

arkkitehtisuunnittelu · tekninen suunnittelu · asennus

Lisää asumismukavuutta äänieristyksellä

Käytännön tietoa saniteettisuunnittelusta



wavin

orbia 

30 vuoden kokemus äänieristyksestä tukenasi rakennushankkeissa

Tilojen akustiset ominaisuudet vaikuttavat kiinteistöjen laatuun, olipa kyseessä sitten asuin- tai liikekiinteistö, hotelli, sairaala tai vanhainkoti.

Optimaalisen äänieristyksen toteuttaminen saniteettiasennuksissa kohtuullisin kustannuksin ei ole kovin yksinkertaista. Teknisessä suunnittelussa on otettava huomioon lukemattomia muuttujia, eri laskentamalleja ja putkijärjestelmiä. Muita palapelin paloja ovat viranomaismääräykset sekä sijoittajien, omistajien ja rakennuksen käyttäjien moninaiset vaatimukset.

Olemme kartuttaneet akustiikka-asiantuntemustamme jo yli 30 vuotta – olemme kehittäneet maailman ensimmäisen muovisen käyttövesiputken sekä ääntä eristävän muovisen viemäriputken. Tänäkin päivänä Wavinia pidetään innovatiivisena käyttövesi-, lämmitys-, hulevesi- ja jätevesiputkien sekä kiinteistöviemärien toimittajana.

Haluamme tarjota osaamistamme äänieristyksen, vesihuollon ja viemärijärjestelmien alalla avuksi niin arkkitehtonisessa ja taloudellisessa suunnittelussa, tehokkuus- ja turvallisuuspohdintoissa kuin asennusten virheettömässä toteutuksessa. Tämän käytännön oppaan ja järjestelmäratkaisujemme avulla arkkitehdit, insinöörit ja asentajat voivat hallita luotettavasti saniteettijärjestelmien äänitasoa.

Vastaamme mielellämme kysymyksiisi.

Ota yhteyttä asiantuntijoihimme paikallisessa maayhtiössämme.



Huomaa: Tässä akustiikkaesitteessä viitataan useimmiten Saksassa noudatettaviin standardeihin ja vaatimuksiin. Jokaisessa maassa on kuitenkin aina noudatettava ensisijaisesti paikallisia eritelmiä ja määräyksiä.



**Wavin on tarjonnut luotettavaa, ensiluokkaista
äänieristystä jo yli 30 vuotta**
Kuvan esimerkkiasennuksessa Steigenberger
Hotel, Bremen



Sisällys

Johdanto	06
Akustiikan perusteita	07
Äänieristyksen pikaopas arkkitehdeille	14
Äänieristyksen pikaopas insinööreille	15
Äänieristyksen pikaopas asentajille	17
Äänieristys arkkitehtisuunnittelussa	18
Optimaalisen äänieristyksen suunnittelun perusteet	20
Optimaalisen äänieristyksen osatekijät	24
Käytännön vinkkejä	25
Äänieristys teknisessä suunnittelussa	26
Vesi- ja viemäriinjojen teknisen suunnittelun perusteet	28
Viemärien sijoittelu	32
Käyttövesiasennusten tekninen suunnittelu	34
Käytännön vinkkejä	39
Äänieristys asennuksissa	40
Oikeat materiaalivalinnat parhaan äänieristyksen takeena	42
Ääntä eristävien osien asentaminen	45
Äänieristysvaatimukset asennustöissä	48
Käytännön vinkkejä	53
Järjestelmien akustiikkatestaus	54
DIN EN 14366:n mukainen testaus	56
DIN 4109:n mukaiset mittaukset	57
DIN 4109:n mukainen järjestelmätestaus	58
Fraunhofer IBP:n testiraportit	59
Lyhenneluettelo	65
Lähdekirjallisuus	65



Johdanto

Mitä vähemmän melua, sitä parempi elämänlaatu

Vesi- ja viemäriputket ja niiden asennuksessa käytettävät osat synnyttävät rakennuksissa melua, joka voi ärsyttää ja heikentää elämänlaatua. Haitat on ehkäistävä asianmukaisin äänieristystoimin. Erityisen tärkeää se on kerrostaloissa ja muissa tiloissa, joilla on paljon käyttäjiä.

Vesi- ja viemäriasennusten puutteellisen äänieristyksen vaikutukset tuntuvat varsinkin vanhoissa rakennuksissa. Niissä toisessa asunnossa saattaa kuulla, kun yläkerran naapuri tai seinänaapuri vetää vessan. Veden virtaus putkissa voi kuulostaa siltä kuin olisi kuohuvan kosken rannalla. Äänieristyksen optimointi vaatii ymmärrystä fysikaalisista perusteista ja niiden soveltamisesta arkkitehti- ja insinöörisuunnitteluun sekä asennukseen.

Akustiikan perusteita

Seuraavassa selitetään lyhyesti keskeisimmät fysiikan käsitteet, jotka liittyvät äänitason mittaamisen ja äänen arviointiin.

Perustietoja syvennetään esitteen muissa luvuissa, ja niitä sovelletaan arkkitehti- ja insinöörisuunnittelun sekä asennustyön käytäntöön.

Ääni

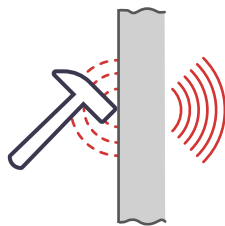
Ääni syntyy välittäjäaineen mekaanisesta värähtelystä. Välittäjäaineena voivat toimia esimerkiksi ilman molekyylit.

Ääniaaltoina havaittava ääni voi edetä kaasuissa, nesteissä ja kiinteissä aineissa.

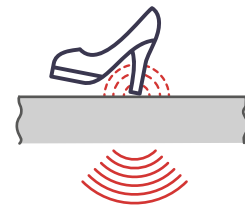
Rakennusten rakenteissa huomioon otettavat äänen tyypit



⌚ **Ilmaäännet** lähteitä ovat esimerkiksi ihmiset, koneet tai putkissa virtaava vesi. Ne aiheuttavat ilmassa kulkevia ääniaaltoja.



⌚ **Runkoäännet** lähteitä ovat kiinteät rakenteet, ja ne etenevät aineen pinnassa ilmaäännet tavoin. Putki-asennuksissa runkoäännet esiintyy lähinnä seinään kiinnitetyissä putkikannakkeissa.

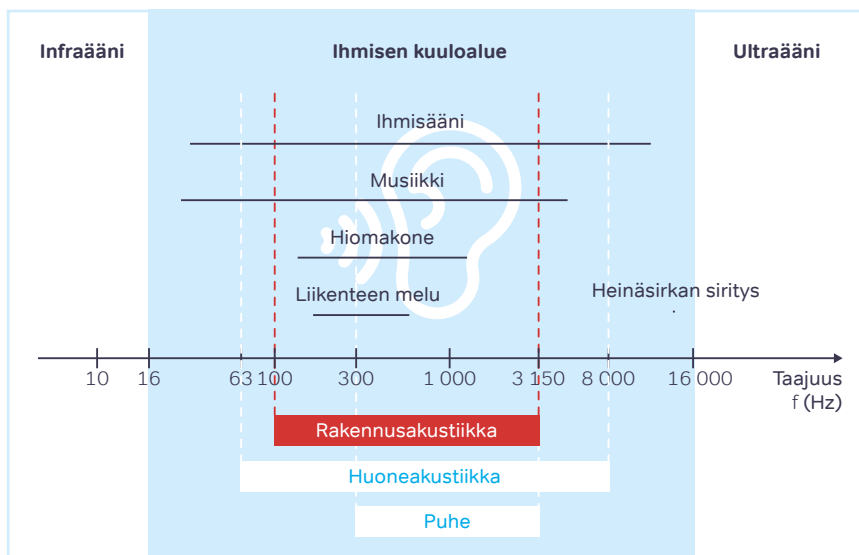


⌚ **Iskuäännet** ovat runkoäännet tyyppi, jonka aiheuttajia ovat esimerkiksi askeleet ja lattialle putoavat esineet. Ne etenevät ilmaäännetä.

Taajuusalue

Rakennusakustiikan eli rakenteiden äänieristyksen kannalta merkittävin taajuusalue on 100–3 150 hertsiä. Huoneakustiikassa vastaava alue puolestaan on 63–8 000 hertsiä. Ihminen kuulee eritaajuiset siniäännet voimakkuudeltaan erilaisina.

Ne vertautuvat äänenpainetasoon, joka tuottaa yhtä voimakkaan kuuloaistimuksen kuin 1 000 hertsin taajuinen siniäännet. Ihmiskorva on herkimmillään 2 000–5 000 hertsin alueella. (Ks. myös kuvat 1 ja 4.)

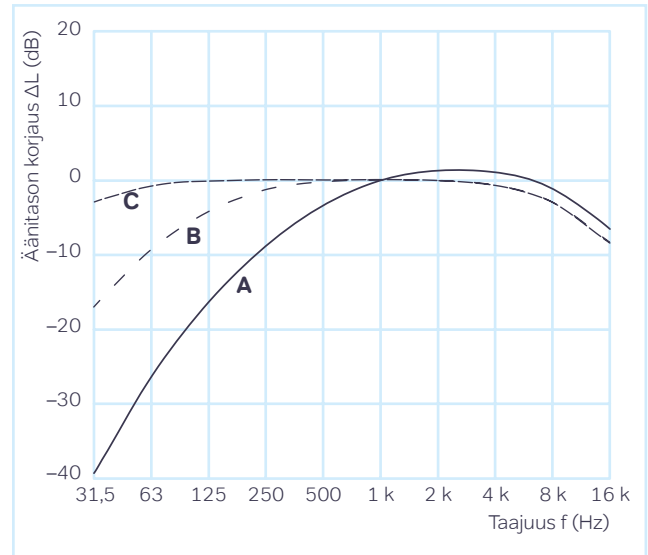


Kuva 1: Eri taajuusalueet nimityksineen ja esimerkkeineen (lähde 6)

Taajuuspainotus

Äänenpainetason ja koetun äänenvoimakkuuden välillä on taajuudesta riippuvainen suhde. Sitä jäljitellään taajuuspainotussuodattimilla.

Suodattimet vähentävät mittarin herkkyyttä pienillä ja suurilla taajuuksilla vastaavasti kuin ihmisen korva tekee. Äänimittauksissa käytetään yleensä A-painotuskäyrää. Mitatut arvot ilmoitetaan tällöin A-painotettuna äänenpainetasona dB(A).



Kuva 2: Äänenpainetason korjaus ΔL DIN EN ISO 16032:n (tai kumotun DIN EN 60651:n) mukaan, painotukset A, B ja C

Äänenpaine

Äänen värähtelyamplitudia kutsutaan äänenpaineeksi. Amplitudin magnitudi alkaa kuultavalla alueella 20 μPa:sta, ja kipukynnys saavutetaan 20 Pa:ssa. Äänenpaineella ei ole ylärajaa, vaan sen suuruus vaihtelee äänilähteen energiamäärän perusteella. (Lähde 6.)



Äänenpainetaso L_p lasketaan seuraavasti:

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0}$$

L_p Äänenpainetaso (dB)
 p Äänenpaine (Pa)
 p_0 Viitearvo (kuulokynnys $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$)



Kahden yhtä voimakkaan äänilähteen esiintyessä samanaikaisesti äänenpainetaso nousee 3 dB.
50 dB + 50 dB = 53 dB

Äänenpainetaso L_p (dB)		Melu
	0	Kuulokynnys
	15–20	Hiljainen lehtien havina
	30–40	Rauhallinen asuinalue
	40–50	Hillitty keskustelu, hiljainen toimisto
	50–60	Tavallinen keskustelu
	70–80	Viikkaasti liikennöity tie
	80–85	Huuto, kirkuminen
	80–90	Ohi ajava kuorma-auto
	90–100	Katupora 10 metrin päässä
	100–110	Ohi ajava pikajuna
	110–120	Pyörösaha
	120–130	Potkurikone 3 metrin päässä

Kuva 3: Esimerkkejä äänenpainetasoista

Maailman kovin ääni



172 dB

160 kilometrin päässä

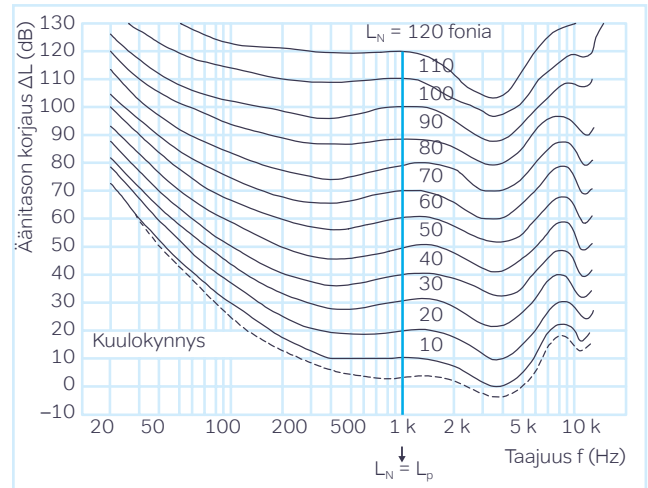
Krakatau-tulivuoren purkautuminen (1883), Indonesia
Tulivuorenpurkaus oli niin äänekkäs, että se kuultiin Intian valtameressä 4 800 kilometrin päässä sijaitsevalla Rodriguesin saarella asti. Välimatka on samaa luokkaa kuin Irlannin Dublinista New Yorkiin.

Oktaavi- ja kolmannesoktaavikaistat sekä kokonaistaso

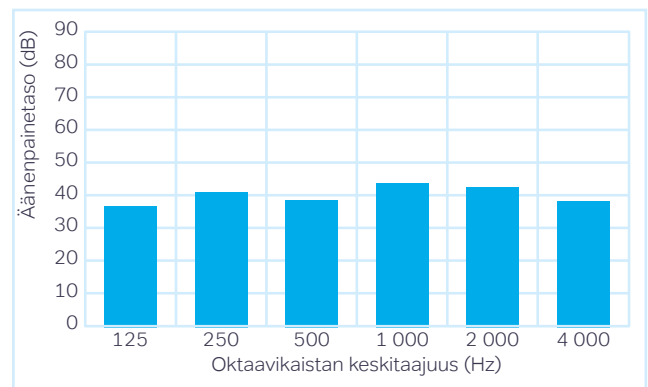
Ääni koostuu tavallisesti useista eri taajuuksista. Taajuuskaistat kuvaavat sitä, mitä taajuuksia äänessä esiintyy ja miten paljon. Taajuusalue jaetaan taajuuskaistoihin äänen tarkastelua varten. Kaistoja kutsutaan niiden leveyden mukaan oktaavi- tai kolmannesoktaavikaistoiksi.

Monissa nykyaikaisissa mittalaitteissa on suodattimia, joita voidaan käyttää kaistamittauksissa. Rakennusakustiikan kannalta olennaisimmat taajuuskaistat määräytyvät tilanteen mukaan. Esimerkiksi äänen vaimenemisen mittaamisessa merkittävä kaista on 100–5 000 Hz.

Hetkellisissä mittauksissa arvioidaan oktaaveja 125–2 000 hertsin alueella.



Kuva 4: Yhteys subjektiivisesti koetun äänenvoimakkuuden L_N ja objektiivisesti mitattavan äänenpainetasen L_p välillä. L_N ja L_p ovat samat ainoastaan taajuuden f ollessa 1 000 Hz.

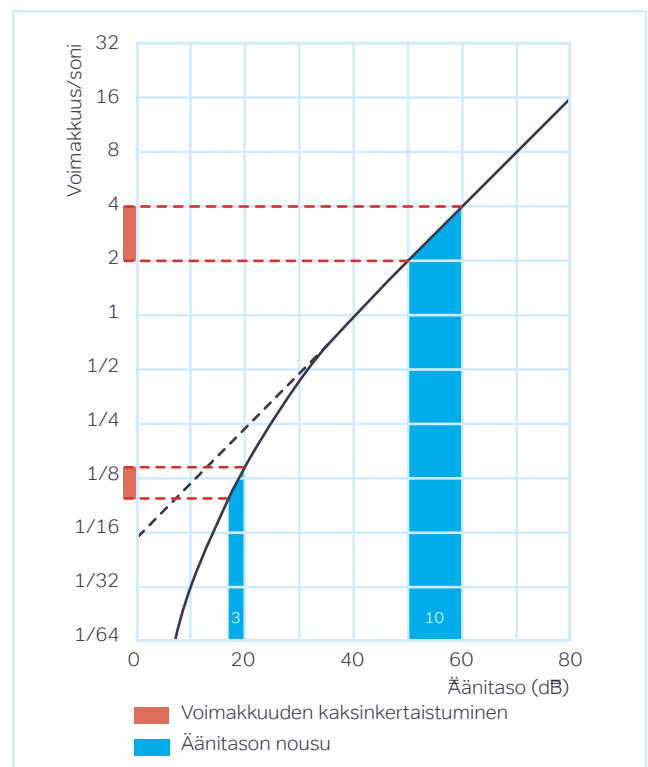


Kuva 5: Oktaavikaistat

Äänen koettu voimakkuus ja taajuuspainotus

Ihminen kokee äänenvoimakkuuden subjektiivisesti ja taajuudesta riippuvaisesti: pieni- ja suuritaajuiset äänet koetaan huomattavasti hiljaisempina kuin keskitaajuiset äänet samalla äänenpainetasolla.

Jos äänenpainetaso ylittää 40 dB, ihminen voi kuulla 1–2 dB:n suuruiset muutokset. Muutos koetaan voimakkaampana äänitason noustessa 3 dB tai enemmän. Erityisen kiinnostavaa on, ettei äänenvoimakkuus Zwicklerin mukaan muutu alle 40 dB:ssä lineaarisesti. Tämän vuoksi 3 dB:n muutos aiheuttaa jo äänenvoimakkuuden kaksinkertaistumisen. Tässä viitataan DIN 4109 -standardin mukaisiin vaatimuksiin.

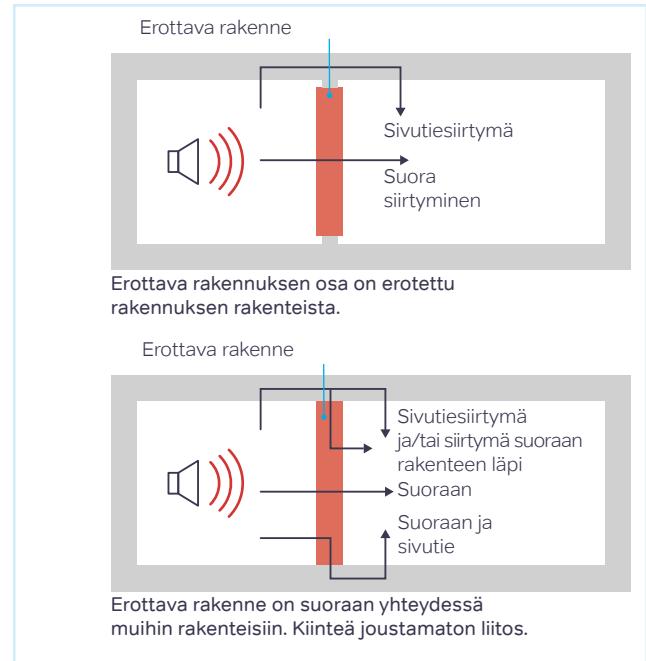


Kuva 6: Äänenvoimakkuuden subjektiivinen kokeminen Zwicklerin mukaan

Ilmaäänten eristäminen ja äänen siirtymisreitit

Ääni siirtyy huoneesta toiseen erottavan rakenteen, vierekkäisten rakenteiden sekä putkien, vuotokohtien, ilmanvaihtojärjestelmän ym. kautta. Ääni voi kulkeutua periaatteessa kahta eri siirtymäreittiä (lähde 7):

- ⌚ Siirtymä suoraan rakenteen läpi: Mikä tahansa äänen siirtyminen ilman välityksellä yhdestä huoneesta viereiseen huoneeseen vuotokohtien, ilmanvaihtoputkien ja vastaavien kautta.
- ⌚ Sivutiesiirtymä: Rakennuksen rakenteiden välityksellä tapahtuva äänen siirtyminen



Kuva 7: Äänen mahdollisia siirtymäreittejä rakennuksessa

Jälkikaiunta-aika ja absorptioala

Absorptiolla tarkoitetaan äänen "imeytymistä" aineeseen. Se voidaan määrittää absorptioalan A ja jälkikaiunta-ajan perusteella.

Jälkikaiunta-aika ilmaisee, kuinka kauan ääni kaikuu huoneessa tai kuilussa sen jälkeen, kun äänilähde ei enää tuota ääntä.

Jälkikaiunta-ajan perusteella voidaan määrittää huoneen tai kuilun absorptiokerroin.

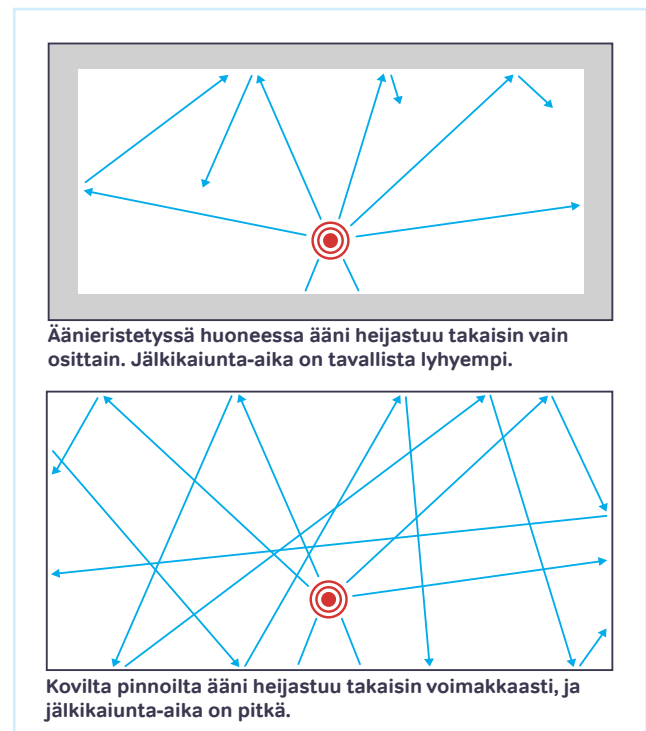
Molemmat vaihtelevat taajuuden mukaan.

$$A = 0,163 \cdot V/T$$

A = huoneen absorptioala (m^2)

V = huoneen tilavuus (m^3)

T = huoneen jälkikaiunta-aika (s)



Kuva 8: Äänen heijastuminen

Taloteknisten järjestelmien aiheuttamat äänet

DIN 4109:n määritelmän mukaan talotekniset järjestelmät ovat rakennuksiin pysyvästi asennettuja syöttö-, poisto- ja kuljetusjärjestelmiä. Talotekniset järjestelmät aiheuttavat äänisuunnittelussa paljon päänvaivaa, sillä ne tuottavat sekä ilma- että runkoääniä. Arkkitehdeille ja teknisille suunnittelijoille

voidaan antaa vain yleisiä neuvoja, jotka koskevat esimerkiksi pohjaratkaisujen suunnittelua, sillä luotettavia mallinnusmenetelmiä ei ole.



