

TENAX PANEL

METODISKIE NORĀDĪJUMI

SIA "TENAX PANEL"
SIENU PANEĻU PIEKĀRTO
KONSTRUKCIJU
APRĒĶINIEM
UN MONTĀŽAI

Dr.sc.ing., ANDREJS PUPURS
vadošais pētnieks



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



RĪGAS TEHNISKĀ
UNIVERSITĀTE

*Projekts īstenots sadarbībā ar SIA "VMKC"
un citiem nozares komersantiem,
kuru līdzfinansējis Eiropas Reģionālās
attīstības fonds*





1. IEVADS

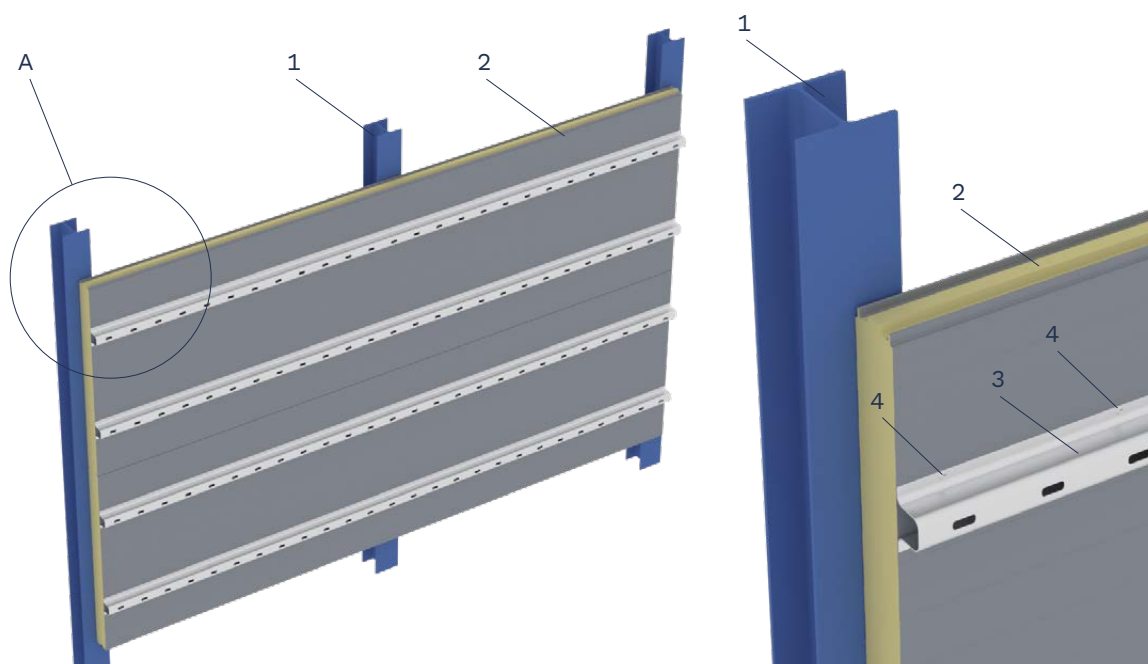
Metodiskajos norādījumos aprakstīta aprēķinu gaita, lai noteiktu piekārtās fasādes izraisīto slodžu iedarbību uz SIA "Tenax panel" sienu paneļiem kā arī lai noteiktu pieļaujamo piekārtās fasādes svaru noteiktam paneļa tipam pie dotajiem slodzes apstākļiem. Aprēķinus var veikt manuāli, vadoties pēc metodiskajiem norādījumiem, vai arī automatizēti, izmantojot RTU izstrādāto piekārtā fasāžu slodžu aprēķina modeli, kas noformēts MS Excel formātā.

2. TIPISKIE RISINĀJUMI PIEKĀRTO KONSTRUKCIJU MONTĀŽAI

Piekārtās fasādes pie sienas paneļiem parasti tiek stiprinātas uz tērauda stiprinājuma profiliem, kas pie sienas paneļa ārējā vai iekšējā apšuvuma tiek pieskrūvēti ar skrūvēm vai arī tiek stiprināti ar kniedēm.

