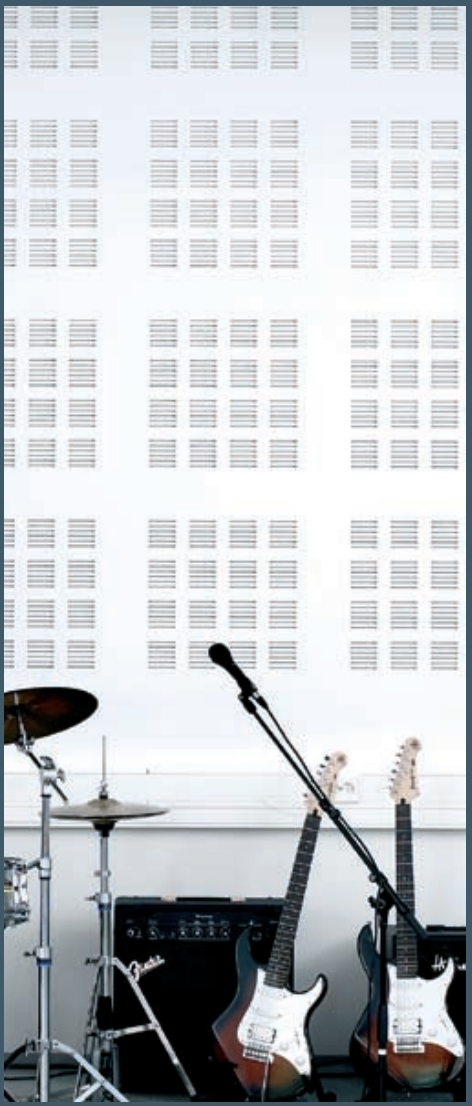
Gyptone alakatot
4.1 Johdanto akustiikkaan



GYPTONE

Reflecting everyday life

Johdanto akustiikkaan

Akustiikalla tarkoitetaan usein tilan jälkikaiunta-aikaa tai ääneneristysominaisuuksia. Helposti jonkin tilan akustiikkaa sanotaan yksiselitteisesti hyväksi tai huonoksi määrittelemättä asiaa tarkemmin. Akustiikalla kuitenkin tarkoitetaan kaik kia äänen ominaisuuksia jossakin tilassa. Akustiikkaa voidaan määritellä mm. puheenymmärrettävyydellä, ilmaääneneristysominaisuuksilla, jälkikaiunta-ajalla tai taustamelutasolla.

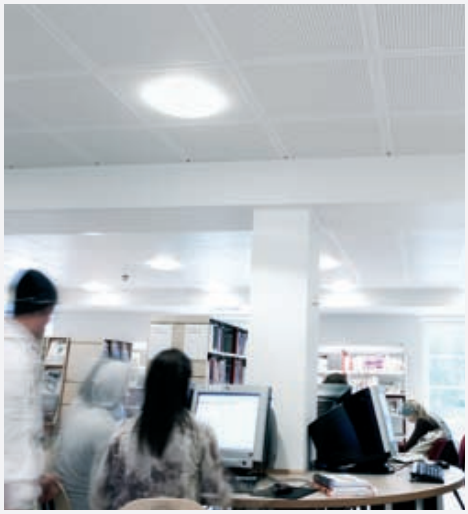
Akustiikka on aina ollut välttämätön rakennusmateriaalien valintakriteeri, kuten palo-ominaisuudet tai valonheijas tus. Akustiikasta on tullut viimeaikoina kuitenkin vieläkin tärkeämpi laatumittari rakennetulle sisäympäristölle.

Sopiva akustiikka on aina riippuvainen siitä, mihin tilaa käytetään (esim. kauppakeskus, sairaala, päiväkoti, äänitysstudio, jne). Akustiikan tulee aina sopia tilan käyttöön. Perusajatuksena on, että ylimääräinen melu saadaan pois. On kuitenkin tärkeää ymmärtää, että tilassa, joka on erittäin hyvin vaimennettu, ei ole aina välttämättä hyvä akustiikka. Tilan akustisten olosuhteiden on oltava sopusuhteessa myös tilan kokoon. Liika vaimennus syö puhe-energiaa, jolloin äänitasosta tulee niin pieni, että se alkaa olla ongelma.

