

ATZINUMS

Nr. 3-4.5.4/741151

103. SĒRIJAS DAUDZDZĪVOKĻU DZĪVOJAMO ĒKU
NESOŠO KONSTRUKCIJU UN MEZGLU STIPRĪBAS
NOVĒRTĒJUMS UN PASTIPRINĀŠANAS TIPVEIDA
RISINĀJUMI

18. PIELIKUMS



► **Trust
Quality
Progress**

Atzinums
Nr. 3-4.5.4/741151



Pasūtītājs	Latvijas republikas ekonomikas ministrija Reģ. Nr. 50203210191
Līguma Nr.	Nr. EM 2021/23 no 29.06.2021.
Atzinuma objekts	103. sērijas daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku konstrukcijas
Atzinuma mērķis	Veikt nesošo konstrukciju un mezglu stiprības novērtējumu un pastiprināšanas tipveida risinājumu sagatavošanu
Atzinuma sagatavošanas datums	2020. gada 29. novembrī
Atzinumu sagatavoja	Kaspars Zalkovskis Mg.sc.ing būvinženieris, sert. Nr. 3-01522

Atzinums ir sastādīts uz 50 lapām (ieskaitot šo) un attiecas tikai uz apsekošanas objektu.
Bez AS „Inspecta Latvia” rakstiskas atļaujas nav atļauta ekspertīzes atzinuma reproducēšana nepilnā apjomā.



PIELIKUMA SATURS

1.	Darba uzdevums.....	4
2.	Vispārīgā informācija	4
3.	Kopsavilkums.....	5
4.	Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja	6
5.	Jumta riboto plātņu nestspēja.....	11
6.	Sienu nestspēja	12
6.1.	Slodzes un slodžu kombinācijas.....	12
6.1.1.	Starpstāvu grīdas pašsvars	12
6.1.2.	Bēniņu grīdas pašsvars	12
6.1.3.	Pārseguma plātņu pašsvars	12
6.1.4.	Jumta pašsvars.....	12
6.1.5.	Iekšējās 380 mm sienas svars	12
6.1.6.	Iekšējās 250 mm sienas svars	12
6.1.7.	Gala 510 mm sienas svars	13
6.1.8.	Ārsienas paneļu svars	13
6.1.9.	Lietderīgā slodze dzīvojamās telpās	13
6.1.10.	Lietderīgā slodze tehniskajā stāvā	13
6.1.11.	Sniega slodze	13
6.1.12.	Vēja slodze ēkas šķērsvirzienā	14
6.1.13.	Slodžu laukuma platumi	16
6.1.14.	Slodžu kombinācijas.....	16
6.2.	Aprēķina pieņēmumi.....	17
6.3.	Aprēķins gala sienai (uz 1. ass).....	20
6.3.1.	Slodzes un piepūles	20
6.3.2.	Sienas aprēķins spiedē	23
6.3.3.	Sienas aprēķins bīdē	24
6.4.	Aprēķins sienai uz 2. un 3. ass.....	26
6.4.1.	Slodzes un piepūles	26
6.4.2.	Sienas aprēķins spiedē	29
6.4.3.	Sienas aprēķins bīdē	30
6.5.	Aprēķins sienai uz 4. ass.....	33
6.5.1.	Slodzes un piepūles	33
6.5.2.	Sienas aprēķins spiedē	36
6.5.3.	Sienas aprēķins bīdē	37
6.6.	Aprēķins sienai uz 5. ass.....	39
6.6.1.	Slodzes un piepūles	39
6.6.2.	Sienas aprēķins spiedē	42
6.6.3.	Sienas aprēķins bīdē	43
6.7.	Aprēķins sienai uz V ass	45
6.7.1.	Situācijas apraksts.....	45
6.7.2.	Slodzes un piepūles	46
6.7.3.	Sienas aprēķins bīdē	49
	Pielikums Nr.1 Tehniskie risinājumi ēkas stāvokļa uzlabošanai	50



1. Darba uzdevums

Atbilstoši iepirkuma tehniskajai specifikācijai un līgumam - veikt nesošo konstrukciju un to mezglu stiprības pārbaudi, nestspējas aprēķinu un novērtējumu.

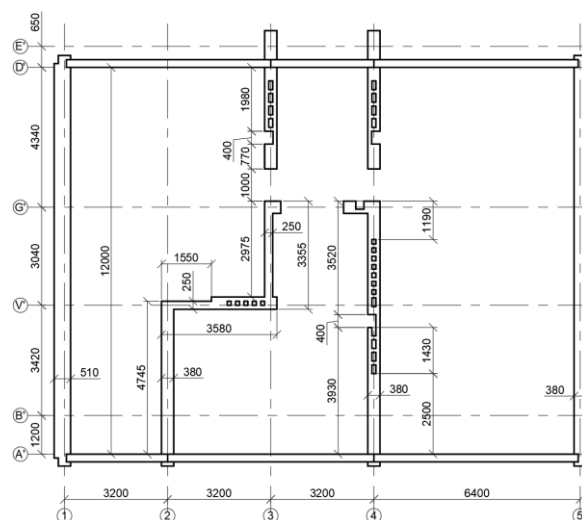
2. Vispārīgā informācija

103. sērijas ēkas raksturo nesošās ķieģeļu mūra šķērssienu un ārsienu fasādēs izvietotie gāzbetona vai keramzītbetona paneli. Šķērssienu biezums galvenokārt ir 510 mm gala sienām un 380 mm iekšējām sienām. Atsevišķi un nelieli iekšējo sienu posmi ir no 250 mm. Saskaņā ar projektu sienas jābūvē no caurumotajiem ķieģeļiem, lai gan dabā sastopamas arī silikātķieģeļu mūra sienas. Šķērssienu solis ir 3,2 m un 6,4 m, visdažādākajās kombinācijās. Ārsienu gāzbetona paneli ir 240 mm biezi, keramzītbetona paneli ir 300 mm biezi. Starpstāvu pārsegumu veido iepriekš saspieltas 220 mm biezas dobās pārseguma plātnes. Jumta pārsegumu veido iepriekš saspieltas ribotās dzelzsbetona plātnes 2 variantos – ar ribām uz augšu un ar ribām uz leju. Tāpat ir iespējami divu veidu ēkas bēniņi – kā tehniskais stāvs vai kā bēniņu telpa ar augstumu līdz 0,8 m (projekta apzīmējums - mikrobēniņi).

Ēkas telpisko noturību šķērsvirzienā nodrošina mūra šķērssienu un ēkas garenvirzienā viena iekšējā mūrētā siena. Pārsegumu plātnes strādā kā stingas diafragmas, kas pārnēs un sadala vēja slodzi starp sienām.



1.att. Skats uz ēkas fasādi



2.att. Skats uz stāva plānu (šautu daudzums ēkas augstākajā stāvā)



3. Kopsavilkums

1. Ēkas projektētas pēc СНиП normatīviem, kur tika pieņemtas zemākas lietderīgās un klimatiskās slodzes nekā mūsdienās lietotajos EN standartos. Piemēram, lietderīgā slodze dzīvojam telpām pēc СНиП li-6-74 ir 150 kg/m², savukārt pēc EN 1991-1-1 šī slodze ir 200 kg/m² (1,33 reizes lielāka). Vēja slodze uz sienām pēc СНиП li-6-74 (ietverot vidējo spiedienu un pulsāciju) ir gandrīz 2x zemāka nekā vēja spiediens uz sienām pēc EN 1991-1-4, kas izriet no vēja pīķa spiediena. Papildus pēc СНиП li-6-74 dzelzsbetona un mūra konstrukciju pašsvaram lietotais drošības koeficients ir 1,1 un sniega, vēja slodzēm 1,4, kamēr pēc EN 1990 drošības koeficients pašsvaram ir 1,35 un sniega, vēja slodzēm 1,5. Līdz ar to, salīdzinot dzelzsbetona konstrukciju aprēķina pašsvara slodzes pieaug par ~1,18 reizēm un vēja aprēķina slodzes kopumā pieaug par ~2 reizēm.
2. Saskaņā ar būvprojektu ēkas pārseguma plātņu galu un sienu savienojumi realizēti izmantojot 8 mm tērauda stiepli, kas ir aplocīta ap plātņu celšanas cilpām un iesieta mūra šuvēs. Šāds risinājums nenodrošina EN 1991-1-7 (A.4) noteikto minimālo perimetralo saišu stiprību 40 kN/m un EN 1992-9.10.2.4 noteikto minimālo perimetralo stiprību 20 kN/m. Analoga situācija ir ar plātņu savstarpējiem savienojumiem, kur izmantota 6 mm stieple. Ārsienas paneļi ar pārseguma plātnēm nav savienoti.
3. Rezumējot 1. un 2. punktā minēto, Pasūtītājam ir jāsaprot, ka pēc mūsdienu projektēšanas standartiem ēkas ir drošākas, un parrēķinot ēkas konstrukcijas pēc mūsdienu projektēšanas standartiem, uzrādīsies teorētiska lielāka elementu noslodze vai pat pārslodze, lai gan esošās ēkas konstrukcijas jau kalpo un var vēl kalpot vairākus desmitus gadus bez vizuālām pārslodzes pazīmēm, kamēr tās vien tiek atbilstoši uzturētas un savlaicīgi atjaunotas.
4. Izvērtējot starpstāvu pārsegumu plātņu nestspēju, konstatēts, pārseguma plātnes paredzētas aprēķina slodzei 800 kg/m². Izrietoši no projektā paredzētās grīdas konstrukcijas un tās aprēķinātā pašsvara, konstatēts, ka pārseguma plātnes ir ar salīdzinoši lielu nestspējas rezervi, t.i. papildus iespējamā aprēķina slodze ir 330 kg/m² jeb raksturīgā slodze 246 kg/m².
5. Izvērtējot jumta pārseguma plātņu (bieži vienlaicīgi pilda arī jumta seguma funkciju, t.i. bez ruberoīda vai cita seguma) nestspēju konstatēts, ka tās spēj nodrošināt nestspēju arī atbilstoši mūsdienu sniega slodzēm pie nosacījuma, ka nākotnē būtiski nepasliktinās šo plātņu betona stiprība un nenotiek saspriegtā stieģrojuma relaksācija, ko ilgtermiņā var izraisīt betona sadrupšana mitruma un sala ietekmē, pārsniedzot betonam paredzētos 150 sasalšanas un atkuššanas ciklus, vai betona karbonizācijas un mitruma izraisīta stieģrojuma korozija, plaisāšana un saspriegtā stieģrojuma relaksācija. Lai šādus riskus novērstu, jānodrošina jumta seguma atjaunošana un uzturēšana.
6. Ēkas iekšējai sienai pa V asi (atrodas ēkas vidusdaļā, orientēta ēkas garenvirzienā), pie dzīvokļu pārbūves un vai apvienošanas ir kategoriski aizliegts veidot/ izkalt jaunus durvju ailas, ja iepriekš netiek veikti atbilstoši ēkas telpiskās noturības aprēķini.
7. Veicot ēkas nesošo sienu pārrēķinu, pārslodzes pazīmes netika konstatētas, līdz ar to pastiprināšanas risinājumi netika izstrādāti.
8. Risinājumi ēkas tehniskā stāvokļa uzlabošanai doti šī Atzinuma pielikumā Nr.1.

Atzinumu sastādīja:

Mg.sc.ing būvinženieris, LBS sert. Nr.3-01522,
metināšanas inženieris IWE

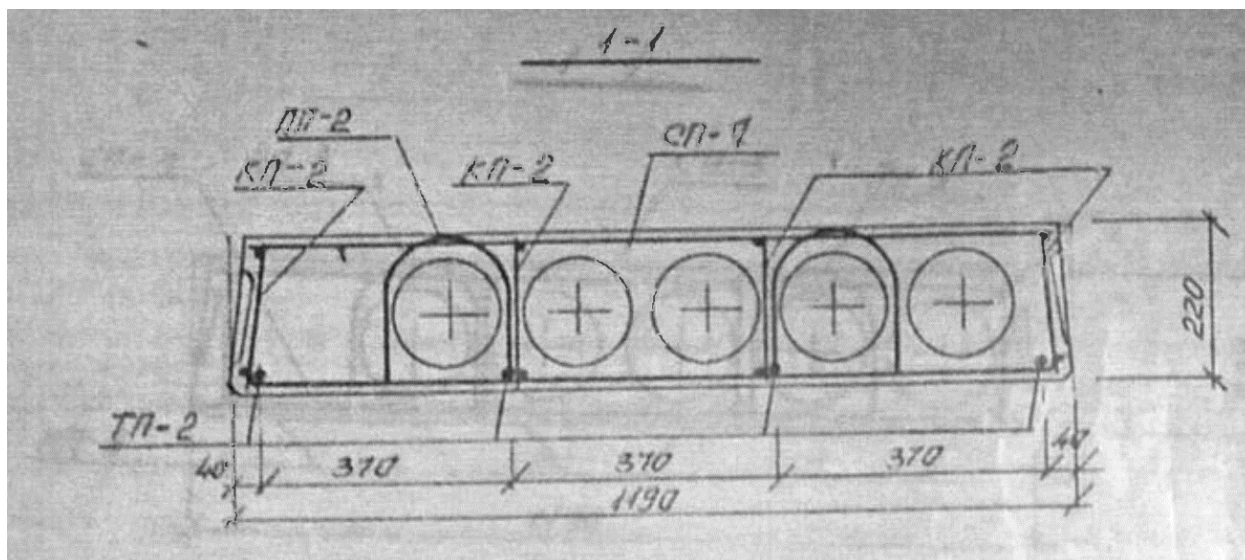
Kaspars Zalkovskis

DOKUMENTS PARAKSTĪTS AR DROŠU ELEKTRONISKO PARAKSTU UN SATUR LAIKA ZĪMOGU

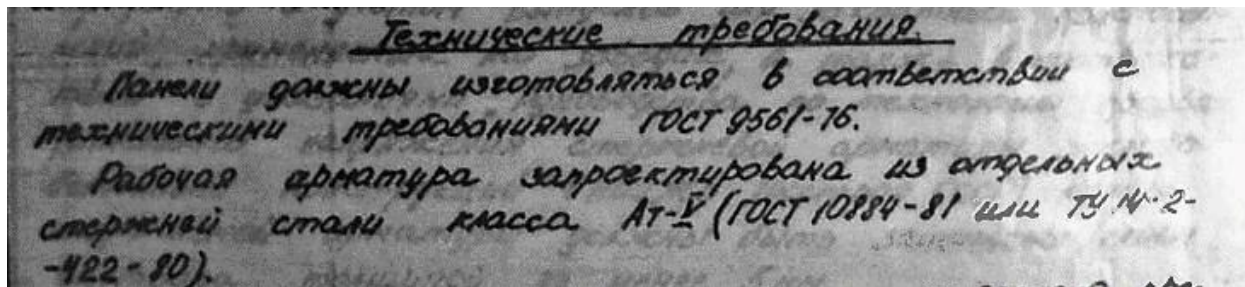


4. Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja

Saskaņā ar projekta arhīva materiāliem pārseguma plātnes lielākajā daļā ēkas veido iepriekš saspiegtās 1,2 m platas dobās pārseguma plātnes, kurās kā galvenais nesošais stiegrojums izvietots 4 gab. Ø12 At-V stiegras. Projektā nav minēta pārseguma plātnēm pieļaujamā slodze, taču veicot aprēķinu, konstatēts, ka pārseguma plātnes paredzētas aprēķina slodzei 800 kg/m² (bez plātņu pašsvara). Faktiskā pārseguma aprēķina slodze ir ~470 kg/m², līdz ar to pārseguma plātnes ir salīdzinoši lielu nestspējas rezervi, t.i. papildus iespējamā aprēķina slodze ir 330 kg/m² jeb raksturīgā slodze 246 kg/m².



