

SUUNNITTELUOHJE

Elementtiratkaisut

SUUNNITTELUOHJE



Tässä suunnitteluohjeessa olevat tekniset tiedot ja suositukset perustuvat standardiin EN 14509 Kantavat metalliohultevypintaiset eristävät sandwich-elementit. Suunnittelussa on noudatettava Suomen normeja.

Paroc Panel System vastaa vain tässä Suunnitteluohjeessa annetuista elementin ominaisuuksista. Muut tiedot kuten esimerkiksi

kuormien määrittäminen, mitoitus, detaljisuunnittelu ja asennus ovat vain opastavaa tietoa.

Viimeisin päivitetty versio tästä suunnitteluohjeesta julkaistaan aina verkkosivuillamme. Tutustu myös verkkosivuillamme oleviin detaljiratkaisuihin suunnitellessasi Paroc Panel System-elementtirakenteita.

www.parocpanels.fi

1. AST®-RAKENNUSELEMENTIT

1.1 YLEISTÄ	4
1.2 PINTALEVYT	4
1.2.1 Spectrum®- ja PVDF-pinnoite ulkopinnoille	5
1.2.2 Polyesteripinnoite sisäpintoihin	5
1.2.3 Hygieeniset pinnat	6
1.3 YDIN	6
1.4 AST®-ELEMENTTITYYPIT	6
1.5 ELEMENTTIEN TEKNISET OMINAISUUDET	7
1.6 LÄMMÖNERISTÄVYYS	8
1.7 TIIVIYS	9
1.7.1 Ilmatiiviys	9
1.7.2 Sadevesitiiviys	9

2. MITOITUS

2.1 YLEISTÄ	10
2.1.1 Pystykuormat	11
2.1.2 Tukileveys	11
2.2 ULKOSEINÄT	13
2.2.1 Kuormat ulkoseinille	13
2.2.2 Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille	13
2.2.3 Moniaukkoiset seinät	23
2.3 VÄLISEINÄT	24
2.3.1 Kuormat väliseinille	24
2.3.2 Jännevälit yksiaukkoisille väliseinille	24
2.4 SISÄKATOT	27
2.4.1 Kuormat sisäkatoille	27
2.4.2 Yksiaukkoiset sisäkatot	27
2.4.3 Kuormitetun sisäkaton suojaus	27
2.5 TAIPUMA	28
2.6 AUKKOJEN VAIKUTUS MITOITUKSEEN	30
2.7 MITOITUSESIMERKKI	31

3. PALOTURVALLISET RATKAISUT

3.1 YLEISTÄ	34
3.2. PALOLUOKITELLUT SEINÄT	35
3.2.1 EI-M-luokiteltu palomuuuri	35
3.3 PALOLUOKITELLUT SISÄKATOT	36
3.4 PALOTURVALLISIA RAKENNERATKAISUJA	36

4. AKUSTISET RATKAISUT

4.1 ÄÄNENERISTÄVYYS	38
4.2 ÄÄNENVAIMENNUS	39

5. HYGIEENISET RATKAISUT

5.1 YLEISTÄ	40
5.2 AST®-ELEMENTIT HYGIENIATILOISSA	40
5.3 HYGIENIA KÄYTÖSSÄ	41

6. ELEMENTTIEN KIINNITYS

6.1 ELEMENTTIKIINNITTEET	42
6.2 SEINÄELEMENTTIEN KIINNITYS	42
6.2.1 Kiinnitys läpimenevillä elementtikiinnikkeillä	42
6.2.2 Kiinnitys profiileilla	44
6.3 SISÄKATTOELEMENTTIEN KIINNITYS	44
6.4 ELEMENTTIEN KIINNITYS PALO-OSASTOIVISSA RAKENTEISSA	45
6.5 LISTOJEN KIINNITYS	45
6.6 RIPUSTUKSET	46
6.6.1 Voimat	46
6.6.2 Sallitut kuormat	46

7. HYVÄKSYNNÄT JA SERTIFIKAATIT



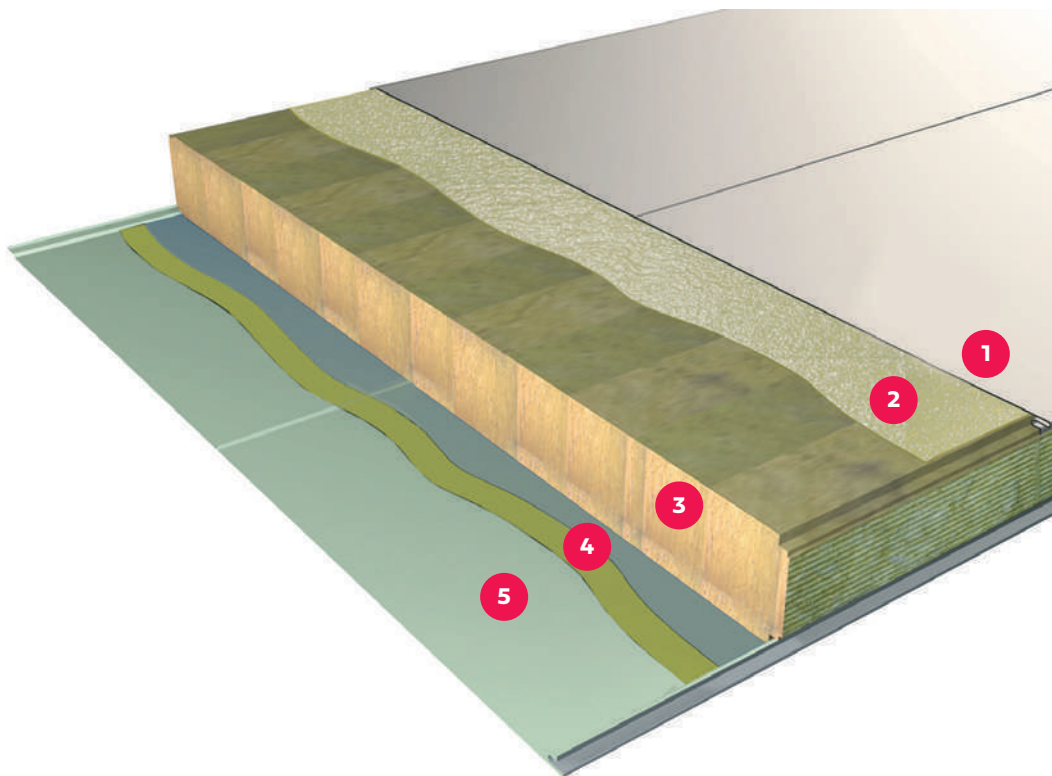
1 AST®-RAKENNUSELEMENTIT

1.1 YLEISTÄ

Paroc Panel System-rakennuselementit ovat kivivillaytimisiä kevytsandwichelementtejä. Elementin pinnat ovat teräsohutlevyä ja ydin PAROC structural -kivivillaa.

Elementtien lujuus ja pitkäaikaiskestävyys perustuvat pintalevyjen, ytimen ja liimasidoksen saumattomaan yhteistoimintaan. Peltipinnat ja villaydin on liimattu.

Kuva 1. AST®-rakennuselementin osat.



- 1 Sinkkipinnoitetut teräsohutlevyt, joissa uloin pinnoite käyttöympäristön vaatimusten mukaan.
- 2 Erikoisliima, joka täyttää AST®-laadulle asetetut vaatimukset lujuuden ja pitkäaikaiskestävyyden suhteen. Elementin pinnat on liimattu ytimeen kauttaaltaan.
- 3 Palamattomista (A1) PAROC structural -kivivillalamelleista valmistettu ydin tarjoaa samanlaiset lujuusominaisuudet jokaisessa elementin poikkileikkauksessa.
- 4 Monikerrospohjamaalaus varmistaa liiman ja sinkityn teräsohutlevyn välisen liimasidoksen pysyvyyden.
- 5 Ponttirakenteen ansiosta elementtirakenteet ovat tiiviitä kuumia savukaasuja vastaan ja niillä saavutetaan jopa neljän tunnin palonkestävyys.

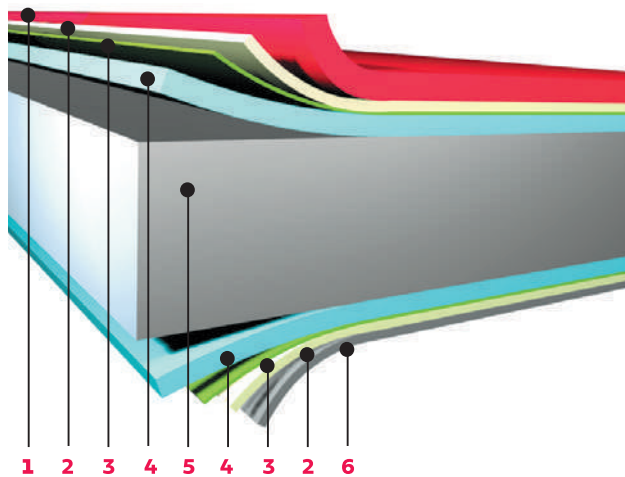
AST®-laatu (Advanced Structural Technology) varmistaa sandwichelementtien turvalliset lujuusominaisuudet, luotettavan pitkäaikaiskestävyyden ja paloturvallisuuden.

Näitä tärkeitä ominaisuuksia ei voi nähdä, silti ne voidaan mitata ja niitä voidaan valvoa tuotantoprosessissa. Paroc Panel System-rakennuselementit täyttävät kaikilta osin AST®-laatuvaatimukset.

1.2 PINTALEVYT

Paroc Panel System-elementtien pinnat ovat kuumasinkittyä, muovipinnoitettua teräsohutlevyä, jonka molempipuolinen sinkitys varmistaa teräksen korroosionkestävyyden.

Kuva 2. AST®-elementin pintalevyjen eri kerrokset.



Teräslevyn vakiopaksuudet ovat 0,5 ja 0,6 mm. Peltipaksuus valitaan yleensä seuraavasti:

- ulkoseinien ulkopinnassa 0,6 mm ja sisäpinnassa 0,5 mm
- väliseinissä molemmiin puolin 0,5 mm
- sisäkattojen yläpinnassa 0,6 mm ja alapinnassa 0,5 mm
- AST® acoustic -elementin rei'itetty pinta 0,6 mm
- ruostumaton teräs 0,6 mm
- sinkitty teräs 0,6 mm.

Erikoistilauksesta toimitamme myös muita peltipaksuuksia.

Pohjamaalaus puolestaan parantaa muovipinnoitteen kiinnittymistä teräkseen. Teräslevyn ulkopinta on muovipinnoitettu ja sisäpinta on esikäsitelty niin, että pellin tarttuvuus ytimeen on paras mahdollinen.

- 1 Muovipinnoite
- 2 Pohjamaali
- 3 Passivointikerros
- 4 Sinkki
- 5 Teräs
- 6 Epoksinpinnoite

Vakio-pinnoitteita ovat Spectrum® GREEN, Spectrum®, PVDF- ja polyesteri. Vakiovärivalikoima on esitetty esitteessä Colours. Sinkittyä, pinnoittamatonta teräslevyä käytetään etenkin korkeissa lämpötiloissa. Tiloissa, joilla on korkeat hygieniavaatimukset, voidaan käyttää FoodSafe-pinnoitetta tai ruostumatonta terästä.

1.2.1 ULKOISET PINNOITTEET

Spectrum® on todistettusti tehokas ja näyttävä orgaaninen pinnoite, joka soveltuu useisiin eri käyttökohteisiin. Se on teknisesti kehittynyt polyuretaanipinnoite (PU), pinnoitteen paksuun on 50 µm, ja se suojaa metallialustaa tehokkaasti korroosiolta. Spectrum® on täysin kromaatiton, tarjoaa vahvan korroosion-kestävyyden RC5+ ja UV-kestävyyden RUV4, ja se toimii kaikissa sääolosuhteissa sekä erilaisissa sovelluksissa.

PVDF-pinnoitetta suositellaan tavanomaiseen ulkokäyttöön. Se kestää hyvin liian aiheuttamaa räsytystä ja UV-säteilyä, joten sen värin säilyvyys on hyvä.

1.2.2 POLYESTERIPINNOITE SISÄPINTOIHIN

Polyesteripinnoitetta (SP) voidaan käyttää sisä- ja ulkopinnoissa, vaikkakin sen ominaisuudet soveltuvat paremmin sisäkäyttöön. Elintarviketeollisuudessa sitä voidaan käyttää pinnoissa, jotka eivät ole suorassa kosketuksessa pakkaamattoman ruoan kanssa.



1.2.3 HYGIEENISET PINNAT

Elintarvikehyväksytty FoodSafe-pinnoite soveltuu tiloihin, joissa valmistetaan, käsitellään ja varastoidaan elintarvikkeita.

FoodSafe FS-1 -pinnoitetta voidaan käyttää jopa kohteissa, jossa se joutuu jatkuvaan kosketukseen pakkaamattomien elintarvikkeiden kanssa. Pinnoite soveltuu vain kuiviin sisätiloihin..

FoodSafe FS-2 -pinnoitetta voidaan käyttää kohteissa, jossa se voi joutua satunnaiseen kosketukseen pakkaamattomien elintarvikkeiden kanssa. Pinnoite soveltuu vain kuiviin sisätiloihin.

Ruostumatonta terästä voidaan käyttää pintalevyinä tiloissa, joissa on erityiset hygieniavaatimukset. Ruostumaton teräs voi olla jatkuvassa kosketuksessa elintarvikkeiden kanssa. Ruostumaton teräs soveltuu myös laadukkaisiin julkisivuihin.

Taulukko 1. Pinnoitteiden ominaisuudet.

Ominaisuus	Pinnoite				
	Spectrum	PVDF 2L	SP	Foodsafe	304/316L ⁴⁾
Materiaali	polyuretaani	polyvinyyli-difluoridi	polyesteri	PVC laminaatti	ruostumatonta teräs
Käyttöalue	ulkotilat	ulkotilat	sisätilat /ulkotilat	kuivat sisätilat	sisätilat /ulkotilat
Pinnoitteen paksuus, µm	50	27	25	120	
Pinta	sileä	sileä	sileä	satiini	sileä kiillottamaton / harjattu
Korkein käyttölämpötila, °C ¹⁾	100	110	90	60	870/100
Suosittelut ympäristöluokka ²⁾	RC5/RC5+	RC3	RC3	RC4	>C3 ³⁾
Ulkonäön säilyvyys	erinomainen	erinomainen	hyvä	hyvä	hyvä
Kiilto, Gardner 60°	40 ⁴⁾	35	35	11	puoliheijastava

¹⁾ Tarkoittaa jatkuvaa käyttölämpötilaa.

²⁾ Ympäristöluokka standardin EN ISO 12944-2:1998 mukaan.

³⁾ Korroosioluokka tulee määrittää tapauskohtaisesti.

⁴⁾ Laatu standardien AISI 316L ja EN 1.14404 mukaan

1.3 YDIN

PAROC structural -villa on erikoisvilla, jonka yhdensuuntaiset kuidut takaavat hallitut lujuusominaisuudet. Se on käsitelty vettä hylkiväksi, ei-hygroskooppiseksi ja ei-kapillaariseksi,

joten vesi ei pääse imeytymään villaan. Kosteus ei myöskään vaikuta ydin villan eikä sen sideaineen säilyvyyteen. PAROC structural -villaa valmistetaan erilaisia tyyppejä.

1.4 AST® -ELEMENTTITYYPIT

PAROC-elementtejä on kuutta tyyppiä, joilla on erilaiset tekniset ominaisuudet. Elementtityyppi valitaan lujuus-, palo- ja lämmöneristysvaatimusten mukaan seuraavasti:

- **AST® L** käytetään väli- ja ulkoseinissä, joilla on korkeat lämmöneristysvaatimukset
- **AST® S** ja **AST® S+** käytetään tavallisissa ulko- ja väliseinissä, joilla on normaalit palovaatimukset
- **AST® F** ja **AST® F+** käytetään seinissä, joilla on korkeat palovaatimukset
- **AST® E** käytetään sisäkatoissa sekä seinissä, joilla on korkeat lujuusvaatimukset.



1.5 ELEMENTTIEN TEKNISET OMINAISUUDET

Taulukko 2. Paroc Panel System-elementtien tekniset ominaisuudet.

ULKOSEINÄT JA VÄLISEINÄT

Elementti- tyyppi	Ominaisuus									
	Nimellispaksuus, mm	50	80	100	120	150	175	200	240	300
	Todellinen paksuus, mm	53	79	99	120	151	173	202	243	305
AST® L	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	0.45	0.37	0.30	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	EI 20/ EI 15	EI 45/ EI 60	EI 90/ EI 90	EI 120/ EI 180	EI 120/ EI 180	EI 120/ EI 180	EI 120/ EI 180	EI 120/ EI 180
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	15	17	18	21	22	24	27	31
AST® S	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	0.48	0.38	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.13
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	EI 20/ EI 45	EI 60/ EI 60	EI 180/ EI 90	EI 180/ EI 120	EI 180/ EI 180	EI 180/ EI 240	EI 180/ EI 240	EI 180/ EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	17	19	21	23	25	28	32	37
AST® S+	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	–	0.38	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.13
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	–	–/ EI 120	–/ EI 120	–	–	–	–	–
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	–	19	21	–	–	–	–	–
AST® F	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	–/ EI 90	EI 45/ EI 120	EI 180/ EI 120	EI 240/ EI 180	EI 240/ EI 240	EI 240/ EI 240	EI 240/ EI 240	EI 240/ EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	19	21	24	27	30	33	38	45
AST® F+	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	–	0.43	0.36	–	–	–	–	–
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	–	EI 120/ EI 120	EI 120/ EI 120	–	–	–	–	–
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	–	21	24	–	–	–	–	–
AST® E	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	0.77	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14
	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–/ EI 30	EI 20/ EI 45	EI 60/ EI 60	EI 180/ EI 180	EI 180/ EI 120	EI 180/ EI 180	EI 180/ EI 240	EI 180/ EI 240	EI 180/ EI 240
	Paino, kg/m ² ³⁾	16	19	22	24	28	31	34	39	47

ULKOSEINÄT, AST® SHADOW -ELEMENTTI

Elementti- tyyppi	Ominaisuus									
	Nimellispaksuus, mm	—	80	100	120	150	175	200	240	300
	Todellinen paksuus, mm	–	79	99	120	151	173	202	243	305
AST® S AST® F AST® E	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	–	–	–	–	–	EI 180/-	EI 180/-	EI 180/-
AST® L	Palonkesto, max ²⁾ vaaka/pysty	–	–	–	–	EI 120/-	EI 120/-	EI 120/-	EI 120/-	EI 120/-

SISÄKATOT

Elementti- tyyppi	Ominaisuus									
	Nimellispaksuus, mm	50	80	100	120	150	175	200	240	300
	Todellinen paksuus, mm	53	79	99	120	151	173	202	243	305
AST® E	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	0.77	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14
	Palonkesto, min ²⁾	NPD	NPD	EI 60	EI 180	EI 180	EI 180	EI 180	EI 180	EI 180
	Paino, kg/m ² ³⁾	16	19	22	24	28	30	34	39	47
AST® S	U-arvo, W/m ² K ¹⁾	–	–	0.38	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.13
	Palonkesto, min ²⁾	–	–	NPD	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60	EI 60
	Paino, kg/m ² ³⁾	–	–	19	21	23	25	28	32	37

NPD = Ominaisuutta ei määritelty (ei testattu),

– = Ei saatavilla

¹⁾ U-arvot sisältävät pintavastukset $R_{si} + R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$ ja ponttien vaikutuksen U-arvoon. Katso myös kohta 1.6 Lämmöneristävyys.

²⁾ Suurin palonkestävyys riippuu jännevälillä. Katso yksityiskohdat asiaan liittyvistä luokitusraporteista ja/tai pyydettyäessä saatavilla olevista teknisistä asiakirjoista.

AST L, AST S, AST S+, F, AST F+ ja AST E-elementit on luokiteltu Euroluokkaan A2-s1,d0. AST Acoustic -elementit on luokiteltu Euroluokkaan B-s1,d0. AST Print ja Art-elementit on luokiteltu Euroluokkaan C-s1,d0.

³⁾ Voimassa vakiopintaisille elementeille.

Painotettu ääneneristysindeksi R_w on 28...33 dB.

Elementin maksimipituus on 12 m, käytännössä sitä voidaan kuitenkin rajoittaa helpon ja turvallisen käsiteltävyyden varmistamiseksi.

Moduulileveys on 1200 mm ja hyötyleveys 1196 mm.

Elementtien toleranssit ovat:

- elementin pituus $\pm 5 \text{ mm}$
- elementin paksuus $\pm 1 \text{ mm}$
- elementin hyötyleveys $\pm 2 \text{ mm}$

1.6 LÄMMÖNERISTÄVYYS

Paroc Panel System-elementti on sandwichrakenne, jossa on yhtenäinen ja kylmäsillaton eristyskerros. Tämä varmistaa hyvän ja tarkkaan määritellyn lämmöneristävyyden. Lämmönläpäisykerroin, W/m^2K , on laskettu standardin EN 14509 Self-supporting double skin

metal faced insulating panels mukaisesti. Arvot sisältävät pintavastukset $R_{si} + R_{se} = 0,17 m^2K/W$ ja ponttien vaikutuksen. Lämpimenevien elementtikiinnikkeiden vaikutus on lisättävä elementin U-arvoon.