Ympäristömme akustiset olosuhteet ovat osittain lakisääteisiä. Rakennuksiin liittyvät akustiset kysymykset on säädetty Suomen Rakentamismääräyskokoelmassa, erityisesti osassa C1 ja osittain osassa D2. Uusi akustinen standardi SFS 5907 luokittelee rakennukset akustisiin luokkiin A, B, C ja D tilojen akustisen olosuhteiden perusteella.

Tässä esitteessä käsitellään akustiikkaa yleisellä tasolla.

- Akustiikan perusteita
- Äänen ominaisuuksia
- Taajuus
- Huoneakustiikka
- Äänen heijastus
- Äänen vaimennus
- Akustiikka musiikille
- Taustamelu



Akustiikan perusteita

Akustiikka on aina ollut välttämätön rakennussuunnittelukriteeri kuten palo-ominaisuudet tai valonheijastus. Akustiikasta on tullut viimeaikoina kuitenkin vielä tärkeämpi laadun mittari rakennetulle sisäympäristölle. Epäselvyyttä on kuitenkin ollut hyvän akustiikan ominaisuuksista. Toimiva akustiikka riippuu luonnollisesti tilan toiminnasta tai tarkoituksesta. Hyvä akustiikka esimerkiksi konserttisalissa ei ole tarkoituksenmukainen luokkahuoneessa.

Akustiikka on osaltaan klassista fysiikkaa. Toisaalta olosuhteista riippuen se voi myös pohjautua enemmän psykologiaan kuin fysiikkaan. Kaikki akustiikan ominaisuudet mitataan kuten fysiikassa, kuten esimerkiksi jälkikaiunta-aika. Ongelmana on, että vaikka tämä vaatimus täyttyisi, ei se välttämättä tarkoita sitä, että akustiikka huoneessa olisi hyvä. Voimme määritellä helposti vaatimukset rakennusakustiikalle, kuten minimi ääneneristystaso tai sallittu melutaso. Huoneakustiikan suhteen tilanne on paljon monimutkaisempi. Voimme ilmoittaa jälkikaiunta-ajan, mutta emme silti voi taata, että huone kuulostaa luonnolliselta.

Ääni on jossakin väliaineessa, tavallisesti ilmassa, etenevää värähtelyä. Kun kappale saatetaan värähtelemään, se aiheuttaa ilmassa paineenvaihtelua. Tämä tapahtuu äänilähteen värähtelyn tahdissa. Ihminen kuulee äänilähteen, kun se värähtelee nopeammin kuin 16-20 kertaa sekunnissa. Mikäli värähtelyn taajuus on nopeampaa kuin 20 000 Hz (eli 20 kHz), ihminen ei kuule sitä. Ihmiskorva on herkimmillään taajuusalueella 2000 -6000 Hz. Tälle alueelle sijoittuvat monet hälytys- ja varoitusäänet. Tämän alueen korostaminen parantaa myös puheen selkeyttä. Taajuusalueen vaimentaminen puolestaan muuttaa puheen epäselväksi ja mumisevaksi.

Äänen ominaisuuksia

Ihminen havaitsee äänen kuuloaistinsa avulla. Ärsyke korvaan saapuu ilman välityksellä. Tärkein äänen muoto onkin ilmaääni eli ilmassa esiintyvä paineen vaihtelu, joka etenee aaltoliikkeenä. Ääni etenee ilmassa n. 340 m/s. Vaikka etenemisliike tapahtuu ilmahiukkasten tihentyminä ja harventumina, ei hiukkasten liike ole yhtä nopeaa. Ilmamolekyylit eivät kulje ääniaallon mukana, vaan värähtelevät äänilähteen tahdissa paikoillaan. Ääniaalto heikkenee ja muuntuu edetessään. Siksi korvan tärykalvolle saapuva aaltoliike on aina erilaista kuin äänilähteen värähtely. Mitä pitempi aallonpituus äänellä on, sitä paremmin ääniaalto pystyy etenemään. Mitä matalampi ääni on, sitä kauemmas se kuuluu.

