyypit ja liitosdetaljit.

Standardeissa todetaan, että epävarmoissa tapauksissa tulisi laskentaa tehdä useilla eri lähtöarvoilla.

Kaupallisten ohjelmistojen validoinnin ja laskentateorioiden läpinäkyvyyden puutteet edellyttävät kriittistä suhtautumista niiden antamiin tuloksiin.

Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

Latvanne, P. 2015. Puuvälipohjien akustiset ominaisuudet ja laskentamallit. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto.

SFS-EN ISO 12354-1:2017. 2017. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN ISO 12354-2:2017. 2017. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

LVIS-järjestelmät osana välipohjien äänitekniikkaa

PuuHyvä

LVIS-järjestelmät (lämmitys, vesi, ilmanvaihto, sähkö) voivat aiheuttaa sekä ilmajääntä että runkoääntä. Ääniteknisesti merkittäviä lähteitä ovat mm. ilmanvaihtokoneet, viemärit, vesijohdot, pumput, kompressorit ja hissit. Lisäksi ne voivat pahimmillaan johtaa ja jopa vahvistaa äänen kulkeutumista tilasta toiseen, vaikka eivät itsessään toimisi ääni- tai värähtelylähteenä. LVIS-järjestelmien suunnittelu tulee tehdä kokonaisuutena, jossa huomioidaan ratkaisujen yhteensopivuus muiden suunnittelualojen kanssa.

LVIS-järjestelmien suunnittelussa huomioitavia asioita

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (796/2027) määrittää hissejä ja taloteknisiä laitteita koskevat keski- ja enimmäisäänitasoarvot, jotka koskevat ääntä tuottavien laitteiden yhteisvaikutusta. Yksi ratkaisu on mitoittaa laitteet tai järjestelmät äänitasoltaan selkeästi vaatimuksia pienemmiksi, jolloin yhteisvaikutus ei ylitä enimmäisarvoja.

SFS-EN 12354-5 määrittelee laskentamallit LVIS-laitteiden aiheuttaman äänenpainetason arvioimiseksi, huomioiden sekä ilma- että runkoäänen siirtymisen.

Läpivientien suunnittelu tulee tehdä siten, että ilma- tai askelääneneristävyys ei heikkene. Tutustu ohjekorttiin Liitosten tiivistys ja läpivientien toteutus

Teknisten laitteiden aiheuttama rungon värähtely tulee huomioida suunnittelussa, sillä kevyissä puurakenteissa tärinä muuttuu helposti runkoääneksi. Runkoääni etenee rakenteiden värähtelynä tilasta toiseen. Teknisten laitteiden kanssa on pääsääntöisesti käytettävä tärinäeristimiä.

Putkien kannatus tulee suunnitella huolellisesti ja pääsääntöisesti tuotevalmistajien ohjeita noudattaen.

Putkien materiaaleilla ja putkityypeillä voidaan vaikuttaa akustiikkaan.

Viemäriputkissa riittävän loivat käännökset ja pohjakulman toteutusratkaisut tärkeitä huomioida suunnittelussa.

Vesi- ja viemärijärjestelmät:

Vesi- ja viemärilaitteissa syntyy virtausääniä, jotka ovat useimmiten runkoääniä, ja joihin voidaan vaikuttaa mm. tärinäeristimien avulla ja huomioimalla ohjekorttien (4, 5 ja 6) ohjeistukset.

- Vesikiertoisten patterilämmitysputkistojen äänet aiheutuvat yleensä pumppujen tai virtaavan nesteen painevaihteluiden vuoksi.
- Liian suurten virtausäänten syynä voi olla ylimitoitettu pumppu tai liian tiukaksi mitoitettu putkisto ja venttiilit.
- Suurimmat virtausäänet syntyvät useimmiten venttiilien kohdalla (esim. patteriventtiilit). Tähän voidaan vaikuttaa mm. venttiilien oikealla mitoituksella ja sijoituksella.
- Pumpun äänen siirtymistä voidaan estää mm. pumpun riittävän alhaisella kierrosnopeudella, tärinäeristimillä, joustavilla liitoksilla ja reaktiivisella vaimentimella.