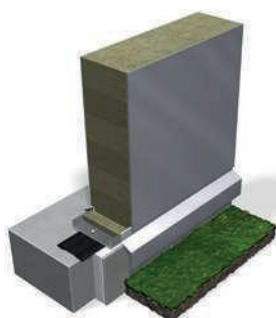
Taulukko 3. Paroc Panel System-elementtien U-arvot.

Elementti- tyyppi	U-arvot, W/m^2K								
	Elementin paksuus, mm								
	50	80	100	120	150	175	200	240	300
AST® L	–	0.45	0.37	0.30	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12
AST® S	–	0.48	0.38	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16	0.13
AST® F	–	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14
AST® F+	–	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14
AST® E	0.77	0.53	0.43	0.36	0.29	0.25	0.22	0.18	0.14

Taulukko 4. Kiinnikkeiden vaikutus U-arvoon ΔU_f , ruuvien määrä 0,7 kpl/m² (Ø 6,3 mm).

Materiaali	Δu_f , w/m^2k								
	Elementin paksuus, mm								
	50	80	100	120	150	175	200	240	300
Hiiliteräs	0.02	0.013	0.01	0.009	0.007	0.006	0.005	0.004	0.004
Ruostumaton teräs	0.007	0.006	0.003	0.003	0.002	0.002	0.0015	0.001	0.001

Kuva 3. Lineaarinen lämmönläpäisykerroin (Ψ -arvo) eräille detaljiratkaisuille.



$\Psi = 0.12 W/m$



$\Psi = 0.00 W/m$



$\Psi = 0.02 W/m$ for a 100 mm
ja 0.008 W/m 200 mm
paksuille elementeille

1.7 TIIVIYS

Ulkoseiniin toimitettavien elementteihin asennetaan yleensä tehtaalla tiiviste ulko- ja sisäpontiin. Korkeissa sekä

pystyasennetuissa ulkoseinissä tiiviste täytyy olla aina elementtisauman ulko- ja sisäpinnassa (ks. kappale 1.7.2).

1.7.1 ILMATIIVIYS

Rakennuksen vaipan ilmatiiviydellä on merkittävä vaikutus energiankulutukseen, kosteuden kulkeutumiseen rakenteissa ja liian tunkeutumiseen. Erityistä huomiota on kiinnitettävä:

- sokkeli- ja kattoliittymiin
- ikkuna- ja ovidetaljeihin
- elementtien asentamiseen
- kun elementtejä asennetaan erittäin kosteisiin olosuhteisiin.

Taulukko 5. Paroc Panel System-rakenteiden ilmatiiviyden luokitus paine-erolla 50 Pa

Ilmatiiviyden luokitus	
Asennussuunta ja tiivistys	Luokitus, m ³ /m ² h
Vaaka-asennus, tiiviste molemmissa pönteissa	< 1.0
Vaaka-asennus, tiiviste vain sisäpönteissa	< 1.5
Pystyasennus, tiiviste molemmissa pönteissa	< 1.0 ¹⁾

¹⁾ AST® Shadow -elementeille < 1.5

Rakenteet on suunniteltava ja toteutettava AST®-elementtidetaljien mukaisesti.

1.7.2 SADEVESITIIVIYS

Paroc Panel System-rakenteiden vesitiiviyden on luokiteltu standardin EN 14509 mukaisesti:

- vaaka-asennus, tiiviste vain sisäpönteissa: rakenne on tiivis paineeseen 0,6 kN/m² asti (luokka B)
- vaaka- tai pystyasennus, tiiviste molemmissa pönteissa: rakenne on tiivis ainakin paineeseen 1,2 kN/m² asti (luokka A).

Testitulosten perusteella suosittelemme seuraavaa:

- vaaka-asennuksessa tiiviste vain sisäpönteissa, kun tuulikuorma on korkeintaan 0,6 kN/m²; jos tuulikuorma on suurempi, asennetaan tiiviste molempiin pönteihin

- pystyasennuksessa asennetaan tiiviste aina molempiin pönteihin
- korkeissa rakennuksissa sekä rakennuksissa, joiden tuulikuorma nousee suureksi rakennuksen muodon takia, asennetaan tiiviste molempiin pönteihin
- ikkuna- ja ovidetaljeissa ja muissa läpivienneissä on käytettävä listoja ja tiivisteitä vesitiiviyden saavuttamiseksi, ks. Paroc Panel System-elementtidetaljit www.parocpanels.fi
- PAROC structural -kivillä on suojattava pitkäaikaiselta sateelta asennuksen aikana.



2 MITOITUS

2.1 YLEISTÄ

AST®-elementit mitoitetaan standardin EN 14509 mukaisesti. Rasiusten vaikutusten suunnitteluvarvot E_d tulee laskea ja niitä tulee verrata vastaaviin kestävyys suunnitteluvarvoin R_d ottaen huomioon materiaalin osavarmuusluvut γ_m .

Murtorajatila

$$E_d \leq R_d \text{ jossa}$$

$$E_d = \sum \gamma_{fi} \Psi_i S_{ki} \text{ :n vaikutus}$$

$$R_d = R_k / \gamma_m$$

Taulukko 6a. Materiaalin osavarmuuskertoimet γ_m murtorajatilassa ja käyttörajatilassa elementtityypeille AST®T, AST®S, AST®S+, AST®F, AST®F+ ja AST®E.

Materiaalin osavarmuuskertoimet γ_m	Murtorajatila	Käyttörajatila
Pintakerroksen myötö	1.10	1.00
Pintakerroksen lommahdus tukien välissä ja välituella	1.31	1.08
Ydinmateriaalin leikkaus	1.31	1.08
Ydinmateriaalin puristus	1.31	1.08
Kiinnityksen pettäminen	1.33	1.00

Taulukko 6b. Materiaalin osavarmuuskertoimet γ_m murtorajatilassa ja käyttörajatilassa elementtityypeille AST®L.

Materiaalin osavarmuuskertoimet γ_m	Murtorajatila	Käyttörajatila
Pintakerroksen myötö	1.10	1.00
Pintakerroksen lommahdus tukien välissä ja välituella	1.21	1.08
Ydinmateriaalin leikkaus	1.21	1.08
Ydinmateriaalin puristus	1.21	1.08
Kiinnityksen pettäminen	1.33	1.00

Käyttörajatila

$$w_d \leq w$$

Tuuli- ja lämpötilakuorman yhdistelmät käyttörajatilassa ovat:

- $w_d = 1.0 \times w_{\text{tuuli}}$
- $w_d = 0.75 \times w_{\text{tuuli}} + 0.6 \times w_{\text{lämpö}}$
- $w_d = 0.75 \times 0.6 \times w_{\text{tuuli}} + 1.0 \times w_{\text{lämpö}}$

Jollei kansallisissa standardeissa vaadita toisin, käytetään seuraavia taipumarajoituksia:

- jänneväli/100 kuormitetuille seinille, joissa on lämpötilaero
- jänneväli/150 seinille, joissa ei ole lämpötilaeroa
- jänneväli/200 sisäkatoille, joissa ei ole lämpötilaeroa.

Lämpötilaero on 55 °C yksiaukkoisille ulkoseinille ja 0 °C väliseinille ja sisäkatoille. Katso myös kohta 2.5 Taipuma. Palo-osastoivien seinien jännevälejä on rajoitettu (ks. taulukko 14). Mitoitus esimerkki on esitetty kohdassa 2.7.

Annetut jännevälit ovat voimassa vain elementeille, joiden pintalevyt ovat hiiliterästä. Muiden pintamateriaalien mitoitusesta saat lisätietoa Paroc Panel Systemistä.

2.1.1 PYSTYKUORMAT

Paroc Panel System-elementit eivät siirrä suuria, esimerkiksi vesikatosta tulevia pystykuormia. Silti joissakin tapauksissa elementin reunaan kohdistuu pystykuormia esimerkiksi yläpuolisesta elementistä tai ikkunasta. Suurin sallittu pystykuorma elementin reunalle on 2,5 kN/m.

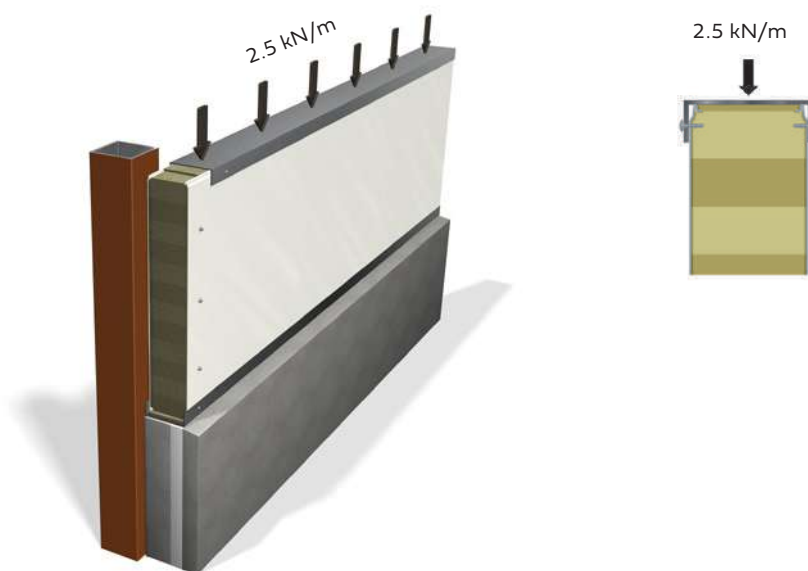
Pystykuormat johdetaan normaalisti kantavaan runkoon elementin läpi menevillä kiinnikkeillä. Lisätietoja kiinnikkeiden kapasiteetista on esitetty kohdassa 6.

2.1.2 TUKILEVEYS

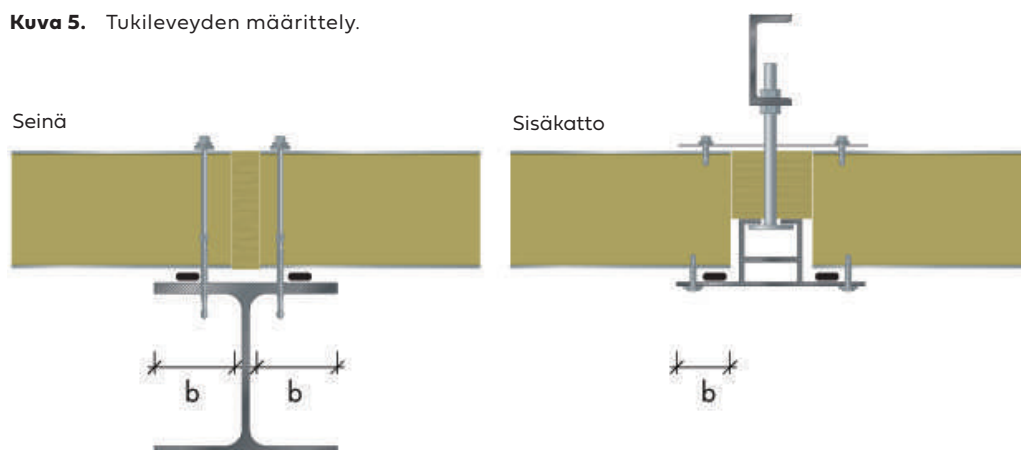
AST®-elementtien tukileveyden minimiarvot määräytyvät jännevälin, elementtiin kohdistuvan kuormituksen, rakenteiden toleranssien ja käytännön asennustekniikan mukaan. Suositeltu tukipinnan käytännön minimileveys on

50 mm seinissä ja 40 mm sisäkatoissa. Moniaukkoisissa rakenteissa välituen minimileveys on 60 mm. Mitoituksessa on myös otettava huomioon rungon ja elementtien toleranssit.

Kuva 4. Suurin sallittu pystykuorma elementin reunalle, jossa on U-profiili.



Kuva 5. Tukileveyden määrittely.



Kun tukileveys L_s tiedetään, tukireaktion kestävyys suunnitteluarvo F_{Rd} lasketaan murtorajatilassa seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{päätytuella} \quad F_{R1, \text{pääty}} &= f_{Cc} \times B \times (L_s + 0.5 \times k \times e) / \gamma_M \\ \text{välituella} \quad F_{R2, \text{väli}} &= f_{Cc} \times B \times (L_s + k \times e) / \gamma_M \end{aligned}$$

Kun tukivoiman suunnitteluarvo F_d tiedetään, tukileveys L_s lasketaan murtorajatilassa seuraavasti:

$$\begin{aligned} \text{päätytuella} \quad L_{s1, \text{pääty}} &= (\gamma_M \times F_{d1, \text{pääty}} / f_{Cc}) - (0.5 \times k \times e) \\ \text{välituellat} \quad L_{s2, \text{väli}} &= (\gamma_M \times F_{d2, \text{väli}} / f_{Cc}) - (k \times e) \end{aligned}$$

jossa

F_d = tukivoiman suunnitteluarvo, kN/m

F_R = elementin tukireaktion kestävyys suunnitteluarvo, kN

f_{Cc} = alkutestauksen perusteella ilmoitettu puristuslujuus, ks. taulukko 7

L_s = tukileveys (m)

k = jakaumaparametri = 0,5

e = pintakerrosten painopisteiden välinen etäisyys, m

~ elementin todellinen paksuus – 0,001 m, ks. taulukko 2

B = elementin hyötyleveys = 1,2 m

γ_M = kivivillan osavarmuuskerroin puristukselle = 1,31

Taulukko 7. AST®-elementtien puristuslujuus.

Puristuslujuus f_{cc} , kN/m ²				
Elementtityyppi				
AST® L	AST® S	AST® F	AST® F+	AST® E
42	60	90	90	110



2.2 ULKOSEINÄT

2.2.1 KUORMAT ULKOSEINILLE

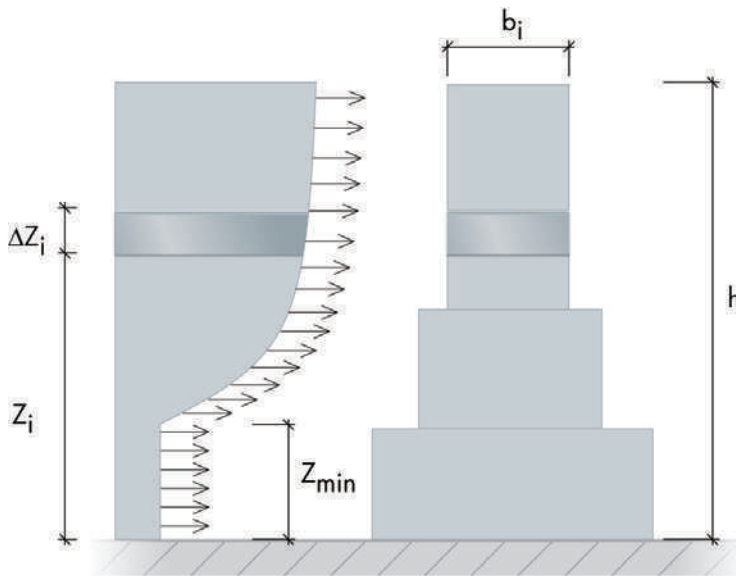
Ulkoseinät mitoitetaan Eurokoodien EN 1991-1-4 mukaisille tuulikuormille huomioiden kuorman osavarmuuskertoimet ja painekertoimet kansallisten määräysten mukaisesti seuraavasti:

$$S_d = \gamma_d \times (C_{pe} - C_{pi}) \times q_k$$

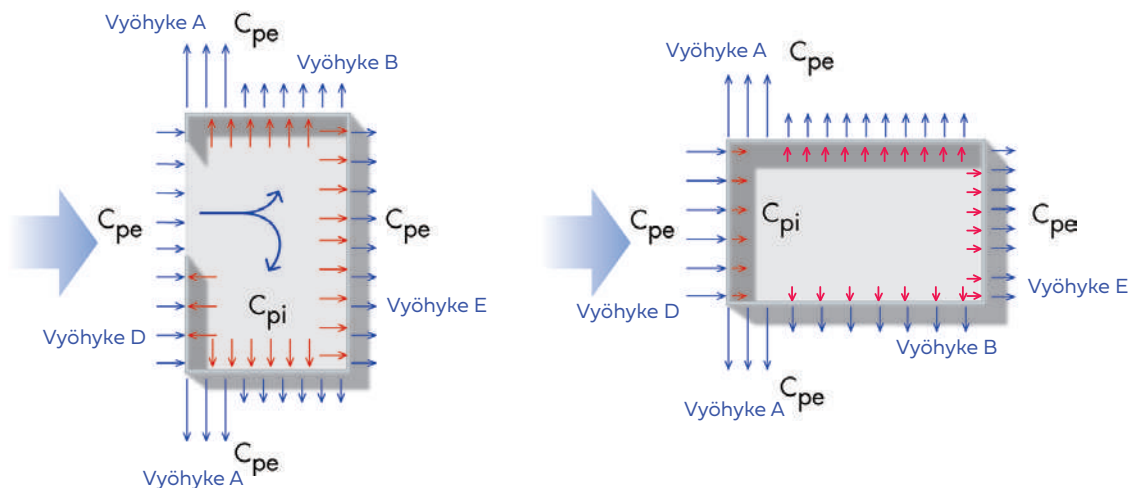
jossa

$$S_d = \text{tuulikuorman suunnitteluarvo}$$
$$\gamma_d = \text{kuorman osavarmuuskertoimen}$$
$$C_{pe} = \text{ulkoinen painekerroin}$$
$$C_{pi} = \text{sisäinen painekerroin}$$
$$q_k = \text{tuulikuorman karakteristinen arvo}$$

Kuva 6. Tuulenpaineen perusarvo rakennuksen korkeuden funktiona.



Kuva 7. Painekertoimet.



2.2.2 JÄNNEVÄLIT YKSIAUKKOISILLE ULKOSEINILLE

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Palo-osastovien seinien jännevälejä on rajoitettu (ks. taulukko 14).
- Katso myös mitoitusesimerkki kohdassa 2.7.

Kuva 8a. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 50 mm.

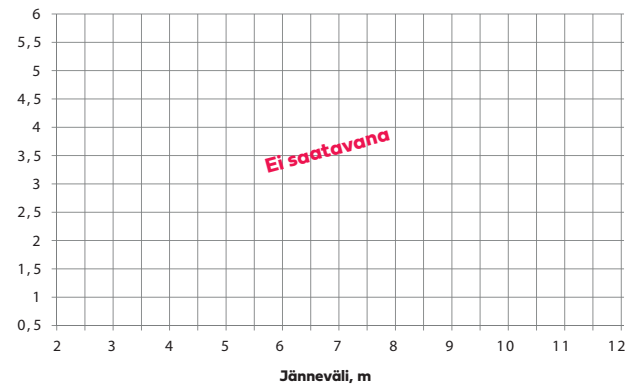
Elementtityyppi AST® L 50 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



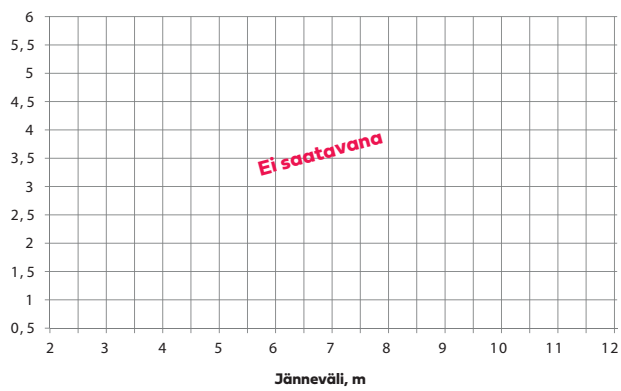
Elementtityyppi AST® F 50 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



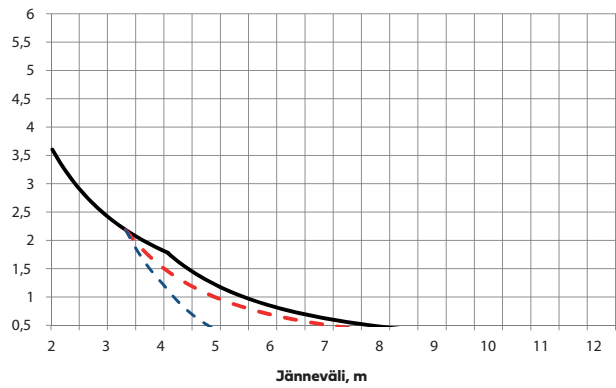
Elementtityyppi AST® S 50 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



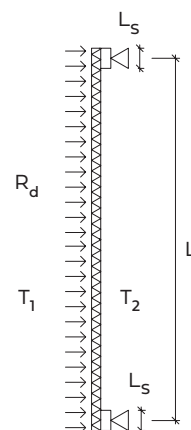
Elementtityyppi AST® E 50 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

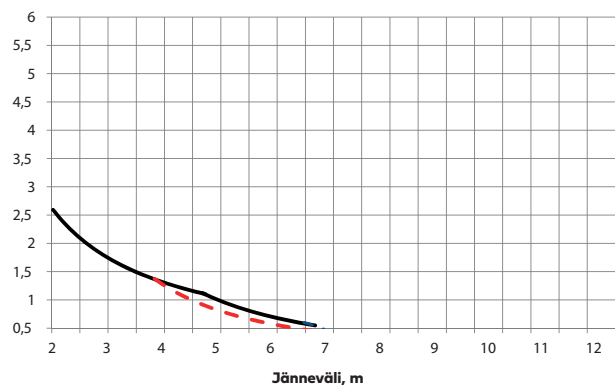


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8b. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 80 mm.

