



KASAVUOREN KOULUKESKUS

A-siiven purkaminen ja uudisrakennus

Hankesuunnitelma

ALUSTAVAT AKUSTISET TAVOITTEET

24.6.2024



1 MÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT

Koulun akustiset vaatimukset perustuvat seuraaviin asetuksiin ja standardeihin:

- Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä (796/2017)
- Ympäristöministeriön ohje rakennusten ääniympäristöstä (2018)
- Kansalliseen standardiin SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus, sen kouluja koskeviin 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

1.1 Akustisissa vaatimuksissa käytetyt mittaluvut

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, että uuden asetuksessa pienempiä taajuuksia 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



2 TAUSTAMELUVAAATIMUKSET

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 äänitason 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 1 tasoja pienempi) taustamelutaso heikentää koettua ääneneristystä.

Taulukko 1. Suurimmat sallitut taustamelutasot tilatyypeittäin.

Huonetyyppi	$L_{A,eq}$ / dB	$L_{AF,max}$ / dB
Opetustilat yleensä	33	38
Avoimet opetustilat ja aulat	33	38
Mediapaja	33 ³⁾	38
Liikuntatilat	33	38
Tauko-/sosiaalitilat	35	40
Hallinnon tilat ¹⁾	33	38
Oppilashuollon tilat ²⁾	33	38
Käytävät, porrahuoneet yms.	38	43
Konehuoneet	70	
Rakennuksen ulkopuolella	45	
Ruokailusali	33	38
Kirjasto	33	38

- 1) Hallinnon tiloihin lukeutuu henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia, työhuone ja neuvottelutilat
- 2) Oppilashuollon tiloja ovat kuraattorin, terveydenhoitajan, koulupsykologin ym. tilat
- 3) Mikäli mediapajassa tehdään äänityksiä, äänieditointia tms., tulee ilmanvaihto olla säädettävissä niin, että äänitaso $L_{A,eq}$ on alle 25 dB



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

Taulukko 2. Vaatimukset rakennuksen ulkopuolelta kantautuvalle melulle huonetyypeittäin.

Huonetyyppi	Keskiäänitaso, $L_{A,eq,7-22}$ [dB]
Opetustilat yleensä	35
Mediapaja	35 ¹⁾
Liikuntatilat	35
Opettajien tilat ²⁾	35
Oppilashuollon tilat ³⁾	35
Käytävät, porrashuoneet yms.	40
Oleskelualueet ulkona	55
Ruokailusali	35
Kirjasto	35

- 1) Mediapajassa $L_{A,eq,7-22}$ tulisi olla enintään 25 dB, mikäli tilassa äänitetään.
- 2) Opettajien tiloihin lukeutuvat henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia, työhuone ja neuvottelutilat
- 3) Oppilashuollon tiloja ovat terveydenhoitajan, kuraattorin, koulupsykologin työhuoneet yms tilat



3 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.

3.1 Ilmaäänieristyksen tulkinta

Taulukossa 3 on esitelty arvioita ilmaäänieristysluvun vaikutuksesta koettuun äänieristyksen tasoon. Taulukossa on verrattu ihmisen puheääntä seinän äänieristykseen. 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



3.2 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 sisälasien vaatimuksena, kun aukon koko on pienempi kuin $\frac{1}{4}$ tilojen välisen seinän pinta-alasta.

Taulukko 4. Ilmaäänieristysvaatimukset tilatyypeittäin. Arvot ovat vähimmäisvaatimuksia.

Tila	Äänitasoeroluku ($D_{nT,w}$ / dB)	Ovet ääniluokka (R_w / dB)
Pystysuuntaan kerrosten välillä yleensä	52	
Opetustilat	-	
Opetustilojen välillä	44	
- Kun välillä on ovi	42	dB35(42)
- Kun välillä on siirtoseinä	42	siirtoseinän $R_w \geq 52$ dB
- Käytävälle	34	dB30(37)
Erikoistilat		
Liikunta		
- Ympäröiviin opetus- tai työtiloihin (myös välipohja)	60	
- Toiseen liikuntatilaan, kun välillä on ovi	42	dB35(42)
- Käytävään, kun välillä on ovi	39	dB35(42)
Taide- ja käsityötila		
- Ympäröiviin opetus- ja työtiloihin	48	
o Kun välillä on ovi	42	dB35(42)
- Käytävään, kun välillä on ovi	34	dB30(37)
Mediapaja	52 ¹⁾	
- Käytävälle, kun välissä on ovi	42	dB35(42)
Opettajien tilat		
Henkilökunnan huone	44	
- Käytävälle	34	dB30(37)
Rehtori, kanslia ja työhuone	48	
- Kun tilojen välillä on ovi	42	dB35(42)
- Käytävälle	39	dB35(42)