Ilmanvaihtojärjestelmät:

Virtausääniä syntyy myös ilmanvaihtokanavissa, pääte- ja säätölaitteissa. Tähän voidaan vaikuttaa:

- Oikein valitut puhaltimet ym. osat
- Oikein mitoitettut kanavakoot
- Äänenvaimentimet

Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

LVI 20-10328. 2001. Vesi- ja viemärilaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.

LVI 12-10327. 2001. Vesikeskuslämmityksen äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.

RT-103447. 2022. Putkistojen ja kanavien kannatus. Rakennustieto Oy.

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

SFS EN 12354-5:2023. 2023. Part 5: Sounds levels due to the service equipment. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2027.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärilaitteista 1047/2017.

Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

LVIS-putkistojen ja kanavien kannatus

PuuHyvä

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) asettaa rakennuksille äänivaatimuksia, jotka koskevat myös LVI-järjestelmien kannatusta. Kannatuksen suunnittelussa on otettava huomioon esimerkiksi painevaihtelut, värähtelyt ja viemäreiden pohjakulman aiheuttamat äänet.

Kannatuksen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitavia asioita

Muokattu: RT-103447 Putkistojen ja kanavien kannatus

Kannatussuunnitelma voidaan laatia erityisesti vaativissa kohteissa. Suunnitelma voi sisältää kannatuksen ääneneristysten vaatimukset ja suunnitelman virtausten aiheuttamien paineiskujen hallintaan.

Kannakkeet tulee kiinnittää riittävän massiivisiin rakenteisiin, sillä muutoin riski rakenteiden värähtelylle ja runkoäänille kasvaa.

Kannakemateriaalin valinnassa huomioidaan myös akustiset ominaisuudet. Akustisesti vaativissa kohteissa käytetään kumi- tai muovieristeitä kannakkeen ja putken välissä

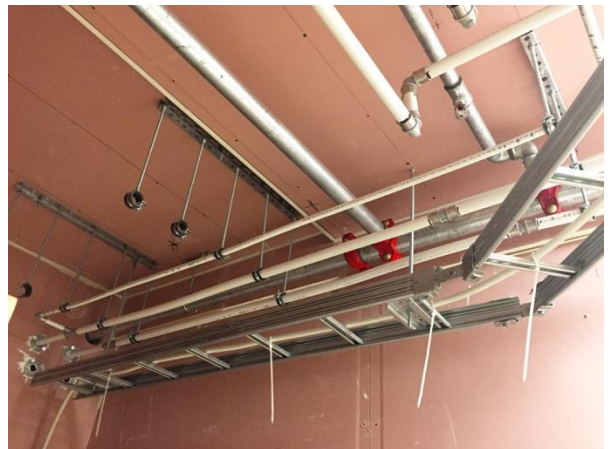
Kannakkeiden suunnittelussa ja asennuksessa tulee noudattaa tuotevalmistajan ohjeita.

Kannatusvälit määräytyvät useimmiten tuotevalmistajan ohjeistuksen mukaisesti, mutta suunnittelussa tulee huomioida myös palokatkotuotteiden ohjeet, putkien liitos-, haara-, ja mutkakohdat sekä putkistojen lämpölaajeneminen.

Jos kerrokorkeus ylittää 2600 mm, täytyy viemärin kannake asentaa kerrosväliin värähtelyn estämiseksi.

Työmaalla täytyy varmistaa asentajien perehtyneisyys työtehtäviin, suunnitelmiin ja tuotevalmistajien ohjeisiin.

Lähdeluettelon julkaisujen ja erityisesti Rakennustiedon julkaisun RT 103447 Putkistojen ja kanavien kannatus avulla, voi tutustua aiheeseen tarkemmin.



Lähteet ja lisätiedot

LVI 12-10327. 2001. Vesikeskuslämmityksen äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy

LVI 20-10328. 2001. Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekkinen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.

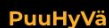
RT-103447. 2022. Putkistojen ja kanavien kannatus. Rakennustieto Oy.

SFS EN 12354-5:2023. 2023. Part 5: Sounds levels due to the service equipment. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2027.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017.

Akustisten rakenteiden asennusperiaatteet



Akustisilla rakenteilla voidaan parantaa välipohjien ääneneristystä. Akustisilla rakenteilla ei tarkoiteta pelkkää massan lisäämistä, vaan rakenteita, jotka katkaisevat äänen ja värähtelyn kulkua. Tärkein idea on massa-jousi-massa -periaate: kaksi raskasta pintaa erotetaan joustavalla kerroksella ns. ”jousella”, kuten ilmarakolla tai pehmeällä materiaalilla.

