

Sara Vehviläinen, Olli Salmensaari

22.4.2020

**Rykmentinpuiston monitoimikampus**

Asiakas: Tuusulan Kaupunki

Yhteyshenkilö: Mervi Pekkanen, Mikko Heikkilä

**HANKESUUNNITELMAN AKUSTISET VAATIMUKSET****1 YLEISTÄ**

Tuusulaan on suunnitteilla Rykmentinpuiston monitoimikampus (Rykmentin Puistotie 19, 04300 Tuusula), joka pitää sisällään yhtenäiskoulun sekä tiloja erilaisille kuntalaistoiminnoille. Bruttoalataavoite on noin 14 300 brm<sup>2</sup>.

Monitoimikampuksen lähtökohtana on 3 -sarjainen alakoulu ja 8-sarjainen yläkoulu, jossa yhteensä noin 920 oppilasta. Sekä lisäksi vaativaa erityisopetusta noin 150 oppilaalle.

Tässä dokumentissa esitetään kohteen alustavat akustiset vaatimukset.

**2 MÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT**

Koulun akustiset vaatimukset perustuvat seuraaviin asetuksiin ja standardeihin:

- Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä (796/2017)
- Ympäristöministeriön ohje rakennusten ääniympäristöstä (2018)
- Standardiin SFS 5907 *Rakennusten akustinen luokitus*, sen kouluja koskeviin luokan C ohjearvoihin. Standardin luokka C vastaa yleisesti rakentamismääräysten vaatimuksia. Standardin laatuluokan C suositukset vastaavat myös Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ohjearvoja ulkoa tulevan melun osalta kohderakennuksen sisällä ja opetustiloja palvelevilla ulkoalueilla.

Vaatimuksissa käytetään seuraavia mittalukuja:

- Pienin sallittu standardisoidun äänitasoeroluvun  $D_{nT,w}$  arvo tilojen välillä (vastaa aiempaa  $R'_w$ )
- Pienin sallittu oven ääniluokka ja sitä vastaava ilmaääneneristysluku  $R_w$
- Pienin sallittu ilmaääneneristysluku  $R_w$  rakennusosille (ikkunat, erityisovet)
- Suurin sallittu askeläänitasoluvun  $L'_{nT,w}+C_{l,50-2500}$  arvo tilojen välillä (vastaa aiempaa  $L'_{n,w}$  poiketen siten, että uudessa asetuksessa huomioidaan myös matalammat äänet 50 Hz asti spektrisovitustermillä)
- Suurimmat sallitut LVIS-laitteiden ja muiden taloteknisten laitteiden aiheuttamat keski- ja enimmäisäänitasot  $L_{A,eq,T}$  ja  $L_{A,max}$  tilassa
- Suurin sallittu rakennuksen ulkopuolisten äänilähteiden aiheuttama päiväaikainen keskiäänitaso  $L_{A,eq,7-22}$  tilassa ja oleskelualueella
- Tilan jälkikaiunta-aika  $T$

**3 TAUSTAMELUNVAATIMUKSET**

Taulukossa 1 on lueteltu tilojen taloteknisten- ja LVIS-laitteiden taustamelutasovaatimukset keskiäänitasolle ( $L_{A,eq,T}$ ) ja enimmäisäänitasolle ( $L_{A,max}$ ). LVIS-laitteita ovat esimerkiksi hissit, vesi- ja

viemärlaitteet, kompressorit, ilmanvaihto-, jäähdytys- ja lämmityslaitteet. LVIS-laitteiden aiheuttamaa äänitasoa koskevat vaatimukset eivät koske ääntä, joka aiheutuu samassa huoneessa tapahtuvasta vedenlaskusta tai laitteen käytöstä.

Taustamelutason suhteen on syytä huomioida, että joissain tiloissa liian pieni taustamelutaso ei ole tarkoituksenmukainen. Hyvin hiljainen (merkittävästi Taulukon 4 tasoja pienempi) taustamelutaso heikentää koettua ääneneristystä.