Neuvottelutilat	48	
- Käytävälle	39	dB35(42)
Oppilashuollon tilat		
Vastaanottohuoneet (työh, lepo.)	48	
Vastaanottohuoneiden välillä, kun välissä on ovi	42	dB35(42)
- Odotustilaan	39	dB35(42)
Puku- ja WC-tiloista opetustiloihin	44	
- Käytävälle	34	dB25(30)
- Toiseen wc-/puku-/suihkutilaan	35	
IV-konehuone		
- Henkilökunnan ja opetuksen tiloihin	55	
- Käytävään	50	dB35(42)
Ruokailusali		
Opetustiloihin	52	
- Kun välissä on ovi	42	dB35(42)
Käytävään	34	dB25(30)
Kabinetin ja salin välillä	34	dB30(37)
Kirjasto	48	
Käytävälle, kun välissä on ovi	39	dB30(37)
Kotitalous	44	
Ympäröiviin opetus- tai työtiloihin	48	
Muihin opetustiloihin, kun välissä on ovi	42	dB35(42)
Käytävään, kun välissä on ovi	34	dB30(37)



3.3 Askeläänieristys

Taulukossa 5 on esitetty suurimmat sallitut askeläänitasot eri tiloille.

Taulukko 5 Suurimmat sallitut askeläänitasovaatimukset tilatyypeittäin.

Huonetyyppi	Askeläänitaso $L'_{nT,w} + C_{l,50-2500}$ / dB
Oppilaitosrakennuksessa kerrosten välillä yleensä	63 ¹⁾
Liikuntatilat	46 ²⁾

- 1) Yleisesti käytetyillä pintamateriaaleilla (esim. linoleum, parketti) vaadittu askeläänitaso ei välttämättä toteudu ilman alakattoa.
- 2) Edellyttää kelluvaa rakennetta, irti kantavista rakenteista.

3.4 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 (luokkahuoneet) 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. ilmavälillinen rei'itetty kipsi-, puu- tai metallilevy, jonka taustalla akustinen huopa ja/tai tyyppin 1 huokoinen materiaali).

Näistä tyyppi 1 soveltuu erityisesti silloin, kun pyritään vaimentamaan meluisia tiloja. Akustoruiskutuksen osalta on tärkeää, että ruiskutuksen takana on riittävän paksu vaimennuslevytys. Puolivaimentavia materiaaleja (tyyppi 2) käytetään useammin tiloissa, joissa puheäänien selvyys ja puhumisen helppous on tärkeää sekä musiikkitiloissa. Opetustiloissa käytetään usein samanaikaisesti molempia materiaalityyppejä.



3.4.1 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 ja alaslaskettuna (vähintään 50 mm ilmaväli) 20 – 30 mm paksuna tai akustoruiskeutus, 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.

Taulukko 6. Jälkikaiunta-ajan vaatimukset sekä vaimennusmäärät tilatyypeittäin.

Huonetyyppi	Jälkikaiunta-aika T (s)	Vaimennusmäärät (%)
Oppimistilat ¹⁾		
- Avoimet opetustilat	0,4 ... 0,5	110-130
- Suljetut opetustilat	0,5 ... 0,6	100-120
- Taide- ja taitoaineet	0,5 ... 0,6	100-120
Mediapaja ¹⁾³⁾	0,4 ... 0,5	110-130
Aulatilat ¹⁾	0,9 ... 1,3 ²⁾	100-200
Liikuntasalit ¹⁾	< 1,3	noin 120
Opettajien tilat ⁴⁾	< 0,6	> 100
- Neuvotteluhuoneet ¹⁾	< 0,7	> 90
Oppilashuollon tilat ⁵⁾	< 0,6	> 100
Käytävät, porrashuoneet yms.	< 0,9	> 70
IV-konehuoneet ⁶⁾		50-100
Ruokailutilat ¹⁾	0,8 ... 1,1 ²⁾	100-130
Kirjasto	< 0,6	100
Mediapaja	0,5 ... 0,6	100-120

- 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) Mediapajan vaimennuspinnat sijoitetaan tasaisesti katto- ja seinäpinnoille. Mikäli mediapajassa tehdään äänityksiä, äänieditointia tms. tulee tilan akustoinnin tarve tarkentaa jatkosuunnittelussa.
- 4) Opettajien tiloihin lukeutuvat henkilökunnan ja rehtorin huone, kanslia, työhuoneet ja kohtaamot.



