

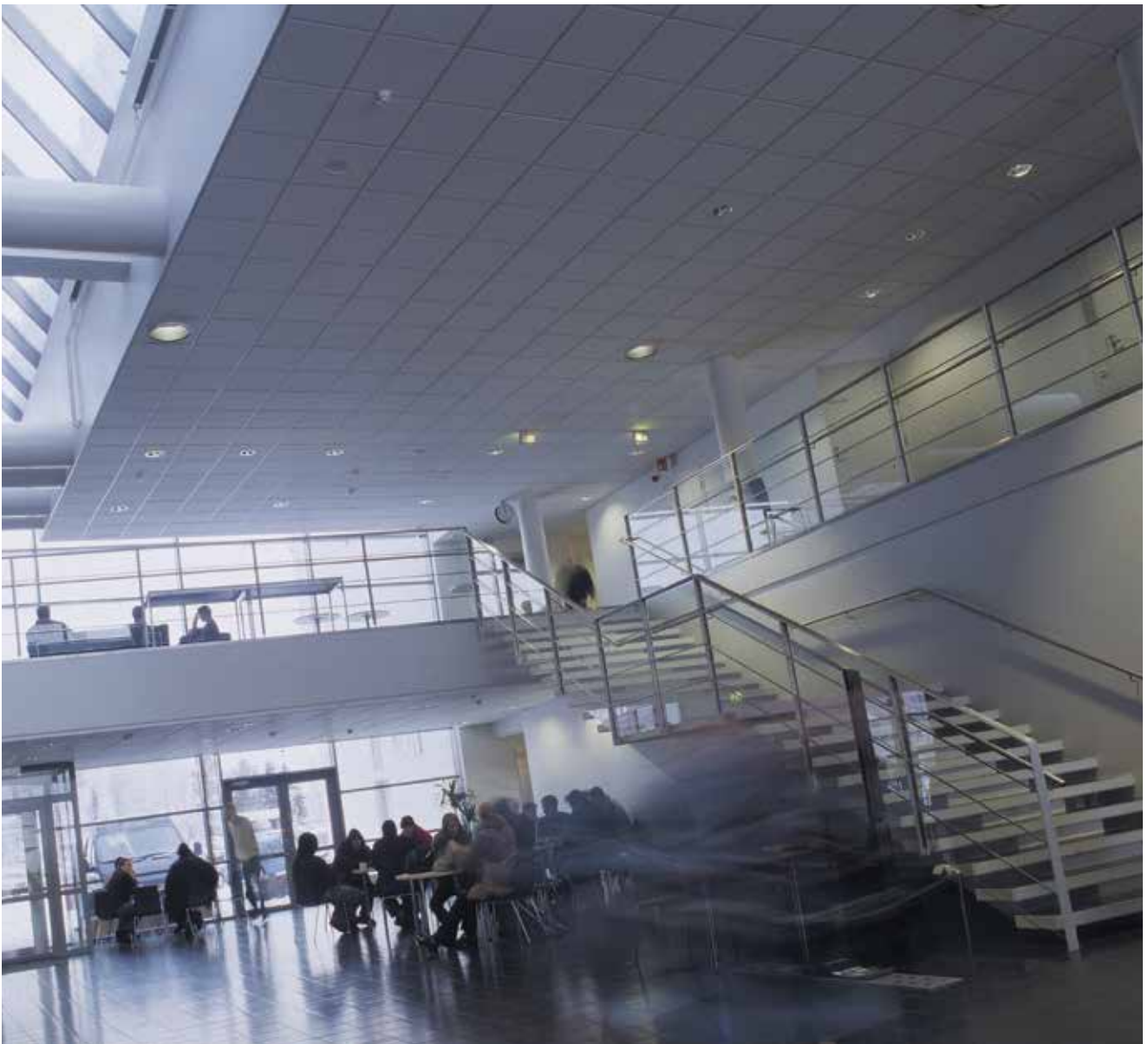
# OPETUSTILOJEN AKUSTIIKKA

PARAFON-akustiikkatuotteet kouluihin ja päiväkoteihin

# OPETUSTILOJEN AKUSTIIKKA

Huoneakustiikka kuvaa äänen käyttäytymistä tilassa. Tällöin siis kuuntelija ja äänilähde ovat samassa huoneessa. Jos huoneen pinnat (seinä, katto ja lattia) eivät juuri lainkaan absorpoi eli vaimenna ääntä, ääni kimpoilee pinnasta toiseen ja kestää kauan, ennen kuin se vaimenee kokonaan. Kuuntelijan on tällaisessa huoneessa vaikea saada selvää puhujan sanoista. Hän kuulee suoran äänen lisäksi pinnoista yhä uudelleen heijastuvat ääniaallot.

Koulutilojen sekä enimmäkseen myös päiväkotien tärkein viestintäkeino on puhe. Puhumista ja kuulemista helpottavat hyvät kaiuntaolosuhteet ja alhainen taustamelu. Kaiuntaolosuhteita voidaan säädellä sekä taustamelua alentaa oikealla huokoisella äänenvaimennusmateriaalin käytöllä.



## ÄÄNENVAIMENNUKSEN KÄSITTEET

### ABSORPTIO ELI ÄÄNENVAIMENNUS

Äänen absorptio tarkoittaa äänienergian muuttumista kitkan kautta lämmöksi äänen edetessä materiaalissa.

### ABSORPTIOKERROIN ELI ABSORPTIOSUHDE

Absorptiokerroin kuvaa materiaalin absorboiman ja siihen osuneen äänienergian suhdetta. Ääntä täydellisesti vaimentavan materiaalin absorptiokerroin on kaikilla taajuuksalueilla 1. Pinnan, joka heijastaa kaiken siihen osuneen äänen absorptiokerroin on puolestaan 0.

### ABSORPTIOALA

Absorptioala on pinnan ala kerrottuna sen absorptiosuhteella. Kun huoneeseen asennetaan esimerkiksi 20 m<sup>2</sup> materiaalia, jonka absorptiosuhde on 0,92 saadaan tuon materiaalin absorptioalaksi 18,4 m<sup>2</sup>.