*Taulukko 1. Suurimmat sallitut taustamelutasot tilatyypeittäin*

Tila	Keskiäänitaso, L <sub>A,eq</sub> [dB]	Enimmäisäänitaso, L <sub>A,max</sub> [dB]
Opetustilat yleensä	33	38
Avoimet opetustila, opetusaulat	33	38
Musiikkiluokka	28 <sup>1)</sup>	33
Liikuntasali	38	43
Ruokala	33	38
Opettajain tilat <sup>2)</sup>	33	38
Oppilashuollontilat <sup>3)</sup>	33	38
Käytävät, porrashuoneet yms.	38	43
Taukotilat/Sosiaalitulat	35	40
Konehuoneet	70	
Rakennuksen ulkopuolella oleskelualueilla	45	

- 1) Mikäli tilassa tehdään äänityksiä, ilmanvaihto pitää voida säätää pois päältä hetkellisesti (Akukonin suositus)
- 2) Opettajain tiloihin lukeutuvat henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia, työhuone ja neuvottelutilat
- 3) Oppilashuollon tiloja ovat terveydenhoitajan, kuraattorin, koulupsykologin yms. tilat

Taulukossa 2 on esitetty suurimmat sallitut päiväaikaiset (7 – 22) keskiäänitasot rakennuksen ulkopuolelta kantautuvalle melulle.

*Taulukko 2. Vaatimukset rakennuksen ulkopuolelta kantautuvalle melulle huonetyypeittäin*

Huonetyyppi	Keskiäänitaso, L <sub>A,eq,7-22</sub> [dB]
Opetustilat yleensä	35
Musiikkiluokka <sup>1)</sup>	25
Liikuntasali	35
Opettajien tilat <sup>2)</sup>	35
Oppilashuollon tilat <sup>3)</sup>	35
Käytävät, porrashuoneet	40
Oleskelualueet ulkona	55

- 1) Musiikkiluokassa L<sub>A,eq,7-22</sub> tulisi olla enintään 25 dB, mikäli tilassa äänitetään. Tämä on Akukonin suositus
- 2) Opettajien tiloihin lukeutuvat henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia, työhuone ja neuvottelutilat
- 3) Oppilashuollon tiloja ovat terveydenhoitajan, kuraattorin, koulupsykologin yms. tilat

## 4 ÄÄNIERISTYSVAATIMUKSET

Vaatimusten mukaisella ääneneristävyydellä mahdollistetaan tilojen tehokas samanaikainen käyttö.

Suunnittelussa on syytä huomioida, että tilojen keskinäinen sijoittuminen rakennuksessa sekä tilan taustameluvaatimukset vaikuttavat rakenteilta vaadittaviin ääneneristysarvoihin (esim. meluisan tila äänieristys- ja taustameluvaatimuksiltaan kriittisen tilan vieressä). Lisäksi mm. huoneen ovelta vaadittava ääneneristys voi vaihdella sen mukaan, minkälaiseen tilaan ovi avautuu.

Rakenteiden riittävän ääneneristyksen suunnittelussa on otettava huomioon sivutiesiirtymät sivuavia rakenteita ja ilmanvaihtokanavia pitkin. Erottavien ja sivuavien rakenteiden ääneneristyksen lisäksi mm. rakenteiden väliset liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa asianmukaisesti, jotta vaatimusten mukaiset ääneneristysarvot voidaan saavuttaa.

#### 4.1 Ilmaäänieristyksen tulkinta

Taulukossa 3 on esitelty arvioita ilmaäänieristysluvun vaikutuksesta koettuun äänieristyksen tasoon. Taulukossa on verrattu ihmisen puheäänen kuulumista seinän eri äänieristyksillä. Esimerkiksi sähköisesti vahvistettu ääni, joka sisältää voimakasta pientaajuista ääntä, koetaan selvästi häiritsevämmäksi, samoin äkilliset taustamelusta erottuvat iskuäänet, kuten pallon pompotus tai akustiset rummut. Tilojen taustamelutasolla on myös merkitystä äänen kuulumiseen tilasta toiseen – taulukon kuvauksissa taustamelun oletetaan olevan ”normaali” n. 30-35 dB.

*Taulukko 3. Äänitasoeroluvun  $D_{nT,w}$  ja puheen yhteys.*

$D_{nT,w}$ (dB)	Kuvaus
< 30 dB	Seinä ei estä seuraamasta tapahtumia naapurihuoneessa
> 35 dB	Normaali keskusteluääni kuuluu seinän läpi.
> 40 dB	Normaali keskusteluääni kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää.
> 45 dB	Normaali keskusteluääni ei kuulu seinän läpi
> 50 dB	Voimakas puhe kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää
> 55 dB	Voimakas puhe ei kuulu seinän läpi.
> 60 dB	Voimakas huuto kuuluu seinän läpi, mutta sanoista ei saa selvää.