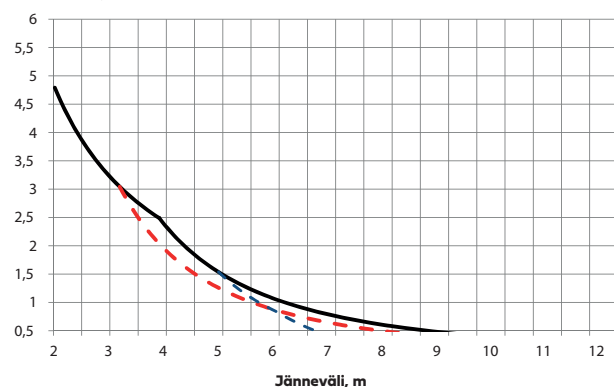
Elementtityyppi AST® L 80 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



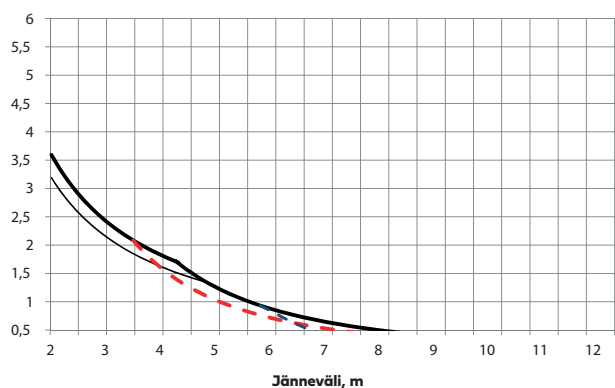
Elementtityyppi AST® F 80 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



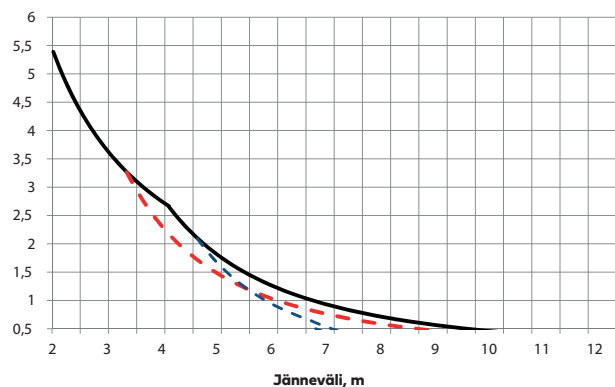
Elementtityyppi AST® S 80 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



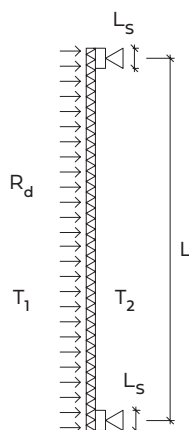
Elementtityyppi AST® E 80 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



- $t = 0.6$ mm
- - - $t = 0.5$ mm
- $L_s = 50$ mm
- - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

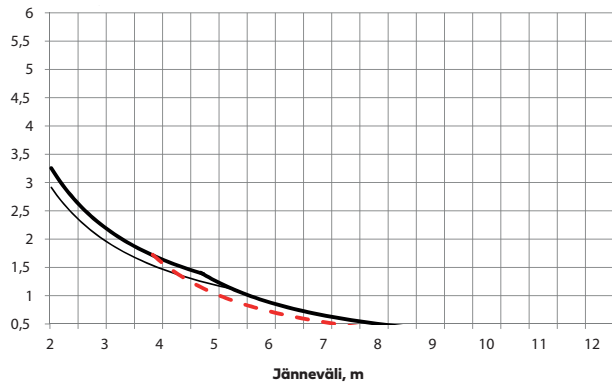


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8c. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 100 mm.

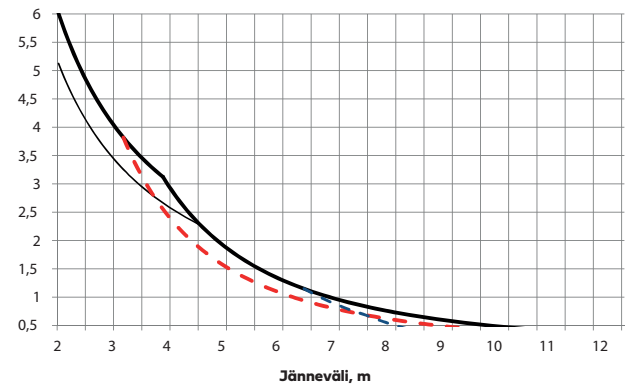
Elementtityyppi AST® L 100 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



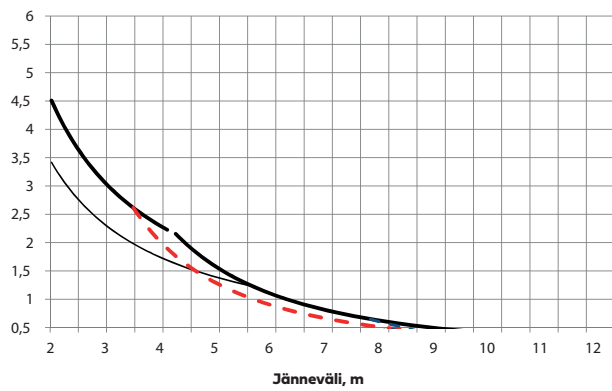
Elementtityyppi AST® F and AST® F+ 100 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



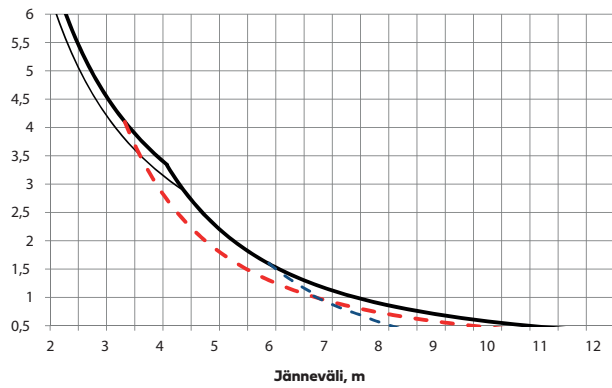
Elementtityyppi AST® S and AST® S+ 100 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



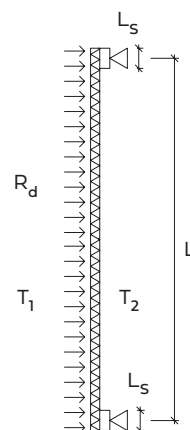
Elementtityyppi AST® E 100 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



- $t = 0.6$ mm
- - - $t = 0.5$ mm
- $L_s = 50$ mm
- - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitusmerkki kohdassa 2.7.

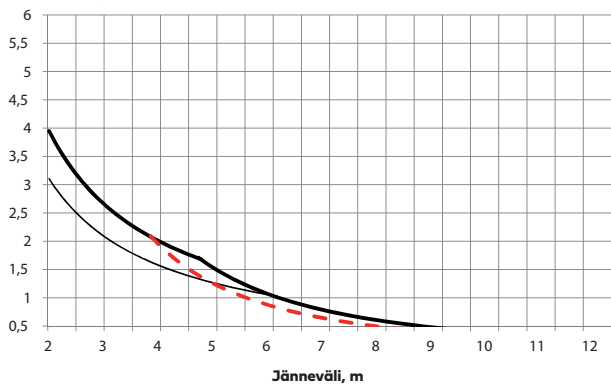


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8d. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 120 mm.

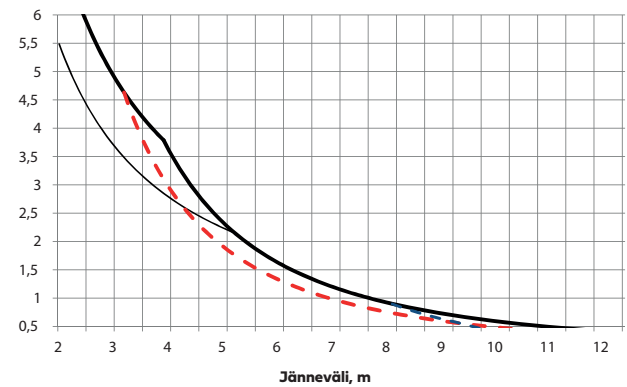
Elementtityyppi AST® L 120 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



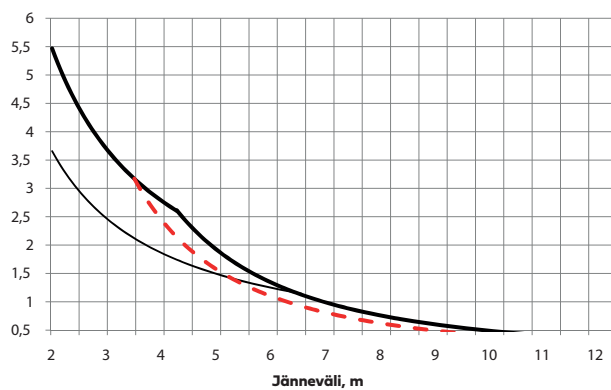
Elementtityyppi AST® F and AST® F+ 120 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



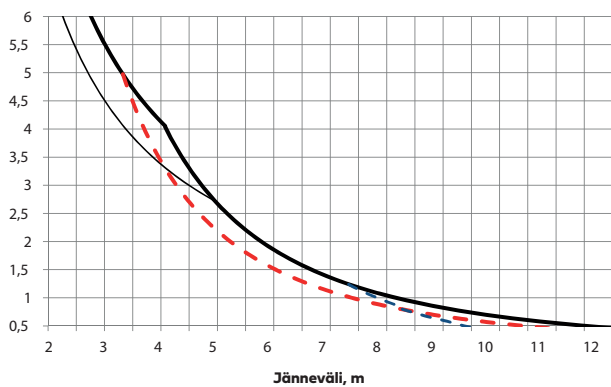
Elementtityyppi AST® S and AST® S+ 120 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



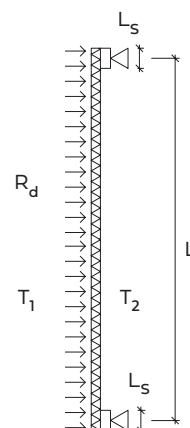
Elementtityyppi AST® E 120 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitusimerkki kohdassa 2.7.

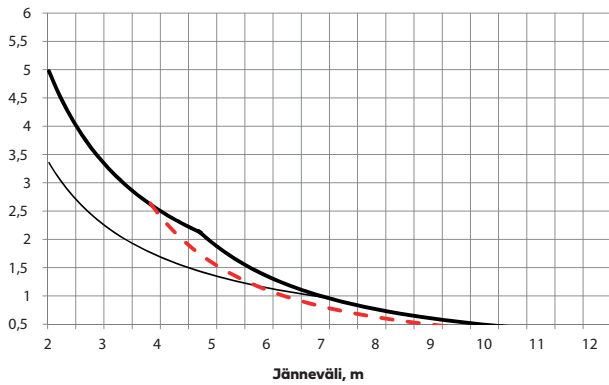


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8e. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 150 mm.

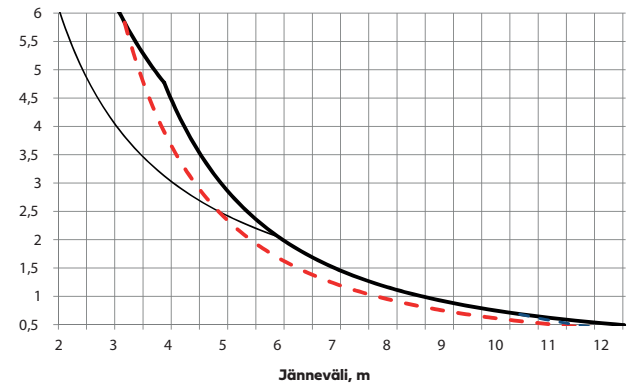
Elementtityyppi AST® L 150 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



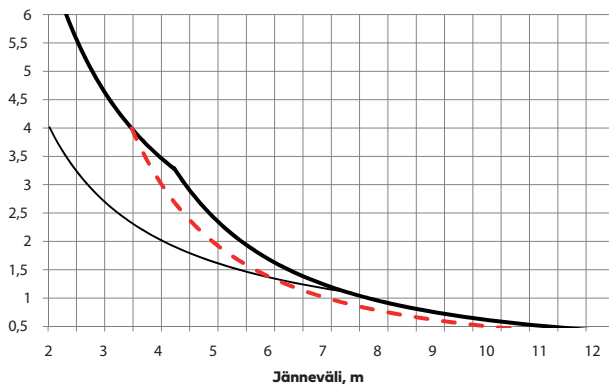
Elementtityyppi AST® F 150 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



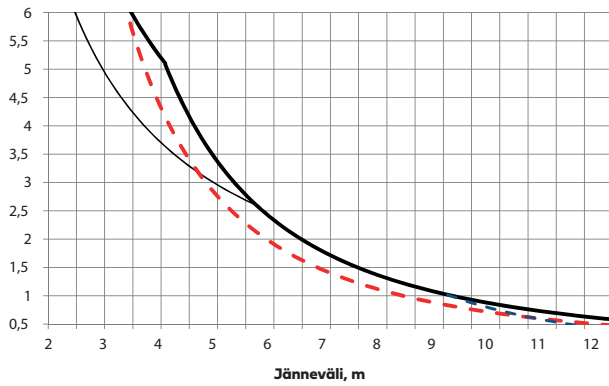
Elementtityyppi AST® S 150 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



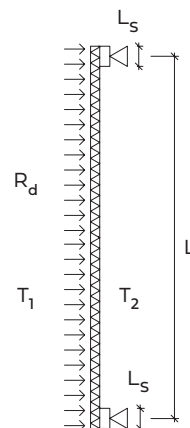
Elementtityyppi AST® E 150 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

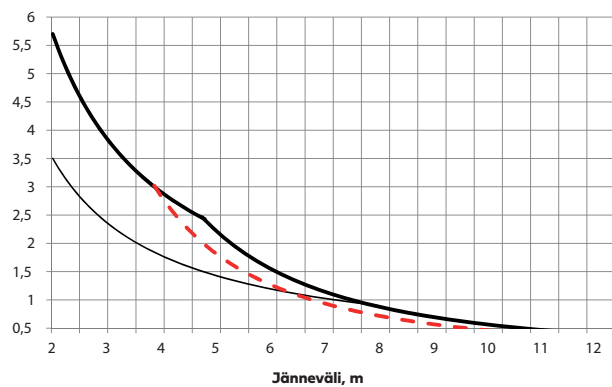


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8f. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 175 mm.

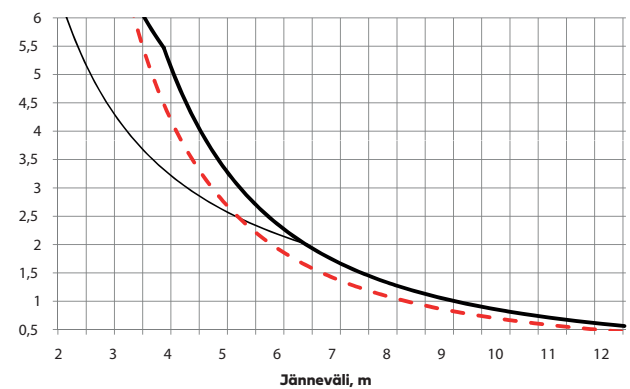
Elementtityyppi AST® L 175 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



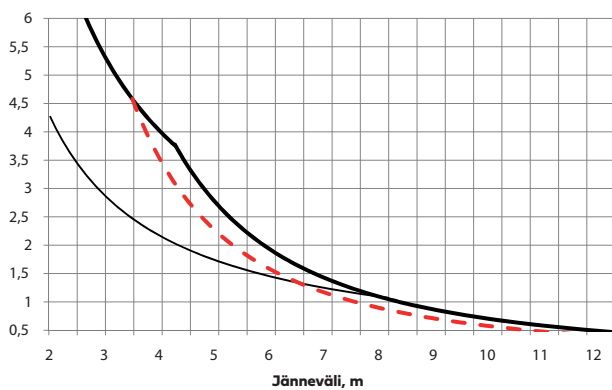
Elementtityyppi AST® F 175 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



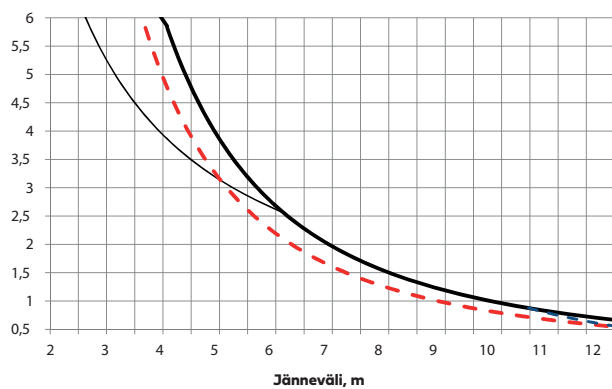
Elementtityyppi AST® S 175 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



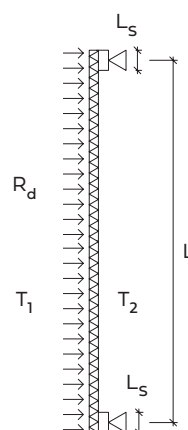
Elementtityyppi AST® E 175 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

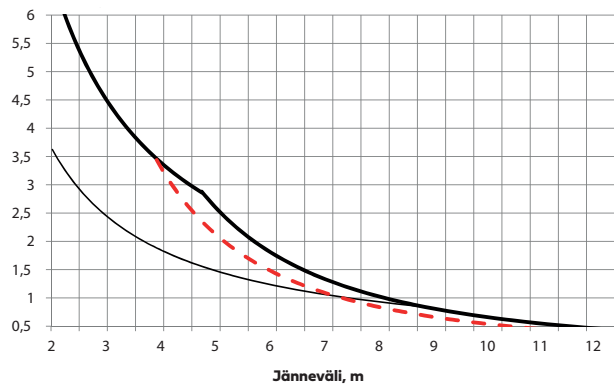


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8g. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 200 mm.

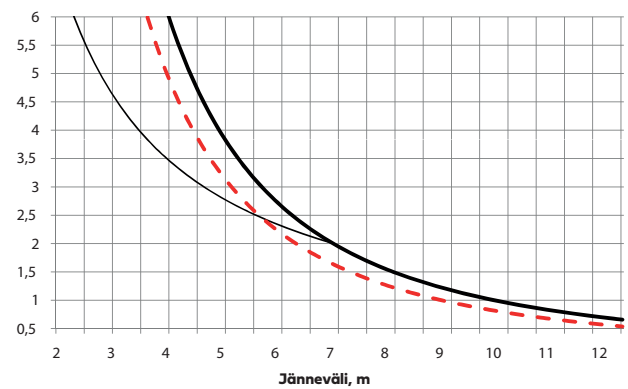
Elementtityyppi AST® L 200 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



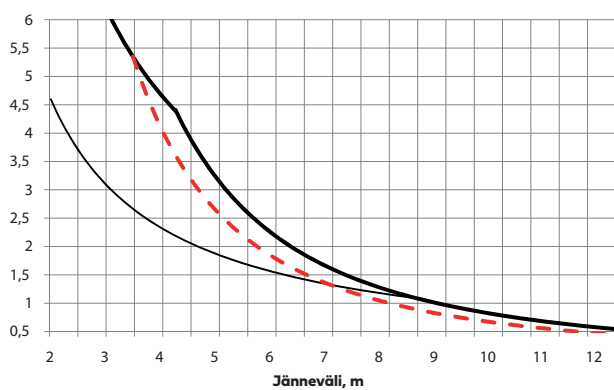
Elementtityyppi AST® F 200 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



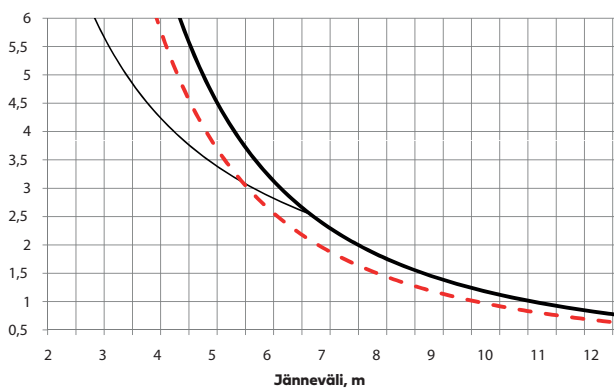
Elementtityyppi AST® S 200 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



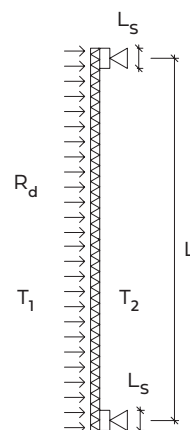
Elementtityyppi AST® E 200 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

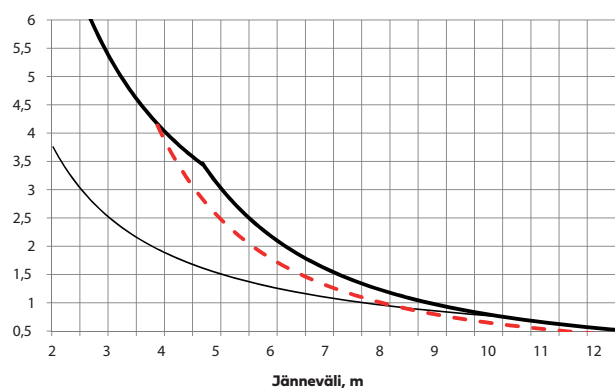


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8h. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 240 mm.