### HUOKOINEN VAIMENNIN

Kivivilla on hyvä esimerkki huokoisesta vaimentimesta. Materiaalin paksuus vaikuttaa merkittävästi sen äänenvaimennusominaisuuksiin. Korkeat taajuudet (yli 500 Hz) ovat helpompia käsitellä ja niihin riittää 30–50 mm paksuinen kivivilla. Alle 500 hertsin äänet ovat hankalampia, joten niitä varten tarvitaan paksumpia kivivilla-levyjä. Materiaalin paksuutta voidaan myös kompensoida akustisen katon tai seinäelementin taakse jäävällä ilmävälillä. Se parantaa matalataajuisten äänen eristystä.

### JÄLKIKAIUNTA-AIKA

Huoneen jälkikaiunta-aika ilmaisee, miten pitkään äänen vaimeneminen huonetilassa kestää. Se määrittellään yleensä ajaksi, jonka kuluessa äänenvoimakkuus alenee miljoonasosaan alkuperäisestä eli se laskee 60 dB.



*Liikuntasalin katossa on käytetty Paracem-akustiikkalevyjä.*

## OHJEET JA MÄÄRÄYKSET OPETUSTILOJEN ÄÄNENVAIMENNUKSESTA

Rakennusten meluntorjunnasta ja opetustilojen äänenvaimennuksesta on annettu ohjeita ja määräyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa C1 sekä Suomen Standardoimisliiton standardissa SFS 5907 Rakennusten akustinen luokitus.

Oheisessa taulukossa esitetään RakMK C1 ja SFS 5907 mukaiset opetus- ja päivähoitotilojen jälkikaiunta-ajoista on annetut ohjeet.

RakMK C1 mukaisissa jälkikaiunta-ajoissa otetaan huomioon 500 Hz ja sitä suuremmat taajuudet. Standardissa SFS 5907 jälkikaiunta-ajojen raja-arvot on esitetty pisimpinä sallittuina aikoina 250, 500, 1000, 2000 ja 4000 Hz taajuuksilla. Oletuksena on, että tilat on kalustettu kiintokalustein.