#### 4.2 Ilmaäänieristys

Taulukossa 4 on esitetty vähimmäisvaatimukset tilojen välisille ilmaääneneristävyyksille sekä ovien ääniluokkavaatimukset. Oven ääniluokan yhteydessä on ilmoitettu myös ääniluokalta vaadittava ilmaääneneristys  $R_w$ . Kyseistä  $R_w$ -arvoa voidaan käyttää myös sisälasiin vaatimuksena, kun aukon koko on pienempi kuin ¼ tilojen välisen seinän pinta-alasta.

*Taulukko 4. Ilmaäänieristysvaatimukset tilatyypeittäin. Arvot ovat vähimmäisvaatimukset*

Tilatyypin	Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$ [dB]	Ovien ääniluokka / $R_w$ [dB]
Pystysuuntaan, silloin kun ei ole tiukempaa vaatimusta	52	
<b>Oppimistilat</b>		
- Avoin oppimistila	1)	
o suljettuun opetustilaan	42	dB35 / $R_w$ 42
o käytävälle	34	dB30 / $R_w$ 37

- Suljettavat tila yleensä <sup>2)</sup>	44	
o kun välissä ovi	42	dB35 / Rw 42
o avoimeen opetustilaan	42	dB35 / Rw 42
o käytävälle	34	dB30 / Rw 37
o välissä taiteovi	42	dB35 / Rw 42 <sup>3)</sup>
o välissä siirtoseinä	42	dB35 / Rw 42 <sup>3)</sup>
<b>Erikoistilat</b>		
- Liikuntasali	57	
o käytävälle	42	dB35 / Rw 42
- Musiikkiluokka	60	
o käytävälle	44 <sup>4)</sup>	2x dB30 / Rw 37
- Teknisen työn tilat		
o melua tuottavat tilat	57	
▪ kun välissä ovi	42	dB35 / Rw 42
▪ käytävälle	42	dB35 / Rw 42
o purunpoistotilasta opetustiloihin	60	
o käsityön tai sitä vastaavat tilat	44	
▪ kun välissä ovi	42	dB35 / Rw 42
▪ käytävälle	34	dB30 / Rw 37
<b>Opettajien tilat</b>		
- Opettajainhuone	44	
o käytävälle	34	dB30 / Rw 37
- Rehtori tai muu luottamuksellisuutta vaativa tila	48	
o kun välissä ovi	> 42 <sup>5)</sup>	Rw ≥ 45
o käytävälle	39	dB35 / Rw 42
- Neuvottelutilat	48	
o käytävälle	34	dB30 / Rw 37
<b>Oppilashuollon tilat</b>		
- Vastaanottohuoneet	48	
o tilojen välillä, kun välissä ovi	> 42 <sup>5)</sup>	Rw ≥ 45 dB
o käytävälle	39	dB35 / Rw 42
<b>Sosiaalitilat</b>		
- Puku- ja WC- tiloista opetustiloihin	44	
o käytävälle	34	dB25 / Rw 30
o toiseen wc-/puku-/suihkutiloihin	35	
Keittiöstä opetustiloihin	57	
IV-konehuoneesta ympäröiviin toimintatiloihin	57	

- 1) Avoimien tilojen välillä ei ole varsinaisesti ääneneristysvaatimuksia. Alueiden välistä äänen kantautumista pyritään vähentämään huonevaimennuksella, kalusteilla sekä pedagogisilla ratkaisuilla. Suljettavien alueiden osalta on annettu erikseen ääneneristysvaatimukset.
- 2) Näillä tiloilla tarkoitetaan myös avoimessa oppimistilassa olevia suljettavia alueita niiden ollessa suljettuna esimerkiksi taiteovella.
- 3) Täsmennetään suunnittelun edetessä, kts. myös kappale 6.2 Siirtoseinät ja taiteovet
- 4) Mikäli musiikkiluokan ovet avautuvat avoimiin auloihin/oppimistiloihin, suosittelemme  $D_{nT,w}$  50dB ympäristöministeriön asetuksen vaatimuksen  $D_{nT,w}$  44 dB sijasta.
- 5) Kahden luottamuksellisuutta vaativan tilan osalta, tulisi pyrkiä yli  $D_{nT,w}$  42 dB ilmaääneneristykseen. Tässä tapauksessa tilojen välille tarvitaan tupla ovet ( $R_w$  30 dB +  $R_w$  25 dB). Mikäli ovet toimivat pako-ovina eikä tuplaovet ole tämän vuoksi mahdollisia, tulee pyrkiä vähintään taulukossa esitettyihin arvoihin.