3.att. Pārseguma plātnes šķērsgriezums



4.att. Pārseguma plātnes apraksts

Saskaņā ar projekta arhīva materiāliem, noteikts, ka normatīvo slodzi uz pārsegumiem veido:

Nr.	Slodzes tips	Apraksts	Slodze
1.	Pašsvara slodze	Pārseguma plātnes pašsvars	315 kg/m ²
2.	Pašsvara slodze	Grīdas svārs	35 kg/m ²
3.	Mainīgā slodze	Starpsienu slodze	80 kg/m ²
4.	Mainīgā slodze	Lietderīgā slodze	200 kg/m ²
Kopā uz pārseguma plātni			315 kg/m ²
Kopā ar pārseguma plātni			630 kg/m ²



Slodžu kombinācijas uz pārseguma plātni

Slodžu kombinācija pēc LVS EN 1990	Laukuma slodze		No plātnes platuma (1,2 m)	
	Bez plātnes	Ar plātni	Bez plātnes	Ar plātni
ULS = 1,35*Pašsvars + 1,5*Mainīgā slodze	4,67 kN/m ²	8,93 kN/m ²	5,61 kN/m	10,71 kN/m
SLS = 1,0*Pašsvars + 1,0*Mainīgā slodze	3,15 kN/m ²	6,30 kN/m ²	3,78 kN/m	7,56 kN/m
SLS-QUASI = 1,0*Pašsvars + 0,3*Mainīgā slodze	1,19 kN/m ²	4,34 kN/m ²	1,43 kN/m	5,21 kN/m

Piepūles pārseguma plātnē

Slodžu kombinācija pēc LVS EN 1990	M _{Ed} kNm	V _{Ed} kN
ULS = 1,35*Pašsvars + 1,5*Sniega slodze	52,81	32,60
SLS = 1,0*Pašsvars + 1,0*Sniega slodze	37,28	23,01
SLS-QUASI = 1,0*Pašsvars + 0,3*Sniega slodze	25,68	15,85

Piepūles plātnē aprēķinātas pie sekojošiem raksturlielumiem

Plātnes laidums	6,28	m
Plātnes platums	1,20	m
Plātnes augstums	220	mm
Plātnes balstījuma platums	130	mm
Stiegru aizsargkārtā	20	mm
Stiegru diametrs	12	mm
Plātnes šķērsriezuma efektīvais augstums	194	mm
Šķērsspēka noteikšanas distance no balsta	227	mm

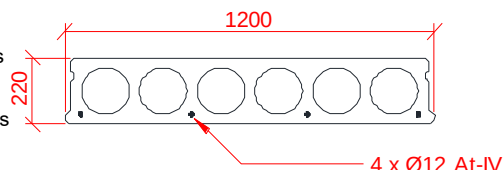


Sākotnējie ievades dati

Elementa ģeometrija

b	1200 mm
h	220 mm
c	20 mm
d	194 mm

Kopējais šķērsriezuma platums
Kopējais šķērsriezuma augstums
Betona aizsargkārtā
Šķērsriezuma efektīvais augstums



Materiālu stiprība

γ_s	1,15	parciālais faktors stiebrojumam	Tabula 2.1N
γ_c	1,5	parciālais faktors betnam	Tabula 2.1N
α_{cc}	0,85	faktors ilgtermiņa efektu ievērtēšanai uz betona spiedes stiprību	3.1.6 (1)
k_t	1	redukcijas faktors, ja betona klase noteikta pēc 28 dienām	3.1.2 (4)
$\gamma_{P,unfav}$	1	parciālais faktors saspiestumam	2.4.2.2
f_{ck}	25 N/mm ²	Raksturīgā betona cilindra spiedes stiprība 28 dienu vecumā	Tabula 3.1
f_{cd}	14,17 N/mm ²	Betona spiedes stiprības aprēķina vērtība	(3.15)
f_{ctm}	2,6 N/mm ²	Vidējā betona stiepes stiprība	Tabula 3.1
E_{cm}	31000 N/mm ²	betona elastības modulis	Tabula 3.1
f_{yk}	785 N/mm ²	Stiegru plūstamības robeža	EN 10138
f_{yd}	683 N/mm ²	Stiebrojuma aprēķina stiprība	
f_{ywk}	0 N/mm ²	Šķērsstiebrojuma raksturīgā plūstamības robeža	
f_{ywd}	0 N/mm ²	Šķērsstiebrojuma aprēķina stiprība	6.2.3 (3) Piezīme
E_s	200000 N/mm ²	Stiebrojuma elastības modulis	3.2.7 (4)

Nesošais stiebrojums

Φ_s	12,00 mm	Nesošo stiegru diametrs	
n	4 gab.	Stiegru skaits	
$A_{s, porv}$	452 mm ²	Nesošā stiebrojuma daudzums	
σ_{pm0}	745,75 N/mm ²	stiebrojuma saspiestums uzreiz pēc atlaišanas, pieņemot kā 95 fyk	
P_0	337,37 kN	saspiestības spēks uzreiz pēc saspiestības	
$P_{m,t}$	236,16 kN	vidējais saspiestības spēks laikā, pieņem 30% relaksācijas zudumus	5.10.3 (4)

Šķērsstiebrojums

Φ_{sw}	0 mm	šķērsstiegru diametrs	
s	0 mm	šķērsstiegru solis	
n	0 pcs.	šķērsstiegru skaits šķēlumā	
$A_{sw, porv}$	0 mm ²	šķērsstiegru šķērsriezuma laukums	

Piepūles

e	84 mm	ekcetricitāte	
$M_{P,m,t}$	-19,84 kNm	Lieces moments no saspiestības spēka $P_{m,t}$ (laikā t ar relaksācijas zudumiem)	
$M_{Ed,ULS}$	52,81 kNm	Lieces moments nestspējas robežstāvoklī	
$M_{Ed,SLS}$	25,68 kNm	Lieces moments lietojamības robežstāvoklī	
$V_{Ed,ULS}$	31,21 kN	Šķērsspēks nestspējas robežstāvoklī	
$M_{Ed,ULS} + M_{P,m}$	32,97 kNm	Lieces moments nestspējas robežstāvoklī	
$M_{Ed,SLS} + M_{P,m}$	5,85 kNm	Lieces moments lietojamības robežstāvoklī	



NEPIECIEŠAMĀIS NESOŠAIS STIEGROJUMS

$\epsilon_{s, yield}$	3,41 ‰	Relatīvās aprēķina deformācijas stieģrojumā pirms sabrukšanas	
ϵ_{Cu3}	3,5 ‰	Galējās spiedes deformācijas betonā	
λ	0,8	Faktors, ka nosaka spiestās zonas efektīvo augstumu	3.1.7 (3)
η	1	Faktors	Attēls 3.5
ρ_{prov}	0,19%	Stieģrojuma attiecība pret laukumu	
ρ_b	0,84%	Sabalansētā stieģrojuma attiecība	

→ Sabrukums stiepē

x	22,7 mm	Attālums līdz neitrālajai asij	
λx	18,2 mm	Spīestās zonas efektīvais augstums	Attēls 3.5
z	184,3 mm	Iekšējo spēku plecs, min ($d-0,5\lambda x$; $0,95d$)	
x_{mod}	24,3 mm	Modificētais attālums līdz neitrālajai asij $2(d-z)/\lambda$	
λx_{mod}	19,4 mm	Modificētais efektīvais spīestās zonas augstums	
F	178,91 kN	Spīedes/ stīeps spēks	
$\sigma_c M$	7,68 N/mm ²	Spīegums betonā no lieces momenta	
$\sigma_c M+P$	9,33 N/mm ²	Spīegums betonā no lieces momenta un saspīeguma	
σ_s	395,5 N/mm ²	Spīegums stīegrojumā	
ratio σ_c/f_{cd}	0,66	Spīegumi betonā pieļaujamā līmenī	
ratio σ_s/f_{yk}	0,58	Spīegumi stīegrojumā pieļaujamā līmenī	
$A_{s, req}$	262 mm ²	Nepīecīšamais garenstīegrojums	

PLAISU PLATUMA APRĒĶINS

Slodzes ilgums	long		7.3.4 (2)
k_t	0,4	faktors, kas atkarīgs no slodzes ilguma	7.3.4 (2)
α_e	6,45	attīecība E_s/E_{cm}	7.3.4 (2)
$\rho_{p, eff}$	0,0035		7.3.4 (2)
$A_{p'}$	452 mm ²	priekš vai pēc spīegotā stīegrojuma laukums šķēlumā $A_{c, eff}$	7.3.2 (3)
$h_{c, ef}$	65 mm	efektīvais stīeptā betona augstums zonā ap stīegrojumū	7.3.2 (3)
$A_{c, eff}$	78000 mm ²	efektīvais stīeptā betona lakums zonā ap stīegrojumū	7.3.2 (3)
ξ_1	0,77	pielāgotā attīecība starp saīstes stīpību īevērtējot dažādo stīegrojumu dīal	(7.5)
ξ	0,6	attīecība starp saīstes spēku starp saspīegtu un nesaspīegtu stīegrojū	Table 6.2
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,0002	mean strain in the reinforcement - mean strain in the concrete	(7.9)
w_k	0,05 mm	plaisu platums	(7.8)
stīegru solis	> 130 mm		7.3.4 (3)
$s_{r, max}$	256 mm	maksimālais plaisu solis	(7.14)
k_1	1	koefīcīents, kas īevērtē saīstes īpašības saīstītajam stīegrojumam:	7.3.4 (3)
k_2	0,5	koefīcīents, kurš īevērtēt deformāciju sadalījū	7.3.4 (3)
k_3	3,4	koefīcīents	7.3.4 (3) Piezīme
k_4	0,425	koefīcīents	7.3.4 (3) Piezīme

DETALIZĀCIJAS PRASĪBAS

$A_{s, min}$	303 mm ²	Minimālais stīegrojuma laukums	(9.1N)
$A_{s, max}$	10560 mm ²	Maksimālais stīegrojuma laukums	9.2.1.1 (3)



BETONA ŠĶĒRSSPĒKA PĀRBAUDE - ŠĶĒLUMS SAPLAISĀJIS NO LIECES MOMENTA

b_w	206 mm	mazākais šķēluma platums stiepes zonā	
$C_{Rd,c}$	0,12	koeficients	6.2.2 (1) Piezīme
k	2,000	koeficients	6.2.2 (1)
ρ_l	1,13%	nesošā stieģrojuma attiecība	6.2.2 (1)
A_C	143 136 mm ²	betona plātnes šķērsriezuma laukums - bez aizsargslāņa	
N_{Ed}	236,16 kN	ass spēks šķēlumā no slodzes vai iepriekšējās sasprīģšanas	
σ_{cp}	1,65 N/mm ²	vidējaie spiedes spriegumi šķēlumā ass spēka vai sasprīģuma dēļ	
k_1	0,15	koeficients	6.2.2 (1) Piezīme
v_{min}	0,49 N/mm ²	koeficients	(6.3N)
$V_{Rd,c}$	39,12 kN	betona bīdes spēka kapacitāte	(6.2.a)
V_{Ed}	31,21 kN	pieliktais bīdes spēks	
V_{Ed}/V_{Rdc}	0,80	šķēluma noslodze pēc EN 1992-1-1	
- Nav nepieciešams šķērsstieģrojums			

BETONA ŠĶĒRSSPĒKA PĀRBAUDE - IEPRIEKŠ SASPRĪEGTS, ŠĶĒLUMS NAV SAPLAISĀJIS NO LIECES MOMENTA

A_C	143 136 mm ²	šķēluma šķērsriezuma laukums	
I	868 104 926 mm ⁴	šķēluma inerces moments	
S	5 203 775 mm ³	statiskais moments šķēluma daļai virs smaguma centra ass	
b_w	206 mm	šķēluma šķērsriezuma platums vidusdaļā	
N_{Ed}	236,16 kN	ass spēks šķēlumā no slodzes vai iepriekšējās sasprīģšanas	
$f_{ctk,005}$	1,8 N/mm ²	betona stiepes stiprības raksturīgā vērtība	Tabula 3.1
f_{ctd}	1,20 N/mm ²	betona stiepes stiprības aprēķina vērtība	(3.16)
l_x	227 mm	apskatāmais šķēluma attālums (balstījums+d/2)	
l_{pt2}	1137 mm	sasprīģuma spēka pārnese aprēķina garums	
α_l	0,1997	koeficients	6.2.2 (2)
σ_{cp}	1,65 N/mm ²	spiedes spriegumi betonā	6.2.2 (2)
V_{Rdc}	46,56 kN	betona bīdes spēka kapacitāte	(6.4)
V_{Ed}	31,21 kN	pieliktais bīdes spēks	
V_{Ed}/V_{Rdc}	0,67	šķēluma noslodze pēc EN 1992-1-1	
- Nav nepieciešams šķērsstieģrojums			

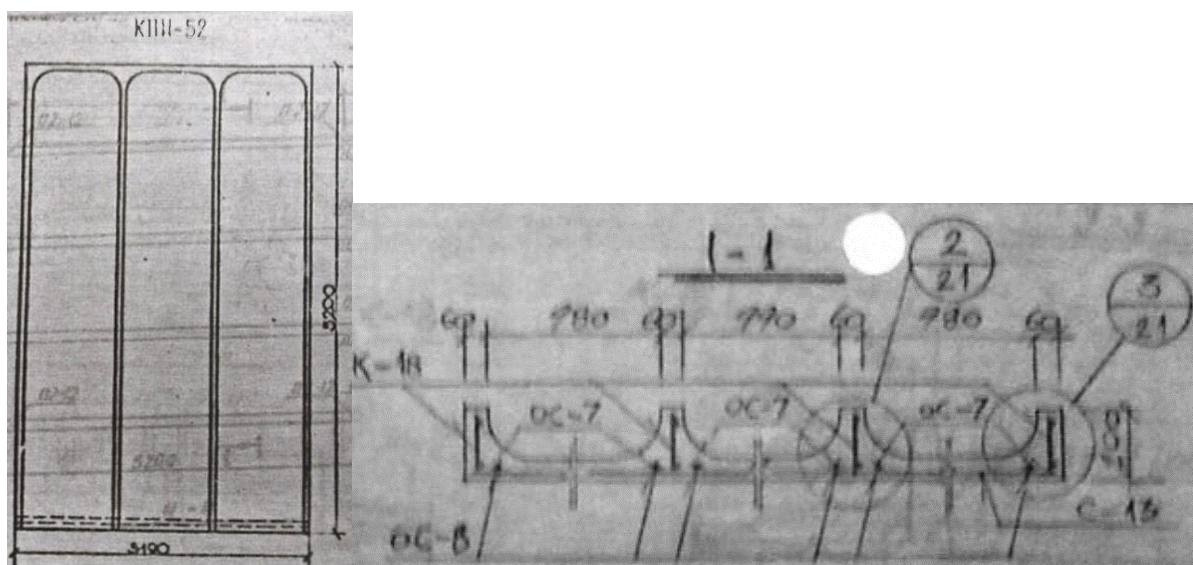


5. Jumta riboto plātņu nestspēja

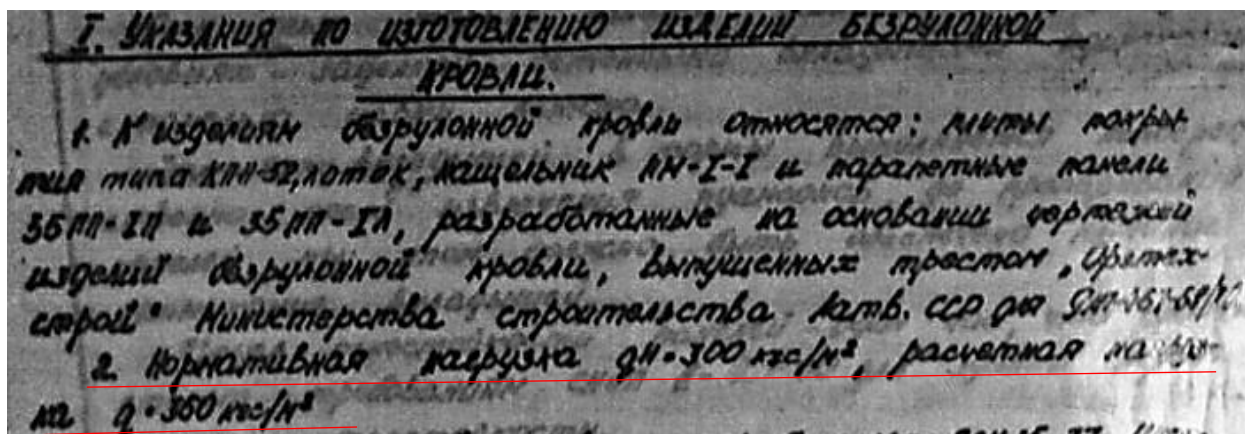
Saskaņā ar arhīva materiāliem jumtu veido ribotās plātnes KPN-52. Saskaņā ar arhīva materiālu skaidrojošo aprakstu jumta plātnes rēķinātas normatīvai sniega slodzei 300 kg/m² un aprēķina slodzei 350 kg/m².

Jumta seguma (bituma/ ruberoīda) svars ir ap 15 kg/m², kas nozīmē, ka plātnei pieļaujamā normatīvā sniega slodze pēc LVS EN 1990 drošības koeficientiem būtu $(350 - 1,35 \cdot 15) / 1,5 = 219 \text{ kg/m}^2$ (2,19 kN/m²).

Līdz ar to ēkas jumta ribotās plātnes ir piemērojamas sniega slodzēm praktiski visā Latvijas teritorijā.



