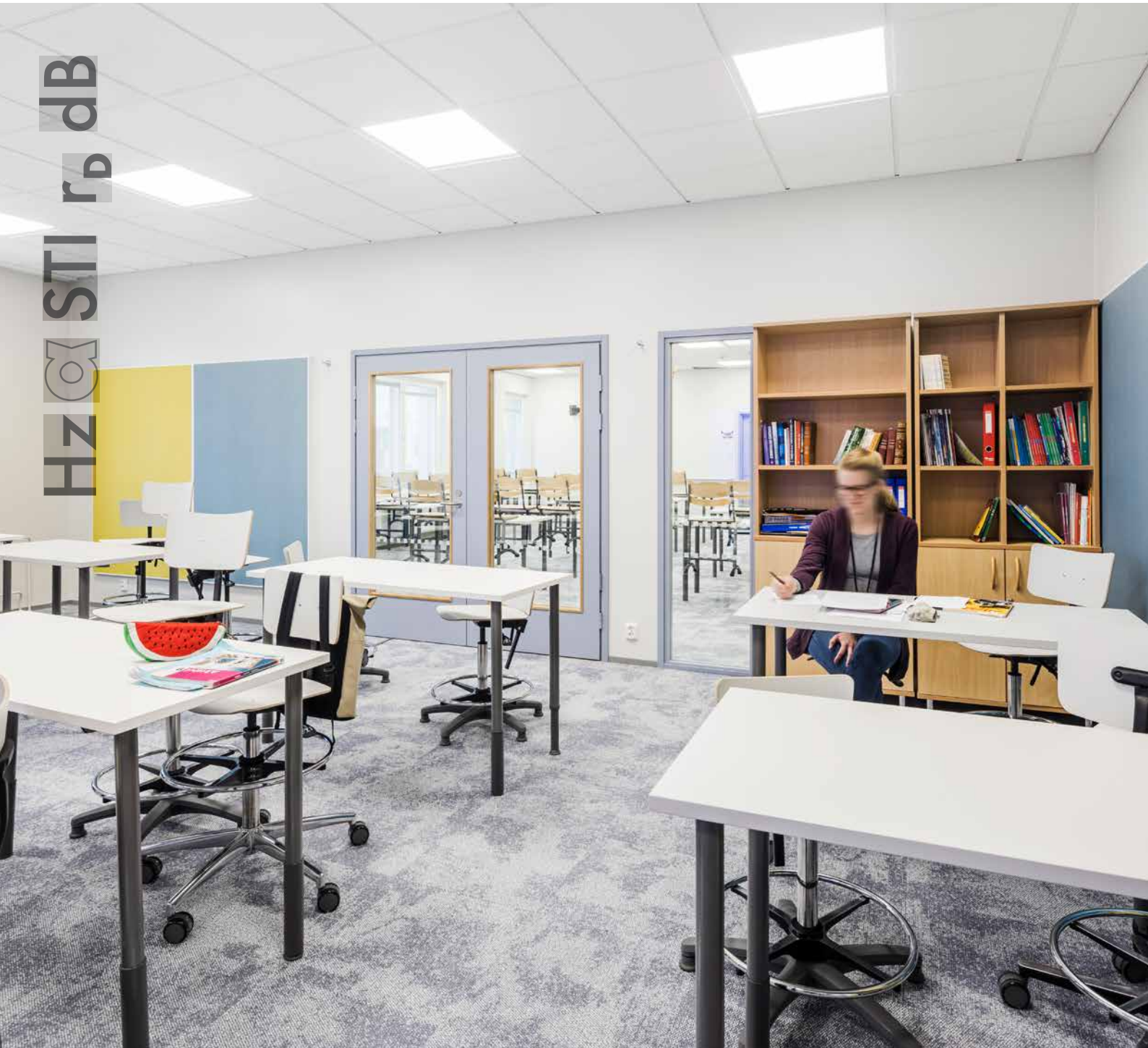


# Huoneakustiikka

Ohjeita huoneakustiikan toteutukseen

Standardin  
SFS 5907 mukaan



Hz  $\alpha$  STI  $r_D$  dB



## Sisällys

|  |    |
|--|----|
| Ohjeita huoneakustiikan toteutukseen   | 4  |
| Akustiikkaan liittyviä peruskäsitteitä | 6  |
| Esimerkkitalat                         |    |
| Toimistot                              | 8  |
| Oppilaitokset                          | 11 |
| Päiväkodit                             | 12 |
| Liikuntatilat                          | 12 |
| Terveystieteiden rakennukset           | 15 |
| Palvelutalot                           | 16 |
| Hotellit                               | 17 |
| Asunnot                                | 18 |
| Teollisuustyöpaikat                    | 18 |
| WC- ja hygienia-tilat                  | 18 |
| Taustatietoja taulukkoarvoihin         | 19 |



Standardi ei ole määräys vaan suositus ja se on tarkoitettu opastavaksi asiakirjaksi, jonka tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoiden, konsulttien, rakennuttajien ja kiinteistönomistajien työtä akustisesti tarkoitukseenmukaisten tilojen aikaansaamiseksi.

### Ohjeet huoneakustiikan toteutukseen

Tässä ohjeessa esitetään suuntaa antavia käytännön ratkaisuja, kuinka edellä mainitussa julkaisussa esitetyt huoneakustiikalle asetetut vaatimukset voidaan saavuttaa.

Jälkikaiunta-ajan osalta taulukoissa annetaan tarvittavat akustointimateriaalin määrät annettujen arvojen toteutumiseksi. Ne esitetään prosentteina huonetilan lattiapinta-alasta. Akustointimateriaalia on hyvä sijoittaa kattopinnan lisäksi myös ainakin yhdelle seinäpinnalle.

Puheensiirtoindeksin ja häiritsevyysetäisyyden toteutumiseksi ei voida antaa yksittäisiä lukuarvoja. Tiloihin, joissa näille on vaatimuksia, annetaan ratkaisuja parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi.

Haluttaessa varmistaa tavoiteltavien arvojen toteutuminen on akustinen suunnittelu teetettävä akustiikka-asiantuntijalla.

## Huoneakustiikka – Ohjeita huoneakustiikan toteutukseen

Ihmiset viettävät nykyään suurimman osan ajastaan sisätiloissa. Oikein suunnitellut huonetilat ja niiden sisustus takaavat meille hyvän ja toimivan työskentely-, oppimis- ja viihtymisympäristön. Sisätilojen äänimaailma on keskeinen osa sisäympäristöä. Akustisesti hyvin suunnitelluissa tiloissa kuullaan hyvin ne äänet, jotka ovat meille tärkeitä ja hyödyllisiä ja häiriöitä aiheuttavien äänien määrä on mahdollisimman vähäinen.

Hyvän akustiikan toteutus vaatii erityyppisissä huone-tiloissa toisistaan poikkeavia ratkaisuja. Mitoituksen perustana on useimmiten jälkikaiunta-aika, joka kuvaa tilan kaikuisuutta. Yleistyvissä avoimissa toimitiloissa ja oppimisympäristöissä myös muiden tilan akustiikkaa kuvaavien suureiden huomioiminen on tarpeellista.

Tässä esitteessä annetaan ohjeita standardin SFS 5907 vaatimusten täyttämiseksi huoneakustiikan osalta.