### 4.3 Askeläänieristys

Taulukossa 5 on esitetty suurimmat sallitut askeläänitasot eri tiloille.

*Taulukko 5 Suurimmat sallitut askeläänitasovaatimukset tilatyypeittäin*

Huonetyyppi	Askeläänitasoluku $L'_{nT,w} + C_{l,50-2500}$ [dB]
Kerrosten välillä yleensä	63 <sup>1)</sup>
Teknisentyön opetustilasta ympäröiviin tiloihin	49 <sup>2)</sup>
Musiikin aineopetustiloista ympäröiviin tiloihin	46 <sup>2)</sup>
Liikuntatilasta ympäröiviin tiloihin	46 <sup>2)</sup>

- 1) Yleisesti käytetyillä pintamateriaaleilla (esim. linoleum, parketti) vaadittu askeläänitaso ei välttämättä toteudu ilman alakattoa tai joustavaa sluskerrosta. Taulukossa mainittua vaatimusta voidaan pitää tässä tapauksessa suosituksena.
- 2) Edellyttää kelluvaa rakennetta tai vastaavaa

## 5 HUONEAKUSTIIKKA

Sopivilla huoneakustisilla toimenpiteillä (akustointimateriaalien valinta, mitoittaminen ja sijoittaminen) tilaan voidaan saavuttaa sen käyttötarkoitusta tukeva ääniympäristö. Huoneakustisilla toimenpiteillä pyritään sekä vaimentamaan melua tilassa, että varmistamaan hyvä huoneakustiikka. Opetustiloissa (luokahuoneet) toimenpiteiden tarkoituksena on parantaa puheäänien kantautumista puhujalle, kuulijoille ja saavuttaa sopiva puheenerotettavuus. Avoimen työn tiloissa huoneakustisten toimenpiteiden avulla ensisijaisesti vähennetään äänen kantautumista eri alueiden välillä.

Huoneakustiset materiaalit voidaan jakaa käyttötarkoituksen perusteella karkeasti kahteen ryhmään. –

- Tyyppi 1: tehokkaasti ääntä vaimentava huokoinen materiaali (esim. pinnoitettu mineraalivilla, polyesterikuitulevy) tai akustoruiskutusta, jonka takana vaimennuslevyä. A-luokan absorptiomateriaali
- Tyyppi 2: ns. puolivaimentava materiaali (esim. ilmvälillinen rei'itetty kipsi-, puu- tai metallilevy, jonka taustalla akustinen huopa ja/tai tyypin 1 huokoinen materiaali).

Näistä tyyppi 1 soveltuu erityisesti silloin, kun pyritään vaimentamaan meluisia tiloja. Akustoruiskutuksen osalta on tärkeää, että ruiskutuksen takana on riittävän paksu vaimennuslevytytys. Puolivaimentavia materiaaleja (tyyppi 2) käytetään useammin tiloissa, joissa puheäänien selvyys ja

puhumisen helppous on tärkeää sekä musiikkitiloissa. Opetustiloissa käytetään usein samanaikaisesti molempia materiaalityyppejä. Huokoiset materiaalit ovat pääosin mekaanisesti melko heikkoja, joten niillä asennuskorkeuksilla, joihin opillaat ylettävät täytyy materiaalit usein mekaanisesti suojata esim. teräsverkolla tai rimoituksella.