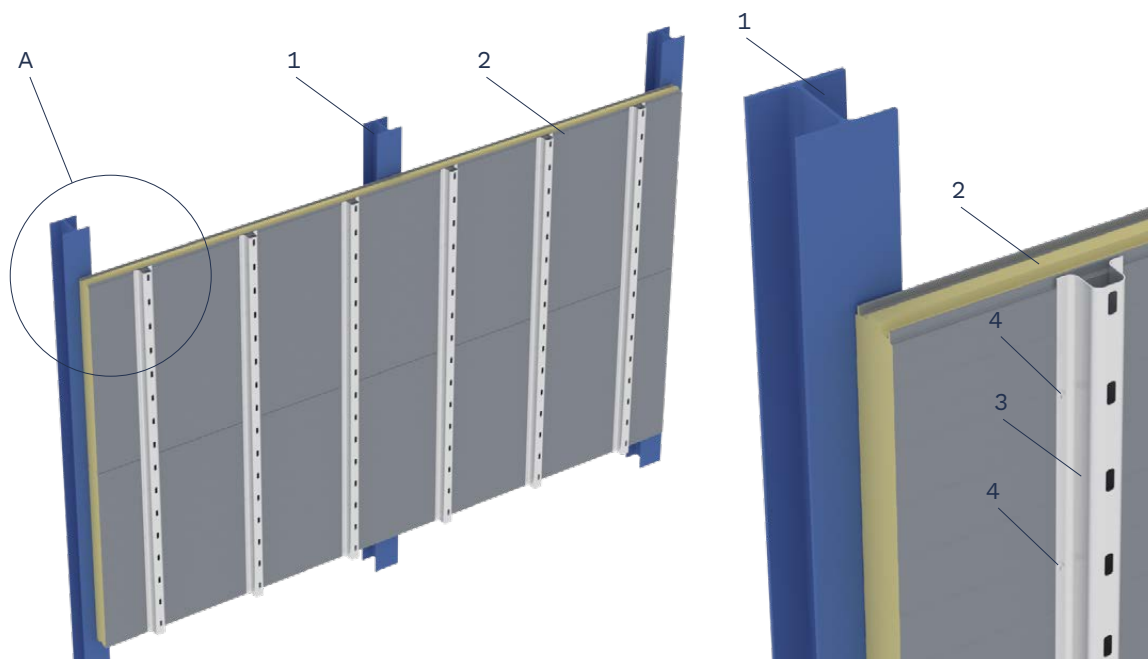
Atkarībā no nesošās konstrukcijas, sienas paneļi var būt montēti horizontāli vai vertikāli. Neatkarīgi no pašu sienas paneļu montāžas veida, piekārtās fasādes stiprinājuma profilus var montēt paralēli sienas paneļa garenvirzienam (1. att) vai arī perpendikulāri paneļa virzienam, t.i., šķērsvirzienā (2. att.).

Stiprinājuma profila montāžas virziens attiecībā pret paneļa virzienu būtiski neietekmē maksimāli pieļaujamo piekārtās fasādes svaru, tomēr konstruktīvu iemeslu dēļ tiek rekomendēti atšķirīgi minimālie/maksimālie attālumi starp profiliem paralēli vai šķērsvirzienā montētiem profiliem atšķiras.



1. attēls. Piekārtās fasādes stiprinājuma profila montāža paneļa garenvirzienā:

1 – nesošā konstrukcija; 2 – sienas panelis; 3 – piekārtās fasādes stiprinājuma profils; 4 – skrūve/kniede



2. attēls. Piekārtās fasādes stiprinājuma profilu montāža paneļa šķērsvirzienā:
1 – nesošā konstrukcija; 2 – sienas panelis; 3 – piekārtās fasādes stiprinājuma profils; 4 – skrūve/kniede

1 un 2. attēlā paši piekārtās fasādes elementi netiek rādīti. Tiek pieņemts, ka tipiskajā gadījumā piekārtās fasādes nosedzošie elementi (piemēram, plāksnes) tiek cieši nostiprināti pie stiprinājuma profiliem, veidojot stingru mezglu.