Huoneakustiikkaan liittyviä määräyksiä ja ohjeita löytyy seuraavista julkaisuista:

- Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä perustelumuiotioineen, 2017
- Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä, 2018
- Sisäilmastoluokitus 2018
- Standardi SFS 5907 'Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus', 2022

### Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus - Standardi SFS 5907

Suomen Standardisoimisliiton standardi SFS 5907 'Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus' antaa ohjeita erilaisissa rakennuksissa tavoiteltavista äänen-eristyksestä, äänitasoista ja huoneakustiikasta. Tavoitteet määritellään standardissa teknisinä lukuarvoina. Huoneakustiikan osalta käytetään jälkikaiunta-aikaa sekä joissakin tapauksissa STI- ja  $r_D$ -arvoja.

Standardi jakaa rakennuksen kolmeen akustiseen luokkaan A1, A2, A3, joista luokka A1 on vaativin ja luokka A3 lievin. Akustinen luokka A2 vastaa ääniympäristöasetuksessa säädettyjä velvoitteita. Akustinen luokka A3 koskee vain olemassa olevia vanhoja rakennuksia, eikä sen ohjeita sovelleta uudisrakennuksiin.

Rakennuksissa on yleensä useita eritasoisia tiloja, joten luokitustavoitteet voivat vaihdella myös tilakohtaisesti rakennuksen sisällä. Siksi akustista luokittelua voidaan tehdä sekä tilakohtaisesti että rakennuskohtaisesti.



# Akustiikkaan liittyviä peruskäsitteitä

## Absorptiosuhde ja absorptioluokka

Materiaalin äänenabsorptio-ominaisuudet ilmoitetaan sen absorptiosuhteena eri äänen taajuuksilla. Vaimennuskerroin  $\alpha_s$  on 0 pinnan heijastaessa kaiken siihen kohdistuvan äänen ja 1 kun kaikki pintaan kohdistuva ääni absorboituu siihen.

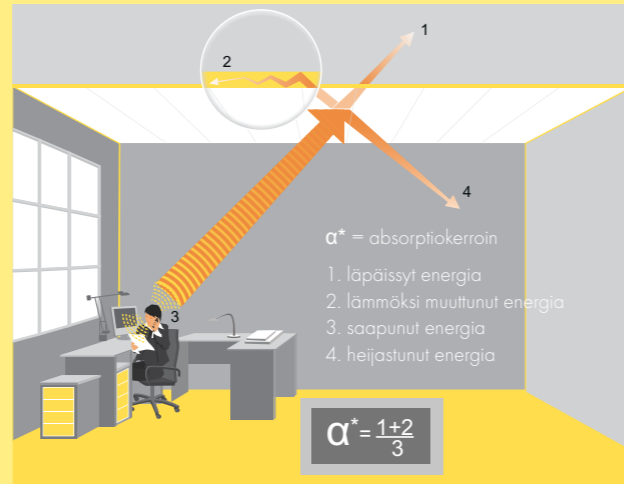
Ääntä absorboivien materiaalien mittauksissa käytetään yleisimmin standardia EN ISO 354. Tulokset esitetään usein 1/1-oktaaveittain kaistoilla 125, 250, 500, 1000, 2000 ja 4000 Hz.

Standardi EN ISO 11654 määrittää vaimennusmateriaaleille ns. absorptioluokat, jotka merkitään kirjaimilla A..E. Luokkaan A kuuluvat vaimentavat parhaiten ääniä. Eri luokkien rajakäyrät on esitetty viereisessä kuvassa. Kun tuotteen absorptioluokka ilmoitetaan on ilmoitettava myös asennustapa eli onko vaimentava materiaali kiinnitetty suoraan taustapintaan vai asennettu alaslasketuna. Alaslasketuissa asennuksissa on ilmoitettava myös asennuksen kokonaiskorkeus.

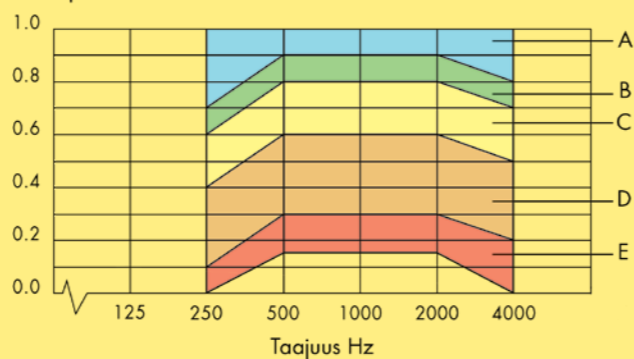
## Jälkikaiunta-aika T

Jälkikaiunta-aika on aika, jonka kuluessa äänenpainetaso laskee 60 dB äänilähteen lopetettua toimintansa. Käytännössä tämä on se aika kuinka kauan kaiku on kuultavissa.

Jälkikaiunta-aika T (s) riippuu huoneen tilavuudesta, kokonaisabsorptiosta ja absorptiomateriaalin sijoittelusta. Huoneessa, jossa pinnat ovat pääosin kovia ja ääntä heijastavia, jälkikaiunta-aika on pidempi kuin tilassa, jossa on runsaasti ääntä absorboivaa materiaalia. Jälkikaiunta-aika kasvaa huonetilavuuden kasvaessa ja pienenee absorptioalaa lisättäessä. Jälkikaiunta-aika on pidempi, jos absorptiomateriaali sijaitsee vain yhdellä huonepinnalla kuin jos sama määrä absorptiomateriaalia sijoitetaan useammalle kuin yhdelle huonepinnalle. Puhetiloiissa



Absorptiokerroin



Absorptioluokat on nimetty A - E. Absorptioluokan A tuotteella on paras vaimennus ja luokan E tuotteella heikoin. Absorptioluokkaa ilmoitettaessa on aina esitettävä mitatun rakenteen kokonaiskorkeus (o.d.s). Levyn paksuudella on merkitystä erityisesti matalien taajuuksien vaimennukseen.

## ECOPHON-TUOTTEIDEN ABSORPTIOLUOKKIA:

| Tuote  | Asennustapa                         | Abs. luokka |
|--|-------------------------------------|-------------|
| Focus, Gedina, Advantage, Super G 20 mm                        | 200 mm alaslasku                    | A           |
| Master, Industry Modus TAL 50 mm, Super G 35 mm, Super G 40 mm | Alaslasku tai suoraan taustapintaan | A           |
| Akusto Wall  | Seinäasennus suoraan taustapintaan  | A           |
| Focus, Industry Modus TAL 30 mm                                | Suoraan taustapintaan               | C           |

Yksityiskohtaiset tiedot Ecophon-tuotteiden absorptioluokista löytyvät nettisivuiltamme osoitteesta ecophon.fi.

## GYPTONE-TUOTTEIDEN ABSORPTIOLUOKKIA:

| Tuote  | Asennustapa      | Abs. luokka |
|--|------------------|-------------|
| Quattro 20, 40, 41, 43, 44, 50, 55, 70, 75, Point 11, 15, Sixto 60, 63, 65, Line 4, 5, 860, 63, 65, Line 4, 5, 860, 63, 65, Line 4, 5, 8 | 200 mm alaslasku | C           |

lyhyt jälkikaiunta-aika (noin 0,5 s) koetaan useimmiten miellyttävänä ja puheen erotettavuus on hyvä. Huoneakustiikan vaatimuksia on perinteisesti esitetty pääosin jälkikaiunta-ajan arvoina.