Jotta ihminen havaitsisi ilmanpaineen vaihtelun äänenä, tulee vaihtelun taajuuden olla riittävän suuri, noin 16 kertaa sekunnissa eli 16 Herziä (Hz). Jos taajuus kasvaa hyvin suureksi, yli 16 000 Hz, ääni muuttuu ultraääneksi, jota ihminen ei kuule. Taajuus ilmoittaa äänen korkeuden eli sävelkorkeuden.

Jos ilmassa esiintyvät paine-erot ovat hyvin pieniä, ihminen ei kuule ääntä. Paine-eron tulee olla vähintään 0,00002 (Pa), jotta hyvin hiljainen ääni olisi kuultavissa. Tätä rajaa kutsutaan kuulokynnykseksi. Äänen paine ilmaisee äänen voimakkuuden. Tavallisesti äänen voimakkuuden mittana käytetään kuitenkin yhden neliömetrin pinta-alalle kohdistuvaa äänitehoa eli äänen intensiteettiä. Kuulokynnystä vastaava äänen intensiteetti on yksi pikowatti/m^2 eli 10 - 12 W/m^2.
Ihmisen kuuloalue on hyvin laaja. Lisäksi kuulohavainnon muutos on aina samansuuruinen, kun intensiteetti tehdään yhtä moninkertaiseksi. Tästä syystä äänen voimakkuus ilmoitetaankin suhteellisella (logaritmisella) asteikolla desibeleissä.

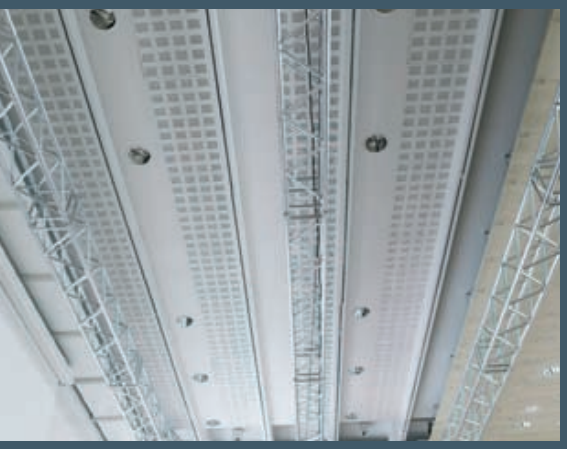
Kansainvälisesti on standardoitu mittareille painotuskäyrät, jotka sopivasti mukailevat ihmisen kuulo-ominaisuuksia. Yleensä tulee kysymykseen A-taajuuspainotus.

Taajuus

Jotta ihminen havaitsisi ilmanpaineen vaihtelun äänenä, tulee vaihtelun taajuuden olla riittävän suuri, noin 16 kertaa sekunnissa eli 16 Herziä (Hz). Jos taajuus kasvaa hyvin suureksi, yli 16 000 Hz, ääni muuttuu ultraääneksi, jota ihminen ei kuule. Ihmiskorva on herkimmillään taajuusalueella 2000 -6000 Hz.

Taajuus ilmoittaa äänen korkeuden eli sävelkorkeuden. Kuulon taajuustajunta on hyvin herkkä taajuussuhteessa. Voidaan siis melko tarkasti kuulla, onko sointi ”puhdas”. Musikaalinen skaala on siis melkein matemaattinen eli logaritminen.

Musiikin jaksot ilmoitetaan oktaaveissa, jotka vastaavat taajuuden kaksinkertaistamista kaistoittain. Akustiikan mittausjärjestelmät perinteisesti perustuvat oktaavikaistojen keskitaajuuksiin 125, 250, 500, 1000 Hz jne.



