

ÄÄNIERISTYS

TEKNINEN ESITE

**KNOW
HOW**
INSTALLED

Sisällysluettelo

1	Tutkimustyö Geberit-konsernissa	5
2	Perustietoa.....	6
2.1	Akustiikan perusteet	6
2.1.1	Äänenpainetaso	7
2.1.2	Äänenvoimakkuuden aistiminen	7
2.1.3	Useampia äänilähteitä.....	8
2.1.4	0 dB + 0 dB = 3 dB.....	8
2.1.5	Lepotaso	8
2.1.6	Ilma- ja runkoääni.....	9
2.1.7	Asennusseinä suojaa	10
2.2	Äänet saniteettilaitteistoissa	10
2.2.1	Laiteäänet	10
2.2.2	Jätevesiäänet	11
3	Normit ja tarkastukset	12
3.1	Ääniominaisuuksien tarkastaminen standardin SFS-EN 14366 mukaisesti	12
3.1.1	Realistiset rakennustilanteet äänitason määrittelemiseksi viemärijärjestelmissä	12
3.2	Mittauksen rakenne standardin SFS EN 14366 mukaisesti.....	14
3.3	Mittausrakenne Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti	15
4	Ääni rakennuksissa	16
4.1	Rakennusten melusuojavaatimukset	16
4.2	Äänitaso ja ääniluokat.....	17
4.3	Äänitasolle asetetut vaatimukset rakentamismääräysten mukaisesti.....	17
4.4	Äänieristysten huomiointi jo suunnitteluvaiheessa.....	18
4.5	Melutason riippuvuus tilan koosta ja jälkikaiunta-ajasta	19
5	Äänten vähentäminen viemäriasennuksissa	20
5.1	Ilmaäänen vähentäminen	20
5.1.1	Viemärijärjestelmän valinta	20
5.1.2	Optimaalinen putkien suunta.....	20
5.1.3	Putkien äänieristys	21
5.1.4	Eristys kuilussa	23
5.1.5	Geberit-asennusjärjestelmien käyttö.....	24
5.2	Runkoäänen vähentäminen	25
5.2.1	Runkoäänieristys eristetyillä putkikannakkeilla varustetuille putkille	25
5.2.2	Runkoäänieristys rakennuksen rungosta eristeletkulla ja eristysnauhalla	27
5.2.3	WC:n äänieristys	27
6	Äänieristysratkaisut Geberit-järjestelmätekniikalla	28
6.1	Geberit-viemärijärjestelmät	28
6.1.1	Äänieristetyt massiiviviemärijärjestelmät.....	28
6.1.2	Äänioptimoitu kolmikerrosviemärijärjestelmä	28
6.1.3	Viemärijärjestelmä ilman erityisiä äänieristysominaisuuksia	28
6.1.4	Geberit-viemärijärjestelmät soveltuvat erilaisille käyttöalueille	29

6.1.5	Geberit-viemärijärjestelmien sijoittelu	30
6.2	Geberit-asennusjärjestelmät	31
6.2.1	Geberit-elementtiseinät	31
6.2.2	Äänen eristäminen asennusjärjestelmissä	32
6.3	Äänimittaus Geberit-testirakenteilla	33
6.3.1	Testiolosuhteet	33
6.3.2	Mittaustulokset	33
6.3.3	Mittaus nro 2011-01FI	34
6.3.4	Mittaus nro 2011-09FI	35
6.3.5	Mittaus nro 2011-06FI	36
6.3.6	Mittaus nro 2011-27FI	37
6.3.7	Mittaus nro 2011-33FI	38
6.3.8	Mittaus nro 2017-01FI	39
6.3.9	Mittaus nro 2011-30FI	40
6.3.10	Neuvonta äänimittausten yhteydessä	41

1 Tutkimustyö Geberit-konsernissa

Tulevaisuuteen suuntautuneena, innovatiivisena saniteettitekniikan alan yrityksenä Geberit ei ainoastaan tunnista haasteita vaan etsii niitä itse. Akustiikka ja staattinen kuorma ovat vain kaksi kymmenestä teknologia-alasta, joihin Geberit investoi ja joissa yhdistetyin voimin kehitetään suuntaa-antavia uutuuksia ja tuoteoptimointeja. Euroopan laajuisesti ainutlaatuinen rakennusfysiikan laboratorio tarjoaa viidessä kerroksessaan yhteensä 1 750 m² testauspinta-alan ja mittausteknisen varustelunsa ansiosta lukemattomia testausmahdollisuuksia. Täällä testataan yksittäisten komponenttien lisäksi myös kokonaisten asennusjärjestelmien akustisia ja staattisia ominaisuuksia. Erittäin pätevät insinöörit ja asiantuntijat antavat ammattitietoutensa ja kokemuksensa käyttöön Geberit-tuotteiden sovellettua tutkimusta ja optimointia varten.



Geberit-tuotteiden kestävyyttä ja vääntymää tarkastaviin rakennustaattisiin testeihin on käytettävissä erilaisia itse kehitettyjä normikoe-tusasemia sekä myös laitteita ja apuvälineitä. Erityisesti suunnitellussa laboratoriossa voidaan muun muassa simuloida äänen siirtymistä useampikerroksisessa asuintalossa. Näin melukäyttäytymistä voidaan testata ja parantaa todellisissa olosuhteissa.



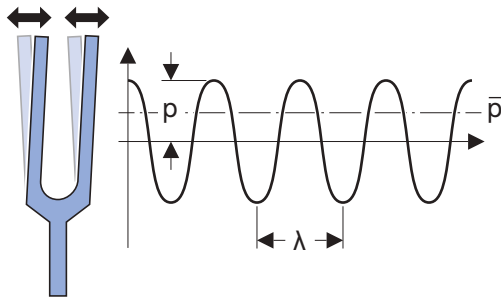
Tässä dokumentissa esitellään asennus- ja viemärijärjestelmien melutarkastuksen tuloksia. Mittaustilat ja mittausten menetelmät on sovitettu yhteistyössä DELTA:n kanssa pohjoismaisiin olosuhteisiin. Tämä tarkoittaa, että mittaustuloksia voidaan verrata suoraan suomalaisten rakentamismääräyksien vaatimuksiin.



2 Perustietoa

2.1 Akustiikan perusteet

Ääni leviää ilmassa aaltomaisesti. Kun ääniaalto osuu korvaamme, havaitsemme ääniaallon taajuuden äänenkorkeutena ja ääniaallon paineen äänenvoimakkuutena. Mitä korkeampi taajuus, sitä korkeampi ääni, mitä suurempi äänenpaine, sitä kovempi ääni.



Kuva 1: Äänirauta ja ääniaalto

- p Äänenpaine
 $\bar{p}$ Mitattu äänenpaine
 λ Aallonpituus

Kuten kuvasta näkyy, äänenpaine vaihtelee nollalinjan molemmilla puolilla. Tämä linja on niin sanottu kiinteä ympäristön paine, joka voi olla korkeampi tai matalampi aina säätilasta riippuen. Mitattu äänenpaine tarkoittaa ajallisesti selvitettyä vaihtelua tämän ympäristön paineen ympärillä, tai tarkemmin sanottuna ajallisesti selvitettyä neliö-mäistä poikkeamaa. Mittaus voi tapahtua lyhyenä ajanjaksona (125 ms) ("Fast"-analyysi). Jos mittaus tapahtuu pidempänä ajanjaksona, sitä kuvataan "Slow"-analyysiksi. "Fast"-analyysi on yleisemmin käytetty vaihtoehto.

Värähtelyjen lukumäärä aikayksikköä kohti vastaa taajuutta (f). Tämä lasketaan seuraavan kaavan avulla:

$$f = \frac{c}{\lambda} [\text{Hz}]$$

- c Äänennopeus
 λ Aallonpituus

Kuulomme kykenee työstämään erittäin suurta äänenpaineiden dynamiikka-aluetta. Näin voimme tunnistaa toisaalta erittäin hiljaisia ääniä, kuten esim. kuivien lehtien rapinaa, ja toisaalta taas suihkukoneen liikkeellelähdön. Kuulokynnyksemme hiljaisille äänille on $20 \mu\text{Pa}$, kipuraja kovilla äänillä n. 20 Pa . Tämä vastaa kuuden kymmenpotenssin dynamiikka-aluetta. Taajuudentunnistuksemme on taas rajoittunut alueelle 20 Hz – 16 kHz , mikä on ainoastaan kolme kymmenpotenssia.

Seuraavien rajojen (kuulokynnysten) välillä ääniaallot ovat yleisesti havaittavissa:

- Äänenpaine: $20 \mu\text{Pa}$ – 20 Pa
- Taajuus: 16 Hz – 16 kHz

2.1.1 Äänenpainetaso

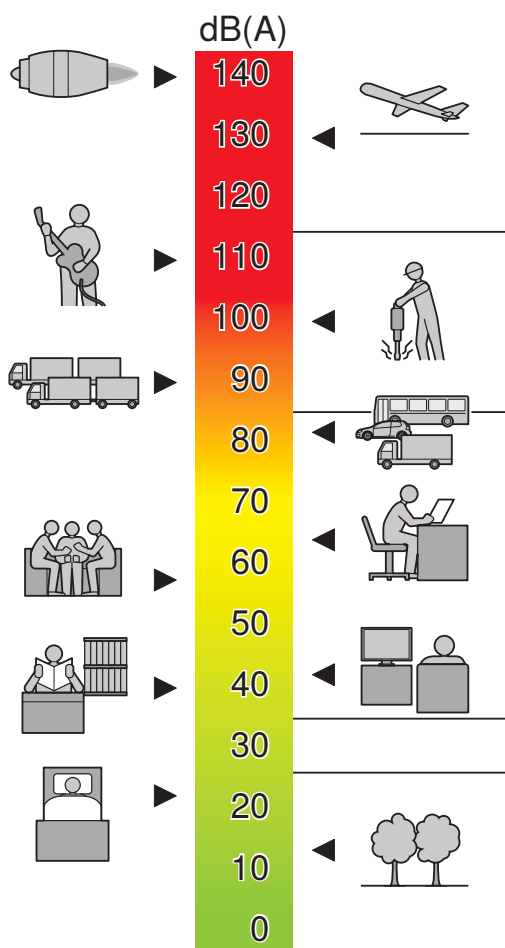
Näin valtavan dynamiikka-alueen, kuten äänenpaineen, esittäminen tapahtuu logaritmin avulla. Siksi mitataan tavallisesti äänenpainetaso (L_p), joka on määritelty seuraavasti:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{\bar{p}}{p_0} [\text{dB}]$$

p_0 Alemman kuulokynnyksen äänenpaine (0 dB)

$\bar{p}$ Mitattu äänenpaine

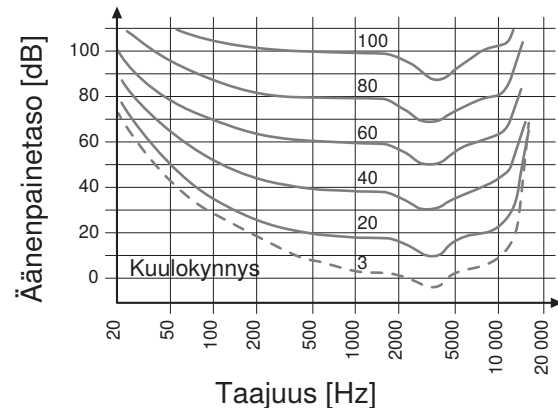
Alempi kuulokynnys (p_0) on 0 dB:n äänenpainetasolla vastaavasti $20 \mu\text{Pa}$. Kipuraja vastaa 120 dB:n äänenpainetasoa.



Kuva 2: Eri äänilähteiden äänenpainetasot

2.1.2 Äänenvoimakkuuden aistiminen

Havaitun äänenvoimakkuuden ja äänenpainetason riippuvaisuus on erittäin taajuusriippuvaista. Kuulomme on herkimmillään 1–5 kHz:n taajuusalueella. Määritelmän mukaan äänenpainetaso (dB) ja äänenvoimakkuus (fooneina) vastaavat toisiaan 1 000 Hz:n äänellä.

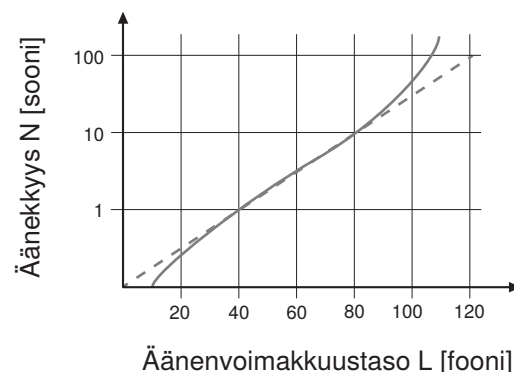


Kuva 3: Saman äänenvoimakkuuden käyrät

60 Hz:n ääni vaatii esim. 60 dB:n äänenpainetason, jotta se koettaisiin yhtä kovana kuin 1 000 Hz:n taajainen ja äänenpainetasoltaan 40 dB:n ääni. On kuitenkin osoitettu, että äänenvoimakkuus L_N (fooneina) ei toista subjektiivisesti koettua havaintovoimakkuutta oikein. Koetun havainnon kaksinkertaistaminen ei vastaa äänenvoimakkuustason kaksinkertaistamista. Siksi nykyään käytetään äänekkyystä N (sooneina). Se riippuu äänenvoimakkuudesta seuraavasti:

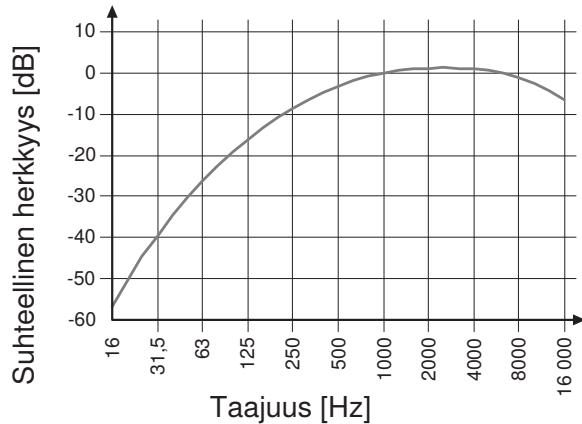
$$N = 2^{0,1 \cdot (L_N - 40)}$$

Määritelmän mukaan 1 sooni vastaa 40 foonin äänenvoimakkuustasoa.