## Puheensiirtoindeksi STI

Puheen erotettavuus ja sen kautta ymmärrettävyys huone-tilassa riippuu taustamelutason ja puheen tason suhteesta, jälkikaiunta-ajasta, etäisyydestä puhujan ja kuulijan välillä sekä puhujan suuntaavuudesta. Puheen erotettavuus voidaan fysikaalisesti mitata ja tulos ilmoitetaan puheensiirtoindeksinä, STI.

Puheensiirtoindeksin lukuarvo voi vaihdella välillä 0,00...1,00. Arvo 1,00 kertoo täydellisestä tavuerotettavuudesta. Se voidaan saavuttaa huone-tiloissa vain puhujan lähituntumassa. Arvo 0 kertoo, että puheesta ei saa enää tavuakaan selvää.

Tavanomaisissa huone-tiloissa, esimerkiksi luokkahuoneet, neuvottelutilat, tavoitteellaan hyvää puheen selvyttä. Tällöin STI-arvon pitäisi olla ainakin 0,75. Avotiloissa, esimerkiksi avoimistot ja avoimet oppimisympäristöt, puheen kuuluminen selvänä kauas puhujasta voi aiheuttaa häiriötä siellä oleville. Avoimissa tiloissa puheensiirtoindeksin pitäisikin olla alle 0,5 häiritsevyysetäisyyden ulkopuolella. Häiritsevyysetäisyyden pitäisi olla mahdollisimman pieni.

## Häiritsevyysetäisyys $r_D$

Jotta avotiloissa muiden äänet eivät häiritse tulisi ns. häiritsevyysetäisyyden  $r_D$  olla mahdollisimman pieni. Häiritsevyysetäisyys määritellään etäisyydeksi, jota kauempana puheensiirtoindeksi  $STI < 0,5$ . Suositus avotiloihin on, että häiritsevyysetäisyys olisi pienempi kuin 5 m. Häiritsevyysetäisyyttä voidaan lyhentää käyttämällä hyvin ääntä vaimentavaa kattopintaa, riittävän korkeita sermejä (yli 1,7 m) ja peiteääntä.

## Peiteääni

Peiteäänellä voidaan estää häiritsevän puheen kuulamista yksittäisestä työpisteestä muihin työpisteisiin. Peiteääni vaikuttaa siihen, miten kaukana puhujasta puheen sisällöstä vielä saa selvää. Yleensä peiteäänenä käytetään kaiuttimista tulevaa kohinaa, joka on usein ilmastointi-

laitteiden äänen kaltaista. Myös muita ääniä, kuten musiikkia ja luonnon ääniä, voidaan käyttää. Kaiuttimet voidaan sijoitella piiloon, eikä peiteääntä useinkaan edes havaitse. Suositeltava peiteäänien taso on 40-45 dB.

Pelkällä peiteäänellä avotilojen ääniongelmia ei kuitenkaan ratkaista. Peiteäänien lisäksi on kiinnitettävä huomiota tilan vaimennusmateriaaleihin.

## Ohjeelliset äänenvaimennusmateriaalien määrät ja muita ohjeita

Alla olevista taulukoista ja niiden jälkeisessä diagrammissa esitetään ohjearvoja tarvittaville vaimennusmateriaalien määriille, joilla saavutetaan edellä mainituissa dokumenteissa annetut jälkikaiunta-ajat. Määrät on laskettu absorptioluokkien A ja C materiaaleille (EN ISO 11654) ja ne ilmoitetaan prosentteina lattiapinta-alasta. Huonekorkeutena H on käytetty tilalle tyypillistä arvoa. Jos tilan korkeus poikkeaa selvästi taulukon oletusarvosta, katso tarkempi arvo taulukkojen jälkeisestä diagrammista (sivu 19). Taulukoissa T on ohjeissa annettu jälkikaiunta-aika sekunteina. A ja C ovat vaimennusmateriaalien absorptioluokat standardin EN ISO 11654 mukaan.

On muistettava, että kattopintaan asennettavat valaisimet, ilmanvaihtolaitteiden osat ja muut tekniset asennukset vievät merkittävän osan sisäkattopinnasta, joten äänenvaimennusmateriaalille jää alasta vain noin 80 – 85 %. Kun vaimennuslevyjen tarve on suurempi, asennetaan loput levyt seinille. Muutenkin on suositeltavaa asentaa vaimennuslevyjä ainakin yhdelle seinäpinnalle ns. tärykaikujen ehkäisemiseksi.

Kun julkaisuissa annetaan arvoja puheensiirtoindeksille ja häiritsevyysetäisyydelle, ne ilmoitetaan kunkin taulukon alla.



# Toimistot

Toimistoissa on usein yksittäisiä työhuoneita, kokoustiloja sekä avo- ja/tai monitilaa. Yhden tai kahden henkilön työhuoneissa sekä neuvottelutiloissa riittää useimmiten, että jälkikaiunta-aika on riittävän lyhyt. Kattopinnan lisäksi akustoisia materiaaleja on hyvä asentaa myös seinäpinoille. Avotiloissa jälkikaiunta-ajan lisäksi on kiinnitettävä huomiota häiritsevien äänten etenemiseen työpisteestä toiseen. Tämä usein edellyttää riittävän korkeiden, yli 1,7 m, seinäkkeiden ja peiteäänien käyttöä. Suositeltava peiteäänien taso on 40-45 dB.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| TOIMISTOT   | Tilan korkeus h (m) | Luokka A1 |                  |                  | Luokka A2 |                  |                  | Luokka A3 |                  |                  |
|---|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|   |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Avoin toimistotila, kalustamaton                                  | 2,5                 | 0,45      | 88               | 135              | 0,6       | 61               | 95               | 0,7       | 50               | 77               |
| Avoin toimistotila, kalustettu                                    | 2,5                 | 0,3       | 140              | 217              | 0,4       | 101              | 156              | 0,5       | 77               | 119              |
| Toimistohuone   | 2,5                 | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               | 1         | 30               | 46               |
| Taukotila   | 2,5                 | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               | 1         | 30               | 46               |
| Neuvottelutila, vetäytymistila <sup>1</sup>                       | 2,5                 | 0,5...0,7 | 77...50          | 119...77         | 0,5...0,7 | 77...50          | 119...77         | 0,6...0,9 | 61...35          | 95...54          |
| Käytävä   | 2,5                 | 0,6       | 61               | 95               | 1         | 30               | 46               | 1,3       | 19               | 29               |
| Aula, vastaanotto tai vastaava tila, korkeus enintään 5 m         | 4                   | 0,8       | 77               | 119              | 1,3       | 41               | 63               | 1,5       | 33               | 51               |
| Aula, vastaanotto tai vastaava tila, korkeus yli 5 m <sup>2</sup> | 6                   | 1,3       | 70               | 108              | 1,9       | 32               | 49               | 1,9       | 28               | 43               |
| Ruokatilat  | 3                   | 1         | 39               | 61               | 1,2       | 30               | 46               | 1,5       | 20               | 31               |