Vaimennusverhouksen pinta-ala saadaan, kun valitaan materiaali ja tiedetään sen absorptiokerroin. Esimerkiksi 50 mm paksun kivivillan absorptiokerroin 500 Hz ja sitä suuremmilla taajuuksilla on 0,92. Oletetaan lisäksi, että muut pinnat ovat ääntä vaimentamattomia.

OPETUSTILOJEN JÄLKIKAIUNTA-AIKOJEN OHJEARVOT (S)		
RakMK C1		
Tila		
Luokahuone		0,6...0,9
Päiväkodin leikkihuone		< 0,6
Ruokala		1,0...1,3
Käytävä / porrashuone		< 1,3
Liikuntasali		1,5...2,0
SFS 5907		
Tila	Luokat A ja B	Luokka C
Luokahuone	0,5...0,6	0,6...0,8
Aulat	0,7...0,9	0,9...1,1
Auditoriot, suuret ryhmäopetustilat	0,6...0,8	0,6...0,9
Liikuntatila, korkeus alle 5 m	< 1,1	< 1,5
Liikuntatila, korkeus yli 5 m	< 1,3	< 1,9
Teknisten käsitöiden tila	< 0,5	< 0,9
Musiikkiluokka	0,8...0,9	< 1,0
Musiikkiluokka, sähköinen vahvistus	< 0,6	< 0,9
Opettajainhuone, toimistohuoneet	< 0,6	< 0,6
Käytävät, porrashuoneet	< 0,9	< 1,3



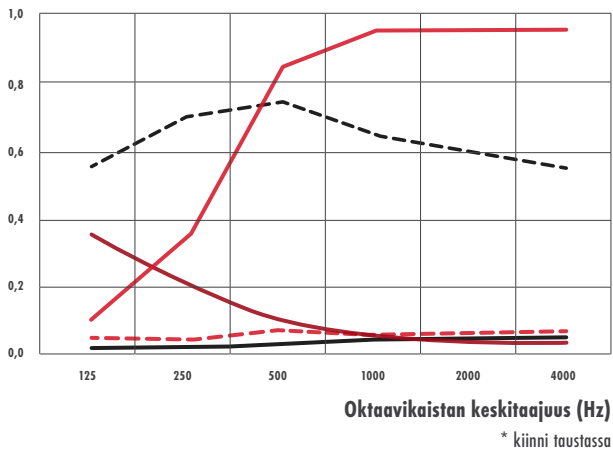
*Aulatiloihin ja portaikkoihin sopivia tuotteita ovat esimerkiksi PARAFON Direct -akustiikkalevyt.*



*Paracem-akustiikkalevyt vaimentavat ääntä hyvin asennettuna avariiden ja korkeiden tilojen kattoon.*

## ERI MATERIAALIEN ABSORPTIOKERTOIMIA

Absorptiosuhde

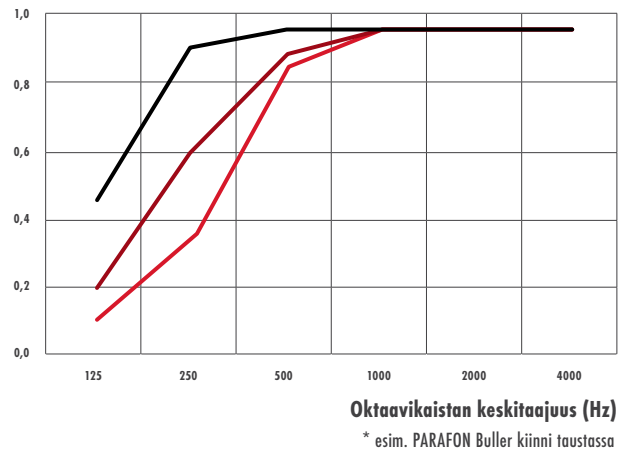


- Mineraalivilla 30 mm \*
- - - Rei'itetty levy
- Levyrakenne
- - - Paksu puulevy
- Betoni