DIN 4109

Talotekniikan aiheuttamat äänet, kuten suihkuveden lorina tai vessan vetäminen, eivät ole miellyttävää kuultavaa. Saksassa äänieristykselle asetettavat vähimmäisvaatimukset perustuvat standardiin DIN 4109.

Sitä sovelletaan rakennusten äänieristykseen. DIN 4109:ssä kuvataan rakennuksen eri huonetilojen sallitut äänitasot, jotka pitää saavuttaa äänieristyksen avulla.

Äänitasorajoitusten alaiset tilat

- ⊙ **Asuintilat** (mukaan lukien välipohjat ja keittiöt)
- ⊙ **Nukkumistilat** (mukaan lukien majoitustilat majoitusliikkeissä)
- ⊙ **Sairaaloiden ja kuntoutuslaitosten potilashuoneet**
- ⊙ **Oppilaitosten luokkahuoneet**
- ⊙ **Toimistotilat**
- ⊙ **Harjoitustilat, kokoustilat ja muut vastaavat työskentelytilat**

Perussääntö on, ettei 80 dB:n (A) äänenpainetaso saa ylittyä asuintiloissa. Sallittu äänenpainetaso huoneissa, joihin siirtyy ääntä muista tiloista, on 30–40 dB(A).

DIN 4109 rinnastuu Saksassa lainsäädäntöön, jota on noudatettava. Standardissa ei määritetä mitään tiettyä rakennetta, jolla äänieristys on toteutettava. DIN 4109 -standardin vaatimusten täytyminen kohteessa tarkastetaan äänimittauksilla todellista käyttötilannetta vastaavissa oloissa.

Saniteettiasennuksiin sovelletaan yleisesti A-painotettua äänenpainetasoa $L_{AF, max,n}$. Yksi keskeinen vaatimus on, että käyttövesi- ja viemärijärjestelmien melupäästöjä on arvioitava kokonaisuutena. Äänieristyksestä on myös esitettävä vaadittavat DIN 4109-1:n mukaiset todistukset.

DIN 4109 -standardin mukaan viemäriasennusten akustisen toimivuuden voi osoittaa kahdella tavalla:

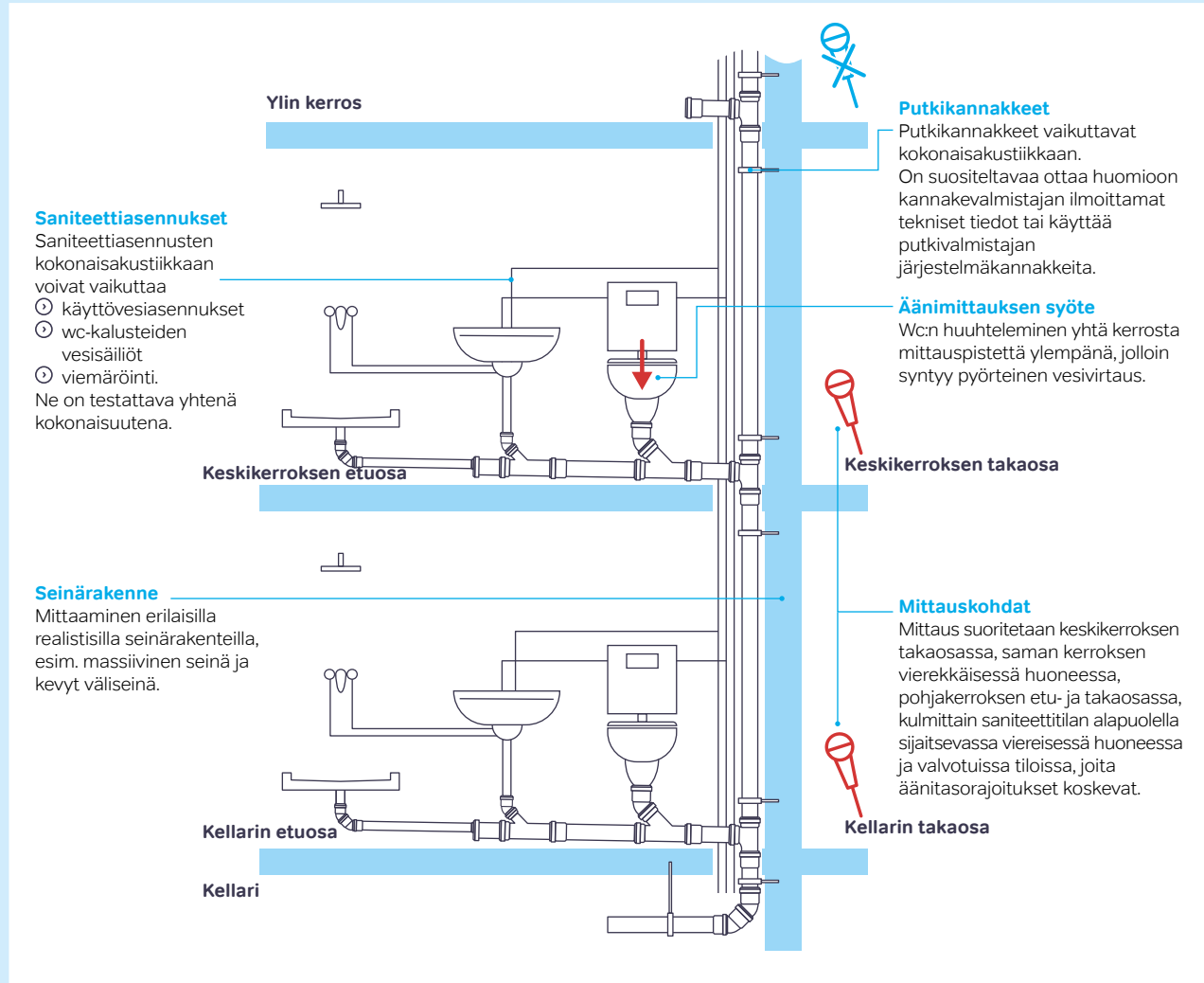
1. Rakennusakustiikkamittaukset

ja saniteettiasennusten sekä niihin liittyvien viemäriputkien testaus DIN 4109-4:n (Rakennusakustiikan testaus) mukaisin menetelmin sekä suuretta $L_{AF, max,n}$ koskevien vaatimusten täyttymisen tarkistaminen.

2. Vaatimusten täyttymisen laskennallinen

osoittaminen DIN 4109-2:n (Rakennusten äänieristys – Osa 36: Äänieristyksen laskennallista osoittamista koskevat tiedot (rakenneosaluettelo) – Talotekniikan järjestelmät)) mukaisesti DIN EN 14366:n mukaisia testituloksia hyödyntämällä. (Lähde 7.)

Rakennusakustiikan testausta koskeva standardi DIN 4109-4



Kuva 9: Esimerkinomaiset mittausjärjestelyt todellisissa olosuhteissa.



Äänieristyksen pikaopas arkkitehdeille

Melua voidaan vähentää jo rakennuksen arkkitehtuurisuunnitteluvaiheessa ottamalla huomioon seuraavat seikat.

Pohjaratkaisu

Toimintojen järkevä sijoittelu rakennuksessa vähentää ääniongelmia selvästi. Keittiö ja saniteetitilat on syytä sijoittaa vierekkäin ja kerrostalohuoneistoissa joka kerroksessa samaan kohtaan päällekkäin. Putkia ei kannata sijoittaa makuuhuoneiden tai muiden hiljaisuutta vaativien asuintilojen viereisiin seiniin.

Massiivinen asennusseinämä

Massiiviset seinät ovat tyypillisiä saniteettiasennusten sijoituspaikkoja sekä vesi- ja viemäriputkien kiinnitysalustoja. Rakenteita voidaan tietyin ehdoin toteuttaa DIN 4109-1:n mukaisesti tekemättä erityisiä rakennusakustiikkamittauksia. Tästä kerrotaan lisää arkkitehtisuunnittelua koskevassa osiossa. (Lähde 7.)



Ääneneristävyyttä ei tarvitse osoittaa muulla tavoin, jos käytetään asennusseinämää.

Kevyt asennusseinämä

Viemäri-, käyttövesi- ja saniteettiasennuksia voidaan toteuttaa kevyisiin väliseiniin DIN 4109-1 -standardin mukaisesti tekemättä erityisiä rakennusakustiikkamittauksia. Ne on toteutettava kevyen asennusseinämällä mukaisesti. Aiheesta kerrotaan lisää arkkitehtisuunnittelua koskevassa osiossa. (Lähde 7.)

Yksinkertainen rakenne

Yksinkertaiset rakenteet koostuvat yhtenäisestä materiaalista tai useista kiinteästi toisiinsa liitetyistä eri materiaalien kerroksista, joilla on erilaiset akustiset ominaisuudet. Yksi esimerkki tällaisesta rakenteesta on rapattu tiiliseinä. Mitä painavampi yksinkertainen rakenne on, sitä paremmin se eristää ääntä.

Kerrokselliset rakenteet

Kerrokselliset rakenteet koostuvat useista jäykistä tai joustavista kerroksista, jotka on liitetty toisiinsa joustavasti. Rakenteet muodostavat värähtelevän järjestelmän, jolla on värähtelytaajuus.

Äänieristyksen pikaopas insinööreille

Syöttö- ja poistojärjestelmien tekninen suunnittelu

Hyvän rakennusakustiikan ja saniteettijärjestelmien optimaalisen äänieristyksen perustan luo vesi- ja viemärijärjestelmien huolellinen suunnittelu.

Suunnittelussa voi turvautua referenssiratkaisuihin, sillä kaikista kohteen osista ei ole saatavana rakennusakustiikatodistusta. Referenssiarvot auttavat akustiikasta huolehtimisessa ja kohteen ominaisuuksien arvioinnissa.

Käyttövesi- ja viemäriasennusten synnyttämät äänet siirtyvät kiinteiden liitosten (esim. putki ja putkikanne) välityksellä aina asennusseinään. Runkoääni leviää ja heijastuu muiden huoneiden seiniin ja kattoihin ilmaäänenä.

Rakenteet on erotettava toisistaan johdonmukaisesti, jotta runkoäänten siirtymisen mahdollistavia äänisilloja ei muodostu. Se on otettava huomioon suunnittelussa alusta lähtien.

Viemärijärjestelmän tekninen suunnittelu

Viemärijärjestelmä ulottuu moniin rakennuksen osiin. Sen osia ovat putket, yhteyt ja kannakkeet sekä runkoääniä ja putkissa kulkeutuvia ilmaääniä eristävät materiaalit.

Viemärijärjestelmät on suunniteltava rakennusakustiikan näkökulmasta huolellisesti. Onnistuneeseen pohjaratkaisuun kuuluu esimerkiksi se, ettei äänitasorajoitusten alaisten tilojen viereisessä seinässä ole saniteettiasennuksia tai putkia.

Viemärin suunnanmuutokset on suunniteltava huolellisesti, välttäen 90°:n mutkia. Runkoäänten eristäminen on tärkeää seinien ja välipohjien aukkojen kohdalla.



Käyttövesiasennusten tekninen suunnittelu

Käyttövesijärjestelmien osia ovat liittimet, vesiputket, lämminvesivaraajat, paineistuslaitteet, kiertovesipumput ja vedenkäsittelyjärjestelmät.

Käyttövesiputkien reitit on suunniteltava huolellisesti. Jos esimerkiksi virtausnopeudesta tulee liian suuri, se voi aiheuttaa melua. Asianmukaisesti suunnitellussa käyttövesijärjestelmässä melua aiheuttavat lähinnä vesihanojen venttiilit ja wc:n käyttö.

Tärkeimpiä äänieristystoimia myös käyttövesiasennuksissa on putkien erottaminen rakennuksen rakenteista. Liittimet ja veden virtaaminen putkistossa ovat mahdollisia melun lähteitä, mutta niiden aiheuttamaa melua voidaan torjua ääntä vaimentavin ratkaisuin.

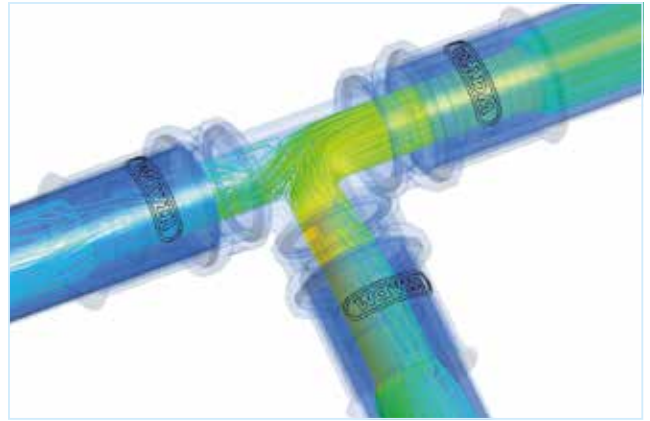
Nousuputkia tai kannakeyhdistelmiä ei pidä kiinnittää sellaisten tilojen väliseiniin, joiden äänitasolle on asetettu rajoituksia.

Pinta-alamassa vaikuttaa runkoääniin kannakoitaessa putkia rakenteisiin. Mitä suurempi massa, sitä vähemmän putkien kiinnikkeistä johtuu värähtelyä rakenteeseen. Putket pitäisi pyrkiä kiinnittämään seinärakenteiden jäykimpiin kohtiin, kuten massiiviseinien reuna-alueille tai kevyiden väliseinien rankojen kohdalle. Vaihtoehtoisesti värähtelyä voi vähentää kattoon sijoitettavan konsolin avulla.

Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot ja saniteettiasennukset

Syöttö- ja poistojärjestelmiin sisältyvät myös saniteettiasennukset ja -kalusteet, kuten pesualtaat, wc-istuimet ja kylpyammeet sekä elementtiseinien ja asennuskulujen rungot. Niiden suunnittelussa on otettava huomioon seuraavat seikat:

- ⦿ Palosuojaus, äänieristys, kosteussuojaus ja lämpöeristys ovat teknisen suunnittelun osatekijöitä.
- ⦿ Seiniin tehtävät läpiviennit tai uurrokset eivät saa heikentää rakenteen vakautta. Seinän massan on edelleen oltava riittävän suuri, jotta äänieristysvaatimukset täyttyvät.
- ⦿ Peitelevyjien tai metallirunkoisten elementtiseinien käyttäminen on suositeltavaa, sillä seinäläpivientien käyttö asennuksessa aiheuttaa tavallisesti siltoja, joita pitkin runkoäänät pääsevät etenemään.
- ⦿ Saniteettikalusteet, kuten wc-istuimet ja pesualtaat, on runkoäänten välttämiseksi asennettava siten, etteivät ne ole jäykästi kiinni kiinteässä rakenteessa.



Kuva 10: Veden virtaus T-haarassa



Kuva 11: Kannakointi massiivisiin rakenteisiin



Kuva 12: Putken ääntä eristävä kannakointi kattoon ja lattiaan kevyen väliseinän vieressä



Äänieristyksen pikaopas asentajille

Optimaalinen äänieristys edellyttää asennustöiden ammattimaista suorittamista. Seuraavassa kuvataan tärkeimpiä seikkoja, jotka asentajien on syytä ottaa huomioon.

Putkitukset

Kaikissa putkiasennuksissa on ehdottomasti pyrittävä välttämään runkoääniä siirtävien äänisiltojen syntymistä erottamalla putket kiinteistä rakenteista. Jo putkijärjestelmän valinnalla voi olla suuri vaikutus sekä ilma- että runkoäänten siirtymiseen. Viemäriputkia ei pitäisi vetää sellaisten huoneiden kautta, joiden äänitasoa on rajoitettu.

Jos viemäreitä on vedettävä tällaisissa tiloissa, niiden ympärille on rakennettava äänieristetty kuilu.

Putkikannakkeet

Putkien kannakoinnissa on käytettävä sopivia runkoääniä eristäviä kannakkeita.

Jos putkikannakkeisiin kohdistuva kuormitus on epätasaista tai toispuoleista, elastomeerin liiallinen puristuminen heikentää akustisia ominaisuuksia merkittävästi.

Asennettaessa putkia kattoon tai seinään putki on erotettava kiinteästä rakenteesta äänisiltojen ehkäisemiseksi. Läpivientien on oltava riittävän suuria, eivätkä putket saa olla kosketuksessa seinään tai kattoon. Asennuksessa voidaan käyttää putkieristettä, kivivillaa tai silikonia.

A photograph of an architect's workspace. In the foreground, a hand holds a yellow pencil over a large sheet of architectural blueprints. In the background, a laptop screen displays a 3D architectural rendering of a building. To the left, a pencil holder contains several pencils. The scene is set on a wooden desk.

Arkkitehti- suunnittelu



Äänieristettyjen huoneiden arkkitehtisuunnittelu

Hyvä äänieristys on ratkaisevan tärkeää luotaessa tiloja, joissa ihmiset viihtyvät ja joissa melu on minimissään. Kaiken lähtökohtana on pohjapiirustus, ja tulos viimeistellään oikean putkijärjestelmän valinnalla.

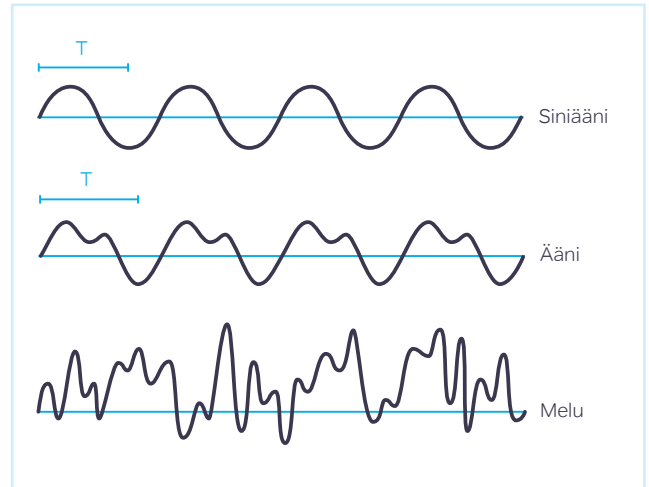
Melu voi aiheuttaa stressiä ja keskittymisvaikeuksia. Äänieristyksen merkitys kasvaa jatkuvasti, ja yhä useammat rakennuttajat kiinnittävät siihen huomiota. Hyvin äänieristetyssä rakennuksessa asuvat ja työskentelevät ihmiset ovat muihin verrattuna levänneempiä, virkeämpiä ja terveempiä.

Niin arkkitehtien kuin teknisten suunnittelijoiden ja asentajienkin on otettava äänieristys vakavasti. Esteettisten arvojen tavoittelu ei koskaan saisi vaarantaa äänieristystä. Nykyisin äänieristyksestä ei tarvitse tinkiä edes avonaisen tilaratkaisun tai äänen heijastumista moniin suuntiin aiheuttavien geometrinen muotojen yhteydessä.

Optimaalisen äänieristyksen suunnittelun perusteet

Kaunis ääni vai ärsyttävää meteliä?

Mitä tapahtuu fysikaalisesti, kun ihminen havaitsee siniäänen, harmonisen äänen tai melua? Jos äänisignaali värähtelee samanmuotoisena ja tasaisena, kyseessä on siniääni. Eritaajuiset, yhtäaikaisten, tasaisissa rytmisissä värähtelevät signaalit muodostavat luonnollisen äänen. Jos värähtely on epäsäännöllistä, ihmisäivot pitävät sitä ärsyttävänä meluna.



Kuva 13: Siniääni, ääni ja melu

Arkkitehtisuunnittelulla voidaan vähentää häiritsevää melua

Ulkoa kantautuva melu voidaan pitää poissa asuinhuoneista ja muista sisätiloista kiinnittämällä huomiota rakennuksen akustiikkasuunnitteluun ja akustiikan optimointiin. Ikkunoiden ja ulkoseinien eristäminen tekee rakennuksen ulkopintaan ääntä tehokkaasti eristävän kuoren. Silloin käyttövesi- ja viemäriputkien aiheuttamat hiljaisetkin äänet voivat kuulua selvästi ja olla häiritseviä.

- ⦿ Jos rakennuksessa on useita käyttäjiä, kuten hotellissa, vessan vetäminen viereisessä huoneessa voi ärsyttää.
- ⦿ Myös huonosti asennetut tai suunnitellut käyttövesiputket voivat aiheuttaa häiritsevää ääntä.
- ⦿ Lämmitysjärjestelmä tai käyttövesiputket voivat tuottaa nakuttavaa ääntä.

Kuvatun kaltaisia ääniä tuskin huomaakaan vanhoissa, heikosti äänieristetyissä rakennuksissa, sillä niissä ulkoa tuleva ympäristön melu on monesti niin voimakasta, että se peittää sisätilojen äänet alleen. Uusia rakennuksia suunniteltaessa arkkitehtien on kuitenkin ratkaistava seuraavat kysymykset:

- ⦿ Minkä tilojen äänitasoa on rajoitettu, ja miten tilat voidaan suojata akustisesti?
- ⦿ Mihin sijoitetaan pääviemärin tarkastusluukku ja käyttövesijärjestelmän syöttö?
- ⦿ Mitkä ovat asennusseinän laadulliset ominaisuudet ja massa?
- ⦿ Miten paikalliset akustiikkavaatimukset täytetään?



Neuvonta ja koulutus suunnitteluvaiheen aikana

Sopivat tuotteet pitäisi valita ja pyytää neuvontaa niiden valmistajilta jo ennen rakennustöiden aloittamista. Wavin neuvoo arkkitehtejä äänieristyksen huomioon ottamisessa ja tarjoaa sitä koskevaa teknistä

koulutusta. Näin arkkitehdit voivat välttää virheitä jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Perusvaatimukset on syytä määrittää niin varhain kuin mahdollista. Se helpottaa teknistä suunnittelua ja asennustöitä hankkeen edetessä.

Vaatimukset uuden rakennuksen melun- ja värinäntorjunnalle

Rakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä ja impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ei ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä.