Kuva 4: Soonin ja foonin välinen yhteys

Ihmisen kuulon taajuusriippuvuutta sovitetaan likipitään painotussuodattimilla. Tavanomainen suodatin mittauslaitteille on A-painotussuodatin, joka vähentää mittauslaitteen herkkyyttä erityisesti matalissa äänissä. Mitatut arvot ilmoitetaan yksikössä dB(A).



Kuva 5: A-painotettu äänenpainetaso

A-painotussuodatin huomioiden 70 dB:n mitattua äänenpainetasoa lasketaan 100 Hz:n taajuudessa 19 dB. Näin 70 dB vastaa 100 Hz:ssä 51 dB(A):ä.

2.1.3 Useampia äänilähteitä

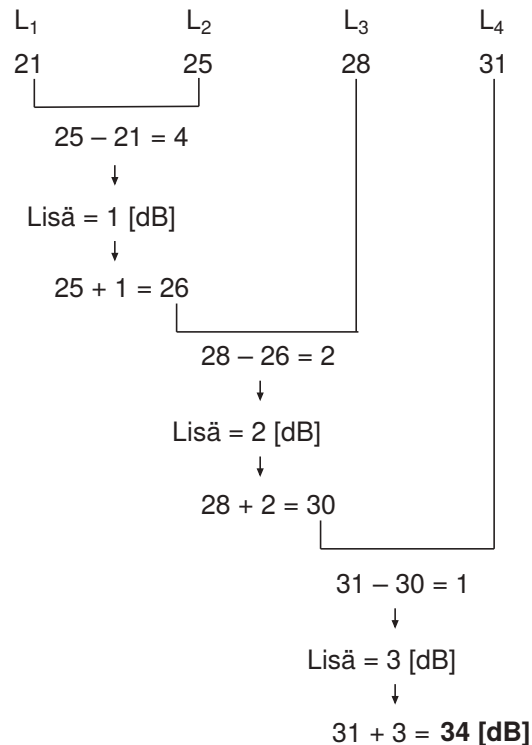
Jos samanaikaisesti esiintyy useampia äänilähteitä, yksittäisten äänenpainetasojen vastaavat äänitehot lasketaan yhteen. Näin selvitetty summateho muunnetaan sitten jälleen äänenpainetasoksi, summata-soksi. Näin suoritettua niin kutsuttua energieettistä yhteenlaskua havainnollistetaan seuraavalla esimerkillä:

Lepotaso öisin	$L_1 = 21 \text{ dB(A)}$
Sadevesiputki	$L_2 = 25 \text{ dB(A)}$
Jätevesiputki	$L_3 = 28 \text{ dB(A)}$
Liikenteen melu ulkoa	$L_4 = 31 \text{ dB(A)}$

Kummastakin tasosta L_1 ja L_2 suurempaan lisätään lisä D [dB], joka riippuu näiden tasojen erotuksesta seuraavasti:

Erotus $L_1 - L_2$ [dB]	Lisä D [dB]
0–1	3
2–3	2
4–9	1
≥ 10	0

Esimerkki:



Kuva 6: Yksinkertaistettu laskumenetelmä

2.1.4 0 dB + 0 dB = 3 dB

Kahden kulloinkin 0 dB äänilähteen kokonaisäänepainetaso lasketaan seuraavasti:

$$\begin{aligned}
 L &= 10 \cdot \log(10^0 + 10^0) = \\
 &= 10 \cdot \log(1 + 1) = \\
 &= 3,0102999573... \sim 3
 \end{aligned}$$

0 dB:n äänenpainetaso ei tarkoita sitä, ettei äänenpainetta ole olemassa. 0 dB vastaa määritelmän mukaan $20 \mu\text{Pa}$:ta.

2.1.5 Lepotaso

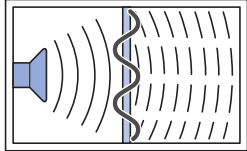
Melu koetaan yleensä häiritsevänä silloin, kun se on vähintään 10 dB lepotason yläpuolella. Sama koskee akustisia mittauksia. Jos lepotaso ei ole vähintään 10 dB alhaisempi kuin mitattu ääni, mitausarvoja on korjattava.



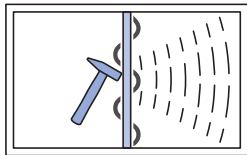
Alhaisella äänenvoimakkuudella koetaan 3–5 dB:n tasonkorotus kaksinkertaistukseksi.

2.1.6 Ilma- ja runkoääni

Ääni kulkeutuu ensisijaisesti ilman ja toissijaisesti seinien ja katon värähtelyn kautta. Jälkimmäistä kutsutaan runkoääneksi.

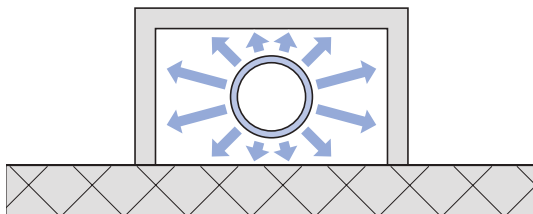


Kuva 7: Ilmaäänien leviäminen



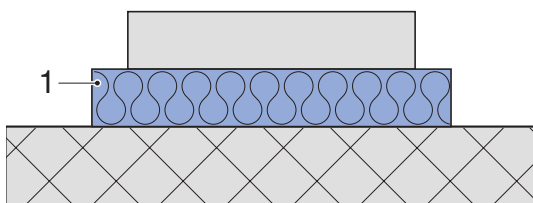
Kuva 8: Runkoäänien leviäminen

Ilmaäänien kulkeutumista voidaan vähentää koteloimalla äänilähde. Tällöin komponentit ympäröidään ääntä vaimentavilla materiaaleilla.



Kuva 9: Ilmaäänien eristys

Runkoäänien leviämisen estämiseksi voidaan yhtenä mahdollisena toimenpiteenä erottaa yksittäiset komponentit toisistaan. Äänieristykseenä voidaan tällöin käyttää elastisia liitoksia tai eristyskerroksia.



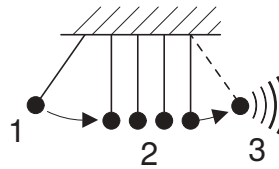
Kuva 10: Runkoäänieriste

- 1 Elastinen eristyskerros

Runkoäänieristykseen on tapahduttava koko alalta, koska jo yksi ainoa äänisilta voi tehdä koko eristykseen tehottomaksi.

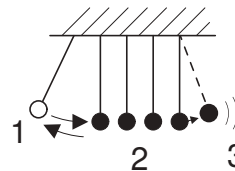
Toinen mahdollisuus on impedanssierojen hyödyntäminen. Jos viereisten rakenneosien välissä on esimerkiksi huomattava tiheysero, heijastuu ääni osittain näiden rakenneosien jakoviivasta. Äänen siirtyminen eteenpäin estyy. Näin tapahtuu erityisesti kevyiden asennusseinäjärjestelmien liitännöissä massiivisten seinien edessä. Tiheyksien ero (im-

pedanssiero) huolehtii äänen vähäisemmästä siirtymisestä eteenpäin. Kuvauksena on kuvassa esitetty Newtonin kehto. Asennusseinän samalla ärsykkeellä on äänen siirtyminen ensimmäisessä tapauksessa maksimaalista, kun taas siirtyminen toisessa tapauksessa on minimaalista. Tämä havainto on vaikuttanut uuteen DIN 4109 -normiin, jossa on erityisesti korostettu kevyiden rakenteiden etua.



Kuva 11: Kuva äänieristyksestä massiivilla asennusseinällä Newtonin kehdon avulla

- 1 Massiivietuseinä
- 2 Massiivitakaseinä
- 3 Maksimaalinen äänensiirto (korkea)

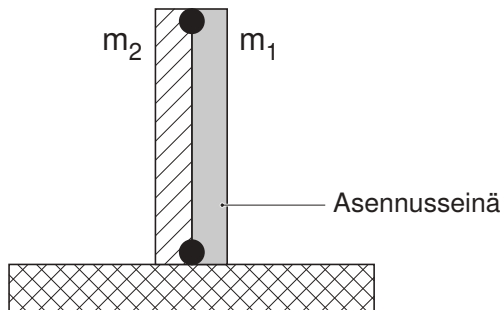


Kuva 12: Kuva äänieristyksestä kevytrakenteisella asennusseinällä Newtonin kehdon avulla

- 1 Kevytrakenteinen asennusseinä
- 2 Massiivitakaseinä
- 3 Maksimaalinen äänensiirto (matala)

2.1.7 Asennusseinä suojaa

Kevytrakenteinen asennusseinä auttaa huomattavasti äänieristyksessä. Lattiassa ja katossa olevalla ohuella vaahtomuovikerroksella voidaan äänieristää tällaista asennusseinää lisää.



Kuva 13: Asennusseinäasennuksen rakenne

m_1 Asennusseinä

m_2 Seinä

Koska äänieristys on suurempi huomattavalla impedanssierolla, katso luku "Ilma- ja runkoääni", sivu 9, pätee seuraava: Mitä erilaisempi asennusseinän ja seinän tiheys on, sitä paremmin ääntä vaimennetaan rajapinnassa.

2.2 Äänet saniteetilaitteistoissa

Ääniä syntyy saniteetilaitteistojen eri kohdissa. Meluntorjuntatoimien arvioinnissa ja suunnittelussa on tehtävä ero yksittäisten melutyypien välillä.

2.2.1 Laiteäänet

Arvioinnissa tehdään ero käyttö- ja toimintaäänien välillä.

Käyttöääniä ovat esim.:

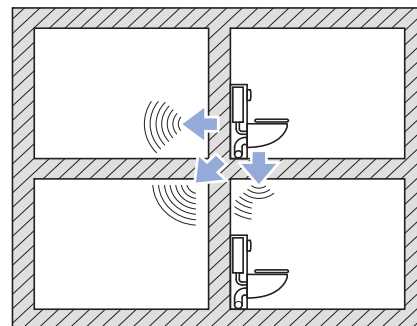
- Esineiden laskeminen pesualtaille
- WC-kannen putoamaan päästäminen

Tästä on erotettava toimintaäänet, joiden voimakkuus ja ajallinen kulku on suurimmalta osin riippumaton käytön tyypistä.

Toimintaääniä ovat esim.:

- Hanojen äänet
- WC-huuhtelu

Rakenteellisen äänieristyksen tavoitteena on suojata viereisiä tiloja näiltä ääniltä parhaalla mahdollisella tavalla.



Kuva 14: Saniteettiäänten siirtoreitit

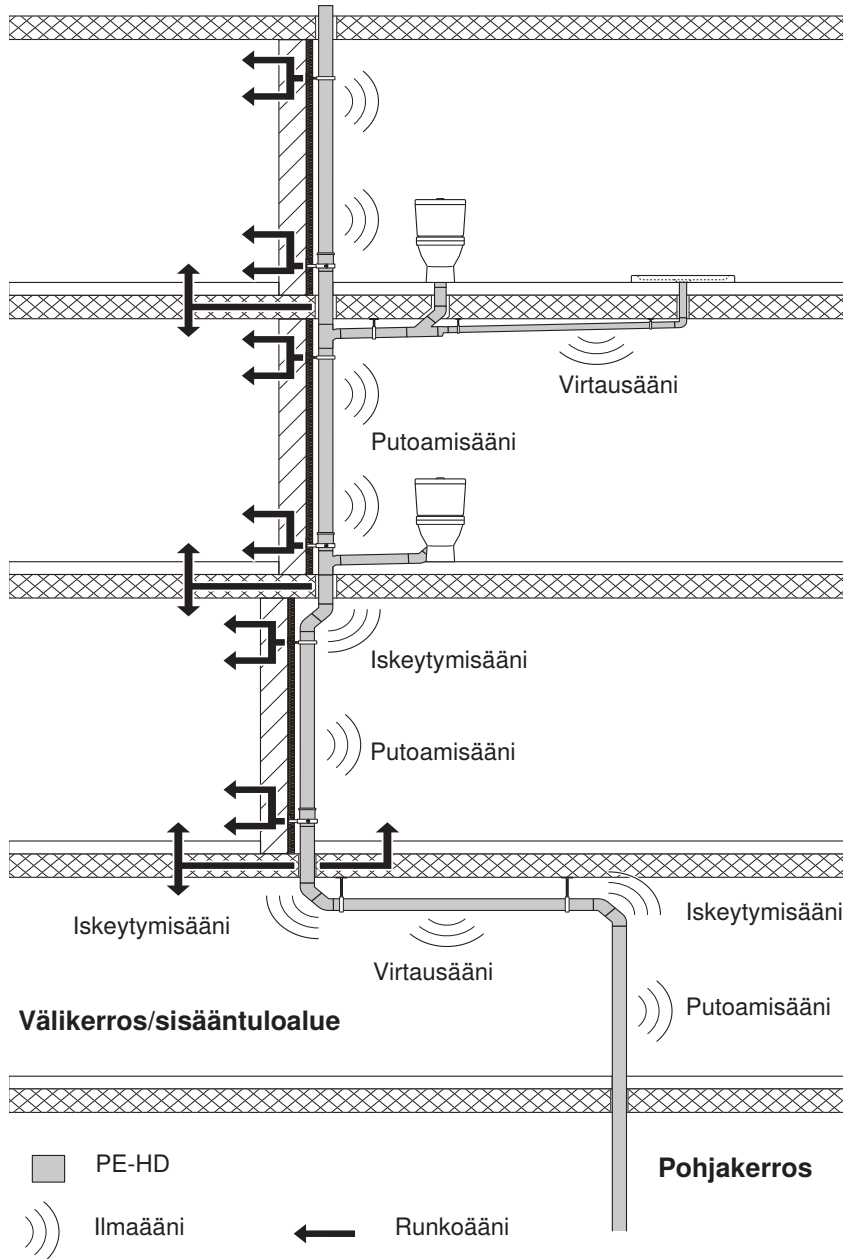
2.2.2 Jätevesiäänet

Viemäriputkissa erotetaan putous-, iskeytymis- ja virtausäänet.