3. SLODZES UN IEDARBĪBAS, KO UZ SIENAS PANEĻIEM IZRAISA PIEKĀRTO FASĀŽU KONSTRUKCIJAS

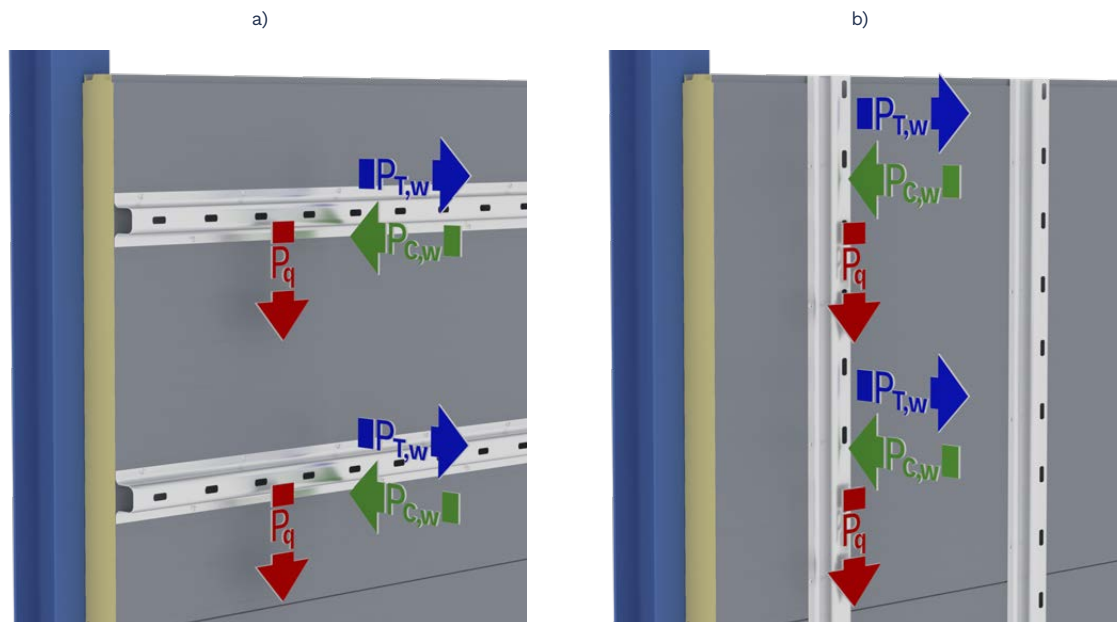
3.1. SLODŽU VEIDI UN TO APRĒĶINĀŠANA

Piekārtās fasādes rada dažāda veida papildus slodzes un iedarbes uz sienas paneļiem. Galvenokārt, papildus slodzi uz sienas paneļiem rada piekārtās fasādes pašsvars, kā arī vēja spiediens vai vēja negatīvais spiediens (sūce). Ņemot vērā konkrētas piekārtās fasādes specifiku, projektējot ir arī jāizvērtē, vai piekārtajā fasādē neuzkrāsies sniegš, ūdens, ledus, netīrumi, u.c., kas var ievērojami palielināt piekārtās fasādes svaru ekspluatācijas laikā. Vēl viens būtisks faktors, kas jāņem vērā ir temperatūras un mitruma izraisītā piekārtās fasādes izplešanās/saraušanās un vai tā nerada būtisku papildus slodzi uz sienas paneļos ieskrūvētajiem stiprinājumiem. Visos gadījumos, kad tiek projektēta piekārtā fasāde, ir arī jāveic sienas paneļu stiprinājumu pie nesošajām konstrukcijām pārbaude, lai pārliecinātos, ka tie spēs uzņemt papildus slodzes, ko radīs piekārtās fasādes konstrukcijas.

Piekārtās fasādes pašsvars uz sienas paneli izraisa vertikālu šķērsspēku P_q , kas pielikts stiprinājuma profilos, paneļa segslāņa plaknē (3. attēls a,b). Šķērsspēks P_q no fasādes stiprinājuma profila tiek tālāk pārnesti uz stiprinājumiem (skrūvēm/kniedēm), kas savieno stiprinājuma profilu ar sienas paneļa segslāni. Šajā gadījumā stiprinājumi tiek slogoti bīdē/cirpē un šāda skrūvēta/kniedēta savienojuma nestspēju nosaka segslāni ieskrūvēto stiprinājumu pretestība bīdes/cirpes slodzei.

Vēja radītais negatīvais spiediens w^- uz piekārtā fasādi rada stiepes spēkus $P_{T,w}$, kas vērsti perpendikulāri paneļa plaknei (3. attēls a,b). Stiepes spēkus $P_{T,w}$ uzņem segslāni ieskrūvētie stiprinājumi (skrūves vai kniedes). Šajā gadījumā stiprinājumi tiek slogoti stiepē un šāda savienojuma nestspēju nosaka segslāni ieskrūvētā stiprinājuma pretestība stiepes (izraušanas) slodzei.

Vēja radītais spiediens w^+ uz piekārtā fasādi rada spiedes spēkus $P_{C,w}$, kas vērsti perpendikulāri paneļa plaknei (3. attēls a,b). Spiedes spēki $P_{C,w}$ caur stiprinājuma profiliem tiek tālāk pārnesti uz sienas paneļa segslāni. Šajā gadījumā noteicošais ir stiprinājuma profila laukums, kurš ir kontaktā ar sienas paneļa segslāni un kurš izraisa paneļa segslāņa virsmas spiedi.



3. attēls. Piekārtās fasādes izraisītās slodzes: P_q – piekārtās fasādes pašsvara slodzes radītais šķērsspēks; $P_{T,w}$ – vēja slodzes izraisītais stiepes spēks; $P_{C,w}$ – vēja slodzes izraisītais spiedes spēks;
a) stiprinājuma profili montēti paneļa garenvirzienā; b) stiprinājuma profili montēti paneļa šķērsvirzienā.

Ja piekārtā fasāde tiek stiprināta pie iekšējā segslāņa (piemēram, ēkas iekšpusē), tad vēja slodzes $P_{T,w}$, $P_{C,w}$ nerodas, tomēr ir jāizvērtē, vai saistībā ar piekārtu fasādi uz paneli nerodas kādas citas ekspluatācijas slodzes.

Piekārtās fasādes sistēmas stiprības pārbaudi veic, salīdzinot ārējo slodzi ar sistēmas pretestību ārējām slodzēm. Piekārtās fasādes stiprības pārbaude jāveic atsevišķi katram no slodžu veidiem kā arī pie kombinētas slodžu iedarbības. Sistēmas pretestība tiek noteikta, aprēķinot stiprinājumu (skrūvju/kniežu) kopējo pretestību stiepes un bīdes slodzēm, kā arī aprēķinot sienas paneļa starpslāņa spiedes pretestību. Piekārtās fasādes izraisīto slodžu rezultātā nav pieļaujama atslāņošanās starp sienas paneļa segslāni un starpslāni, tādēļ papildus jāpārbauda, vai kopējā lineārā slodze uz stiprinājuma profilu nepārsniedz maksimāli pieļaujamās vērtības, kas atšķiras atkarībā no paneļa tipa, segslāņa, utt.

3.1.1. Stiprības pārbaude pie stiepes slodzes

Kā iepriekš aprakstīts punktā 3.1, negatīvais vēja spiediens (sūce) w^- uz piekārtu fasādi izraisa stiepes slodzi $P_{T,w}$ perpendikulāri sienas paneļa plaknei (3.attēls a,b). Sistēmas pretestību stiepes slodzei perpendikulāri paneļa plaknei, F_T [kN/m²], aprēķina kā:

$$F_T = f_T \cdot n_A \quad (1)$$

kur f_T ir viena stiprinājuma (skrūves/kniedes) aprēķina pretestība izraušanas spēkam, ko nosaka pēc 1.tabulas; n_A ir stiprinājumu skaits uz vienu m² sienas paneļa virsmas. Izvēlētajam stiprinājumam jābūt atbilstošam tā pielietojumam un nestspējas vērtībām jābūt ne zemākām kā norādīts 1.tabulā.