## 5.1 Huoneakustiikan vaatimukset

Taulukossa 6 on esitetty jälkikaiunta-aikavaatimukset sekä karkeat arviot vaimennusmateriaalien määrästä eri tiloille. Määrät on esitetty tilan lattiapinta-alan suhteen. Vaimennusmateriaalien määrät on ilmoitettu käyttäen tyyppi 1 materiaalia vähintään 40 mm paksuisena tai alaslaskettuna (vähintään 50 mm ilmaväli) 20 – 30 mm paksuna tai akustoruiskutus, jonka takana vähintään 40 mm paksu vaimennuslevy suoraan kattopintaan kiinnitettynä ja alaslaskettuna 20 mm paksu vaimennuslevy. Mikäli käytetään tyyppi 2 materiaalia, on tarve n. 1,5 -kertainen riippuen valitusta materiaalista ja sen ilmavälistä.

Vaimennusmateriaalien tyyppiä sekä määrää tarkennetaan suunnittelun edetessä.

*Taulukko 6 Jälkikaiunta-ajan vaatimukset sekä vaimennusmäärät tilatyypeittäin*

Huonetyyppi	Jälkikaiunta-aika T [s]	Vaimennusmäärät [%]
Oppimistilat <sup>1)</sup>		
- Avoimet opetustilat	0,4 ... 0,5	100 - 160 %
- Suljetut opetustilat	0,5 ... 0,6	100 – 120 %
Aulatilat <sup>1)</sup>	0,9 ... 1,3 <sup>2)</sup>	100 – 200 %
Ruokailutilat <sup>1)</sup>	0,8 ... 1,1 <sup>2)</sup>	100 – 130%
Liikuntasali <sup>1)</sup>	< 1,3	~ 120%
Musiikkiluokka <sup>1)</sup>	0,5 ... 0,9 <sup>3)</sup>	> 120 %
Opettajien tilat <sup>4)</sup>	< 0,6	> 100 %
- Neuvotteluhuoneet <sup>1)</sup>	< 0,7	> 90 %
Oppilashuollontilat <sup>5)</sup>	< 0,6	> 100 %
Käytävät ja porrashuoneet	< 0,9	> 70 %
IV-konehuoneet <sup>6)</sup>		50 – 100 %

1) Vaimennusta sijoitetaan katon lisäksi myös seinäpinnoille.

2) Suurempi prosenttimäärä koskee korkeita tiloja, pienempi prosenttimäärä yhden kerroksen korkuisia tiloja. Aulatiloista ja ruokalasta alla tarkemmat suunnitelmat. Huomaa! mikäli tiloja käytetään opetustiloina, tulisi pyrkiä opetustiloille annettuihin jälkikaiunta-ajan vaatimuksiin.

3) Akustisen musiikin käyttöön 0,9 s. Sähköisesti vahvistetun musiikin käyttöön 0,5 s. Musiikkiluokan huoneakustiikka voidaan tehdä muunneltavaksi esimerkiksi paksuilla ääntä vaimentavilla verhoilla.

4) Opettajien tiloihin lukeutuvat henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia ja työhuoneet.

5) Oppilashuollon tiloja ovat terveydenhoitajan, kuraattorin, koulupsykologin yms. tilat

6) IV-konehuoneen vaimennustarve riippuu konehuoneeseen sijoitettavien laitteiden melutasosta. Vaimennusmateriaali asennetaan vasta kun koneet ja kanavat ovat paikallaan. Levyjä ei suositella pilkottavaksi vaan ne tulisi asentaa kokonaisena. Mikäli levyjä leikataan, tulee leikkaussivut käsitellä valmistajan suosittelemalla menetelmällä.

Puheen erotettavuutta kuvaavalle puheensiirtaindeksille STI annetaan seuraavat tavoitteet:

- Opetusalueen tai oppimisryhmän sisällä STI  $\geq$  0,7
- Neuvotteluhuoneessa STI  $\geq$  0,7

Avoimessa opetustilassa kahden opetusalueen välillä pyritään mahdollisimman pieneen puheenerotettavuuteen.

## 5.2 Avoimet oppimistilat

Tässä tarkastellaan avoimia opetustiloja sekä aulatiloja, joissa tapahtuu ryhmätyöskentelyä ja muuta oppimistoimintaa.