5.att. Jumta ribotās plātnes ģeometrija



6.att. Jumta ribotās plātņu apraksts



6. Sienu nestspēja

6.1. Slodzes un slodžu kombinācijas

6.1.1. Starpstāvu grīdas pašsvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m³]	Svars [kg/m²]
1.	Grīdas segums	1	15	600	9,0
2.	Apakšklājs	1	7	180	1,3
3.	Dēļu grīda	1	40	420	16,8
4.	Latojums	0,25	52	420	5,5
5.	Latojums	0,25	25	420	2,6
KOPĀ:					35,1 kg/m² 0,35 kN/m²

6.1.2. Bēniņu grīdas pašsvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m³]	Svars [kg/m²]
1.	Gāzbetons	1	140	500	70,0
2.	Ruberoīds 1 kārtā uz bituma mastikas	1	5	1250	6,3
3.	Cementa javas izlīdzinošā kārtā	1	20	2400	48,0
KOPĀ:					124,3 kg/m² 1,24 kN/m²

6.1.3. Pārseguma plātņu pašsvars

Starstāvu 220 mm dobo pārseguma plātņu pašsvars, ieskaitot šuvju aizpildījumu: **3,15 kN/m²**

6.1.4. Jumta pašsvars

Jumta seguma un jumta riboto plātņu pašsvars: **1,95 kN/m²**

6.1.5. Iekšējās 380 mm sienas svars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m³]	Svars [kg/m²]
1.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
2.	Kieģeļu mūris	1	380	1800	684,0
3.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
KOPĀ:					730,0 kg/m² 7,30 kN/m²

6.1.6. Iekšējās 250 mm sienas svars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m³]	Svars [kg/m²]
1.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
2.	Kieģeļu mūris	1	250	1800	450,0
3.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
KOPĀ:					496,0 kg/m² 4,96 kN/m²



6.1.7. Gala 510 mm sienas svārs

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m ³]	Svars [kg/m ²]
1.	Kieģeļu mūris	1	510	1800	918,0
2.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
KOPĀ:					941,0 kg/m ² 9,41 kN/m ²

6.1.8. Ārsienas paneļu svārs

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m ³]	Svars [kg/m ²]
1.	Gāzbetons (marka 35 pēc ГОСТ 11118-73)	1	240	700	168,0
2.	Cementa apmetums	1	10	2300	23,0
KOPĀ:					191,0 kg/m ² 1,91 kN/m ²

6.1.9. Lietderīgā slodze dzīvojamās telpās

Dzīvojamām telpām (A kategorija) saskaņā ar LVS EN 1991-1-1 Tabulu 6.1 - **2,0 kN/m²**

Starpsienu slodze:

ρ	1000	kg/m ³	ģipšbetona blīvums saskaņā ar rasējumiem
b	0,08	mm	ģipša starpsienas biezums
h	2,53	mm	ģipša starpsienas augstums
m	202,4	kg/m	ģipša starpsienas svārs
m	1,986	kN/m	ģipša starpsienas svārs

Saskaņā ar LVS EN 1991-1-1 punktu 6.3.1.2(8) starpsienām ar svāru ≤2,0 kN tiek pieņemta ekvivalentā laukuma slodze **0,80 kN/m²**.

Lietderīgā slodze dzīvojamās telpās, t.sk. starpsienas 2,80 kN/m².

6.1.10. Lietderīgā slodze tehniskajā stāvā

Bēniņu stāvā jeb tehniskajā stāvā, kur nav tehnoloģiskas iekārtas atbilstoši ISO 2103 – **0,70 kN/m²**

6.1.11. Sniega slodze

s_k	2	kN/m ²	rajsturīgā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
C_{esl}	2		īpašās sniega slodzes koeficients	EN 1991-1-3/NA:2015
s_{Ad}	4	kN/m ²	īpašā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
Topogrāfija	Normāla			EN 1991-1-3 Tabula 5.1
C_e	1,0		ekspozīcijas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.1
C_t	1,0		termālais koeficients	ISO 4335 pielikums D
α_1	4°		jumta slīpums vienā plaknē	
μ_1	0,80		sniega slodzes formas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.2
s_1	1,60	kN/m ²	sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.1)
s_{1Ad}	3,20	kN/m ²	īpašā sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.2)



6.1.12. Vēja slodze ēkas šķērsvirzienā

Vēja pamatātrums

Vieta	Baltijas jūras piekrastes zona (25 km plata josla)		LVS EN 1991-1-4/NA:2011 NA.2.2
$v_{b,0}$	27 m/s	raksturīgais vidējais vēja ātrums, 10 min	EN 1991-1-4 p.4.2 (1)
c_{dir}	1	virziena faktors	EN 1991-1-4 p.4.2 (2)
c_{season}	1	gadalaika faktors	EN 1991-1-4 p.4.2 (2)
n	50	ēkas kalpošanas ilgums	
c_{prob}	1,00	varbūtības faktors	EN 1991-1-4 (4.2)
v_b	27,00 m/s	vēja pamatātrums	EN 1991-1-4 (4.1)

Vidējais vēja ātrums

z	17,2 m	augstums virs zemes	
Apvidus kategorija	II	pēc EN 13084-1 p.5.2.3.2.2 NOTE	EN 1991-1-4 Tabula 4.1
$c_o(z)$	1	ortogrāfijas faktors	EN 1991-1-4 p.4.3.1 (1)
k_r	0,190	apvidus faktors	EN 1991-1-4 (4.5)
z_0	0,05 m	nelīdzenuma garums	EN 1991-1-4 p.4.3.2 (1)
$z_{0,II}$	0,05 m	nemainīgs - nelīdzenuma garums II apvidus kategorijai	EN 1991-1-4 p.4.3.2 (1)
z_{min}	2 m	minimālais augstums	EN 1991-1-4 p.4.3.2 (1)
z_{max}	200 m	nemainīgs - maksimālais augstums	EN 1991-1-4 p.4.3.2 (1)
$c_r(z)$	1,110	nelīdzenuma faktors	EN 1991-1-4 (4.4)
$v_m(z)$	29,96 m/s	vēja vidējais ātrums augstumā z	EN 1991-1-4 (4.3)

Turbolence

k_l	1,00	turbolences faktors	EN 1991-1-4 p.4.4. (1)
σ_v	5,13	turbolences standartnovirze	EN 1991-1-4 (4.6)
$l_v(z)$	0,17	turbolences intensitāte augstumā z	EN 1991-1-4 (4.7)

Vēja pīķa ātruma spiediens

ρ	1,25 kg/m ³	gaisa blīvums	EN 1991-1-4 p.4.5. (1)
$q_p(z)$	1234 N/m ²	vēja pīķa ātruma spiediens augstumā z	EN 1991-1-4 (4.8)
q_b	456 N/m ²	vēja spiediena pamatvērtība	EN 1991-1-4 (4.10)
$c_e(z)$	2,71	eksponācijas faktors	EN 1991-1-4 (4.9)

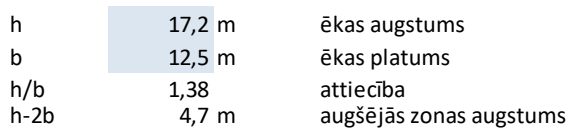
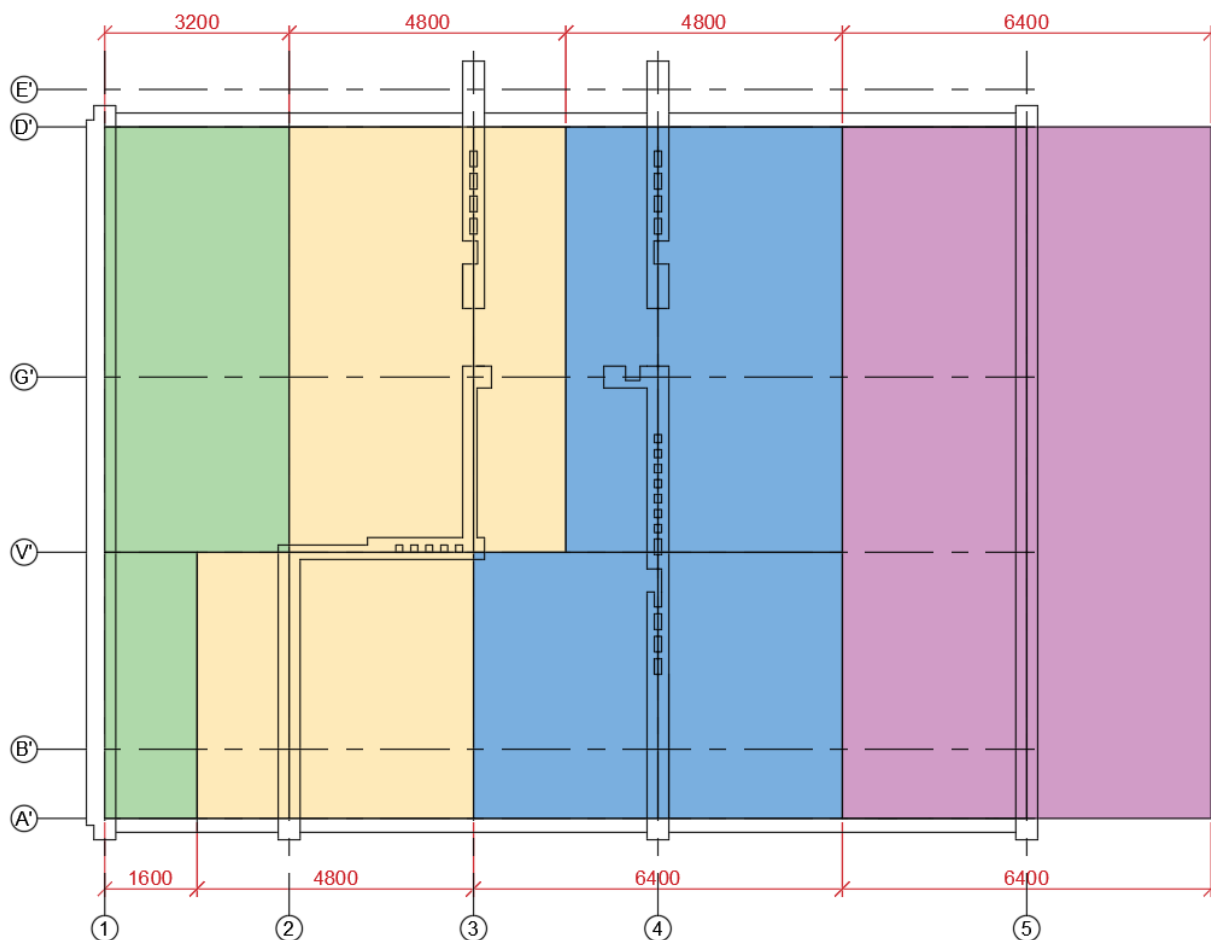


Diagram illustrating the pressure distribution on a rectangular structure under wind load. The structure has a height of 48,0 m and a width of 12,5 m. The wind pressure is $q_p(z) = 1117 \text{ N/mm}^2$ at $z = 12,5 \text{ m}$. The pressure distribution is shown on the windward wall (0,94), roof (-1,41, -0,94, -0,59), and leeward wall (-0,61). The text "Bez iekšējā spiediena" (Without internal pressure) is present.



6.1.13. Slodžu laukuma platumi

Par cik pārseguma plātnes ir brīvi balstītas, tad no pārsegumiem uz šķērssienām nodotās slodzes ir atkarīgas no sienu savstarpējiem attālumiem, skatīt 7. attēlu.



7.att. Pārseguma slodžu laukumu platumi

6.1.14. Slodžu kombinācijas

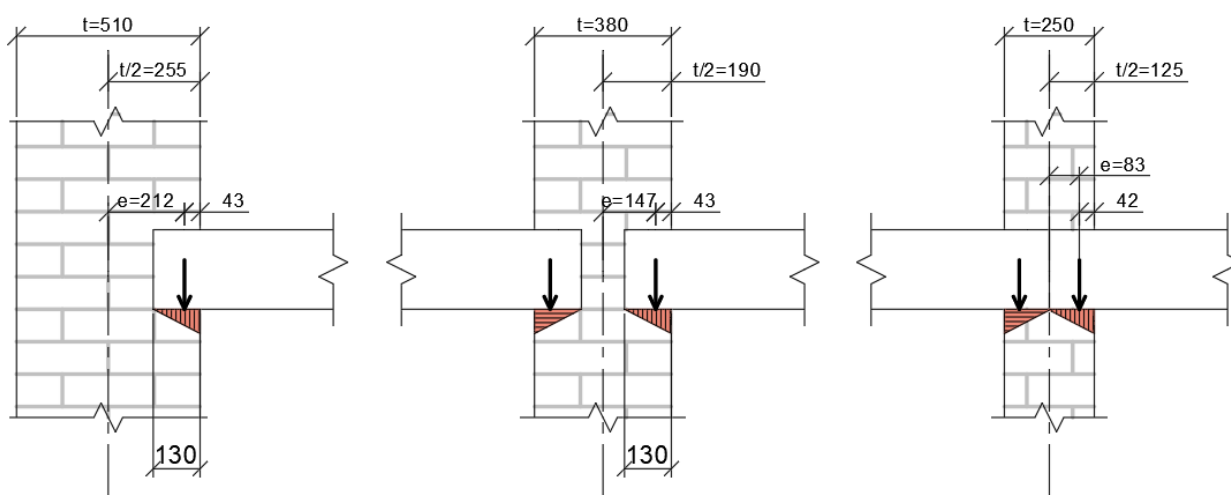
Šķērssienas aprēķins ULS robežstāvoklī tiek veikts pie 2 slodžu kombinācijām:

Nr.	Slodžu kombinācija pēc LVS EN 1990	Kombinācijas pielietojuma mērķis
ULS-1	$1,35 \cdot \text{Pašsvars} + 1,5 \cdot \text{Lietderīgā slodze} + 1,05 \cdot \text{Sniegs} + 0,9 \cdot \text{Vējš}$	Spiedes stiprības pārbaudei
ULS-2	$1,0 \cdot \text{Pašsvars} + 1,5 \cdot \text{Vēja slodze}$	Bīdes stiprības pārbaudei



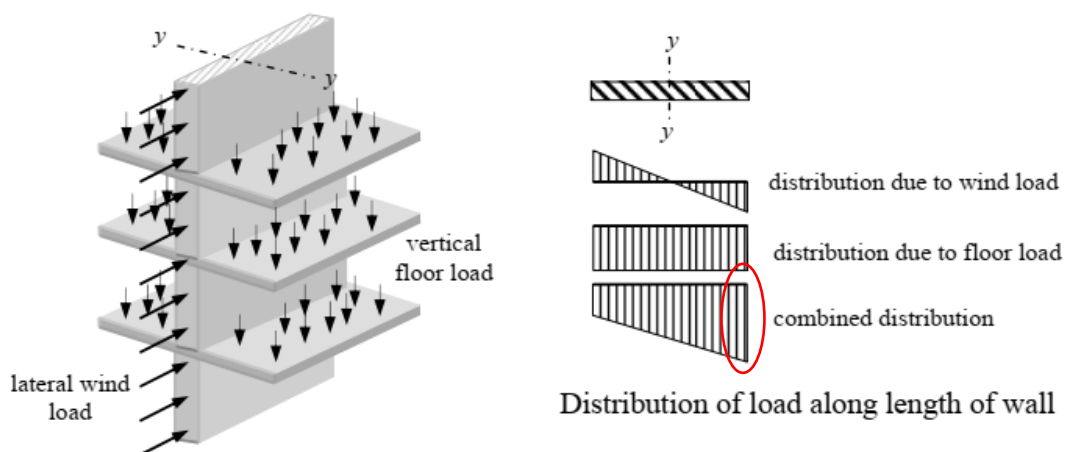
6.2. Aprēķina pieņēmumi

- 6.2.1.** Ēkas aprēķinā pieņemtas vēja slodzes kā Baltijas jūras piekrastei, t.i. $v_b=27$ m/s (Rucava, Liepāja, Grobiņa, Durbe, Pāvilosta, Piltene, Ventspils u.tml.) ar 2. apvidus kategoriju, t.i. ārpus pilsētu/cienu centriem ar samērā retu apbūvi. Reizē sniega slodzes pieņemtas kā $s_k=2,0$ kN/m² (Alūksne, Zosēni u.tml.), lai gan sniega slodzēm ir ļoti niecīga ietekme, jo tās sastāda 3% no kopējām vertikālajām slodzēm. Aprēķinā pieņemts ēkas variants ar tehnisko stāvu nevis mikrobēniņiem, jo šādā variantā ir iespējamās lielākās slodzes.
- 6.2.2.** Ņemot vērā ķieģeļu mūra nelineāro mehānisko uzvedību, aprēķins tiek veikts, izmantojot rokas aprēķinus atbilstoši EN1996-1-1 neizmantojot datora simulācijas, bet Excel izklājlapas.
- 6.2.3.** Aprēķina programma *Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2022* tiek noteikts ekscentriski balstīto pārsegumu radītais lieces moments sienās.
- 6.2.4.** Atbilstoši grāmatai “*Designers' Guide to Eurocode 6: Design of Masonry Structures, Institution of Civil Engineers, 2012. gads*”, ja pārsegumiem izmantotas iepriekš saspriegtas saliekamā dzelzsbetona plātnes, tad standartā EN 1996-1-1 C pielikumā dotā metodika sienas lieces momentu aprēķinos no pārseguma izlieces un vienlaicīga pārseguma iespīlējuma sienā nav piemērojama.
- 6.2.5.** Sienas ārpus plaknes lieces momentu aprēķinos tiek ņemts vērā pārseguma plātņu balstījuma platums (130 mm) un tā radītā ekscentricitāte un ar dažādu laidumu pārseguma plātņu esamība sienai abās pusēs.