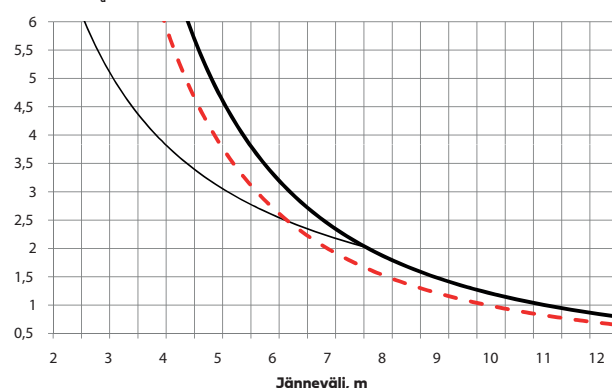
Elementtityyppi AST® L 240 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



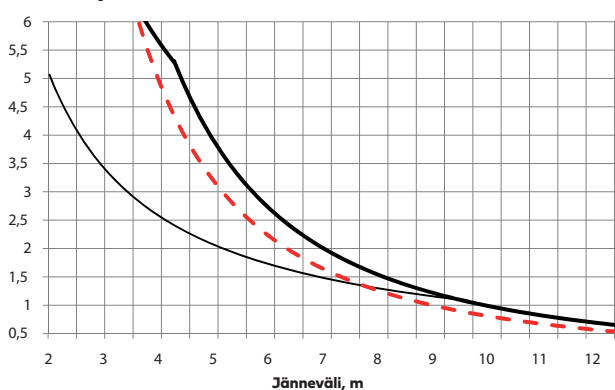
Elementtityyppi AST® F 240 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



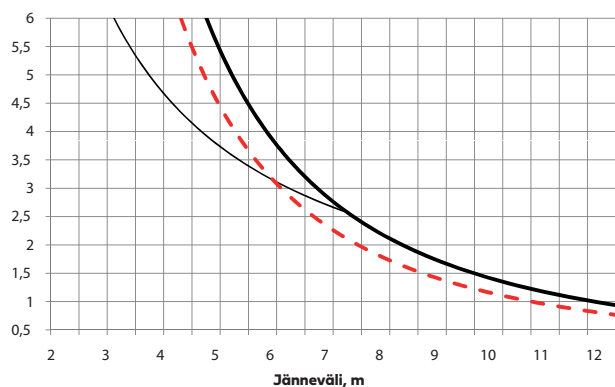
Elementtityyppi AST® S 240 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



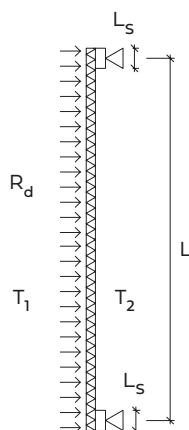
Elementtityyppi AST® E 240 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitusimerkki kohdassa 2.7.

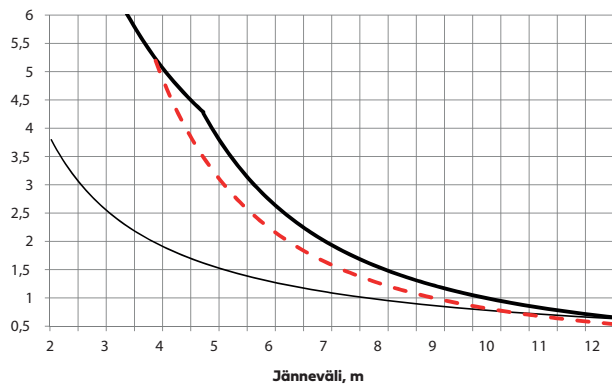


t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

Kuva 8i. Jännevälit yksiaukkoisille ulkoseinille, joissa lämpötilaero, elementin paksuus 300 mm.

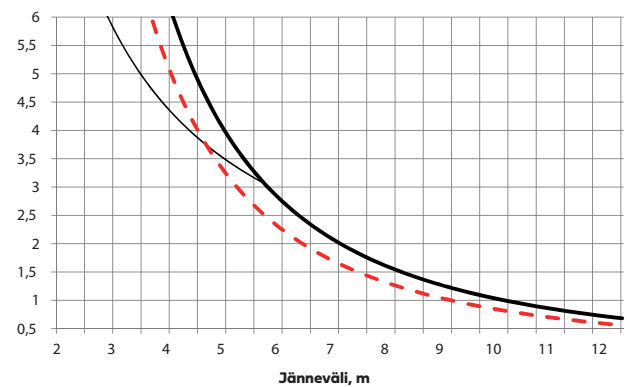
Elementtityyppi AST® L 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



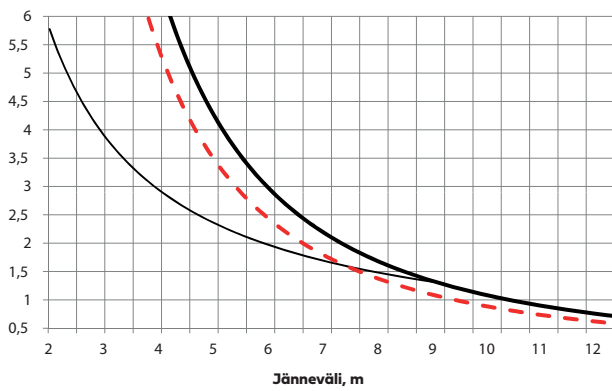
Elementtityyppi AST® F 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



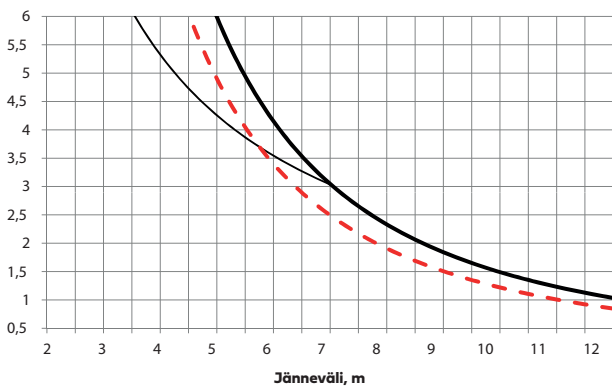
Elementtityyppi AST® S 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



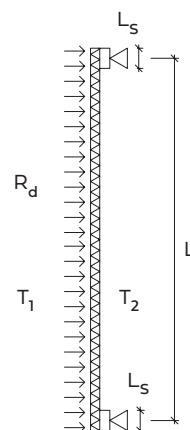
Elementtityyppi AST® E 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



— $t = 0.6$ mm
 - - $t = 0.5$ mm
 — $L_s = 50$ mm
 - - $T_2 - T_1 = 55$ °C

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.
- Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.



t = teräslevyn paksuus
 L_s = tukileveys
 $T_2 - T_1 = 55$ °C

2.2.3 MONIAUKKOISET SEINÄT

Moniaukkoisten elementtien välituilla vaikuttavat yhtä aikaa kuormituksen aiheuttama leikkausvoima ja taivutusmomentti. Elementin ulko- ja sisäpinnan välillä vallitseva lämpötilaero lisää taivutusmomenttia välituilla.

Tämän vuoksi moniaukkoisten elementtien jännevälit on rajoitettu. Tukilevydet ja kiinnikkeiden määrä mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Taulukko 8. Jännevälit moniaukkoisille ulkoseinille, elementtityyppi AST® S.

- ppaine kertoimet C_p 1,0 / -1,0
- ulkopelti 0,6 mm ja sisäpelti 0,5 mm
- tukileveys välituella ≥ 60 mm
- suurin sallittu taipuma $L/100$
- väriyhmä taulukosta 10

Elementin paksuus, mm	Väri-ryhmä	2-aukkoinen, m			3-aukkoinen, m		
		Tuulikuorma, kN/m ²			Tuulikuorma, kN/m ²		
		0.5	0.8	1.1	0.5	0.8	1.1
50	I	3.02	2.67	2.46	4.00	3.34	2.91
	II	3.02	2.67	2.46	4.00	3.34	2.91
	III	2.01	1.92	1.85	2.40	2.15	2.00
80	I	3.48	3.11	2.88	4.00	3.86	3.40
	II	3.48	3.11	2.88	4.00	3.86	3.40
	III	2.27	2.18	2.12	2.51	2.32	2.18
100	I	3.75	3.37	3.13	4.00	4.00	3.66
	II	3.75	3.37	3.13	4.00	4.00	3.66
	III	2.44	2.36	2.30	2.60	2.44	2.32
120	I	3.96	3.59	3.35	4.00	4.00	3.88
	II	3.96	3.59	3.35	4.00	4.00	3.88
	III	2.54	2.46	2.40	2.57	2.44	2.34
150	I	4.17	3.82	3.58	4.00	4.00	4.00
	II	4.17	3.82	3.58	4.00	4.00	4.00
	III	2.78	2.62	2.56	2.60	2.50	2.42
175	I	4.28	3.94	3.72	4.00	4.00	4.00
	II	4.23	3.90	3.55	4.00	4.00	4.00
	III	2.72	2.66	2.61	2.52	2.45	2.39
200	I	4.37	4.06	3.84	4.00	4.00	4.00
	II	4.20	3.92	3.73	4.00	4.00	4.00
	III	2.76	2.7	2.66	2.48	2.42	2.37
240	I	4.42	4.16	3.96	4.00	4.00	4.00
	II	4.06	3.86	3.40	4.00	4.00	3.82
	III	2.76	2.72	2.36	2.36	2.33	2.36
300	I	3.91	3.74	3.62	3.89	3.63	3.44
	II	2.88	2.84	2.80	2.40	2.37	2.34
	III	2.19	2.18	2.00	1.69	1.68	1.68



2.3 VÄLISEINÄT

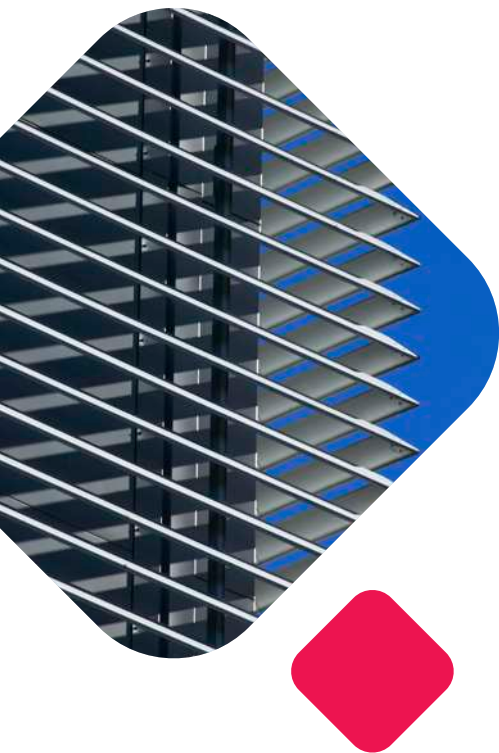
2.3.1 KUORMAT VÄLISEINILLE

Väliseinät mitoitetaan suunnittelijan määrittämille kuormille. Väliseinät mitoitetaan kuormitusohjeiden mukaisille tuulikuormille ja painekertoimille. Suunnittelukuorman S_d on kuitenkin oltava vähintään 0.5 kN/m^2 ,

koska väliseinäelementteihin kohdistuva rasitus on useimmiten suurimmillaan rakennusaikana, jolloin elementtejä siirrellään ja käsitellään työmaalla.

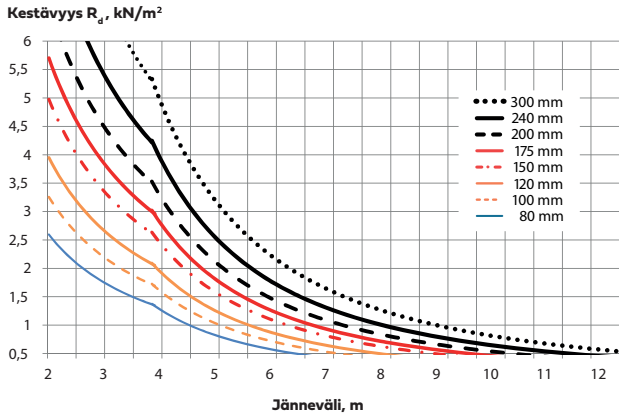
2.3.2 JÄNNEVÄLIT YKSIAUKKOISILLE VÄLISEINILLE

- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.3.1.
- Palo-osastoivien seinien jännevälejä on rajoitettu (ks. taulukko 14).

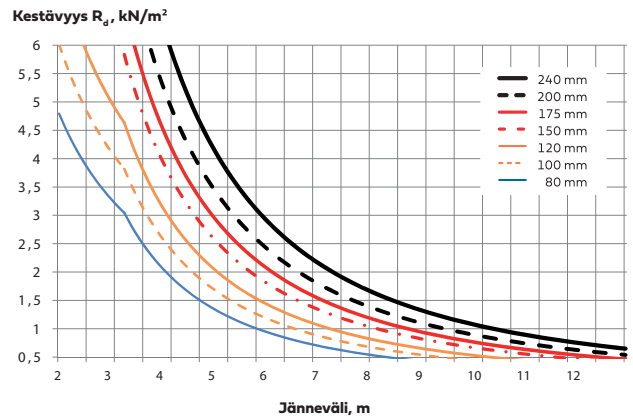


Kuva 9. Jännevälit yksiaukkoisille väliseinille, joissa ei ole lämpötilaeroa, elementin paksuus 50 – 300 mm.

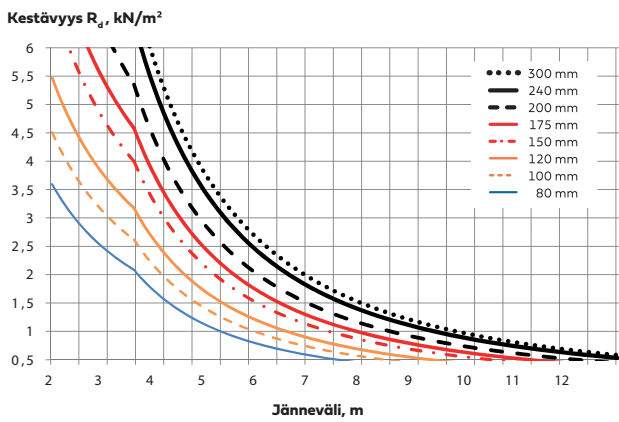
Elementtityyppi AST® L



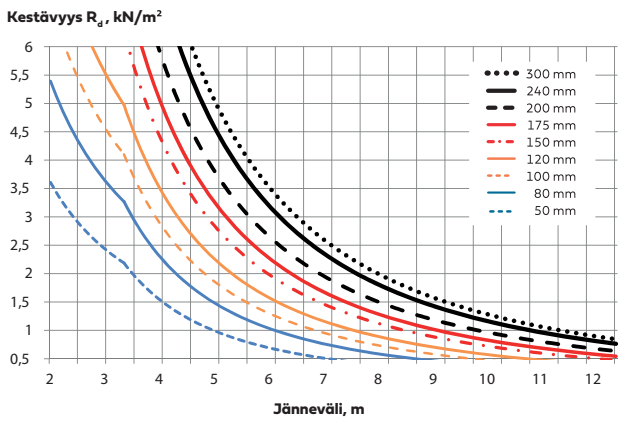
Elementtityyppi AST® F and AST® F+



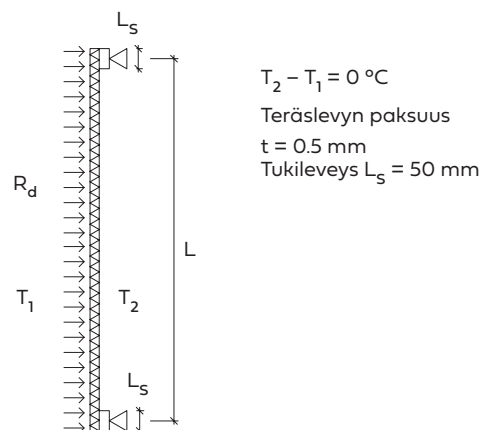
Elementtityyppi AST® S and AST® S+



Elementtityyppi AST® E



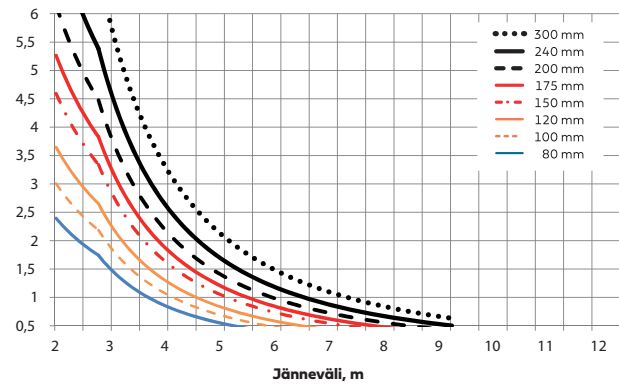
- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.



Kuva 10. Jännevälit AST[®] acoustic -elementille väliseinissä, lämpötilaero 0 °C.

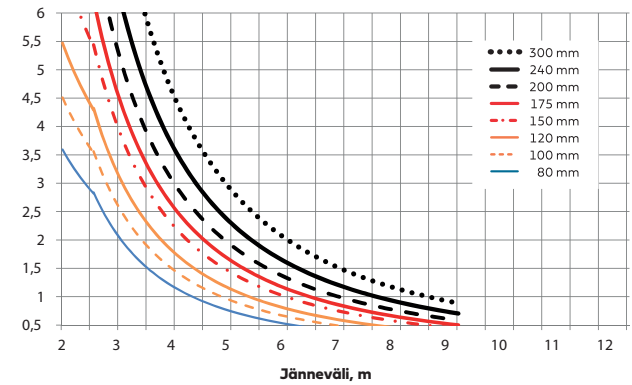
Elementtityyppi AST[®] L 80 - 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



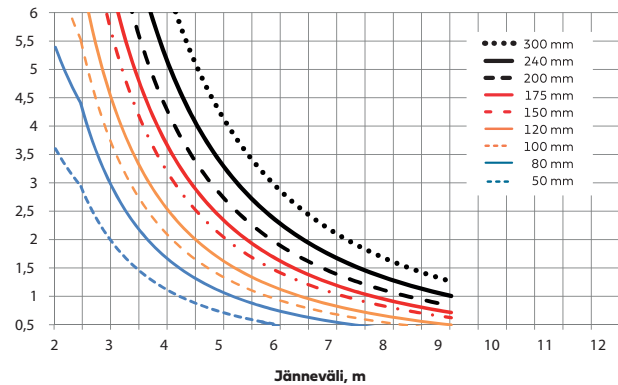
Elementtityyppi AST[®] S 80 - 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²

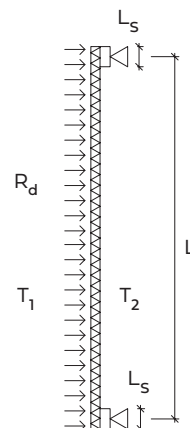


Elementtityyppi AST[®] E 100 - 300 mm

Kestävyys R_d , kN/m²



- R_d on elementin kestävyys suunnitteluarvo sisältäen materiaalien osavarmuusluvut (ei kuorman osavarmuuslukuja). Nämä käyrät on laskettu tasaisesti jakautuneelle kuormalle murtorajatilassa.
- Kuorman suunnitteluarvo S_d määritellään kohdan 2.2.1 mukaan.



$$T_2 - T_1 = 0 \text{ °C}$$

Teräslevyn paksuus

$$t = 0.6 \text{ mm}$$

Tukileveys $L_s = 50 \text{ mm}$

2.4 SISÄKATOT

2.4.1 KUORMAT SISÄKATOILLE

Sisäkatot jaetaan kahteen ryhmään:

- **Kuormittamattomat sisäkatot** mitoitetaan elementtien omalle painolle sekä mahdollisista ripustuksista tuleville kuormille. Kuormittamattomilla sisäkatoilla ei saa kävellä asennuksen jälkeen eikä niitä ole mitoitettu kantamaan mm, erilaisista laitteista ja kanavista tulevia kuormia.
- **Kuormitetut sisäkatot** mitoitetaan elementtien omalle painolle, kävelystä syntyvälle pistekuormalle (120 kg = 1 henkilö) ja tasaiselle hyötykuormalle 25 kg/m², jollei muuta kuormitustietoa ole käytettävissä.

