

16.4.2018

## Runnin ja Hernejärven koulujen akustiikka / KVR-suunnitteluohje

### 1. Tausta

Päiväkodeissa ja kouluissa tärkein akustinen tavoite on meluntorjunta: niissä tapahtuvasta toiminnasta syntyy melua, jonka leviämistä ja äänitasoa on rajoitettava erityisesti huoneakustisin keinoin. Huoneakustiikaltaan rauhallinen tila vaikuttaa äänitasoon kahdella tavalla: toisaalta ääntä absorboivat pinnat vaimentavat ääntä, toisaalta rauhallinen huoneakustiikka myös kannustaa rauhalliseen käytökseen. Henkilökunnan työterveyden kannalta äänen vaimentaminen on tärkeää: jos tila on hälyisä, opettajan on jatkuvasti korotettava ääntään, mikä pahimmassa tapauksessa saattaa johtaa äänihäiriöön eli ongelmaan äänenmuodostuksessa. Opetustilat tulee kuitenkin suunnitella siten, että puheen kuuluvuus opetustilanteessa on hyvä. Musiikin opetustila tulee suunnitella sekä akustisesti esitetyn että sähköisesti vahvistetun musiikin esittämiseen soveltuvaksi.

Hyvässä ääniympäristössä oppilaiden puhe voi olla 10dB hiljaisempaa kuin tavallisessa luokkatilassa, opettajien ääniongelmien vähenevät ja jopa opettajan syke voi laskea.

#### 1.1. Avoin oppimisympäristö

Koulut toteutetaan avoimen oppimisympäristön periaatteilla, jolloin suurin osa koulun tiloista ovat monityötilan kaltaista avointa oppimisympäristöä, jossa on toisaalta huomioitava työrauha eli puheenpeitto suuremmilla etäisyyksillä, mutta hyvä puheenerottuvuus pienryhmäopetuksessa lähietäisyydellä. Näiden olosuhteiden saavuttamiseksi tarvitaan suuri määrä absorboivia pintoja, tilaa jakavia elementtejä sekä mahdollisesti sopivaa peiteääntä.

#### 1.2. Tilojen monikäyttöisyys

Tilasuunnittelussa haetaan ratkaisua, jossa yksi tila mahdollistaa monta käyttötarkoitusta. Tutkittavia asioita on esim. musiikki- ja esiintymistaito –opetuksen opettaminen liikuntasalissa siten että liikuntasaliin liittyvä varasto toimii osana opetustilaa soittotilana, kuulijoiden ollessa salin puolella. Tämä edellyttää, että tila suunnitellaan akustisesti monipuolisesti ja pintarakenteet kestävät eri opetustilanteiden vaatimukset.

### 2. Akustiset vaatimukset

Rakennusmääräyskokoelma on uudistunut loppuvuodesta 2017. Tässä yhteydessä on kumottu entinen Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C1 ja korvattu uudella asetuksella 796/2017 *Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä*.

Kumottu rakentamismääräyskokoelman osa C1 määrää tietyille huonetiloille asetettavia vaatimuksia. Rakennusmääräyskokoelman RT 07-10946 Sisäilmastoluokitus 2008 taulukko 1.3.4 antaa sisäilmaluokille S1...S3 tarkempia akustisia vaatimuksia kuin entinen C1. Standardi SFS 5907

*rakennusten akustisesta luokituksesta* on ohjekirja, joka on täydentänyt C1:n vaatimuksia. Uutta asetusta täydentävää suunnitteluohjeistusta ei ole vielä julkistettu. Uusi asetus ei kuitenkaan ota kantaa koulurakennusten äänieristysvaatimukseen vaan toteaa: *Opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- ja toimistotilojen ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen siten, että niissä saavutetaan toimintaa vastaava riittävän hyvä ääniympäristö.* Uusi asetus siis antaa raja-arvoja vain asuin-, majoitus- ja potilastiloille.

Tästä syystä asetusta täydentävänä ja suunnittelussa velvoittavana asiakirjana noudatetaan standardissa SFS 5907 ohjearvoja. Standardi jakaa rakennuksen ääniolosuhteiden perusteella neljään luokkaan, joista koulu on suunniteltava täyttämään luokan C vaatimukset. Poikkeuksena on huoneakustiikka, jonka suunnittelussa noudatetaan luokan A vaatimuksia. Lisäksi tietyissä tapauksissa suositellaan luokasta C poikkeavia vaatimuksia, jotka on erikseen mainittu tässä ohjeessa.