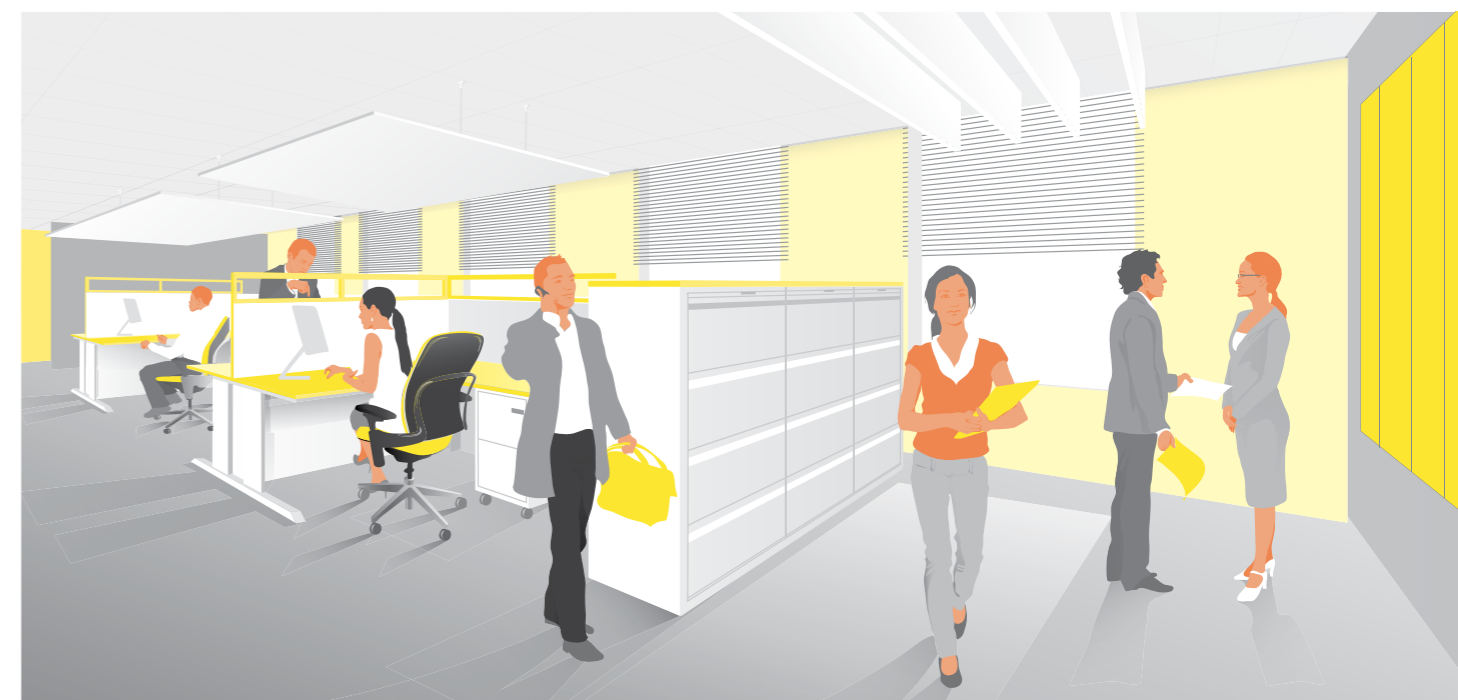
<sup>1</sup> Tarkoittaa tavanomaisia pieniä ja keskiuuria neuvottelutiloja, joiden tilavuus on tyypillinen. Suurikokoisten koulutus- ja auditoriotilojen vaatimustaso on asetettava tapauskohtaisesti ja nämä edellyttävät erillistä akustiikkasuunnitelmaa.

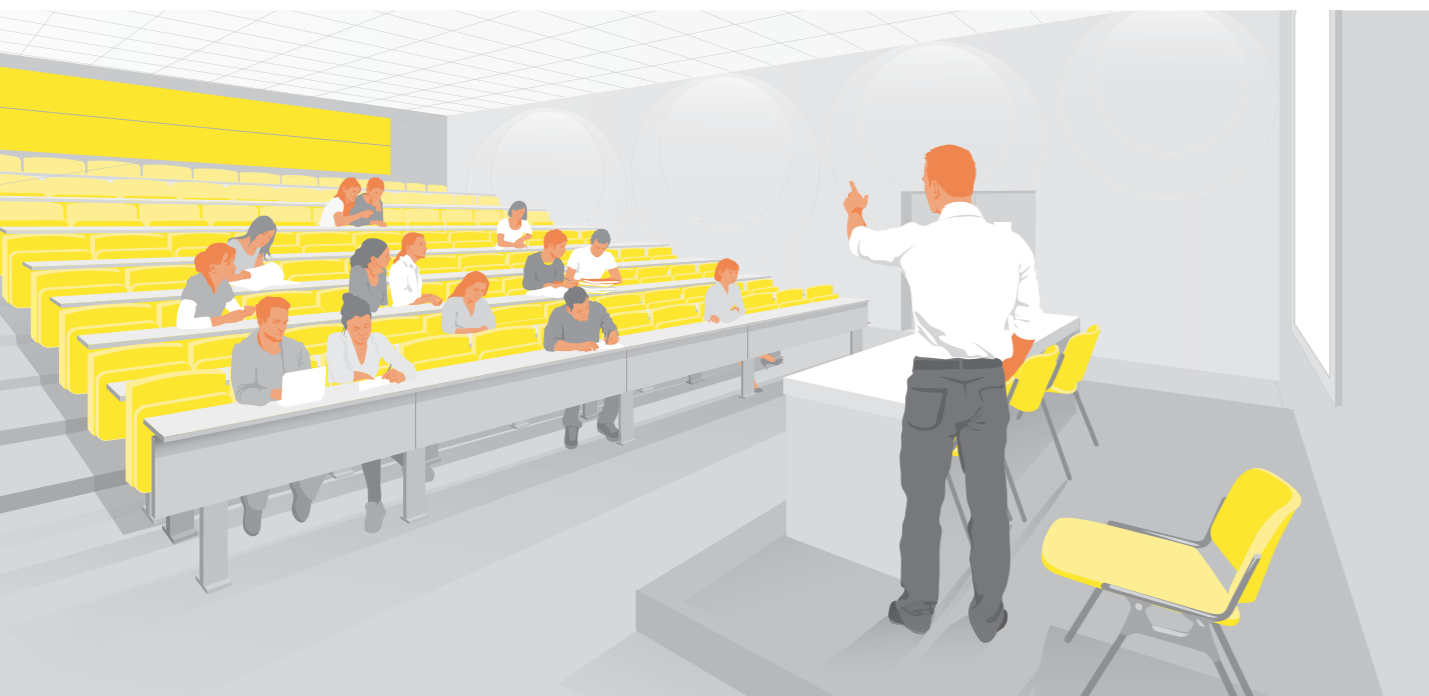
<sup>2</sup> Edellyttää erillistä akustiikkasuunnitelmaa. Aulapalvelun tai vastaavan henkilökunnalle on taattava hyvät työskentelyolosuhteet hälyisyyden ja puheen erotettavuuden suhteen. Lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon esteettömyys.

Suurimmat sallitut häiritsevyyttäisyyden  $r_D$  [m] arvot.

| TOIMISTOT                        | Luokka A1 | Luokka A2      | Luokka A3 |
|----------------------------------|-----------|----------------|-----------|
| TILA                             | $r_D$ (m) | $r_D$ (m)      | $r_D$ (m) |
| Avoin toimistotila, kalustamaton | 6         | 8 <sup>1</sup> | 10        |
| Avoin toimistotila, kalustettu   | 4         | 6              | 8         |

<sup>1</sup> Suositus vastaa ympäristöministeriön julkaisun 28/2019 ohjearvoa, jonka mukaan  $STI \leq 0,50$ , kun etäisyys pallokaiuttimesta on yli 8 m.