- 5) Oppilashuollon tiloja ovat terveydenhoitajan, kuraattorin, koulupsykologin työhuoneet 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 kokonaisuina. Mikäli levyjä leikataan, tulee leikkaussivut käsitellä valmistajan suosittelemalla menetelmällä.

Puheen erotettavuutta kuvaavalle puheensiirtoindeksille 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.

3.4.2 Aulat ja 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. leijuvia 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.

3.4.3 Liikuntasali

Liikuntasaliin vaimennus sijoitetaan pääasiassa kattoon. Materiaali on iskunkestävää tai iskulta suojattua akustiikkavillaa tai vastaavaa A- tai B-absorptioluokan materiaalia, rakenteen paksuus 50 - 200 mm. Lisäksi ainakin yhdelle seinäpinnalle on suositeltavaa asentaa äänen vaimennuspintaa, esim. 40x40 k80 rimoituksella suojattu 50 mm akustiikkalevy.



3.4.4 Ruokailutila

Ruokalassa tehokkaan yleisvaimennuksen lisäksi erityisen tärkeää on varmistaa, että ruuan jonotuksen, ruuanjakelun ja astianpalautuksen läheisyydessä olevat katto- ja mahdollisesti seinäpinnat on tehokkaasti akustoitettu.

Lisäksi on tärkeää varmistaa, että mikäli ruokailusali on auki muihin kerroksiin, kerrosten välipohjien otsapinnat, kerrosten alakatot ja valoaukon seinäpinnat on tehokkaasti vaimennettu, jotta ruokailun äänien leviäminen koko kouluun voidaan minimoida. Suositeltavaa on valoaukon rajaaminen lasiseinin 2. kerroksessa. Tällöinkin valotornin pystypinnoille tarvitaan jonkin verran vaimennuspintaa.

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, mutta suojausta tarvitsevilla pinnoilla myös C-luokan materiaali voi tulla kyseeseen. Seinien alaosissa pinnan pitää olla joko rei'itettyllä levyllä tai rimoituksella suojattua akustiikkalevyä tai muuten kosketuksen ja puhdistuksen kestävä, esim. wallpanel-tyyppinen pinnoitettu villalevy tai esim. kuitumagnesiitti tai kuitusementtilevy, jonka takana mineraalivillaa.

3.4.5 Kirjasto

Kirjaston tulee olla ilmapiiriltään rauhallinen ja meluton. Tavoiteltava jälkikaiunta-aika on $\leq 0,6$ sekuntia.

Vaimennusmateriaalia tiloissa tulee olla 100 % lattiapinta-alaa vastaava määrä. Kattopinnasta mahdollisimman suuri osa kannattaa vaimentaa tehokkaasti. Kattoon tulee asentaa vähintään 200 mm alaslaskulla olevaa 20 – 30 mm huokoista akustiikkalevyä. Seinille tulee sijoitella vaimennuslevyjä, jos näkyvillä on soveltuvia paljaita seinäpintoja. Seinäpinnoilla voi käyttää myös sisutuksellisia vaimennustuotteita kuten vaimentavia tauluja. Ikkunoihin suositellaan hyvin ääntä vaimentavia kangas- tai lamelliverhoja.

Kirjahyllyt ja kirjat toimivat mainioina hajottavina rakenteina. Myös kalusteet, joissa on vähintään 40 mm paksu vaimentava pinta, toimivat myös vaimentavina elementteinä (mm. sermit ja sohvut).

Kokolattiamatolla voidaan vaikuttaa tilassa askelista, tavaroiden siirtelystä ym. aiheutuvaan ääneen, mutta sen vaikutus kokonaisjälkikaiunta-aikaan on varsin vähäinen.



4 ERITYISHUOMIOITA

Tässä kappaleessa esitämme erityishuomioita, joilla merkitystä ääneneristykseen sekä huoneakustiikkaan.

4.1 Avoimet oppimistilat

On huomattava, että toisiinsa avoimessa yhteydessä olevien tilojen välillä äänen kantautumista voidaan ainoastaan vähentää tässä dokumentissa 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.

4.2 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 $D_{nT,w}$ asetettu vaatimus paikan päälle asennettuna.