Lähde: RT 07-10881

## KIVIVILLAPOHJAISTEN AKUSTIIKKA-LEVYJEN ABSORPTIOKERTOIMIA

Absorptiosuhde



- Kivivilla 100 mm \*
- Kivivilla 50 mm \*
- Kivivilla 30 mm \*



# PARAFON AKUSTIIKKATUOTTEIDEN VALINTATAULUKKO

PARAFON AKUSTOINTITUOTTEIDEN VALINTATAULUKKO																						
	PARAFON Absorptiolevy	PARAFON Armstrong	Baronet metalliverkko*	PARAFON Buller	PARAFON Buller-rp	PARAFON Corrido	PARAFON Decibel	PARAFON Nordic	PARAFON Classic, Direct	PARAFON Colorfone	PARAFON Exclusive	PARAFON Reflex	PARAFON Hygien, Clinic	PARAFON IV-rp	PARAFON Melusteppo R	PARAFON Palett (vapaa väri)	Paracem	PARAFON Purmitex Viva	PARAFON Royal	PARAFON Slugger	PARAFON SM-kasetti	PARAFON Wall Panel
Luokkahuone	•1		•	•1				•	•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	•
Luentosali	•1	•2	•	•1				•	•	•	•	•				•	•	•	•	•		•
Kirjasto	•1	•2	•	•1				•	•	•	•				•	•	•	•	•	•	•	•
Käytävä	•1	•2	•	•1	•	•	•3	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	•	•	•
Liikuntasali	•1		•	•1				•5	•5	•5	•5				•5	•5	•	•5	•5	•	•	•
WC-tila					•			•	•	•	•		•				•	•	•	•		
Pukuhuoneet ja aulatilat	•1	•2	•	•1		•	•3	•	•	•	•				•4	•	•	•	•	•	•	•
Konehuone (esim. ilmastointi-)				•	•									•								

\* Vaatii yläpuolelleen äänenvaimennuksen esim. PARAFON absorptiolevy tai PARAFON Buller. Tarkista yksityiskohtaisemmat ominaisuudet tuotetiedoista.

- Soveltuu erinomaisesti tilaan
- 1 Soveltuu tilaan verkko- tai ritiläkaton yläpuolelle
- 2 Soveltuu tilaan, mutta saattaa vaatia lisäabsorptiota
- 3 Soveltuu tilaan, jossa väliseinien yläpäättöpäättyvät alakaton alapintaan
- 4 Soveltuu korkeaan tilaan
- 5 Soveltuu, mutta huomioitava mekaaniset iskut



*Luokkahuoneen katossa on käytetty PARAFON Exclusive -akustiikkalevyjä.*

# AKUSTIIKKATUOTTEIDEN KÄYTTÖ OPETUSTILOISSA

## LUOKKAHUONE

Suosittelava jälkikaiunta-aika on noin 0,6–0,9 sekuntia. Luokkahuoneessa puheen on erotettava hyvin. Jos luokkahuoneessa on oppilaita, joilla on huono kuulo, jälkikaiunta-ajan on oltava vieläkin pienempi kuin tavallisessa luokkahuoneessa.

Luokkahuoneet tarvitsevat yleensä akustointilevyjä katon lisäksi myös yhdelle seinälle. Tehokkainta sijoitus-alueita on katon reuna-alue ja seinän yläreuna. Isoissa luokkahuoneissa osa katon keskiosasta ja sivuseinistä on syytä verhoilla heijastavalla materiaalilla tai jättää kovaksi pinnaksi, koska se parantaa äänen kantautuvuutta.