Avoimissa opetustiloissa on tärkeää, että tilan yleisen vaimentamisen lisäksi edellä mainituilla alueilla käytetään myös paikallista vaimennusta (esim. leijuja akustoelementtejä, seinä-/pystypintojen vaimennuspintoja, sermejä, kalusteita yms.). Tällöin saadaan kyseisen alueelta lähtevää ääntä hieman paikallisesti vaimennettua. Seinäpintojen vaimennukseen voidaan käyttää iskunkestävää n. 40 mm paksua vaimennuslevyä tai rimoitusrakennetta, jonka takana mineraalivillaa/polyesterikuitu (Ewona)-levyjä.

Avoimissa oppimistiloissa tila tulee vaimentaa mahdollisimman tehokkaasti, jotta tilan äänitaso ei nouse häiritsevän korkeaksi. Tilan vaimentaminen vaikuttaa toisaalta myös puheenymmärrettävyyteen parantavasti. Tämän vuoksi on yhtä tärkeää huoneen akustoinnin lisäksi sopia pedagogisia ratkaisuja tilojen käytölle niin, että samassa avoimessa tilassa toiminnat eivät häiritse toisiaan. Myös tilan kalustuksessa pitää huomioida kalusteiden vaikutus äänen syntyyn ja äänen etenemisen katkaisemiseen tilassa.

Tarkemmat ratkaisut täsmennetään suunnittelun edetessä.

## 5.3 Musiikkiluokka

Musiikkiluokan huoneakustoivat rakenteet toteutetaan äänieristysrakenteiden lisäksi: Koko tilaan tarvitaan akustoiva katto, vähintään 200 mm alaslaskettu reiätetty kipsilevy tai vastaava, jonka yläpuolella on akustoiva villa. Tämän lisäksi kahdelle seinälle (n. 300 mm lattiasta...alakattokorkoon) suositellaan ääntä vaimentavaa ja hajottavaa akustoivaa rakennetta yhteensä 20% kattopinnan alasta. Rakenne voi olla esim. 100 mm pinnoitettu akustiikkavilla, jonka päällä on vaihteleva harva pystyrimoitus (rimojen ja välien mittasuhteet esim. vaihteluvälillä 20... 80 mm). Lisäksi akustiikan muunteluun käytetään esim. Molton-tyyppisiä verhoja, joilla voidaan yksi tai kaksi seinää peittämällä muunnella akustiikkaa tarvittaessa lyhyempää jälkikaiunta-aikaa.

## 5.4 Liikuntasali

Liikuntasaliin suositellaan vaimennusta koko katon alalle. Materiaali on iskunkestävää tai iskulta suojattua akustiikkavillaa tai vastaavaa A- tai B-absorptioluokan materiaalia, rakenteen paksuus 50-200 mm. Lisäksi seinäpinnoille tulee asentaa merkittäviä vaimennuspintoja ja näyttämö- sekä ikkunaverhojen valintakriteerinä käytetään myös materiaalin äänenvaimennuskykyä. Tarkemmat ratkaisut laaditaan suunnittelun edetessä.

## 5.5 Ruokailutila ja keittiö

Ruokalassa tehokkaan yleisvaimennuksen lisäksi erityisen tärkeää on varmistaa, että ruuan jonotuksen, ruuanjakelun ja astianpalautuksen läheisyydessä olevat katto- ja mahdollisesti seinäpinnot on tehokkaasti akustoitui. Lisäksi on tärkeää varmistaa, että 2. kerrokseen auki olevien portaiden ympäristö (myös pystypinnat) sekä porraskäytävien alapinnat on tehokkaasti akustoitui, jotta ruokailun äänien leviäminen koko kouluun voidaan minimoida.

Vaimennusmateriaali voi olla pehmeää akustiikkalevyä holviin kiinnitettynä 40-50 mm paksuna levynä (koko rakenteen absorptioluokka A). Myös tyypillinen vähintään 200 mm alaslaskettu absorptioluokan A akustiikkakatto 20 mm paksulla levyllä on mahdollinen. Seinille vaimennusmateriaaliksi sopii parhaiten absorptioluokan A materiaali. Seinien alaosissa pinnan pitää olla kosketuksen kestävä, esim. wallpanel-tyyppinen pinnoitettu villalevy tai esim. kuitumagnesiitti tai kuitusementtilevy, jonka takana mineraalivillaa.

Keittiössä vaimennetaan hygieenisiin tiloihin sopivalla vaimennusmateriaalilla kaikki kattopinnat, joihin vaimennusta voidaan sijoittaa.