Mikäli akustiselle ominaisuudelle ei ole annettu tässä asiakirjassa selkeää ohjetasoa, noudatetaan vaatimuksissa seuraavaa pätevyysjärjestystä:

- 01) SFS 5907 mukaisesti määritelty taso
- 02) RT 07-10946 Sisäilmaluokitus
- 03) kumotun RakMk C1 vaatimukset ja ohjeet
- 04) 796/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä

**Taulukko 1 SFS 5907 Akustiikka, pienimmät sallitut ilmaääneneristysluvut**

|  | <b>Luokat C</b> |
|--|-----------------|
| Luokkahuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen sekä luokkahuoneen ja käytävän välissä ei ole ovea (*1  | <b>44 dB</b>    |
| Luokkahuoneiden tai niihin rinnastettavien tilojen sekä luokkahuoneen ja käytävän välillä, kun välissä on ovi. (*1   | <b>34 dB</b>    |
| Luokkahuoneen ja käytävän välisen oven ääniluokka $R_w$ (*1  | <b>30 dB</b>    |
| Erytisylokkahuoneiden (kuten musiikkiluokka, tekninen työ, liikuntatila) ja toisen opetustilan välillä   | <b>57 dB</b>    |
| Erytisylokkahuoneiden (kuten musiikkiluokka, tekninen työ, liikuntatila) ja käytävän välillä   | <b>39 dB</b>    |
| Erytisylokkahuoneiden ovi tai oviyhdistelmä  | <b>48 dB</b>    |
| Luokkahuoneiden välillä, kun välissä on ovi  | <b>39 dB</b>    |
| Luokkahuoneiden välinen ovi tai oviyhdistelmä  | <b>42 dB</b>    |
| Koulukuraattorin,- psykologin ja -terveydenhoitajan sekä opinto-ohjaan ja ympäröivien tilojen välillä, myös käytävän ja odotustilan suuntaan. Ovelta tai oviyhdistelmältä edellytetään erittäin hyvin ääntä eristävää ovea tai oviyhdistelmää. (*2 . | <b>48 dB</b>    |
| Koulukuraattorin,- psykologin ja -terveydenhoitajan sekä opinto-ohjaan ja odotushuoneen ja käytävän välillä. Huom. ovelta tai oviyhdistelmältä edellytetään erittäin hyvin ääntä eristävää ovea tai oviyhdistelmää                                   | <b>39 dB</b>    |
| IV-konehuoneen ja muun tilan välillä (*3   | <b>57 dB</b>    |

(\*1 Ääneneristysvaatimus koskee myös toimistotiloja (kuten rehtori, opettajainhuone)

(\*2 Äänieritysvaatimus koskee myös tiloista odotushuoneen ja käytävän suuntaan ja on näiltä osin standardia korkeampi

(\*3 Ääneneristyksen riittävyys on tarkistettava IV-koneiden äänitietojen perusteella. IV-konehuoneen rajoituksessa varastoon tms. tilaan, jossa ie opiskella, työskennellä eikä oleskella säännöllisesti, harkitaan ääneneristyksen tarve tapauskohtaisesti.

### 3. LVIS-laitteiden äänitaso

Suurimmat sallitut rakennuksen LVIS-laitteiden tuottamat äänitasot standardin SFS 5907 mukaan, luokka C. Sallittavat enimmäisäänitasot  $L_{A,eQ}$  on esitetty 2. Rakennuksen LVIS-laitteita ovat mm. vesi- ja viemäri-laitteet, lämmitysjärjestelmä, kompressorit, ilmanvaihtolaitteet, jäähdytyslaitteet yms. Keskiäänitaso tarkoittaa äänitasoa, joka tehollisarvo on yhtä suuri kuin vaihtelevan äänitason tehollisarvo mittausajanjakson kuluessa. Lisäksi on otettava huomioon, että rakennuksen LVIS-laitteet saavat aiheuttaa enintään 45dB keskiäänitason pihamaalla.

Taulukko 2 LVIS-laitteiden suurimmat sallitut äänitasot

| Tila   | Keskiäänitaso, $L_{A,eQ}$ |
|--|---------------------------|
| Opetustilat                                  | <b>33 dB</b>              |
| Musiikkitila                                 | <b>28 dB</b>              |
| Käytävät, porrashuoneet, aulat, liikuntasali | <b>33 dB</b>              |
| Työ- ja toimistilat                          | <b>33 dB</b>              |
| Opettajainhuone                              | <b>33 dB</b>              |
| Erityisopetuksen tila                        | <b>28 dB</b>              |
| Neuvottelutila                               | <b>33 dB</b>              |

#### 2.1. Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa on otettava huomioon se, ettei kanavisto saa heikentää tilojen välistä ääneneristystä. Tiloista toiseen kanavien kautta kulkevan äänen vaimentamiseksi on käytettävä äänenvaimentimia. Urakoitsija vastaa siitä, että ilmanvaihtojärjestelmä täyttää kokonaisuutena sekä ilmamäärien että äänenkehityksen vaatimukset.