Sistēmas stiprības pārbaudi uz stiepes slodzi veic atbilstoši sakarībai:

$$\frac{W_d^-}{F_T} \leq 1 \quad (2)$$

kur W_d^- ir vēja negatīvā spiediena slodzes aprēķina vērtība, ko nosaka atbilstoši LVS EN 1991-1-4



3.1.2. Stiprības pārbaude pie spiedes slodzes

Spiedes slodzi $P_{c,w}$ izraisa pozitīvais vēja spiediens W_d^+ , kas darbojas perpendikulāri sienas paneļu plaknei (3.attēls a,b). Sistēmas pretestību spiedes slodzei perpendikulāri sienas paneļu plaknei, F_p [kN/m²], aprēķina kā:

$$F_p = f_{c,d} \cdot A_{pr} \quad (3)$$

kur $f_{c,d}$ ir sienas paneļa starpslāņa aprēķina spiedes stiprība [kN/m²], A_{pr} ir stiprinājuma profilu un segslāņa kontakta laukums uz vienu m² sienas paneļa virsmas [m²/m²].

Sistēmas stiprības pārbaudi uz spiedes slodzi veic atbilstoši sakarībai:

$$\frac{W_d^+}{F_p} \leq 1 \quad (4)$$

kur W_d^+ ir vēja spiediena slodzes aprēķina vērtība, ko nosaka atbilstoši LVS EN 1991-1-4

3.1.3. Stiprības pārbaude pie šķērsspēka slodzes

Šķērsspēka slodzi P_q izraisa piekārtās fasādes sistēmas pašsvars (3.attēls a,b). Sistēmas pretestību šķērsspēka slodzei sienas paneļa plaknē, F_s [kN/m²], aprēķina kā:

$$F_s = f_s \cdot n_A \quad (5)$$

kur f_s ir viena stiprinājuma (skrūves/kniedes) aprēķina pretestība bīdes spēkam, ko nosaka pēc 1.tabulas; n_A ir stiprinājumu skaits uz vienu m² sienas paneļa virsmas.

Sistēmas stiprības pārbaudi uz šķērsspēka slodzi veic atbilstoši sakarībai:

$$\frac{Q_d}{F_s} \leq 1 \quad (6)$$

kur Q_d ir piekārtās fasādes pašsvara slodzes aprēķina vērtība, ko nosaka atbilstoši LVS EN 1991-1-1

3.1.4. Stiprības pārbaude pie kombinētas stiepes un šķērsspēka slodzes

Sistēmas stiprības pārbaudi uz vienlaicīgu stiepes un šķērsspēka slodzes iedarbību atbilstoši EN 1993-1-3 veic atbilstoši sakarībai:

$$\left(\frac{W_d^-}{F_T} \right) + \left(\frac{Q_d}{F_s} \right) \leq 1 \quad (7)$$



3.1.5. Stiprības pārbaude pie kombinētas spiedes un šķērsspēka slodzes

Sistēmas stiprības pārbaudi uz vienlaicīgu spiedes un šķērsspēka slodzes iedarbību atbilstoši EN 1993-1-3 veic atbilstoši sakarībai:

$$\left(\frac{W_d^+}{F_p}\right) + \left(\frac{Q_d}{F_s}\right) \leq 1 \quad (8)$$

3.1.6. Maksimālās stiepes slodzes uz stiprinājuma profilu pārbaude

Maksimāli pieļaujamo lineāro stiepes slodzi uz tekošo stiprinājuma profila metru, $F_{pr,T}$ [kN/m], aprēķina kā

$$F_{pr,T} = f_T \cdot n_l \quad (9)$$

kur n_l ir stiprinājumu skaits uz stiprinājuma profila vienu (tekošo) metru.

Lai nepieļautu citu sienas paneļa sabrukuma mehānismu īstenošanos, tādu kā, piemēram, atslāņošanos, $F_{pr,T}$ vērtība tiek ierobežota atbilstoši 2. tabulā dotajām maksimālajām vērtībām $f_{pr,T}$. Tātad, ir jāpārbauda, vai pēc formulas (9) aprēķinātā vērtība $F_{pr,T}$ nepārsniedz 1.tabulā doto vērtību $f_{pr,T}$:

$$F_{pr,T} \leq f_{pr,T} \quad (10)$$

Ja gadījumā $F_{pr,T} > f_{pr,T}$, tad kā maksimāli pieļaujamā vērtība tiek pieņemta $f_{pr,T}$.

Stiprinājuma profila stiprības pārbaudi no lineāras stiepes slodzes veic atbilstoši sakarībai:

$$\frac{W_{d,pr}^-}{\min(F_{pr,T}, f_{pr,T})} \leq 1 \quad (11)$$

kur $W_{d,pr}^-$ ir lineārās stiepes slodzes aprēķina vērtība [kN/m] uz stiprinājuma profila tekošo metru.