Rakennuksen hissien ja taloteknisten laitteiden asennukset on suunniteltava ja toteutettava siten, että niiden synnyttämä äänitaso ei ylitä asuntojen asuinhuoneissa tai oleskelutiloissa, majoitus- tai potilashuoneissa, saman tai läheisten asuinrakennusten avattavien ikkunoiden tai tuuletusluukkujen ulkopuolella, oleskeluun käytettävillä parvekkeilla tai virkistykseen käytettävillä piha- tai oleskelualueilla seuraavia lukuarvoja:

Huone- ja ulkotila	Jatkuva laajakaistainen ääni		Impulssimainen tai kapeakaistainen ääni	
	Keskiäänitaso L Aeq,T (dB)	Enimmäisäänitaso L AFmax,T (dB)	Keskiäänitaso L Aeq,T (dB)	Enimmäisäänitaso L AFmax,T (dB)
Asuin-, majoitus- tai potilashuone	28	33	25	30
Asunnon keittiö tai rakennuksen harrastustila	33	38	30	35
Porrashuone tai uloskäytävä	38	43	35	40
Ulkotila	45	50	40	45

Rakennuksen, jossa on asuntoja, majoitus- tai potilashuoneita, runkoääni- ja värinäeristys sekä opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- ja toimistotilojen melun- ja värinäntorjunta on suunniteltava ja toteutettava tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen siten, että niissä saavutetaan toimintaa vastaava riittävän hyvä ääniympäristö.

	Rakennusluokat Saksassa
Rakennusluokka 1	Enintään 7 metriä korkeat erillISRakennukset, joissa on enintään kaksi huoneistoa ja joiden pinta-ala on enintään 400 m ² , sekä maatai metsätalouskäytössä olevat erillISRakennukset.
Rakennusluokka 2	Ei-erilliset enintään 7 metriä korkeat rakennukset, joissa on enintään kaksi huoneistoa ja joiden pinta-ala on enintään 400 m ² .
Rakennusluokka 3	Muut enintään 7 metriä korkeat rakennukset.
Rakennusluokka 4	Enintään 13 metriä korkeat rakennukset, joissa on enintään 400 m ² :n suuruisia huoneistoja.
Rakennusluokka 5	Muut rakennukset, mukaan lukien maanalaiset rakennukset
Erikoisrakennukset	Kaikki luokkiin 1–5 kuulumattomat rakennukset ovat erikoisrakennuksia.

Maailman hiljaisin paikka



-20,6 dB

Äänistä 99,99 prosenttia
absorboituu.

Kaiuton huone

Tavallisen keskustelun äänenvoimakkuus on noin 60 desibeliä. Yöllä nukkuessa meitä ympäröi noin 30 desibelin suuruinen taustamelu. Se on korvia huumaavan kova verrattuna Microsoft Audio Labsin kaiuttomaan huoneeseen. Se on maailman hiljaisin paikka ja eristetty niin hyvin, että tilan äänenvoimakkuus on -20,6 desibeliä. Tila on miltei aavemaisen hiljainen.

Vaativuudet hotellihuoneiden äänieristykseen tiukentuvat

Hotelleissa yöpyjät haluavat huoneiden olevan mukavia, hiljaisia ja rentouttavia. Hotellien arkkitehtuurissa huoneakustiikalla onkin merkittävä rooli. Myös DIN 4109 -standardissa määritetään vähimmäisvaativuudet majoitustiloille, mutta asukkaat toivovat usein sitäkin hiljaisempia huoneita. Sen vuoksi hotellirakennusten äänenvaimennukseen sovelletaan 53 dB:n indeksiä, joka on sama kuin asuintilojen väliseinille asetettu vaativuus.



Äänieristys arkkitehtisuunnittelussa – huomioon otettavia seikkoja

- 01** Vältä avoimia tilaratkaisuja, sillä se helpottaa asuintilojen äänieristyksen toteuttamista.
- 02** Käytä elementti- tai väliseiniä maksimaalisen suunnitteluvapauden saavuttamiseksi. Silloin epäoptimaalinenkaan pohjaratkaisu ei vaaranna akustiikkaa.
- 03** Sekä massiiviseinäisiin että puurunkoisiin rakennuksiin on olemassa sopiva äänieristysratkaisu. Siitä ei kuitenkaan pääse yli eikä ympäri, että runkoäänten siirtymisen ehkäisemiseen tarvitaan paljon massaa. Siksi keskeiset seinät pitäisi toteuttaa massiivirakenteisina.
- 04** Kuiluihin asennettavat talotekniset järjestelmät on sijoitettava niin, että niistä on rakennuksen käyttäjille mahdollisimman vähän häiriötä. Kuiluja ei kannata sijoittaa kiinni sellaisiin huoneisiin, joiden äänitasoa on rajoitettu.

Akustisesti onnistuneen rakenteen ja saniteettiasennusten välinen suhde

Nykyaikaisimmatkaan akustiikkatuotteet eivät yksin riitä hyvän äänieristyksen saavuttamiseen rakennuksessa. Tuotteiden lisäksi myös rakennustekniikan on palveltava hyvää akustiikkaa – aina pohjaratkaisusta seinä- ja kattorakenteisiin asti. Vain rakennustekniikka ja saniteettiasennukset yhdessä voivat johtaa halutun äänieristystason toteutumiseen.

Optimaalisen äänieristyksen osatekijät

Toimintojen sijoittelu / pohjaratkaisu

Äänieristyksen lähtökohtana on pohjaratkaisu. Huoneet, joissa esiintyy vedenkäytön tai viemärin aiheuttamaa melua, pitäisi sijoittaa vierekkäin tai päällekkäin. Päällekkäinen sijoittelu koskee etenkin kerrostaloja ja hotellirakennuksia. Putkia ei pidä vetää makuuhuoneiden viereisissä seinissä.

Asennuseseinät

DIN 4109:n mukainen rakennusakustiikkatesti ei ole välttämätön, jos asennuseinä on tiettyjen vaatimusten mukainen.

Massiivinen asennuseinä, yksinkertainen rakenne

Rakenteeltaan yksinkertainen massiivinen asennuseinä on suunniteltava ja toteutettava asennuseinämallin mukaisesti, ks. DIN 4109-36:n kohta 6.4.4.2.2. Asennuseinän pinta-alamassan on oltava vähintään 220 kg/m². DIN 4109-36:n kohtien 6.4.4.2.3–6.4.4.2.5 mukaisten asennusteknisten ja rakenteellisten reunaehtojen on täytyttävä. (Lähde 7.)



Kuva 14: Esimerkki rakenteista erotetusta asennuksesta

Kevyet väliseinät

Asennuksia voidaan toteuttaa kevyisiin väliseiniin tekemättä erityisiä rakennusakustiikkamittauksia. Seinien on täytettävä kevyen asennuseinämallin vaatimukset, ks. DIN 4109-36, kohta 6.4.4.3.2.

Kohdat 6.4.4.3.3–6.4.4.3.5 koskevat rakenne- ja asennusteknisiä reunaehtoja. (Lähde 7.)



Lisätietoja asennuseinämallista on teknisen suunnittelun osiossa sivulta 35 alkaen.

Putket ja kannakointi

Uuden talon tulevat asukkaat eivät tavallisesti kiinnitä paljontaan huomiota taloon asennettavan viemärijärjestelmän valintaan, vaan heitä kiinnostavat enemmän laattojen ja keittiön kaltaiset sisustuksen osat. Arkkitehtien on tiedostettava, ettei asennetun putkiston melutason muuttaminen jälkikäteen ole helppoa. Putkivalmistajat neuvovat sopivan ääntä eristävän putkijärjestelmän valinnassa – mukaan lukien kannakkeet ja pyöristetyt yhteyt. Putkivalinnoilla on suuri vaikutus ilma- ja runkoäänten siirtymiselle valmiissa talossa.

Runkoäänten johtumisen mahdollistavia äänisilloja ei synny, kun putket asennetaan oikein ja ammattimaisesti. Putkilinjat erotetaan asennuksessa kiinteistä rakenteista. Viemäriputkia ei pitäisi vetää sellaisten huoneiden kautta, joiden äänitasoa on rajoitettu. Jos muu ei ole mahdollista, putket on sijoitettava äänieristettyyn kuiluun.



Virtuaalinen äänimittaus Wavinin SoundCheck-työkalulla

Äänitasovaatimuksia päivitetään tämän tästä, eikä oikean äänitason laskenta tietystä suunnitteluhankkeesta aina ole helppoa. Wavinin SoundCheck-verkkotyökalu auttaa suunnittelussa! Työkalu simuloi asennettavan järjestelmän akustiikkaa ja tekee siitä laskelmat yksilöllisten parametrien perusteella. Saat käden käänteessä selville, täyttävätkö suunnitelmat äänieristysvaatimukset.



Kokeile Wavinin SoundCheck-työkalua saman tien!



Käytännön vinkkejä

”Opin aika kauan sitten, kuinka tärkeää ennakointi on ammatissani. Monia kalliita virheitä voi välttää varsinkin rakennushankkeen suunnittelun alkumetreillä, jo luonnosteluvaiheessa. Äänieristystäkin kannattaa ajatella alusta alkaen. Se pitää ottaa huomioon pohjapiirustuksessa, ja siinä on kyse muustakin kuin tekniikkakuilujen sijoittelusta. Haluan suunnitella asiakkailleni ’mukavuusalueita’, eikä ärsyttävä melu kuulu konseptiin. Suunnittelu vaatii kuitenkin teknistä ymmärrystä siitä, miten äänet ja äänisillat syntyvät.

Vinkkini on, että yhteistyö kokeneiden suunnittelijoiden kanssa kannattaa aloittaa mahdollisimman varhain. On hyvä pyytää myös perusteellista äänieristysneuvontaa viemäri- ja käyttövesituotteiden valmistajalta, jonka tuotevalikoima sisältää tarvittavat ratkaisut.”

Christina M., arkkitehti



Käytännön vinkkejä

- ⌚ Avoin tilaratkaisu on äänieristyksen näkökulmasta riski, sillä siinä vesi- ja viemäriputkia sisältävät alueet sulautuvat oleskelutiloihin usein ilman väliseiniä. Äänieristyksen kannalta käyttötarkoitukseltaan erilaiset huoneet kannattaakin erottaa toisistaan tehokkaasti.
- ⌚ Elementtiseinät ja kevyet väliseinät auttavat huoneakustiikan optimoinnissa ja tuovat tarvittavaa joustoa hankaliinkin pohjaratkaisuihin.
- ⌚ Ääntä eristävien seinien pitäisi olla mahdollisimman massiivisia. Mitä suurempi massa, sitä vähemmän runkoääniä siirtyy.
- ⌚ Talotekniikkakuiluja ei pitäisi sijoittaa huoneisiin, joiden äänitasoa on rajoitettu.



Yhteistyö

- ⌚ Toimivalla pohjaratkaisulla voi jo hankkeen alkuvaiheessa minimoida ilma- ja runkoäänten siirtymisen, yhteistyössä insinööri-toimiston kanssa.
- ⌚ Tämän esitteen teknisen suunnittelun osiossa on paljon hyviä vinkkejä käyttövesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluun.



Huomio!

Äänieristys- ja akustiikkavaatimukset vaihtelevat maittäin. Jos toimit kansainvälisissä hankkeissa, selvitä kunkin maan vaatimukset kysymällä esimerkiksi Wavinin asiantuntijoilta.



Määräyksistä

- ⌚ Noudata rakennusluokan mukaisia, akustiikkaa ja palosuojausta koskevia standardeja ja lakisääteisiä vaatimuksia.
- ⌚ DIN 4109-36 -standardin kohtaa 6.4.4.2.2 sovelletaan rakenteeltaan yksinkertaisiin massiivisiin asennusseiniin. Kohdat 6.4.4.2.3–6.4.4.2.5 koskevat rakenne- ja asennusteknisiä reunaehtoja.
- ⌚ DIN 4109-36 -standardin kohtaa 6.4.4.3.2 sovelletaan asennusseiniinä käytettäviin kevyisiin väliseiniin. Kohdat 6.4.4.3.3–6.4.4.3.5 koskevat rakenne- ja asennusteknisiä reunaehtoja.

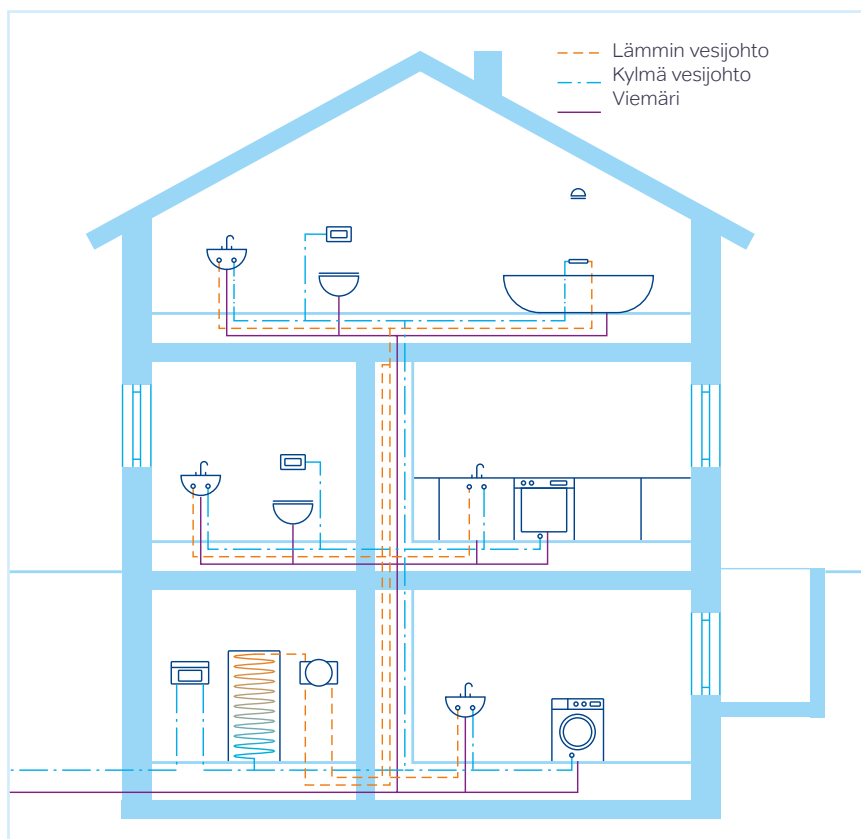
Tekninen suunnittelu



Akustiikaltaan ihanteellisten käyttövesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelu

Käyttövesi- ja viemärijärjestelmiä suunniteltaessa on syytä pitää mielessä häiritsevien äänten minimoiminen. Kiinteistöjen Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot ovat yleensä piilossa asennusseiniin tai muiden rakenteiden sisässä.

Suunnittelussa voi turvautua referenssiratkaisuihin, kuten asennusseinämalleihin, sillä kaikista kohteen osista ei ole saatavana rakennusakustiikkatodistusta. Referenssiarvot auttavat rakennuksen akustiikan arvioimisessa.



Kuva 15: Rakennuksen syöttö- ja poistolinjat

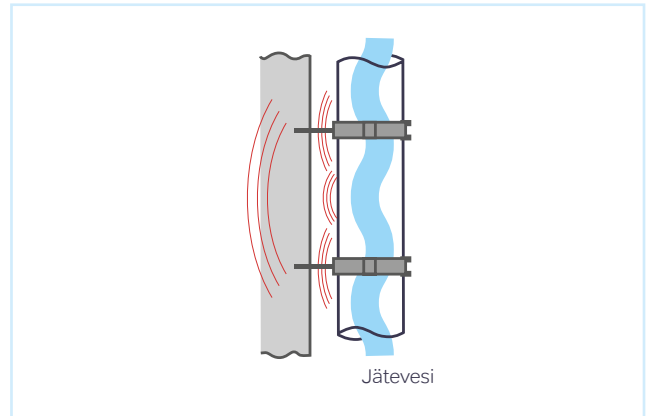
Vesi- ja viemäriinjojen suunnittelun perusteet

Runkoäänet

Käyttövesi- ja viemäriasennusten synnyttämät häiritsevät äänet siirtyvät kiinteiden liitosten (esim. putki ja putkikannake) välityksellä aina asennusseiniin.



Runkoääni leviää ja heijastuu muiden huoneiden seiniin ja kattoihin ilmaäänenä.



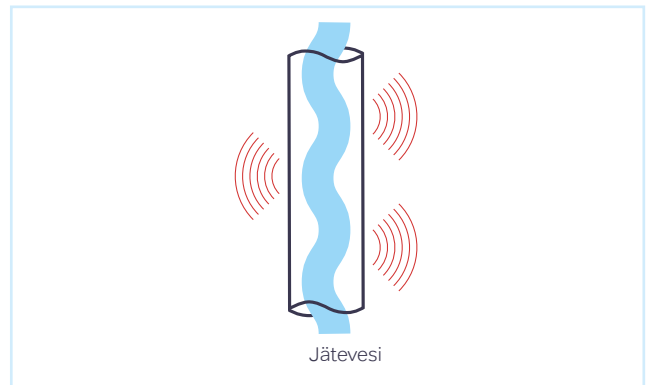
Kuva 16: Runkoääni

Ilmaäännet

Putkijärjestelmän tuottamien ilmaäännten siirtymiseen vaikuttaa eniten putkien laatu. Kätevä väline putkien vertailemiseen on DIN EN 14366 -standardin mukaisiin arvoihin tutustuminen, sillä standardin mukaiset mittaukset koskevat ainoastaan ilmaäännten siirtymistä. Järjestelmän kokonaisuuden kannalta on tärkeää kiinnittää huomiota myös putkikannakkeisiin ja niiden kiinnitystapaan. Sekä runko- että ilmaääniin on syytä kiinnittää huomiota yhtä lailla.

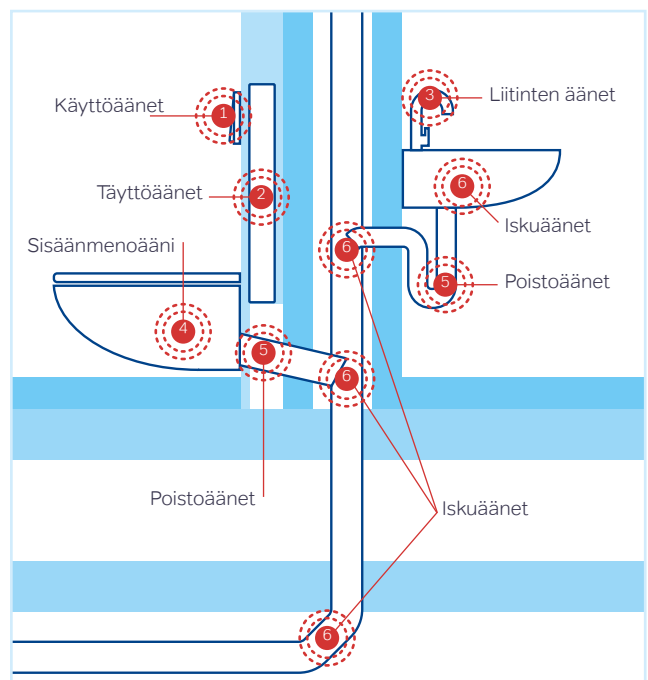


Lue myös DIN 4109:n mukainen järjestelmätestaus -luku sivulla 57.



Kuva 17: Ilmaääni

Kuvan mukaisissa kohdissa runkoäänistä syntyy ilmaääniä:



Kuva 18: Äänilähteitä käyttövesi- ja viemäriasennuksissa

Runkoäännten äänisillat

Runkoäännten siirtymisen mahdollistavien äänisillojen estämiseksi kalusteet, kuten wc-istuimet, on erotettava kiinteistä rakenteista. Se on otettava teknisissä suunnitelmissa huomioon. (Lähde 6.)



DIN 4109

Seuraavat seikat on tärkeää ottaa huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa, jotta DIN 4109:n mukaiset vähimmäisvaatimukset täyttyisivät:

- ⦿ Millaisia asennusseiniä ja seinämateriaaleja käytetään?
- ⦿ Mihin saniteettitilat sijoittuvat

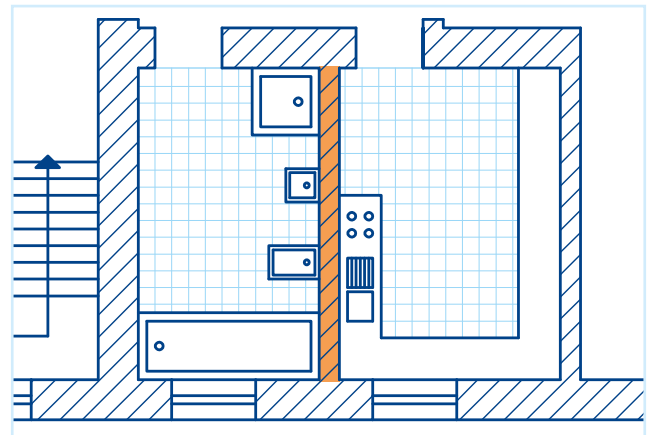
rakennuksessa, ja missä sijaitsevat tilat, joiden äänitasoa on rajoitettu?

- ⦿ Minkä tyyppiset viemäri- ja käyttövesiputkia ovat sopivimpia?
- ⦿ Miten putket kannakoidaan?
- ⦿ Mitkä äänenvaimennuskeinot (esim. putkien tai kuilujen ääneneristys) ovat sopivia?

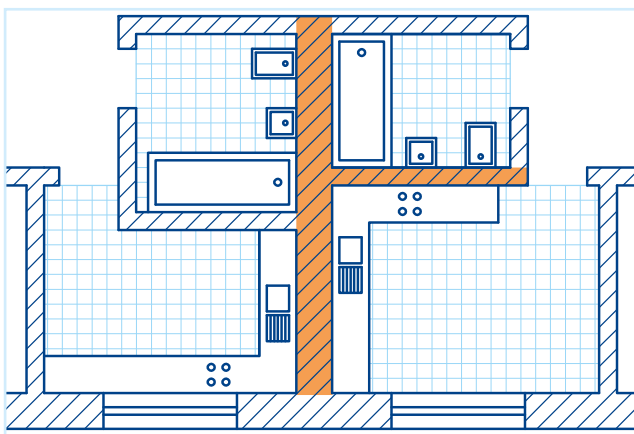
Pohjaratkaisu

Toimintojen järjestyksen sijoittelu rakennuksessa vähentää ääniongelmia selvästi. Esimerkiksi keittiö ja saniteettitilat vesi- ja viemäriputkineen on syytä sijoittaa vierekkäin ja kerrostalohuoneistoissa joka kerroksessa samaan kohtaan päällekkäin. Kuiluja ei pidä sijoittaa kiinni sellaisiin huoneisiin, joiden äänitasoa on rajoitettu. (Lähde 6.)