Jousirankakatot

Akustinen jousirankakatto parantaa askelääneneristävyyttä ja voidaan toteuttaa erityisesti tähän tarkoitukseen kehitetyillä tuotteilla.

Jousirankojen tulee olla irti ympäröivistä rakennusosista, jotta vältetään äänisiltojen muodostuminen.

Kipsilevytyksen massa ja jousirankojen joustavuus on mitoitettava oikein. Tyypillisesti käytetään kahta päällekkäistä levykerrosta, joita ei saa liimata toisiinsa koinsidenssi-ilmiön vuoksi.

Kiinnitys tehdään ruuveilla, ja levyjen asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjeita.

Kelluvat lattiat

Kelluvan lattian joustava välikerros asennetaan tiiviisti tasatun kantavan rakenteen päälle. Pintalaatta erotetaan rajoittavista rakenteista eristyslevyillä, ja niiden tulee pysyä paikoillaan valun aikana.

Pintalaatan ja alusrakenteen välillä ei saa olla jäykkiä yhteyksiä (esim. patteriputket), jotta vältetään äänisiltojen synty.

Tiivisteet ja liitokset

Liitokset tehdään joustaviksi ja tiivistetään suunnitelmien mukaisesti. Tämä koskee erityisesti liikuntasauvoja, läpivientejä ja rakenteiden liittymiä.

Tiivistysmateriaalien tulee olla yhteensopivia käytettävien pintamateriaalien kanssa ja säilyttää elastisuutensa lämpö- ja kosteuden vaihteluissa.

Lähteet ja lisätiedot

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa, Puuinfo Oy.

RT 14-11016 RunkoRYL. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, Rakennustieto Oy.

RT 14-11103. SisäRYL. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talon-rakennuksen sisätyöt, Rakennustieto Oy.

RT 103190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18, Rakennustieto Oy.

Toleranssit ja kiinnitystavat

Levyjen kiinnityksessä käytetään ruuveja tai nauvoja, joiden pituus määräytyy levyn paksuuden mukaan (esim. ruuvit vähintään 2,5 × levyn paksuus).

Kiinnikkeiden välinen etäisyys on yleisesti 300 mm levyn keskellä ja 200 mm reunoilla. Levytyksen kiinnityksessä tulee noudattaa valmistajan ohjeita.

Asennustarkkuus ja mittapoikkeamat määrittellään rakennesuunnitelmissa. Elementtien liitokset ja kiinnitykset tehdään valmistajan ohjeiden mukaan.

Tilaelementtirakentamisen erityispiirteet

Tilaelementtien liitokset ovat kriittisiä: ne tulee toteuttaa niin, että ne estävät sivutiesiirtymät mutta siirtävät tarvittavat kuormat.

Asennuksessa on riski värähtelimerkittävien vaurioitumiselle tai siirtymiselle, mikä voi heikentää akustista suorituskkyä merkittävästi.

Asennuksen laadunvarmistus

Akustisesti vaativissa kohteissa suositellaan malliasennusten tarkastuksia ennen ja jälkeen valun (esim. kelluvat lattiat ja akustiset liikuntasauumat).

Työmaalla suositellaan suoritettavaksi tarkastuksia ja mittauksia eri vaiheissa.

Kaikki mittaustulokset, katselmukset ja materiaalitiedot tulee koota työmaalla ylläpidettäviin laadun-valvonta-asiakirjoihin.

Kelluvat lattiat

PuuHyvä

Kelluva lattia on rakenne, jossa pintalaatta (esim. betoni, kipsi, levyrakenne) erotetaan kantavasta välipohjasta joustavalla askelääneneristeellä. Tämä muodostaa akustisesti kaksinkertaisen rakenteen, joka vaimentaa tehokkaasti askelääniä ja värähtelyjä. Kelluva lattia parantaa askelääneneristävyyttä erityisesti silloin, kun pintalaatta on raskas, sillä kelluttava kerros estää tehokkaasti suuritaajuisten värähtelyn etenemisen pintalaatasta muuhun välipohjarakenteeseen.