8.att. Pārsegumu plātnes ekscentricitātes

- 6.2.6.** Ekscentricitāšu radīto sienas lieces momentu aprēķinā tiek pieņemts, ka ēkas gala siena ir nepārtraukta, savukārt iekšējās sienas ir pārtrauktas pārsegumu līmenī.
- 6.2.7.** Iekšējām sienām, uz kurām no abām pusēm balstās pārsegums, tiek pieņemts sienas efektīvā augstuma redukcija koeficients $p_2=0,75$, savukārt gala sienai $p_2=1,00$.
- 6.2.8.** Lielākie spiedes spriegumi sienā tiek noteikti ietverot arī vēja slodzes, apskatos sienu visā ēkas augstumā kā konsoli (analogi kā pamatā iespīlētu kolonnu).



9.att. Ilustratīvi – spiedes spriegumu sadalījums pa sienas garumu, apskatāmā zona ar maksimālajiem spriegumiem

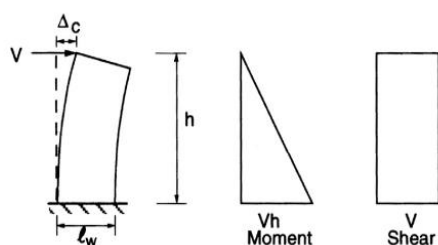
6.2.9. Par cik durvju atvērumi un šahtas sadala sienu mazākos paneļos, bīdes slodzes uz sienām tiek sadalītas proporcionāli paneļu stingumam vadoties pēc Kanādas mūra projektēšanas centra dotās metodikas: <https://www.canadamasonrydesigncentre.com/software/what-is-the-difference-between-fixed-and-cantilever-pier-designations/>

$$\Delta_{solid_c} = \frac{h_{pier}^3}{3E_m I_{0,solid}} + \frac{1.2h_{pier}}{G_m A_{solid}}$$

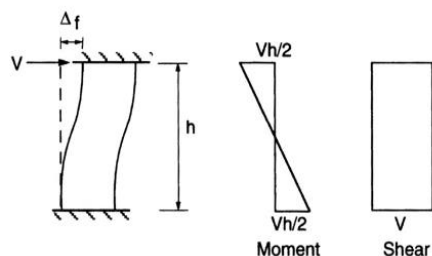
$$\Delta_{solid_f} = \frac{h_{pier}^3}{12E_m I_{0,solid}} + \frac{1.2h_{pier}}{G_m A_{solid}}$$

$$\Delta_c = \frac{V}{E_m t} \left[4 \left(\frac{h}{\ell_w} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{\ell_w} \right) \right]$$

$$\Delta_f = \frac{V}{E_m t} \left[\left(\frac{h}{\ell_w} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{\ell_w} \right) \right]$$



(a) Cantilever Wall



(b) Wall Fixed Against Rotation

10.att. Aprēķina formulas mūra šķēsvirziena stinguma noteikšanai

6.2.10. Drošības koeficients mūra stiprības noteikšanai tiek pieņemts kā 2,2 atbilstoši LVS EN 1996-1-1/NA:2015



Materiāls		γ_M	
		Būvdarbu izpildes kontroles klase	
		I ^{d)}	II ^{d)}
A	Mūris izgatavots, izmantojot: I kategorijas elementus, ar projektētu javu ^{a)}	2,0	2,2
B	I kategorijas elementus, ar tehniskajos noteikumos noteiktu javu ^{b)}	2,2	2,5
C	II kategorijas elementus, ar jebkuru javu ^{a), b), e)}	2,5	2,7
D	stiegrojamā tērauda enkurojumu	2,2	2,5
E	stiegrojamo tēraudu un spriegojamā stiegrojuma tēraudu	1,15	
F	Palīgsastāvdaļas ^{c), d)}	2,2	2,5
G	Pārsedzes saskaņā ar EN 845-2	2,0	2,2
a) Prasības projektētai javai ir dotas EN 998-2 un EN 1996-2. b) Prasības tehniskajos noteikumos noteiktai javai ir dotas EN 998-2 un EN 1996-2. c) Deklarētās vērtības ir vidējās vērtības. d) Ir pieņemts, ka mūris būs pārklāts ar mitruma necaurlaidīgu kārtu, γ_M. e) Gadījumā, kad variācijas koeficienti II kategorijas elementiem nav lielāki par 25%. f) Būvdarbu izpildes kontroles I klasi piemēro ja būvlaukumā ir nodrošināta darbu uzraudzība, izmantojot kvalificētu un pieredzējušu personālu, ka arī darbu inspicēšana ar no darbu uzņēmēja neatkarīgu personālu (autoruzraudzība). Būvdarbu izpildes kontroles II klasi piemēro pārējos gadījumos.			

11.att. Izvēlētais drošības koeficients atbilstoši LVS EN 1996-1-1/NA:2015

6.2.11. Atbilstoši ēkas būvprojektam sienām jāpielieto 100 markas ķieģeļi un 75 markas mūrjava. Par cik galvenokārt ēkas paredzēts mūrēt no caurumotajiem ķieģeļiem, kas atbilst 2. grupas mūra elementiem (vertikālo dobumu daudzums >25%), tad mūra aprēķina spiedes stiprība ir 1,88 MPa.

Mūra spiedes stiprība

f_b	10,0 MPa	deklarētā mūra vienības vidējā spiedes stiprība	
f_m	7,5 MPa	deklarētā mūra javas vidējā spiedes stiprība	
K	0,45	konstante	EN 1996-1-1 Table 3.3
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība	EN 1996-1-1 (3.2)
γ_M	2,2	parciālais faktors materiāliem	
f_d	1,88 MPa	Mūra aprēķina spiedes stiprība	EN 1996-1-1 2.4.1(1)P

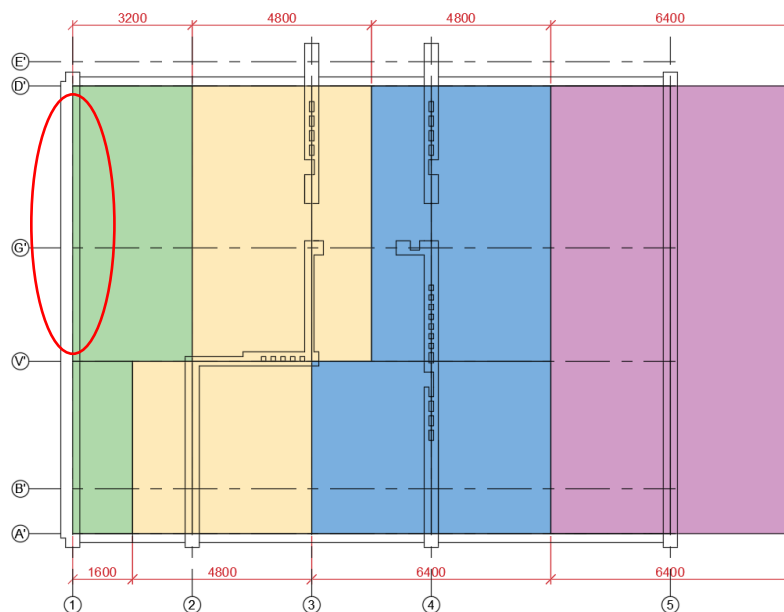
Mūra elastība

ϕ_∞	2,0	galējās šļūdes koeficients	EN 1996-1-1 3.7.4(2)
K_E	1000	spiedes-elastības koeficients	EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis	EN 1996-1-1 3.7.2(2)
$E_{\text{long term}}$	1376 MPa	ilgtermiņa elastības modulis	EN 1996-1-1 (3.8)
G	1651 MPa	mūra cirpes modulis	EN 1996-1-1 3.7.3(1)



6.3. Aprēķins gala sienai (uz 1. ass)

6.3.1. Slodzes un piepūles



12.att. Sienas daļa, kura tiek apskatīta aprēķinā

Sienas ģeometrija

t 0,51 m

sienas biezums

h 12 m

sienas garums

W_{Rd} 12,24 m³

sienas pretestības modulis sienas plaknē

Pārsegumu slodzes

b 3,2 m

slodzes laukuma platums

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Uz mūri pārnestā slodze
Jumta pārseguma svars	1,95 kN/m ²	6,24 kN/m
Bēniņu pārseguma svars	4,39 kN/m ²	14,06 kN/m
Starpstāvu pārseguma svars	3,50 kN/m ²	11,20 kN/m
Bēniņu lietderīgā slodze	0,70 kN/m ²	2,24 kN/m
Lietderīgā un starpsienu slodze	2,8 kN/m ²	8,96 kN/m
Sniega slodze	1,6 kN/m ²	5,12 kN/m

Šķērssienas pašsvars	9,41 kN/m ²
-----------------------------	------------------------



Raksturīgo slodžu un piepūļu apkopojums pa stāviem un augstuma līmeņiem

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Sienas vid. augstums, m	Raksturīgās vertikālās slodzes, kN/m				Raksturīgā vēja slodze un piepūles			
			Sienas pašsvars	Pārseguma pašsvars	Sniega slodze	Lietderīgā slodze	w, kN/m ²	W, kN/m	M, kNm	V, kN
Tehniskais	17,26	2,6	24,47	6,24	5,12	0,00	1,63	5,22	0,0	0,0
	14			14,06		2,24			27,72	17,00
5. stāvs	11,2	2,8	26,35	11,20		8,96	1,55	4,96	91,07	30,89
4. stāvs	8,4	2,8	26,35	11,20		8,96	1,55	4,96	194,68	44,78
3. stāvs	5,6			11,20		8,96	1,55	4,96	337,17	58,67
2. stāvs	2,8	2,8	26,35	11,20		8,96	1,55	4,96	518,55	72,56
1. stāvs	0			11,20		8,96	1,55	4,96	738,81	86,44
Kopā			156,21	76,32	5,12	47,04				

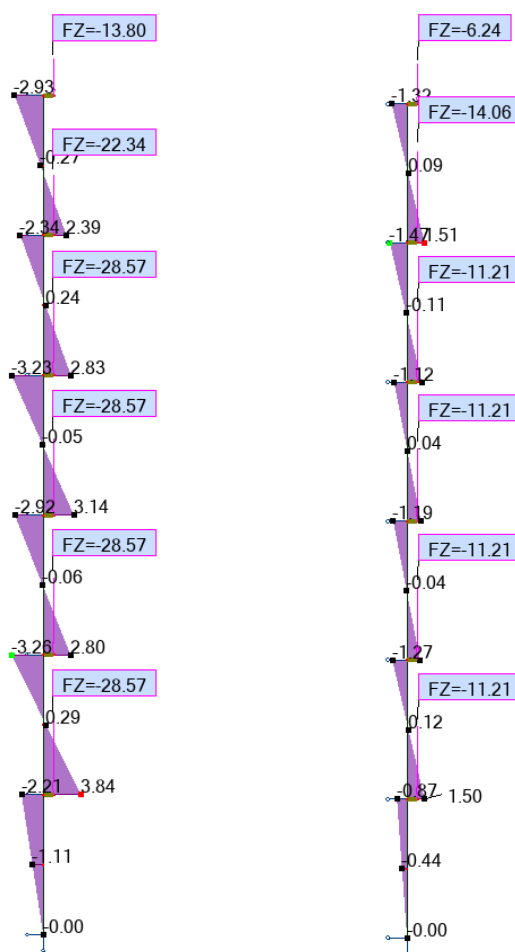
Kombinācija ULS-1 = 1,35*G+1,5*Q+1,05*S+0,9*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²		σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} , kN/m	N _{Ed,min} , kN/m	
Tehniskais	17,26	13,80	0,03	±0,000	0,027	0,027	13,80	13,80	0
	14	46,83	0,09	±0,002	0,094	0,090	47,87	45,79	15,30
5. stāvs		69,16	0,14	±0,002	0,138	0,134	70,20	68,13	
	11,2	104,73	0,21	±0,007	0,212	0,199	108,15	101,32	27,80
4. stāvs		133,30	0,26	±0,007	0,268	0,255	136,72	129,89	
	8,4	168,87	0,33	±0,014	0,345	0,317	176,17	161,57	40,30
3. stāvs		197,44	0,39	±0,014	0,401	0,373	204,74	190,14	
	5,6	233,01	0,46	±0,025	0,482	0,432	245,65	220,36	52,80
2. stāvs		261,57	0,51	±0,025	0,538	0,488	274,22	248,93	
	2,8	297,14	0,58	±0,038	0,621	0,545	316,59	277,70	65,30
1. stāvs		325,71	0,64	±0,038	0,677	0,601	345,15	306,26	
	0	361,28	0,71	±0,054	0,763	0,654	388,98	333,57	77,80



Kombinācija ULS-2 = 1,0*G+1,5*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} kN/m	N _{Ed,min} kN/m	
Tehniskais	17,26	6,24	0,01	±0,000	0,012	0,012	6,24	6,24	0
	14	30,71	0,06	±0,003	0,064	0,057	32,44	28,97	25,51
5. stāvs		44,76	0,09	±0,003	0,091	0,084	46,49	43,03	
	11,2	71,11	0,14	±0,011	0,151	0,128	76,80	65,42	46,34
4. stāvs		82,31	0,16	±0,011	0,173	0,150	88,01	76,62	
	8,4	108,66	0,21	±0,024	0,237	0,189	120,83	96,50	67,17
3. stāvs		119,87	0,24	±0,024	0,259	0,211	132,03	107,70	
	5,6	146,22	0,29	±0,041	0,328	0,245	167,29	125,14	88,00
2. stāvs		157,42	0,31	±0,041	0,350	0,267	178,49	136,35	
	2,8	183,77	0,36	±0,064	0,424	0,297	216,18	151,36	108,83
1. stāvs		194,97	0,38	±0,064	0,446	0,319	227,38	162,56	
	0	221,32	0,43	±0,091	0,525	0,343	267,50	175,14	129,67



13.att. Lieces momenti gala sienā no pārseguma ekscentritātes kombinācijā ULS-1 (pa kreisi) un ULS-2 (pa labi)



6.3.2. Sienas aprēķins spiedē

Sienas/ kolonnas ģeometrija

h	2,58 m	stāva tīrais augstums	
ρ_n	1,00	redukcijas faktors	EN 1996-1-1 p.5.5.1.2(11)
h_{ef}	2,58 m	sienas efektīvais augstums	EN 1996-1-1 (5.2)
b	1 m	sienas/ kolonnas platums	
t	0,51 m	sienas biezums	
A	0,51 m ²	sienas/kolonnas šķēsgriezuma laukums	
t_{ef}	0,51 m	sienas efektīvais biezums	EN 1996-1-1 5.5.1.3(1)
h_{ef}/t_{ef}	5,06 <27	lokanuma attiecība	EN 1996-1-1 5.5.1.4(1)
λ_c	15,00	robežlokanums šļūdes ievērtēšanai	EN 1996-1-1 6.1.2.2(2) NOTE
k	1	laukuma <0,1 m ² stiprības faktors	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)
$k f_d$	1,88 MPa	spiedes stiprība šķēsgriezumam <0,1 m ²	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)

Piepūles sienā/kolonā

M_t	2,11 kNm	lieces moments augšā no pārseguma ekscentricitātes
N_t	345,15 kN	ass spēks augšā
M_b	0,00 kNm	lieces moments apakšā no pārseguma ekscentricitātes
N_b	388,98 kN	ass spēks apakšā
M_{mb}	1,06 kNm	lieces moments vidū no pārseguma ekscentricitātes
N_{mb}	367,07 kN	ass spēks vidū

Sienas ekscentricitātes un redukcijas faktori

e_{init}	5,7 mm	sākotnējā ekscentricitāte (būvdarbu novirze)	EN 1996-1-1 p.5.5.1.1(4)
e_h	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes augšā un apakšā	
e_{hm}	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes sienas vidusdaļā	
e_t	25,5 mm	augšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_b	25,5 mm	apakšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_m	8,6 mm	ekscentricitāte no slodzes	EN 1996-1-1 (6.7)
e_k	0,0 mm	ekscentricitāte no šļūdes	EN 1996-1-1 (6.8)
e_{mk}	25,5 mm	ekscentricitāte sienas vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.6)
λ	0,160	lokanums	EN 1996-1-1 (G.4)
u	0,066	koeficients	EN 1996-1-1 (G.3)
A_1	0,900	koeficients	EN 1996-1-1 (G.2)
Φ_t	0,900	nestspējas redukcijas faktors augšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_b	0,900	nestspējas redukcijas faktors apakšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_m	0,902	nestspējas redukcijas faktors vidū	EN 1996-1-1 (G.1)