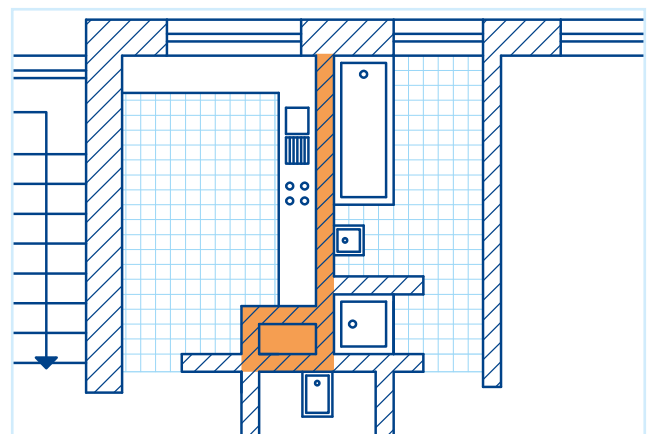
Keittiön ja kylpyhuoneen yhteinen asennusseinä



Keittiöiden ja kylpyhuoneiden yhteiset asennusseinät



Keittiön, kylpyhuoneen ja wc:n yhteinen asennuskuilu



Wavinin SoundCheck-työkalulla voi vertailla eri kuilumateriaaleja ihanteellisen äänenvaimennuksen saavuttamiseksi tai äänten heijastumisen välttämiseksi (lue myös sivu 11).



Vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluvirheillä on seurauksia

Viemäriäänten kuuluminen on tavallinen syy heikoille hotelliarvostetuille.



"Viereisestä asunnosta kuuluneet vesijohtojen ja viemäriin äänet pilasivat vierailumme."



"Melusaastetta äänekkäistä vesiputkista – en suosittelen!"

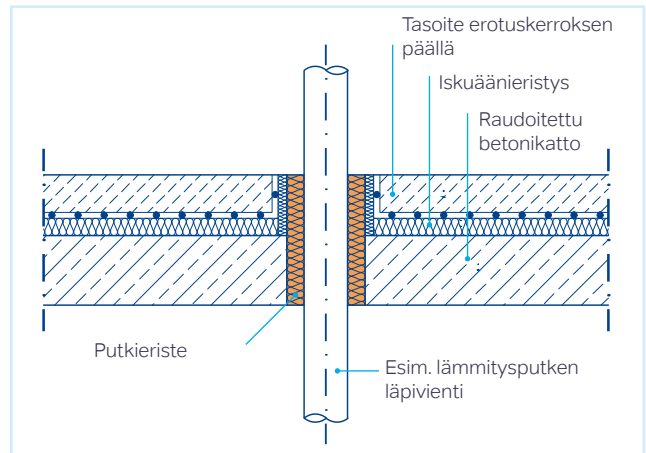


"Vesijohtojen kova paukkuminen seinän sisässä valvotti minua viidestä asti aamulla."



Katto- ja seinäläpivientien suunnittelu

Läpivientien on oltava riittävän suuria. Putket eivät saa olla kontaktissa seinään tai kattoon, jotta äänisiltoja ei synny. Ne voidaan erottaa rakenteista käyttämällä putkieristettä, kivivillaa tai silikonaa. Akustinen erottaminen on toteutettava oikein, ja asennuksessa on vältettävä äänisiltojen syntyminen.



Kuva 19: Putken läpivienti ilman äänisiltoja



Äänisillan voi muodostaa esimerkiksi rakennusjäte, joka putoaa läpivientiin. Toinen mahdollinen syy on asennusvirhe, kuten runkoäänieristyksen unohtaminen.



Kuva 20: Runkoäänieristyksen puuttuminen



Kuva 21: Rakennusjäte runkoäänisillan aiheuttajana

Maailman kovin veden aiheuttama ääni



40 km

on matka, jonka päähän eteläafrikkalaisten Augrabiesin putousten ääni kantautuu hiljaisina öinä.

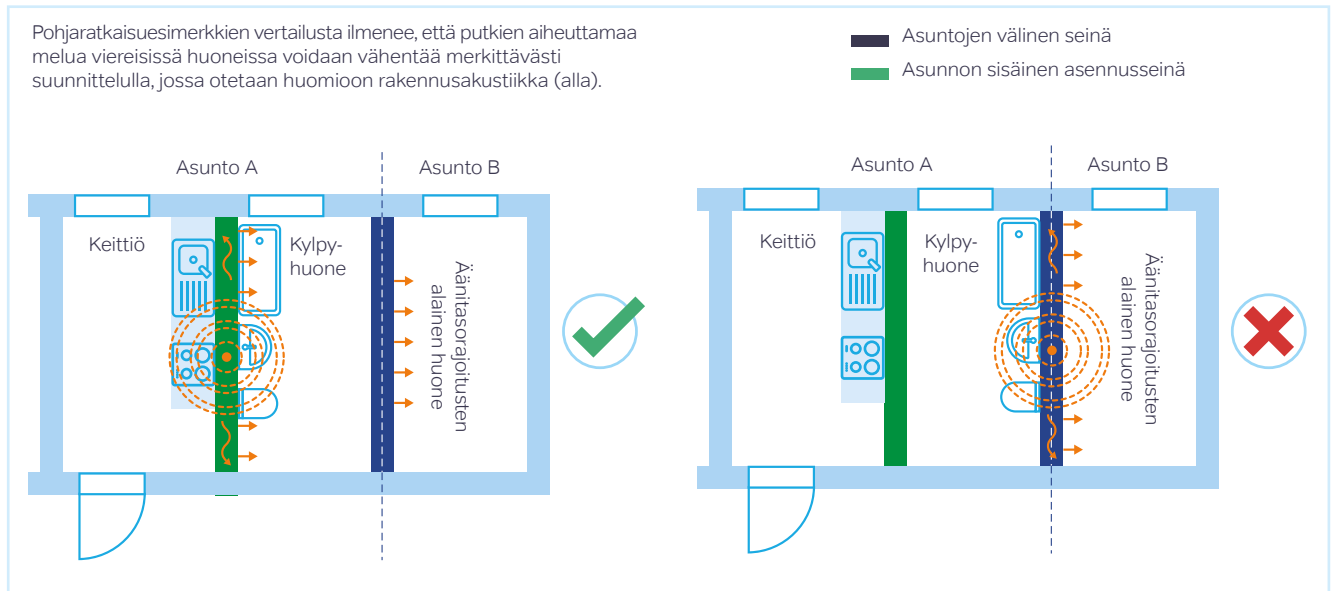
Augrabiesin putoukset, Etelä-Afrikka

Putousten nimi on peräisin paikallisen kielen sanasta aukoerebis, joka tarkoittaa ukkosen kaltaisen melun paikkaa. Nimi on osuva, sillä putousten synnyttämä ääni on ainutlaatuisen voimakas. Putousta ympäröivän kanjonin alastomat kiviseinät vahvistavat ääntä.

Pohjaratkaisun suunnittelu

Viemärijärjestelmä koostuu putkista, liitososista, kannakkeista ja ilma- ja runkoäänten vaimentamiseen käytettävistä materiaaleista.

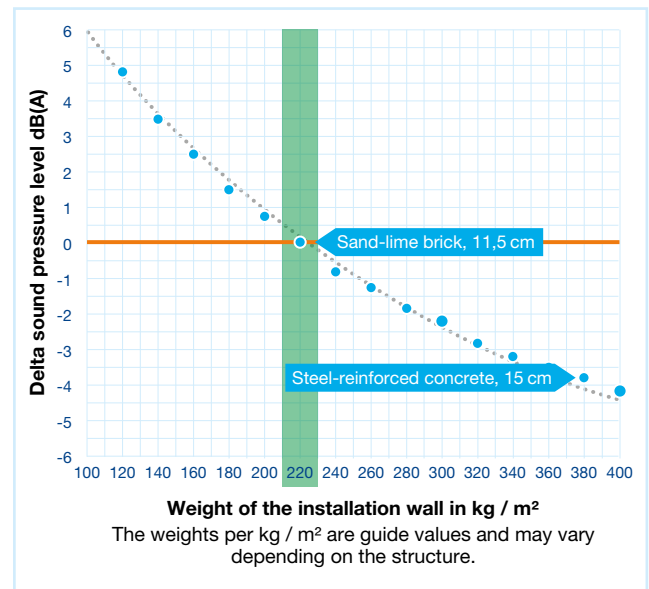
Toimiva pohjaratkaisu on optimaalisen äänieristyksen lähtökohhta. Esimerkiksi äänitasorajoitusten alaisia huoneita asunnossa B ei pidä sijoittaa sellaisiin seiniin kiinni, joissa kulkee talotekniikka-asennuksia tai viemäriputkia.



Kuva 22: Rakennusakustiikan näkökulmasta toimiva pohjaratkaisu

Asennuseinä

Jos asennuseinä ominaismassa muuttuu, myöskään 220 kg/m^2 :n pinta-alamassaa koskeva viiteäänepainetaso ei enää päde. Jos asennuseinän pinta-alamassa on 160 kg/m^2 , äänepainetaso kasvaa noin $2,5 \text{ dB(A)}$ 220 kg/m^2 :n seinään verrattuna.



Kuva 23: Äänepainetaso muuttuu viereisessä huoneessa seinämateriaalien perusteella, Wavni SoundCheck-työkalun mukaan.

Peiteseinän rakenne

Jos käytetään kevytrakenteista asennuseseinää tai jos äänitasorajoitusten alainen huone sijaitsee heti seinän toisella puolella, kannattaa turvautua peitelevyihin tai peiteseinään. Niiden alla on metallinen runkorakenne, joka päällystetään pintamateriaalilla. Alle jäävän rakenteen aukkoihin sijoitetaan saniteettikalusteiden tukirakenteet, ja aukot täytetään eristeellä. Peiterakenne parantaa ääni- ja lämpöeristystä huomattavasti.

Se parantaa koko rakenteen äänenvaimennusta myös massiivisen seinärakenteen kyljessä.



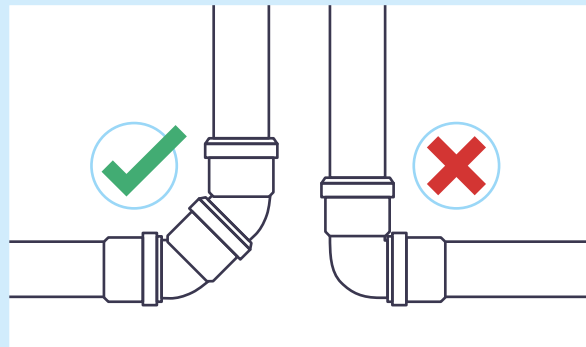
Kuva 24: Peiteseinä massiivisen seinän yhteydessä (lähde: Knauf)



Viemäriputkien suunnittelu

Viemäriputkien suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota suunnanmuutoksiin ja vältettävä 90°:n mutkia. Niiden sijaan voi käyttää esimerkiksi kahta 45°:n mutkaa.

Runko- ja ilmaäänien siirtymisen minimoimiseksi on tärkeää valita putkijärjestelmä (putket, mutkat, asennuskourut, kannakkeet), joka on äänieristetty, hiljainen ja helppo asentaa.



Kuva 25: Suunnanmuutoksen kaksi eri toteutustapaa



Viisi käytännön vinkkiä äänisiltojen välttämiseen suunnittelussa

- 01** Kannakointi painaviin rakenteisiin tai peiteseinän sisään
- 02** Asianmukaiset kiinnitykset runkoäänien erotuksella
- 03** Jyrkkien suunnanmuutosten välttäminen
- 04** Vaikka viemäriputki on asennettu putkikuiluun, seinärakenteen pintamassa on oltava 220 kg/m²
- 05** Saniteettikalusteet on erotettava rakenteista



Huomio palosuojeluun

Äänieristystoimenpiteet liittyvät myös rakennusluokan mukaiseen palosuojeluun.

Kaikkiin Wavin vesi- ja viemäriputkiin on saatavana palokatkomansetteja. Ne tiivistävät seinän tai välipohjan läpiviennin tulipalotilanteessa ja estävät tulen, savun ja kaasun leviämisen läpiviennin kautta.

Käyttövesiasennusten suunnittelu

Käyttövesijärjestelmien osia ovat liittimet, vesiputket, lämminvesivaraajat, paineistuslaitteet, kiertovesipumput ja vedenkäsittelyjärjestelmät.

Tärkein asia äänieristysten kannalta on käyttövesijohtojen oikea suunnittelu. Liittimet ja veden virtaaminen putkistossa ovat yleisimpiä melun lähteitä. Jos esimerkiksi virtausnopeus on liian suuri, se voi aiheuttaa melua. Jos järjestelmä on suunniteltu oikein, venttiilien kytkentä-äänet eivät kuulu erikseen.

Tärkeimpiä äänieristystoimia myös käyttövesiasennusten suunnittelussa on putkien erottaminen rakennuksen rakenteista seinien ja kattojen läpiviennissä. Mahdollisia keinoja siihen ovat:

- ① venttiilit, joissa on integroitu rakenteellinen äänenvaimennus
- ② putkikannakkeet, joiden sisäpinnassa on eriste
- ③ kennorakenteiset seinäpinnoitteet
- ④ nousuputkien ja kalusteiden välisten yhdyslinjojen kannakointi muualle kuin äänitasorajoitusten alaisen tilan seinään.



Rakennuksen päävesijohdon virtausnopeus saa olla enintään 2 m/s. Rakennuksen sisäisissä johdoissa se voi olla enintään 4 m/s jatkuvan kulutuksen määrän ja sulkuventtiilien ominaisuuksien mukaan.

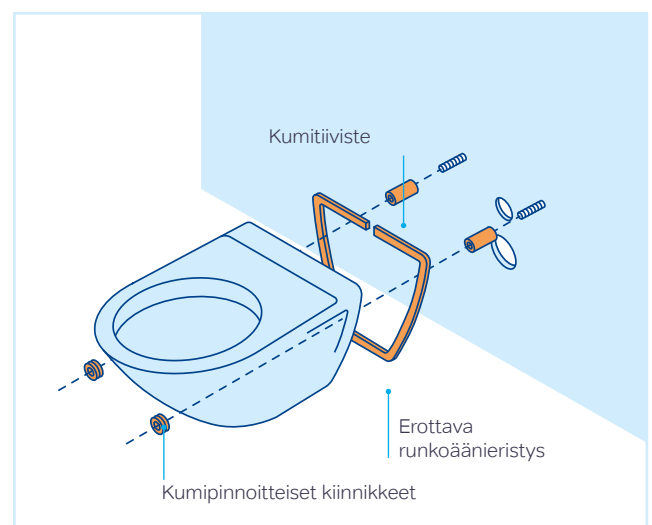
Mitä suurempi massa seinällä on, sitä vähemmän putken ja sen kannakoinnin aiheuttamat runkoäänet tärisyttävät seinää. Kannakoi aina rakenteen jäykkiin osiin, jotta kevytrakenteinen väliseinä ei ala värähdellä. Seinät ovat jäykimpiä reuna-alueilla, ja siellä niiden värähtely on vähäisempää.

Asennusmenetelmät ja saniteettikalusteet

Elementtiseinäasennuksiin ja seinän sisäiseen asennuksiin, metallirunkoihin, asennuskouruihin ja -kuiluihin, pesuallaisiin, kylpyammeisiin, wc-istuimiin, bideisiin, urinaaleihin ja saniteettikalusteiden liittämiin sovelletaan erityisiä suunnittelumääräyksiä. Lisäksi on otettava huomioon seuraavat seikat:

- ① Palosuojaus, äänieristys, kosteussuojaus ja lämpöeristys
- ② Jos seinässä tarvitaan asennuskanavia, seinän staattiset ominaisuudet eivät saa heikentyä. Seinän massan on edelleen oltava riittävän suuri, jotta äänieristysvaatimukset täyttyvät.
- ③ Seinäläpivientien sijaan on suositeltavaa käyttää peitelevyjä tai metallirunkoisia elementtiseiniä, jotta runkoäänisiltoja ei synny.
- ④ Saniteettikalusteet, kuten wc-istuimet, on asennettaessa erotettava rakenteista runkoäänien välttämiseksi, kuitenkin rakenteiden ominaisuuksia heikentämättä.

Saniteettikalusteiden äänieristys

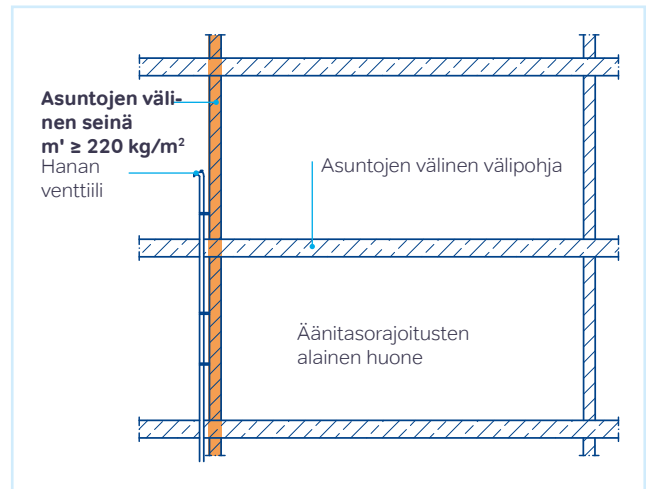


Kuva 26: Seinään asennettavan wc-istuimen toteutus ilman äänisiltoja

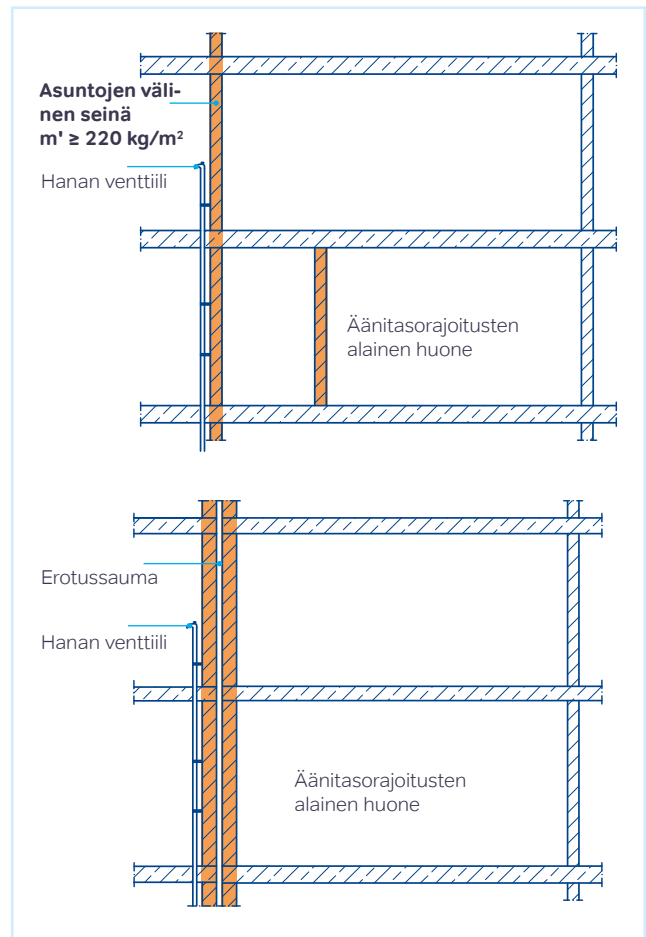
Massiivisen asennuseseinämallin rakenne

Viemäri-, käyttövesi- ja saniteettiasennuksia voidaan toteuttaa massiivisiin seiniin seuraavin DIN 4109-1 -standardin mukaisin edellytyksin tekemättä erityisiä rakennusakustiikkamittauksia.

- ⊕ Yksinkertaisen massiivisen seinän pinta-alamassa on $\geq 220 \text{ kg/m}^2$ laastikerrokset mukaan lukien.
- ⊕ Liittimet ja kalusteet täyttävät DIN 4109-1:n vaatimukset.
- ⊕ Käyttövesiputkiston lepopaine liittinten kohdalla paluusuunnassa käyttöpisteisiin jakamisen jälkeen on enintään 0,5 MPa. Jos paine on sitä suurempi, sitä on pienennettävä asentamalla paineenalentimia.
- ⊕ Suoravirtausventtiilit ovat aina kokonaan auki järjestelmän käytön aikana.
- ⊕ Liitinten luokituksen perustana oleva virtausnopeus ei ylitä.
- ⊕ Vesikalusteet rajoittavat virtausta liittimen läpi asianmukaisesti. Kalusteiden virtausluokka ei saa olla suurempi kuin niihin liitetyn venttiilin.
- ⊕ Seinän päällä kulkevat käyttövesi- ja viemäriputket ovat äänieristettyjä.
- ⊕ Käyttövesi- ja viemäriputkien seinäläpiviennissä käytetään runkoääniä eristävää kerrosta.
- ⊕ Äänitasorajoitusten alaisten tilojen seinissä kulkevat viemäriputket eivät ole paljaana.
- ⊕ Asennusjärjestelmä elementtiseinän sisässä ja massiivisen seinärakenteen pinnassa on runkoäänten siirtymisen välttämiseksi erotettu kiinteistä rakenteista.
- ⊕ Massiiviseen asennuseseinään tai seinään liitettyyn erillisen tukirakenteeseen kiinnitetyt putket on erotettu kiinteistä rakenteista ja kannakoitu putkikannakkeet, joiden sisäpinnassa on eriste. Suora kannakointi seinään on kielletty.
- ⊕ Putkien ja liittinten läpiviennit kiinteärakenteisissa seinissä suunnitellaan välttämällä runkoäänten siirtyminen.
- ⊕ Saniteettikalusteet kiinnitetään asennuseseinään ääntä eristävästi.
- ⊕ Liitinryhmään I kuuluvat liittimet, vesi- ja viemäriputket ym. sekä saniteettikalusteet asennetaan massiiviseen seinään, jonka pinta-alamassa $\geq 220 \text{ kg/m}^2$.
- ⊕ Liitinryhmään II kuuluvia liittimiä, vesi- ja viemäriputkia ym. sekä saniteettikalusteita ei saa ilman erillistä tarkastusta asentaa äänitasorajoitusten alaisen tilan viereisiin seiniin. (Lähteet 6 ja 7.)