Huoneakustiikka

Hyvää huoneakustiikkaa on mahdoton määritellä yksityiskohtaisesti. Hyvän huoneen akustiikka riippuu täysin siitä, mikä on tilan käyttötarkoitus. Esimerkiksi avotoimistotiloilla ja opetustiloilla on akustiikan suhteen täysin erilaiset päämäärät. Huoneakustisesti tilat voidaan karkeasti jakaa musiikkihuoneisiin, puheelle tarkoitettuihin tiloihin, yleistä meluntorjuntaa vaativat huoneet ja studio/kuunteluhuoneet.

Yleisesti ymmärretään, että huoneen jälkikaiunta-aika määrittelee, miten hyvä on huoneen akustiikka. Monissa tapauksissa suositellaan käytettävän muita arvoja, kuten puheenymmärrettävyyttä, josta käytetään nimeä Rasti. Puheenymmärrettävyys selittää, miten selvästi informaatio voidaan kuulla/tunnistaa lähettäjältä vastaanottajalle. Rei'itetyissä kipsilevyissä on molemmat: sekä heijastus- että vaimennusominaisuudet, joten se antaa useimmissa tapauksissa hyvän puheenymmärrettävyyden.

Optimaalisessa puhetilaääniympäristössä jälkikaiunta-aika on kohdallaan ja melutaso on alhainen. Nämä johtavat hyvään puheen erotettavuuteen. Tilan muoto ja vaimennusmateriaalin sijoittelu vaikuttavat myös äänen aistimiseen.

Äänen heijastus

Kun ääniaalto osuu täydellisen tasaiseen pintaan, heijastuu se samassa kulmassa virheettömänä takaisin. Kaikki epäsäännöllisyys vaikuttaa äänen heijastukseen. Käytännössä lähes kaikki heijastavat pinnat ovat kuitenkin jonkin verran absorboivia ja hajottavia. Heijastavat pinnat ovat yleensä massiivisia, sileitä pintoja.

Pintamateriaaleja, jotka hajottavat ääniä, sanotaan diffuusoreiksi. Näitä käytetään, jotta vältyttäisiin suorilta heijastuksilta. Periaatteessa kaikki tasaiset pinnat ovat jonkin verran hajottavia, varsinkin diskanttialueella. Pintojen hajottavuusaste riippuu esteiden koosta verrattuna aallonpituuteen. Pinnassa on oltava suuria epätasaisuuksia, jotta se olisi hajottava bassoalueella. Myös bassovaimentavat levyrakenteet ovat jonkin verran bassohajottavia.

Ohuen levyrakenteen, kuten Gyptone-levyn kohdatessaan osa ääniaallon energiasta jää levyrakenteeseen ja osa heijastuu pinnasta takaisin. Takaisinheijastukseen vaikuttaa sileä levyn osuus sekä levyrakenteen taustatila.

Äänen vaimennus

Vaimentavissa pintamateriaaleissa osa ääniaallon energiasta imeytyy niiden pintaan. Pinnan absorptio-ominaisuudet riippuvat usein hyvin paljon taajuusalueesta.

Esimerkiksi ohuet, alle 100 mm huokoiset pinnat vaimentavat hyvin keskialueella ja diskanttialueella, mutta heikosti bassoalueella.

Voidaan sanoa, että kaikki materiaalit omaavat vaimennusominaisuuden ja siten niille on määriteltävissä vaimennuskerroin. Absorptiokerroin erilaisille materiaaleille kertoo, miten paljon suhteellisesti energiaa jää materiaaliin. Tarkemmin määriteltynä pinnasta palaamatta jääneen ja pintaan kohdistuneen äänitehon suhde. Absorptiokerroin voi olla korkeintaan 1.

Tyypillinen resonaattorirakenne, kuten rei'itetyt Gyptone-kipsilevyt, vaimentavat usein tehokkaasti keskitaajuus- ja bassotaajuusalueilla. Vaimennusominaisuudet määräytyvät reiän koon, taustavaimennuksen ja rei'itysalan perusteella. Myös sileät levyt vaimentavat bassoalueella niille ominaisen resonanssitaajuuden mukaisesti. Levyjen resonanssitaajuus pääasiallisesti riippuu materiaalin painosta, jäykkyydestä ja taustatilasta.