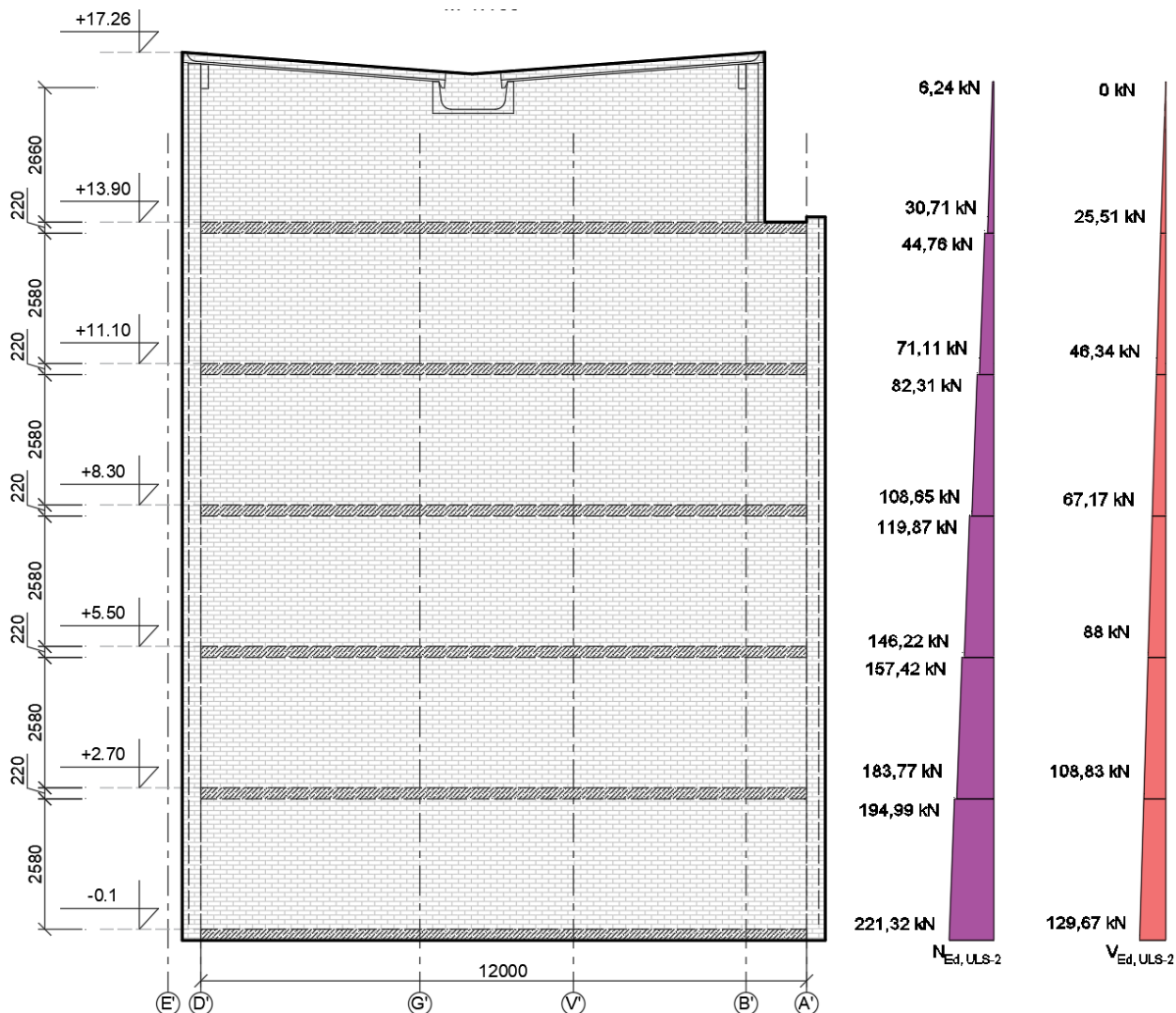
Sienas/kolonnas spiedes stiprība

$N_{Rd,t}$	861 kN	nestspēja spiedē, augšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,t}/N_{Rd,t}$	0,40		
$N_{Rd,b}$	861 kN	nestspēja spiedē, apakšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,b}/N_{Rd,b}$	0,45		
$N_{Rd,m}$	863 kN	nestspēja spiedē, vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,m}/N_{Rd,m}$	0,43		



6.3.3. Sienas aprēķins bīdē

Sienas bīdes stiprības aprēķinā tiek apskatīts siena 1. stāva robežās pie vidējā ass spēkā un vidējās summārās 1. stāva vēja slodzes



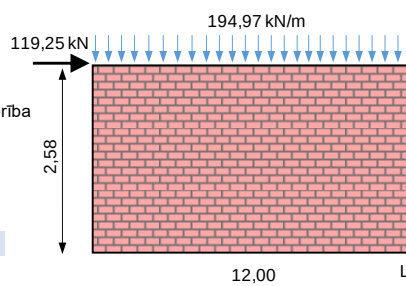
14.att. Skice sienai uz 1. ass ar vidējā spiedes spēka un horizontālā spēka epīrām

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741151



H	119,25 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	195,0 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	18 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,51 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{kd}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_M	2,2	parciālais faktors materiāliem
E	1000	spiedes-elasticitātes koeficients
E	4128 MPa	mūra elasticitātes sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elasticitātes modulis



EN 1996-1-1 Table 3.3
EN 1996-1-1 (3.2)
EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.
EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE
EN 1996-1-1 3.7.2(2)
EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Sienas dalījums panelī	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E*t / V) [kN]
Pilns (bez atvērumiem)	12,00	2,58	iespilēts	0,65	1,527

Kopējās deformācijas 0,04 mm

Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodzes					Bīdes stiprības aprēķins sienas apakšdaļā					
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_a [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{yk} [MPa]	f_{td} [MPa]	V_{Rd} [kN]	Noslodze
Pilns (bez atvērumiem)	119.25	153.83	12.00	2623.9	0.429	0.059	12.00	0.371	0.169	1033.43	0.12

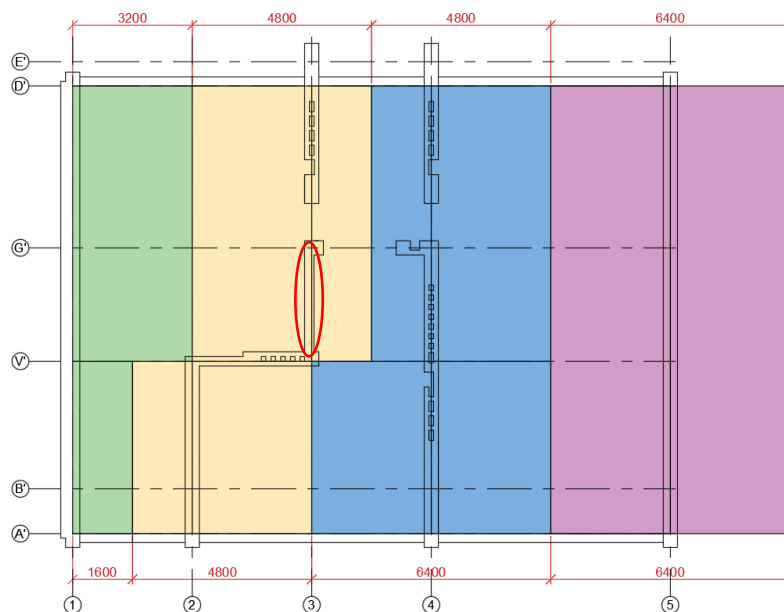
Apzīmējumi

V_{Ed} [kN]	- Horizontālās slodzes daļa, ko uzņem panelis
M_{Ed} [kNm]	- Horizontālā spēka izraisītais lieces moments panelī
b [m]	- Uz paneli esošās mūra daļas platums
N_{Ed} [kN]	- Vertikālā slodze uz paneli
σ_a [MPa]	- Spiedes spriegumi panelī
e_{Ed} [m]	- Ekscentritāte M_{Ed}/N_{Ed}
l_c [m]	- Paneļa spiestās daļas platums
f_{yk} [MPa]	- Paneļa raksturīgā bīdes stiprība, ievērtējot spiedes spriegumus
f_{td} [MPa]	- Paneļa aprēķina bīdes stiprība
V_{Rd} [kN]	- Paneļa bīdes stiprība



6.4. Aprēķins sienai uz 2. un 3. ass

6.4.1. Slodzes un piepūles



15.att. Sienas daļa, kura tiek apskatīta aprēķinā

Sienas ģeometrija

t 0,25 m

sienas biezums

h 12 m

sienas garums

W_{Rd} 6,00 m³

sienas pretestības modulis sienas plaknē

Pārsegumu slodzes

b 4,8 m

slodzes laukuma platums

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Uz mūri pārnestā slodze
Jumta pārseguma svārs	1,95 kN/m ²	6,24 kN/m
Bēniņu pārseguma svārs	4,39 kN/m ²	14,06 kN/m
Starpstāvu pārseguma svārs	3,50 kN/m ²	11,20 kN/m
Bēniņu lietderīgā slodze	0,70 kN/m ²	2,24 kN/m
Lietderīgā un starpsienu slodze	2,8 kN/m ²	8,96 kN/m
Sniega slodze	1,6 kN/m ²	5,12 kN/m

Šķērssienas pašsvārs	4,96 kN/m²
-----------------------------	------------------------------



Raksturīgo slodžu un piepūļu apkopojums pa stāviem un augstuma līmeņiem

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Sienas vid. augstums, m	Raksturīgās vertikālās slodzes, kN/m				Raksturīgā vēja slodze un piepūles			
			Sienas pašsvars	Pārseguma pašsvars	Sniega slodze	Lietderīgā slodze	w, kN/m ²	W, kN/m	M, kNm	V, kN
Tehniskais	17,26	2,6	12,896	9,36	7,68	0,00	1,63	7,82	0,0	0,0
	14			21,08		3,36			41,58	25,51
5. stāvs	11,2	2,8	13,888	16,81		13,44	1,55	7,44	136,61	46,34
4. stāvs	8,4	2,8	13,888	16,81		13,44	1,55	7,44	292,02	67,17
3. stāvs	5,6	2,8	13,888	16,81		13,44	1,55	7,44	505,75	88,00
2. stāvs	2,8	2,8	13,888	16,81		13,44	1,55	7,44	777,8	108,83
1. stāvs	0	2,8	13,888	16,81		13,44	1,55	7,44	1108,2	129,67
Kopā			82,34	114,48	7,68	70,56				

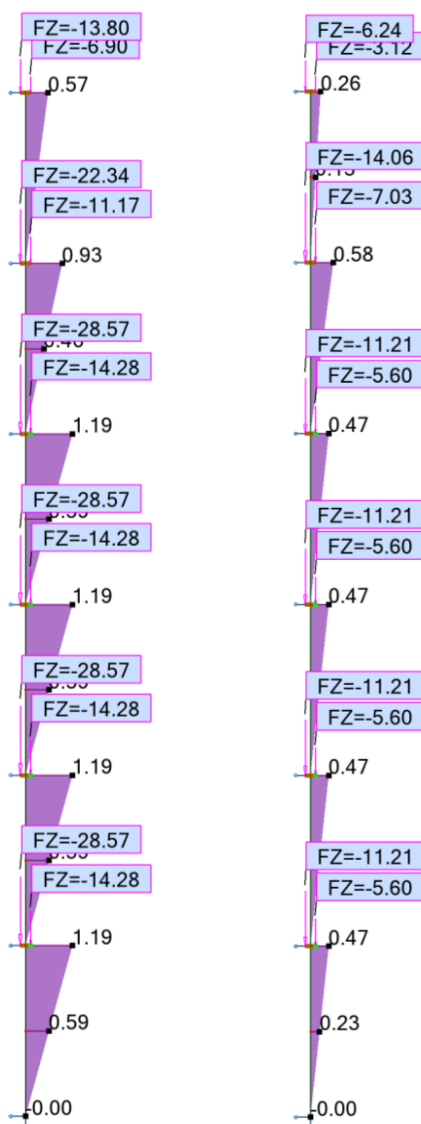
Kombinācija ULS-1 = 1,35*G+1,5*Q+1,05*S+0,9*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²		σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} , kN/m	N _{Ed,min} , kN/m	
Tehniskais	17,26	20,70	0,08	±0,000	0,083	0,083	20,70	20,70	0
	14	38,11	0,15	±0,006	0,159	0,146	39,67	36,55	22,96
5. stāvs	11,2	71,61	0,29	±0,006	0,293	0,280	73,17	70,05	41,70
4. stāvs	8,4	90,36	0,36	±0,020	0,382	0,341	95,48	85,24	60,45
3. stāvs	5,6	133,21	0,53	±0,020	0,553	0,512	138,33	128,09	79,20
2. stāvs	2,8	151,96	0,61	±0,044	0,652	0,564	162,91	141,01	97,95
1. stāvs	0	194,81	0,78	±0,044	0,823	0,735	205,76	183,86	116,70
		213,56	0,85	±0,076	0,930	0,778	232,52	194,59	
		256,41	1,03	±0,076	1,101	0,950	275,37	237,44	
		275,16	1,10	±0,117	1,217	0,984	304,32	245,99	
		318,01	1,27	±0,117	1,389	1,155	347,17	288,84	
		336,75	1,35	±0,166	1,513	1,181	378,31	295,20	



Kombinācija ULS-2 = 1,0*G+1,5*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} kN/m	N _{Ed,min} kN/m	
Tehniskais	17,26	9,36	0,04	±0,000	0,037	0,037	9,36	9,36	0
	14	22,26	0,09	±0,010	0,099	0,079	24,85	19,66	38,26
5. stāvs		43,34	0,17	±0,010	0,184	0,163	45,94	40,74	
	11,2	57,23	0,23	±0,034	0,263	0,195	65,77	48,69	69,51
4. stāvs		74,03	0,30	±0,034	0,330	0,262	82,57	65,50	
	8,4	87,92	0,35	±0,073	0,425	0,279	106,17	69,67	100,76
3. stāvs		104,73	0,42	±0,073	0,492	0,346	122,98	86,48	
	5,6	118,62	0,47	±0,126	0,601	0,348	150,23	87,01	132,00
2. stāvs		135,42	0,54	±0,126	0,668	0,415	167,03	103,82	
	2,8	149,31	0,60	±0,194	0,792	0,403	197,93	100,70	163,25
1. stāvs		166,12	0,66	±0,194	0,859	0,470	214,73	117,51	
	0	180,01	0,72	±0,277	0,997	0,443	249,27	110,74	194,50



16.att. Lieces momenti sienā uz 3. ass no pārseguma ekscentritātes kombinācijā ULS-1 (pa kreisi) un ULS-2 (pa labi)



6.4.2. Sienas aprēķins spiedē

Sienas/ kolonnas ģeometrija

h	2,58 m	stāva tīrais augstums	
ρ_n	0,75	redukcijas faktors	EN 1996-1-1 p.5.5.1.2(11)
h_{ef}	1,935 m	sienas efektīvais augstums	EN 1996-1-1 (5.2)
b	1 m	sienas/ kolonnas platums	
t	0,25 m	sienas biezums	
A	0,25 m ²	sienas/kolonnas šķērsriezuma laukums	
t_{ef}	0,25 m	sienas efektīvais biezums	EN 1996-1-1 5.5.1.3(1)
h_{ef}/t_{ef}	7,74 <27	lokanuma attiecība	EN 1996-1-1 5.5.1.4(1)
λ_c	15,00	robežlokanums šļūdes ievērtēšanai	EN 1996-1-1 6.1.2.2(2) NOTE
k	1	laukuma <0,1 m ² stiprības faktors	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)
$k f_d$	1,88 MPa	spiedes stiprība šķērsgriezumam <0,1 m ²	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)

Pieplūdes sienā/kolonā

M_t	1,19 kNm	lieces moments augšā no pārseguma ekscentricitātes
N_t	347,17 kN	ass spēks augšā
M_b	0,00 kNm	lieces moments apakšā no pārseguma ekscentricitātes
N_b	378,31 kN	ass spēks apakšā
M_{mb}	0,60 kNm	lieces moments vidū no pārseguma ekscentricitātes
N_{mb}	362,74 kN	ass spēks vidū