Toteutuksen tarkastuslista akustiikan näkökulmasta

(Muokattu: Rakennustöiden laatu 2017)

Betonointityön suorittajan on oltava perehtynyt tehtäväänsä, ja perehtyneisyys tulee varmistaa ennen työn aloittamista.

Varmistetaan, että kaikki käytettävät tuotteet, kuten irrotuskaistat täyttävät vaatimukset ja että tuotevalmistajien ohjeet ovat saatavilla.

Käydään läpi betonityösuunnitelma ja tarkennetaan sitä työn edetessä.

Tarkastetaan tarvittavan kaluston saatavuus ja kunto.

Tarkastetaan alustan kunto, kuten puhtaus ja kosteus.

Huolehditaan työkohteen riittävästä valaistuksesta ja olosuhteista.

Kelluvan lattian on oltava irti ympäröivistä rakenteista ja talotekniikan läpivienneistä, sillä jo vähäinenkin kytkentä heikentää ääneneristävyyttä.

Tarkastetaan valusuoja. Valusuojan avulla ehkäistään kytkennän syntyminen ja estetään valumassan ja veden valuminen.

Tarkastetaan raudoituksen suunnitelmienmukaisuus ja sidonta. Tarkastuksia myös valun edetessä.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

RT 83-10902. 2007. Välipohjarakenteita. Rakennustieto Oy.

RT 14-11039. 2011. Tasaisuuden mittaus. Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy.

RT 14-11103. 2012. SisäRYL 2013. Rakennustieto Oy.

Rakenteelliset sivutiesiirtymät puurakennuksissa

PuuHyvä

Sivutiesiirtymä tarkoittaa äänen siirtymistä tilasta toiseen muuta reittiä kuin suoraan tiloja erottavan rakennusosan kautta. Puuvälipohjissa tämä tapahtuu tyypillisesti runkoäänenä, joka kulkee esimerkiksi liitosten, palkkien tai muiden rakenteiden kautta. Puurakenteet ovat kevyitä ja joustavia, eikä niissä voida hyödyntää massan ja jäykkyyden vaimentavaa vaikutusta kuten betonirakenteissa. Tämän vuoksi sivutiesiirtymien hallinta on keskeinen osa puuvälipohjien akustista suunnittelua, koska ne voivat merkittävästi heikentää rakenteen kokonaisääneneristävyyttä.

Sivutiesiirtymien hallinta toteutuksessa

Varmistetaan, että kaikki työsuoritukseen liittyvät suunnitelmat ja tuotevalmistajien ohjeet ovat saatavilla ja niihin on perehdytty riittävässä määrin.

Työn suoritusolosuhteiden tarkastus ennen aloitusta.

Perehtyminen tuotevalmistajien ohjeisiin ja esimerkiksi tiivistystuotteiden käyttöön, kuten paisuviin saumanauhoihin tai akustisiin tiivistysmassoihin. Käyttö suunnitelmien ja valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Tärinäeristimet on mitoitettu tietyllä kuormalle ja puristumalle. Liian pieni tai suuri puristuma heikentää toimivuutta. Joillakin valmistajilla tärinäeristimien värit kuvaavat kuormitus- ja puristumaominaisuuksia.

Tärinäeristimien ja muiden rakennusosien kunnon ja kelpoisuuden tarkastaminen asennusvaiheessa, sillä ne voivat siirtyä tai vaurioitua esimerkiksi tilaelementtien nostojen ja asennuksen yhteydessä.

Liitoselinten asennuksessa on tarkastettava ja noudatettava suunnittelijan ja tuotevalmistajan ohjeita.

Levykerroksia käytettäessä saumat on limitettävä suunnitelmien mukaisesti.

Suunnittelemattomia mekaanisia kytkentöjä ei saa syntyä. Erityistä huolellisuutta noudatettava kelluvan lattian ja jousirankakaton työvaiheiden aikana.

Työmaalla suoritetaan tarkastukset ja mittaukset vaatimusten mukaisesti työn eri vaiheissa, ja kaikki tulokset dokumentoidaan asianmukaisesti. Katso kortti Mittaukset osana laadunvarmistusta.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

RT 14-11016. 2010. RunkoRYL 2010. Rakennustieto Oy.