## Oppilaitokset

Opetustiloina käytetään yhä enemmän avoimia tiloja perinteisten luokkahuoneiden sijaan. Luokkahuoneissa tavoitteena on, että jälkikaiunta-aika on riittävän lyhyt ja puheenerotettavuus on hyvä. Avoimissa oppimisympäristöissä on kiinnitettävä huomiota häiritsevien äänten etenemiseen opiskelijaryhmästä toiseen. Tällöin puheensirtoindeksi tulee olla mahdollisimman alhainen pidemmillä etäisyyksillä, jotta eri ryhmät eivät häiritseisi toisiaan. Sekä luokkahuoneissa että avoimissa tiloissa äänenvaimennusmateriaalia on hyvä sijoittaa myös seinäpinnoille. Suositeltava määrä on n. 20% tilan lattiapinta-alasta. Akustoisia seinälevyjä voidaan käyttää kiinnityspintana ilmoitustaulun tapaan. Seinälevyihin voidaan myös digiprintata kuvapinta.

Liikuntatiloja koskevat vaatimukset on esitetty erikseen sivulla 12. Juhla- ja monitoimisalien huoneakustinen suunnittelu tehdään aina tapauskohtaisesti.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| OPPILOIKKOKSET | TILA                             | Tilan korkeus h (m) | Luokka A1 |                  | Luokka A2        |           |                  | Luokka A3        |           |                  |                  |
|----------------|----------------------------------|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|                |                                  |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
|                | Opetustilat yleensä              | 3                   | 0,5...0,7 | 96...64          | 148...98         | 0,5...0,7 | 96...64          | 148...98         | 0,6...0,9 | 77...45          | 119...70         |
|                | Avoimet oppimisympäristöt        | 3                   | 0,5       | 96               | 148              | 0,5       | 96               | 148              | -         |                  |                  |
|                | Aulat <sup>1</sup>               | 4                   | 0,7...0,9 | 91...67          | 140...103        | 0,9...1,1 | 67...51          | 103...79         | 1,1...1,3 | 51...41          | 79...63          |
|                | Ruokalat <sup>1</sup>            | 4                   | 1         | 58               | 90               | 1,2       | 45               | 70               | 1,5       | 33               | 51               |
|                | Teknisen työn tilaryhmä          | 3                   | 0,5...0,7 | 96...64          | 148...98         | 0,5...0,7 | 96...64          | 148...98         | 0,6...0,9 | 77...45          | 119...70         |
|                | Musiikin opetustila <sup>2</sup> | 3                   | 0,8...1,1 | 53...34          | 83...53          | 0,8...1,1 | 53...34          | 83...53          | 0,8...1,1 | 53...34          | 83...53          |
|                | - akustinen musiikki             | 3                   | 0,4       | 124              | 192              | 0,6       | 77               | 119              | 0,8       | 53               | 83               |
|                | - sähköinen vahvistus            | 3                   | 0,6       | 77               | 119              | 0,6       | 77               | 119              | 0,9       | 45               | 70               |
|                | Opettajainhuone                  | 3                   | 0,6       | 77               | 119              | 0,6       | 77               | 119              | 0,9       | 45               | 70               |
|                | Oppilashuollon tilat             | 3                   | 0,6       | 77               | 119              | 0,8       | 53               | 83               | 0,9       | 45               | 70               |
|                | Käytävät, porrashuoneet          | 3                   | 0,9       | 45               | 70               | 1         | 39               | 61               | 1,3       | 26               | 40               |

<sup>1</sup> Arvot tarkoitettu enintään 5 m korkeisiin ruokaloihin tai tiloihin, joissa voi olla sähköisesti toistettuja esityksiä. Korkeammat tilat suunnitellaan tapauskohtaisesti, samoin tilat, joissa oppimisympäristöä, esiintymistä ym.

<sup>2</sup> Tilaan suunnitellaan tarvittaessa muunneltava huoneakustiikka, jotta jälkikaiunta-aikaa voidaan muuttaa käyttötilanteen mukaan.

Tilojen keskimääräisen puheensirtoindeksin (STI) arvot.

| OPPILOIKKOKSET   | Luokka A1  | Luokka A2  | Luokka A3 |
|--|--|--|-----------|
| TILA   | STI  | STI  | STI       |
| Opetustilat yleensä  | ≥ 0,80   | ≥ 0,70   | -         |
| Huonokuuloisille ja kielihäiriöisille soveltuva opetustila | ≥ 0,85   | ≥ 0,75   | -         |
| Avoin oppimisympäristö                                     | ≥ 0,70 etäisyydellä ≤ 3 m<br>≤ 0,50 etäisyydellä ≥ 8 m | ≥ 0,70 etäisyydellä ≤ 3 m<br>≤ 0,50 etäisyydellä ≥ 8 m | -         |

## Päiväkodit

Päiväkodit ovat usein hyvin meluisia tiloja. Henkilökunta joutuu käyttämään korotettua ääntä tullakseen kuulluksi. Voimakas äänenkäyttö voi aiheuttaa äänihäiriöitä. Lapsille melussa puheesta selvän saaminen voi olla vaikeaa koska kuuleminen ei ole vielä kehittynyt riittävästi. Melun vähentämiseksi on tärkeintä, että turhan äänen syntymistä estetään. Akustiikkalevyjen käyttö vähentää kaikuisuutta ja sitä kautta laskee äänitasoa ja parantaa puheenerotettavuutta. Äänenvaimennusmateriaalia on hyvä sijoittaa kattopinnan lisäksi myös seinäpinoille. Seinälevyihin voidaan tulostaa myös kuvia ja niitä voidaan käyttää kiinnityspintana.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| PÄIVÄKODIT                                 | TILAN korkeus h (m) | Luokka A1 |                  |                  | Luokka A2 |                  |                  | Luokka A3 |                  |                  |
|--|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|  |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Varhaiskasvatuksen opetustila tai lepotila | 2,5                 | 0,4...0,6 | 101...61         | 156...95         | 0,5...0,7 | 77...50          | 119...77         | 0,6...0,9 | 61...35          | 95...54          |
| Liikunta- ja musiikkitala                  | 3                   | 0,8...0,9 | 53...45          | 83...70          | 1         | 39               | 61               | 1         | 39               | 61               |
| Ruokat <sup>1</sup>                        | 4                   | 1,0       | 58               | 90               | 1,2       | 45               | 70               | 1,5       | 33               | 51               |
| Käytävät, porrashuoneet                    | 2,5                 | 0,7       | 50               | 77               | 1         | 30               | 46               | 1,3       | 19               | 29               |

<sup>1</sup> Arvot tarkoitettu enintään 5 m korkeisiin ruokaloihin tai tiloihin, joissa voi olla sähköisesti toistettuja esityksiä. Korkeammat tilat suunnitellaan tapauskohtaisesti, samoin tilat, joissa oppimisalueita, esiintymistä ym.