Sienas ekscentricitātes un redukcijas faktori

e_{init}	4,3 mm	sākotnējā ekscentricitāte (būvdarbu novirze)	EN 1996-1-1 p.5.5.1.1(4)
e_h	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes augšā un apakšā	
e_{hm}	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes sienas vidusdaļā	
e_t	12,5 mm	augšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_b	12,5 mm	apakšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_m	5,9 mm	ekscentricitāte no slodzes	EN 1996-1-1 (6.7)
e_k	0,0 mm	ekscentricitāte no šļūdes	EN 1996-1-1 (6.8)
e_{mk}	12,5 mm	ekscentricitāte sienas vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.6)
λ	0,245	lokanums	EN 1996-1-1 (G.4)
u	0,151	koeficients	EN 1996-1-1 (G.3)
A_1	0,900	koeficients	EN 1996-1-1 (G.2)
Φ_t	0,900	nestspējas redukcijas faktors augšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_b	0,900	nestspējas redukcijas faktors apakšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_m	0,910	nestspējas redukcijas faktors vidū	EN 1996-1-1 (G.1)

Sienas/kolonnas spiedes stiprība

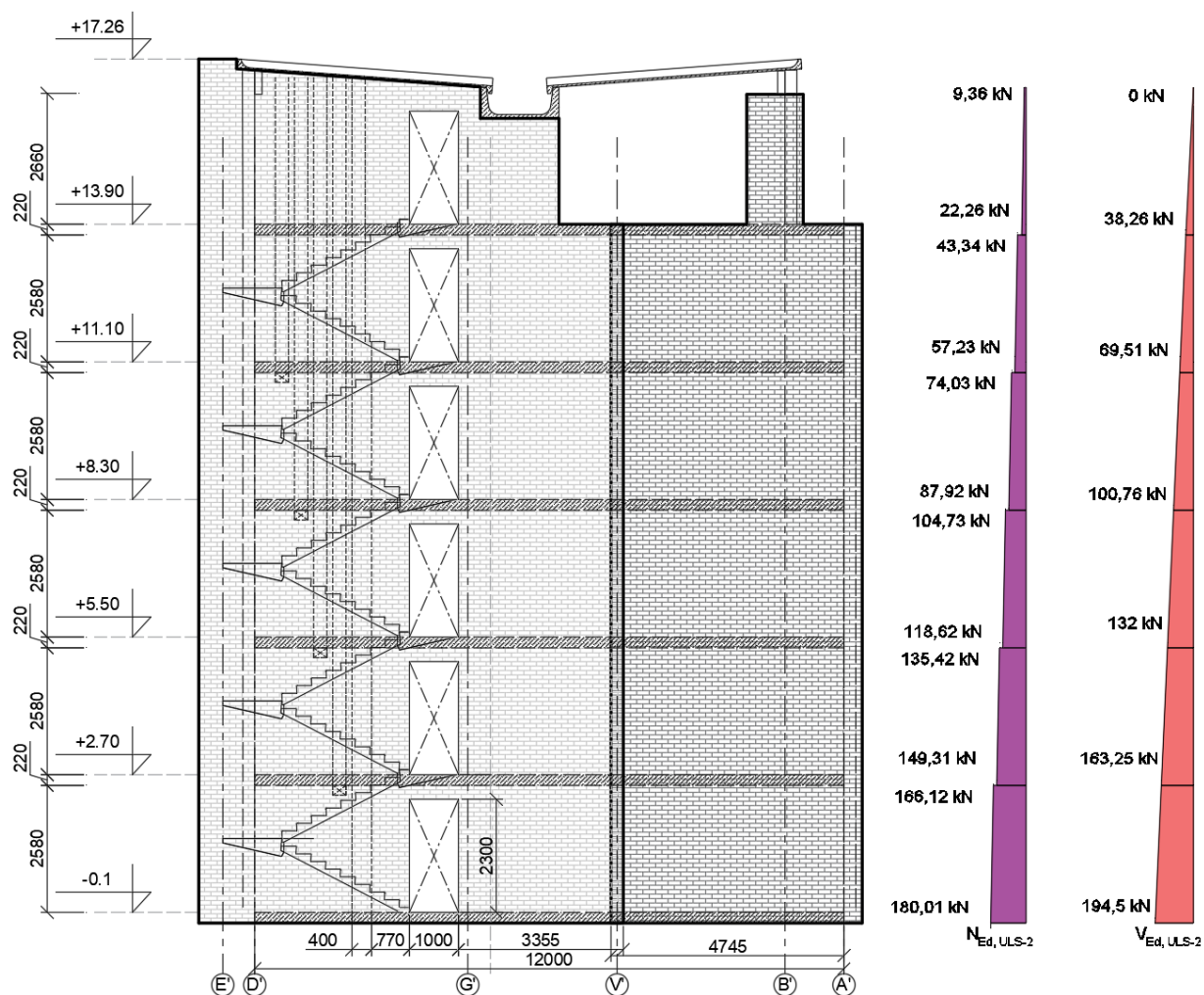
$N_{Rd,t}$	422 kN	nestspēja spiedē, augšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,t}/N_{Rd,t}$	0,82		
$N_{Rd,b}$	422 kN	nestspēja spiedē, apakšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,b}/N_{Rd,b}$	0,90		
$N_{Rd,m}$	427 kN	nestspēja spiedē, vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,m}/N_{Rd,m}$	0,85		



6.4.3. Sienas aprēķins bīdē

Sienas bīdes stiprības aprēķinā tiek apskatīts siena 1. stāva robežās pie vidējā ass spēkā un vidējās summārās 1. stāva vēja slodzes.

Par cik sienas biezums starp G-V asīm ir arī 25 cm, tiek veikts sienas bīdes stiprības aprēķins pieņemot visas sienas biezumu gan 38 cm, gan 25 cm.



17.att. Skice sienai uz 2 un 3. ass ar vidējā spiedes spēka un horizontālā spēka epīrām

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741151



H	178,88 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	180,0 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	18 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,25 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{k0}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_M	2,2	parciālais faktors materiāliem
K_E	1000	spiedes-elasības koeficients
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elastības modulis

EN 1996-1-1 Table 3.3

EN 1996-1-1 (3.2)

EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.

EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE

EN 1996-1-1 3.7.2(2)

EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Atvērumi	b [m]	h [m]
OP1	0,10	2,30
OP2	1,00	2,30
OP3	0,40	2,30

Sienas daļējums panelī	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E*t / V) [kN]
Solid (no openings)	12,00	2,58	iespilēts	0,65	1,527
Strip in h=2,3 m	12,00	2,30	iespilēts	0,58	1,718
Panelis 1	12,00	0,28	iespilēts	0,07	14,283
Panelis 2	4,74	2,30	iespilēts	1,57	0,637
Panelis 3	3,35	2,30	iespilēts	2,38	0,420
Panelis 4	0,77	2,30	iespilēts	35,61	0,028
Panelis 5	1,64	2,30	iespilēts	6,97	0,144

Panelis 2 + 3 + 4 + 5	0,81	1,228
Kopā ar atvērumiem (Panelis 2 + 3 + 4 + 5)	0,89	1,127 (rigidity reduction 26,2%)
Kopējās deformācijas	0,15 mm	

Slodžu sadalījums pa paneliem

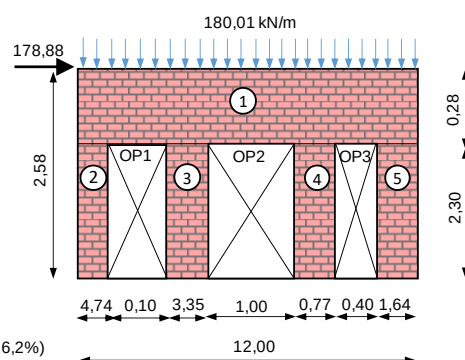
Panelis 1	100,0%
-Panelis 2	51,9%
-Panelis 3	34,2%
-Panelis 4	2,3%
-Panelis 5	11,7%

Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodzes		Vertikālā slodze panela augšpusē		Bīdes stiprības aprēķins katra panela augšā (1. panelim panela apakšā)						Noslodze
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_d [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{k0} [MPa]	f_{k1} [MPa]	V_{Rd} [kN]	
Panelis 1	178,88	25,04	12,00	2175,2	0,725	0,012	12,000	0,490	0,223	668,23	0,27
Panelis 2	92,77	106,69	4,79	868,3	0,733	0,123	4,740	0,493	0,224	265,60	0,35
Panelis 3	61,11	70,28	3,90	707,0	0,844	0,099	3,350	0,538	0,244	204,67	0,30
Panelis 4	4,09	4,70	1,47	266,5	0,084	0,018	0,770	0,234	0,106	20,43	0,20
Panelis 5	20,91	24,05	1,84	333,5	0,039	0,072	1,640	0,216	0,098	40,21	0,52

Apzīmējumi

V_{Ed} [kN]	- Horizontālās slodzes daļa, ko uzņem panelis
M_{Ed} [kNm]	- Horizontālā spēka izraisītais lieces moments panelī
b [m]	- Uz paneli esošās mūra daļas platums
N_{Ed} [kN]	- Vertikālā slodze uz paneli
σ_d [MPa]	- Spiedes spriegumi panelī
e_{Ed} [m]	- Ekscentritāte M_{Ed}/N_{Ed}
l_c [m]	- Panela spiestās daļas platums
f_{k0} [MPa]	- Panela raksturīgā bīdes stiprība, ievērtējot spiedes spriegumus
f_{k1} [MPa]	- Panela aprēķinā bīdes stiprība
V_{Rd} [kN]	- Panela bīdes stiprība



Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741151



H	178,88 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	180,0 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	18 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,38 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{k0}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_m	2,2	parciālais faktors materiāliem
K_E	1000	spiedes-elastības koeficients
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elastības modulis

EN 1996-1-1 Table 3.3

EN 1996-1-1 (3.2)

EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.

EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE

EN 1996-1-1 3.7.2(2)

EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Atvērumi	b [m]	h [m]
OP1	0,10	2,30
OP2	1,00	2,30
OP3	0,40	2,30

Sienas daļējums panelī	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E*t / V) [kN]
Solid (no openings)	12,00	2,58	iespilēts	0,65	1,527
Strip in h=2,3 m	12,00	2,30	iespilēts	0,58	1,718
Panelis 1	12,00	0,28	iespilēts	0,07	14,283
Panelis 2	4,74	2,30	iespilēts	1,57	0,637
Panelis 3	3,35	2,30	iespilēts	2,38	0,420
Panelis 4	0,77	2,30	iespilēts	35,61	0,028
Panelis 5	1,64	2,30	iespilēts	6,97	0,144

Panelis 2 + 3 + 4 + 5	0,81	1,228
Kopā ar atvērumiem (Panelis 2 + 3 + 4 + 5)	0,89	1,127 (rigidity reduction 26,2%)
Kopējās deformācijas	0,10 mm	

Slodžu sadalījums pa paneljiem

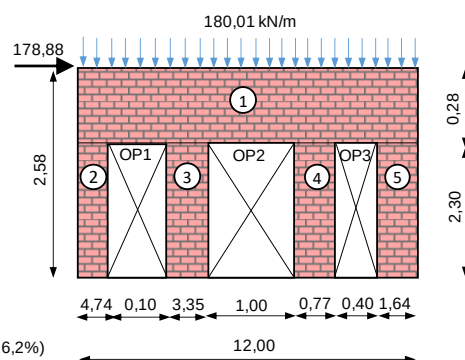
Panelis 1	100,0%
-Panelis 2	51,9%
-Panelis 3	34,2%
-Panelis 4	2,3%
-Panelis 5	11,7%

Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodzes		Vertikālā slodze panela augšpusē			Bīdes stiprības aprēķins katrā panela augšā (1. panelim panela apakšā)					
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_d [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{k0} [MPa]	f_{k1} [MPa]	V_{Rd} [kN]	Noslodze
Panelis 1	178,88	25,04	12,00	2183,1	0,479	0,011	12,000	0,392	0,178	811,47	0,22
Panelis 2	92,77	106,69	4,79	871,4	0,484	0,122	4,740	0,394	0,179	322,19	0,29
Panelis 3	61,11	70,28	3,90	709,5	0,557	0,099	3,350	0,423	0,192	244,73	0,25
Panelis 4	4,09	4,70	1,47	267,4	0,084	0,018	0,770	0,234	0,106	31,08	0,13
Panelis 5	20,91	24,05	1,84	334,7	0,040	0,072	1,640	0,216	0,098	61,13	0,34

Apzīmējumi

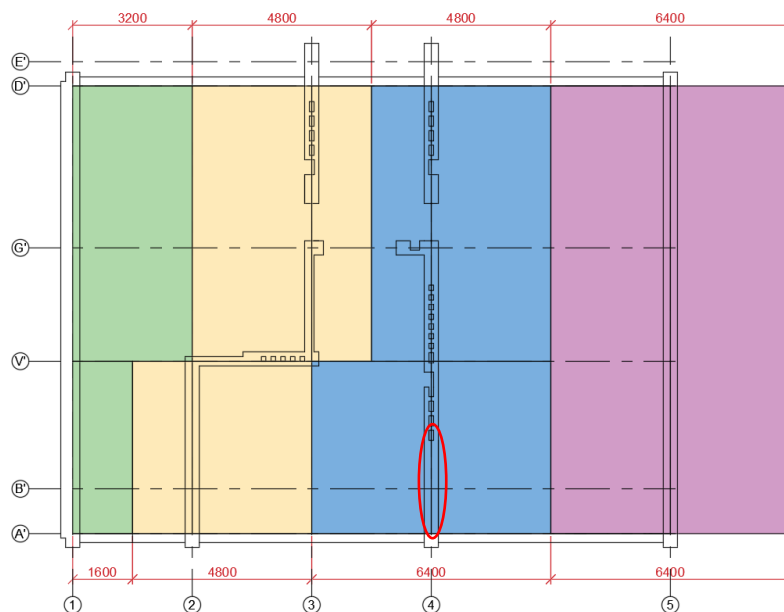
V_{Ed} [kN]	- Horizontālās slodzes daļa, ko uzņem panelis
M_{Ed} [kNm]	- Horizontālā spēka izraisītais lieces moments panelī
b [m]	- Uz paneli esošās mūra daļas platums
N_{Ed} [kN]	- Vertikālā slodze uz paneli
σ_d [MPa]	- Spiedes spriegumi panelī
e_{Ed} [m]	- Ekscentritāte M_{Ed}/N_{Ed}
l_c [m]	- Panela spiestās daļas platums
f_{k0} [MPa]	- Panela raksturīgā bīdes stiprība, ievērtējot spiedes spriegumus
f_{k1} [MPa]	- Panela aprēķina bīdes stiprība
V_{Rd} [kN]	- Panela bīdes stiprība





6.5. Aprēķins sienai uz 4. ass

6.5.1. Slodzes un piepūles



18.att. Sienas daļa, kura tiek apskatīta aprēķinā

Sienas ģeometrija

t 0,38 m

sienas biezums

h 12 m

sienas garums

W_{Rd} 9,12 m³

sienas pretestības modulis sienas plaknē

Pārsegumu slodzes

b 6,4 m

slodzes laukuma platums

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Uz mūri pārnestā slodze
Jumta pārseguma svārs	1,95 kN/m ²	6,24 kN/m
Bēniņu pārseguma svārs	4,39 kN/m ²	14,06 kN/m
Starpstāvu pārseguma svārs	3,50 kN/m ²	11,20 kN/m
Bēniņu lietderīgā slodze	0,70 kN/m ²	2,24 kN/m
Lietderīgā un starpsienu slodze	2,8 kN/m ²	8,96 kN/m
Sniega slodze	1,6 kN/m ²	5,12 kN/m

Šķērssienas pašsvārs	7,30 kN/m²
-----------------------------	------------------------------



Raksturīgo slodžu un piepūļu apkopojums pa stāviem un augstuma līmeņiem

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Sienas vid. augstums, m	Raksturīgās vertikālās slodzes, kN/m				Raksturīgā vēja slodze un piepūles			
			Sienas pašsvars	Pārseguma pašsvars	Sniega slodze	Lietderīgā slodze	w, kN/m ²	W, kN/m	M, kNm	V, kN
Tehniskais	17,26	2,6	18,98	12,48	10,24	0,00	1,63	10,43	0,0	0,0
	14			28,11		4,48			55,43	34,01
5. stāvs	11,2	2,8	20,44	22,41		17,92	1,55	9,92	182,15	61,78
4. stāvs	8,4	2,8	20,44	22,41		17,92	1,55	9,92	389,36	89,56
3. stāvs	5,6	2,8	20,44	22,41		17,92	1,55	9,92	674,34	117,34
2. stāvs	2,8	2,8	20,44	22,41		17,92	1,55	9,92	1037,09	145,11
1. stāvs	0	2,8	20,44	22,41		17,92	1,55	9,92	1477,62	172,89
Kopā			121,18	152,64	10,24	94,08				