Paroc Panel System-elementtejä ei saa käyttää pysyvinä työtasoina. Elementtejä ei myöskään ole tarkoitettu kannattamaan laitteita, kanavia yms., vaan ne vaativat erillisen kantavan rakenteen. Jos sisäkatto suojataan kävelyliikennettä varten (ks. kohta 2.4.3), suojauksesta aiheutuva kuorma on otettava huomioon mitoituksessa.

2.4.2 YKSIAUKKOISET SISÄKATOT

Sisäkatoissa käytetään aina elementtityyppiä AST® E.

Taulukko 9. Jännevälit kuormitetuille ja kuormittamattomille sisäkatoille, elementtityyppi AST® E. Arvot pätevät myös AST® acoustic -elementeille, jos rei'itetty pinta on alaspäin.

- kuormat kohdan 2.4.1 mukaan
- yläpellin paksuus 0,6 mm ja alapellin paksuus 0,5 mm
- tukileveys ≥ 40 mm
- lämpötilaero 0 °C
- maksimitaipuma L/200

Sisäkatto-tyyppi	Suurin sallittu jänneväli, m								
	Elementin paksuus, mm								
	50	80	100	120	150	175	200	240	300
Kuormitettu	3.7	5.1	6.1	7.0	8.1	8.9	9.8	10.6	10.9
Kuormittamaton	4.4	6.1	7.3	8.3	9.6	10.5	11.4	12.0	12.0

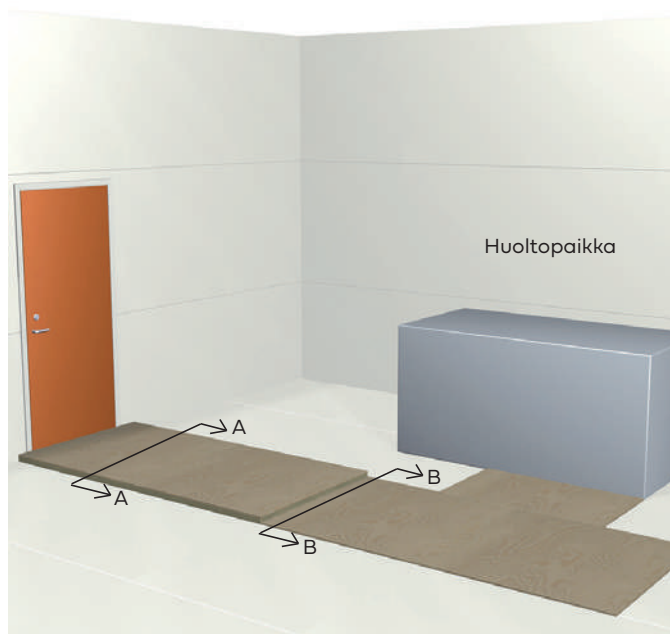
2.4.3 KUORMITETUN SISÄKATON SUOJAUS

Normaali, satunnainen kävelyliikenne ei vahingoita elementtejä. Elementit, joilla kävellään usein, esimerkiksi ovien edustoilla ja laitteiden asennuspaikoilla, on suojattava 10 - 20 mm paksulla, jäykällä kivivillalla ja kuormaa jakavilla

rakennuslevyillä. Muiden kulkuteiden ja asennuspaikkojen suojaamiseen riittävät 15 mm:n vanerilevyt. Pysyvilä kävelyteiltä tulevat kuormat on johdettava kantavalle rungolle.



Kuva 11. Sisäkattojen suojaus.



A-A



B-B

Asennusaikaiset suuret kuormat, esimerkiksi raskaista laitteista aiheutuvat kuormat, on aina tarkistettava. Asennusaikana elementit on aina suojattava kuormaa jakavilla vanerilevyillä. Myös tikkaiden ym. aiheuttamat pistekuormat vaativat suojauksen.

Aukot voivat heikentää sisäkattoelementtejä, joten kävelyä aukkojen lähellä on vältettävä.

2.5 TAIPUMA

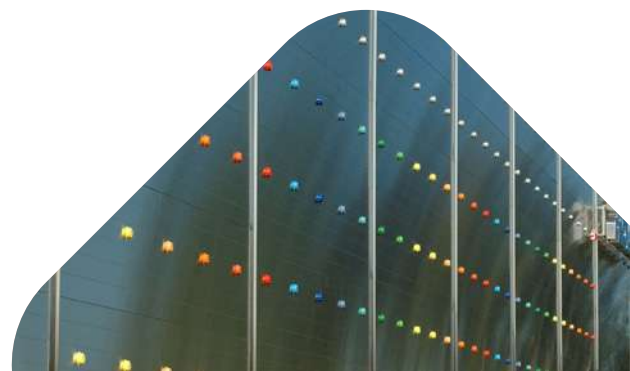
Elementit taipuvat kuormituksen (tuulenpaine ja -imu) ja elementin sisä- ja ulkopinnan välisen lämpötilaeron vaikutuksesta. Taipuma on otettava huomioon detaljien suunnittelussa.

Lämpötilaero elementin sisä- ja ulkopinnan välillä aiheuttaa elementin taipumisen. Elementti taipuu lämpimämpää tilaa kohti. Mitoittavina pintalämpötiloina voidaan käyttää seuraavia eurooppalaisen sandwichohjeen mukaisia arvoja, jos muita arvoja ei ole käytettävissä:

- **Sisäpinta**
+20 °C talvella
+25 °C kesällä
- **Ulkopinta**
alhaisin lämpötila talvella
-20 °C Keski-Euroopassa
-30 °C Pohjois-Euroopassa
kesällä elementin ulkopinnan korkein lämpötila riippuu ulkopinnan värisävystä ja heijastuskyvystä, ks. taulukko 10.

Taulukko 10. Elementin ulkopinnan väriyhmät, absorptiokertoimet ja ulkopinnan lämpötilat kesäaikaan.

Väriyhmä	Värit	Absorptiokerroin	Ulkopinnan lämpötila
I	0020, 0106, 1015, 9002	10–25 %	+55 °C
II	0021, 0024, 0034, 9006	25–60 %	+65 °C
III	0029, 0035, 6011, 7024, 09007, stainless steel	60–92 %	+80 °C



Taulukko 11. Lämpötilaerojen aiheuttamat taipumat. Muille lämpötilaeroille taipumat saadaan kertomalla taulukon arvot lämpötilaerojen suhteessa.

Jänneväli, m	$\Delta T, ^\circ C$	Taipuma, mm							
		Elementin paksuus, mm							
		80	100	120	150	175	200	240	300
3.0	40	7	6	5	4	3	3	2	2
	55	9	8	6	5	4	4	3	2
4.5	40	15	12	10	8	7	6	5	4
	55	21	17	14	11	10	8	7	6
6.0	40	27	22	18	14	13	11	9	7
	55	38	30	25	20	17	15	12	10
7.5	40	42	34	28	22	20	17	14	11
	55	59	47	39	31	27	23	19	15
9.0	40	61	49	40	32	28	24	20	16
	55	85	68	57	44	39	33	28	22

Taulukko 12. Tasaisesti jakautuneen kuorman aiheuttama taipuma.

Jänneväli, m	Kuorma, kN/m^2	Taipuma, mm							
		Elementin paksuus, mm							
		80	100	120	150	175	200	240	300
3.0	0.1	1	1	1	1	1	1	1	0
	0.3	2	2	1	1	1	1	1	0
	0.6	4	3	2	2	1	1	1	1
	1.0	7	5	4	3	2	2	2	1
4.5	0.1	2	2	1	1	1	1	1	0
	0.3	7	5	4	3	2	2	1	1
	0.6	15	10	8	5	4	3	3	2
	1.0	–	17	13	9	7	6	4	3
6.0	0.1	7	5	3	2	2	1	1	1
	0.3	20	14	10	7	5	4	3	2
	0.6	38	25	20	13	11	8	6	4
	1.0	–	–	33	22	18	14	10	7
7.5	0.1	15	10	7	5	4	3	2	1
	0.3	46	30	21	14	11	9	6	4
	0.6	–	–	43	28	22	17	13	9
	1.0	–	–	–	47	37	29	21	15
9.0	0.1	30	20	14	9	7	5	4	3
	0.3	–	57	42	27	21	16	12	8
	0.6	–	–	–	55	43	32	23	16
	1.0	–	–	–	–	71	54	39	26

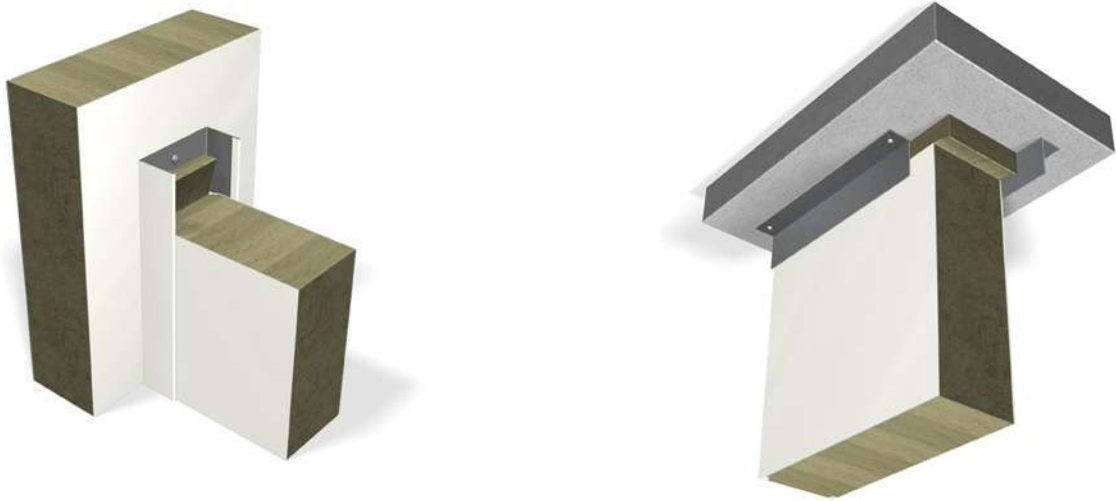
Tavallisesti kuormituksen aiheuttamalla taipumalla on merkitystä käyttörajatilassa. Tällöin kuormituksella tarkoitetaan muutaman kerran vuodessa toteutuvaa tuulikuormaa,

ei elementtien mitoituksessa käytettävää kuormaa, joka useimmissa standardeissa on kerran 50 vuodessa toteutuva tuulikuorma.

Taulukko 13. Tuulikuorma tuulen nopeuden funktiona.

Tyyppi	Tuulen nopeus ja tuulikuorma	
	Nopeus, m/s	Kuorma, kN/m^2
Heikko tuuli	3–5	0.01
Navakka tuuli	8–11	0.05
Kova tuuli	14–17	0.15
Myrsky	24–28	0.42
Hirmumyrsky	33	0.70

Kuva 12. Periaateratkaisuja, joissa taipuma on otettu huomioon.



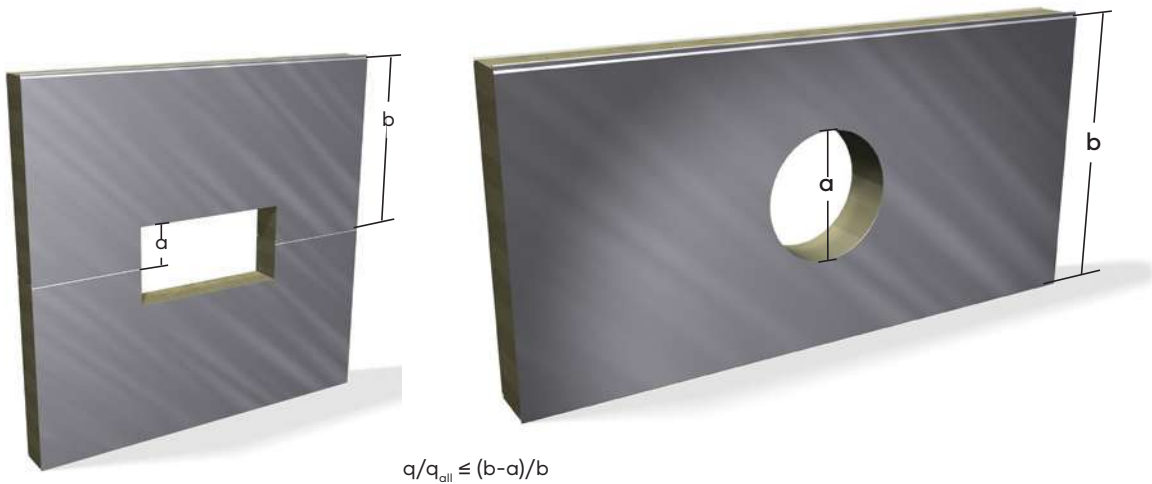
2.6 AUKKOJEN VAIKUTUS MITOITUKSEEN

Paroc Panel System-elementtejä mitoitettaessa on otettava huomioon, että elementteihin tehtävät ovi- ja ikkuna-aukot sekä läpiviennit saattavat alentaa elementin lujuutta. Aukotetut elementit mitoitetaan siten, että ne aukotuksesta huolimatta kestävät niille tulevat kuormat. Jos se ei ole mahdollista, on aukotetulle elementille tuleva kuorma siirrettävä joko viereisille elementeille tai orsien välityksellä

rakennuksen runkoon. Suurista aukoista, esimerkiksi suurista ovista, johdetaan tuulikuorma apurungon avulla runkoon.

Läpivientien vaatimat aukot elementeissä ovat yleensä niin pieniä, ettei niiden aiheuttama elementin lujuuden aleneminen aiheuta erikoistoimenpiteitä. Tarvittaessa voidaan käyttää lujuusluokaltaan vahvempaa elementtityyppiä.

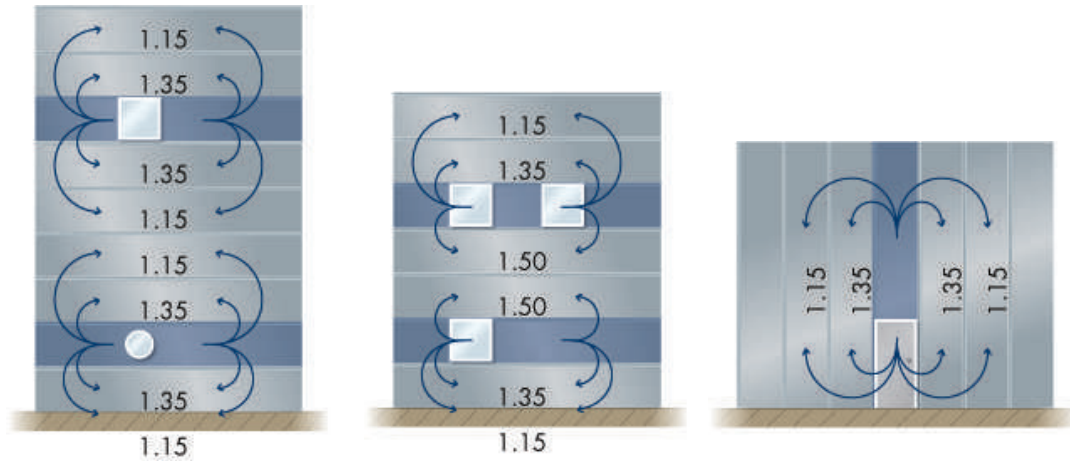
Kuva 13. Sallittu kuorma q aukotetulle elementille. Sallittu kuorma aukottomalle elementille q_{all} saadaan mitoituskäyristä vastaavan jännevälin ja suurimman tukileveyden kohdalta.



Jos aukotusaste kuitenkin ylittää suhteen q/q_{all} , voidaan kuormat johtaa viereisille elementeille kuvan 14 mukaisesti.

Jollei se ole mahdollista, kuormat johdetaan kantavalle rungolle lisärakenteiden avulla. Katso myös mitoitus esimerkki kohdassa 2.7.

Kuva 14. Kuormien siirtokertoimet.



2.7 MITOITUSESIMERKKI

Vaaka-asennetun ulkoseinän mitoitus

Runko	Jänneväli $L = 7.2 \text{ m}$
Elementtityyppi	AST® S
Elementin paksuus	200 mm
Pintalevyt	ulkopinta 0,6 mm, tumma väri (väriryhmä III, ks. taulukko 10) sisäpinta 0,5 tai 0,6 mm
Tuulikuorma	$q_k = 0.7 \text{ kN/m}^2$, karakteristinen arvo
Kuorman varmuuskerroin	$\gamma_d = 1.5$
Painekertoimet	$c_p = 0,7$ (ulkoinen paine) + $0,3$ (sisäinen imu) = $1,0$ (vyöhyke D) $c_p = -0,8$ (ulkoinen paine) + $0,2$ (sisäinen imu) = $-1,0$ (vyöhyke B) $c_p = -1,2$ (ulkoinen paine) + $0,2$ (sisäinen imu) = $-1,4$ (vyöhyke A)
Tuulen paineen suunnitteluarvo	$W_{d,D} = 1.5 \times (1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = 1.05 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke D)
Tuulen imun suunnitteluarvo	$W_{d,B} = 1.5 \times (-1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = -1.05 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke B) $W_{d,A} = 1.5 \times (-1.4 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = -1.47 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke A)

Kestävyyden suunnitteluarvo valitulle elementtityypille saadaan kuvan 8g käyrästä.

Tuulenpainetapauksessa (vyöhyke D) kestävyyden määrittää elementin ulkopelti, paksuus 0,6 mm:

$$R_{d,0.6} = 1.5 \text{ kN/m}^2 > W_{d,D} = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

Tuulenimutapauksessa (vyöhyke B) mitoittavana on elementin sisäpelti, paksuus 0,5 mm:

$$R_{d,0.5} = 1.25 \text{ kN/m}^2 > W_{d,B} = |-1.05| \text{ kN/m}^2$$

Tuulenimutapauksessa nurkka-alueella (vyöhyke A) mitoittavana on elementin sisäpelti, paksuudeksi tarvitaan 0,6 mm:

$$R_{d,0.5} = 1.5 \text{ kN/m}^2 > W_{d,A} = |-1.47| \text{ kN/m}^2$$

Täten valittu elementtityyppi täyttää vaatimuksen.



Aukon mitoitus

Elementtiin asennetun ikkunan korkeus on 1200 mm eli sama kuin elementin leveys.

Kuvan 14 mukaisesti kuorman siirtokerroin viereisille elementeille on 1,35 ja 1,15 sitä seuraaville elementeille.

Viereisille elementeille tuleva kuorma, kun kuorman siirtokerroin on 1,35:

Tuulenpaineen suunnitteluarvo $W_{d,D} = 1.35 \times 1.5 \times (1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = 1.42 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke D)

Tuulenimun suunnitteluarvo $W_{d,B} = 1.35 \times 1.5 \times (-1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = -1.42 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke B)

Viereiset elementit kestävät ikkunasta tulevan kuorman, kun sisäpellin paksuus on 0,6 mm ja

$R_{d,0.6} = 1.5 \text{ kN/m}^2$ molemmille pintapelleille.

Seuraaville elementeille tuleva kuorma, kun kuorman siirtokerroin on 1,15:

Tuulenpaineen suunnitteluarvo $W_{d,D} = 1.15 \times 1.5 \times (1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = 1.21 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke D)

Tuulenimun suunnitteluarvo $W_{d,B} = 1.15 \times 1.5 \times (-1.0 \times 0.7) \text{ kN/m}^2 = -1.21 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke B)

Seuraavat elementit kestävät ikkunasta tulevan kuorman, kun sisäpellin paksuus on $R_{d,0.5} = 1.25 \text{ kN/m}^2$.

Tukilevydet

Elementin kestävyys suunnitteluarvo käytettäessä minimitukileveyttä 50 mm saadaan samasta kuvan 8g käyrästä.

Tuulenpainetapauksessa (vyöhyke D) kestävyys määritetään minimitukileveydelle:

$$R_{d,tuki} = 1.28 \text{ kN/m}^2 > W_{d,D} = 1.05 \text{ kN/m}^2$$

Tuulenpainetapauksessa ikkunan viereisille elementeille tuleva kuorma, kun kuorman siirtokerroin on 1,35:

Tuulenpaineen suunnitteluarvo $W_{d,D} = 1.35 \times 1.5 \times (1.0 \times 0.7) = 1.42 \text{ kN/m}^2$ (vyöhyke D) on suurempi kuin $R_{d,tuki}$ of 50 mm.

Vaadittu tukileveys määritetään seuraavasti (katso myös kohta 2.1.2 Tukileveys):

$$L_s = ((1.31 \times 0.5 \times 7.2 \text{ m} \times 1.42 \text{ kN/m}^2) / 60 \text{ kN/m}^2) - 0.5 \times 0.201 \text{ m} / 2 = 0.061 \text{ m} \\ \geq 61 \text{ mm}$$

Kiinnitys läpimenevillä kiinnikkeillä

Kiinnikkeiden määrä määritetään kohdan 6.2.1 mukaisesti. Sallittu kuorma läpimenevälle kiinnikkeelle, jossa 19 mm aluslevy, on $F_{sall} = 1.0 \text{ kN}$ (ks. taulukko 18).