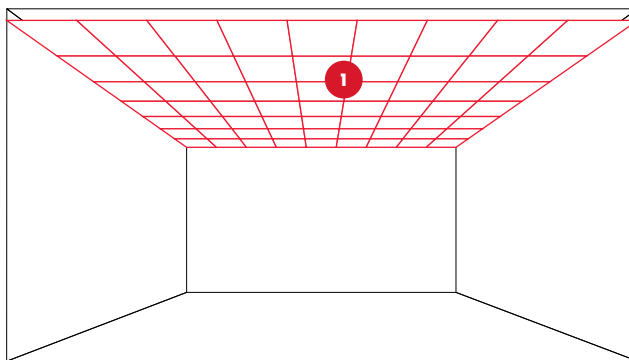


## YKSILÖLLISET PAINOKUVAT

### LUOKKAHUONEISIIN

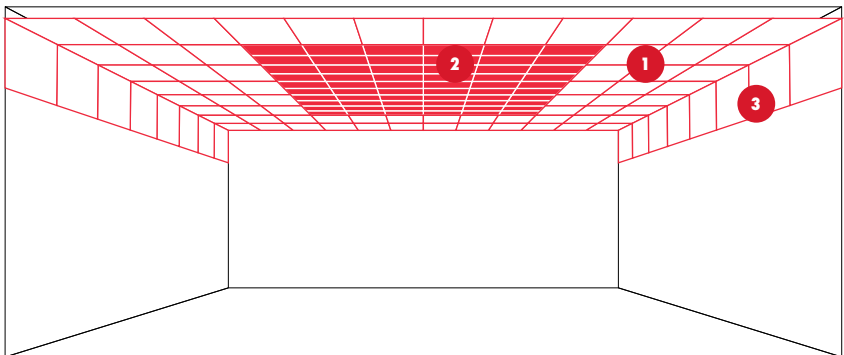
Luokkahuoneissa voidaan käyttää yksilöllisiä, oppiainetta tukevia painokuvia. PARAFON Visual -levyn pintaan on painettavissa mikä tahansa kuva. Luokkahuoneen teeman mukaiset kuva-aiheet luovat tunnelmaa ja toimivat opetuksen tukena. Yhdistelemällä useita levyjä voidaan luoda erilaisia sommitelmia ja laajoja kuvapintoja. Kotitalouden opetustiloissa tunnelmaa voidaan luoda esimerkiksi kuvilla ruoan alkuperästä.

## LUOKKAHUONE <60M<sup>2</sup>



1 PARAFON Classic / PARAFON Nordic / PARAFON Exclusive  
Pienen luokkatilaan riittää katossa olevat vaimennuslevyt alalaskettuna.

## LUOKKAHUONE >60M<sup>2</sup>

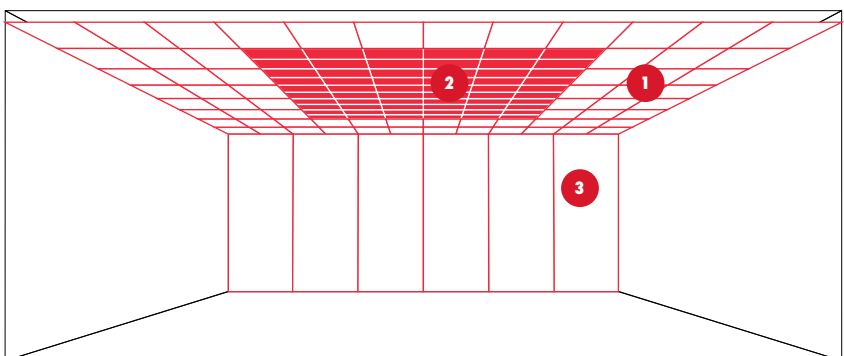


1 PARAFON Classic / PARAFON Nordic / PARAFON Exclusive / PARAFON Royal

2 PARAFON Reflex

Yli 60 m<sup>2</sup> luokkahuoneessa suositellaan ääntä heijastavaa pintaa katon keskiosaan, jotta opettajan ääni kantautuu luokan perälle. Jos asennus tehdään liimaten suoraan betoniin niin katon keskialue jätetään avoimeksi ja vaimennuslevyt asennetaan katon reunoille.

3 PARAFON Royal



1 PARAFON Classic / PARAFON Nordic / PARAFON Exclusive / PARAFON Royal

2 PARAFON Reflex

3 PARAFON Wall Panel  
PARAFON Wall Panel -levyjä Slugger pinnalla voidaan käyttää kiinnityspintoja esim. lasten piirustuksille.