Putousäänet ovat ilma- ja runkoäänimelua, ja niiden aiheuttajana on putkessa pystysuoraan putoava vesi.

Iskeytymisäänet syntyvät veden iskeytyessä suunnanmuutokseen. Tällöin putoamisenergia muuttuu suurimmaksi osaksi äänienergiaksi. Nopeus katoaa ja vesi virtaa iskeytymisen jälkeen huomattavasti hitaammin.

Virtausäänet syntyvät veden virratessa vaakasuorassa putkistossa. Vesi virtaa putkiston pohjassa ja putkessa olevat epätasaisuudet tai suunnanmuutokset häiritsevät sen rauhallista virtausta.



Kuva 15: Viemäriputkien melunlähteet

3 Normit ja tarkastukset

3.1 Ääniominaisuuksien tarkastaminen standardin SFS-EN 14366 mukaisesti

Tarkastus standardin SFS-EN 14366:en mukaisesti antaa tietoja viemäriputkien ääniominaisuuksista. Tämän tarkastuksen puitteissa mitataan vain pystykokoojan ääni. Tietoja siitä, vastaako täydellinen putkistoasennus rakennuksen erityisiä äänieristysvaatimuksia, ei anneta.

Huomiotta jätetään:

- WC-huuhtelun aiheuttamat äänet
- Virtausäänet siirryttäessä kytkentäputkesta pystykokoojaan
- Putkistossa olevat turbulenssit

Tätä problematiikkaa käsittelee Fraunhofer-instituutti kannanotossaan heinäkuulta 2016. Siinä korostetaan sitä, ettei viemärimelua saa tarkkailla eristetysti. Mahdolliset keskinäiset vaikutukset saniteettiasennusten samanaikaisesta käytöstä voivat johtaa poikkeaviin tuloksiin.

Standardi SFS-EN 14366:en toimittaa lähtötiedot standardille SFS-EN 12354-5:en, laskennalliselle ennustusmenetelmälle äänenpainetason määrittämiseksi ympäröivissä melusuojausta kaipaavissa tiloissa. Tällöin on kuitenkin ainoastaan kyse suorien viemäriputkien äänitasoista, ilman käyriä tai suunnanmuutoksia. Muita äänilisiä viemäriäänten lisäksi ei oteta huomioon.

Näin ennusteen todistusvoimaa rajoitetaan.

3.1.1 Realistiset rakennustilanteet äänitason määrittelemiseksi viemärijärjestelmissä

Vaihtoehtoisena standardin SFS-EN 14366:en mukaiselle tarkastukselle on olemassa mahdollisuus niin kutsuttujen mallirakennetarkastusten suorittamiseen. Tällöin viemärijärjestelmät tarkastetaan koetusaluustoilla käytäntöä vastaavilla saniteettiasennuksilla (järjestelmämittaus). Näin saavutettuja mittausrvoja voidaan verrata suoraan äänieristysvaatimuksiin.

Rakennusfysiikan Fraunhofer-instituutti viittaa tähän problematiikkaan ajankohtaisissa tarkastuskertomuksissa standardin SFS-EN 14366:en mukaisista mittauksista. Erilaisten viemärijärjestelmien vertailu edellyttää, että kaikki asennetaan samaa huolellisuutta noudattaen. Tarkastuselin ei yleisesti kykene mittaamaan kaikkia akustiikan kannalta tärkeitä asennuksen yksityiskohtia, joten niitä ei voida luetella tarkastuskertomuksissa.

Mittaustulokset riippuvat muun muassa seuraavista tekijöistä:

- Käytetyt putkikannakkeet
- Putkien pystysuora suuntaus
- Putken päiden jäysteenpoisto
- Putkien pistosyvyys muhveihin

Näiden vaikutusten optimoinnilla voidaan äänitasoa laskea kokemusten perusteella useampia dB:ä.

Vanhoilla, epärealistisilla mittausrvoilla ei ole usein enää minkäänlaista käytännön todistusvoimaa. Siksi viittaamme nimenomaisesti siihen, että jotkut ennen vuotta 2014 laaditut tarkastuskertomukset sisältävät vain rajoitetusti vertailukykyisiä mittausrvoja. Fraunhofer-instituutti ei enää tue näitä tarkastuskertomuksia.

Tarkastuskertomusten ja sovelletun tarkastusmenetelmän ajankohtaisuuden takaamiseksi Fraunhofer-instituutti lähtee 5 vuoden voimassaolosta ja suosittelee viemärijärjestelmien uutta tarkastusta viimeistään 10 vuoden kuluttua.



Kokeelliset menetelmät standardin SFS-EN 14366:en mukaan tai teoreettiset laskentamenetelmät standardin SFS-EN 12354-5:en mukaan eivät kumpikaan sovellu viemärijärjestelmien äänitason kuvaamiseen täysin. Siksi Geberit panostaa järjestelmässä kokeellisiin todistuksiin ja suorittaa tarkastukset realistisissa rakennustilanteissa.

3.2 Mittauksen rakenne standardin SFS EN 14366 mukaisesti

Standardi SFS-EN 14366:en määrittää menetelmän, jolla viemärijärjestelmissä syntynyt ääni voidaan mitata laboratorio-olosuhteissa. Se ei anna minkäänlaista menetelmää asennusten akustisten ominaisuuksien laskentaan rakennuksessa. Tarkastetun viemärijärjestelmän tarkka rakenne jää suurimmalta osin auki.

Saniteettiasennus

Melumittaus viemäriputkella ilman WC:itä ja muita saniteettiasennuksia

Syöttö äänimittausta varten

Virtaussäädely syöttö kaksi kerrosta mittauspaikan yläpuolella

Virtaus syötössä

Tasainen, laminaarinen vesivirtaus ilman turbulensseja

Putkikannakkeet

Järjestelmäputkikannakkeiden käyttö
Putkikannakkeet asennetaan asennusohjeiden mukaisesti

Mittauspaikka

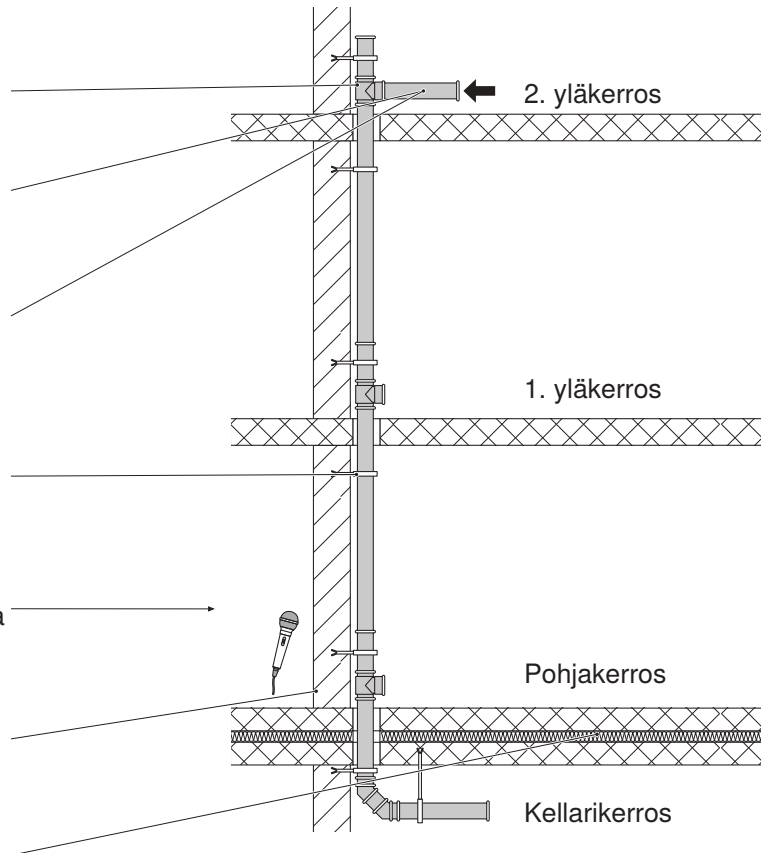
Mittaukset kaksi kerrosta syötön alapuolella vinosti alapuolella sijaitsevassa tilassa

Seinärakenne

Massiiviseinä, jonka neliömassa on 220 kg/m^2 , esim. tiili, 17,5 cm paksu

Kellarikerroksen akustiikka

Täysin äänierotettu kellarikerros



Kuva 16: Mittauksen rakenne standardin SFS-EN 14366:en mukaisesti



Standardi SFS-EN 14366:en on tarkastusnormi, jolla on rajoitettu todistusvoima käytäntöä varten.

3.3 Mittausrakenne Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti

Mittausmenetelmä vastaa niitä päälinjoja, joihin myös Ympäristöministeriön asetus viittaa. Mittaukset perustuvat standardiin EN ISO 10052:2005. Vierasäänten vaikutuksen korjaus mittaustuloksiin tapahtuu kuitenkin standardin EN ISO 16032:2004 mukaisesti. Tämä tarkoittaa, että mittaustuloksia voidaan verrata suoraan äänieristysvaatimuksiin.

Saniteettiasennus

Melumittaus täydellisellä saniteettiasennuksella
(WC, kiinnitystapa, vesijohdot jne.)

Syöttö äänimittausta varten

Yksi kerros mittaustilan yläpuolella

Seinä rakenne

Mittaukset erilaisilla
seinärakenteilla
(Esim. tiiliseinä, Ytong-betoniseinä)

Mittauspaikka

Mittaukset suoritetaan viereisissä
tiloissa sekä pystysuoraan että vinottain
saniteettiasennuksen alapuolella olevissa
tiloissa

Virtaus syötössä

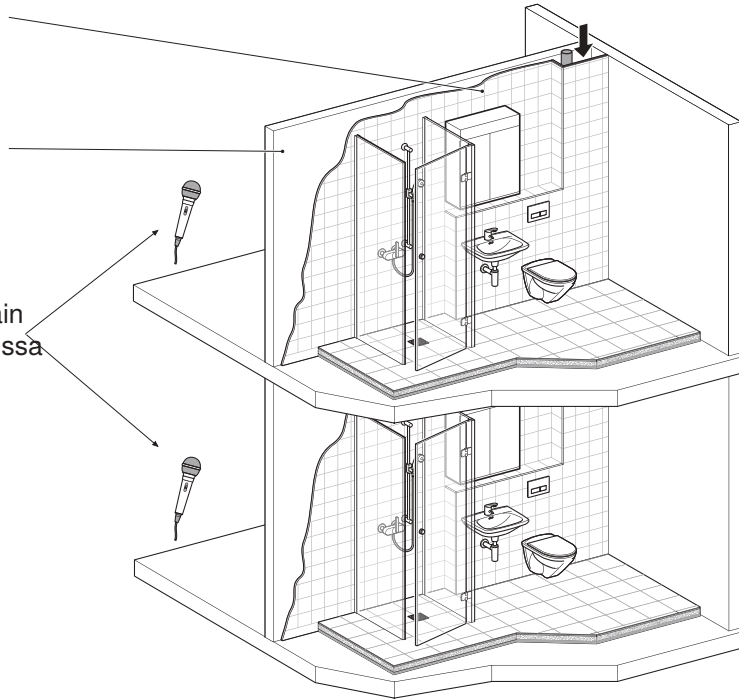
Laminaarinen vesivirtaus mukaan
lukien WC-huuhtelun turbulentti
vesivirtaus

Haaraviemäreiden kiinnitys

Järjestelmäputkikannakkeiden käyttö
Putkikannakkeet asennetaan
asennusohjeiden mukaisesti

Kellarikerroksen akustiikka

Äänieristämätön kellar



Kuva 17: Mittausrakenne sijaintipaikan olosuhteiden mukaisesti

4 Ääni rakennuksissa

4.1 Rakennusten melusuoja vaatimukset

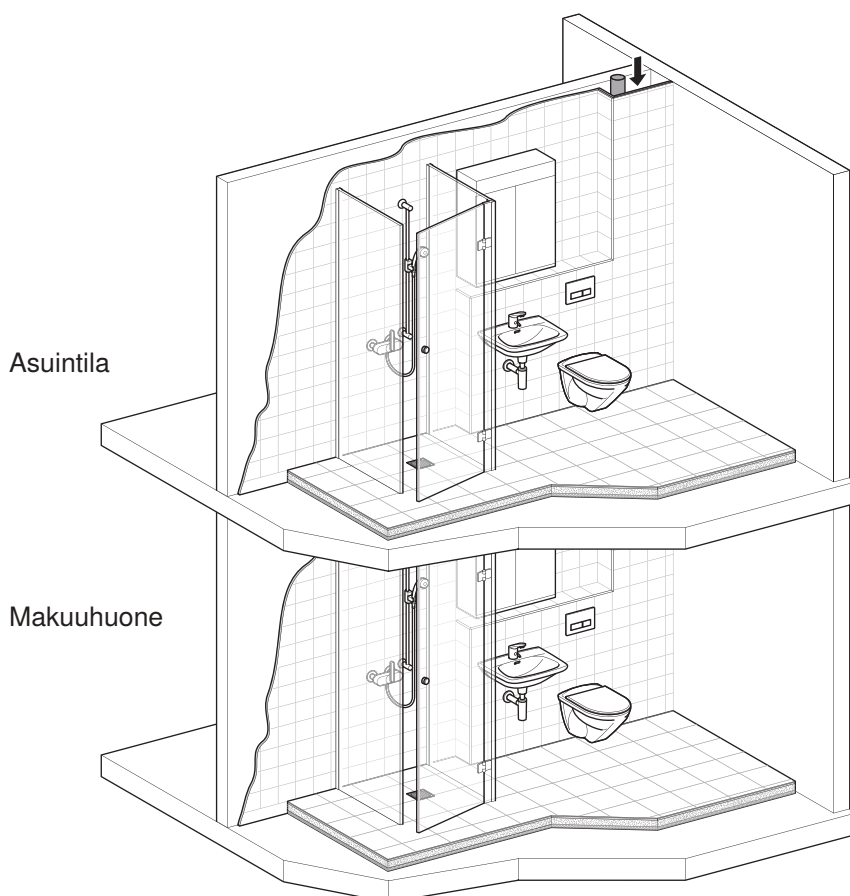
Rakennukset on suunniteltava, toteutettava ja kalustettava niin, että ääniolosuhteet ovat käyttäjälle tyydyttävät. Rakennuksessa oleskelevien henkilöiden ei tulisi altistua meluhaitalle ja heidän tulisi voida työskennellä, levätä tai nukkua ilman terveydellisiä haittoja.