Kuva 27: Liitinryhmään I kuuluvien liittinten sijoittelu

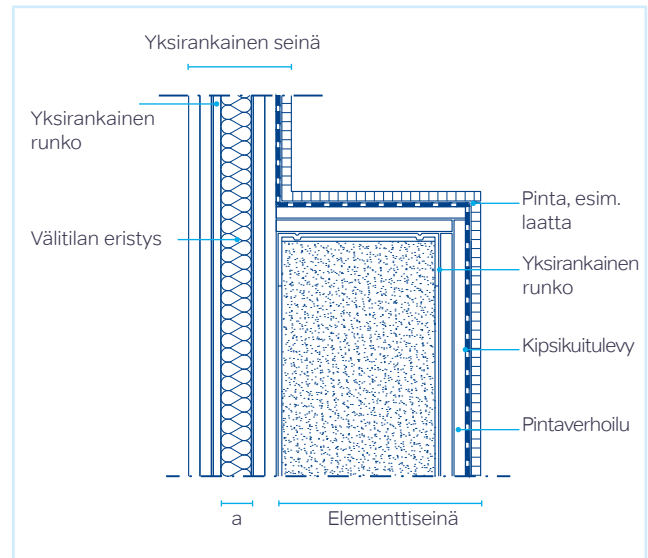


Kuva 28: Liitinryhmään II kuuluvien liittinten sijoittelu

Keveyen asennuseseinämallin rakenne

Viemäri-, käyttövesi- ja saniteettiasennuksia voidaan toteuttaa kevyisiin seiniin seuraavin DIN 4109-1 -standardin mukaisin edellytyksin tekemättä erityisiä rakennusakustiikkamittauksia.

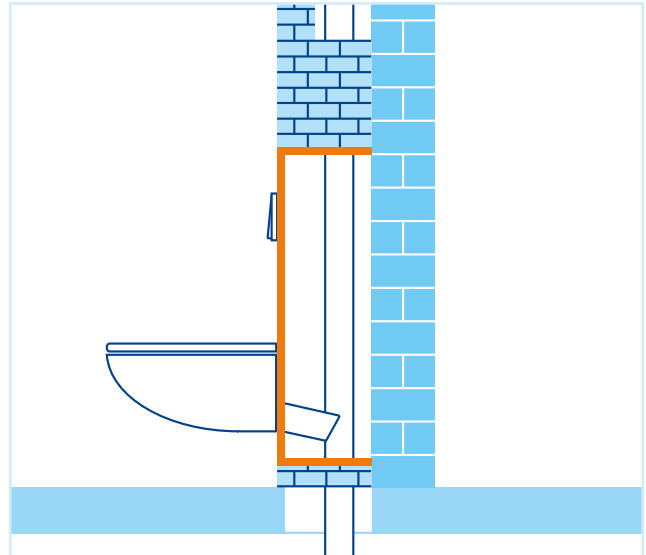
- ⊕ Kevyeen asennuseseinämalliin perustuva toteutus on sallittu vain, jos katon pinta-alamassa $\geq 450 \text{ kg/m}^2$ ja käytetään liitinryhmän I liittimiä.
- ⊕ Kevyt asennuseseinämalli on metallirunkoinen kipsilevyseinä, jonka runka- ja pintarakenne voi olla seuraava:
 - yksirankainen runkorakenne ja elementtiseinä
 - kaksirankainen runkorakenne ja elementtiseinä
 - kaksirankainen runkorakenne, jonka sisässä on saniteettiasennuksia.
- ⊕ Rankarakenteisiin seiniin elementtiseinien kera sovelletaan seuraavia reunaehtoja:
 - vähintään yksi levykerros per puoli 12,5 mm:n kipsilevystä tai kipsikuitulevystä, jonka pinta-alamassa $\geq 11 \text{ kg/m}^2$ per levykerros
 - levykerrosten välimatka $\geq 75 \text{ mm}$ (rungon paksuus)
 - levyjen välisen tilan eristäminen 60 mm paksulla kuitueristeellä, jonka pituussuuntainen virtausvastus $\geq 5 \text{ kPa s/m}^2$.
- ⊕ Vähintään kaksi kerrosta 12,5 mm:n kipsilevyä tai kipsikuitulevyä, jonka pinta-alamassa per kerros $\geq 11 \text{ kg/m}^2$. Levyjen välinen tila eristetään ennen elementtiseinän asentamista.
- ⊕ Elementtiseinän kantavan rakenteen kosketuspisteet kiinteisiin rakenteisiin on suunniteltava siten, että niissä käytetään esimerkiksi liitostivisteitä runkoäänten siirtymisen estämiseksi.
- ⊕ Seuraava pätee kaksirankaiseen runkorakenteeseen, jonka sisässä on saniteettiasennuksia:
 - Peiteseinän rankaprofiilit seinän molemmin puolin voidaan liittää toisiinsa kipsilevykappaleilla tai metallilevyillä 1/3:n ja 2/3:n korkeudella seinän korkeudesta. Se lisää rakenteen veto- ja puristuslujuutta.
 - Putket ja putkikannakkeet on kiinnitettävä erilliseen rankaväleihin sijoitettavaan alusrakenteeseen, joka on irrallinen ja vailla kosketusta levyihin tai levyjen välissä oleviin yhdyskappaleisiin. (Lähteet 6 ja 7.)



Kuva 29: Yksirankainen runkorakenne ja elementtiseinä

Kiinteä rakenne

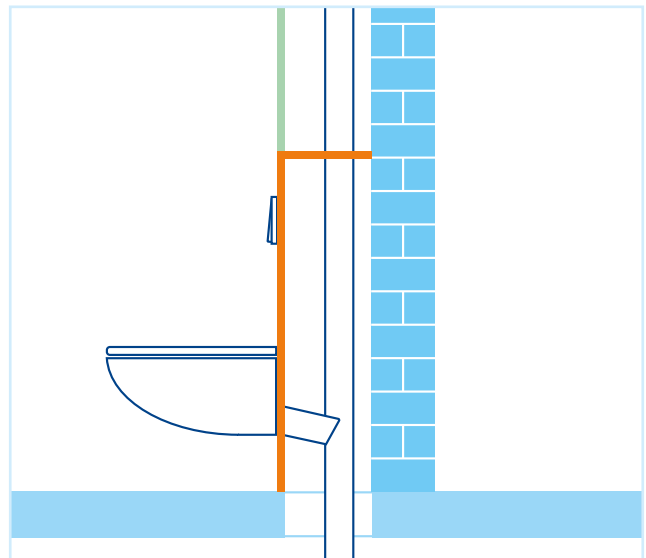
Kiinteärakenteisten seinien ja elementtiseinien materiaalina käytetään tiiliä, betonia tai raudoitettua betonia. Asennusosat kiinnitetään asennuseseinänä toimivaan elementtiseiniin. Elementillä itsessään ei ole kantavaa funktiota, joten elementtiseinän on otettava esiintyvät voimat vastaan. Toteutustapa on altis runkoäänisiltojen muodostumiselle, joten se ei ole kovinkaan yleisesti käytössä.



Kuva 30: Muurattu seinämä kiinteärakenteisen kantavan seinän edessä (lähteen 8 mukaan)

Kevyt elementtiseinä kiinteärakenteisen asennuseseinän edessä

Esimerkissä elementtiseinäprofiili on erotettu kiinteästä rakenteesta mahdollisimman hyvin. Myöskään pintaan asennettavat kipsilevyt tai asennuskiinnikkeet eivät saa olla kontaktissa kivrakenteeseen, jotta runkoäänisiltojen syntyminen voidaan välttää. Myös saniteettikalusteet on asennettu erottavasti.

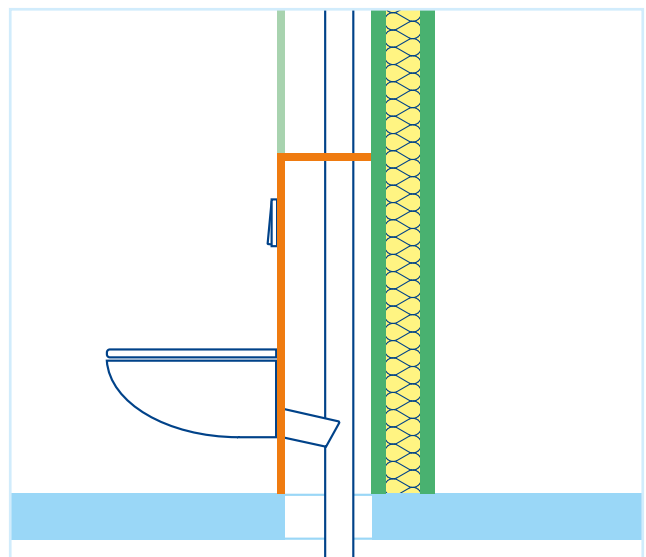


Kuva 31: Kevyt elementtiseinä kiinteärakenteisen kantavan seinän edessä (lähteen 8 mukaan)

Kevyt elementtiseinä kevyen väliseinän edessä

Kevyissä seinärakenteissa pinta-alamassa on selvästi pienempi kuin kiinteissä seinissä. Asennusosat kiinnitetään seinän tukirakenteeseen, ja seinä verhoillaan kipsilevyillä.

Kokemus on osoittanut, että ääneneristävyysvaatimukset täyttyvät parhaiten, kun elementtiseinän rakentamisesta ja saniteettikalusteiden asennuksesta vastaa yksi ja sama asentaja.



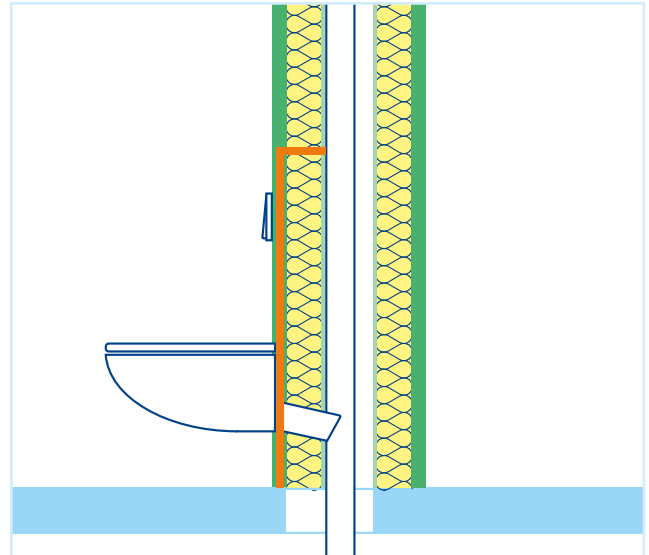
Kuva 32: Elementtiseinä kevyen väliseinän edessä (lähteen 8 mukaan)

Väliseinä

Saniteettiasennukset voi tehdä myös väliseinään. Tarvitavat johdot ja putket asennetaan seinän sisään, joten niille on oltava riittävästi vapaata tilaa.



Lisätietoja jälkikaiunta-ajasta ja absorptioalasta on Johdanto-osiossa sivulla 11.



Kuva 33: Asennus seinän sisään (lähteen 8 mukaan)



Äänitason laskenta on helppoa Wavinin SoundCheck-työkalulla

Wavinin SoundCheck-työkalu simuloi suunniteltavan järjestelmän akustiikkaa ja tekee siitä laskelmat yksilölliset parametrien perusteella. Laskelmat valmistuvat muutamassa helpossa vaiheessa ja osoittavat, täyttääkö huone äänitasovaatimukset. Tiedoista on paljon apua käytettävien materiaalien valinnassa.

Kokeile Wavinin SoundCheck-työkalua saman tien!



Wavin
SoundCheck



Wavinin palvelut tuovat suunnitteluun rentoutta

- 🕒 Wavin toimittaa kaikki vesi- ja viemäriasennuksiin liittyvät dokumentit: tarjouspyyntötekstit, suunnitteluohjelmistossa käytettävät tiedot, tuotenumerot ja Fraunhofer IBP:n testiraportit, jotka sisältävät yksittäisten tuotteiden ja koko järjestelmän arvioinnit standardien DIN EN 14366 ja DIN 4109 perusteella.
- 🕒 Wavinin suunnitteluosasto neuvoo suunnitteluvaiheessa ja toimittaa asennustyön tekijöille kattavan äänieristyspaketin.

Käytännön vinkkejä

”Rakennushankkeen suunnitteluprojektissa on aina monta muuttujaa. On otettava huomioon asiakkaan toiveet, arkkitehdin ideat ja kustannukset sekä tietenkin myös palosuojaus ja äänieristys. Kaikkien osasten yhdistäminen ja erilaisten toiveiden täyttäminen on haastavaa mutta mielenkiintoista.

On hyvä idea koota kaikki hankkeeseen osallistajat saman pöydän ääreen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja ottaa myös äänieristys huomioon alusta alkaen. Pelkästään DIN 4109 -standardin noudattaminen ei riitä. Esimerkiksi hotelleissa huoneen jokaisella neliösentillä on merkitystä. Kylpyhuone ja makuuhuone ovat usein vierekkäin, mutta häiritseviä ääniä pitäisi silti välttää.

Asiantuntevien neuvojen pyytäminen tilanteeseen ja yleisemminkin kannattaa. Ääntä eristävien putkituotteiden valmistajat osaavat antaa neuvoja.”

Roland S., suunnittelija



Käytännön vinkkejä

- ① Kiinnitä vettä kuljettavat putket painaviin rakenteisiin tai tyhjiä tiloja vasten.
- ① Kannakkeet on erotettava kiinnitysalustasta runkoäänten siirtymisen estämiseksi.
- ① Jyrkät suunnanmuutokset aiheuttavat häiritseviä ääniä, joten niitä on vältettävä.
- ① Vaikka viemäriputki asennetaan seinän sisään, seinärakenteen pinta-alamassan on silti oltava 220 kg/m².
- ① Älä unohda saniteettikalusteiden ja syöttö- ja poistoputkien akustista erottamista.



Yhteistyö

- ① Pidä suunnittelun aikana yhteyttä sekä arkkitehtiin että asentajaan.
- ① Äänieristykseen liittyviä arkkitehtonisia ratkaisuja voidaan tehdä jo hyvin varhaisessa vaiheessa prosessia, pohjaratkaisun hahmottelun aikana. Niihin paneutuminen alussa palkitaan projektin myöhemmissä vaiheissa.
- ① Ajattele asentajan tarpeita ja vaatimuksia työkohteessa, sillä hän on se, joka viime kädessä asentaa vesi- ja viemäriputket sekä saniteettikalusteet. Tämän esitteen Asennus-osiossa on tärkeää tietoa aiheesta.



Huomio!

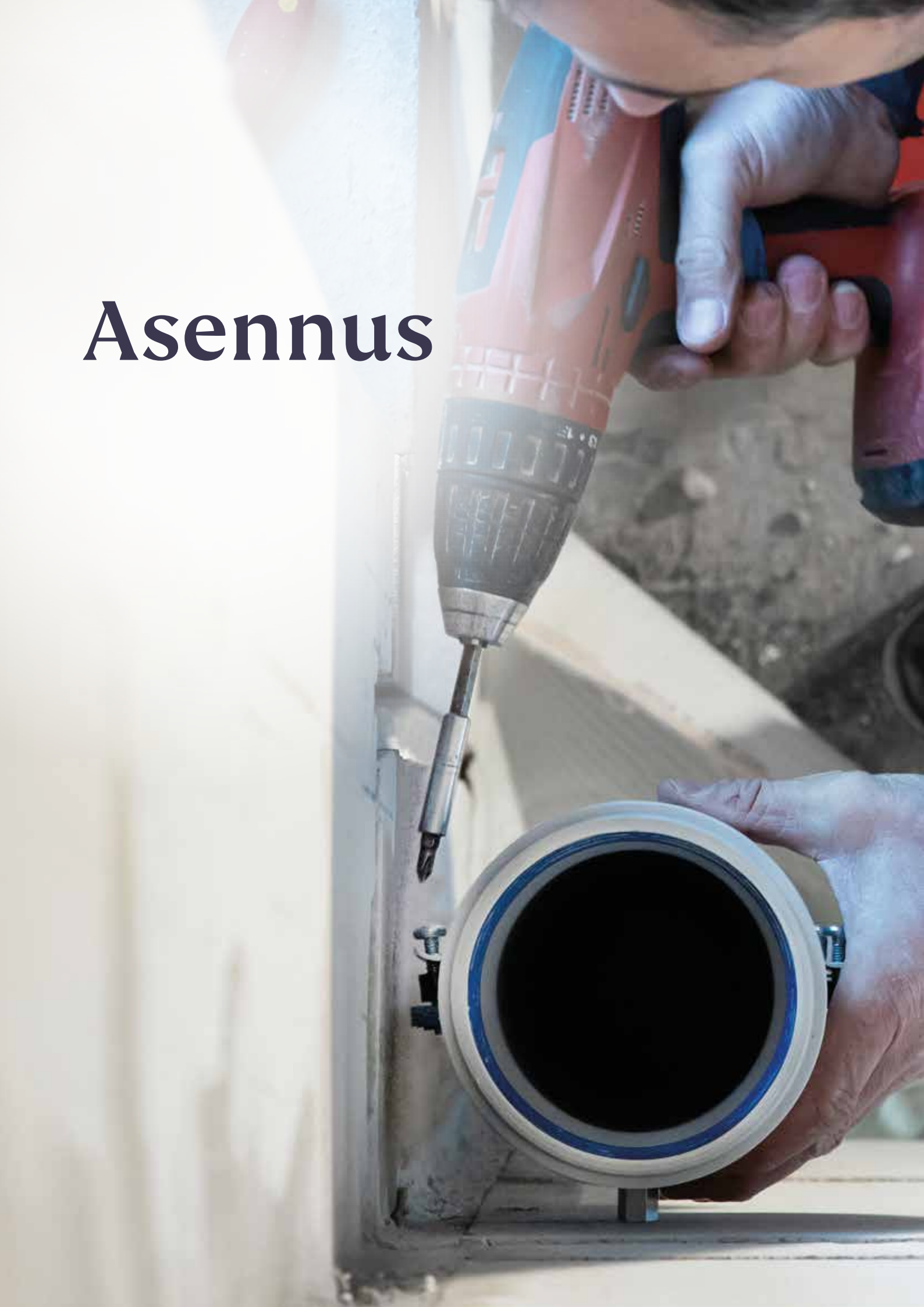
Muista rakennukset päävesijohdon alhainen virtausnopeus, joka saa olla enintään 2 m/s. Rakennuksen sisäisissä vesijohdoissa suurin sallittu nopeus on 4 m/s.



Määräyksistä

- ① DIN 4109:n mukaisten vähimmäisvaatimusten on täyttyttävä äänieristykseen suunnittelussa ja toteutuksessa. Erityisen tärkeitä ovat seuraavat seikat:
 - asennusseinien toteutustapa
 - saniteettitilojen ja äänitasorajoitusten alaisten tilojen sijoittelu rakennuksessa
 - vesi- ja viemäriputkien tyyppi
 - putkien kannakointi
 - äänieristystoimenpiteet.
- ① Joidenkin määräysten mukaan vaatimukset tiukentuvat rakennuksen yleisen vaatimustason mukana. Silloin vesi- ja viemäriputkien valintaan ja asentamiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

Asennus



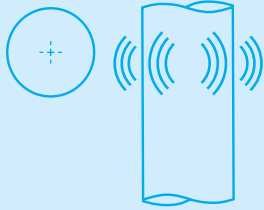


Varmista asennusten ääneneristävyys

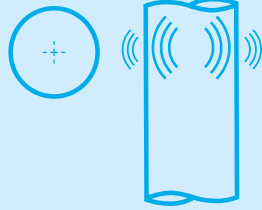
Minimoi käyttövesi- ja viemäriasennusten aiheuttama melu.
Tuloksena on tyytyväisiä rakennuttajia ja rakennusten käyttäjiä
– ja onnistuneita urakoita.

Oikeat materiaalivalinnat parhaan äänieristyksen takeena

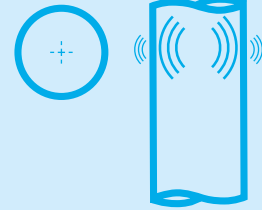
Jos putkien materiaalia ei ole määritelty piirustuksissa, asentajat voivat valita sen ja vaikuttaa osaltaan hyvän äänieristyksen toteutumiseen.



Putkia on perinteisesti valmistettu polypropeenista tai joillakin markkina-alueilla PVC-U-muovista. Niiden seinämäpaksuus ja tiheys ovat pieniä. Putket vaimentavat ilma- ja runkoääniä tuskin lainkaan.



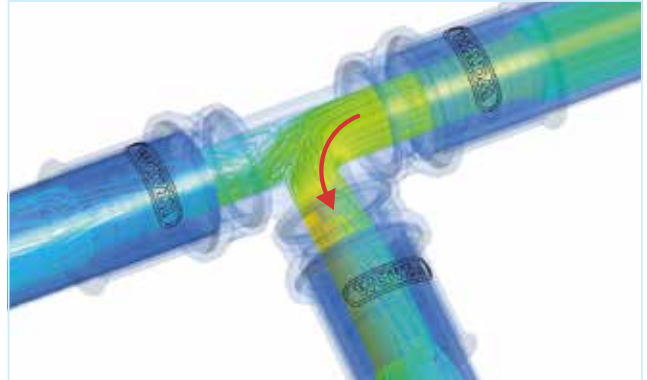
Keskitason vaatimukset täyttävien putkien materiaali koostumus on erilainen kuin tavallisten muoviputkien. Niidenkin materiaali on polypropeeni, mutta ne ovat mineraalivahvisteisia, joten niiden seinämäpaksuus ja tiheys ovat suurempia.



Seinämäpaksuus ja tiheys kasvavat entisestään korkeimman tason vaatimusten mukaisissa putkissa. Massa ja tiheys johtavat suureen pinta-alamassaan, jolloin myös ilma- ja runkoäänten vaimennus on paras mahdollinen.

Oikeiden liitinten valitseminen

Asentajien on valittava käyttövesiputket ja muut osat huolellisesti. Liitinten ominaisuuksissa on eroja. On tärkeää varmistaa hyvä virtaus ja mahdollisimman pieni vastus kohdissa, joissa melua voi syntyä.

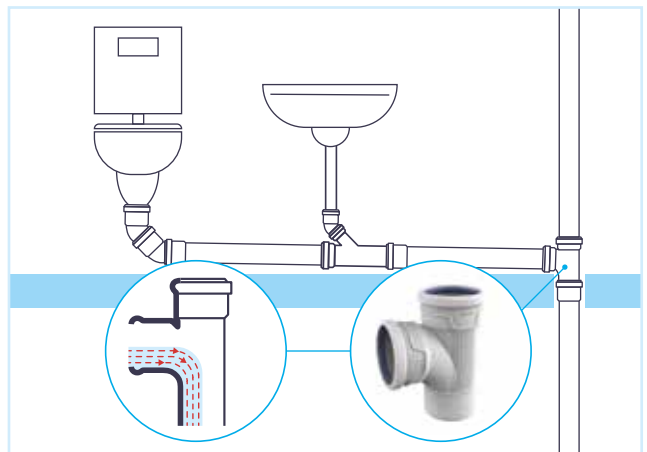


Kuva 34: Veden virtaus T-haarassa

Oikeiden yhteiden valitseminen

Putkijärjestelmän valitsemisen jälkeen on aika kääntää huomio liittimiin. Niilläkin voi olla merkitystä järjestelmien aiheuttaman melun hallinnassa.