RT 84-10916. 2008. Alakatot ja sisäkattoverhoukset. Rakennustieto Oy.

Liitosten tiivistys ja läpivientien toteutus

PuuHyvä

Rakennuksen äänitekninen suorituskky ei määräydy yksinomaan rakenneratkaisujen perusteella, vaan merkittävässä roolissa ovat myös yksityiskohdat, kuten liitosten tiivys ja läpivientien toteutus. Pienetkin äänivuotokohdat voivat heikentää rakenteen ääneneristävyyttä huomattavasti. Tämän vuoksi akustinen tiivistys sekä läpivientien huolellinen suunnittelu ja toteutus ovat keskeisiä toimenpiteitä onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi. Toteutusvaiheessa suunnitelmia on seurattava tarkasti, jotta suunniteltu ääneneristystaso toteutuu.

Huomioitavia asioita läpivientien suunnittelussa

Läpivientien tulee olla tiiviitä ääni- ja paloteknisesti.

Läpivientien määrä tulisi minimoida huoneistojen välisissä välipohjissa.

Läpiviennit suunnitellaan siten, että rakenteiden ilma- tai askelääneneristävyys ei heikkene.

Asuinkerrostaloissa LVIS-hormit tulisi sijoittaa porrashuoneisiin.

LVIS-hormin rakenteet mitoitetaan eniten melua tuottavalle putkelle, eli viemärille. Tällöin muut samassa tilassa kulkevat putket eivät vaadi toimenpiteitä akustiikan suhteen.

Tiivistys- ja saumausmassojen tulee olla elastisia, homeenkestäviä ja niiden on kestävä rakenteiden liikkeitä.

Läpiviennit eivät saa kytkeä kelluvaa lattiaa välipohjan runkorakenteisiin.

Läpiviennit eivät saa kytkeä kaksirunkoisia rakenteita toisiinsa.

Ilmaääneneristävyys tulisi suunnitella hieman vaatimuksia paremmaksi, sillä usein sivutiesiirtymät ja mahdolliset työvirheet heikentävät eristävyyttä.

Läpivientituotteiden valinnassa täytyy huomioida, että eri rakenteille on usein omat läpivientiratkaisut. Tuotevalmistajan konsultointi voi olla hyödyllistä ja valmistajan ohjeita tulee noudattaa.

Äänenvaimentimien ja oikean kanavakoon valinta on keskeistä.

Akustisesti vaativissa kohteissa suositellaan malliasennusten tekoa. Tämä koskee erityisesti kelluvia lattiaa, liikuntasauvoja ja taloteknisiä läpivientejä.

Työmaalla tulee suorittaa tarkastuksia eri vaiheissa ja tarkastukset tulee dokumentoida laadunvarmistusasiakirjoihin.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

LVI 12-10217. 1994. Putkien läpiviennit. Rakennustieto Oy.

LVI 20-10328. 2001. Vesi- ja viemärlaitteiden äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.

LVI 12-10327. 2001. Vesikeskuslämmityksen äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus. Rakennustieto Oy.

LVI30-10333. 2002. Ilmanvaihtolaitteiden äänitekninen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa. Rakennustieto Oy.

RT 103190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18. Rakennustieto Oy.

RT 80-10238. 1984. Putkien läpiviennit seinissä ja välipohjissa. Rakennustieto Oy.

Lattiapäällyste

PuuHyvä

Lattiapäällysteen avulla voidaan vaikuttaa välipohjan askelääneneristävyyteen. Päällysteen askelääneneristystä parantava vaikutus perustuu siihen, että se vaimentaa välipohjaan kohdistuvaa askelherätettä. Yleisesti lattiapäällysteet parantavat askelääneneristävyyttä 250 Hz taajuudelta ylöspäin. Matalimpiin taajuuksiin voidaan vaikuttaa alakaton ja pintalaatan yhteismassalla.

Huomioitavia asioita työmaatoteutuksessa

Työmaatoteutukseen ja laadunhallintaan löytyy ohjeistusta erityisesti Rakennustiedon julkaisuista: Rakennustöiden laatu 2017 ja SisäRYL2013.

Tarkastetaan suunnitelmat, tuotekohtaiset ohjeet, työolosuhteet ja käytettävät materiaalit, kuten lattiapinnoite tai joustava aluskerros.