#### 2.2. Sähköasennukset

Sähköjohtojen arinoita tai sähkökouruja ei saa viedä sellaisten rakenteiden läpi, joiden ilmanääneneristyslukuksi on määritelty yli 40dB. Läpimenokohdissa on kourut katkaistava seinän kohdalla siten, että väliin jää vähintään 1mm leveä rako ja lisättävä seinän molemmille puolin n. 300mm pitkä kourun täyttävä avosuolinen vaahtomuovipala tai kourujärjestelmään kuuluvaa tiiviste. Osastoivissa rakenteissa on käytettävä paloluokan vaatimukset täyttävää eristemateriaalia.

#### 2.3. Tärinäeristys

Lukuun ottamatta pientehoisia lämpöjohtojen kiertopumppuja, jotka ovat putken kannattamia, kaikki rakennuksen koneet ja laitteet, joissa on pyöriviä, jaksoittain toimivia tai muuten runkoääntä tai tärinää aiheuttavia osia, tulee asentaa oikein mitoitettujen tärinäeristimien varaan.

### 4. Rakenteet ja liitokset

Ääntä eristävien rakenteiden suunnittelussa on otettava huomioon tiloja erottavan rakennusosan

ääneneristävyyden lisäksi rakenteiden tiiviys sekä sivutiesiirtymä eli äänen siirtyminen esim. tiloja erottavaa rakennetta sivuavien rakenteiden ja taloteknisten järjestelmien kautta. Kaikkien ääntä eristävien rakenteiden tulee olla tiiviitä, myös alas laskettujen kattojen yläpuolelta ja muista näkymättömiin jäävistä paikoista. Tiivistettyjen rakenteiden on säilytettävä tiiveys rakennuksen käytön aikana. Käytettäessä painuvia rakenteita (kuten hirsi), on huomioitava, että ääneneristysvaatimukset on täytettävä rakennuksen koko elinkaaren aikana. Hirren luontainen painuminen ei saa heikentää ääneneristystä.

Ääneneristysvaatimusten täytyminen voi edellyttää mm. maanvaraisten laattojen tekemistä tilakohtaisesti siten, että laatta katkaistaan väliseinän kohdalla solumuovikaistalla. Lisäksi on mietittävä väliseinäratkaisuja ja käytettävä tarvittaessa esim. kaksirunkoseiniä. Ääneneristysvaatimusten täyttymiseksi on laadittava erilliset liitos- ja tiivistysdetaljit, jotta jo suunnitteluvaiheessa voidaan varmistaa ääneneristyksen riittävästä huomioimisesta.

### 3.1. Siirtoseinäratkaisut

Tilojen yhdisteltävyyttä voidaan toteuttaa siirtoseinillä. Muunneltavuudesta huolimatta siirtoseinien tulee olla ääntäeristäviä ja täyttää Taulukko 1 vaatimukset asennettuna kohteeseen. Siirtoseinäratkaisuissa on huomioitava, että järjestelmä toimii. Siirtoseinän liikuttamiseen on riitettävä yhden aikuisen voimat, tiivisteet on pysyttävä kiinni ja seinä toimii valitulla lattiapinnoitteella.

### 3.2. Ovet

Taulukko 1 on ohje ovien valinnasta eri tiloihin. Ohjeen vaatimukset on esitetty ilmaääneneristyslukuna  $R_w$ . Ovissa tulee olla viralliset tyyppihyväksyntäkilvet. Ääntä eristävien ovien tiivisteiden toimivuus ja pysyvyys on varmistettava, jotta ääneneristys toteutuu myös käytön aikana. Ääntä eristävien ovien sekä heloituksen valinnassa on huomioitava, että oven avaamiseen tarvittava voima ei saa olla suurempi kuin 10N. Ovet on suunniteltava kokonaisuutena toimivaksi, huomioiden ääneneristysvaatimukset, käyttötarkoitus, oven rakenne, tiivisteiden, oven, lukon ja vastaraudan säätö sekä lukon ja painikkeen tyyppi. Oveen liittyvien sähköpielien ilmaääneneristävyys tulee olla vähintään vastaava kuin ympäröivällä seinärakenteella.

### 3.3. Lasiosat

Opetustilan ja käytävän välisessä seinässä, jossa on ovi, on lasitusten ilmanääneneristysluvun oltava vähintään  $R_w$  31dB. Neuvottelu- ja erityisopetustilojen sekä musiikki- ja työpajatilojen ja käytävän välisen lasiosan ilmanääneneristys on oltava vähintään  $R_w$  38 dB. Tämä pätee tilanteissa, joissa lasiosan pinta-ala on enintään 25% tilaa ja käytävää erottavan seinän pinta-alasta. Jos lasipinta-alan osuus on suurempi, tulee lasirakenteen ääneneristävyyttä parantaa. Lasitoimittajan tulee esittää lasituksesta mittausraportit. Suuntaa antavana ohjeena voidaan todeta, että laminoitu lasi 3+3 voi saavuttaa tason 33dB, 6mm lasi 31dB ja laminoitu lasi 5+5mm 38dB.