## Liikuntatilat

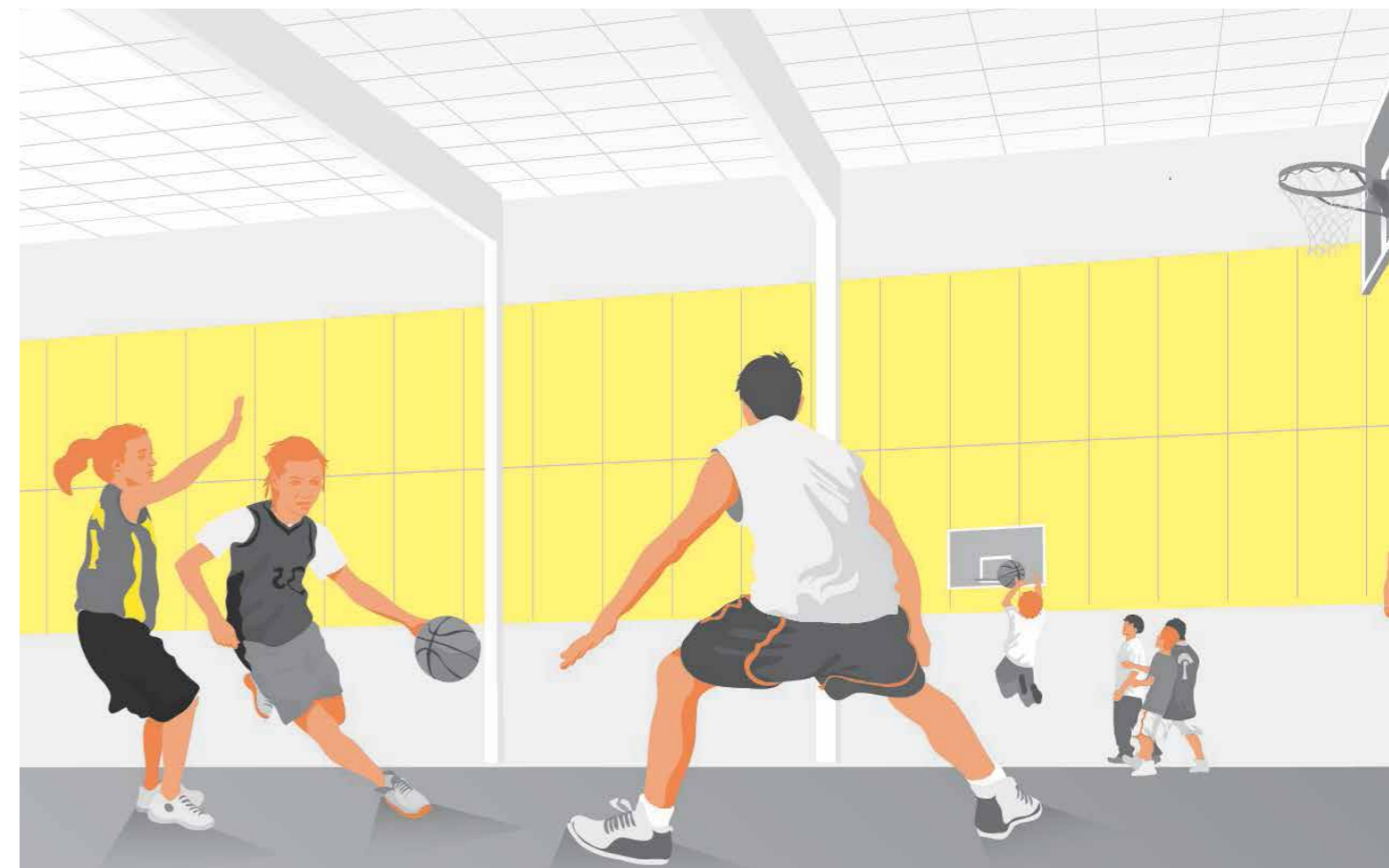
Liikuntatilat ovat usein korkeita ja niissä tapahtuva toiminta voi tuottaa kovaa ja pistemäistä ääntä. Pitkäaikainen altistus melulle esim. liikunnanopetuksessa voi olla työturvallisuusriski. Uimahallien allasosaston hyvä ääniympäristö parantaa osaltaan turvallisuutta. Liikuntatilojen ääniympäristöön kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Vaimennusmateriaaleissa on sekä iskunkestäviä että kosteudenkestäviä vaihtoehtoja. Tilakorkeuden takia vaimennusmateriaalia pitäisi olla katon lisäksi myös seinäpinoilla.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| LIIKUNTATILAT                                      | TILAN korkeus h (m) | Luokka A1 |                  |                  | Luokka A2 |                  |                  | Luokka A3 |                  |                  |
|--|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|  |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Kuntosali  | 3                   | 0,6       | 77               | 119              | 0,8       | 53               | 83               | 1         | 39               | 61               |
| Liikuntatila, tilavuus < 1500 m <sup>3</sup>       | 4                   | 0,9       | 67               | 103              | 1,2       | 45               | 70               | 1,5       | 33               | 51               |
| Liikuntatila, tilavuus 1500–5000 m <sup>3</sup>    | 8                   | 1,2       | 109              | 168              | 1,5       | 83               | 129              | 1,9       | 62               | 96               |
| Liikuntatila, tilavuus > 5000 m <sup>3</sup>       | 10                  | 1,6       | 101              | 156              | 1,9       | 82               | 127              | 2,2       | 68               | 106              |
| Uimahallin allasosasto                             | 8                   | 1,6       | 77               | 119              | 1,9       | 62               | 96               | 2,2       | 51               | 79               |
| Käytävä, aula <sup>1</sup>                         | 4                   | 1         | 58               | 90               | 1,3       | 41               | 63               | 1,3       | 41               | 63               |
| Pukuhuoneet ja vastaavat tilat                     | 2,5                 | 0,6       | 61               | 95               | 1         | 30               | 46               | 1,3       | 19               | 29               |
| Aula tai vastaava tila, korkeus > 5 m <sup>2</sup> | 5                   | 1,6       | 53               | 83               | 1,9       | 42               | 65               | 2,2       | 34               | 53               |

<sup>1</sup> Arvot tarkoitettu enintään 5 m korkeisiin oleskelu- ja läpikulkuauloihin. Korkeammat aulat suunnitellaan tapauskohtaisesti, samoin aulat, joissa on esiintymistä tai sähköisesti toistettuja esityksiä ym.

<sup>2</sup> Edellyttää erillistä akustiikkasuunnitelmaa.







## Terveydenhuollon rakennukset

Terveydenhoidon tiloissa hyvä ääniympäristö on ensiarvoisen tärkeä. Puheviestinnän on sujuuttava selkeästi ilman väärinkäsityksiä niin henkilökunnan välisissä keskusteluissa kuin henkilökunnan ja potilaiden välillä. Puheen erotettavuuden on oltava hyvä ja mieluummin korkeampi kuin alla olevissa ohjeissa. Ikä ja sairaudet usein vaikeuttavat kuulemista ja puheesta voi olla vaikea saada selvää kaikuisissa tiloissa.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| TERVEYDENHUOLLON RAKENNUKSET                                      | Tilan korkeus<br>h (m) | Luokka A1 |                  | Luokka A2        |           | Luokka A3        |                  |           |                  |                  |
|---|------------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|   |                        | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Hoitotilat ja potilashuoneet yleensä                              | 2,5                    | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               | 0,8       | 42               | 64               |
| Eristys- ja turvahuoneet, joissa on erityisen äänekästä toimintaa | 2,5                    | 0,4       | 101              | 156              | 0,5       | 77               | 119              | 0,8       | 42               | 64               |
| Kuulontutkimushuone <sup>1</sup>                                  | 2,5                    | 0,4       | 101              | 156              | 0,5       | 77               | 119              | 0,8       | 42               | 64               |
| Leikkihuone   | 2,5                    | 0,5       | 77               | 119              | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               |
| Liikuntatila, kuntosali   | 3                      | 0,9       | 45               | 70               | 1,2       | 30               | 46               | 1,5       | 20               | 31               |
| Ruokailutila  | 3                      | 1         | 39               | 61               | 1,2       | 30               | 46               | 1,5       | 20               | 31               |
| Musiikin soittamiseen käytettävä terapiatila <sup>2</sup>         |                        |           |                  |                  |           |                  |                  |           |                  |                  |
| - akustinen musiikki  | 2,5                    | 0,8...1,1 | 42...25          | 64...39          | 0,8...1,1 | 42...25          | 64...39          | 0,8...1,1 | 42...25          | 64...39          |
| - sähköinen vahvistus   | 2,5                    | 0,4       | 101              | 156              | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               |
| Aula <sup>3</sup>   | 4                      | 0,8       | 77               | 119              | 1         | 58               | 90               | 1,3       | 41               | 63               |
| Käytävä   | 3                      | 0,6       | 77               | 119              | 0,8       | 53               | 83               | 1,3       | 26               | 40               |
| Porrashuone   | 3                      | 1         | 39               | 61               | 1,3       | 26               | 40               | 1,3       | 26               | 40               |