## 6 ERITYISHUOMIOITA

Tässä kappaleessa esitämme erityishuomioita, joilla merkitystä ääneneristykseen sekä huoneakustiikkaan.

### 6.1 Avoimet oppimistilat

On huomattava, että toisiinsa avoimessa yhteydessä olevien tilojen välillä äänten kantautumista voidaan ainoastaan vähentää tässä raportissa esitetyillä toimenpiteillä, mutta varsinaista "äänieristystä" tilojen välillä ei voida saavuttaa silloin, kun tiloja ei ole erotettu toisistaan ilmatiiviitä rakenteita käyttäen. Mikäli eri alueiden välillä käytetään väliverhoja, kyseessä on enemmänkin näköeste. Näin ollen alueiden väliseen äänenkantavuuteen tulee puuttua pedagogisilla ratkaisuilla.

### 6.2 Siirtoseinät ja taiteovet

Kaikki siirtoseinille ja taiteoiville annetut vaatimukset on esitetty ilmaäänieristyslukuna  $R_w$ . Valmistajan/toimittajan tulee vastata siitä, että toimitettavalla tuotteella voidaan saavuttaa tilojen väliselle äänieristykselle asetettu vaatimus paikan päälle asennettuna.

Kohteeseen on tässä vaiheessa luonnosteltu mahdollisesti avattaviksi tarkoitettuja tiloja, joiden avaus voidaan tehdä käyttäen siirtoseiniä, taiteseiniä, taitto-ovia ja/tai paljeovia. Näiden käytöstä on syytä huomioida seuraavat seikat:

#### Siirtoseinät:

Siirtoseinillä voidaan tyypillisesti saavuttaa äänieristävyuden  $R_w$ -arvo (laboratoriossa mitattu arvo) n. 41 – 55 dB. Todellinen, käytössä saavutettu äänieristys on harvoin enempää kuin  $D'_{nT,w} = 40 - 44$  dB. Tämä johtuu siitä, että vaikka siirtoseinillä mitattaisiin kohteeseen tuoreeltaan asennettuna yli 50 dB:n  $D'_{nT,w}$ -arvo, alenee käytännön äänieristys yleensä huomattavasti mm. tiivisteiden kulumisen, ympäröivien rakenteiden "elämisen" sekä elementtien tarkan asentamisen vaikeuden takia.

Siirtoseinät ovat yleensä mielekäs ratkaisu silloin, kun niiden avaamis- ja sulkemistarve on korkeintaan viikottaista. Hyvin ääntä eristävät, raskaat elementit voivat olla vaikeita liikutella ja asentaa tiiviisti toisiaan vastaan etenkin, mikäli ne ovat normaalia huonekorkeutta korkeammat.

#### Taittoseinät:

Saranoidut siirtoseinät, eli taittoseinät ovat helppokäyttöisempiä kuin varsinaiset siirtoseinät, mutta niiden riittävä tiivistyminen ympäröiviä rakenteita vastaan on vastaavasti selvästi heikompaa. Niillä saavutettava käytännön äänieristys on tyypillisesti  $D_{nT,w} = 25 - 35$  dB.

#### Taiteovet:



Taiteovet ovat kaksinkertaisia, suhteellisen keveitä "haitariovia". Ne ovat helppokäyttöisiä, mutta yleensä huonosti ääntä eristäviä. (käytännön äänieristys tyypillisesti  $D_{nT,w} = 15 - 25$  dB).

#### Paljeovet:

Paljeovet ovat kaksinkertaisia, pehmeäpintaisia ovia. Ne ovat helppokäyttöisiä ja toimivat osin huonevaimennuksena, mutta ovat huonosti ääntä eristäviä (käytännön äänieristys tyypillisesti  $D'_{nT,w} = 15$  dB – 20 dB).

### 6.3 Talotekniikka

Rakennuksen talotekniikan ympäristöönsä aiheuttama melu ei saa ylittää  $L_{Aeq} = 45$  dB läheisillä oleskelualueilla tai ikkunoiden ulkopuolella. Suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota purunpoiston laitteiston sijoittumiseen suhteessa leikkialueisiin ja rakennuksen ikkunoihin sekä sen kanavistojen vaimentamiseen.