Kiinnikkeiden määrä/elementin pää lasketaan seuraavasti:

Tuulenimutapauksessa (vyöhyke B)

$$N = 0.5 \times 7.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times (-1.0 \times 0.7 \text{ kN/m}^2) / 1.0 \text{ kN} \\ = 3.0, \text{ siis } 3 \text{ kiinnikettä/elementin pää}$$

Tuulenimutapauksessa (vyöhyke A)

$$N = 0.5 \times 7.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times (-1.4 \times 0.7 \text{ kN/m}^2) / 1.0 \text{ kN} \\ = 4.2, \text{ siis } 5 \text{ kiinnikettä/elementin pää}$$

Tuulenpainetapauksessa ikkunan viereisille elementeille tuleva kuorma, kun kuorman siirtokerroin on 1,35 (tai 1,5):

$$N = 0.5 \times 7.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.35 \times (-1.0 \times 0.7 \text{ kN/m}^2) / 1.0 \text{ kN} \\ = 4.1 \text{ (tai } 4,5), \text{ siis } 5 \text{ kiinnikettä/elementin pää}$$

Tuulenpainetapauksessa seuraaville elementeille tuleva kuorma, kun kuorman siirtokerroin on 1,15:

$$N = 0.5 \times 7.2 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} \times 1.15 \times (-1.0 \times 0.7 \text{ kN/m}^2) / 1.0 \text{ kN} \\ = 3.5, \text{ siis } 4 \text{ kiinnikettä/elementin pää}$$



Taipuma

Taipumat saadaan taulukoista 11 ja 12.

Tasaisesta kuormasta aiheutuva kuorma on noin 17 mm kun tuulen imu on (vyöhyke B)

$$w_k = (-0.8 - 0.2) \times 0.7 \text{ kN/m}^2 = -0.7 \text{ kN/m}^2.$$

Lämpötilaerosta aiheutuva taipuma on noin 22 mm, kun lämpötilaero on $(+80 \text{ °C} - 25 \text{ °C}) = +55 \text{ °C}$ kesällä.

Kuormayhdistelmät:

$$w_1 = 1.0 \times 0.75 \times 100 \% \times 17 \text{ mm} + 1.0 \times 60 \% \times 22 \text{ mm} = 26 \text{ mm, joka vastaa taipumaa } L/277.$$

$$w_2 = 1.0 \times 0.75 \times 60 \% \times 17 \text{ mm} + 1.0 \times 100 \% \times 22 \text{ mm} = 30 \text{ mm, joka vastaa taipumaa } L/240.$$

$$w_3 = 1.0 \times 100 \% \times 17 \text{ mm} = 17 \text{ mm, joka vastaa taipumaa } L/424.$$

Muista kuormayhdistelmistä aiheutuva taipuma lasketaan vastaavasti.

Taipuma on otettava huomioon detaljeja suunniteltaessa.



3 PALOTURVALLISET RATKAISUT

3.1 YLEISTÄ

PAROC-elementit ovat palamattomia Euroluokan A2-s1,d0 standardin EN 13501-1 mukaisesti (AST® print ja AST® art -elementit kuuluvat Euroluokkaan C-s1,d0). Elementtien

palonkestävyys on luokiteltu standardien EN 13501-2, EN 15254-5 ja EN 15254-7 mukaan.

Kuva 15. Palotilanteessa Paroc Panel System-elementit toimivat köysirakenteena.



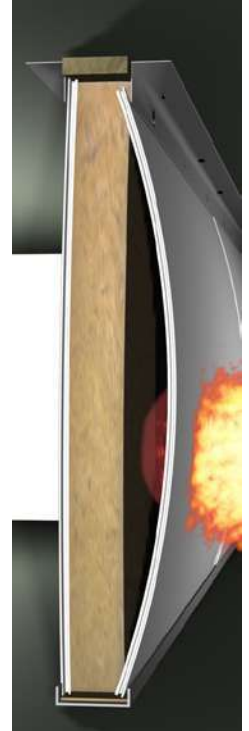
Ennen paloa lattia kantaa elementin painon.



Elementti taipuu paloa kohti, lattia kantaa edelleen elementin painon. Ennen paloa lattia kantaa elementin painon.



Suurin osa elementin taivutuslujuudesta häviää, kun palopuolen pintalevy irtaantuu ytimestä. Nyt elementin yläpäässä olevat varmuusripustukset kantavat elementin painon.



Elementin kylmä pinta taipuu palosta poispäin, kun lämpötila nousee. Palopuolen pintalevy laajenee. Varmuusripustukset kantavat edelleen elementin painon.



3.2 PALOLUOKITELLUT SEINÄT

Osastoivat seinät eivät ole kantavia, joten niitä ei saa mitoittaa kantamaan kuormia esimerkiksi kattorakenteista.

Paloluokitus ei koske AST® acoustic -elementtejä.

Taulukko 14. Suurimmat sallitut jännevälit paloluokitelluille sisäkatoille.

Elementti- tyyppi	Elementin paksuus, mm	Suurimmat sallitut jännevälit paloluokite luuille seinille (m), Vaaka-/Pystyasennus EN 13501-2:2023 ja EN 152 54-5:2018 standardin EN 14509:2023 mukaisesti.							
		EI 15	EI 30	EI 45	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240
AST® L	80	4/4							
	100	7,5/7,5	7,5/7,5	6/7,5	- /4				
	120	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/6			
	150	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	6/7,5(9**)	-/4	
	175	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	6/7,5(9**)	-/4	
	200	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	6/7,5(9**)	-/4	
	240-300	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	6/7,5(9**)	-/4	
AST® S	80	4/7,5	-/7,5	-/4					
	100	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	6/4				
	120	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/4	6/-	4/-	
	150	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/6	4/-	
	175	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/4	
	200	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(8*)/7,5	4/7,5	-/4
	240-300	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(8*)/7,5	4/7,5	-/4
AST® S+	100	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/4*		
	120	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/7,5*	-/4*		
AST® F	80	4/7,5	-/7,5	-/7,5	-/7,5	-/4			
	100	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	6/7,5	-/7,5	-/3		
	120	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/-	
	150	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	7,5/7,5(9**)	7,5/4	7,5/-
	175	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5/7,5(10**)	7,5/7,5(9**)	7,5/6	7,5/4
	200	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(8*)/7,5(9**)	7,5/7,5	7,5/4
	240-300	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(10*)/7,5(10**)	7,5(8*)/7,5(9**)	7,5/7,5	7,5/4
AST® F+	100	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/6		
	120	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/6		
AST® E	50	-/4*	-/4*						
	80	4/7,5	-/7,5	-/4					
	100	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	6/4				
	120	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/4	6/-	4/-	
	150	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/6	4/-	
	175	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	7,5/7,5	4/4	
	200	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(8*)/7,5	4/7,5	-/4
AST® S, F,E Shadow/Delign	240-300	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(10*)/7,5	7,5(8*)/7,5	4/7,5	-/4
	200	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	4/-	
AST® L Shadow/Delign	240-300	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	4/-	
	150 (tulipalo ulk.)	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-		
AST® F Impact EI-M	150 (tulipalo ulk.)	7,5/-	7,5/-	6/-					
	200-300	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-		
AST® F Impact EI-M	200	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	7,5/-	6/-		

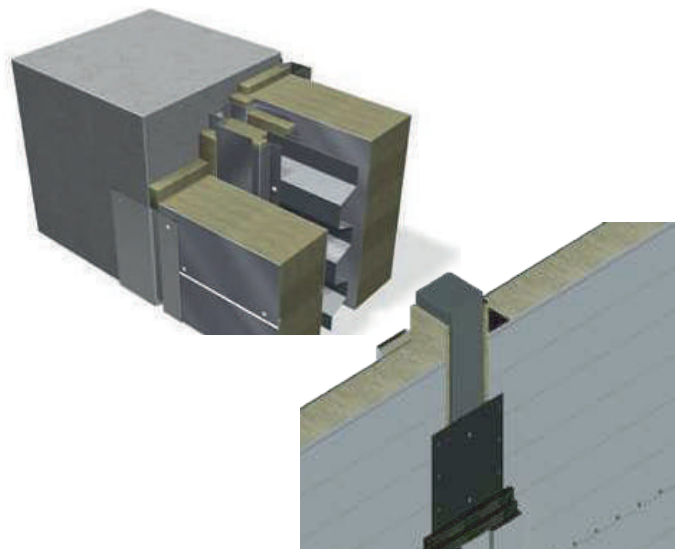
* Vaakasuoja asennus. Erityiset rakennetiedot, ota yhteyttä Paroc Panel Systemiin.

** Pystysuoja asennus. Erityiset rakennetiedot, ota yhteyttä Paroc Panel Systemiin.

Jännevälit on määritelty standardin EN 13501-2:2023 ja EN 15254-5:2018 standardin EN 14509:2023 mukaisesti. mukaisesti seinille. Kaikki elementit on mitoitettava vallitseville kuormille sekä huomioitava kuljetuksen ja asennuksen aikana tulevat rasitukset, joten suurimmat sallitut jännevälit voivat olla taulukossa annettuja arvoja pienempiä.

3.2.1 EI-M-LUOKITELTU PALOMUURI

EI-M-luokiteltu palomuri on testattu standardien EN 1364-1 ja EN 1363-2 mukaisesti luokkiin EI-M 60...EI-M 120. Lisätietoa saat Paroc Panel Systemistä.



3.3 PALOLUOKITELLUT SISÄKATOT

Ei-kantavien sisäkattojen paloluokka on EI 180 saakka alapuolista paloa vastaan. Palo-osastoivissa sisäkatoissa elementtipontit kiinnitetään palon vastakkaiselta puolelta

toisiinsa ruuveilla k 300 mm. Sisäkatoissa käytetään aina elementtityyppiä AST® E. Palo-osastoivien sisäkattojen jännevälit mitoitetaan tapauskohtaisesti.

Taulukko 15. Suurimmat sallitut jännevälit paloluokitelluille sisäkatoille.

Elementti- tyyppi	Elementin paksuus, mm	Suurimmat sallitut jännevälit paloluokitelluille sisäkatoille, m						
		EI 15	EI 30	EI 45	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180
AST® E sisäkatto	100	8.0	7.6	6.2	5.6			
	120	8.0	8.0	6.7 (8.0*)	5.8 (8.0*)	8.0*	8.0*	8.0*
	150-300	8.0	8.0	7.6 (8.0*)	6.4 (8.0*)	5.2 (8.0*)	8.0*	8.0*
AST® S sisäkatto	120-300	8.0*	8.0*	8.0*	8.0*			

* Suunnittelun yksityiskohdat

¹⁾ Jännevälit on määritelty standardin EN 15254-7:2018 mukaisesti sisäkatoille.

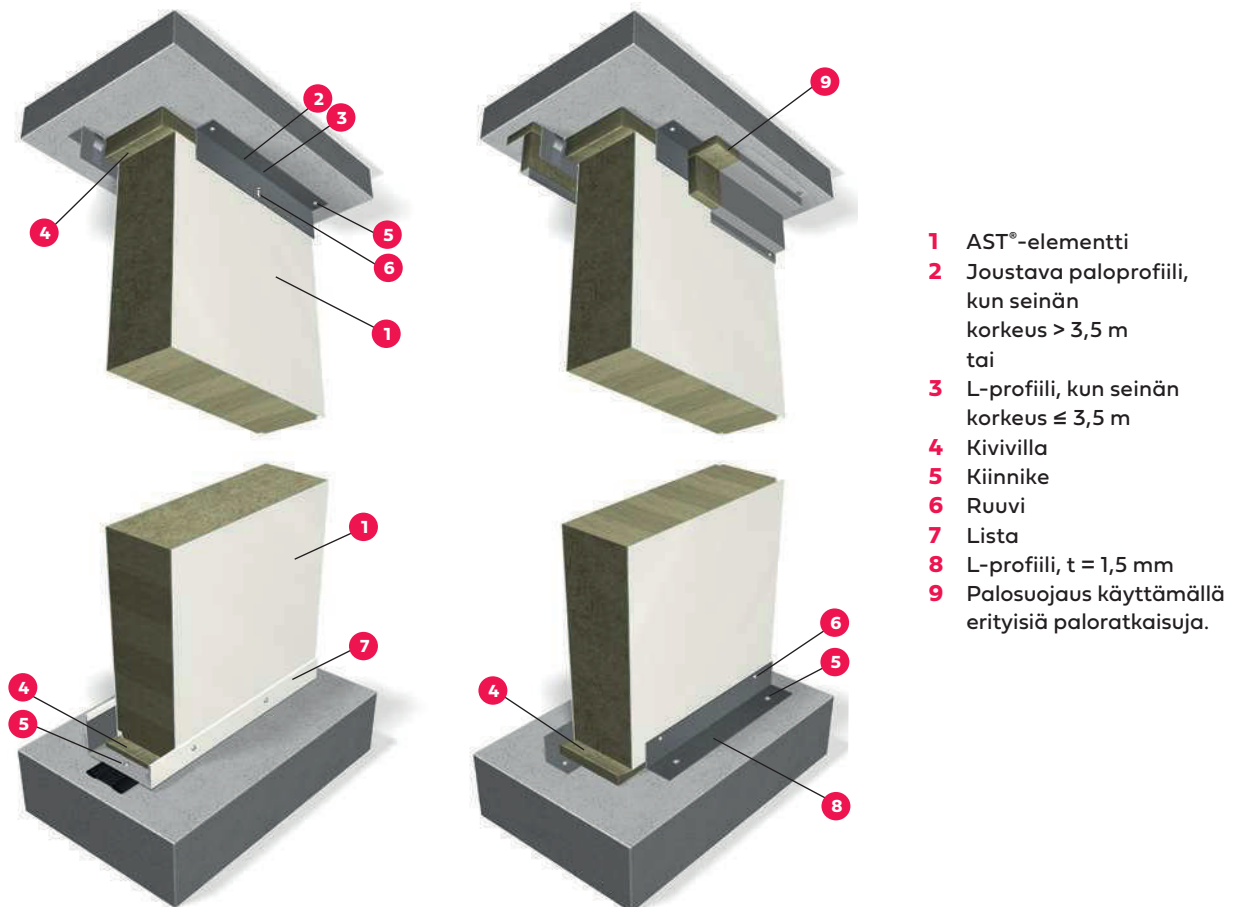
3.4 PALOTURVALLISIA RAKENNERATKAISUJA

Suunniteltaessa osastoivia AST®-elementtirakenteita on tärkeää valita detaljiratkaisut, jotka täyttävät osastoivan rakenteen vaatimukset. Osastoiviin seiniin tulevat Paloluokiteltujen rakenteiden AST-elementit tarvitsevat

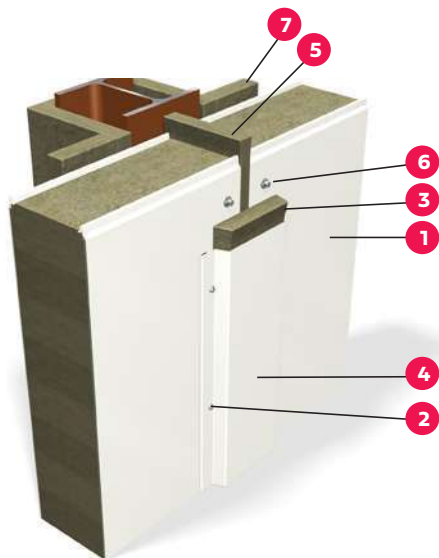
saumaan tiivisteen vain, jos se on erikseen ilmoitettu. Palo-osastoivissa rakenteissa saa käyttää vain teräsruuveja ja -niittejä. Elementtikiinnikkeet on palosuojattava kivivillalla.

Kuva 16. Paloturvallisia detaljiratkaisuja. Katso lisää detaljiratkaisuja verkkosivuiltamme www.parocpanels.com.

Pystyasennetun osastoivan seinän liittymä yläpohjaan.

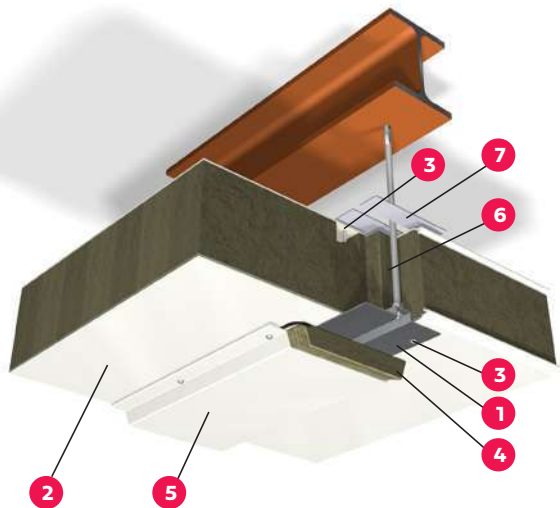


Sisäkattoelementtien kiinnitys ja palosuojaus.



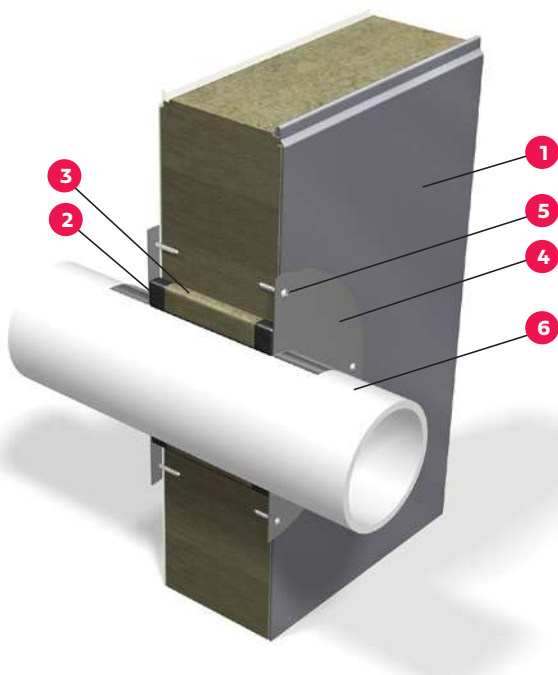
- 1 AST®-elementti
- 2 Ruuvi
- 3 Palosuojaus taulukon 15 mukaan
- 4 Lista
- 5 Kivivilla
- 6 Elementtikiinnike
- 7 Rungon palosuojaus asiakkaan määrityksen mukaan

Sisäkattoelementtien kiinnitys ja palosuojaus.



- 1 Hattuprofiili
- 2 AST®-elementti
- 3 Ruuvi
- 4 Palosuojaus 30 mm
- 5 Peitelista
- 6 Kivivilla
- 7 Teräslevy

Läpiviennit osastoivassa rakenteessa.



- 1 AST®-elementti
- 2 Paisuva palosuojamassa ¹⁾
- 3 Kivivilla
- 4 Lista
- 5 Kiinnike
- 6 Kanava

¹⁾ Valmistajan ohjeiden mukaan

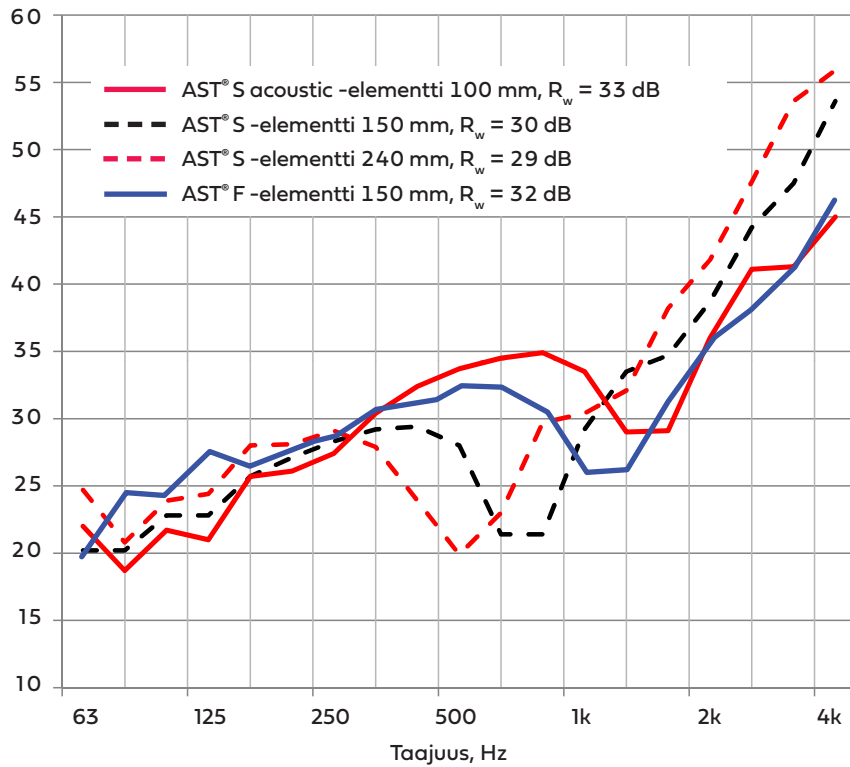
4 AKUSTISET RATKAISUT

4.1 ÄÄNENERISTÄVYYS

Akustoisissa rakenteissa voidaan käyttää perforoituja AST® acoustic -elementtejä tai tavallisia Paroc Panel System-elementtejä.

Kuva 17. Ääneneristysindeksi Paroc Panel System-elementille (elementtityyppi AST® S 100 mm, 150 mm, 240 mm ja elementtityyppi AST® F 150 mm) sekä AST® acoustic -elementille (elementtityyppi AST® S 100 mm).