*Monitoimitilan katosta roikkumaan  
asennetut Paracem-levyt akustoiivat  
tilan toimivaksi.*



### MONITOIMITILAT

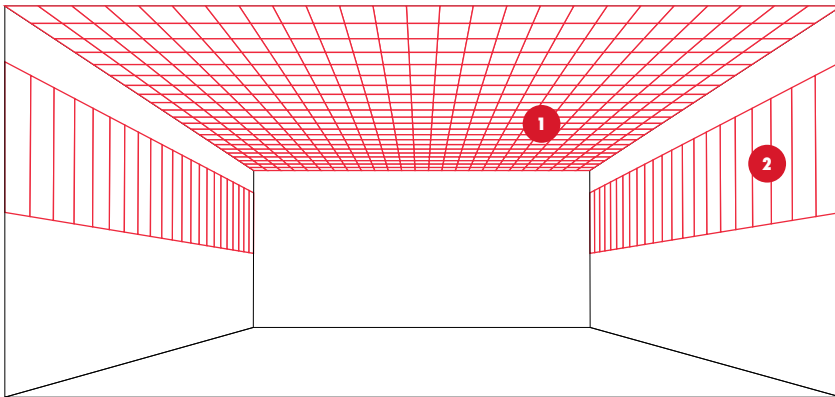
Monitoimitila on nimensä mukaisesti moneen eri käyttötarkoitukseen tarkoitettu tila. Avoimen ja korkeakattoisen monitoimitilan akustointi on mahdollista toteuttaa kattoon asennettavilla levyillä. Opetuksen tai luentojen lisäksi monitoimitila toimii hyvin kokoontumis- ja juhlatilana.

### LIIKUNTASALI

Suosittelava jälkikaiunta-aika on noin 1,5...2,0 sekuntia. Jos salin korkeus on alle 5 metriä on jälkikaiunta-ajan oltava vielä pienempi. Liikuntasalissa on huomiotava pintojen altistuminen iskuille. Tuotteen iskunkestävyyttä mittaa EN 13964 standardi.

Kattovaimennukseen sopivia tuotteita ovat PARAFON Slugger, PARAFON Royal (Extra-pinnalla) 30–50 mm:n paksuisena tai Paracem akustointilevy 20–50 mm:n paksuisena mieluiten alaslaskettuna. Erityisen kestävä on metalliverkkopintainen SM-kasetti; paksuus 50–100 mm.

Seinäväimennukseen sopivia tuotteita ovat PARAFON Wall Panel (Slugger-pinnalla), metalliverkkopintainen SM-kasetti 50–100 mm:n paksuisena, Paracem-akustointilevy 20–50 mm:n paksuisena.



- 1 PARAFON Slugger / Paracem / PARAFON SM-kasetti / PARAFON Royal Extra
- 2 PARAFON Wall Panel (Slugger-pinta) / Paracem / PARAFON SM-kasetti

### PÄIVÄKODIN LEIKKIHUONE

Suosittelava jälkikaiunta-aika on <0,6 sekuntia. Asenna akustiikkalevyt koko sisäkaton pintaan ja, mikäli mahdollista, sivuseinien yläosiin. Peitä takaseinä akustisilla seinälevyillä. Seinälevyjen pintaa voidaan käyttää ilmoitustaulumaisena pintana esimerkiksi lasten piirustuksia varten.

Päiväkotiin suosittelemme seuraavia tuotteita: PARAFON Classic, PARAFON Royal, PARAFON Wall Panel, PARAFON Slugger, PARAFON Visual ja Paracem.

### KÄYTÄVÄT JA RUOKASALIT

Suosittelava jälkikaiunta-aika on <1,3 sekuntia. Näiden tilojen on mahdollistettava oppilaiden rauhoittuminen ennen tunnille menoa. Tilan meluisuus ja kaikuisuus luo rauhattomuuden tunteen. Meluisuutta voidaan vähentää akustointilevyillä.