Äänieristystä, askeläänitasoa ja äänenpainetasoa koskevat määritelmät on ilmoitettu rakennuksen ääniympäristöä koskevan Suomen Ympäristöministeriön asetuksen mukaisesti. Lisätietoja tästä aiheesta löytyy Ympäristöministeriön rakennusten ääniympäristöä koskevasta oppaasta.

Suunnitteluvaiheessa voidaan asuintilojen ja keittiöiden äänitasolle asettamiin vaatimuksiin vastata seuraavilla toimenpiteillä:

- Asenna tekniset laitteistot mahdollisimman pitkälle näistä tiloista
- Varmista, että kummankin tilan välinen rakennuksen runko vaimentaa ääntä riittävästi
- Käytä ääntä vaimentavaa viemärijärjestelmää, johon sisältyy ääntä vaimentavat tarvikkeet.

Seuraavissa kappaleissa kuvaillaan teknisten laitteistojen ääniä sekä ratkaisuja koskevia tärkeimpiä näkökulmia, jotka Geberit voi tarjota yhdessä viemärijärjestelmien Geberit Silent-PP, Geberit Silent-Pro ja Geberit Silent-db20 sekä niihin kuuluvien ääntä vaimentavien tarvikkeiden kanssa.



Kuva 18: Maksimaalinen äänenpainetaso asuntojen viemärijärjestelmissä

4.2 Äänitaso ja ääniluokat

Teknisten laitteistojen äänitason yksittäisten ääniluokkien raja-arvot on lueteltu seuraavassa taulukossa.

Asuintila on tila, joka on suunniteltu pidempään oleskeluun, kuten olohuone, lastenhuone tai makuuhuone. Eteisiä, käytäviä, kylpyhuoneita tai vastaavia tiloja ei katsota asuintiloiksi.

Omassa asunnossa vesihanojen käytöstä syntyviä ääniä ei lueta mukaan äänitason mittaukseen. Asuntojen äänitasovaatimuksien katsotaan täyttyvän, kun ne vastaavat standardia SFS 5907 luokkaa C.

Taulukko 1: A-painotetun vastaavan kestoäänitason $L_{Aeq, T}$ maksimiarvot

Ääniluokka	Asuintilat		Keittiö	
	$L_{Aeq, T}$ [dB]	$L_{AFmax, T}$ [dB]	$L_{Aeq, T}$ [dB]	$L_{AFmax, T}$ [dB]
Luokka A	24	29	29	34
Luokka B	24	29	29	34
Luokka C	28	33	33	38
Luokka D	30	35	35	40

Luokka A: Vastaa erityisen hyviä ääniolosuhteita.

Luokka B: Ääniluokka, jonka ääniolosuhteet ovat rakennuslain mukaisia vähimmäisvaatimuksia huomattavasti paremmat.

Luokka C: Rakennuslain tarkoittamien vähimmäisvaatimusten mukainen ääniluokka.

Luokka D: Ääniluokka vanhemmille rakennuksille vähemmän tyydyttävillä ääniolosuhteilla.

4.3 Äänitasolle asetetut vaatimukset rakentamismääräysten mukaisesti

Teknisten laitteistojen äänitasolle asetetut vaatimukset luetellaan mm. seuraavissa julkaisuissa:

- Rakennuksen ääniympäristöä koskeva Ympäristöministeriön asetus
- Standardi SFS 5907 ("Rakennusten akustinen luokitus")
- Sosiaali- ja terveysministeriön ohjeet terveellisestä asumisesta
- Sisätilailmayhdistyksen sisäilmastoluokitus 2018

Äänenpainetasot luetellaan standardissa SFS 5907 taulukossa 13. Standardi SFS 5907 ei ole määräys, vaan suositus. Se on ominaisuuksiltaan ohjaava ja sen soveltaminen on vapaaehtoista.

Standardissa SFS 5907 määritellyt akustiikkaluokkia voidaan aina käyttää suunnitteluperusteena. Tämä koskee myös tilanteita, kun standardissa määritettyjä akustisia mittauksia ei ole suoritettu.

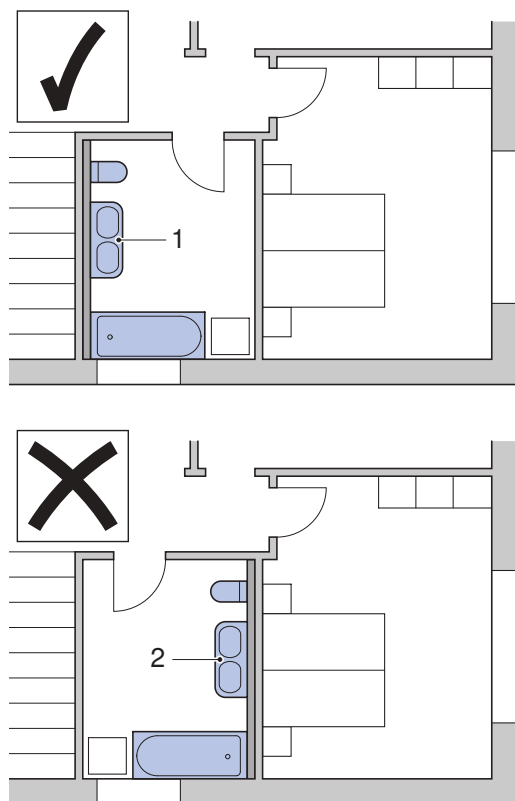
Teknisten laitteistojen melujen raja-arvot koskevat yksittäistä laitteistoa ja koskevat kalustamattomia tiloja, joiden ikkunat ja ovet on suljettu. Huoneen vertailuarvona käytetään 0,5 sekunnin jälkikaiunta-aikaa, joka vastaa ääniolosuhteita kalustetussa huoneessa. Jos mittaukset suoritetaan muissa tilaolosuhteissa, on suoritettava korjauksia.

4.4 Äänieristyksen huomiointi jo suunnitteluvaiheessa

Asianmukaisen suunnittelun tavoitteena on suojata muita asuntoja meluhaitoilta. Jo suunnittelussa kannattaa kiinnittää huomiota asuntojen äänioptimoituun toteutukseen.

Jos meluavien tilojen sijoittamista asunnon keskelle ei voida välttää, voidaan miettiä, mitkä tilat tulisi sijoittaa meluavien tilojen viereen.

Keittiö on esimerkiksi vähemmän meluherkkä kuin makuuhuone.



Kuva 19: Optimaalinen tilasuunnittelu

- 1 Asennusseinä rajoittuu porraskäytävään
- 2 Asennusseinä rajoittuu lepotilaan

4.5 Melutason riippuvuus tilan koosta ja jälkikaiunta-ajasta

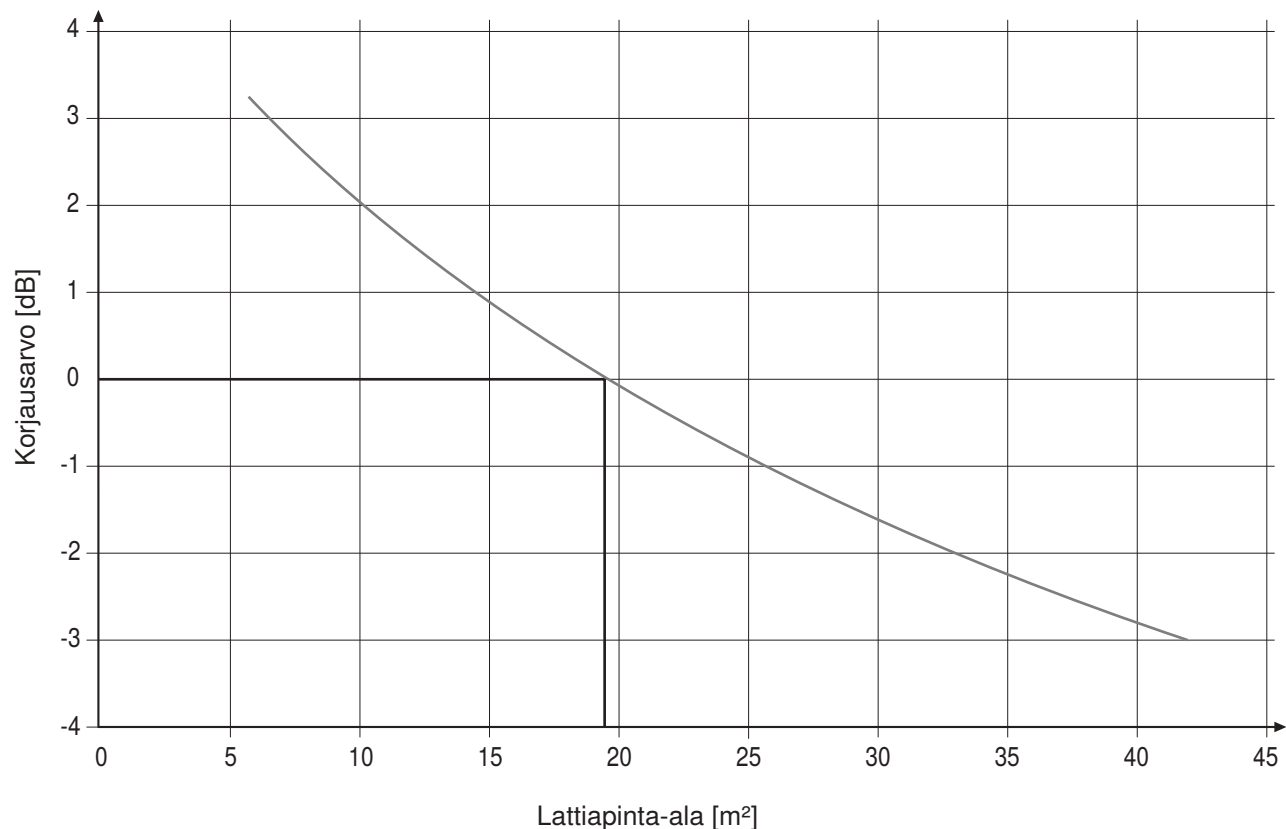
Kun sama äänilähde sijoitetaan eri tiloihin, melutaso paikassa, joka ei sijaitse liian lähellä äänilähdettä, riippuu tilan tilavuudesta ja/tai jälkikaiunta-ajasta.

Näin esimerkiksi melutaso laskee 3 dB:llä, jos tilan jälkikaiunta-aika tietyllä tilavuudella puolitetaan, esim. 1 sekunnista 0,5 sekuntiin. Tilan tilavuudella on vastaava vaikutus. Tietyllä jälkikaiunta-ajalla esimerkiksi tilan tilavuuden kaksinkertaistaminen tarkoittaa, että melutaso laskee 3 dB:n verran.

Mittauksilaitte Geberitin laboratoriossa ovat tilavuudeltaan n. 50 m³ ja näiden tilojen jälkikaiunta-aika on asetettu niin, että se vastaa kalustamattomien tilojen jälkikaiunta-aikaa tyypillisissä, tilavuudeltaan vastaavissa asunnoissa.

Jotta laboratoriossa mitattu melutaso voitaisiin muuntaa tilavuudeltaan ja jälkikaiunta-ajaltaan toisenlaisille tiloille, suoritetaan korjausarvojen laskenta. Nämä määritetään tilan diffuusin äänikentän äänenpaineen ja äänitehon välistä yhteyttä koskevan teorian perusteella. Laskenta perustuu asuntojen kalustamattomien tilojen jälkikaiunta-ajalle mitattuihin tietoihin, jotka on ilmoitettu normissa EN ISO 10052:2005 ”Akustiikka – Ilmaään- nen ja askeläänten eristyksen sekä rakennusteknisten laitteistojen äänen mittausta rakennuksissa – Pikamenetelmä” tai Nordtest-raportissa NT TECHN REPORT 203:1992 „Measurement of the acoustical properties of buildings – additional guidelines“.

Kaaviossa esitetään korjauskäyrä. Se näyttää yhteyden korjausarvon ja tilan koon välillä. Korjausarvo on lisättävä laboratoriossa mitattuun melutasoon. Tilan tilavuus on muunneltu kaaviossa 2,5 m:n oletetulla sisäkaton korkeudella lattiapinta-alan.



Kuva 20: Korjauskäyrä

5 Äänten vähentäminen viemäriasennuksissa

Jo projektin laadintavaiheessa voidaan kiinnittää huomiota siihen, että viemäriasennus suunnitellaan ja toteutetaan niin, että myöhempien suoritettavien ääniteknisten toimenpiteiden tarve pysyy mahdollisimman pienenä. Seuraavassa kappaleessa kuvataan käytännön esimerkkejä viemäriasennusten ilma- ja runkoäänien vähentämiseksi.