Sound reduction index, dB



Taulukko 17. Paroc Panel System-elementtien painotettu ääneneristävyys eri meluspektreille, elementtityyppi AST® S.

Äänen eristävyys, dB	Elementin paksuus, mm						
	80	100	120	150	200	240	300
R_w	30	30	30	30	29	29	29
$R_w + C$	27	27	27	27	28	28	28
$R_w + C_{tr}$	25	25	25	25	26	26	26

$R_w + C$ voidaan käyttää esimerkiksi seuraavissa tapauksissa

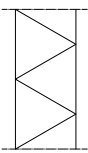
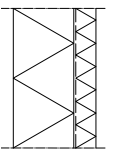
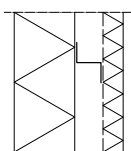
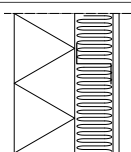
- junaliikenne, suuret ja keski-suuret nopeudet
- maantiiliikenne, nopeus yli 80 km/h
- suihkukoneliikenne lähellä
- teollisuusmelu, korkea ja keskikorkea taajuus.

$R_w + C_{tr}$ voidaan käyttää esimerkiksi seuraavissa tapauksissa

- kaupunkiliikenne
- junaliikenne, alhaiset nopeudet
- suihkukoneliikenne kaukana
- teollisuusmelu, matala ja keskimatala taajuus.



Taulukko 18. Eräiden Paroc Panel System-rakenteiden painotettuja ääneneristävyyksiä, elementtityyppi AST® F.

Rakenne		Ääneneristävyys, dB		
		R_w	+C	C_{tr}
AST® F 150 mm, 0.6/0.6		32	30	29
AST® F 150 mm, 0.6/0.6 + AST® E 50 Acoustic		49	47	43
AST® F 150 mm, 0.6/0.6 + 70 mm z-profiili 1.5 + AST® 50 Acoustic		54	51	45
AST® F 150 mm, 0.6/0.6 + Kivivilla 95 + Z-profiili 0.5 + profiilipelti 0.6		53	49	42

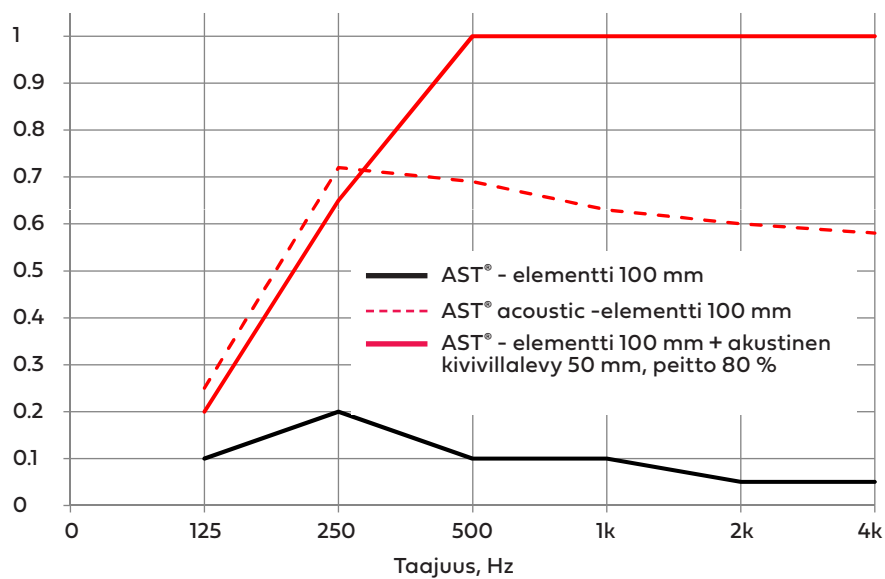
4.2 ÄÄNENVAIMENNUS

Paroc Panel System-elementtien pinnat ovat yleensä teräsohutlevyä. Tämän vuoksi niiden äänenvaimennus on periaatteessa olematon kuten perinteisellä profiilipeltirakenteellakin.

AST® acoustic -elementin toinen pinta on rei'itetty, mikä parantaa elementin äänenvaimennusta. AST® acoustic -elementtiä voidaan käyttää normaaleissa, kuivissa sisätiloissa.

Kuva 18. Paroc Panel System-elementtien käytännön absorptiokertoimia α_p .

Käytännön absorptiokerroin α_p



5 HYGIEENISET RATKAISUT

5.1 YLEISTÄ

Elintarviketeollisuudessa hygieniavaatimukset ovat korkeat. Erityistä huomiota on kiinnitettävä materiaaliominaisuuksiin, rakenteiden liittymiin, detaljiratkaisuihin sekä pintojen puhdistamiseen ja kunnossapitoon. Hygieenisten seinien ja sisäkattojen perustana ovat tiiviit elementtirakenteet ja tiivisteet.

AST®-elementtien pinnat ovat sileät ja elementtipontit ovat vesi- ja ilmatiiviit. AST®-elementtien sileät pinnat ja tiivis, hygieeninen ponttirakenne eivät kerää likaa, joten elementtirakenteet on helppo pitää puhtaina. Pestäville seinille elintarviketeollisuudessa suositellaan käytettäväksi tiivistettä sekä uros- että naaraspontissa ja myös elementtipontin pinnassa. Tiivisteet asennetaan työmaalla. Tiivistetyyppi valitaan kulloistenkin vaatimusten ja valmistajien ohjeiden mukaan.

5.2 PAROC-ELEMENTIT HYGIENIATILOISSA

Paroc Panel System-elementtien sileät pinnat ja tiivis, hygieeninen ponttirakenne eivät kerää likaa, joten elementtirakenteet on helppo pitää puhtaina. Elementtien pinnoite voidaan valita seuraavista vaihtoehdoista:

- **polyesteriä** käytetään kuivissa sisätiloissa, pinnoitteesta ei vapaudu hiukkasia
- **FoodSafe-pinnoitetta** käytetään, kun pintoja joudutaan pesemään usein, mutta märkänä oloaika on rajoitettu; normaaliolosuhteissa pinnoitteesta ei vapaudu myrkyllisiä yhdisteitä eikä se toimi mikro-organismien kasvualustana
- **ruostumatonta terästä** käytetään kaikkein vaativimmissa olosuhteissa.

PAROC structural -kivivillaydin ei ime vettä ja sietää kosteusvaihteluita erittäin hyvin. Jos villapinnat elementtien päissä tai aukoissa ovat pitkään alttiina rakennusaikana, ne voidaan käsitellä erityisellä hygieniasuojapinnoitteella hometta, sienikasvustoa, hiivaa ja bakteereja vastaan.

Valtion Teknillisen Tutkimuslaitoksen VTT:n Bioteknikan laboratoriossa on tutkittu mikrobiologista kasvua Paroc Panel System-elementtien ytimenä käytetyssä kivivillassa. Koetulokset osoittavat, että Paroc Panel System-elementit ovat turvallisia käytettäväksi elintarviketeollisuuden kohteissa eikä elementtien saastumisriskiä ole:

- bakteerisolut kuten Salmonella tai Listeria eivät elä eivätkä leviä ytimessä, vaan häviävät hyvin nopeasti
- itiöt kuten home (Aspergillus) eivät elä eivätkä leviä ytimessä ja häviävät hitaammin kuin bakteerisolut
- ydin ei tue mikrobien elämää ankarissakaan olosuhteissa.

IARC, the International Agency for Research on Cancer, on luokitellut mineraalivillat, kuten Paroc Panel System-elementeissä käytetyn PAROC structural -kivivillan, ryhmään 3 "Ei luokiteltavissa ihmiselle syöpää aiheuttavaksi". Normaalisti elementeistä ei vapaudu kuituja, jos suunnitteluohjeita ja rakennedetaljeja noudatetaan.



5.3 HYGIENIA KÄYTÖSSÄ

Hygieniatiloja suunniteltaessa on kiinnitettävä erityistä huomiota:

- rakenteiden ja pintojen pitkäaikaiskestävyyteen kulutusta ja rikkoontumista vastaan
- puhtaanapidon helppouteen kuten pestävyyteen
- kunnossapidon vaivattomuuteen kuten vaurioiden korjaamiseen tai maalaamiseen.

Paroc Panel System suosittelee seuraavia toimenpiteitä, joilla vältetään likaantumiseriski etenkin märissä olosuhteissa:

- pienehköt reiät tai vauriot on korjattava välittömästi, etteivät ympäristön bakteerit ja kosteus pääse rakenteeseen
- isommat reiät tai vauriot on peitettävä välittömästi teräsohutellevyllä tai muulla vastaavalla levyllä; riskien välttämiseksi vaurioitunut elementti suositellaan vaihdettavaksi 30 - 45 päivän kuluessa vahingosta
- kun elementteihin tehdään ripustuksia, kiinnikkeiden reiät on tiivistettävä ympäristöön soveltuvalla tiivisteellä.

Lisätietoja löydät Käyttö- ja kunnossapito-oppaasta.



6 ELEMENTTIEN KIINNITYS

6.1 ELEMENTTIKIINNIKKEET

Elementtikiinnikkeitä valittaessa on aina otettava huomioon kuormat ja käyttöympäristön aggressiivisuus sekä sisä- että ulkopuolella. Ulkoisesti näkyvien sekä aggressiiviseen ja hyvin kosteaan ympäristöön tulevien elementtikiinnikkeiden on aina oltava ruostumatonta terästä. Käytännössä ympäristöluokan

määrittely on kuitenkin vaikeaa, joten suosittelemme ruostumattomien kiinnikkeiden käyttöä aina. Profiileja käytetään elementtien kiinnittämiseen tai tukirakenteena. Ne valmistetaan yleensä 1 – 4 mm paksusta, sinkitystä teräksestä. Profiilien mitoituksen suorittaa rakennesuunnittelija.

6.2 SEINÄELEMENTTIEN KIINNITYS

PAROC-elementit voidaan asentaa joko vaakaan, pystyyn tai diagonaalisesti. Elementit kiinnitetään yleensä läpimenevillä kiinnikkeillä tai L-profiileilla. Kiinnityksessä on otettava

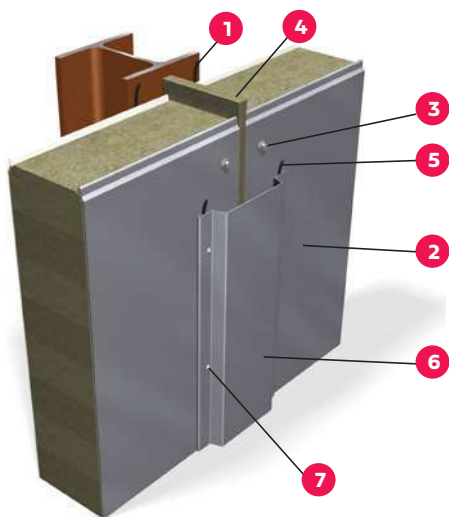
huomioon, että elementtejä ei saa kiinnittää vain yhdestä pintalevystä. Kun mitoitat moniaukoisten elementtien kiinnikkeitä, ota yhteys Paroc Panel Systemiin.

6.2.1 KIINNITYS LÄPIMENEVILLÄ ELEMENTTIKIINNIKKEILLÄ

Tämä kiinnitystapa soveltuu ulko- ja väliseinien vaaka- ja pystyasennukseen.

Kiinniketyyppi valitaan rungon materiaalin mukaan.

Kuva 19. AST®-elementtien kiinnittäminen läpimenevillä elementtikiinnikkeillä.



- 1 Tiiviste
- 2 AST®-elementti
- 3 Elementtikiinnike
- 4 Kivivilla
- 5 Tiiviste
- 6 Lista
- 7 Listaruuvi

Elementtien kiinnikemäärät riippuvat kuormituksesta (imu) ja elementin pituudesta/jännevälistä, elementin painosta ja mahdollisista, esimerkiksi ikkunoista tulevista kuormista. Paine kertoimet etenkin nurkka-alueilla on otettava huomioon.

Kiinnikkeiden vähimmäismäärä on 2 kpl/elementin pää. Kiinnikkeiden vähimmäisetäisyys elementin päästä on 20 mm. Kiinnikemäärä/elementin pää lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$N = 0.5 \times L \times b \times C_p \times q_w / F_{all}$$

jossa:

- N = kiinnikemäärä/elementin pää
- L = elementin pituus, m
- b = elementin leveys, m
- C_p = painekerroin imulle (ulkopuolinen imu + sisäpuolinen paine, ks. kuva 7)
- q_w = karakteristinen tuulikuorma kN/m²
- F_{all} = elementtikiinnikkeelle sallittu kuorma taulukosta 18.

Kiinnikemäärät lasketaan vedolle murtorajatilassa seuraavan kaavan mukaisesti:

$$F_d \leq n \times N_{R,d}$$

$$\gamma_f \times F_k \leq n \times N_{R,k} / \gamma_m$$

$$F_k \leq n \times N_{R,k} (\gamma_m \times \gamma_f) = n \times F_{t,all}$$

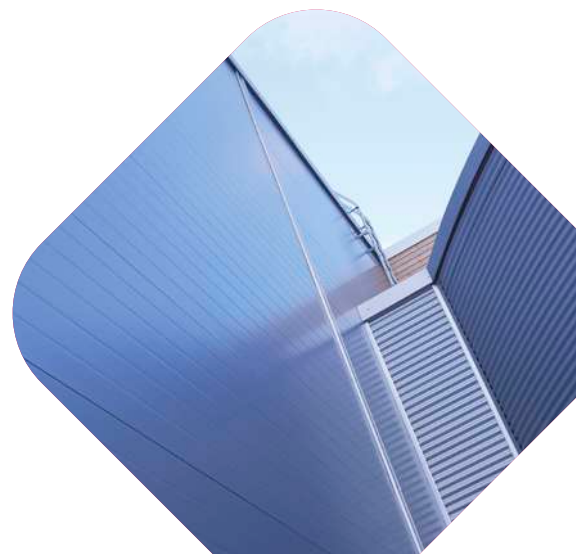
jossa:

F_d = vaikutus/elementin pää, suunnitteluarvo (sis. osavarmuuskertoimen)
 n = kiinnikkeiden lukumäärä / elementin pää
 $N_{R,d}$ = kiinnikkeen vetolujuus, suunnitteluarvo (sis. osavarmuuskertoimen)
 $N_{R,k}$ = kiinnikkeen ominaisvetolujuus
 F_k = ominaiskuorma / elementin pää
 γ_f = kuorman osavarmuuskertoimen = 1.5
 γ_m = materialin osavarmuuskertoimen = 1.33
 F_{all} = sallittu kuorma / kiinnike (sis. osavarmuuskertoimen)

Taulukko 19. Sallitut kuormat läpimeneville elementtikiinnikkeille.

Elementtikiinnikkeet Ø 5.5/6.3 mm	Sallittu kuorma F_{sall} , kN								
	Veto						Leikkaus		
	AST® T			AST® S, AST® S+, AST® F, AST® F+, AST® E			Kaikki tyypit		
	$N_{R,k}$	$N_{R,d}$	$F_{t,all}$	$N_{R,k}$	$N_{R,d}$	$F_{t,all}$	$V_{R,k}$	$V_{R,d}$	$F_{v,all}$
Aluslevyn Ø 19 mm	1.60	1.20	0.80	2.00	1.50	1.00	2.00	1.50	1.00
Aluslevyn Ø 29 mm	1.60	1.20	0.80	2.15	1.62	1.10	2.00	1.50	1.00
Upotettu aluslevy Ø 40 mm	1.60	1.20	0.80	2.15	1.62	1.10	2.00	1.50	1.00

Yllä olevat valmistajan antamat arvot ovat voimassa vain, jos kiinnitysalustan vastaavat arvot ovat vähintään yhtä suuret.



6.2.2 KIINNITYS PROFIILEILLA

Profiilikiinnitystä käytetään elementtien pystyasennuksessa väli- ja ulkoseinissä. Se on erityisen sopiva väliseinissä, joissa

vaaditaan joustava kattoliittymä, ks. kuva 12.

Taulukko 20. L-profiilin paksuus, arvot ovat voimassa pintapaineelle $\leq 0,3 \text{ kN/m}^2$.

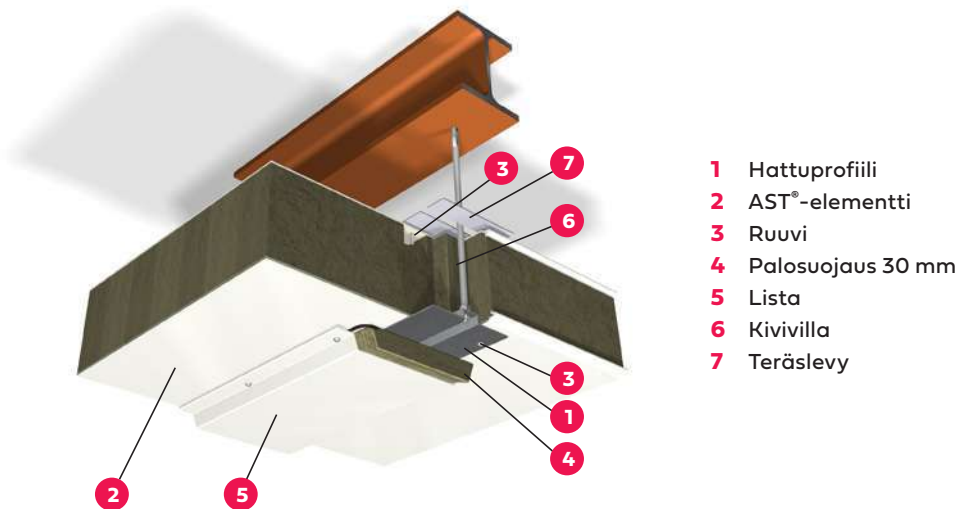
Seinän korkeus, m	L-profiilin paksuus, mm			
	Rakenteen painuma, mm			
	25	50	75	100
3.5	1.25	1.5	2.0	2.0
4	1.5	2.0	2.0	2.5
5	1.5	2.0	2.0	2.5
6	2.0	2.0	2.5	3.0
7	2.0	2.5	2.5	3.0
8	2.0	2.5	3.0	3.5
9	2.0	2.5	3.0	3.5
10	2.5	3.0	3.0	3.5

6.3 SISÄKATTOELEMENTTIEN KIINNITYS

Sisäkattoelementit kiinnitetään hattuprofiileilla, jotka on ripustettu tukirakenteeseen.

Suosittellemme vähintään 1000 mm pitkien hattuprofiilien käyttöä.

Kuva 20. AST®-elementtien kiinnitys hattuprofiileilla.

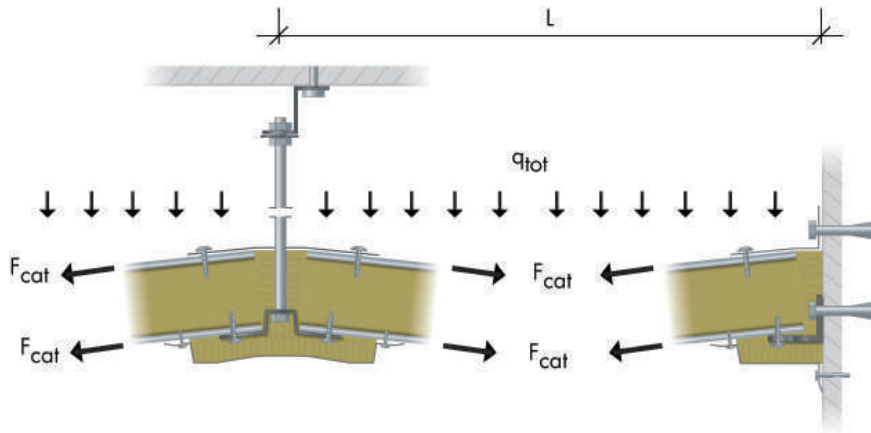


Suurin sallittu kuorma Panel Systemin vakiohattulistalle KL12 on 3,8 kN/puoli elementtityypille AST® E. Elementtien yläpinnat on aina kiinnitettävä toisiinsa teräslevyllä.

Näin varmistetaan rakenteen toimivuus köysirakenteena palotilanteessa. Teräslevyt kiinnitetään ruuveilla, jotka on mitoitettava köysivoimalle

$$F_{cat} = q_{tot} \times L.$$

Kuva 21. Köysivoima F_{cat} .



Taulukko 21. Sallitut leikkausvoimat ruuveille palotilanteessa.

Ruuvi	Sallittu leikkauskuorma F_{kN} , kN
Ø 5.5 ... 6.3 mm	1.3
Ø 4.2 ... 4.8 mm	1.0

6.4 ELEMENTTIEN KIINNITYS PALO-OSASTOIVISSA RAKENTEISSA

Elementtien kiinnitys palo-osastoivissa rakenteissa mitoitetaan tämän luvun mukaisesti.

Kiinnikkeiden palosuojaus toteutetaan kohdan 3.2 mukaisesti.