Akustointilevyt sijoitetaan yleensä yli koko kattopinnan. Isoissa ruokasaleissa kannattaa harkita äänenvaimennuslevyjä myös päätyseinälle. Sopivia tuotteita ovat esimerkiksi reuna- ja taustapinnoitettu, liimattava PARAFON Royal 30–50 mm:n paksuisena, Paracem-akustointilevy 25–50 mm paksuisena tai listoilla asennettava PARAFON Exclusive. Paras vaimennusteho saadaan Paracem Plus-tuotteilla, jossa taustalle on liimattu PAROC-kivivillalevy.

### KEITTIÖT

Keittiötiloissa on yleensä paljon kovia, ääntä heijastavia pintoja sekä astioiden käsittelystä ja laitteista lähtevää melua. Nämä lähtökohdat samoin kuin ehdoton hygieenisuus aiheuttavat suuret vaatimukset äänenvaimennusmateriaalille. Akustointilevyt sijoitetaan yleensä yli koko kattopinnan. Isoissa tiloissa kannattaa harkita vaimennusta myös seinien yläosaan. Keittiöihin suosittelemme puhdistettavia PARAFON-hygieniatuotteita: PARAFON Hygien ja PARAFON Clinic.



*Aulatilán katossa on käytetty  
PARAFON Classic -akustiikkalevyjä,  
reunamuotona E24.*



Paroc on Itämeren alueen johtava energiatehokkaiden eristeratkaisujen valmistaja. Toimintamme kulmakiviä ovat asiakas- ja henkilöstölähtöisyys, jatkuva innovaatio, kannattava kasvu sekä kestävä kehitys. Paroc-tuotteita ovat rakennuseristeet, tekniset eristeet, laivaeristeet, rakennuselementit ja akustointituotteet. Tuotteet valmistetaan Suomessa, Ruotsissa, Liettuassa, Puolassa ja Venäjällä. Myyntitoimistoja ja edustustoja on 14 maassa Euroopassa.



Rakennuseristeiden laaja tuote- ja sovellustarjonta soveltuu kaikkeen perinteiseen rakennusten eristämiseen. Rakennuseristeitä käytetään lähinnä ulkoseinien, kattojen, lattioiden ja alapohjien sekä väliseinien lämmön, palon ja äänen eristämiseen.



Akustiikkatuotteiden valikoima sisältää ääntä absorboivat sisäkatot ja seinälevyt sekä teollisuuden meluntorjuntatuotteet akustiikkaolosuhteiden parantamiseen ja melun vaimentamiseen.



Teknisiä eristeitä käytetään lämmön-, palo- ja ääneneristeinä talotekniikassa, prosessiteollisuuden putkistoissa ja laitteissa, laitevalmistuksessa sekä laivoissa.



Sandwichelementit ovat kivivillaytimisiä, teräspintaisia kevytelementtejä julkis-, liike- ja teollisuusrakentamiseen.

Tiedot tässä esitteessä ovat yksinomainen ja täydellinen kuvaus tuotteen ominaisuuksista. Kuvaus on voimassa tämän esitteen laatimishetkestä siihen saakka, kunnes se korvataan uudella sähköisellä tai painetulla kuvauksella. Kuvauksen viimeisin versio on aina nähtävillä Parocin verkkosivuilla. Esitemateriaalimme esittää tuoteratkaisut ja sovellukset, joihin tuotteidemme toiminnallisuus ja tekniset ominaisuudet on hyväksytty. Mitään tässä esitteessä esitettyä ei ole pidettävä takuun antamisena. Emme vastaa tuotteidemme käyttämisestä kolmansien osapuolien tuotteiden tai ratkaisuiden käytön tai asentamisen yhteydessä. Emme vastaa tuotteen soveltuvuudesta sellaiseen käyttötarkoitukseen, johon sitä ei ole tämän esitteen antamien tietojen mukaisesti tarkoitettu. Pidätämme oikeudet muokata tai muuttaa esitteitämme.

PAROC on Paroc Groupin rekisteröity tavaramerkki.

Huhtikuu 2015  
© Paroc Group 2015  
2203BIF0415

 **PAROC**®

**PAROC OY AB**  
Rakennuseristeet  
Energiakuja 3  
PL 240, 00180 Helsinki  
Puhelin 046 876 8000  
www.paroc.fi

A MEMBER OF PAROC GROUP