3.1.7. Maksimālās šķērsspēka slodzes uz stiprinājuma profilu pārbaude

Maksimāli pieļaujamo lineāro šķērsspēka slodzi uz tekošo stiprinājuma profila metru, $F_{pr,S}$ [kN/m], aprēķina kā

$$F_{pr,S} = f_s \cdot n_l \quad (12)$$

Lai nepieļautu citu sienas paneļa sabrukuma mehānismu īstenošanos, tādu kā, piemēram, atslāņošanos, $F_{pr,S}$ vērtība tiek ierobežota atbilstoši 2. tabulā dotajām maksimālajām vērtībām $f_{pr,S}$. Tātad, ir jāpārbauda, vai pēc formulas (12) aprēķinātā vērtība $F_{pr,S}$ nepārsniedz 2. tabulā doto vērtību $f_{pr,S}$:

$$F_{pr,S} \leq f_{pr,S} \quad (13)$$

Ja gadījumā $F_{pr,S} > f_{pr,S}$, tad kā maksimāli pieļaujamā vērtība tiek pieņemta $f_{pr,S}$.

Stiprinājuma profila stiprības pārbaudi no lineāras šķērsspēka slodzes veic atbilstoši sakarībai:

$$\frac{q_{d,pr}}{\min(F_{pr,S}, f_{pr,S})} \leq 1 \quad (14)$$

kur $q_{d,pr}$ ir lineārās bīdes slodzes aprēķina vērtība [kN/m] uz stiprinājuma profila tekošo metru.

1. tabula. Stiprinājumu aprēķina pretestība stiepes un šķērsspēka slodzei atkarībā no paneļa tipa

Paneļa tips	Paneļa segslānis	Skrūves aprēķina pretestība izraušanas spēkam, f_T [kN]	Skrūves aprēķina pretestība bīdes spēkam, f_S [kN]
PIR150	0,5 mm MICRO profilējums	0,20	0,45
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	0,15	0,35
MW200	0,6 mm MICRO profilējums	0,25	0,40
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	0,15	0,35

2. tabula. Maksimāli pieļaujamā lineārā stiepes un šķērsspēka slodze uz stiprinājuma profila tekošo metru atkarībā no paneļa tipa

Paneļa tips	Paneļa segslānis, pie kura montēts stiprinājuma profils	Maksimāli pieļaujamā stiepes slodze, $f_{pr,T}$ [kN/m]	Maksimāli pieļaujamā šķērsspēka slodze, $f_{pr,S}$ [kN/m]
PIR150	0,5 mm MICRO profilējums	1,60	2,80
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	1,00	2,40
MW200	0,6 mm MICRO profilējums	1,70	2,80
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	1,00	2,40

Piekārto fasāžu gadījumā rekomendēts izmantot 0,6+ mm MICRO profilēto paneli.

Ņemot vērā vienlaicīgu piekārtās fasādes pašsvara slodzes un vēja slodzes iedarbību, kā arī iespējamu slodzes ekscentritāti, kā maksimāli pieļaujamais piekārtās slodzes līmenis MW paneļiem būtu pieļaujams **50 [kg/m²]** jeb 0,49 [kN/m²] savukārt PIR paneļiem **35 [kg/m²]** jeb 0,34 [kN/m²].

Izstrādātajā aprēķina modeli tiek izmantotas eksperimentāli noteiktās stiprinājumu (skrūvju) maksimālās izraušanas un bīdes pretestības vērtības, skat. 1.tabulu. Noteiktās maksimālās vērtības ir spēkā arī ilglaicīgās un cikliskās slodzes gadījumā.

Savukārt, ja piekārtā fasāde izraisa dinamiskas slodzes, tad nepieciešams lietot caurejošus stiprinājumus (skrūves/kniedes)), kas iet cauri visam sienas paneļa biežumam, ieskaitot abus segslāņus.



4. REKOMENDĀCIJAS MINIMĀLAJAM UN MAKSIMĀLAJAM ATTĀLUMAM STARP STIPRINĀJUMIEM

Lai novērstu citu sabrukšanas mehānismu īstenošanos no piekārtās fasādes izraisītajām slodzēm, tādu kā, piemēram, atslāņošanās starp sienas paneļa segslāni un starpslāni, kā arī konstruktīvu apsvērumu dēļ tiek noteikti sekojošie minimālie un maksimālie attālumi starp stiprinājuma skrūvēm l_s :

3. tabula. Minimālie un maksimāli pieļaujamie attālumi starp stiprinājuma skrūvēm l_s atkarībā no paneļa tipa

Paneļa tips	Paneļa segslānis, pie kura tiek stiprināta piekārtā fasāde	Minimālais attālums, l_s^{\min} [mm]	Maksimālais attālums, l_s^{\max} [mm]
PIR150	0,5 mm MICRO profilējums	125	300
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	150	300
MW200	0,6 mm MICRO profilējums	150	300
	0,5 mm MESA, RIB, V(n), V0 profilējumi	150	300

Svarīgi arī ievērot, ka PIR un MW paneļiem minimālajam attālumam no paneļa grieztās malas (gan no gala virsmas, gan arī no sānu virsmas) jābūt 150 mm.

Ja ir tāda iespēja, tad stiprinājuma skrūves ir ieteicams stiprināt sienas paneļu atslēgas savienojumā gan pie profilu montāžas paneļa garenvirzienā gan šķērsvirzienā.