Kombinācija ULS-1 = 1,35*G+1,5*Q+1,05*S+0,9*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²		σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} , kN/m	N _{Ed,min} , kN/m	
Tehniskais	17,26	27,60	0,07	±0,000	0,073	0,073	27,60	27,60	0
	14	53,22	0,14	±0,005	0,146	0,135	55,30	51,14	30,61
5. stāvs	11,2	97,89	0,26	±0,005	0,263	0,252	99,97	95,82	55,61
4. stāvs	8,4	125,49	0,33	±0,018	0,348	0,312	132,32	118,66	80,60
3. stāvs	5,6	182,62	0,48	±0,018	0,499	0,463	189,45	175,79	105,60
2. stāvs	2,8	210,21	0,55	±0,038	0,592	0,515	224,82	195,61	130,60
1. stāvs	0	267,35	0,70	±0,038	0,742	0,665	281,95	252,75	155,60
		294,94	0,78	±0,067	0,843	0,710	320,23	269,65	
		352,07	0,93	±0,067	0,993	0,860	377,36	326,79	
		379,67	1,00	±0,102	1,101	0,897	418,56	340,78	
		436,80	1,15	±0,102	1,252	1,047	475,69	397,91	
		464,39	1,22	±0,146	1,368	1,076	519,81	408,98	



Kombinācija ULS-2 = 1,0*G+1,5*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} kN/m	N _{Ed,min} kN/m	
Tehniskais	17,26	12,48	0,03	±0,000	0,033	0,033	12,48	12,48	0
	14	31,46	0,08	±0,009	0,092	0,074	34,92	28,00	51,01
5. stāvs	11,2	59,57	0,16	±0,009	0,166	0,148	63,04	56,11	92,68
		80,01	0,21	±0,030	0,241	0,181	91,40	68,63	
4. stāvs	8,4	102,42	0,27	±0,030	0,299	0,240	113,81	91,04	134,34
		122,86	0,32	±0,064	0,387	0,259	147,20	98,53	
3. stāvs	5,6	145,27	0,38	±0,064	0,446	0,318	169,61	120,94	176,00
		165,71	0,44	±0,111	0,547	0,325	207,86	123,56	
2. stāvs	2,8	188,12	0,50	±0,111	0,606	0,384	230,27	145,97	217,67
		208,56	0,55	±0,171	0,719	0,378	273,38	143,74	
1. stāvs	0	230,97	0,61	±0,171	0,778	0,437	295,79	166,15	259,33
		251,41	0,66	±0,243	0,905	0,419	343,76	159,06	



6.5.2. Sienas aprēķins spiedē

Sienas/ kolonnas ģeometrija

h	2,58 m	stāva tīrais augstums	
ρ_n	0,75	redukcijas faktors	EN 1996-1-1 p.5.5.1.2(11)
h_{ef}	1,935 m	sienas efektīvais augstums	EN 1996-1-1 (5.2)
b	1 m	sienas/ kolonnas platums	
t	0,38 m	sienas biezums	
A	0,38 m ²	sienas/kolonnas šķērsriezuma laukums	
t_{ef}	0,38 m	sienas efektīvais biezums	EN 1996-1-1 5.5.1.3(1)
h_{ef}/t_{ef}	5,09 <27	lokanuma attiecība	EN 1996-1-1 5.5.1.4(1)
λ_c	15,00	robežlokanums šļūdes ievērtēšanai	EN 1996-1-1 6.1.2.2(2) NOTE
k	1	laukuma <0,1 m ² stiprības faktors	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)
$k f_d$	1,88 MPa	spiedes stiprība šķērsgriezumam <0,1 m ²	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)

Piepūles sienā/kolonā

M_t	0,00 kNm	lieces moments augšā no pārseguma ekscentricitātes
N_t	475,69 kN	ass spēks augšā
M_b	0,00 kNm	lieces moments apakšā no pārseguma ekscentricitātes
N_b	519,81 kN	ass spēks apakšā
M_{mb}	0,00 kNm	lieces moments vidū no pārseguma ekscentricitātes
N_{mb}	497,75 kN	ass spēks vidū

Sienas ekscentricitātes un redukcijas faktori

e_{init}	4,3 mm	sākotnējā ekscentricitāte (būvdarbu novirze)	EN 1996-1-1 p.5.5.1.1(4)
e_h	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes augšā un apakšā	
e_{hm}	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes sienas vidusdaļā	
e_t	19,0 mm	augšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_b	19,0 mm	apakšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_m	4,3 mm	ekscentricitāte no slodzes	EN 1996-1-1 (6.7)
e_k	0,0 mm	ekscentricitāte no šļūdes	EN 1996-1-1 (6.8)
e_{mk}	19,0 mm	ekscentricitāte sienas vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.6)
λ	0,161	lokanums	EN 1996-1-1 (G.4)
u	0,067	koeficients	EN 1996-1-1 (G.3)
A_1	0,900	koeficients	EN 1996-1-1 (G.2)
Φ_t	0,900	nestspējas redukcijas faktors augšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_b	0,900	nestspējas redukcijas faktors apakšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_m	0,902	nestspējas redukcijas faktors vidū	EN 1996-1-1 (G.1)

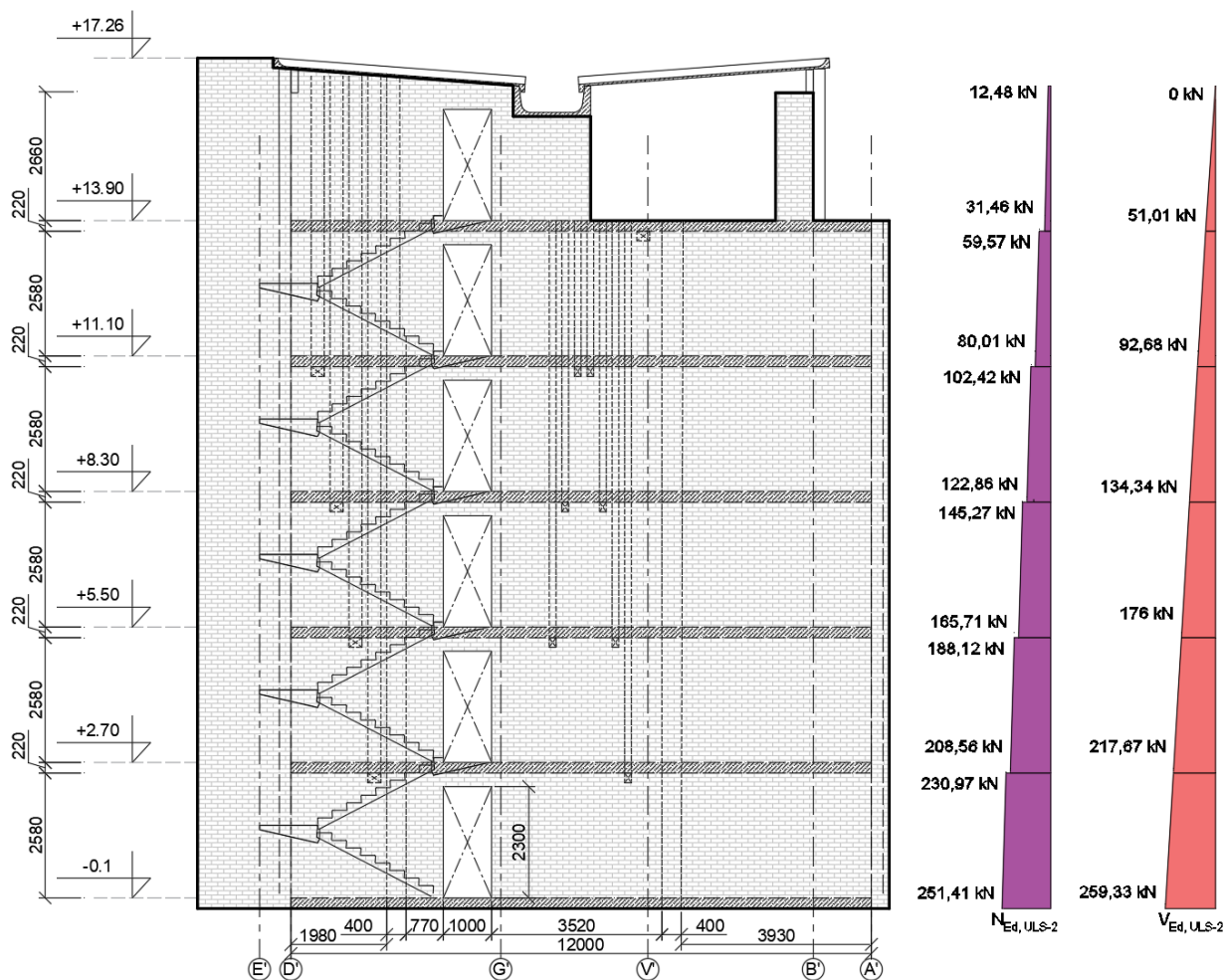
Sienas/kolonnas spiedes stiprība

$N_{Rd,t}$	642 kN	nestspēja spiedē, augšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,t}/N_{Rd,t}$	0,74		
$N_{Rd,b}$	642 kN	nestspēja spiedē, apakšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,b}/N_{Rd,b}$	0,81		
$N_{Rd,m}$	643 kN	nestspēja spiedē, vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,m}/N_{Rd,m}$	0,77		



6.5.3. Sienas aprēķins bīdē

Sienas bīdes stiprības aprēķinā tiek apskatīts siena 1. stāva robežās pie vidējā ass spēkā un vidējās summārās 1. stāva vēja slodzes.



19.att. Skice sienai uz 4. ass ar vidējā spiedes spēka un horizontālā spēka epītrām

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741151



H	238,50 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	208,6 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	18 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,38 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{k0}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_m	2,2	parciālais faktors materiāliem
K_E	1000	spiedes-elastības koeficients
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elastības modulis

EN 1996-1-1 Table 3.3

EN 1996-1-1 (3.2)

EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.

EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE

EN 1996-1-1 3.7.2(2)

EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Atvērumi	b [m]	h [m]
OP1	0,40	2,30
OP2	1,00	2,30
OP3	0,40	2,30

Sienas daļējums panelis	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E* t / V) [kN]
Solid (no openings)	12,00	2,58	iespilēts	0,65	1,527
Strip in h=2,3 m	12,00	2,30	iespilēts	0,58	1,718
Panelis 1	12,00	0,28	iespilēts	0,07	14,283
Panelis 2	3,93	2,30	iespilēts	1,96	0,511
Panelis 3	3,52	2,30	iespilēts	2,24	0,447
Panelis 4	0,77	2,30	iespilēts	35,61	0,028
Panelis 5	1,98	2,30	iespilēts	5,05	0,198

Panelis 2 + 3 + 4 + 5	0,84	1,184
Kopā ar atvērumiem (Panelis 2 + 3 + 4 + 5)	0,92	1,090 (rigidity reduction 28,6%)
Kopējās deformācijas	0,14 mm	

Slodžu sadalījums pa paneliem

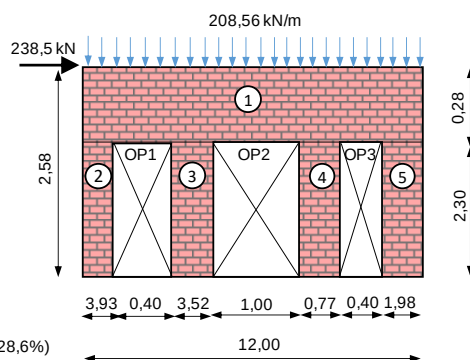
Panelis 1	100,0%
- Panelis 2	43,2%
- Panelis 3	37,7%
- Panelis 4	2,4%
- Panelis 5	16,7%

Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodze			Vertikālā slodze panela augšpusē		Bīdes stiprības aprēķins katra panela augšā (1. panelim panela apakšā)					
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_a [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{yk} [MPa]	f_{td} [MPa]	V_{Rd} [kN]	Noslodze
Panelis 1	238,50	33,39	12,00	2525,7	0,554	0,013	12,000	0,422	0,192	873,76	0,27
Panelis 2	102,99	118,44	4,13	869,3	0,582	0,136	3,930	0,433	0,197	293,81	0,35
Panelis 3	89,97	103,47	4,22	888,2	0,664	0,116	3,520	0,466	0,212	283,09	0,32
Panelis 4	5,66	6,51	1,47	309,4	0,097	0,021	0,770	0,239	0,109	31,78	0,18
Panelis 5	39,88	45,86	2,18	458,8	0,038	0,100	1,980	0,215	0,098	73,58	0,54

Apzīmējumi

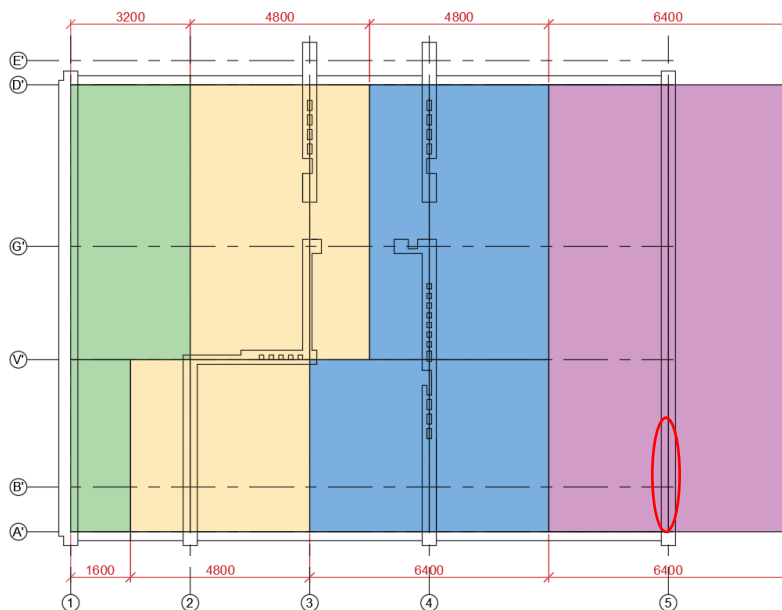
V_{Ed} [kN]	- Horizontālās slodzes daļa, ko uzņem panelis
M_{Ed} [kNm]	- Horizontālā spēka izraisītais lieces moments panelī
b [m]	- Uz paneli esošās mūra daļas platums
N_{Ed} [kN]	- Vertikālā slodze uz paneli
σ_a [MPa]	- Spiedes spriegumi panelī
e_{Ed} [m]	- Ekscentritāte M_{Ed}/N_{Ed}
l_c [m]	- Paneļa spiestās daļas platums
f_{k1} [MPa]	- Paneļa raksturīgā bīdes stiprība, ievērtējot spiedes spriegumus
f_{k2} [MPa]	- Paneļa aprēķina bīdes stiprība
V_{Rd} [kN]	- Paneļa bīdes stiprība





6.6. Aprēķins sienai uz 5. ass

6.6.1. Slodzes un piepūles



20.att. Sienas daļa, kura tiek apskatīta aprēķinā

Sienas ģeometrija

t 0,38 m

sienas biezums

h 12 m

sienas garums

W_{Rd} 9,12 m³

sienas pretestības modulis sienas plaknē

Pārsegumu slodzes

b 4,8 m

slodzes laukuma platums

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Uz mūri pārnestā slodze
Jumta pārseguma svars	1,95 kN/m ²	6,24 kN/m
Bēniņu pārseguma svars	4,39 kN/m ²	14,06 kN/m
Starpstāvu pārseguma svars	3,50 kN/m ²	11,20 kN/m
Bēniņu lietderīgā slodze	0,70 kN/m ²	2,24 kN/m
Lietderīgā un starpsienu slodze	2,8 kN/m ²	8,96 kN/m
Sniega slodze	1,6 kN/m ²	5,12 kN/m

Šķērssienas pašsvars	7,30 kN/m ²
----------------------	------------------------



Raksturīgo slodžu un piepūļu apkopojums pa stāviem un augstuma līmeņiem

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Sienas vid. augstums, m	Raksturīgās vertikālās slodzes, kN/m				Raksturīgā vēja slodze un piepūles			
			Sienas pašsvars	Pārseguma pašsvars	Sniega slodze	Lietderīgā slodze	w, kN/m ²	W, kN/m	M, kNm	V, kN
Tehniskais	17,26	2,6	18,98	12,48	10,24	0,00	1,63	10,43	0,0	0,0
	14			28,11		4,48			55,43	34,01
5. stāvs	11,2	2,8	20,44			17,92	1,55	9,92		
4. stāvs	8,4	2,8	20,44			17,92	1,55	9,92	182,15	61,78
	5,6			22,41		17,92			389,36	89,56
3. stāvs	2,8	2,8	20,44			17,92	1,55	9,92		
2. stāvs	0	2,8	20,44			17,92	1,55	9,92	674,34	117,34
				22,41		17,92			1037,09	145,11
1. stāvs				22,41		17,92	1,55	9,92	1477,62	172,89
Kopā			121,18	152,64	10,24	94,08				