Avattaviksi tarkoitettujen tilojen avaus voidaan tehdä käyttäen siirtoseiniä, taiteseiniä, taittoovia ja/tai paljeovia. Näistä äänieristykseen kannalta parhaaseen tulokseen päästään siirtoseinillä. Lopullinen avattavan seinän osan tyyppin valinta on tehtävä käyttäjän tarpeista lähtien: valinta on yleensä kompromissi äänieristykseen, avautumistarpeen ja helppokäyttöisyyden välillä.

Siirtoseinät:

Siirtoseinillä voidaan tyypillisesti saavuttaa äänieristävyden 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.



4.3 Talotekniikka

Rakennuksen talotekniikan ympäristöönsä aiheuttama melu ei saa ylittää $L_{Aeq} = 45$ dB läheisillä oleskelualueilla tai ikkunoiden ulkopuolella.

4.4 Esimerkkirakenteita ja ilmanvaihdon äänenvaimennintatarpeet

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
 - 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
 - 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
- $D_{nT,w} \geq 52$ 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 ilmaväli, 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
- $D_{nT,w} \geq 57...60$ dB
 - 2-3 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä) + 66-70 mm runko ja min. villa, 10 mm ilmaväli, 66-70 mm runko ja min. villa + 2-3 x 13 mm kipsilevytys (EK-levy päällimmäisenä)
 - 235 mm tiili
 - 130 mm tiili + 66-70 mm teräsrunko + min. villa, 13 mm kipsilevy
 - 180 mm betoni
 - Ilmanvaihtokanavisto vaatii äänenvaimentimet ja koteloinnin
 - Väliseinien liitokset sivuaviin rakenteisiin tehtävä T-liitoksina

* XR-teräsrungolla tarkoitetaan Gyproc XR -teräsrunkojärjestelmää ja GR-teräsrungolla Knaufin teräsrunkojärjestelmää, joka on tavallista teräsrunkoa joustavampi ja siten äänieristyksellisesti parempi.



4.5 CLT-rakenteista

Alla on esitetty joitakin huomioita CLT-rakenteisiin liittyen.

4.5.1 Rakenneliittymät

Kokonaisääneneristykseen vaikuttaa runkojärjestelmän liitostapa. Runkojärjestelmän liitostapa vaikuttaa oleellisesti myös vaadittaviin äänieristyslisärakenteisiin sekä ei-kantavien rakenteiden vaatimuksiin. Vaativimmat äänieristysvaatimukset (esim. liikuntasalit) on pyrittävä toteuttamaan ensisijaisesti tilasijoittelulla.

4.5.2 Pilarit

Pilareita pitkin ääni siirtyy pystysuunnassa. Miten pilari on kerrosten kohdalla jatkettu sekä mikä on päällekkäisten tilojen ääneneristystarve, vaikuttaa siihen, tarvitseeko pilaria verhoilla äänieristerakentein.

4.5.3 Palkit

Palkit tulee verhoilla toiselta tai molemmin puolin, mikäli palkki kulkee yhtenäisenä eri tilojen välillä, kun ääneneristysvaatimus on $D_{nT'w}$ 44 dB tai enemmän. Tapauskohtaisesti tulee kuitenkin tarkastella palkin pinta-ala ja sen vaikutus ääneneristykseen.

4.5.4 Välipohja

Välipohjalaattojen keskinäinen kytkentätapa vaikuttaa siihen, tarvitaanko välipohjaan äänieristyksen takia erillisiä pintarakenteita.

4.5.5 Massiivipuorakenteiset seinät

Kun tilojen välinen ääneneristysvaatimus on $D_{nT'w} = 40$ dB tai enemmän, ei massiivipuorakenteinen seinä saa jatkua yhtenäisesti tilasta toiseen, vaan seinärakenne joko katkaistaan väliseinän kohdalla tai toinen puoli tai molemmat puolet verhoillaan ääneneristysrakenteella.

4.5.6 Puurunkoiset kevytrakenteiset seinät

Puurunkoisten väliseinien äänieristys on tyypillisesti 5-10 dB pienempi kuin vastaavien, kohdassa 4.4 esitettyjen, yksinkertaisten teräsrunkoisten väliseinien. Kaksirunkoisissa seinissä ero ei ole yhtä merkittävä. Käytännössä puurunkoisia seiiniä käytettäessä on varauduttava suurempaan seinän paksuuteen kuin teräsrunkoja käytettäessä.