6.5 LISTOJEN KIINNITYS

Listat kiinnitetään ruostumattomasta teräksestä tehdyillä ruuveilla tai niiteillä seuraavien ohjeiden mukaisesti:

- flistat kiinnitetään ruuveilla tai niiteillä k 300 mm
- vältä ruuveja listasauvoissa, näin saumoista tulee joustavampia
- liikuntasauva tarvitaan jokaista 12 listametriä kohti, jos listat ovat terästä ja jokaista 6 listametriä kohti, jos listat ovat alumiinia

- ulkoseinissä listojen reunat pitää olla taitettu sisäänpäin
- sisäseinissä voidaan käyttää listoja, joiden reunat on vain vähän taivutettu
- vaaka-asennetuissa seinissä listasauvat pyritään sijoittamaan elementtisaumojen kohdalle.

6.6 RIPUSTUKSET

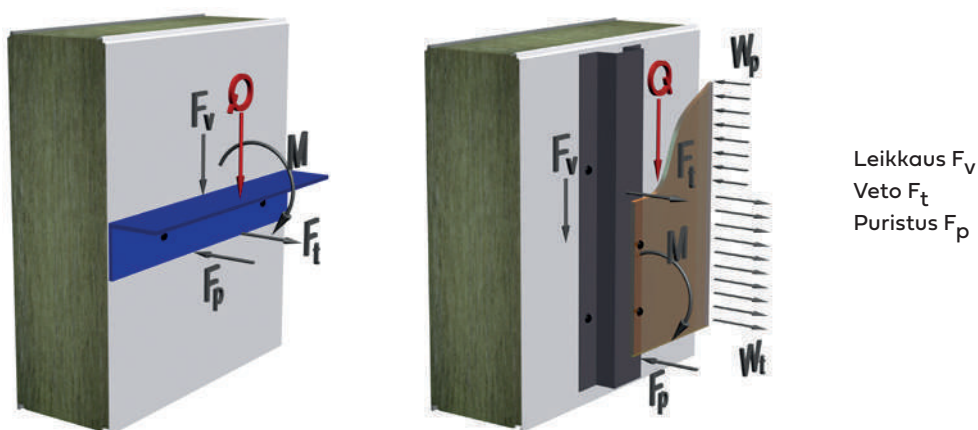
6.6.1 VOIMAT

Kuormitus muodostuu yleensä rakenteiden omasta painosta, tuulen paineesta ja imusta. Muuttuvia kuormia voi olla myös rakenteisiin kertyvä lumi/jää. Lisäksi on huomioitava rakenteiden lämpötilan ja kosteuden vaihtelusta aiheuttavat mahdolliset liikkeet ja niiden vaikutus kiinnikkeisiin. Jos ripustuksesta aiheutuu dynaamista kuormaa, on käytettävä elementin läpimeneviä ruuveja. Ripustuskuormat on otettava huomioon myös itse elementtien kiinnitystä mitoitettaessa.

Julkisivuverhouksen suurin sallittu paino on 60 kg/m². Verhous kiinnitetään profiileihin, joiden suurin sallittu keskinäinen etäisyys on 600 mm asennettuna elementin pituussuunnassa ja 1200 mm asennettuna elementin poikkisuunnassa.

Ripustukset aiheuttavat elementin pinnan suuntaista leikkausta F_v ja/tai kohtisuoraan elementin pintaa vastaan suuntautuvaa vetoa F_t tai puristusta F_p .

Kuva 22. Ripustuksen aiheuttama kuormitus.



6.6.2 SALLITUT KUORMAT

Ripustusten edellytyksenä on, että elementtien pintapellit eivät irtoa (delaminoidu) ydinmateriaalista. Tämän vuoksi perusedellytyksenä on, että tartuntavedon ominaislujuus on yli 100 kPa. Kaikkien AST®-elementtien (elementtityypit AST® T, AST® S, AST® S+, AST® F, AST® F+ ja AST® E) tartuntavetolujuuden ominaisarvot ylittävät tämän raja-arvon.

Ripustuksissa on tärkeää käyttää niittejä ja ruuveja, jotka soveltuvat rakenteiden kiinnittämiseen ohutlevypeltiin. Seuraavassa taulukossa on esitetty sallitut kuormat Bulb-tite- ja Peel-niiteille sekä ohutlevypeltien kiinnitykseen tarkoitetuille limittäville peltiruuveille.

Taulukko 22. Sallitut kuormat pintakiinnikkeille, kun kiinnikkeiden keskinäinen vähimmäisetäisyys on 120 mm. Arvot pätevät kaikille elementtityypeille ja elementin pintalevyn paksuuksille 0,5, 0,6 ja 0,7 mm. Joissakin maissa arvot saattavat poiketa annetuista.

Kiinnike	Sallittu kuorma, N		
	Leikkaus $F_{v\text{ sall}}$	Veto, seinä $F_{t\text{ sall}}$	Veto, sisäkatto ¹⁾ $F_{t\text{ sall}}$
Limittävä peltiruuvi Ø 4,8–6,3 mm	500	250	200
Bulb-tite/Peel-niitti	500	400	300
¹⁾ Sisäkatoissa vain elementtityyppi AST® E on sallittu.			

Ripustuksia mitoitettaessa on otettava huomioon seuraavat rajoitukset:

1. Ripustuksesta aiheutuva leikkausvoima

$$F_v \leq n \times F_{v\text{ sall}}$$

jossa

F_v = ripustuksesta aiheutuva leikkausvoima, N (ominaisarvo)

n = kiinnikkeiden lukumäärä

$F_{v\text{ sall}}$ = yhdelle kiinnikkeelle sallittu leikkausvoima, N (taulukosta 21)

Tukiprofiilille suurin sallittu leikkausvoima on 2,5 kN/m, tällöin ruuvien ja Bulb-tite/Peel-niittien jako on k 200 mm..

2. Ripustuksesta aiheutuva vetovoima

$$F_t \leq n \times F_{t\text{ sall}}$$

jossa

F_t = ripustuksesta aiheutuva vetovoima, N (ominaisarvo)

n = kiinnikkeiden lukumäärä

$F_{t\text{ sall}}$ = yhdelle kiinnikkeelle sallittu vetovoima, N (taulukosta 21)

Tukiprofiilille suurin sallittu vetovoima 2,0 kN/m, tällöin ruuvien jako on k 120 mm ja Bulb-tite/Peel-niittien jako k 200 mm.

3. Ripustuksesta aiheutuva puristusvoima

$$F_p \leq F_{p\text{ sall}} = f_{Cc,k} \times (A_s + B \times e) / (\gamma_M \times \gamma_F)$$

jossa

F_p = ripustuksesta aiheutuva puristus, N (ominaisarvo)

$F_{p\text{ sall}}$ = pintapeltiin kohdistuva sallittu puristus, N

$f_{Cc,k}$ = villaytimen ominaispuristuskestävyys, N/mm² (taulukosta 22)

A_s = profiilin jäykän tukipinnan pinta-ala, mm²

B = tukipinnan piiri, mm

e = määritely mitta, mm, kun tukipinnan leveys $a \geq 60$ mm.

Kun leveys $a < 60$ mm, mitta on kerrottava kertoimella

$$k_e = 1 - (60 - a)/60$$

γ_M = puristuksen materiaalivarmuuskerroin, [1,33]

γ_F = kuorman varmuuskerroin, [1,5]

Taulukko 23. Villaytimen ominaispuristuskestävyys $f_{Ct,k}$ ja e-mitta eri elementtityypeille*

Panel type	AST® T	AST® S	AST® S+	AST® F	AST® F+	AST® E
$f_{Ct,k}$	0.045 N/mm ²	0.060 N/mm ²	0.060 N/mm ²	0.090 N/mm ²	0.090 N/mm ²	0.110 N/mm ²
e-mitta	50 mm	40 mm	40 mm	30 mm	30 mm	20 mm

4. Jos veto- ja leikkausvoima vaikuttavat yhtä aikaa
(EN 1993-1-3)

$$(F_t / F_{t\text{ sall}}) + (F_v / F_{v\text{ sall}}) \leq 1$$

5. Jos puristus- ja leikkausvoima vaikuttavat yhtä aikaa

$$(F_p / F_{p\text{ sall}})^2 + (F_v / F_{v\text{ sall}})^2 \leq 1$$

6. Jos veto- ja puristusvoima vaikuttavat samaan rakenneosaan
(esimerkiksi tuulen imu ja paine)

$$(F_t / F_{t\text{ sall}})^2 + (F_p / F_{p\text{ sall}})^2 \leq 1$$

Kun kiinnitettävään profiiliin tai tukilevyyn, joka on sekä liimattu että kiinnitetty mekaanisesti elementin pintapeltiin, kohdistuu sekä vetokuormitusta että puristuskuormitusta,

on tartuntavedolle ja puristukselle tarkistettava seuraavat rajoitukset:

$$\text{Tartuntaveto } F_{t\text{ sall}} = f_{Ct,k} \times (A_s + B \times e) / (k \times \gamma_M \times \gamma_F)$$

jossa

- $F_{t\text{ sall}}$ = pintapeltiin kohdistuva sallittu tartuntaveto, N
- $f_{Ct,k}$ = villaytimen ominaistartuntavetokestävyys, N/mm² (taulukosta 23)
- A_s = profiilin jäykän tukipinnan pinta-ala, mm², tukipinnan leveys $a \geq 60$ mm
- B = tukipinnan piiri, mm
- e = villatyypistä riippuva kokeellisesti määritelty mitta, mm
- k = pitkäaikaiskestävyydelle kokeellisesti määritelty kerroin, [1,5]
- γ_M = tartuntavedon materiaalivarmuuskerroin, [1,33]
- γ_F = kuorman varmuuskerroin, [1,5]

Taulukko 24. Villaytimen ominaistartuntavetokestävyys $f_{Ct,k}$ ja e-mitta eri elementtityypeille*

Elementtityyppi	AST® T	AST® S	AST® S+	AST® F	AST® F+	AST® E
$f_{Ct,k}$	0.110 N/mm ²	0.130 N/mm ²	0.130 N/mm ²	0.180 N/mm ²	0.180 N/mm ²	0.230 N/mm ²
e-mitta	50 mm	40 mm	40 mm	30 mm	30 mm	20 mm

Samanaikaisesti on oltava voimassa puristusvoimalle ehto:

$$F_{p\text{ sall}} = f_{Ct,k} \times (A_s) / (\gamma_M \times \gamma_F)$$

jossa

- $F_{p\text{ sall}}$ = pintapeltiin kohdistuva sallittu puristus, N
- $f_{Ct,k}$ = villaytimen ominaispuristuskestävyys, N/mm² (taulukosta 22)
- A_s = jäykän tukipinnan pinta-ala ilman puristusalueen levitystä, mm²
- γ_M = puristuksen materiaalivarmuuskerroin, [1,33]
- γ_F = kuorman varmuuskerroin, [1,5]

Mitoitusesimerkki

Seinäelementtityypiksi on määritelty AST® S, paksuus 240 mm ja pintapeltien paksuus 0,6/0,5. Pintaan halutaan kiinnittää tiililaattaverhous. Tiililaatat ripustetaan pystyjaolla k 600 mm oleviin vaakatukiorsiin. Tiililaatan paksuus on 20 mm, pituus 1200 mm ja korkeus 600 mm. Tiililaatan omapaino on 40 kg/m². Tukiorsien tukipinnan korkeus on 25 mm ja leveys on 20 mm.

Tuulikuorman karakteristinen arvo on $q_k = 0.77 \text{ kN/m}^2$.

Painekertoimet ovat paineelle

$C_{p1} = +1.0$ (alue D) ja imulle $C_{p1} = -1.0$ (alue B) ja nurkka-alueella $C_{p1} = -1.4$ (alue A).

Kuormien varmuuskerroin on $\gamma_F = 1.5$.

Orsien materiaalipaksuus $t \leq 1,5 \text{ mm}$, joten voidaan käyttää limittäviä peltiruuveja, joille

$F_{v \text{ sall}} = 0.5 \text{ kN}$ ja $F_{t \text{ sall}} = 0.25 \text{ kN}$.

1. Ripustuksesta aiheutuva leikkausvoima

Yhdelle vaakakorrelle kohdistuva leikkausvoima,

$$F_v = 0.4 \text{ kN/m}^2 \times 0.6 \text{ m} = 0.24 \text{ kN/m}$$

Kiinnikkeiden lukumäärä

$$n \geq F_v / F_{v \text{ sall}} = 0.24 \text{ kN/m} / 0.5 \text{ kN} = 0.48 \text{ ruuvia/m}$$

2. Tuulen imusta ja kuorman epäkeskeisyydestä aiheutuva vetovoima

Tuulen imu $F_{T,w} = -1.0 \times 0.77 \text{ kN/m}^2 \times 0.6 \text{ m} = -0.462 \text{ kN/m}$ (alue B)

Rakenteen epäkeskeisyydestä aiheutuva momentti tukiorsiin:

$M = (0.020 + (0.5 \times 0.020)) \text{ mm} \times 0.24 \text{ kN/m} = 0.0072 \text{ kNm/m}$, josta saadaan yläpuolisen tukiorren vetovoimaksi:

$$F_{Mt} = 0.0072 \text{ kNm/m} / 0.6 \text{ m} = -0.012 \text{ kN/m}$$

Kiinnikkeiden lukumäärä $n \geq (F_{T,w} + F_{Mt}) / F_{t \text{ sall}} = (0.462 \text{ kN/m} + 0.012 \text{ kN/m}) / 0.25 \text{ kN} = 1,89 \text{ ruuvia/m}$

Vastaavasti tuulen vaikutus nurkka-alueella saadaan:

Tuulen imu $F_t = -1.4 \times 0.77 \text{ kN/m}^2 \times 0.6 \text{ m} = -0.65 \text{ kN/m}$ (alue A)

Kiinnikkeiden lukumäärä $n \geq (F_{t,w} + F_{Mt}) / F_{t \text{ sall}} = (0.65 \text{ kN/m} + 0.012 \text{ kN/m}) / 0.25 \text{ kN} = 2.63 \text{ ruuvia/m}$

3. Tuulen paineesta ja kuorman epäkeskeisyydestä aiheutuva puristus

Tuulen paine $F_{P,w} = +1.0 \times 0.77 \text{ kN/m}^2 \times 0.6 \text{ m} = +0.462 \text{ kN/m}$ (alue D)

Rakenteen epäkeskeisyydestä aiheutuva momentti tukiorsiin:

$$F_{Mp} = -F_{Mt} = +0.012 \text{ kN/m}$$

$$F_p = (F_{P,w} + F_{Mp}) = (0.462 \text{ kN/m} + 0.012 \text{ kN/m}) = 0.474 \text{ kN/m} = 382 \text{ N/m}$$

Lasketaan 25 mm (a) leveälle tukiorrelle sallittu puristus:

$$F_{p \text{ sall}} = f_{Cc,k} \times (A_s + B \times e) / (\gamma_M \times \gamma_F)$$

Koska tukipinnan leveys $a \leq 60 \text{ mm}$, on taulukosta 22 saatavaa e-mittaa elementtityypille AST® S pienennettävä seuraavasti:

$$e = k_e \times 40 \text{ mm}, \text{ jossa } k_e = 1 - (60 - a)/60 = 1 - (60 - 25)/60 = 0.417$$

$$e = 0.417 \times 40 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

Sallittu puristus $F_{p \text{ sall}} = 0.060 \text{ N/mm}^2 \times (25 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm} + 2 \times 1000 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}) / (1.33 \times 1.5) = 1714 \text{ N/m}$, joka on suurempi kuin $F_p = 474 \text{ N/m}$.

Seuraavaksi tarkistetaan leikkauksen, vedon ja puristuksen yhteisvaikutus.

Kiinnikejako saadaan laskemalla yhteen leikkauksen ja vedon vaatimat kiinnikemäärät:

Tuulialueella B $n \geq (0,48 + 1,89)$ ruuvia/m = 2,37 ruuvia/m, eli kiinnikeväli $s \leq 422$ mm, valitaan $s = 400$ mm.

Tuulialueella A $n \geq (0,48 + 2,63)$ ruuvia/m = 3,11 ruuvia/m, eli kiinnikeväli $s \leq 320$ mm, valitaan $s = 300$ mm.

4. Veto- ja leikkausvoima vaikuttavat yhtä aikaa ruuvikiinnikkeeseen (EN 1993-1-3)

Tuulialueella B:

$$(F_t/F_{t,sall}) + (F_v/F_{v,sall}) = (400/1000 \times 0.474 \text{ kN}/0.25 \text{ kN}) + (400/1000 \times 0.24 \text{ kN}/0.5 \text{ kN}) = 1.004 \approx 1.0$$

Tuulialueella A:

$$(F_t/F_{t,sall}) + (F_v/F_{v,sall}) = (300/1000 \times 0.76 \text{ kN}/0.25 \text{ kN}) + (300/1000 \times 0.24 \text{ kN}/0.5 \text{ kN}) = 0.93 < 1.0$$

5. Puristus- ja leikkausvoima vaikuttavat yhtä aikaa

$$(F_p/F_{p,sall})^2 + (F_v/F_{v,sall})^2 = (474 \text{ N/m} / 1714 \text{ N/m})^2 + (400/1000 \times 0.24 \text{ kN}/0.5 \text{ kN})^2 = 0.31 < 1.0$$

6. Veto- ja puristusvoima vaikuttavat samaan rakenneosaan

Tuulialueella B:

$$(F_t/F_{t,sall})^2 + (F_p/F_{p,sall})^2 = (400/1000 \times 0.474 \text{ kN}/0.25 \text{ kN})^2 + (474 \text{ N/m} / 1714 \text{ N/m})^2 = 0.65 < 1.0$$

Tuulialueella A:

$$(F_t/F_{t,sall})^2 + (F_p/F_{p,sall})^2 = (300/1000 \times 0.662 \text{ kN}/0.25 \text{ kN})^2 + (474 \text{ N/m} / 1714 \text{ N/m})^2 = 0.71 < 1.0$$

Tiililaattaverhous voidaan siis kiinnittää orsijaolla $k = 600$, kiinnikeväli $s = 400$ mm tuulialueella B ja $s = 300$ mm tuulialueella A.

Kuormituksessa ei ole huomioitu mahdollista rakenteiden kosteuden, jään ja kinostuvan lumen vaikutusta.

Seinäelementin ja tiililaatan orsirakenteiden välillä olevien lämpötilaerojen on arvioitu jäävän pieniksi.

Kun kiinnitysorren pituus on 2,4 m ja $dT < 70$ °C (talvi -30 °C ja kesä +40 °C), niin pituuden kokonaismuutos on

$$dL = \alpha \times dT \times L = 1.2 \times 10^{-5} \times 70 \text{ °C} \times 2400 \text{ mm} = 2.0 \text{ mm}.$$

Kiinnitysorren soikeat kiinnitysreiät sallivat pienen liikkeen. Lämpötilaliikkeistä ei aiheudu ylimääräistä kuormitusta ruuvikiinnityksiin.



7 HYVÄKSYNNÄT JA SERTIFIKAATIT

Paroc Panel System-elementit on CE-merkitty. Hyväksyttyjä ominaisuuksia valvotaan jatkuvasti Panel Systemin omalla sekä virallisten laitosten suorittamalla laadunvalvonnalla.

Paroc Panel System -tuotteet valmistetaan korkealaatuisista materiaaleista käyttäen uusimpia tuotantolaitteita ja noudattaen tiukkoja laadunvalvontastandardeja, jotka ovat ISO 9001:2015 - laadunhallintajärjestelmästandardien mukaisia. Paneelien valmistuksessa noudatetaan myös ympäristöjärjestelmän sertifiointia EN ISO 14001:2015, energianhallintajärjestelmän sertifiointia EN ISO 50001:2018, työturvallisuussertifiointia EN ISO 45001:2018- ja vaatimustenmukaisuuden hallintajärjestelmän sertifiointia ISO 37301:2021.

Paroc-elementteihin tai osaan Paroc Panel System -valikoimaa sovelletaan myös:

- LPCB Certificate No: 381A
- FM 4881 for AST E (120-240 mm) and FM 4880 for AST S, AST L, AST E, Ceiling AST E (50-240 mm), AST F+ (100-120 mm)
- EPD (Environmental product declaration)
- Sintef Technical Approval, TG2180
- TRY SFS 7030
- SBSC Certificate
- DIBt Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Ota yhteyttä Paroc Panel Systemiin saadaksesi lisätietoja sertifikaateista ja hyväksynnöistä.



LPS 1208: Issue 2.2
Cert No. 381a



Paroc
Panel
System

Paroc Panel System
Sysilahden teollisuusalue 2
Parainen, Fi-21600

+358 (0) 46 876 8716
panelinfo.fi@parocpanel.com
www.parocpanels.fi



Skannaa QR-koodi tai napsauta tästä [linkki](#)
tämän asiakirjan uusin versio.

Tässä suunnitteluohjeessa olevat tekniset tiedot jasuositukset perustuvat standardiin EN 14509 Kantavatmetalliohutlevypintaiset eristävät sandwich-elementit. Suunnittelussa on noudatettava Suomen normeja. Paroc Panel System vastaa vain tässä Suunnitteluohjeessa annetuista elementin ominaisuuksista. Muut tiedot kuten esimerkiksi kuormien määrittäminen, mitoitus, detaljisuunnitteluja asennus ovat vain opastavaa tietoa. Viimeisin päivitetty versio tästä suunnitteluohjeestajulkaistaan aina verkkosivuillamme. Tutustu myös verkkosivuillamme oleviin detaljiratkaisuihin suunnitellessasi Paroc Panel Systemelementtirakenteita.