<sup>1</sup> Tila, jonka sisälle kuulontutkimuksiin (äänesaudiometria) käytettävä äänierio sijoitetaan. Ohjearvot eivät koske äänieriota; näiden vaatimuksia on esitetty standardeissa EN ISO 8253-1, -2 ja -3 sekä SFS EN 15927.

<sup>2</sup> Tilaan suunnitellaan tarvittaessa muunneltava huoneakustiikka, jotta jälkikaiunta-aikaa voidaan muuttaa käyttötilanteen mukaan.

<sup>3</sup> Yli 5 m korkeista aulatilastoista edellytetään erillistä akustiikkasuunnitelmaa.

## Palvelutalot

Iän myötä kuulo heikkenee. Tämä tekee puheen erotettavuuden kaikuisissa tiloissa vaikeaksi. Tiloissa, joissa on ikääntyneitä ihmisiä on tärkeää suunnitella huoneakustiikka huolellisesti tilojen toimivuuden ja asukkaiden hyvinvoinnin varmistamiseksi. Myös muistisairauksiin liittyy muutoksia kuulossa ja kuullun ymmärtämisessä. Yleisimpiä muutoksia ovat haasteet puheen ymmärrettävyydessä johtuen joko kuulemisen tai ymmärtämisen heikentymistä tai molempien yhteisvaikutuksesta. Seurallisten tilanteiden haasteet nostavat riskiä yksinäisyyteen ja eristäytymiseen. Muisti- ja ikäystävällinen ääniympäristö hyödyttää kaikkia tilan käyttäjiä.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| PALVELUTALOT               | TILA | Tilan korkeus<br>h (m) | Luokka A1 |                  | Luokka A2        |       |                  | Luokka A3        |       |                  |                  |
|----------------------------|------|------------------------|-----------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
|                            |      |                        | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s) | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s) | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Asuinhuone                 |      | 2,5                    | 0,5       | 77               | 119              | 0,6   | 61               | 95               | 0,8   | 42               | 64               |
| Oleskeluhuone              |      | 2,5                    | 0,5       | 77               | 119              | 0,7   | 50               | 77               | 0,8   | 42               | 64               |
| Ruokala ja kahvio          |      | 3                      | 1         | 39               | 61               | 1,2   | 30               | 46               | 1,5   | 20               | 31               |
| Toimintatila, liikuntatila |      | 3                      | 0,8       | 53               | 83               | 1     | 39               | 61               | 1,2   | 30               | 46               |
| Käytävät, aulat            |      | 3                      | 0,6       | 77               | 119              | 0,8   | 53               | 83               | 1,3   | 26               | 40               |
| Porrashuoneet              |      | 3                      | 1,3       | 26               | 40               | 1,3   | 26               | 40               | 1,3   | 26               | 40               |



## Hotellit

Hotelleissa melu etenee helposti käytäviä pitkin. Näissä hyvä äänenvaimennus on tarpeen, jotta äänet eivät kantaudu häiritsevinä hotellihuoneisiin. Ravintola- ja kahvilatilojen ääniympäristöön kannattaa kiinnittää huomiota ja muistaa, että toimiva ääniympäristö on osa esteettömyyttä. Ravintola- ja kahvilaympäristöissä syntyy paljon myös toiminnallista ääntä, esim. astioiden kiliästä ja tuolien siirtelystä. Hyvä ääniympäristö mahdollistaa vaivattoman keskustelun.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| HOTELLIT  | TILA | Tilan korkeus<br>h (m) | Luokka A1 |                  | Luokka A2        |       |                  | Luokka A3        |       |                  |                  |
|---|------|------------------------|-----------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|
|   |      |                        | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s) | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s) | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Uloskäytävä, käytävä, aula, vastaanotto tai vastaava tila, korkeus enintään 5 m |      | 4                      | 0,8       | 77               | 119              | 1,3   | 41               | 63               | 1,3   | 41               | 63               |
| Aula, vastaanotto tai vastaava tila, korkeus yli 5 metriä <sup>1</sup>          |      | 6                      | 1,3       | 70               | 108              | 1,9   | 42               | 65               | 1,9   | 42               | 65               |
| Ravintola, kahvila  |      | 3                      | 1         | 39               | 61               | 1,2   | 30               | 46               | 1,5   | 20               | 31               |
| Hotellihuone  |      | 2,5                    | 0,6       | 61               | 95               | -     | -                | -                | -     | -                | -                |

<sup>1</sup> Edellyttää erillistä akustiikkasuunnitelmaa. Aulapalvelun tai vastaavan henkilökunnalle on taattava hyvät työskentelyolosuhteet hälyisyyden ja puheen erotettavuuden suhteen. Lisäksi suunnittelussa on otettava huomioon esteettömyys.

## Asunnot

Asunnoille ja asuinrakennuksille annetaan vain muutamia huoneakustiikkaan liittyviä ohjearvoja. Ääniympäristö asuutilassa on hyvä suunnitella tilan käytön mukaan. Etenkin kotiteattereissa ja kuunteluhuoneissa on tarpeen suunnitella huoneakustiikka huolellisesti. Myös korkeissa huonetiloissa kaikuisuus voi tulla ongelmaksi ellei huonetilaa ole vaimennettu riittävästi.

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| ASUNNOT                    | Tilan korkeus h (m) | Luokka A1 |                  |                  | Luokka A2 |                  |                  | Luokka A3 |                  |                  |
|----------------------------|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|                            |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| Porrashuone ja uloskäytävä | 3                   | 1         | 39               | 61               | 1,3       | 26               | 40               | 1,3       | 26               | 40               |
| Harrastus- ja kerhotila    | 2,5                 | 0,6       | 61               | 95               | 0,8       | 42               | 64               | 1         | 30               | 46               |

## Teollisuustyöpaikat

Teollisuuden meluntorjunnassa ja huoneakustiikan suunnittelussa on suunnitelmat hyvä teettää akustiikka-suunnittelijalla. Leviämismuunnos  $DL_2$  määritetään taajuusalueella 63–8000 Hz ja sen määrittämisessä suositellaan käytettäväksi melulähteen todellista taajuusjakaamaa. Leviämismuunnosaste ottaa huomioon tilan kaiun ja absorboivat pinnat sekä tilaa rajaavat seinäkkeet ja muut tilanjakajat.