Tarkastetaan alustan tasaisuus, jonka tulee olla 2 m matkalla vaatimustason joko ± 3 mm tai ± 2 mm.

Alustassa ei saa olla haitallisia teräviä kohoumia tai ne tarvittaessa tasataan.

Lattiapäällyste tulee erottaa ympäröivistä rakenteista 8-10 mm liikuntasaumoilla.

Putkien kohdalla päällyste katkaistaan 45 asteen kulmassa ja katkaistu pala liimataan paikallaan siten, että päällysteen ja putken väliin jää liikuntasauva.

Päällysteen ja oven karmien väliin jäätävä liikkumavaraa noin 10 mm.

Liimauksessa tulee perehtyä valmistajan ohjeisiin ja liimaus tulee toteuttaa siten, että liima ei koveta pehmeää alusrakennetta.

Jos pintalattia tehdään höylätyistä lattialaudoista, täytyy pyrkiä välttämään ääneneristystä heikentäviä työvirheitä, kuten alapuolisen palkiston korkeuden vaihtelut tai puutavaran liiallinen kosteus.



Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa. Puuinfo Oy.

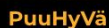
Ratu KI-6029. 2016. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy.

RT 14-11103. 2012. SisäRYL 2013. Rakennustieto Oy.

RT 84-10617. 1996. Puulattiat. Rakennustieto Oy.

RT 14-11039. 2011. Tasaisuuden mittaus. Rakennustieto Oy.

Rakennusakustiikan laadunvarmistus työmaalla



Akustiikkasuunnittelu tulee aloittaa jo varhaisessa vaiheessa ja sen tulee olla integroitu osa rakennesuunnittelua. Sivutiesiirtymien hallinta on erityisen tärkeää: rakenteiden liitokset, kuten väliseinien ja välipohjien liittymät, ovat kriittisiä ääneneristyksen kannalta.

Rakenteiden toteutus ja tarkastus

Rakenteiden tulee vastata suunnitelmia ja hyväksytyjä detaljeja esim. RT-ohjekortit, RunkoRYL, SisäRYL

Kelluvat lattiat, jousirankakatot ja massiivipuurakenteiden kerroksellisuus vaativat erityistä huolellisuutta asennuksessa.

Rakennusosien akustinen toiminta voi heikentyä merkittävästi, jos työmaalla tehdään poikkeamia suunnitelmista.

Dokumentointi ja laadunvarmistus

Rakennusakustiikan laadunvarmistus sisältää:

- suunnitelmien tarkastuksen
- työmaavalvonnan
- mittaustulosten dokumentoinnin
- mahdollisten poikkeamien käsittelyn

Suosittelavaa on hyödyntää tehtävälueiteloita esim. AKU18 akustiikkasuunnittelun tehtävien määrittelyyn ja sopimukselliseen hallintaan.

Vaativuuden mukaisuus ja ohjeistus

Noudatetaan ympäristöministeriön asetuksia ja ohjeita (esim. 796/2017 ja sen soveltamisohjeet).

SFS 5907:2022 määrittelee akustiset laatuluokat ja suositukset eri tilatyypeille.

Eurokoodi 5 ja sen kansalliset liitteet ohjaavat puurakenteiden suunnittelua värähtelyn näkökulmasta.

Lähteet ja lisätiedot

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalojen ääneneristys. Karelia-ammattikorkeakoulu.

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa, Puuinfo Oy.

Lahtela, T. 2018. Puuvälipohjan värähtelymitoitus. Vaativien puurakenteiden suunnittelu- koulutus. Puuinfo Oy.

RT 103 190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtävälueitelo AKU18. Rakennustieto Oy.

RT 14-110 16 RunkoRYL. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy.