Kulmaliittimet, joiden sisäkulma on pyörästetty, ovat hydraulisilta ominaisuuksiltaan edullisia, ja ne kestävät enemmän kuormitusta kuin suorakulmaiset liittimet. Pyörästys vähentää myös virtausääniä ja ehkäisee veden tippumista.



Kuva 35: Virtaviivaisia yhteitä

Miksi junan lähestyminen kuuluu ennen kuin näkyy?



18 000 km/h

on äänen etenemisnopeus raudassa

Rautatie Yhdysvaltain Keskilännessä

Lännenelokuvissa cowboyt painavat korvansa raidetta vasten ja kuulostelevat, onko juna tulossa. Konsti todella toimii, sillä ääni etenee kiinteässä aineessa nopeammin kuin ilmassa. Äänen etenemisnopeus raudassa on 20 °C:n lämpötilassa 5 000 m/s mutta ilmassa vain 340 m/s. Länkkäreissä raiteiden kuulostelu antaa arvokasta lisäaikaa vaikka junaryöstön valmisteluun.

Runkoäänten vaimennus erotetun asennusrungon avulla

Käyttövesiasennuksissa on syytä käyttää akustisesti erotettuja asennusrunkoja. Erotusosat ovat yleensä kumisia, ja ne kiinnitetään asennusrunkoon ennen asennusta. Asennusrungolla ei ole suoraan kosketusta seinään, joten runkoäänten siirtyminen minimoituu. Ääneneristävyysarvot ilmenevät käyttövesiasennuksia koskevasta teknisestä ohjeesta.



Kuva 36: Äänieristystuotteita

Yhteensopivat kannakkeet

Äänitasovaatimusten täyttymisen edellytyksenä on putkijärjestelmien ammattimainen kiinnittäminen seinään.

Putkikannakkeiden valinta on tässä ratkaisevaa. Monilla kannakevalmistajilla ja asennusjärjestelmien toimittajilla on tarjolla yhteensopivia kannakeratkaisuja eri järjestelmiin.

Kannakkeiden sisäpinnalla on oltava elastomeerieriste. Myös sen on oltava käytettävän järjestelmän kanssa yhteensopiva.



Kuva 37: Erityyppisiä putkikannakkeita

Varmin vaihtoehto ovat putkijärjestelmää varten suunnitellut järjestelmäkannakkeet.

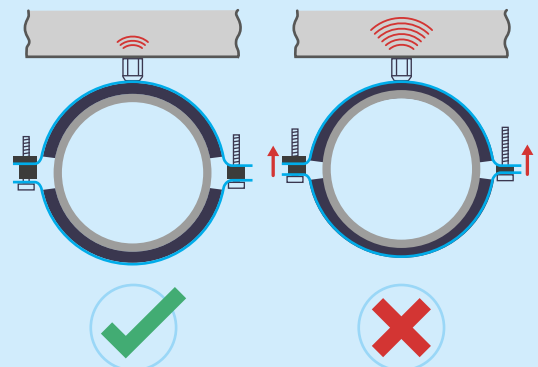


Videot

Järjestelmäkannakkeiden oikea asennustapa:
<https://bit.ly/3Aq7F3F>



Monia markkinoilla olevista standardoiduista putkikannakkeista voi säätää eri putken halkaisijoille, esimerkiksi 108–114 mm. Jos kannake kiristetään asennuksessa hyvin tiukalle tai jos käytetään väärän kokoista kannaketta putken ulkohalkaisijaan nähden, runkoäänten siirtyminen lisääntyy. Toisaalta kannakkeessa on oltava riittävästi pitovoimaa, jotta putket pysyvät kunnolla paikallaan. Elastomeerieriste ei saa puristua liian litteäksi, sillä silloin kannake ei enää vaimenna ääntä.



Kuva 38: Puristus

Ääntä eristävien osien asentaminen

Käytä äänieristemateriaaleja

Putket on joskus eristettävä ennen asennusta. Syitä voivat olla kondensoitumisen estäminen tai ilma- ja runkoäänten vaimennuksen lisääminen ongelma-alueilla, kuten paikoissa, joissa viemäriputkien jyrkkiä mutkia ei voida välttää tai joissa pystysuorassa viemärissä virtaava vesi törmää esteeseen. Viemäriputket eristetään usein kauttaaltaan ulkopuolelta puurunkoisissa rakenteissa, joiden massa on pieni. Eristeiden ääneneristävyyssarvot ilmenevät valmistajien tietolehdistä.



Kuva 39: Putkieristeellä eristetty viemäriputki



Tarkista asennustarvikkeet vaurioiden varalta ennen käyttöä. Jos putkia on katkottava, muista viistää katkaisupinnat ja poistaa purseet. Se ehkäisee osaltaan häiritsevien äänten syntymistä.

Putkien asentaminen ja kannakointi

Putket on aina asennettava jännitteettömästi. Muuten runkoäänten siirtyminen on liian voimakasta. Putkikannakkeet on asennettava suoraan. Kannakkeiden etäisyys seinästä voi vaihdella, sillä varsinkaan vanhoissa rakennuksissa seinäpinnat eivät aina ole täysin suoria. Jokainen kannake on säädettävä erikseen. Kannakkeiden kannatuspultit on ankkuroitava kiviainekseen asianmukaisesti. Muoviset tulpat ovat akustiikan kannalta hyviä, mutta tärkeintä on käytettävien tarvikkeiden sopiminen käyttökohteeseen.

Tarkasta asennuksen jälkeen, onko kannakkeen elastomeerieriste painunut kasaan epätasaisesti. Jos on, säädä kannaketta.



Runkoäänisiltojen välttäminen



Kuva 40: Putkikannakkeiden oikea kohdistaminen



Kuva 41: Kosketuksen välttäminen profileihin

Seinä- ja kattoläpiviennit

Läpiviennit seinissä, katoissa ja välipohjissa voivat päästää läpi myös ääntä. Se voi lisätä melua äänitasorajoitusten alaisissa tiloissa, joten läpivienteihin on asennuksessa kiinnitettävä huomiota. Läpiviennissä on käytettävä ääntä eristävää materiaalia, joka erottaa putken aukosta tehokkaasti. Varmista, ettei putkea ympäröivää tilaa täytettäessä synny runkoäänten siirtymistä edistäviä äänisilloja. Rakennusluokan mukaan läpivienneissä on toteutettava myös tarvittavat palosuojaustoimenpiteet. Materiaaleilla on oltava asianmukaiset hyväksynyt.



Kuva 42: Viemärin asentaminen betoniseen välipohjaan

Vedeneristys ja saniteettikalusteiden asennus

Putkiasennusten jälkeen vuorossa on märkätilojen vedeneristäminen ja saniteettikalusteiden asennus. Laatat eivät saa tulla kosketukseen putkien kanssa, sillä se lisää häiritsevien äänten syntymistä. Saniteettikalusteet kannattaa erottaa asennuspinnasta runkoäänten ehkäisemiseksi. Varmista, ettei kiinnitys ole liian järeä ja että kalusteet asettuvat hyvin paikalleen.



Kuva 43: Asennuksia laatoitetussa seinässä

Äänieristystodistukset

Kun asennustyöt ovat valmiit, on vielä huolehdittava äänieristystodistusten saamisesta. Ne voi pyytää tuotteiden valmistajilta.



Kuva 44: Fraunhofer IBP:n testiraportti



200 kHz

Ihmisen kuuloalue on noin
16–18 000 hertsiä.

Tarkkakorvaisin nisäkäs

Kuulo näön korvaajana

Lepakot ovat tarkkakorvaisimpia nisäkkäitä. Ne ovat yöeläimiä, jotka näkevät pimeässä heikosti. Ihmisistä poiketen ne äännelevät ultraäänitaajuudella ja suunnistavat takaisin heijastuvien ääniaaltojen perusteella. Ne laskevat koko ajan, kuinka kaukana jokin esine tai olento on, ja kuinka nopeasti se liikkuu ja mihin suuntaan.

Äänieristysvaatimukset asennustöissä



Seuraavia äänieristysvaatimuksia on noudatettava asennustöissä.

Äänieristyksen suunnittelua ja todentamista koskevia vaatimuksia sisältyy kahteen eri asiakirjatyyppiin:

- ⦿ rakentamismääräyksiin
DIN 4109, osat 1–2
- ⦿ yksityisoikeudellisiin vaatimuksiin
DIN 4109-5
VDI 4100
DEGA 103 -ohje.

Äänieristysvaatimukset määritellään DIN 4109 -standardissa.

Ne ovat rakentamisen vähimmäisvaatimuksia, joilla halutaan estää äänen aiheuttama kohtuuton haitta rakennuksen käyttäjille normaalitilanteessa eli silloin, kun viereisissä huoneissa ei synny poikkeuksellisen kovia ääniä.



Huomaa: Yksityisoikeudellisissa vaatimuksissa sovelletaan tiukennettua vaatimustasoa joihinkin rakennuksessa käytettäviin laitteisiin. Materiaalien valintaan on kiinnitettävä huomiota.

Äänieristyksen vähimmäisvaatimukset

DIN 4109-1-standardissa määritetään äänieristykselle vähimmäisvaatimukset, joiden on täyttyvä seuraavien rakennukseen kiinteästi liitettyjen järjestelmien kohdalla:

- ⦿ kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot
- ⦿ kuljetusjärjestelmät
- ⦿ pysyvästi asennetut talotekniset laitteet.

Myös seuraavia toimintoja pidetään rakennukseen kiinteästi kuuluvina osina:

- ⦿ yhteiset vaatehuoltotilat
- ⦿ uima-altaat, saunat ja vastaavat
- ⦿ liikuntatilat
- ⦿ keskuspölynimurijärjestelmät
- ⦿ autotallit
- ⦿ kiinteästi asennetut moottoroidut aurinkosuojat ja rullakaihtimet.

Mainittuja vaatimuksia ei sovelleta asukkaiden asunnoissaan aiheuttamiin ääniin, joita voivat olla vaikkapa hammasmukin laskeminen hyllylle, wc-istuimen kannen kolauttaminen kiinni, kylpyammeessa liukastuminen tai kannettavien koneiden ja laitteiden (esim. pölynimuri, pesukone, keittiökoneet ja urheiluvälineet) aiheuttamat äänet.

Yksityisoikeudellisesti on mahdollista sopia vähimmäistasoa tiukemmista vaatimuksista. Perustan äänieristysvaatimusten tiukentamiselle tarjoavat esimerkiksi DIN 4109-5 ja VDI 4100.

DIN 4109-1:n mukaiset äänieristysvaatimukset rakennuksen talotekniikalle

ÄÄNILÄHDE		ÄÄNITASORAJOITUSTEN ALAINEN TILA	
		Oleskelutilat ja makuuhuoneet	Luokkahuoneet ja työtilat
		Suurin sallittu äänenpainetaso (dB(A))	
Vesiasennukset (käyttövesi- ja viemäriasennukset kokonaisuutena) ^{1) 2) 3)}		$L_{AF,max,n} \leq 30$	$L_{AF,max,n} \leq 35$
Muut rakennukseen kiinteästi asennettujen teknisten laitteiden, syöttö- ja poistojärjestelmien sekä autotallijärjestelmien äänet		$L_{AF,max,n} \leq 30$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 35$ ³⁾
Ravintolat, mukaan lukien keittiöt, myyntipisteet, toimitilat jne.	Päivisin klo 6–22	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$
	Öisin paikallisten määräysten mukaan	$L_r \leq 25$ $L_{AF,max} \leq 45$	$L_r \leq 35$ $L_{AF,max} \leq 45$

¹⁾ Yksittäisiä, lyhytkestoisia melupiikkejä, joita liitokset ja kalusteet aiheuttavat käytön aikana (hanan avaaminen, sulkeminen, vaihtoventtiili, syötön keskeytys jne.), ei oteta huomioon.
²⁾ Sallitun äänenpainetason täyttymisen edellytykset:
 · Teknisissä asiakirjoissa on osoitettava äänieristysvaatimusten huomioon ottaminen (rakennuksen osista on oltava äänieristystodistukset).
 · Lisäksi on nimettävä vastaava rakennuttaja, ja järjestelmät on hyväksyttävä alustavasti ennen asennustöiden päättymistä ja asennusten peittämistä.
³⁾ DIN EN ISO 10052:n (2010-10) kohdasta 6.3.3 poiketen mittausta ei suoriteta huoneen äänekkäimmässä kohdassa (ks. myös DIN 4109-4).

Taulukko 2: Taloteknisten järjestelmien ja toimintojen aiheuttaman melun sallitut äänenpainetasot äänitasorajoitusten alaisissa tiloissa DIN 4109-1:n mukaan (lähde 1).

DIN 4109-5:n mukaiset äänieristysvaatimukset rakennuksen talotekniikalle

ÄÄNILÄHDE		ÄÄNITASORAJOITUSTEN ALAINEN TILA	
		Oleskelutilat ja makuuhuoneet kerrostaloissa	Oleskelutilat ja makuuhuoneet pari- ja rivitalojen asunnoissa
		Suurin sallittu äänenpainetaso (dB(A))	
Vesiasennukset (käyttövesi- ja viemäriasennukset kokonaisuutena) ^{1) 2) 3)}		$L_{AF,max,n} \leq 27$ ^{1) 2) 3)}	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ^{1) 2) 3)}
Muut rakennukseen kiinteästi asennettujen teknisten laitteiden, syöttö- ja poistojärjestelmien sekä autotallijärjestelmien äänet		$L_{AF,max,n} \leq 27$ ³⁾	$L_{AF,max,n} \leq 25$ ³⁾

¹⁾ Yksittäisiä, lyhytkestoisia melupiikkejä, joita liitokset ja kalusteet aiheuttavat käytön aikana (hanan avaaminen, sulkeminen, vaihtoventtiili, syötön keskeytys jne.), ei oteta huomioon.
²⁾ Sallitun äänenpainetason täyttymisen edellytykset:
 · Teknisissä asiakirjoissa on osoitettava äänieristysvaatimusten huomioon ottaminen (rakennuksen osista on oltava äänieristystodistukset).
 · Lisäksi on nimettävä vastaava rakennuttaja, ja järjestelmät on hyväksyttävä alustavasti ennen asennustöiden päättymistä ja asennusten peittämistä.
³⁾ DIN EN ISO 10052:n (2010-10) kohdasta 6.3.3 poiketen mittausta ei suoriteta huoneen äänekkäimmässä kohdassa (ks. myös DIN 4109-4).

Taulukko 3: Taloteknisten järjestelmien ja toimintojen aiheuttaman melun suurimmat sallitut äänenpainetasot äänitasorajoitusten alaisissa tiloissa DIN 4109-5:n mukaan (lähde 2).

VDI 4100:n mukaiset äänieristysvaatimukset rakennuksen talotekniikalle

MELUN TYYPPI	MELUN KANTAUTUMINEN VIEREISESTÄ ASUNNOSTA ¹⁾		
	SSt I	SSt II	SSt III
Kovaääninen puhe	Ymmärrettävissä	Yleisesti ymmärrettävissä	Yleisesti ei ymmärrettävissä
Normaali puhe	Yleisesti ei ymmärrettävissä	Ei ymmärrettävissä	Ei kuulu
Askeläänet	Yleisesti häiritseviä	Yleisesti ei häiritseviä	Ei häiritseviä
Taloteknisten järjestelmien aiheuttamat äänet	Yleisesti ei kohtuuttoman häiritseviä	Toisinaan häiritseviä	Harvoin tai ei lainkaan häiritseviä

¹⁾ Oletuksena on taustamelun taso, joka on ilta-aikaan 20 dB(A), sekä tavallisen kokoiset oleskelutilat.

Taulukko 4: Tavanomaisten äänten kantautuminen viereisistä asunnoista ja niiden sijoittaminen melusuojaustasoille (SSt) 1–3 VDI 4100 -määräyksen mukaan (lähde 3)

Taloteknisten järjestelmien aiheuttamien äänten eristäminen

 ÄÄNILÄHDE	SSt I	SSt II	SSt III	
	Suurin sallittu äänenpainetaso			
 Kerrostaloasunnot				
Vesiasennukset (käyttövesi- ja viemäriasennukset kokonaisuutena)	$L_{AF, max, nT}$ nT (dB)	≤ 30	≤ 27	≤ 24
 Pari- ja rivitalojen asunnot				
Vesiasennukset (käyttövesi- ja viemäriasennukset kokonaisuutena)	$L_{AF, max, nT}$ nT (dB)	≤ 30	≤ 25	≤ 22
 Oma asunto (talo tai huoneisto)				
Vesiasennukset (käyttövesi- ja viemäriasennukset kokonaisuutena)	$L_{AF, max, nT}$ nT (dB)		SSt EB 1 35	SSt EB 2 30

Taulukko 5: Taloteknisten järjestelmien ja toimintojen aiheuttaman melun suurimmat sallitut äänenpainetasot äänitasorajoitusten alaisissa tiloissa VDI 4100 -määräyksen mukaan (lähde 3).

Melusuojaustasoja SSt 1–3 sovelletaan seuraavan taulukon mukaisesti rakennuksen varustuksen mukaan

MELUSUOJAUSTASO	SOVELTAMISKOHDE
1	(Uudet) asunnot, joiden toteutustapa ja varustus on tasokkaampi kuin yksinkertaisin mahdollinen
2	Asunnot, joiden yleinen suunnittelu ja varustus täyttävät keskimääräiset mukavuusvaatimukset
3	Asunnot, joiden yleinen suunnittelu ja varustus sekä sijainti täyttävät korkeat mukavuusvaatimukset
EB 1	Tietty melusuojaustaso myös asunnon sisällä
EB 2	Hyvä melusuojaustaso myös asunnon sisällä

Taulukko 6: Mukavuustasoltaan erilaisten asuntojen sijoittuminen melusuojaustasoille (SSt) 1–3 VDI 4100 -määräyksen mukaan (lähde 3)

DEGA 103 -suositus

Majoitustilojen äänieristys sijoitetaan äänieristysluokkiin A*–F tai EW 1–3 oleskelualueiden äänitason perusteella. Taloteknisten järjestelmien aiheuttamiin ääniin voidaan soveltaa seuraavia melusuojausluokkia:

ÄÄNIERISTYSLUOKKA	KUVAUS
Luokka A*	Majoitustila, jossa on erittäin hyvä äänieristys; häiriötön oleskelu on mahdollista eivätkä naapurit ole häiriöksi
Luokka A	Majoitustila, jossa on erittäin hyvä äänieristys; häiriötön oleskelu on mahdollista eivätkä naapurit ole liikaa häiriöksi
Luokka B	Majoitustila, jossa on hyvä äänieristys; jos naapurit ottavat toisensa huomioon, oleskelu kaikessa rauhassa on mahdollista ja yksityisyydensuoja hyvä
Luokka C	Majoitustila, jossa on selvästi luokkaa D parempi äänieristys; oleskelu rauhassa ja hiljaisuudessa on yleensä mahdollista, kun naapurit ottavat toisensa huomioon
Luokka D	Majoitustila, jonka äänieristys täyttää kerrostaloissa sijaitseville asunnoille ja työtiloille asetetut DIN 4109-1:n mukaiset perustavat vaatimukset; yhteisten tilojen käyttäjät eivät koe kohtuutonta haittaa muista majoitustiloista tai ulkoa kantautuvien äänten vuoksi, eikä heidän terveytensä vaarannu. Muista majoitustiloista tai ulkoa peräisin olevat äänet voivat kuitenkin kuulua selvästi. Asukkaiden on syytä ottaa toisensa huomioon välttämällä tarpeetonta metelöintiä. Vaatimuksissa oletetaan, ettei viereisissä huoneissa synny epätavallisen voimakasta melua.
Luokka E	Majoitustila, jonka äänieristys ei täytä DIN 4109-1:n vaatimuksia; muista majoitustiloista ja ulkoa voi kantautua ääntä häiritsevissä määrin, ja toisten huomioon ottaminen on välttämätöntä. Yksityisyydensuoja ei ole taattu.
Luokka F	Majoitustila, jonka äänieristys on huono ja selvästi DIN 4109-1:n vaatimuksia heikompi; muista majoitustiloista ja ulkoa kantautuu luultavasti ääntä häiritsevissä määrin, vaikka asukkaat ottaisivat toisensa tietoisesti huomioon; yksityisyydensuojaa ei ole.

Taulukko 7: Tavallista majoituskäyttöä koskevat äänieristysluokat A*–F DEGA 103 -ohjeen mukaan (lähteet 4 ja 5)

ÄÄNILÄHDE	$L_{AF, \max T}$ dB(A)	ÄÄNIERISTYSLUOKKA						
		F	E	D	C	B	A	A*
Vesi- ja viemäriasennusten ja talotekniikan äänet, ^{1) 2)} wc:n käytön äänet		> 35	≤ 35	≤ 30	≤ 27	≤ 24		≤ 20

¹⁾ Jos matalataajuisia osääneksiä ei esiinny (esim. DIN 45680 -standardin mukainen C- ja A-painotettujen kokonaistasojen välinen ero on alle 20 dB), äänieristystodistukseen kirjataan lisäpisteitä. Vaatimukset koskevat vastaavasti myös lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmiä.

²⁾ Jos tehdään mittauksia, arvioinnissa voidaan soveltaa myös arvoa $L_{AF, \max T}$.



Taulukko 8: Vesi- ja viemäriasennusten sekä taloteknisten järjestelmien aiheuttamia ääniä koskevat vaatimukset DEGA 103 -suosituksen mukaan

ÄÄNIERISTYSLUOKKA						
F	E	D	C	B	A	A*
Ei erityisiä toimenpiteitä	DIN 4109:n mukaiset tekniset suunnittelutiedot	Kuten E ja huolellinen erottava runkoäänieristys kaikissa rakennuksen osissa	Kuten D ja lisäksi kaikki kevyt-rakenteisiin elementteihin tehdyt asennukset	Kaksinkertainen rakenne pakollinen	Kaksinkertainen, hyvin äänieristetty rakenne pakollinen	Kuten A

Taulukko 9: Ohjeita teknisen suunnittelun tueksi odotettavissa olevien käyttäjien aiheuttamien äänien ja runkoäänien vaimentamista varten DEGA 103 -suosituksen luokkien mukaan

Kansainväliset vaatimukset

Eri maissa äänitasorajoitusten alaisiin tiloihin, kuten makuuhuoneisiin ja oleskelutiloihin, sovelletaan erilaisia vaatimuksia. Taulukossa on ilmoitettu, minkä asiakirjan mukaiset vaatimukset taloteknisten järjestelmien on täytettävä.