Kaikki rakennusosat ja niiden pinnat ovat enemmän tai vähemmän vaimentavia ja ovat siten määrittämässä huoneen kokonaisvaimennusta. Monissa tapauksissa on suositeltavaa käyttää vaimentavaa tuotetta, jolla on laaja vaimennusalue ja siten vaimentaa kohtuullisesti koko taajuusalueella 125 – 4000 Hz.

Akustiikka musiikille

Hyvät akustiset olosuhteet puhesaleihin on suhteellisen helppo luoda, mutta akustisien olosuhteiden luominen musiikkitiloille on jo hieman monimutkaisempaa. Usein musiikkitilojen akustiikkasuunnittelun tekeekin akustiikkaan erikoistunut suunnittelija. Tärkeimmät lähtökohdat musiikkitilojen suunnittelulle on mitä musiikkia tilassa soitetaan ja tietenkin huoneen koko.

Konserttisalien akustiikan suunnittelua on pidetty paljolti taiteena. Tiedon lisäännyttyä se on kuitenkin arkipäiväistynyt etukäteen tiedossa oleviksi säännöiksi ja laskettavissa oleviksi numeroiksi: salien akustiikan ennustaminen on olennaisesti tarkentunut. Tietokone laskee mallin avulla, miltä alun perin kaiuttomasti äänitetty musiikki kuulostaisi tietyllä kuuntelupaikalla salissa ja muodostaa äänitenäytteen, joka voidaan toistaa kuulokkeilla. Tämä voidaan tehdä jo ennen kuin sali on rakennettu, kun se on vasta piirustuspöydällä.

Taustamelu

Taustamelulla tarkoitetaan ei-informatiivisia, kommunikaatioon kuulumattomia ääniä, kuten ilmastointi- tai liikennemelua. Melu voi olla myös tilassa olevien ihmisten puhetta tai huonekalujen siirtelystä aiheutuvaa ääntä. Yleensä suunnittelutavoitteeksi kannattaa asettaa alle 20 dB taustamelutaso.

Yksi puheen erotettavuuteen vaikuttavista tekijöistä on taustamelutaso eli signaalimelusuhde (S/N). Se ilmaisee esim. puheen ja taustamelun välisen suhteen, ja tarkoittaa, kuinka suuri osa kuullusta äänestä on toivottua puhetta. Hyvän puheen erotettavuuden saavuttamiseksi signaalin tulisi olla 15 dB taustamelua voimakkaampaa. Kuulovammainen saattaa tarvita taustamelua 20 dB voimakkaamman signaalin.

Kohonnut taustamelu alentaa tuottavuutta ja aiheuttaa väsymystä. Siksi yksityisyyttä ei tule tavoitella esimerkiksi ilmastointimelua lisäämällä. Toisaalta avotoimistoolosuhteissa on tärkeää ymmärtää, että tasainen taustamelutaso on tärkeä osa tavoiteltavaa huonoa puheenymmärrettävyyttä. Hyvä akustiikka tarkoittaa sopivaa jälkikaiunta-aikaa, taustamelutasoa ja ääneneristystä. Toivottuja ääniä halutaan korostaa, kun taas häiriöäänet halutaan vaimentaa.

in case I

www.gyptone.fi

Gyptone.fi ei ole pelkkä kotisivu, vaan myös inspiroiva ja informatiivinen apulähde. Gyptone-asennusohjeiden ja tuote-esittelyjen lisäksi sivulta löytyy interaktiivinen 3D-tuotegalleria, jonka avulla tuotteita voidaan käännellä ja yhdistellä eri järjestelmiin ja nähdä, miltä lopullinen alakatto tulee projektissasi näyttämään.

BPB Gyproc Oy
PL 44
02401 KIRKKONUMMI
puh: (09) 295 11
fax: (09) 2951 300
s-posti: info_fi@gyproc.com
www.gyptone.fi

Tammikuu 2007