5. REKOMENDĀCIJAS MINIMĀLAJAM UN MAKSIMĀLAJAM ATTĀLUMAM STARP PROFILIEM PIE HORIZONTĀLAS UN VERTIKĀLAS MONTĀŽAS

Nepieciešamo attālumu starp metāla profiliem l_{pr} , kas tiek montēti uz sienu paneļiem nosaka pēc aprēķina, kā aprakstīts metodiskajos norādījumos.

Lai novērstu citu sabrukšanas mehānismu īstenošanos no piekārtās fasādes izraisītajām slodzēm, tādu kā, piemēram, atslāņošanās starp sienas paneļa segslāni un starpslāni, kā arī konstruktīvu apsvērumu dēļ tiek noteikti sekojošie minimālie un maksimālie attālumi starp stiprinājuma profiliem l_{pr} :

4. tabula. Minimālie un maksimāli pieļaujamie attālumi starp stiprinājuma profiliem l_{pr} atkarībā no paneļa tipa un stiprinājuma profila montāžas veida

Paneļa tips	Stiprinājuma profila montāžas veids	Minimālais attālums, l_{pr}^{\min} [mm]	Maksimālais attālums, l_{pr}^{\max} [mm]
PIR150	Paneļa garenvirzienā	300	½ paneļa nosedzošais platums
MW200	Paneļa šķērsvirzienā	300	1200

6. REKOMENDĀCIJAS TERMISKĀS IZPLEŠANĀS KOMPENSĒŠANAI

Paneļa šķērsvirzienā montētiem stiprinājuma profiliem (2.attēls) sagaidāma mazāka ietekme no termiskās izplešanās salīdzinot ar paneļa garenvirzienā montētiem stiprinājuma profiliem (1.attēls), jo šķērsvirzienā paneļa segslānis parasti ir padevigāks (šajā virzienā izveidots profilējums) nekā garenvirzienā, kā arī ievērojama daļu no termiskās izplešanās sienas paneļu šķērsvirzienā uzņem savienojuma mezgli (piemēram, atslēgas savienojums).

Paneļa garenvirzienā montētiem profiliem sagaidāma relatīvi lielāka ietekme no termiskās izplešanās, jo garenvirzienā paneļa segslānis ir bez locījumiem.

Lielākas termiskās izplešanās problēmas sagaidāmas, ja piekārtās fasādes konstrukcijai ir būtiski atšķirīgas termiskās izplešanās īpašības no tērauda stiprinājuma profila un tērauda segslāņa izplešanās īpašībām.



Kopumā termiskās izplešanās kompensēšanai starp piekārtu fasādi un sienas paneļiem, ir stingri rekomendējama ovālu caurumu izmantošana stiprinājuma profilā kā piemēram parādīts 1. un 2.attēlā. Šāds risinājums ļaus piekārtajai fasādei un stiprinājuma profiliem deformēties neatkarīgi vienam no otra.

7. PIEZĪMES

Dinamiskas (kustīgas) slodzes gadījumā jāizmanto sienas panelim caurejošas skrūves vai kniedes.

Tiek pieņemts, ka piekārtā fasāde vienmērīgi stiprināta pie stiprinājuma profiliem, neizraisot koncentrētu un ekscentriski pieliktu slodzi uz stiprinājuma profilu. Gadījumā, kad piekārtās fasāde koncentrēta uz atsevišķu stiprinājuma profilu, projektējot ir jāņem vērā sloģojuma ekscentritāte, t.i., jāņem vērā, ka piekārtās fasādes pašsvars izraisa arī stiepes un spiedes spēkus.

Tiek pieņemts, ka piekārtās fasādes elementu savienojums ar stiprinājuma profiliem veido stingu mezglu.

Tiek pieņemts, ka papildus piestiprinātās konstrukcijas, kas montētas atbilstoši metodiskajos norādījumos dotajām rekomendācijām, nesamazina sienas spiestā paneļa lodzes pretestību.

Projektējot piekārtu fasādi, nepieciešams pārbaudīt arī konkrētā sienas paneļa stiprinājumu nestspēju pie nesošās ēkas konstrukcijas. Jāpārbauda, vai esošie stiprinājumi (piemēram, caurejošas skrūves, ar kurām panelis tiek pieskrūvēts pie nesošās tērauda kolonnas vai sijas) spēj uzņemt papildus svaru no piekārtās fasādes.

8. APRĒĶINA PIEMĒRS

Dota piekārtā fasāde, kuras pašsvars, ieskaitot stiprinājuma elementus $q = 45$ [kg/m²] jeb $q = 0,44$ [kN/m²], vēja slodzes spiediens $w^+ = 1,77$ [kN/m²], vēja slodzes negatīvais spiediens (sūce) $w^- = -1,83$ [kN/m²], paneļa tips PIR150, piekārtā fasāde stiprināta pie sienas paneļa ārējā segslāņā. Paneļa starpslāņa raksturīgā spiedes stiprība $f_c = 100$ [kN/m²]. Piekārtā fasāde pie sienas paneļa piestiprināta ar stiprinājuma profiliem ar "omega" formas šķērsgrīzumumu, kuru plauktu kopējais platums b_{pr} ir 80 mm.