### 6.4 Esimerkkirakenteita ja ilmanvaihdon äänenvaimennin tarpeet

Tässä kappaleessa esitetään väliseinien esimerkkirakenteita äänieristysvaatimusten saavuttamiseksi. Seuraavaan on listattu koulutiloissa yleisesti käytössä olevat rakenteet sekä niiden yleisimmät annetut vaatimukset.

- $D_{nT,w} < 30$  dB
  - Lasirakenteet yleisesti
  - Ilmanvaihtokanava saa kulkea tilojen välillä
    - Äänenvaimenninta ei tarvita
- $D_{nT,w} \geq 30$  dB
  - 13 mm EK-kipsilevytys + 66-70 mm teräsrunko (ilman min. villaa) + 13 mm EK-kipsilevytys
  - Lasirakenne laminoitu
  - Ilmanvaihtokanava saa kulkea tilojen välillä
    - Äänenvaimenninta ei tarvita
- $D_{nT,w} \geq 35$  dB
  - 13 mm EK-kipsilevytys + 66-70 mm teräsrunko ja min. villa + 13 mm EK-kipsilevytys
  - Lasirakenteet vaativat erikoissuunnittelua
  - Ilmanvaihtokanava saa kulkea tilojen välillä
    - Äänenvaimentimia ei tarvita
- $D_{nT,w} \geq 40$  dB
  - 13 mm EK-kipsilevytys + 66 - 95 mm teräsrunko ja min. villa + 13 mm EK-kipsilevytys
  - Tiili 85 mm, tasoitettu
  - Lasirakenteet vaativat erikoissuunnittelua
  - Ilmanvaihdon riittävä äänenvaimennus tarkistettava
- $D_{nT,w} \geq 44$  dB
  - 2 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 66 – 70 mm teräsrunko ja min. villa + 2 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä)
  - 130 mm Kahi-harkkoseinä tai tiiliseinä, tasoitettu
  - 100 mm betoni
  - Erittäin haastava saavuttaa lasirakenteella
  - Ilmanvaihtokanavisto vaatii äänenvaimentimet
  - Väliseinien liitokset sivuaviin rakenteisiin tehtävä T-liitoksina
- $D_{nT,w} \geq 48$  dB
  - 2 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 95 mm teräsrunko ja min. villa + 2 x 13 mm kipsilevytys
  - 2 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 66 mm XR- tai GR-teräsrunko\* ja min. villa + 2 x 13 mm kipsilevytys

- 120 mm betoni
- Ilmanvaihtokanavisto vaatii äänenvaimentimet
- Väliseinien liitokset sivuaviin rakenteisiin tehtävä T-liitoksina
- $D_{nT,w} \geq 52 \text{ dB}$ 
  - 2 x 13 mm kipsilevytys + 95 mm XR- tai GR-teräsrunko\* ja min. villa + 2 x 13 mm kipsilevytys
  - 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 66-70 mm runko ja min. villa, 10 mm ilmapäli, 66-70 mm runko ja min. villa + 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä)
  - Ilmanvaihtokanavisto vaatii äänenvaimentimet
  - Väliseinien liitokset sivuaviin rakenteisiin tehtävä T-liitoksina
  - 160 mm betoni
- $D_{nT,w} \geq 57...60 \text{ dB}$ 
  - Kiviaineinen seinä esim. 130 mm tiili (tasoitettu) + 66-70 mm teräsranka + min. villa, 13 mm kipsilevy
  - 2-3 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 66-70 mm runko ja min. villa, 10 mm ilmapäli, 66-70 mm runko ja min. villa + 2-3 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä)
  - Ilmanvaihtokanavisto vaatii äänenvaimentimet
  - Väliseinien liitokset sivuaviin rakenteisiin tehtävä T-liitoksina

\* XR-teräsrunnolla tarkoitetaan Gyproc XR -teräsrunkojärjestelmää ja GR-teräsrunnolla Knaufin teräsrunkojärjestelmää, joka on tavallista teräsrankaa joustavampi ja siten äänieristyksellisesti parempi.



Sara Vehviläinen, Muotoilija (amk)  
Akustikko FISE A, projektipäällikkö



Olli Salmensaari, DI  
Akustikko, FISE PV, vastuullinen konsultti