TALOTEKNISTEN JÄRJESTELMIEN AIHEUTTAMIEN ÄÄNTEN RAJA-ARVO				
	 Makuuhuoneet	 Oleskelutilat		
	dB(A)	dB(A)	Arvon nimi- tys	Määräys
Italia	35	35	L_{ASmax}	Sovellettava standardi on DPCM 05/12/1997 "Rakennusten passiiviselle akustiikalle asetettavat vaatimukset"
Tanska	20–35*	20–35*	L_{pALF}	Rakentamismääräys 2018; DS 490 "Asuntojen äänitasoluokitus"
Norja	20–35*	20–35*	$L_{p,A,T}$	Tekniset rakentamismääräykset (TEK 17) ja NS 8175: 2012 "Rakennusten ääniominaisuudet – Eri rakennustyyppien äänitasoluokat"
Ruotsi	27–35*	27–35*	$L_{pAF,max,NT}$	a. Rakentamismääräykset BBR, SS 25267: 2015 (asunnot) ja SS 25268 (oppilaitokset, hotellit)
Suomi	29–35*	29–35*	$L_{AF,max,T}$	Standardi SFS 5907 Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus
Yhdistynyt kuningaskunta	30	30	$L_{a,max}$	(2010) määräys E "Äänenvaimennus"
Irlanti	30	30	$L_{a,max}$	(2010) määräys E "Äänenvaimennus"
Tšekin tasavalta	30	30	$L_{a,max}$	ČSN 73 0532:2020
Alankomaat	30	30	$L_{l,A,k}$	Asennusten äänitasot määritelty asiakirjassa NEN5077
Indonesia	55	55	L_{eq}	Ympäristöministeriön asetus KEP-48/MENLH/11/1996 melutasoista
Baltian maat	35	35	L_{AeqT}	DIN 4109

*Rakennustyyppin luokituksen mukaan (A–D)

Taulukko 10: Rakentamista koskevia kansallisia määräyksiä

Käytännön vinkkejä

”Haluan työskennellä työmaalla mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Tietenkin haluan välttää virheitä, jotta niitä ei tarvitse korjailla jälkikäteen. Sen vuoksi töiden huolellinen valmistelu on aivan olennaista. Äänieristysasioissa tilaan kaiken työmaalla tarvittavan mieluiten yhdeltä toimittajalta. Valitsen aina luotettavan toimittajan laadukkaan putkijärjestelmän. Kotikutoisten viritelmien sijaan kannattaa mielestäni turvautua ennemmin tutkitusti toimiviin materiaaleihin. Kohteen teknisen suunnittelijan kanssa on syytä keskustella perinpohjaisesti, sillä häneltä saat tietoa kohteen erityisvaatimuksista.

Asennustöiden valmistuttua on tärkeää hankkia äänieristystodistukset. On hyvä, jos joku voi auttaa todistusten kanssa tai hoitaa niihin liittyvät asiat kokonaan.”

Simon B., putkiasentaja



Käytännön vinkkejä

- ⦿ Käytä liittimiä, joiden virtausominaisuudet ovat hyvät.
- ⦿ Käytä viemäröinnissä yhteitä, joiden kulma on pyöristetty sisäpuolelta.
- ⦿ Käytä asennusrunkoja, jotka takaavat erottavan runkoäänieristyksen.
- ⦿ Käytä järjestelmäkannakkeita, jotka ovat putkien kanssa yhteensopivia.
- ⦿ Käytä äänieristemateriaaleja putkissa ongelmakohdissa ja siellä, missä paikalliset vaatimukset sitä edellyttävät.



Yhteistyö

- ⦿ Asentajana olet viimeinen lenkki ketjussa, jonka edelliset vaiheet ovat arkkitehti- ja insinöörisuunnittelu. Kaikista tärkeintä on olla yhteydessä suunnittelusta vastaavaan insinööriin, jos äänieristyksen toteuttamiseen liittyvissä asioissa on jotakin epäselvää.
- ⦿ Oikean putkijärjestelmän ja siihen liittyvien järjestelmäkomenttien käyttö on ratkaisevaa hyvän äänieristyksen kannalta. Noudata insinööriin antamia ohjeita tai kysy neuvoa asiantunnevalta valmistajalta.



Huomio!

Kun putkikannakkeet on asennettu, tarkista huolellisesti, että elastomeerieriste on painunut tasaisesti kasaan. Jos näin ei ole, korjaa tilanne saman tien.



Määräyksistä

Asennuksia koskevat rakentamismääräykset:

- ⦿ DIN 4109, osat 1–2

Asennuksia koskevat yksityisoikeudelliset vaatimukset:

- ⦿ DIN 4109-5
- ⦿ VDI 4100
- ⦿ DEGA 103 -ohje

Järjestelmien akustiikkatestaus





Vesi- ja viemäriasennusten akustiikan arviointi

Vesi- ja viemäriasennusten akustiikan arviointiin on monia tapoja, sillä asennukset voivat olla varsin monimutkaisia. Yksi tuotevertailua helpottava tapa on DIN EN 14366 -standardin mukainen testaaminen. Testien tulokset ilmoitetaan DIN 4109 -standardin vaatimusten mukaisesti. Testeissä otetaan huomioon eri osatekijöitä, kuten vesisäiliöt, elementtiseinät, asennusseinät ja seinän materiaali.

DIN EN 14366:n mukainen testaus

Materiaalivalinnat on tehtävä ennen järjestelmän teknistä suunnittelua ja asentamista. Siihen on monia keinoja.

DIN EN 14366 -standardissa kuvataan testausmenettelyjä viemärijärjestelmissä käytettäville materiaaleille. Testit palvelevat hyvin myös tuotekehitystyötä. Jos eri tuotteita testataan samoja puitteita noudattaen, testituloksia voi vertailla keskenään. Se ei kuitenkaan vastaa todellisia käyttöolosuhteita, joihin vaikuttavat wc:n huuhtelutapahtumat ja elementtiseinissä tyypillisesti käytettävät komponentit.

Testauspuitteita

- ⌚ Sama putkikannaketyyppi ja samanlainen elastomeeripinnoitteen painuminen
- ⌚ Kiinto- ja liukupistekannakkeiden identtinen sijoittelu
- ⌚ Sama putken halkaisija

Testissä käytetään jatkuvaa veden virtausta nopeuksilla 0,5, 1, 2 ja 4 litraa sekunnissa.

Mitattavat suuret

- ⌚ Ilmaäänän äänenpainetaso $L_{a,A}$, dB(A), DIN EN 14366:n mukaan
- ⌚ Tyypillinen runkoäänän äänenpainetaso $L_{SC,A}$, dB(A), DIN EN 14366:n mukaan

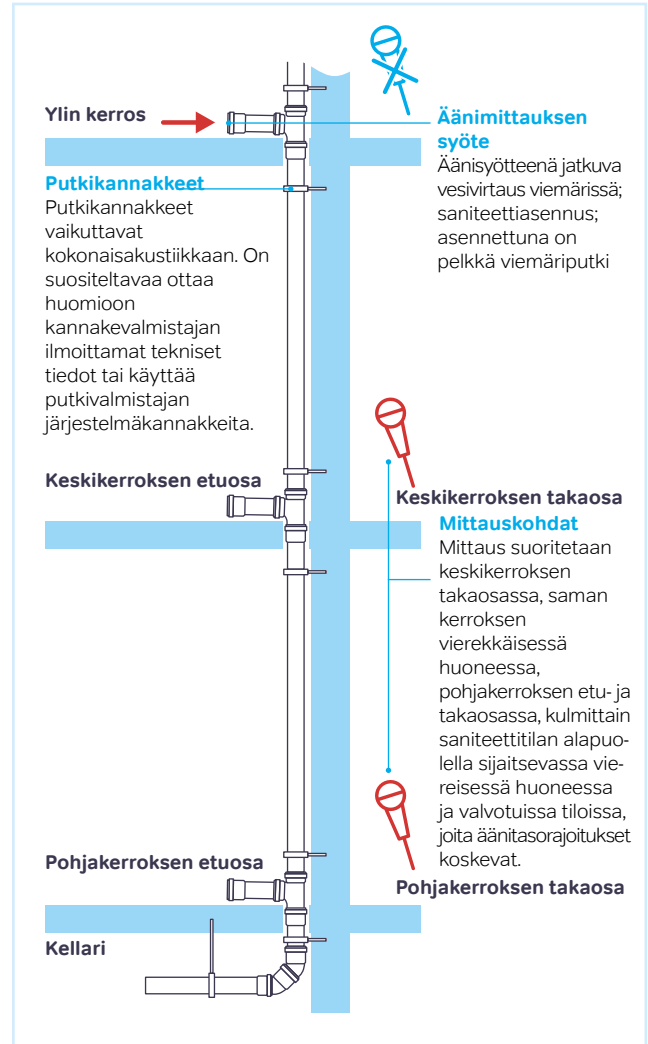
Testauspuitteet vaikuttavat merkittävästi tyypilliseen runkoäänän äänenpainetasoon. Jos yksikin ominaisuus eroaa eri valmistajien tuotteissa vähänkin, tulosten vertailukelpoisuus kärsii.

Ilmaäänän äänenpainetaso $L_{a,A}$ kuvastaa mainiosti käytetyn putkimateriaalin vaikutusta. Tila, jossa mittaukset tehdään, on sama tila, johon putket on asennettu.

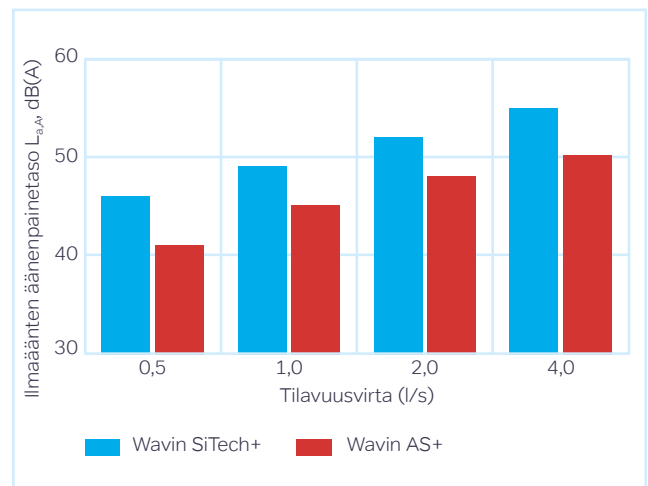
Seuraavassa esimerkissä kuvataan ilmaäänän äänenpainetason eroja Wavinin ääntä eristävien SiTech+- ja AS+-putkijärjestelmien avulla.

Putkijärjestelmä	Arvioinnin kohde	Tilavuusvirta (l/s)				Fraunhofer IBP:n testiraportti
		0,5	1,0	2,0	4,0	
Wavin SiTech+	Ilmaäänän äänenpainetaso $L_{a,A}$, dB(A), DIN EN 14366:n mukaan	46	49	52	55	P-BA 25-1/2016
Wavin AS+	Ilmaäänän äänenpainetaso $L_{a,A}$, dB(A), DIN EN 14366:n mukaan	41	45	48	50	P-BA 64/2019

Taulukko 11: Putken ominaisuuksien vaikutus ilmaäänän äänenpainetasoon



Kuva 45: DIN EN 14366:n mukainen mittausjärjestely



Kuva 46: Putken ominaisuuksien vaikutus ilmaäänän äänenpainetasoon

DIN 4109:n mukaiset mittaukset

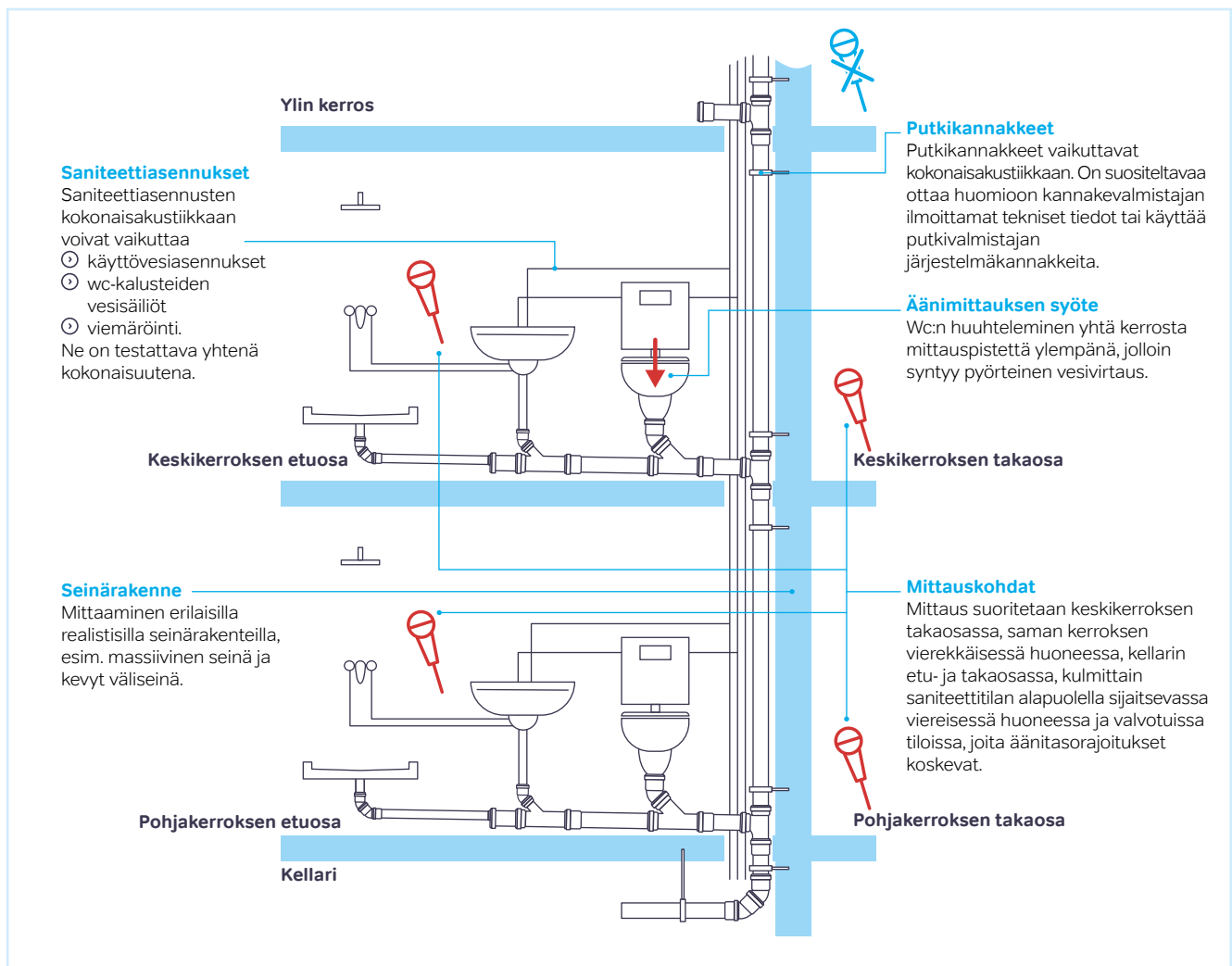
Monista eri komponenteista koostuvan järjestelmän arviointiin tarvitaan monipuolinen testausjärjestely. Testausta varten rakennetaan käyttökohdetta vastaava ympäristö, jotta **DIN 4109**:n mukaiset äänieristystavoitteet voidaan täyttää.

Testaus eri toteutusvaihtoehdoissa

- ⌚ Elementtiseinä kiinteärakenteisen asennuseinän edessä
- ⌚ Elementtiseinä kevytrakenteisen asennuseinän edessä

Testausympäristössä otetaan huomioon useita sekä käyttövesi- että viemärijärjestelmiin vaikuttavia tekijöitä, kuten vesisäiliö (huuhtelu ja täyttyminen) ja elementtiseinä.

Jokainen osatekijä vaikuttaa osaltaan asennuksen kokonaisäänepainetasoon $L_{AF, max,n}$.



Kuva 47: Esimerkinomaiset mittausjärjestelyt todellisissa olosuhteissa.

Testausympäristö on suunniteltava ja asennettava huolellisesti, jotta saavutetut arvot voidaan toisintaa myöhemmin. Teknistä suunnittelua ja asennusta koskevat osiot tässä esitteessä auttavat.

DIN 4109:n mukainen järjestelmätestaus

Mittaukset suoritetaan mittaustilassa suurella ja pienellä virtausmäärällä. Virtaus saadaan aikaan huuhtelemalla pohjakerroksen etuosassa sijaitseva wc. Äänenpaineen enimmäistaso mitataan huuhtelun alussa sekä huuhtelun ja vesisäiliön täyttymisen aikana.

Seuraaviin seikkoihin on kiinnitettävä huomiota, jos halutaan saavuttaa tai alittaa DIN 4109:n mukaiset raja-arvot tai DIN 4109-5:n mukaiset tiukentuneet vaatimukset:

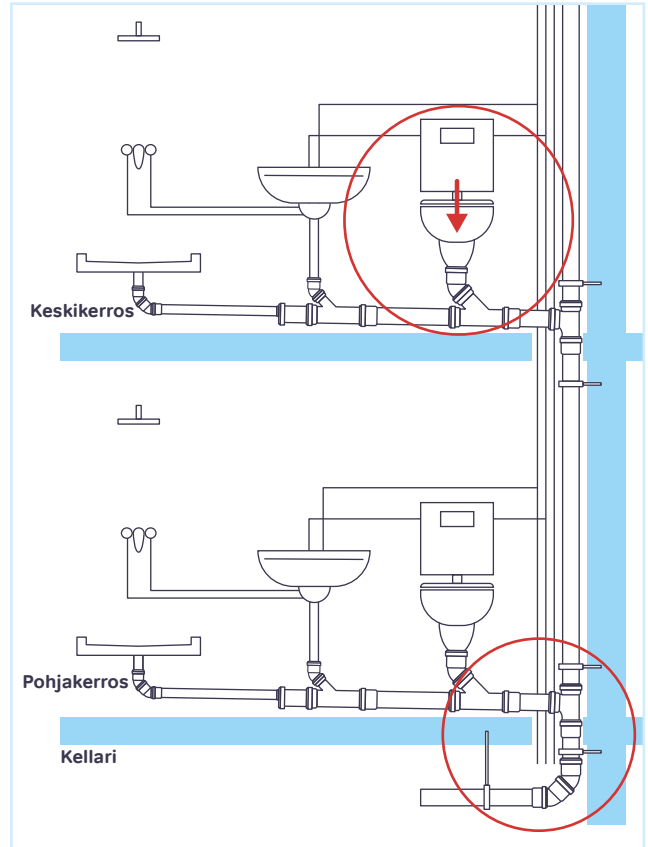
- ① wc:n vesisäiliön laadukkuus
- ② elementtiseinä, joka on erotettu kivirakenteesta
- ③ laadukkaat putkikannakkeet, jotka kiinnitetään elementtiseinään
- ④ kaikkien osien asianmukainen asennus
- ⑤ käyttökohteeseen sopivan viemäriputkijärjestelmän valinta.



Tärkeää: Testausjärjestelyistä saadun kokemuksen perusteella lopputulokseen vaikuttavat ratkaisevasti

- ⌚ kiinteistöviemärijärjestelmän valinta
- ⌚ käytettävän elementtiseinän ominaisuudet
- ⌚ wc-istuimen vesisäiliö.

Wc:n huuhteleva ja pystyviemärin pohjan iskuääni ovat pääasialliset melun lähteet.



Kuva 48: Pääasialliset melun lähteet DIN 4109:n mukaan

Mitä painavampi putki, sitä suurempi virhetoleranssi

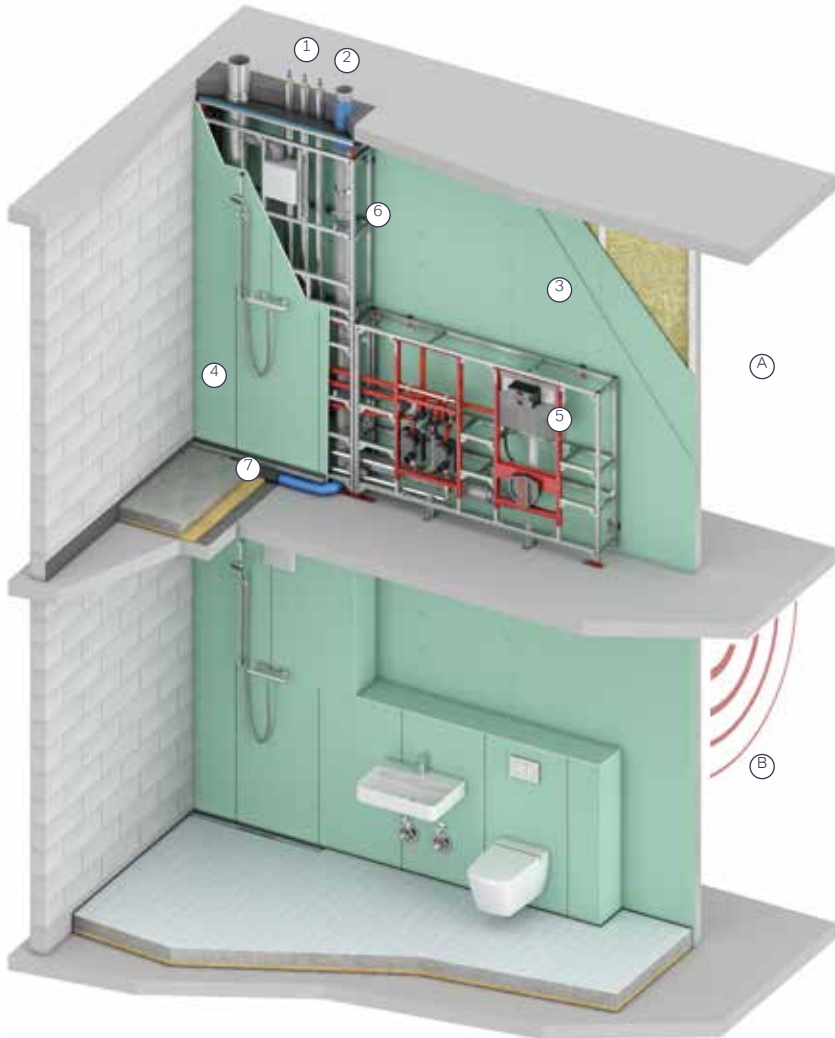
Viemärijärjestelmän asennukseen liittyy useita mahdollisia virheiden lähteitä. Sen vuoksi viemäreihin suositellaan painavia putkia. Putkien paino nimittäin auttaa kompensoimaan pieniä asennusvirheitä.