5.1 Ilmaäänien vähentäminen

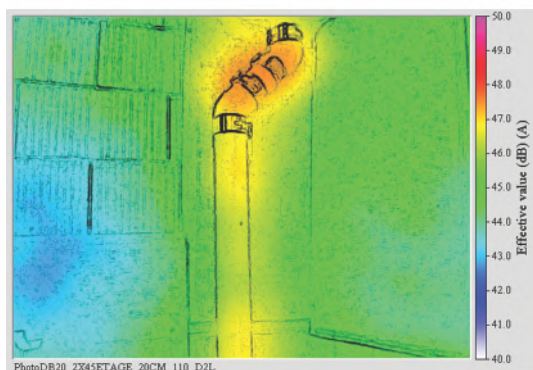
5.1.1 Viemärijärjestelmän valinta

Optimaalinen asennus ilmaäänien vähentämiseksi saavutetaan Geberit Silent-Pro- tai Geberit Silent-db20 -viemärijärjestelmällä, jonka ominaispaino on suuri (2,8–3,4 kg/m, 110 mm putki).

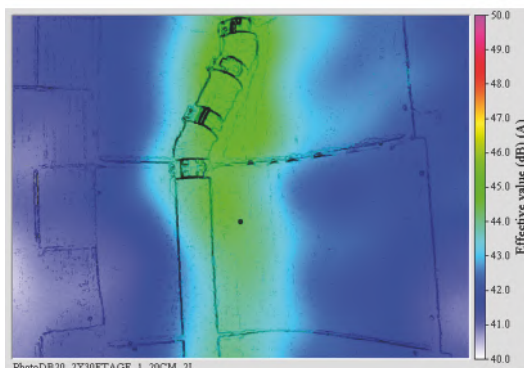
Molemmat putkistojärjestelmät katsotaan SBI-ohjeessa 257, luvussa 4.3.4/taulukossa 3 "meluvaiennetuiksi muoviputkiksi".

5.1.2 Optimaalinen putkien suunta

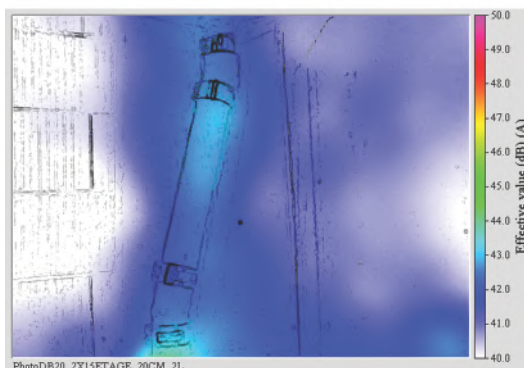
Optimaalinen putkien suunta on erittäin merkittävää jätevesiviemärisssä muodostuvalle äänenpainetasolle. Esimerkki alla näyttää, kuinka äänenpainetaso lisääntyy, kun putken suunta muuttuu. Lisäys on laskettu suoraan putkeen verraten.



Kuva 21: 2 x 45°:n suunnanmuutos lisää äänenpainetasoa 9 dB(A)



Kuva 22: 2 x 30°:n suunnanmuutos lisää äänenpainetasoa 7 dB(A)



Kuva 23: 2 x 15°:n suunnanmuutos lisää äänenpainetasoa 5 dB(A)

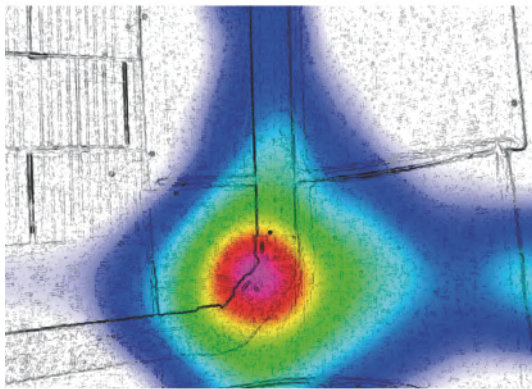
Yllä olevat kuvat on kuvattu akustisella kameralla, jonka avulla äänten ja äänialtojen lähteet voidaan tarkasti paikallistaa ja analysoida. Useammat mikrofonit tallentavat äänen useammasta suunnasta, tietokone tallentaa ja työstää signaalit ja kokooa ne yhteen visuaaliseksi esitykseksi, jota nimitetään akustiseksi valokuvaksi.

5.1.3 Putkien äänieristys

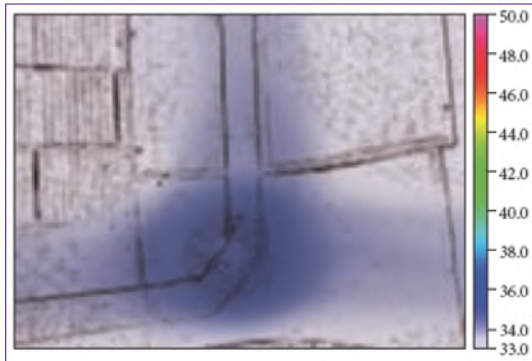
Toinen mahdollisuus ilmaäänien vähentämiseen on putkien eristäminen. Geberit suosittelee käyttämään Geberit Isol Flex -äänieristysmattoa tähän tarkoitukseen.

Geberit Isol Flexiä käytetään, kun äänenpainetasolle on asetettu erityisen korkeita vaatimuksia.

Geberit Isol Flex koostuu kosteuden läpäisyn estävästä kalvosta, joka on pinnoitettu toiselta puolelta ääntä absorboivalla vaahtomuovilla.

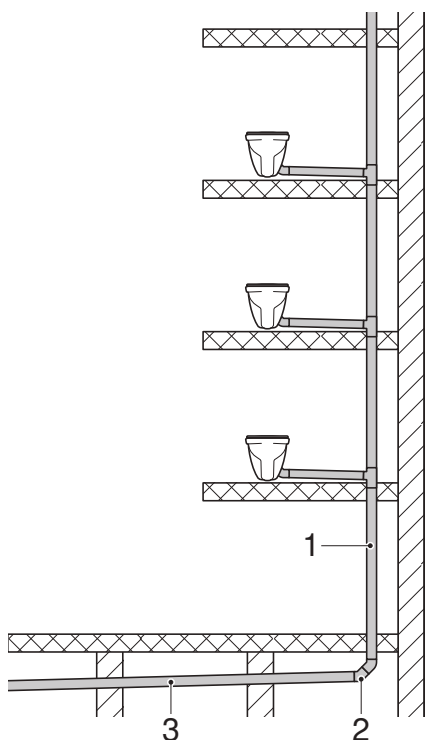


Kuva 24: Ilmaäänien leviäminen jätevesiviemärissä ilman Geberit Isol Flex -eristystä



Kuva 25: Ilmaäänien leviäminen jätevesiviemärissä Geberit Isol Flex -eristyksellä

Mittaustulokset Geberit Silent-db20:lla ja Geberit Isol Flex -äänieristysmatolla



Kuva 26: Äänilähteet

- 1 Putoamisääni
 2 Iskeytymisääni
 3 Virtausääni

Taulukko 2: Melulähteiden ääniarvot eristeellä ja ilman

Geberit Silent-db20	Äänilähde	Putoamisääni	Iskeytymisääni	Virtausääni
ilman eristystä	WC 2 l/s	53dB(A)	58dB(A)	53dB(A)
	Kestohuuhtelu 50 l/min	51 dB(A)	55dB(A)	51 dB(A)
Geberit Isol Flex - äänieristysmatolla	WC 2 l/s	39dB(A)	44dB(A)	39dB(A)
	Kestohuuhtelu 50 l/min	35dB(A)	39dB(A)	35dB(A)

5.1.4 Eristys kuilussa

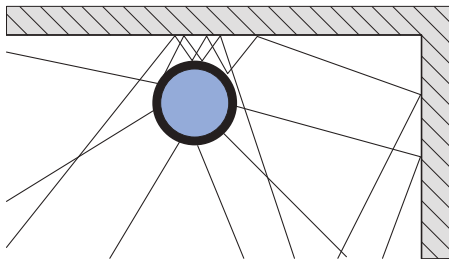
Jätevesiviemärin ilmaäänien vähentämiseksi putki voidaan asentaa kuiluun. Kuilun rakenteesta riippuen voidaan laskea ilmaääneneristysluku äänitason odotetulle vaimennukselle kuilussa. Suositellut ilmaääneneristysluvut on otettu SBI-ohjeesta 257, kohdasta 4.3, taulukosta 4 ja ne edellyttävät, että kuilun rakenne on suoritettu seinäkiinnityksessä ja putkien läpivienneissä huolellisesti tiiviillä saumoilla.

Taulukko 3: Ilmaääneneristysluku SBI-ohjeesta 185, kuva 17.12

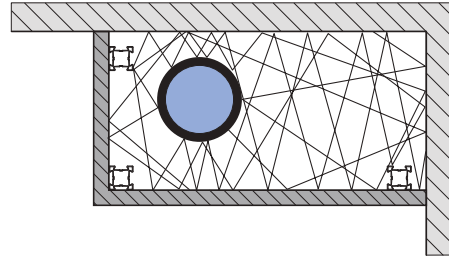
Seinärakenne	Ilmaääneneristysluku R_w [dB]
Kipsilevy 1 x 13 mm	22
Kipsilevy 2 x 13 mm	27
Betoni 40 mm	35
Betoni 100 mm	40
Kevytbetoni 70 mm	25

Esimerkkejä äänilaskentaan

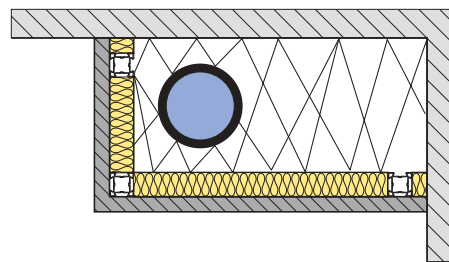
Jätevesiviemärin A-painotettu äänenpainetaso on 50 dB.



Jos jätevesiviemäri eristetään 2 x 13 mm:n kipsilevyistä valmistetulla kuilulla, äänitaso laskee n. 27 dB. Kuilun ääniheijastuksen seurauksena taso kuitenkin nousee samanaikaisesti n. 10 dB.



Kiinnittämällä ääntä absorboivia vuorauksia, kuten esim. 30 mm paksuja mineraalivillamattoja, kuilun kahdelle vierekkäiselle seinälle äänen absorbointia lisätään ja ääniheijastusta vähennetään. Äänenpainetasoa voidaan laskea n. 10 dB.



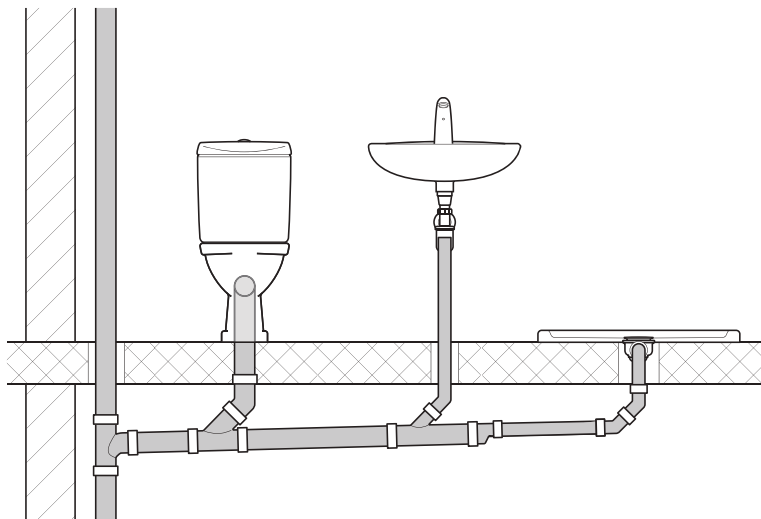
Esimerkki äänenpainetason laskemiseen:

Melutaso:	50 dB
Ääniheijastuksen aiheuttama äänenpainetason nousu:	10 dB
Ääntä absorboivan verhoilun aiheuttama äänenpainetason lasku:	-10 dB
Kipsilevyn 2 x 13 mm ilmaääneneristysluku:	-27 dB
Summa:	23 dB

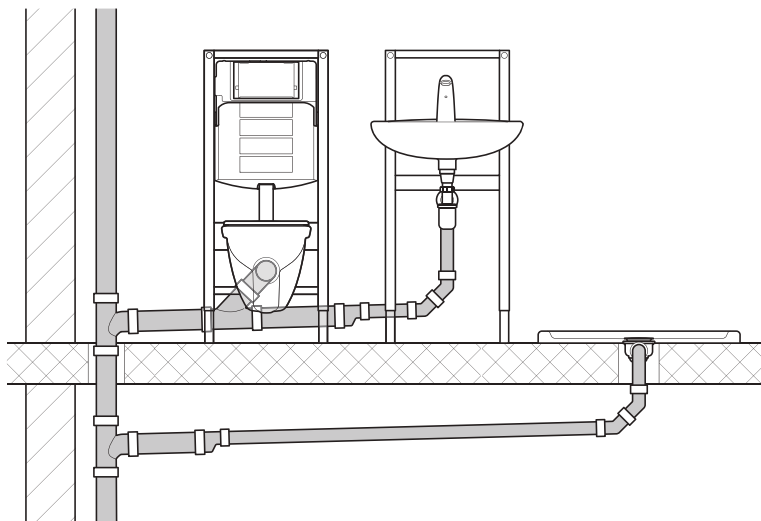
5.1.5 Geberit-asennusjärjestelmien käyttö

Geberit-asennusjärjestelmiin asennetut pystykokoojaputket on yleensä asennettu kuten tavanomaisessa kiu-
lussa.

Geberit-asennusjärjestelmissä on mahdollista asentaa vaakasuorat haaraviemärit elementtiseinien sisään
samaa kerrokseen, kuin missä esim. WC:t sijaitsevat. Näin ilmäänen vaikutus vähenee alapuolella olevas-
sa kerroksessa jopa 10 dB.