Aprēķinā vispirms nosaka vēja un pašsvara slodžu aprēķina vērtības:

Vēja slodzes spiediena aprēķina slodzi nosaka kā:

$$w_d^+ = w^+ \cdot \gamma_w = 1,77 \cdot 1,5 = 2,66 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

kur $\gamma_w = 1,5$ ir vēja slodzes drošuma koeficients atbilstoši LVS EN 1991-1-1

Vēja slodzes negatīvā spiediena (sūces) aprēķina slodzi nosaka kā:

$$w_d^- = w^- \cdot \gamma_w = -1,83 \cdot 1,5 = -2,75 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Piekārtās fasādes pašsvara aprēķina slodzi nosaka kā

$$q_d = q \cdot \gamma_q = 0,44 \cdot 1,35 = 0,59 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$



Attālumu starp skrūvēm, l_s , pieņem 150 [mm], attālumu starp stiprinājuma profiliem, l_{pr} pieņem 300 [mm].

Atbilstoši pieņemtajam attālumam starp skrūvēm un starp profiliem, skrūvju skaits uz 1 m² ir:

$$n_A = \left[\frac{1}{l_s} \right] \cdot \left[\frac{1}{l_{pr}} \right] = \left[\frac{1}{0,15} \right] \cdot \left[\frac{1}{0,30} \right] = 6 \cdot 3 = 18 \text{ [gab.]}$$

un skrūvju skaits uz stiprinājuma profila 1 m ir:

$$n_l = \left[\frac{1}{l_s} \right] = \left[\frac{1}{0,15} \right] = 6 \text{ [gab.]}$$

Kvadrātiekavas [] apzīmē noapaļošanu uz leju līdz veseram skaitlim.

No 1. tabulas nosaka vienas skrūves aprēķina pretestību izraušanas spēkam $f_T = 0,20$ [kN] un aprēķina pretestību bīdes spēkam $f_S = 0,45$ [kN] (PIR150 panelis, ārējais segslānis).

No 2. tabulas nosaka maksimāli pieļaujamo stiepes un šķērsspēka slodzi uz stiprinājuma profila tekošo metru, attiecīgi $f_{pr,T} = 1,60$ [kN] un $f_{pr,S} = 2,80$ [kN].

Tālāko aprēķinu veic atbilstoši metodisko norādījumu punktiem 3.1.1–3.1.7:

Stiprības pārbaude pie stiepes slodzes

Nosaka sistēmas pretestību stiepes slodzei perpendikulāri paneļa plaknei, f_T [kN/m²]:

$$F_T = f_T \cdot n_A = 0,20 \cdot 18 = 3,60 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Sistēmas stiprības pārbaude uz stiepes slodzi:

$$\frac{w_d}{F_T} = \frac{2,75}{3,60} = 0,76 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Stiprības pārbaude pie spiedes slodzes

Vispirms nosaka stiprinājuma profilu un segslāņa kontakta laukumu uz 1 m² sienas paneļa virsmas [m²/m²], A_{pr} :

$$A_{pr} = b_{pr} \cdot \left(\frac{1}{l_{pr}} \right) = 0,08 \cdot \left(\frac{1}{0,30} \right) = 0,27 \text{ [m}^2\text{/m}^2\text{]}$$

Nosaka paneļa starpslāņa spiedes stiprības aprēķina vērtību $f_{c,d}$:

$$f_{c,d} = \frac{f_c}{\gamma_c} = \frac{100}{1,33} = 75,19 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

kur $\gamma_c = 1,33$ atbilstoši LVS EN 14509

Nosaka sistēmas pretestību spiedes slodzei perpendikulāri sienas paneļu plaknei F_p [kN/m²]:

$$F_p = f_{c,d} \cdot A_{pr} = 75,19 \cdot 0,27 = 20,30 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$



Sistēmas stiprības pārbaude uz spiedes slodzi:

$$\frac{W_d^+}{F_p} = \frac{2,66}{20,30} = 0,13 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Stiprības pārbaude pie šķērsspēka slodzes

Nosaka sistēmas pretestību šķērsspēka slodzei sienas paneļa plaknē, F_s [kN/m²]:

$$F_s = f_s \cdot n_A = 0,45 \cdot 18 = 8,10 \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

Sistēmas stiprības pārbaude uz šķērsspēka slodzi:

$$\frac{Q_d}{F_s} = \frac{0,59}{8,10} = 0,07 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Stiprības pārbaude pie kombinētas stiepes un šķērsspēka slodzes

Sistēmas stiprības pārbaude uz vienlaicīgu stiepes un šķērsspēka slodzes iedarbību:

$$\left(\frac{W_d^-}{F_T}\right) + \left(\frac{Q_d}{F_s}\right) = \left(\frac{2,75}{3,60}\right) + \left(\frac{0,59}{8,10}\right) = 0,76 + 0,07 = 0,83 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Stiprības pārbaude pie kombinētas spiedes un šķērsspēka slodzes

Sistēmas stiprības pārbaude uz vienlaicīgu spiedes un šķērsspēka slodzes iedarbību:

$$\left(\frac{W_d^+}{F_p}\right) + \left(\frac{Q_d}{F_s}\right) = \left(\frac{2,66}{20,30}\right) + \left(\frac{0,59}{8,10}\right) = 0,13 + 0,07 = 0,20 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Maksimālās stiepes slodzes uz stiprinājuma profilu pārbaude