Kuva 49: Fraunhofer IBP:n testiraportti

Fraunhofer IBP:n testiraportit

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 19/2022, kevytrakenteinen seinä, Wavin AS+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

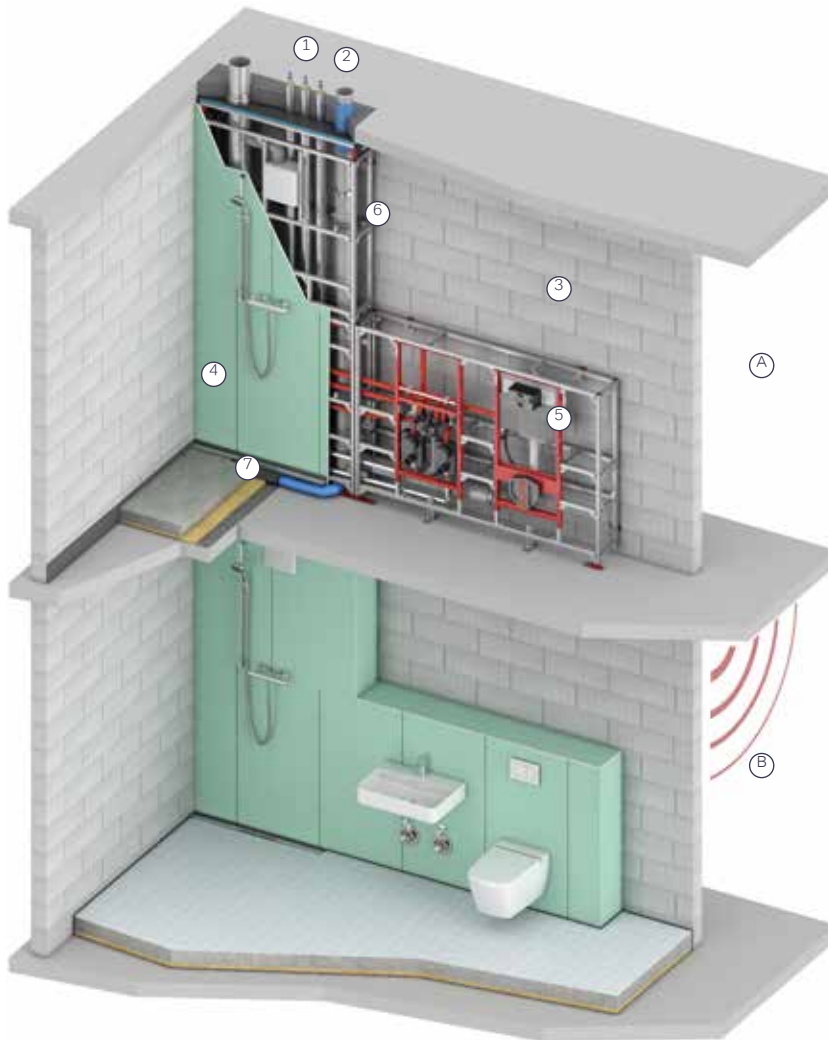
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Ääntä eristävä Wavin AS+
- ③ Kaksi kerrosta 12,5 mm:n kipsilevyä molemmin puolin, välissä 60 mm mineraalivillaaeristettä
- ④ 18 mm:n kipsilevy
- ⑤ Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-vesisäiliö
- ⑥ Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- ⑦ Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

MITTAUSKOHTA	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2	VDI 4100 SSt 3
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	19 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	27 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	26 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 10/2022, kiinteä seinä, Wavin AS+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

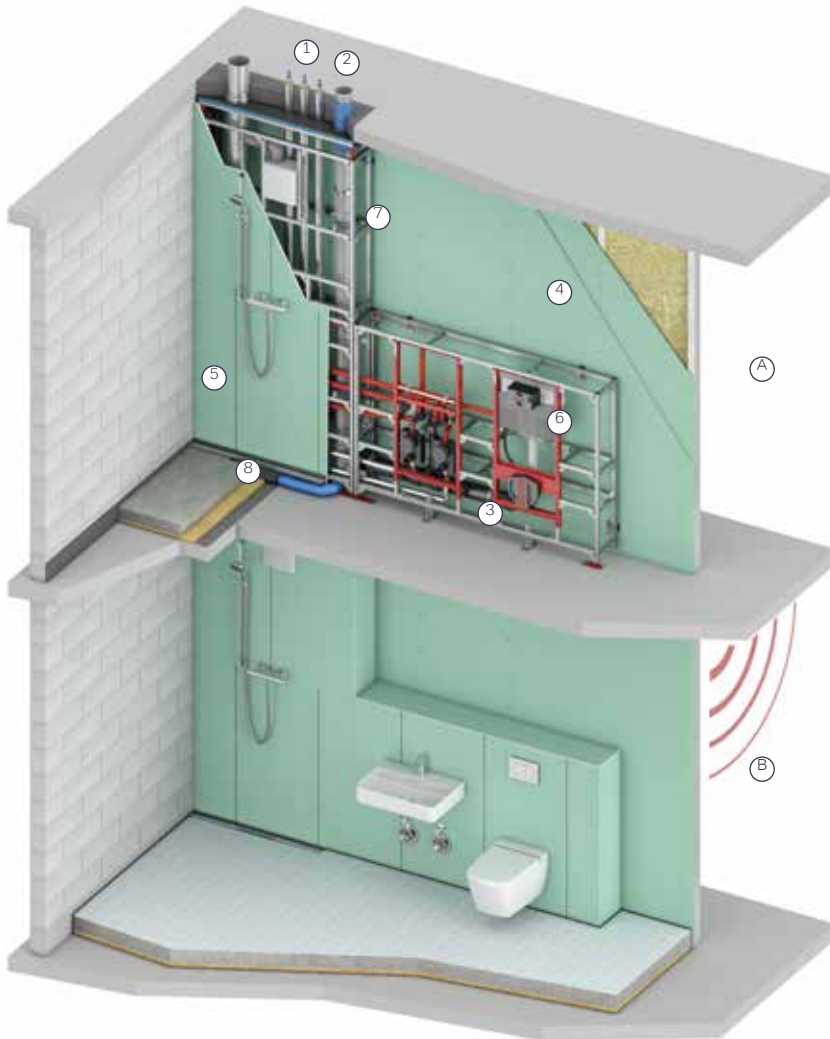
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Ääntä eristävä Wavin AS+-putki
- ③ Asennusseinä, kiinteä, 220 kg/m²
- ④ 18 mm:n kipsilevy
- ⑤ Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-vesisäiliö
- ⑥ Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- ⑦ Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2	VDI 4100 SSt 3
MITTAUSKOHTA			Kerrostalot	Pari- ja rivitalojen asunnot				
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	23 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	20 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	29 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	25 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 20/2022, kevytrakenteinen seinä, Wavin AS+, Wavin SiTech+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

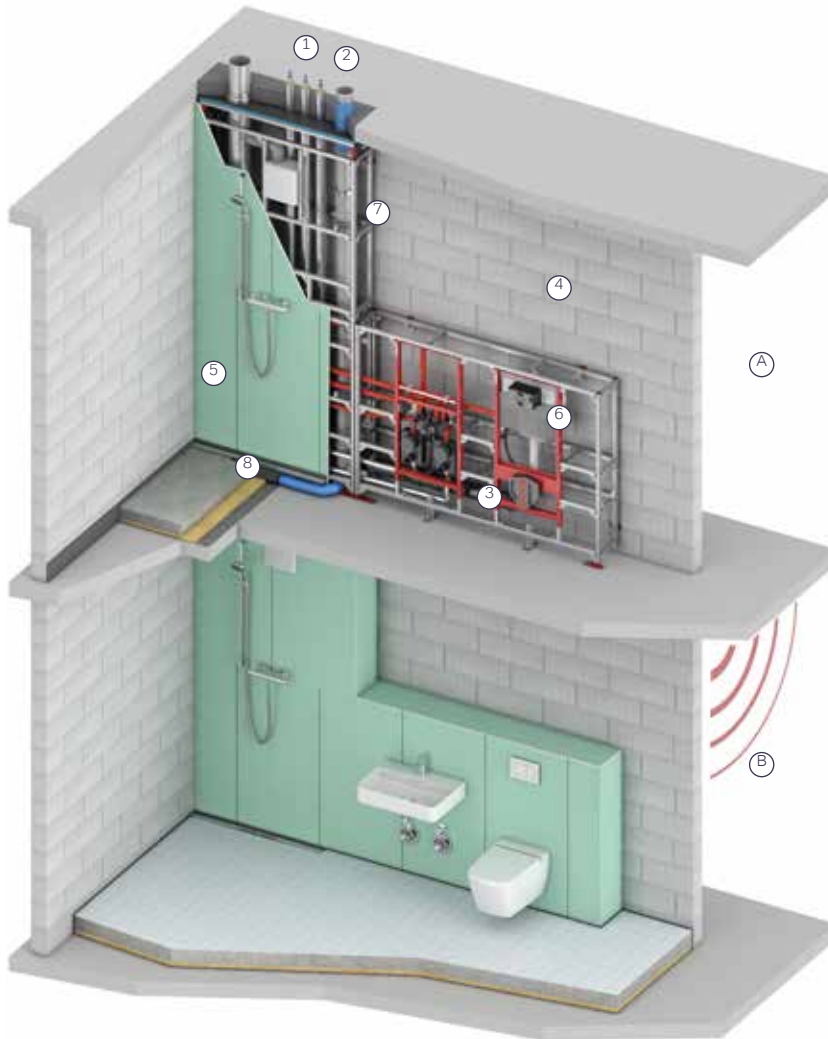
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Ääntä eristävä Wavin AS+ (pystyviemäri)
- ③ Wavin SiTech+ (lattia)
- ④ Kaksi kerrosta 12,5 mm:n kipsilevyä molemmin puolin, välissä 60 mm mineraalivillaeristettä
- ⑤ 18 mm:n kipsilevy
- ⑥ Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-vesisäiliö
- ⑦ Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- ⑧ Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

MITTAUSKOHTA	TULOKSEN PERUSTA	L _{AF, max, n} VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	L _{AF, max, nT} VAATIMUSTEN PERUSTA		
		DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08		VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	29 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	27 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 11/2022, kiinteä seinä, Wavin AS+, Wavin SiTech+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

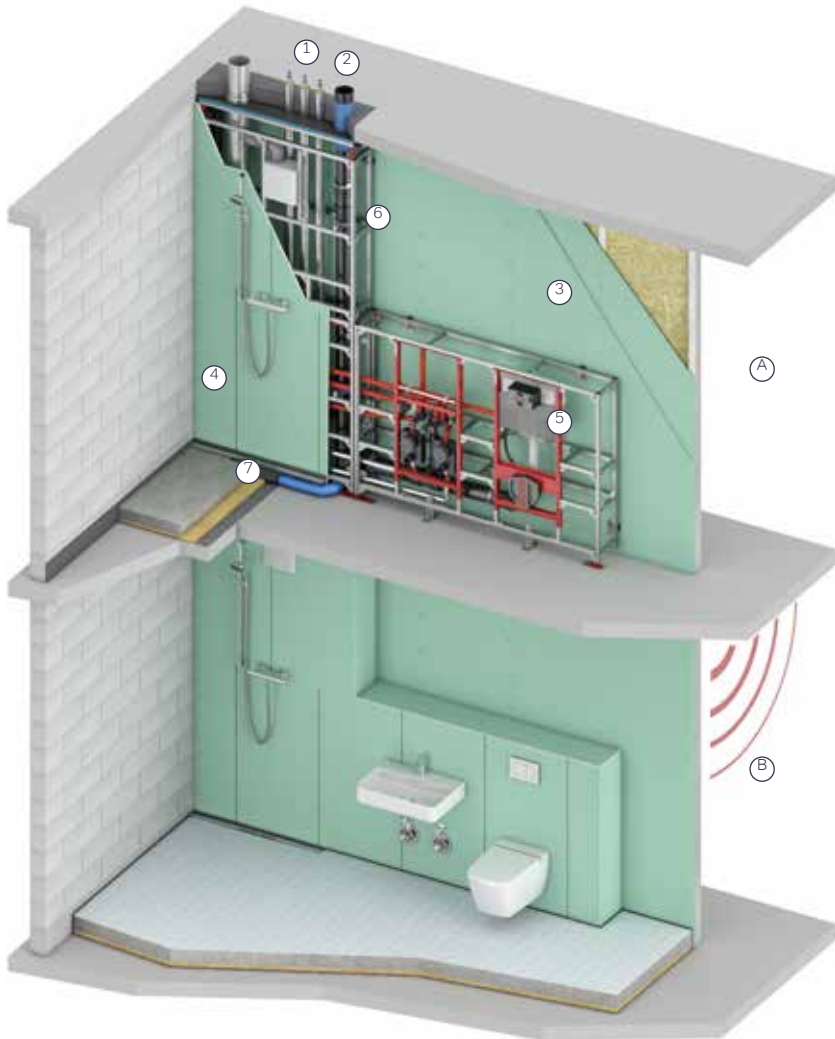
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Ääntä eristävä Wavin AS+ (pystyviemäri)
- ③ Wavin SiTech+ (lattia)
- ④ Asennusseinä, kiinteä, 220 kg/m²
- ⑤ 18 mm:n kipsilevy
- ⑥ Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-veisisäiliö
- ⑦ Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- ⑧ Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

MITTAUSKOHTA	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA		
	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2	VDI 4100 SSt 3
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	23 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	19 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	28 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	24 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 21/2022, kevytrakenteinen seinä, Wavin SiTech+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

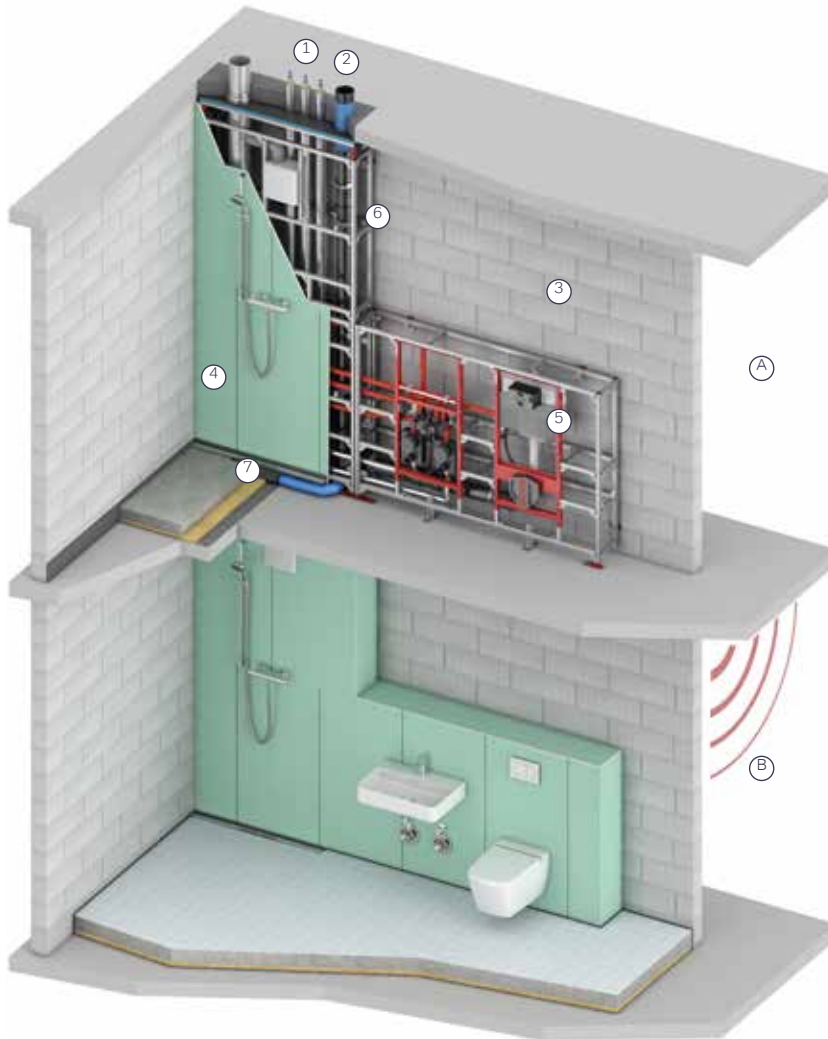
- ① Wavin Tigris K5/M5
- ② Wavin SiTech+
- ③ Kaksi kerrosta 12,5 mm:n kipsilevyä molemmin puolin, välissä 60 mm mineraalivillaeristettä
- ④ 18 mm:n kipsilevy
- ⑤ Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-veisisäiliö
- ⑥ Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- ⑦ Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

MITTAUSKOHTA	TULOKSEN PERUSTA	L _{AF, max, n} VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	L _{AF, max, nT} VAATIMUSTEN PERUSTA		
		DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08		VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	18 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	28 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	27 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Fraunhofer IBP:n testiraportti P-BA 12/2022, kiinteä seinä, Wavin SiTech+ ja Wavin Tigris



Huoneet

- (A) Viereinen huone, pohjakerroksen takaosa
- (B) Alaviistossa oleva huone, kellarin takaosa

Materiaalit

- (1) Wavin Tigris K5/M5
- (2) Wavin SiTech+
- (3) Asennusseinä, kiinteä, 220 kg/m²
- (4) 18 mm:n kipsilevy
- (5) Elementtiseinä: TECEprofil, wc-istuimessa uni-vesisäiliö
- (6) Viemärin kannakointi Wavinin järjestelmäkannakkeilla
- (7) Suihkukanava: TECEdrainprofile

Asennusten melutaso DIN 4109:n, DIN 4109-5:n ja VDI 4100:n mukaan

	$L_{AF, max, n}$				$L_{AF, max, nT}$			
	TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA			TULOKSEN PERUSTA	VAATIMUSTEN PERUSTA		
MITTAUSKOHTA	DIN 4109:4 2016-07	DIN 4109:4 2018-01	DIN 4109-5 2020:08	DIN 4109-5 2020:08	VDI 4100: 2012-10	VDI 4100 SSt 1	VDI 4100 SSt 2	VDI 4100 SSt 3
Alaviistossa oleva huone (äänitasorajoitusten alainen ulkopuolinen tila)	25 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 25 dB(A) ✓ Toteutuu	21 dB(A)	≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 27 dB(A) ✓ Toteutuu	≤ 24 dB(A) ✓ Toteutuu
Viereinen huone (erityisalueella)	27 dB(A)	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	Ei vaatimuksia	24 dB(A)	EB 1 ≤ 35 dB(A) ✓ Toteutuu	EB 2 ≤ 30 dB(A) ✓ Toteutuu	Ei vaatimuksia

Tuloksissa esitetään aina korkein mitattu arvo.

Lyhenneluettelo

L_{AF}	Rakennuksen taloteknisten järjestelmien äänenpainetaso, mitattu A-taajuuspainotuksella ja F-aikapainotuksella, yksikkö: dB(A)	$L_{AF,max,nT}$	Vakioäänenpainetason enimmäisarvo , mitattu A-taajuuspainotuksella ja F-aikapainotuksella, jälkikaiunta-aika $T_0 = 0,5$ s
$L_{AF,max}$	Rakennuksen taloteknisten järjestelmien enimmäisäänenpainetaso, mitattu A-taajuuspainotuksella ja F-aikapainotuksella, yksikkö: dB(A)	$L_{AF,max,nT}$	Vakioäänenpainetason enimmäisarvojen keskiarvo , mitattu A-taajuuspainotuksella ja F-aikapainotuksella (FAST), jälkikaiunta-aika $T_0 = 0,5$ s
$L_{AF,max,n}$	Vakioäänenpainetason enimmäisarvo, vesiasennusten ja muiden taloteknisten järjestelmien aiheuttamien äänten tyypillinen arvo äänitasorajoitusten alaisissa tiloissa, mitattu A-taajuuspainotuksella ja F-aikapainotuksella (FAST), referenssiabsorptioala $A_0 = 10$ m ²	L_{ap}	Liittimen äänitaso , mitattu A-taajuuspainotuksella, liittimen tyypillisen äänitason arvo

Lähdekirjallisuus

1. DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen (Rakennusten äänieristys – Osa 1: Vähimmäisvaatimukset)
2. DIN 4109-5:2018-08 Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen (Rakennusten äänieristys – Osa 5: Tiukennetut vaatimukset)
3. VDI 4100:2012-10, Sound insulation between rooms in buildings – Dwellings – Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms (Äänieristys rakennusten huonetilojen välillä – Asunnot – Huoneiden välisen äänieristyksen arviointi ja parannusehdotuksia)
4. DEGA 104 2015-02 Schallschutz im eigenen Wohnbereich (Äänieristys yksityisissä asuintiloissa)
5. DEGA 103 2018-01 Schallschutz im eigenen Wohnbereich – Schallschutzausweis (Äänieristys yksityisissä asuintiloissa – Äänieristystodistus)
6. Schallschutz: Bauakustik. Grundlagen – Luftschallschutz – Trittschallschutz (Äänieristys: rakennusakustiikka. Perusteet – Ilmääänieristys – Askeläänieristys), 2. laitos, Springer Vieweg
7. Schallschutz im Hochbau - Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Gebäudetechnische Anlagen (Rakennusten äänieristys – Osa 36: Äänieristyksen laskennallista osoittamista koskevat tiedot (rakenneosaluettelo) – Talotekniikan järjestelmät)
8. IKZ.de: Eavesdropping in the bathroom, viitattu 19.7.2018

Tutustu laajaan tuotevalikoimaamme: wavin.fi

- Lämpö ja vesi
- Kiinteistöviemärointi
- Hulevesien hallinta
- Infra ja jätevedet



Wavin on osa Orbia-yritysrystä, joka tekee yhteistyötä vastatakseen joihinkin maailman vaikeimpiin haasteisiin. Meitä yhdistää sama tarkoitus: Edistää elämää kaikkialla maailmassa.

Wavin Finland Oy | Visiokatu 1 | 33720 Tampere
Puhelin 020 1285 200 | www.wavin.fi | myynti@wavin.com

Wavin tekee jatkuvaa tuotekehitystä ja pidättää siksi oikeuden muuttaa tai oikaista tuotteiden (tekniisiä) tietoja ilman ennakkoilmoitusta. Kaikki tässä julkaisussa annetut tiedot on annettu hyvässä uskossa ja paikkansa pitävinä julkaisuajankohtana. Wavin ei ole vastuussa virheistä, puutteista tai niihin perustuvista virhetulkinnoista.

© 2023 **Wavin** Wavin pidättää oikeuden muutoksiin ilmoittamatta siitä etukäteen. Jatkuvan tuotekehityksen vuoksi teknisiin tietoihin voi tulla muutoksia. Asennuksissa on aina noudatettava asianmukaisia asennusohjeita.