Kuva 27: Vaakakytkeä perinteisessä asennuksessa



Kuva 28: Vaakakytkeä Geberit-asennusjärjestelmässä

5.2 Runkoäänen vähentäminen

5.2.1 Runkoäänieristys eristetyillä putkikannakkeilla varustetuille putkille

Putkistojärjestelmien värähtelyjen rakennukseen siirtymisen välttämiseksi voidaan käyttää eristettyjä putkikannakkeita. Tämän seurauksena äänitaso on alhaisempi viereisissä tiloissa.

Tällöin kuitenkin käytetyn putkikannakkeen tyyppi ja sen asennustapa voivat aiheuttaa suuren eron.

Fraunhofer-instituutin Stuttgartissa tehty tutkimus ovat osoittaneet, että vakioputkikannakkeella voivat erot olla jopa 10 dB(A) sen mukaan, onko putkikannake kiristetty erittäin tiukalle vai ainoastaan erittäin kevyesti.

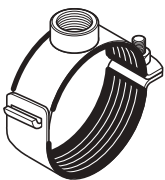
Syynä tähän on se, että kumin joustavuus vähenee, kun se puristetaan liian voimakkaasti kokoon.

Geberit Silent-db20 -putkien putkikannakkeet

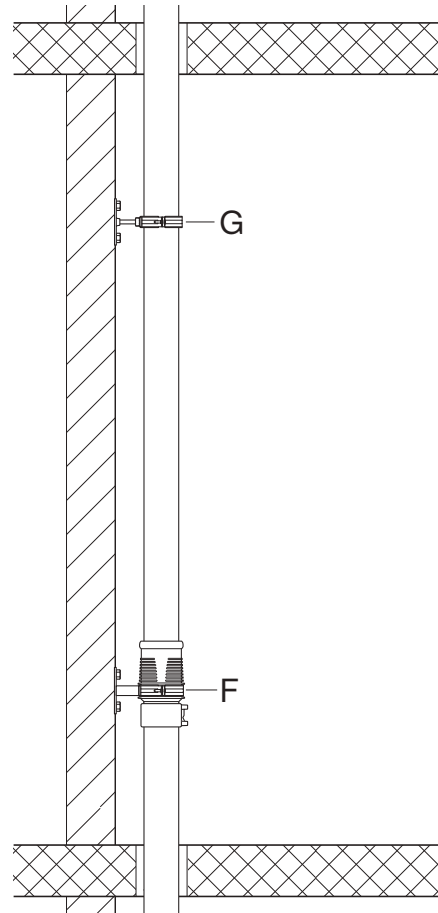
Virheasennuksen välttämiseksi Geberit on kehittänyt Geberit Silent-db20 -putkille putkikannakkeet, joita ei voi kiristää liian tiukalle.

Putkistojärjestelmille vaaditaan kuitenkin usein kiintopisteet, jotta järjestelmä pysyisi paikoillaan.

Siksi Geberit Silent-db20 -putkille on kehitetty paisuntayhteet "F", jotka kiinnittävät järjestelmän vaikuttamatta negatiivisesti äänitasoon.



Kuva 29: Äänieristetty Geberit Silent-db20 -putkikannake



Kuva 30: Geberit Silent-db20 -putkistojen kiinnitys eristetyillä Geberit -putkikannakkeilla

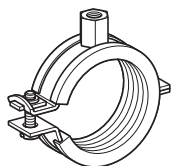
- G Liukupiste
- F Kiintopiste

Geberit Silent-PP -putkien putkikannakkeet

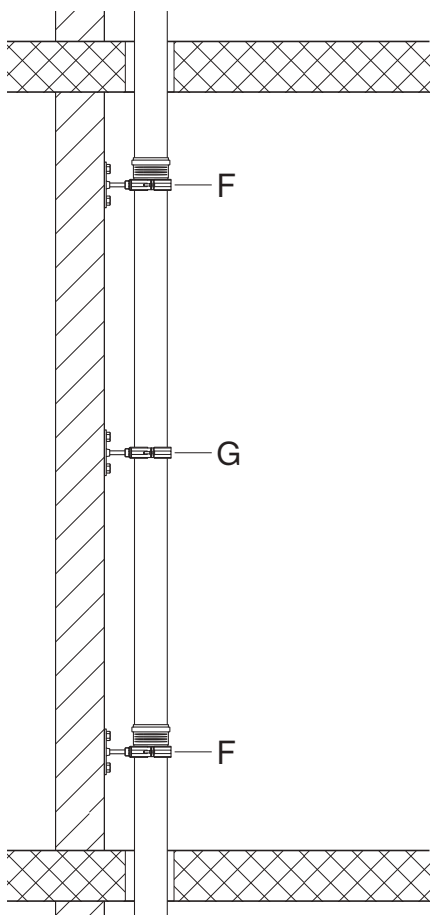
Geberit Silent-PP -putkien asennuksessa käytetään äänieristettyjä putkikannakkeita.

Melun minimoimiseksi viereisissä tiloissa voidaan käyttää tuotetta Geberit-putkikannake, eristetty, kierremuhvilla M8 / M10 (tuotenro 390.x99.26.1), kiintokannakkeena "F" ja tuotetta Geberit Silent-PP -joustokannake, eristetty, kierremuhvilla M8 / M10 (tuotenro 390.x98.26.1), liukukannakkeena "G".

Näin runkoääntä voidaan vähentää vaakatasossa jopa 3 dB(A).



Kuva 31: Äänieristetty Geberit Silent-PP -putkikannake

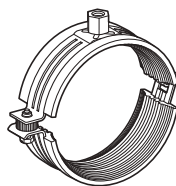


Kuva 32: Geberit Silent-PP -putkistojen kiinnitys eristetyillä Geberit -putkikannakkeilla

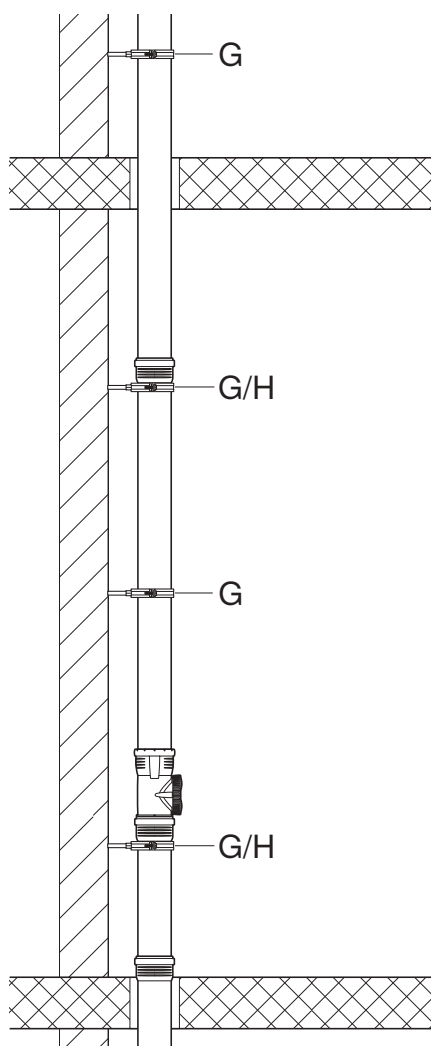
G Liukupiste
F Kiintopiste

Geberit Silent-Pro -putkien putkikannakkeet

Erityisesti Geberit Silent-Pro -putkille kehitetyllä putkikannakkeella voidaan täyttää mitä tiukimmat melusuojausvaatimukset.



Kuva 33: Äänieristetty Geberit Silent-Pro -putkikannake



Kuva 34: Geberit Silent-Pro -putkistojen kiinnitys eristetyillä Geberit -putkikannakkeilla

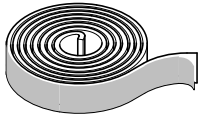
G Liukupiste
G/H Tukipiste

5.2.2 Runkoäänieristys rakennuksen rungosta eristeletkulla ja eristysnauhalla

Runkoäänien siirtymisen vähentämiseksi vaaditaan eristys kaikkialle sinne, missä rakennuksen rungon ja putkistojärjestelmän välillä on olemassa tai voi syntyä suoria kosketuspisteitä. Rakennuksen rungon eristäminen voidaan optimoida käyttämällä seuraavia järjestelmäkomponentteja:



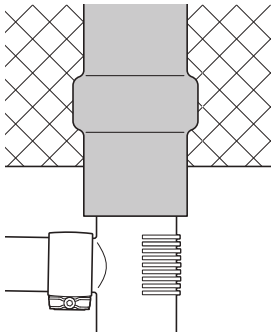
Kuva 35: Geberit-eristeletku (PE)



Kuva 36: Geberit-eristysnauha (PE)

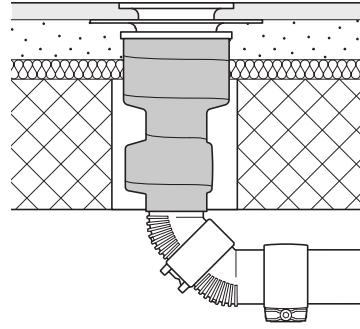
Käyttöesimerkkejä Geberit-eristeletkulle ja -eristysnauhalle

Eristeletku koostuu 4 mm paksusta Geberit PE -vaahtomuovista ja se vedetään putken ympärille sukan tavoin.



Kuva 37: Äänen eristäminen Geberit-eristeletkulla

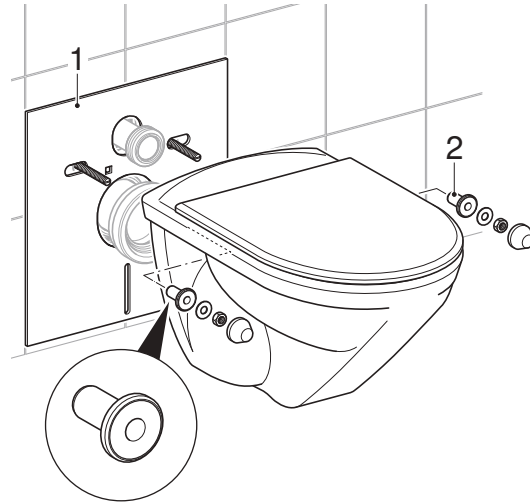
Eristysnauha koostuu 3 mm paksusta Geberit PE -vaahtomuovista, ja se kiedotaan putkien, yhteiden, lattiakaivojen jne. ympärille.



Kuva 38: Äänen eristäminen Geberit-eristysnauhalla

5.2.3 WC:n äänieristys

Käytä WC:n asennuksessa aina äänieristysmattoa ja lisäksi kierretankojen äänieristysholkkeja.



Kuva 39: WC ja Geberit-äänieristyssarja

- 1 Äänieristysmatto
- 2 Kierretankojen äänieristysholkki

6 Äänieristysratkaisut Geberit-järjestelmätekniikalla

6.1 Geberit-viemärijärjestelmät

Geberit tarjoaa erilaisia viemärijärjestelmiä:

- Geberit Silent-db20
- Geberit Silent-PP
- Geberit Silent-Pro
- Geberit PE

Täydelliset viemärijärjestelmät koostuvat putkista, yhteistä, kannakkeista ja eristyksistä.

Niillä on erinomaiset ominaisuudet ja ne poikkeavat aina järjestelmän mukaan vastaavassa käytössä, erityisesti äänieristyksen alueella.

6.1.1 Äänieristetyt massiiviviemärijärjestelmät

- Geberit Silent-db20
- Geberit Silent-Pro

Äänieristettyjä massiiviviemärijärjestelmiä käytetään rakennuksissa, joissa äänieristykselle asetetaan korkeampia vaatimuksia, kuten esim. hotelleissa, luksusasunnoissa jne. Ne soveltuvat erityisesti pystykokoojiin monikerroksisissa rakennuksissa.

6.1.2 Äänioptimoitu kolmikerrosviemärijärjestelmä

- Geberit Silent-PP

Äänioptimoituja kolmikerrosviemärijärjestelmiä käytetään rakennuksissa, joiden äänieristysvaatimukset ovat suurempia. Ne soveltuvat erityisen hyvin asennusseiniin asennettavaksi.

6.1.3 Viemärijärjestelmä ilman erityisiä äänieristysominaisuuksia

- Geberit PE

Tätä viemärijärjestelmää voidaan käyttää rakennuksissa, joissa ei ole mitään erityisiä äänieristysvaatimuksia.

6.1.4 Geberit-viemärijärjestelmät soveltuvat erilaisille käyttöalueille

Taulukko 4: Geberit-viemärijärjestelmien ominaisuuksien ja käyttöalueiden yleiskuva

	Geberit Silent-db20	Geberit Silent-Pro	Geberit Silent-PP	Geberit PE
Saatavana olevat putkikoot	d56, d63, d75, d90, d110, d135, d160	d50, d75, d90, d110, d125, d160	d32, d40, d50, d75, d90, d110, d125, d160	d32, d40, d50, d56, d63, d75, d90, d110, d125, d160, d200, d250, d315
Rakennusten viemärointi	✓	✓	✓	✓
Perinteinen kattovedenpoisto	✓ ²⁾	✓ ¹⁾	✓ ¹⁾	✓ ²⁾
Materiaali	PE-S2	PP-MX	PP-MD	PE
Lämpölaajenemiskerroin	0,17 mm/(m • K)	0,07 mm/(m • K)	0,08 mm/(m • K)	0,17 mm/(m • K)
Lämpölaajenemisen kompensointi	Paisuntayhteillä	O-rengasliitoksissa Ei vaadi mitään erityisiä toimenpiteitä	O-rengasliitoksissa Ei vaadi mitään erityisiä toimenpiteitä	Paisuntayhteillä
Asennuslämpötila	-20 °C – +40 °C	-10 °C – +40 °C	-10 °C – +40 °C	-20 °C – +40 °C
Käyttölämpötila	-20 °C – +60 °C	-10 °C – +80 °C	-10 °C – +80 °C	-20 °C – +80 °C
Kemikaalienkestävyys	95 % kaikista vakiokemikaaleista	Tavanomaiset kotitalouskemikaalit		95 % kaikista vakiokemikaaleista

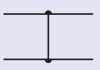
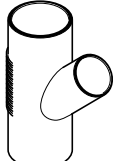
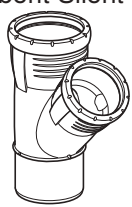
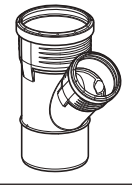
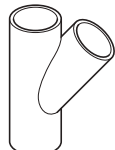
✓ Soveltuu

¹⁾ Geberit-muhvilukolla jopa 20 m:n korkeuksille²⁾ Jopa 30 m:n korkeuksille

6.1.5 Geberit-viemärijärjestelmien sijoittelu

Geberit tarjoaa erityisen laajan valikoiman erilaisia viemärijärjestelmiä. Liitostekniikka ja äänieristyksen laatu ovat tärkeimmät eroavaisuudet viemärijärjestelmien välillä.