Nosaka maksimāli pieļaujamo lineāro stiepes slodzi uz tekošo stiprinājuma profila metru, $F_{pr,T}$ [kN/m]:

$$F_{pr,T} = f_T \cdot n_l = 0,20 \cdot 6 = 1,20 \text{ [kN/m]}$$

Pārbauda, vai aprēķinātā $F_{pr,T}$ vērtība nepārsniedz 2. tabulā doto vērtību $f_{pr,T} = 1,60$ [kN/m].

$$F_{pr,T} \leq f_{pr,T} \longrightarrow 1,20 \leq 1,60$$



Stiprinājuma profila stiprības pārbaude pie lineāras stiepes slodzes:

$$\frac{W_{d,pr}}{\min(F_{pr,T}, f_{pr,T})} = \frac{W_d \cdot l_{pr}}{\min(F_{pr,T}, f_{pr,T})} = \frac{2,75 \cdot 0,3}{\min(1,20, 1,60)} = \frac{0,83}{1,20} = 0,69 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Maksimālās šķērsspēka slodzes uz stiprinājuma profilu pārbaude

Nosaka maksimāli pieļaujamo lineāro šķērsspēka slodzi uz tekošo stiprinājuma profila metru, $F_{pr,S}$ [kN/m]:

$$F_{pr,S} = f_s \cdot n_l = 0,45 \cdot 6 = 2,70 \text{ [kN/m]}$$

Pārbauda, vai aprēķinātā $F_{pr,S}$ vērtība nepārsniedz 2. tabulā doto vērtību $f_{pr,S} = 2,80$ [kN/m].

$$F_{pr,S} \leq f_{pr,S} \longrightarrow 2,70 \leq 2,80$$

Stiprinājuma profila stiprības pārbaude pie lineāras šķērsspēka slodzes:

$$\frac{Q_{d,pr}}{\min(F_{pr,S}, f_{pr,S})} = \frac{Q_d \cdot l_{pr}}{\min(F_{pr,S}, f_{pr,S})} = \frac{0,59 \cdot 0,3}{\min(2,70, 2,80)} = \frac{0,18}{2,70} = 0,07 \leq 1 \text{ (pārbaude izpildās)}$$

Līdz ar to var secināt, ka aprēķina piemērā visas stiprības pārbaudes izpildās.

Gadījumā, ja kāda no pārbaudēm neizpildās, aprēķins ir jāatkārto, pieņemot mazāku attālumu starp skrūvēm, mainot attālumu starp stiprinājuma profiliem, izvēloties citu paneļa tipu, mainot stiprinājuma profila formu, utt.



9. APRĒKINA PIEMĒRS PIEKĀRTO FASĀŽU SISTĒMĀM STIPRINĀŠANAI PIE SENDVIČPANEĻIEM

A variants					B variants					
MW200 0.6 MICRO	Vēja slodzes zona	Vēja spiediena raksturvērtība	Piekārtās fasādes slodzes raksturvērtība	Attālums starp skrūvēm	Attālums starp profiliem	Vēja slodzes zona	Vēja spiediena raksturvērtība	Piekārtās fasādes slodzes raksturvērtība	Attālums starp skrūvēm	Attālums starp profiliem
		w_c	q_c	l_s	l_p		w_c	q_c	l_s	l_p
	Zona	[kN/m ²]	[kg/m ²]	[m]	0,6	Zona	[kN/m ²]	[kg/m ²]	[m]	0,6
	A	-1	40	0,15	0,8	A	-1,25	40	0,15	0,6
	B	-0,6		0,15	1,2	B	0,83		0,15	0,9
C	0,55	0,15		1,2	C	0,8	0,15		0,9	

A variants					B variants					
PIR150 0.5 MICRO	Vēja slodzes zona	Vēja spiediena raksturvērtība	Piekārtās fasādes slodzes raksturvērtība	Attālums starp skrūvēm	Attālums starp profiliem	Vēja slodzes zona	Vēja spiediena raksturvērtība	Piekārtās fasādes slodzes raksturvērtība	Attālums starp skrūvēm	Attālums starp profiliem
		w_c	q_c	l_s	l_p		w_c	q_c	l_s	l_p
	Zona	[kN/m ²]	[kg/m ²]	[m]	0,6	Zona	[kN/m ²]	[kg/m ²]	[m]	0,6
	A	-1	30	0,15	0,7	A	-1,25	30	0,15	0,58
	B	-0,6		0,15	1,1	B	0,83		0,15	0,8
C	0,55	0,15		1,1	C	0,8	0,15		0,8	

TENAX Grupas darbības pamatprincips kopš darbības pirmsākumiem – būt stabilam un uzticamam partnerim saviem darbiniekiem, klientiem, piegādātājiem, nodrošinot uzņēmuma darbības atbilstību augstākajiem kvalitātes standartiem visās uzņēmuma darbības sfērās.



ENERGOEFEKTIVITĀTES
CELŠANA



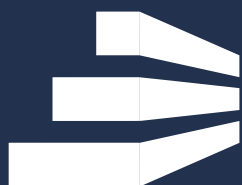
NEPĀRTRAUKTA
ATTĪSTĪBA



VIDES KVALITĀTES
UZLABOŠANA



AUGSTI KVALITĀTES
STANDARTI



TENAXPANEL

Spodrības iela 1
Dobele, LV-3701
Latvija
+371 63707154
tenaxpanel@tenaxgrupa.lv
www.tenaxpanel.lv