## 5. Huoneakustiikka

Jälkikaiunta-aikavaatimusten täyttymisen todentaminen osoitetaan ensisijaisesti siten, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan vaatimusten mukaisella tavalla tilakohtaiset erityspiirteet huomioiden ja suunnittelussa on noudatettu esim. tuotevalmistajien mitoitusohjeita. Tarvittaessa voidaan edellyttää, että toteutuminen osoitetaan ohjeen RIL 243-1-2007 luvussa 10.4.3 esitetyllä menetelmällä.

Suunnittelussa on huomioitava, että mikäli absorboiva materiaali asennetaan suorakaiteen muotoisessa tilassa vain kattoon, voi syntyä ns. tärykaikuilmiö. Tätä voidaan estää lisäämällä materiaalia kahdelle vierekkäiselle seinälle tai suunnittelemalla seinät siten, etteivät ne ole yhdensuuntaisia. Taulukko 3 on esitetty jälkikaiunta-aikavaatimukset eri tiloille ja lisäksi suuntaa antavasti tarvittavan absorptiomateriaalin määrä. Urakoitsija vastaa, että absorptiomateriaalia suunnitellaan ja asennetaan riittävästi tarvittavan vaatimustason täyttymiseksi.

Avoimille oppimisympäristöille ei ole suoraan suunnitteluohjeita SFS 5907 –standardissa, mutta näissä tiloissa voidaan soveltaa avotoimistojen ohjetta. Luokkatilan toiminnallisuus on akustisen suunnittelun lähtökohta. Mikäli tilaan muodostuu selkeä alue, jossa opettaja pääasiassa seisoo, voidaan tälle alueelle tehdä puhetta heijastava alue esim. kattoon. Tällöin opettaja kuulee oman äänensä selkeämmin, mikä pienentää äänen tarpeettoman rasituksen riskiä.

**Taulukko 3 Jälkikaiunta-ajat standardin SFS5907 mukaan, luokka A sekä suuntaa antava ohje tarvittavasta absorptiomateriaalin määrästä**

|  | Jälkikaiunta-aika | Tarvittava absorptiomateriaalin määrä<br>% lattiapinta-alasta |          |
|--|-------------------|---|----------|
|  |                   | Luokka A  | Luokka C |
| Luokkatilat (perinteinen frontaaliopetustila)                    | 0,5... 0,6 s      | 120 %   | 180%     |
| Avo-opetustila (avoin oppimisympäristö), korkeus alle 3m (*2)    | 0,35 s            | 120 %   | 180%     |
| Avo-opetustila (avoin oppimisympäristö, huonekorkeus yli 3m (*2) | 0,4 s             | 170 %   | 265 %    |
| Musiikkitilat (*4)   | 0,7 s             | 80%   | 120 %    |
| Käytävät ja porrashuoneet  | <0,9 s            | 65%   | 100%     |
| Aulat (*4)   | 0,7...0,9 s       | 80%   | 120%     |
| Työ- ja toimistohuoneet, opettajainhuone                         | <0,6 s            | 80%   | 120%     |
| Erytisopetustila   | 0,4 s             | 140%  | 200%     |
| Neuvottelutilat  | 0,5 s             | 120%  | 180 %    |

(\*1 suositus on, että kattopinnasta 2/3 peitetään absorptiomateriaalilla ja loput sijoitetaan takaseinän yläosaan

(\*2 avo-opetustiloihin sovelletaan SFS-standardin avotoimiston vaatimuksia. Absorptiomateriaalin määrä suhteessa lattiapinta-alaan, kts. taulukko 3.

(\*3 tilassa, joka on tarkoitettu musiikin opetukseen, tulee jälkikaiunta-aika ja äänenvaimennusmateriaalin tyyppi ja sijoitus suunnitella erityisen huolella. Erityisesti tämä koskee suunnitteluratkaisua, jossa opetustilaa käytetään myös muuhun kuin musiikkiopetukseen.

(\*4 aulan jälkikaiunta-aikavaatimus on riippuvainen siitä, käytetäänkö tilaa opetustilana ja mikä on tilan korkeus.

## 6. Rakennuksen akustisten vaatimusten toteutumisen todentaminen

Urakoitsijan on osoitettava akustisten vaatimusten toteutuminen suorittamalla rakennuksessa valmistumisvaiheessa kustannuksellaan akustisia mittauksia seuraavasti:



- ilmaääneneristysluvun  $R_w$  mittauksia standardin ISO 140-4 mukaisesti kaksi kappaletta.
- ilmanvaihdon äänenmittaukset
- jälkikaiunta-aika mitataan avo-opetustilassa sekä liikuntatilassa.