Taulukko 5: Geberit-viemärijärjestelmien äänieristyksen ja liitostekniikan yleiskuva

	Liitostekniikka			
	Puskuhitsaus	Sähköhitsaus	Pantaliitos	Muhviliitos
				
	Vetoluja liitos			
Äänieristävä 	Geberit Silent-db20 			Geberit Silent-Pro 
Äänioptimoitu 	—			Geberit Silent-PP 
Ilman äänieristystä 	Geberit PE 		—	

Geberit Silent-Pro sijoitetaan hinnan ja tehon suhteen samalle tasolle Geberit Silent-db20:n kanssa, eli ”erittäin hyvin ääntä vaimentava”. Huomattava ero on liitostekniikassa, joka valitaan vaatimusten mukaisesti.

Geberit suosittelee koko rakennuksen kattavaa asennusta Geberit Silent-Pro -putkilla (tai Geberit Silent-db20 -putkilla) parhaiden mahdollisten ääniarvojen saavuttamiseksi. Mikäli äänitekniset vaatimukset ovat vähemmän vaativia, kustannustehokkaampi hybridiasennus, jossa käytetään Geberit Silent-Pro -järjestelmää pystykokoojissa ja Geberit Silent-PP -järjestelmää kytkentäputkissa, tuottaa hyviä ja taloudellisia ratkaisuja.

Asennustilanteisiin, joissa vaaditaan suurta kestävyyttä ja vetolujuutta, eikä äänieristykselle aseteta vaatimuksia, soveltuu Geberit PE -viemärijärjestelmä.

6.2 Geberit-asennusjärjestelmät

6.2.1 Geberit-elementtiseinät

Geberit-elementtiseinät ovat toisiinsa sovitettuja komponentteja, jotka koostuvat Geberit-asennuselementeistä, profiileista ja kiskoista koostuvasta perustasta, kiinnitystekniikoista ja levytyksestä. Täydellinen Geberit-elementtiseinä huolehtii staattisesta kestävydestä. Saniteettilaitteiden painokuormitukset kohdistuvat Geberit-asennuselementtien levytyksen ja perustan kautta Geberit-elementtiseinään ja johdetaan rakennuksen runkoon.

Geberit-elementtiseiniä täydennetään syöttö- ja viemäriputkistoilla, lämmitysjohtoilla ja ilmanvaihtoputkistolla, jotka on sovitettu Geberit-elementtiseiniin ja tarkastettu. Toteutus tapahtuu laattavalmiiseen pintaan asti yhdeltä yritykseltä, LV-asentajalta. Tarvitaan siis vain yksi yhteyshenkilö. LV-asentaja suorittaa koko koordinoinnin ja on vastuussa takuusta. Rakennuskulut yksinkertaistuvat, asennusajat pienenevät ja näin niistä tulee taloudellisesti mielenkiintoisempia.

Jokaista rakennustilannetta varten voidaan laatia asennusseinät yksinkertaisten ja yhtenäisten sääntöjen mukaisesti. Geberit-elementtiseinien avulla voidaan toteuttaa viehättäviä pohjaratkaisuja mitä erilaisimmilla asennusseinillä, olipa kyse asennusseinärakenteesta, seinäasennuksesta tai tilanjakajasta. Siinä missä pinnoitettu asennusseinärakenne luo klassiseen kylpyhuoneeseen käytännöllistä laskutilaa, Geberit-elementtiseinillä, esim. Geberit GIS, voidaan suurempia kylpyhuonetiloja jakaa erinomaisesti yksittäisiin vyöhykkeisiin, esim. kylpy- ja WC-alueiden erottamiseksi, suihkusaarekkeen luomiseksi tai yksittäisten saniteettielementtien piilottamiseksi syvennyksiin.



Kuva 40: Geberit Duofix -elementtiseinä



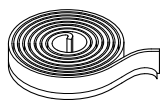
Kuva 41: Geberit GIS -elementtiseinä

6.2.2 Äänen eristäminen asennusjärjestelmissä

Geberit-asennusjärjestelmiä käytettäessä runkoäänen siirtyminen viereisiin tiloihin minimoidaan.

Kaikki laitteistot on eristetty rakennuksen rungosta asennusjärjestelmän avulla.

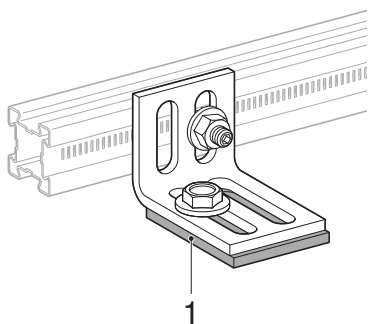
Geberit GIS -asennusjärjestelmä eristetään äänieristyslevyillä ja Geberit Duofix -asennusjärjestelmä Geberit PE -eristysnauhalla rakennuksen rungosta.



Kuva 42: Geberit Duofix -eristysnauha tuotenro 111.889.00.1



Kuva 43: Äänieristyslevy Geberit GIS -asennuskulmalle tuotenro 461.014.00.1



Kuva 44: Käyttöesimerkki Geberit GIS -äänieristyslevyille

1 Geberit GIS -äänieristyslevy

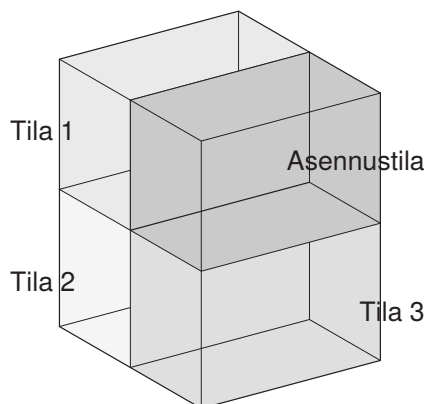
6.3 Äänimittaus Geberit-testirakenteilla

6.3.1 Testiolosuhteet

Geberit suorittaa kaikki mittaukset omassa äänilaboratoriossa Sveitsin Jonassa. Kaikki mittaustilat ovat kooltaan noin 50 m³. DELTA on avustanut Geberitiä Geberit-viemärijärjestelmien äänimittausten suunnittelussa ja toteutuksessa, jotta varmistettaisiin, että mittaukset vastaavat suomalaisia olosuhteita.

Testiympäristö

Kaikki testirakenteet on suunniteltu Geberitillä ja mittaukset on suoritettu omassa rakennusfysiikan laboratoriossa. Täydellisen Geberit-asennusjärjestelmän pystytys mahdollistaa mittaukset todellisissa olosuhteissa ja kolmessa vierekkäisessä tilassa. Näin otetaan asennusjärjestelmän kaikkien komponenttien (WC-huuhtelu, kytkentäputki, pystykokooja jne.) lisäksi huomioon myös kulloinenkin rakennustilanne.



Kuva 45: Tilajako

6.3.2 Mittaustulokset

Mittaustulokset on ilmoitettu standardissa SFS 5907 määritetyn ääniluokituksen mukaisesti. Asunnoille asetettu toimintavaatimus katsotaan täytetyksi, kun se on toteutettu standardin SFS 5907 luokan C mukaisesti.

Ääniluokka		Asuinitilat		Keittiö	
		L _{Aeq, T} [dB]	L _{AFmax, T} [dB]	L _{Aeq, T} [dB]	L _{AFmax, T} [dB]
Luokka A	A	24	29	29	34
Luokka B	B	24	29	29	34
Luokka C	C	28	33	33	38
Luokka D	D	30	35	35	40
Luokka E *	E	35	40	40	45
Luokka F *	F	40	45	45	45

* ei luokiteltu

Mittausmenetelmä

Geberit on sovittanut mittaustilat DELTA:n määrittämien erittelyjen mukaan niin, että niiden jälkikaiunta-aika vastaa jälkikaiunta-aikaa tyypillisten suomalaisten asuntojen kalustamattomissa tiloissa. Tämä tarkoittaa, että mittaustuloksia voidaan verrata suoraan rakennuksen ääniympäristöä koskevan Ympäristöministeriön asetuksen vaatimuksiin.

Mittaukset perustuvat standardiin EN ISO 10052:2005. Vieräsäänten vaikutuksen korjaus mittaustuloksiin tapahtuu standardin EN ISO 16032:2004 mukaisesti.

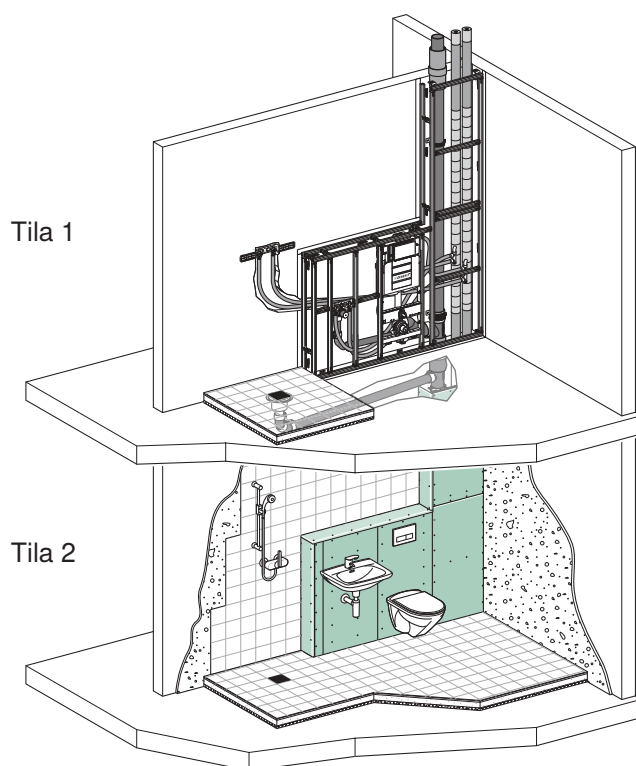
Testirakenteet

- Takaseinä: Muurattu seinä 180 kg/m² tai Ytong-kevytbetoni 100 mm
- Asennusseinä: Geberit GIS- tai Geberit Duofix -elementtiseinä
- Pystykokooja: Geberit Silent-db20, Geberit Silent-PP tai Geberit Silent-Pro
- Viemärikalusteiden vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20, Geberit Silent-PP tai Geberit Silent-Pro
- Levytys: Geberit-paneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat

6.3.3 Mittaus nro 2011-01FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Muurattu seinä 180 kg/m²
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro



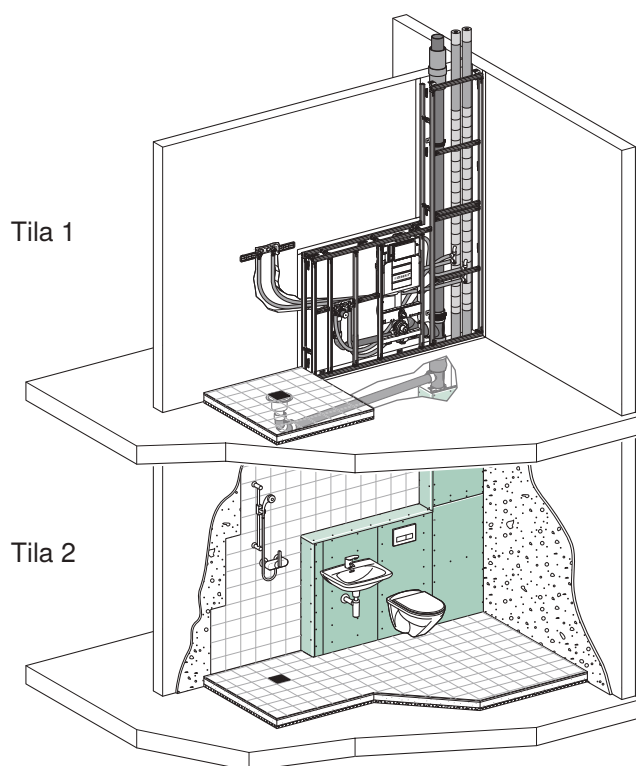
Mittaustila	Suihku				WC			
	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*
Tila 1	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 28	C	< 33	C	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.4 Mittaus nro 2011-09FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Muurattu seinä 180 kg/m²
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-PP
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP



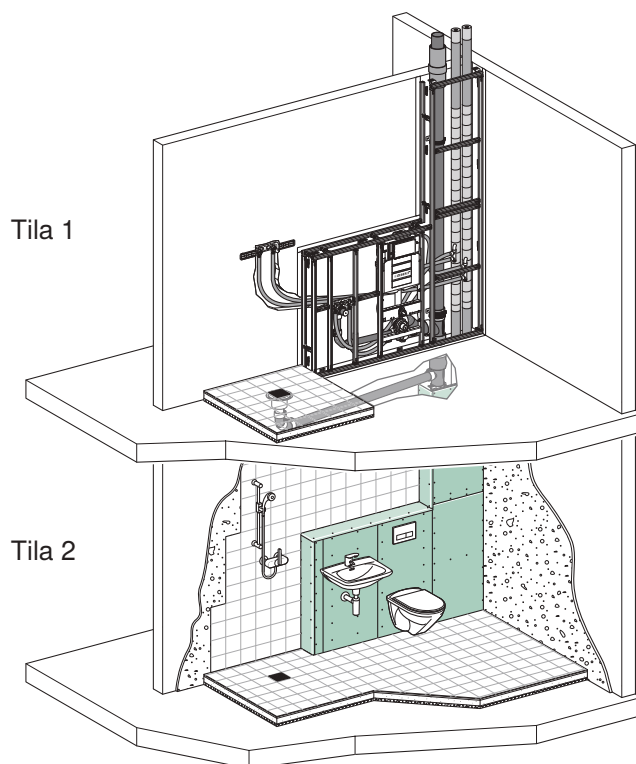
Mittaustila	Suihku				WC			
	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*
Tila 1	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 30	D	< 35	D	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.5 Mittaus nro 2011-06FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Muurattu seinä 180 kg/m²
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP



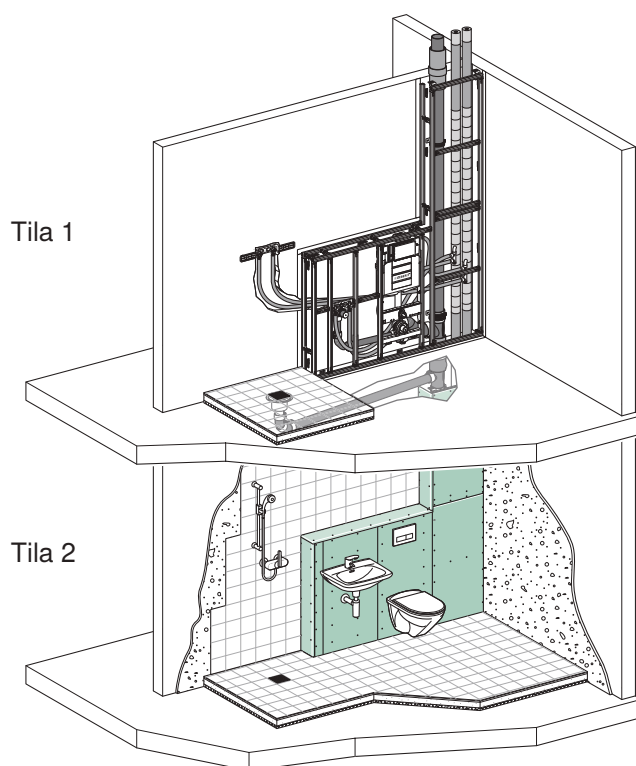
Mittaustila	Suihku				WC			
	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*
Tila 1	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 28	C	< 33	C	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.6 Mittaus nro 2011-27FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Ytong-kevytbetoniharkot 100 mm
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro



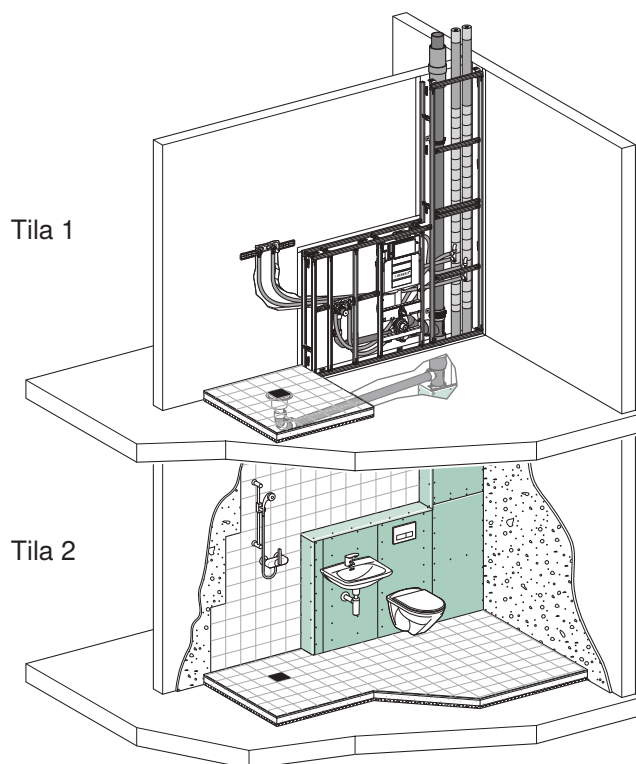
Mittaustila	Suihku				WC			
	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*
Tila 1	< 30	D	—	—	< 28	C	< 35	D
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 28	C	< 29	A	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.7 Mittaus nro 2011-33FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Ytong-kevytbetoniharkot 100 mm
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-PP
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP



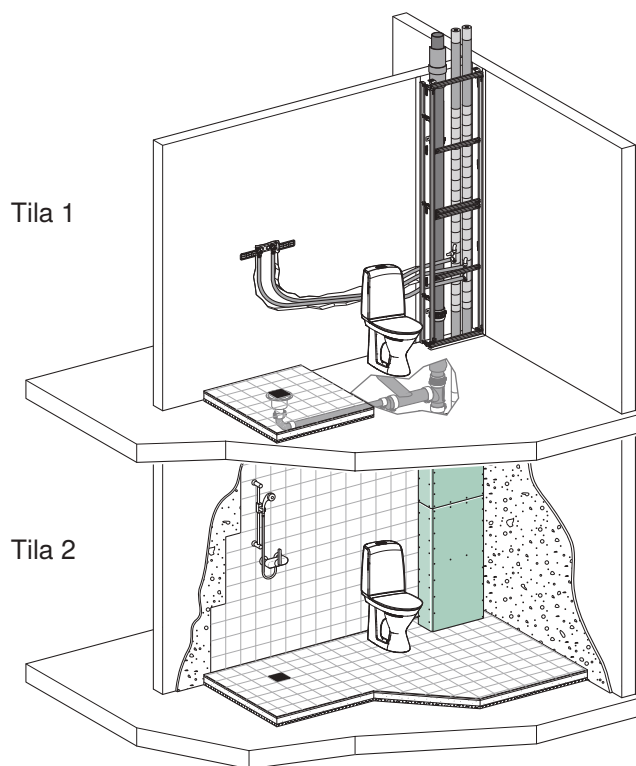
Mittaustila	Suihku				WC			
	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*
Tila 1	< 28	C	—	—	< 28	C	< 33	C
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 28	C	< 33	C	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.8 Mittaus nro 2017-01FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Muurattu seinä 180 kg/m²
- Lattia-WC: Ifö Spira
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 2 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: Geberit CleanLine20
- Hanat: Termostaattihana
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro



Mittaustila	Suihku				WC**			
	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*	L _{Aeq, T}	ÄL*	L _{AFmax, T}	ÄL*
Tila 1	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 24	A	< 29	A	< 30	D	< 45	F

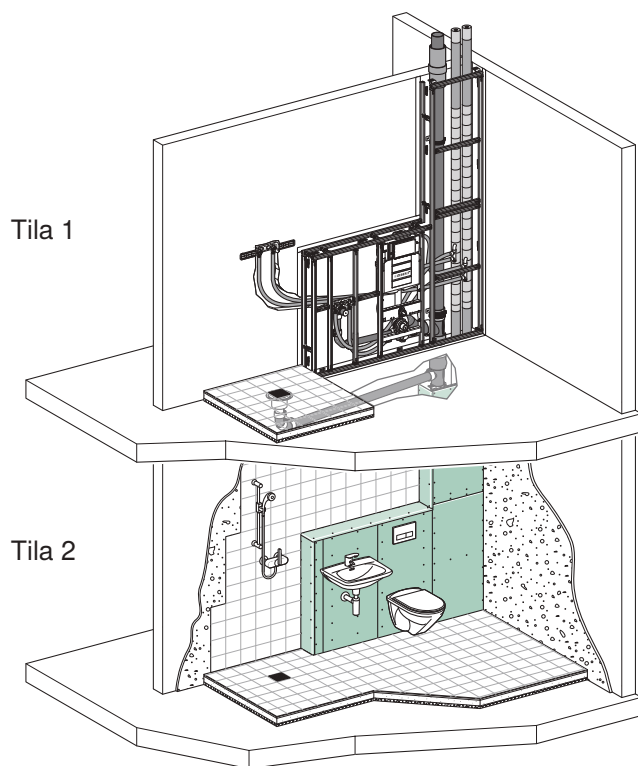
* Ääniluokka

** Kelluva lattiarakenne

6.3.9 Mittaus nro 2011-30FI

Testiympäristön rakenne:

- Takaseinä: Ytong-kevytbetoniharkot 100 mm
- Asennusseinä: Geberit GIS
- Levytys: Geberit-järjestelmäpaneeli 1 x 18 mm
- Alaslaskettu katto: Kipsi 1 x 12,5 mm
- Vesijohtojen runkoputket: Geberit Mepla, eristetty Rockwoolilla
- Vesijohtojen kytkentäputket: PEX
- Suihkukaivo: 75 mm, ruostumaton teräs
- Hanat: Yksiotehanat
- Haaraviemärit:
 - Pystykokooja: Geberit Silent-db20 / Geberit Silent-Pro
 - WC:n/pesualtaan vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP
 - Suihkun vaakasuorat haaraviemärit: Geberit Silent-PP



Mittaustila	Suihku				WC			
	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*	$L_{Aeq, T}$	ΔL^*	$L_{AFmax, T}$	ΔL^*
Tila 1	< 30	D	—	—	< 28	C	< 35	D
Tila 2	< 24	A	< 29	A	< 24	A	< 29	A
Tila 3	< 28	C	< 29	A	< 24	A	< 33	C

* Ääniluokka

6.3.10 Neuvonta äänimittausten yhteydessä

Tämän luvun äänimittaukset on sovitettu suomalaisiin olosuhteisiin ja suoritettu suomalaisten määräysten mukaisesti. Geberit on työskennellyt tiiviisti yhdessä DELTA:n kanssa äänimittausten suunnittelussa.

"DELTA on yksi Euroopan johtavista kehitystaloista sekä yksi Tanskan yhdeksästä hyväksytystä teknologia-palvelulaitoksista (GTS). DELTA:n 280 työntekijää Tanskassa, Ruotsissa ja Iso-Britanniassa työskentelevät yhdessä asiakkaiden kanssa yli 50 maasta. DELTA toimii rakentamisen, kehityksen, tarkastuksen, sertifiointin ja neuvonnan parissa eri aloilla, rakennusakustiikka mukaan lukien. DELTA työskentelee jo 70 vuoden ajan tarkastuksen ja neuvonnan parissa rakennusakustiikan alalla ja on suorittanut mm. lukemattomia kehitys- ja tutkimustehtäviä esim. julkisille viranomaisille. DELTA on DANAK:in akkreditoima akustiikka-alueen teknisten testiensuorittamiseen ja se osallistuu aktiivisesti kansainväliseen standardointityöhön."

Kirje julkaistaan DELTA:n kanssa tehdyn sopimuksen mukaisesti.



Geberit A/S
Lægårdsvej 26
8520 Lystrup
Denmark
Att. Michael Storm Pedersen

Aarhus, 21 March 2019

Task nr. 118-36859
Acoustics
LSS/HSO/ilkk
TC-101358

Consultancy in relation to acoustic measurements on Geberit drain and installation systems

According to agreement DELTA has assisted Geberit A/S in relation to planning and execution of acoustic measurements on drain and installation systems of Geberit. The measurements are executed by Geberit at their acoustical laboratories in Jona, Schweiz.

Geberit has, by following specification from DELTA, made an acoustical regulation of the measurement rooms, so their reverberation time approximates the reverberation time in living rooms without furniture in typical buildings. This means, that the measurement results can be compared to the requirements regarding noise from installations in the Danish Building Code 2010.

With assistance from DELTA a test procedure has been prepared which follows the guidelines described in SBI-direction 217: "Execution of building acoustic measurements" (SBI-anvisning 217 "Udførelse af bygningsakustiske målinger"), which Building code 2010 refers to. The measurements are based on DS/EN ISO 10052:2005: "Acoustics - Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound -- Survey method". However, correction of the influence of background noise to the measurement results is performed by following DS/EN ISO 16032:2004: "Acoustics - Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings - Engineering method".

Choice of building constructions (wall and floor structure), covering of pipe systems, sanitary installations and water taps are all undertaken by Geberit.

DELTA has during the measurement campaign paid two visits to the laboratory in Jona. The first time at the beginning of the measurements, where DELTA among other things introduced the proposed test procedure to Geberit. During this visit, laboratory facilities, measurement equipment etc. was examined and evaluated. Later in the measurement campaign a second visit was paid, where Geberit performed a full measurement.

Based on the two site visits supplemented by inspection of the laboratory test documentation DELTA evaluated, that the competence, facilities and measurement procedure as well as reporting of measurement data in spreadsheets in general are satisfying and sufficient. The subsequent presentation of measurement data is prepared by Geberit.

(This document is an English translation of the Danish document: "Rådgivning i forbindelse med lyd målinger på Geberits afløbs- og installationssystemer" AV1245/11 dated 15 November 2011).

Yours sincerely
DELTA – a part of FORCE Technology


Lars Sommer Søndergaard
Senior Specialist, Acoustics
lss@force.dk



ADVANCED
TECHNOLOGY GROUP

FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm, Denmark
Tel: +45 72 19 40 00
Fax: +45 72 19 40 01

FORCE Technology Norway AS
Nye Vakkås vei 32
1395 Hvalstad, Norway
Tel: +47 64 00 35 00
+47 64 00 35 01
info@forcetechnology.no

FORCE Technology Sweden AB
Tallmätargatan 7
72134 Västerås, Sweden
Tel: +46 (0)21-490 3000
+46 (0)21-490 3001
info@forcetechnology.se

FORCE Technology
Park Allé 345
2605 Brøndby, Denmark
Tel: +45 43 25 00 00
+45 43 25 00 10
info@forcetechnology.dk
www.forcetechnology.com

TC-101358

Page 1 of 1

Geberit Oy
Tahkotie 1
01530 Vantaa

Puh. 010 662 300

tekninentuki@geberit.com
www.geberit.fi