RT 14-111 03. SisäRYL. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talon-rakennuksen sisätyöt. Rakennustieto Oy

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

SFS-EN 1995-1-1. 1995. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

Suosittelavat työmaatarkastukset

Kelluvien lattiarakenteiden toteutus:

- Reunakaistojen asennus ja jatkuvuus
- Lattiarakenteen irti pysyminen seinistä ja muista rakenteista
- Valun aikainen painuminen

Jousirankakattojen ja ripustettujen alakattojen asennus:

- Joustavien ripustimien oikea asennus ja määrä
- Ripustusten irti pysyminen kantavista rakenteista
- Alakaton ja seinien liitosten tiivistys

Ääntä eristävien seinärakenteiden toteutus:

- Seinärakenteiden jatkuvuus (esim. alakaton yläpuolelle ulottuminen)
- Seinien liitokset kattoon, lattiaan ja muihin seiniin
- Seinien sisäiset eristeet ja niiden asennus

Läpivientien ja liitosten tiivistys:

- Putkien, kanavien ja kaapelien läpivientien tiivistys ääntä eristävissä rakenteissa
- Äänisiltojen ehkäisy (esim. sähkörasioiden sijoittelu ja kotelointi)

Talotekniikan melun ja värähtelyn hallinta:

- Ilmanvaihtokanavien äänenvaimennuksen asennus
- Laitteiden värähtelyeristysten toteutus (esim. IV-koneet, hissit)
- Putkistojen ja kanavien kiinnitystavat (esim. elastiset kannakkeet)

Akustiset mittaukset:

- Ilmaaeneristävyyden määrittäminen
- Askelääneneristävyyden määrittäminen
- Jälkikäytin-aika

Mittaukset osana laadunvarmistusta

PuuHyvä

Välipohjien ääneneristävyyttä voidaan mitata jo työmaavaiheessa, vaikka kaikki läpiviennit ja liitokset eivät olisikaan vielä tiivistetty. Näin saadaan alustava tietoa rakenteen ääniteknisestä toiminasta. Tyypillisesti äänimittauksia toteutetaan käyttöönottovaiheessa. Samalla voidaan tarvittaessa mitata esim. ilmanvaihdon, viemärijärjestelmän ja muiden taloteknisten järjestelmien aiheuttamien äänitasoja. Mikäli mittaustulokset eivät täytä vaatimuksia, arvioidaan syyt esim. asennusvirheet, materiaaliopikkeamat ja tehdään tarvittavat korjaukset. Korjausten vaikutus varmistetaan uusintamittauksilla.

Mittaukset:

- EN ISO 16283-1 standardin mukaan suoritetaan äänitasoeron kenttämittaukset
- EN ISO 717-1 standardin mukaan lasketaan äänitasoeroluku
- EN ISO 16283-2 mukaan suoritetaan askeläänitason kenttämittaukset
- EN ISO 717-2 standardin mukaan lasketaan askeläänitasoluku

Tulokset mittauksista tulee esittää standardoituina yksiarvolukuina. Ilmaaäneneristävyyden osalta äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ ja askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{I,50-2500}$.

Mittaukset tulee suorittaa standardin mukaisesti, jotta tuloksia voidaan pitää vaatimuksenmukaisina. Mittaajan tulee olla tarpeeksi asiantunteva mittausten suorittamiseksi. Mittalaitteiden tulee täyttää standardien vaatimukset ja mittalaitteiden tulee olla kalibroituja.



Äänitasoeron kenttämittauksissa hyödynnettävä kokopalloäänilähde



Askeläänitason kenttämittauksissa hyödynnettävä askeläänikone

Lähteet ja lisätiedot

Hongisto, V., ym. 2023. Puu- ja betoniväli-pohjien ääneneristävyyden laboratoriomittauksia. Turun ammattikorkeakoulu.

Kylliäinen, M., ym. 2017. Puukerrostalon ääneneristys asiantuntijaselvitys. Joensuu, Karelia-ammattikorkeakoulun julkaisu

Lahtela, T., ym. 2021. Ääneneristys puutalossa, Puuinfo Oy.

Lahtela, T. 2018. Puuväli pohjan värähtelymitoitus. Vaativien puurakenteiden suunnittelu- koulutus. Puuinfo Oy.

RT 103/190. 2020. Akustiikkasuunnittelun tehtäväluettelo AKU18. Rakennustieto Oy.

RT 14-11103. SisäRYL. 2013. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talon-rakennuksen sisätyöt. Rakennustieto Oy.

RT 14-11016 RunkoRYL. 2010. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy.

SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen luokitus. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1995-1-1. Eurokoodi 5. Puurakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry.

Ympäristöministeriö. 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2027.

Talja, A. 1996. Teräsrunkoisten väli pohjien värähtelyn hallinta. VTT.