Pienimmät sallitut leviämismuunnosasteen arvot  $DL_2$  (dB).

| TEOLLISUUSTYÖPAIKAT               | Luokka A1 | Luokka A2 | Luokka A3 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Tila                              | $DL_2$    | $DL_2$    | $DL_2$    |
| Tuotantotila, jossa työntekijöitä | 9 dB      | 7 dB      | 5 dB      |

## WC- ja hygieniatilat

Suurimmat sallitut jälkikaiunta-ajan arvot T (s) tai sallittu vaihteluväli.

| WC- JA HYGIENIATILAT    | Tilan korkeus h (m) | Luokka A1 |                  |                  | Luokka A2 |                  |                  | Luokka A3 |                  |                  |
|-------------------------|---------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|-----------|------------------|------------------|
|                         |                     | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) | T (s)     | Abs.luokka A (%) | Abs.luokka C (%) |
| WC-tilat ja pukuhuoneet | 2,5                 | 1         | 30               | 46               | -         | -                | -                | -         | -                | -                |

# Taustatietoja taulukkoarvoihin

Standardi SFS 5907 esittää huoneakustiikan vaatimukset pääasiassa pisimpänä sallittuna jälkikaiunta-aikana. Standardin vaatimusten täyttämiseen tarvittava vähimmäis-absorptioala voidaan laskea sallitun jälkikaiunta-ajan perusteella.

Huonetilan jälkikaiunta-aika T(s) lasketaan yleisesti ns. Sabine kaavalla

$$T = \frac{0,161 \cdot V}{A}$$

missä V = huonetilavuus ( $m^3$ ) ja A = huoneen absorptioala ( $m^2 \cdot sab$ ).

Huoneen absorptioala kertoo huoneessa olevan tehollisen absorptiomateriaalin määrän neliömetreinä. Se voidaan määrittää, kun tunnetaan tilan kaikkien pintojen pinta-ala S ja absorptiosuhteet  $\alpha$ .

Pinnan absorptiosuhteen arvo voi vaihdella välillä 0...1 ja se riippuu voimakkaasti äänen taajuudesta. Jälkikaiunta-aikalaskelmat pitääkin suorittaa oktaaveittain (250, 500, 1000, 2000 ja 4000 Hz).

Huoneen absorption voidaan katsoa koostuvan kahdesta erillisestä osasta:

- huoneeseen lisätystä absorptiomateriaalista, jonka absorptiosuhde on  $\alpha_m$ ,
- kalusteiden absorptiosta  $\alpha_f$ , jonka absorptioalaksi oletetaan tietty osa lattiapinta-alasta. Tämän esitteen laskelmissa on  $\alpha_f$ :n arvona 0,15 kaikilla taajuuksilla.

**Esimerkki:** 144  $m^3$  kokoisessa luokkahuoneessa (8x6x3 m) on absorptiopinta-alaa akustoimattomana 15 % • 48  $m^2 = 7.2 m^2 \cdot Sab$ . Akustoimaton huone kaikuu siten noin 3.2 sekuntia. Pohja-absorption määrä vaihtelee riippuen tilan kalustuksesta. Tämä vaikuttaa luonnollisesti tarvittavan absorptiomateriaalin määrään.

Taulukoiden ja alla olevan diagrammin arvot on laskettu käyttäen Sabine kaavasta johdettua kaavaa

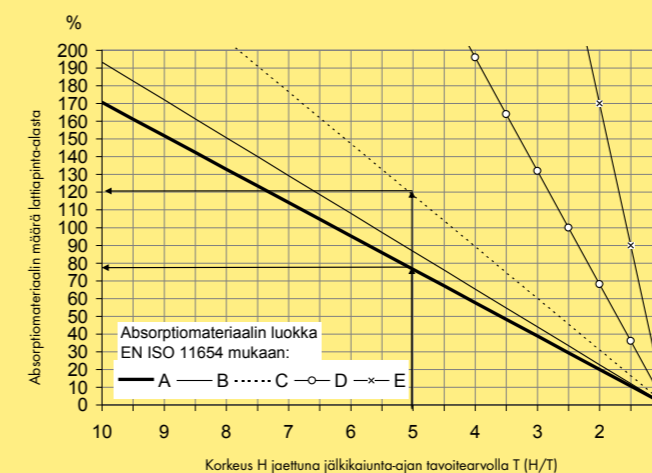
$$p = 100 \cdot \left( \frac{0,161 \cdot H}{T \cdot \alpha_m} - \frac{\alpha_f}{\alpha_m} \right) \text{ missä}$$

p = tarvittava absorptiomateriaalin määrä prosentteina  
 T = jälkikaiunta-aika, s  
 H = huonekorkeus, m  
 $\alpha_m$  = absorptiomateriaalin absorptiosuhde  
 $\alpha_f$  = kalusteiden absorptio (0,15 kaikilla taajuuksilla)

Absorptioluokkien A ja C materiaalimäärälaskelmissa on käytetty absorptiosuhteiden arvoja  $\alpha_m(A) = 0.85$  ja  $\alpha_m(C) = 0.55$ . Tämä siksi, että luokan A materiaalilta vaaditaan arvoa  $\alpha_m(A) = 0.90$  ja luokan C materiaalilta arvoa  $\alpha_m(C) = 0.60$  taajuusvälillä 500...2000 Hz. Kuitenkin taajuuksilla 250 ja 4000 Hz riittää tätä alemmat arvot. Varmuusvaran jättämisen vuoksi on turvallisinta käyttää em. absorptiosuhteen keskimääräisiä arvoja.

Käyrästössä on niin ikään käytetty arvoja  $\alpha_m(A) = 0.85$ ,  $\alpha_m(B) = 0.75$ ,  $\alpha_m(C) = 0.55$ ,  $\alpha_m(D) = 0.25$  ja  $\alpha_m(E) = 0.10$ .

Taulukoiden ja käyrien antamat arvot ovat ohjeellisia. On suositeltavaa, että akustiikkasuunnittelija tekee lopullisen suunnitelman asennettavien vaimennuslevyjen määrästä ja sijoittelusta parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi.



### HUONEKORKEUDEN VAIKUTUS OHJEELLISEEN ABSORPTIOMATERIAALIN MÄÄRÄÄN

**Esimerkki:** Koululuokan huonekorkeus H on 3 m. Jälkikaiunta-ajan tavoitearvo  $T < 0,6$  s. Korkeuden ja jälkikaiunta-ajan suhteeksi (H/T) tulee 5. Suhde H/T on vaakakselilla ja pystyakselilla on tarvittava absorptiomateriaalin määrä. Absorptioluokan C materiaalia tarvitaan tällöin 119 % lattiapinta-alasta. Absorptioluokan A materiaalia riittää 77 % lattiapinta-alasta.

Huom! Kuvassa on oletettu, että huone on tyhjä ja sisältää arkkitehdin piirtämät kiintokalusteet.

Vaativissa kohteissa tulee aina käyttää kokenutta akustiikkakonsulttia.



Ecophon on johtava akustisten alakatto- ja seinäjärjestelmien toimittaja, jonka ratkaisut parantavat työtehoa ja elämänlaatua. Uskomme, että ääniympäristö vaikuttaa merkittävästi jokapäiväiseen elämäämme, ja olemme intohimoisia hyvän huoneakustiikan puolestapuhujia – olipa kyse mistä tahansa tilasta, toiminnasta tai tarpeesta.

Ihmisten hyvinvointi on tärkein työtämme ohjaava periaate. Olemme ylpeitä inhimillisestä lähestymistavastamme ja tinkimättömästä sitoutumisestamme läpinäkyviin, vastuullisiin toimintatapoihin. Osana Saint-Gobain-konsernia olemme mukana tekemässä maailmasta parempaa kotia.