Kombinācija ULS-1 = 1,35*G+1,5*Q+1,05*S+0,9*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²		σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} , kN/m	N _{Ed,min} , kN/m	
Tehniskais	17,26	27,60	0,07	±0,000	0,073	0,073	27,60	27,60	0
	14	53,22	0,14	±0,005	0,146	0,135	55,30	51,14	30,61
5. stāvs		97,89	0,26	±0,005	0,263	0,252	99,97	95,82	
	11,2	125,49	0,33	±0,018	0,348	0,312	132,32	118,66	55,61
4. stāvs		182,62	0,48	±0,018	0,499	0,463	189,45	175,79	
	8,4	210,21	0,55	±0,038	0,592	0,515	224,82	195,61	80,60
3. stāvs		267,35	0,70	±0,038	0,742	0,665	281,95	252,75	
	5,6	294,94	0,78	±0,067	0,843	0,710	320,23	269,65	105,60
2. stāvs		352,07	0,93	±0,067	0,993	0,860	377,36	326,79	
	2,8	379,67	1,00	±0,102	1,101	0,897	418,56	340,78	130,60
1. stāvs		436,80	1,15	±0,102	1,252	1,047	475,69	397,91	
	0	464,39	1,22	±0,146	1,368	1,076	519,81	408,98	155,60



Kombinācija ULS-2 = 1,0*G+1,5*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} kN/m	N _{Ed,min} kN/m	
Tehniskais	17,26	12,48	0,03	±0,000	0,033	0,033	12,48	12,48	0
	14	31,46	0,08	±0,009	0,092	0,074	34,92	28,00	51,01
5. stāvs	11,2	59,57	0,16	±0,009	0,166	0,148	63,04	56,11	92,68
		80,01	0,21	±0,030	0,241	0,181	91,40	68,63	
4. stāvs	8,4	102,42	0,27	±0,030	0,299	0,240	113,81	91,04	134,34
		122,86	0,32	±0,064	0,387	0,259	147,20	98,53	
3. stāvs	5,6	145,27	0,38	±0,064	0,446	0,318	169,61	120,94	176,00
		165,71	0,44	±0,111	0,547	0,325	207,86	123,56	
2. stāvs	2,8	188,12	0,50	±0,111	0,606	0,384	230,27	145,97	217,67
		208,56	0,55	±0,171	0,719	0,378	273,38	143,74	
1. stāvs	0	230,97	0,61	±0,171	0,778	0,437	295,79	166,15	259,33
		251,41	0,66	±0,243	0,905	0,419	343,76	159,06	



6.6.2. Sienas aprēķins spiedē

Sienas/ kolonnas ģeometrija

h	2,58 m	stāva tīrais augstums	
ρ_n	0,75	redukcijas faktors	EN 1996-1-1 p.5.5.1.2(11)
h_{ef}	1,935 m	sienas efektīvais augstums	EN 1996-1-1 (5.2)
b	1 m	sienas/ kolonnas platums	
t	0,38 m	sienas biezums	
A	0,38 m ²	sienas/kolonnas šķēsgriezuma laukums	
t_{ef}	0,38 m	sienas efektīvais biezums	EN 1996-1-1 5.5.1.3(1)
h_{ef}/t_{ef}	5,09 <27	lokanuma attiecība	EN 1996-1-1 5.5.1.4(1)
λ_c	15,00	robežlokanums šļūdes ievērtēšanai	EN 1996-1-1 6.1.2.2(2) NOTE
k	1	laukuma <0,1 m ² stiprības faktors	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)
$k f_d$	1,88 MPa	spiedes stiprība šķēsgriezumam <0,1 m ²	EN 1996-1-1 6.1.2.1(3)

Pieplūdes sienā/kolonā

M_t	0,00 kNm	lieces moments augšā no pārseguma ekscentricitātes
N_t	475,69 kN	ass spēks augšā
M_b	0,00 kNm	lieces moments apakšā no pārseguma ekscentricitātes
N_b	519,81 kN	ass spēks apakšā
M_{mb}	0,00 kNm	lieces moments vidū no pārseguma ekscentricitātes
N_{mb}	497,75 kN	ass spēks vidū

Sienas ekscentricitātes un redukcijas faktori

e_{init}	4,3 mm	sākotnējā ekscentricitāte (būvdarbu novirze)	EN 1996-1-1 p.5.5.1.1(4)
e_h	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes augšā un apakšā	
e_{hm}	0,0 mm	ekscentricitāte no horizontālās (vēja) slodzes sienas vidusdaļā	
e_t	19,0 mm	augšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_b	19,0 mm	apakšas aprēķina ekscentricitāte	EN 1996-1-1 (6.5)
e_m	4,3 mm	ekscentricitāte no slodzes	EN 1996-1-1 (6.7)
e_k	0,0 mm	ekscentricitāte no šļūdes	EN 1996-1-1 (6.8)
e_{mk}	19,0 mm	ekscentricitāte sienas vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.6)
λ	0,161	lokanums	EN 1996-1-1 (G.4)
u	0,067	koeficients	EN 1996-1-1 (G.3)
A_1	0,900	koeficients	EN 1996-1-1 (G.2)
Φ_t	0,900	nestspējas redukcijas faktors augšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_b	0,900	nestspējas redukcijas faktors apakšā	EN 1996-1-1 (6.4)
Φ_m	0,902	nestspējas redukcijas faktors vidū	EN 1996-1-1 (G.1)

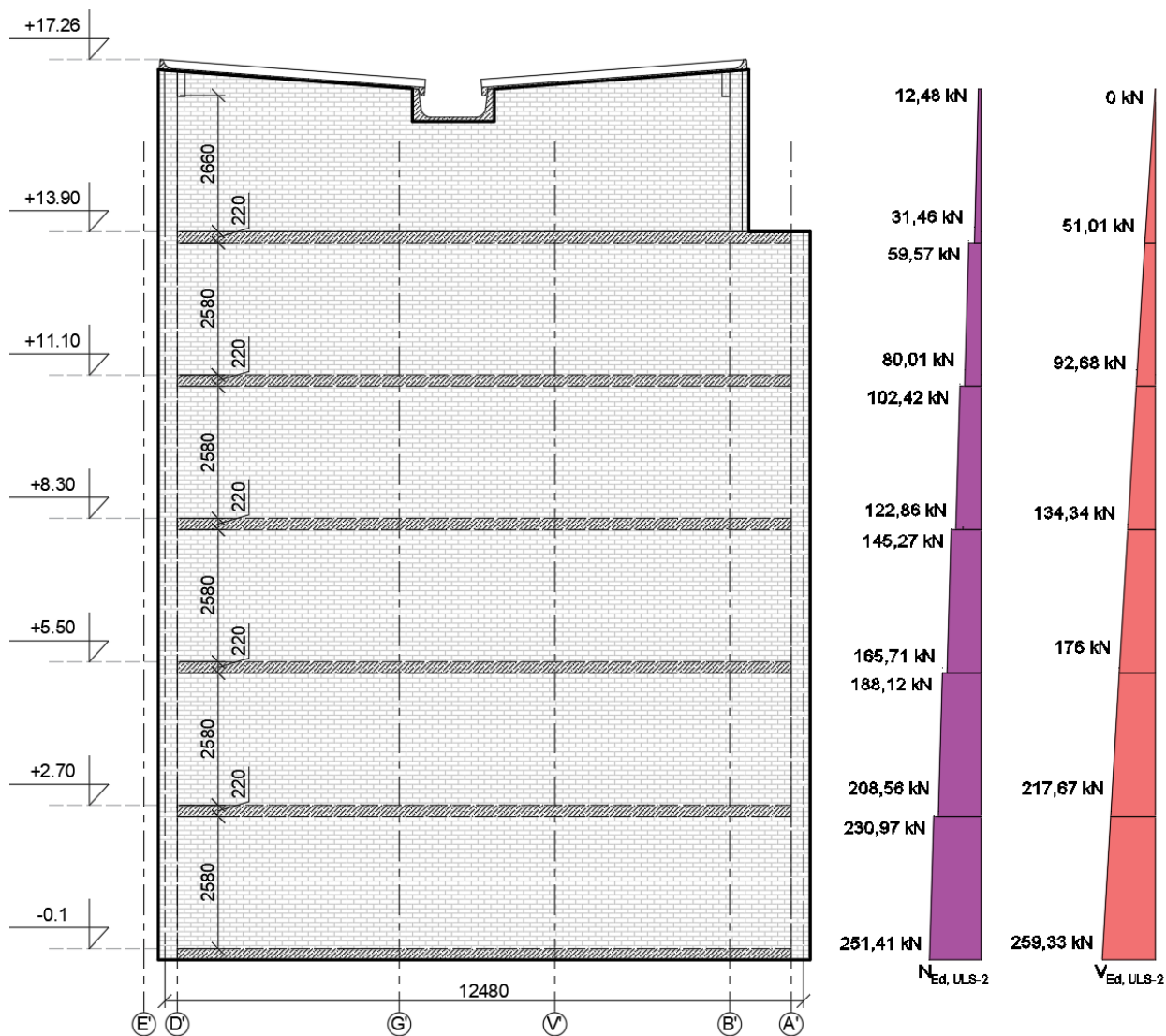
Sienas/kolonnas spiedes stiprība

$N_{Rd,t}$	642 kN	nestspēja spiedē, augšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,t}/N_{Rd,t}$	0,74		
$N_{Rd,b}$	642 kN	nestspēja spiedē, apakšā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,b}/N_{Rd,b}$	0,81		
$N_{Rd,m}$	643 kN	nestspēja spiedē, vidusdaļā	EN 1996-1-1 (6.2)
$N_{Ed,m}/N_{Rd,m}$	0,77		



6.6.3. Sienas aprēķins bīdē

Sienas bīdes stiprības aprēķinā tiek apskatīts siena 1. stāva robežās pie vidējā ass spēkā un vidējās summārās 1. stāva vēja slodzes.



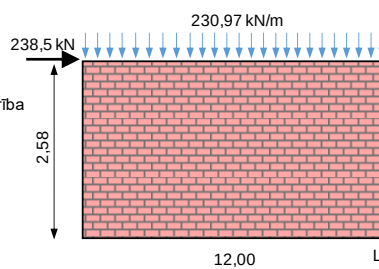
21.att. Skice sienai uz 5. ass ar vidējā spiedes spēka un horizontālā spēka epīrām

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741151



H	238,50 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	231,0 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	18 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,38 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{k0}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_m	2,2	parciālais faktors materiāliem
K_E	1000	spiedes-elastības koeficients
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elastības modulis



EN 1996-1-1 Table 3.3
EN 1996-1-1 (3.2)
EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.
EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE
EN 1996-1-1 3.7.2(2)
EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Sienas daļējums panelī	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E*t / V) [kN]
Pilns (bez atvērumiem)	12,00	2,58	Iespilēts	0,65	1,527

Kopējās deformācijas

0,10 mm

Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodzes		Vertikālā slodze panela apakšdaļā		Bīdes stiprības aprēķins sienas apakšdaļā						Noslodze
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_d [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{k0} [MPa]	f_{kd} [MPa]	V_{Rd} [kN]	
Pilns (bez atvērumiem)	238,50	307,67	12,00	2983,4	0,654	0,103	12,00	0,462	0,210	956,98	0,25

Apzīmējumi

V_{Ed} [kN]	- Horizontālās slodzes daļa, ko uzņem panelis
M_{Ed} [kNm]	- Horizontālā spēka izraisītais lieces moments panelī
b [m]	- Uz paneli esošās mūra daļas platums
N_{Ed} [kN]	- Vertikālā slodze uz paneli
σ_d [MPa]	- Spiedes spriegumi panelī
e_{Ed} [m]	- Ekscentritāte M_{Ed}/N_{Ed}
l_c [m]	- Paneļa spiestās daļas platums
f_{k0} [MPa]	- Paneļa raksturīgā bīdes stiprība, ievērtējot spiedes spriegumus
f_{kd} [MPa]	- Paneļa aprēķina bīdes stiprība
V_{Rd} [kN]	- Paneļa bīdes stiprība



6.7. Aprēķins sienai uz V ass

6.7.1. Situācijas apraksts

Ēkas telpisko noturību tās garenvirzienā ietekmē sekojoši faktori:

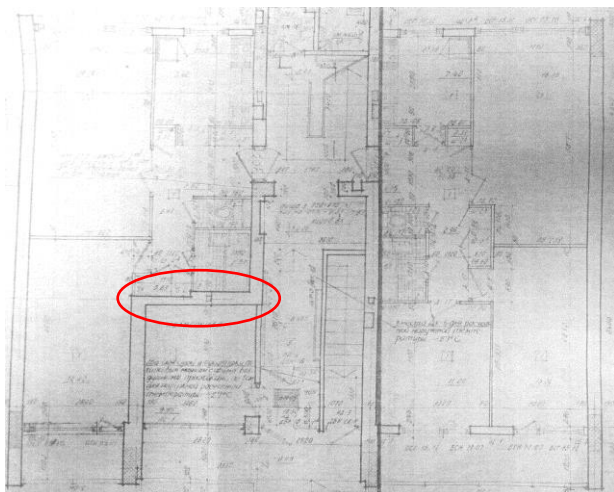
- Ēkas iekšējā siena uz V ass uzņem galvenokārt tikai vēja slodzes ēkas garenvirzienā. 103. sērijas ēkas projektā ir paredzēti divi varianti, kur vienas sekcijas ietvaros var būt tikai 1 siena vai 2 sienas. Kā arī abos no šiem variantiem var būt sienas jau paredzēti durvju ailu atvērumi (22. un 23. attēls).
- Papildus tam, ēkas telpisko noturību ietekmē arī ārsienas risinājums zonā starp logiem. Situācijā, kad starp logiem atrodas arī gāzbetona paneļi vai ķieģeļu mūris, var uzskatīt, ka šāda tipa ārsienas arī iesaistās telpiskās noturības nodrošināšanā (24. attēls). Savukārt situācijā, ka starp logiem atrodas koka karkass, var uzskatīt, ka šāda tipa ārsienas neiesaistās telpiskās noturības nodrošināšanā, līdz ar to visas vēja slodzes uzņem tikai iekšējā siena (25. attēls).
- Ēkas sekciju (kāpņu telpu) skaits. Jo vairāk ēkas sekcijas (jo garāka ēka), jo lielāka telpiskā noturība pret vēja slodzēm.
- Mūrjavas stiprība, kas projektā norādīta kā M75, bet dabā tā var būt arī M100, kas mūsdienu praksē ir uzskatāma par visbiežāk pielietoto.

Līdz ar to ēkas telpiskās noturība ēkas garenvirzienā ir katrai ēkai individuāli risināms jautājums.

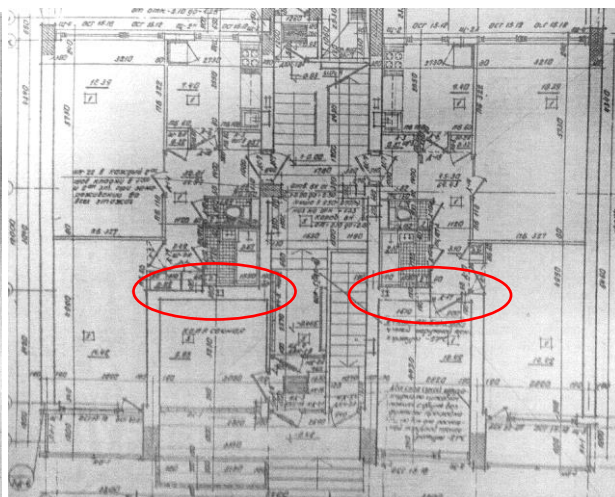
Sliktākajā gadījumā, pieņemot, ka

- katrā sekcijā uz V ass ir tikai 1 siena,
- ārsienas nav spējīgas iesaistīties telpiskās noturības nodrošināšanā,
- 5-stāvu ēka ar tehnisko stāvu (ēkas augstums mikrobēniņu variantā ir par 2 m zemāks),
- pie atzinumā pieņemtajām Baltijas jūras piekrastes vēja slodzēm, reti apbūvētā teritorijā,
- ar mūrjavas marku M75

ēkai ir nepieciešamas vismaz 3 sekcijas (3 kāpņu telpas), lai tās telpiskā noturība garenvirzienā būtu pietiekoša, aprēķinu skatīt nākamajās lapās.



22.att. Projekta variants ar 1 sienu



23.att. Projekta variants ar 2. sienām



24.att. Variants ar ārsienu, kur ir gāzbetona paneļiem starp logiem



25.att. Variants ar ārsienu, kur ir siltināts koka karkss starp logiem

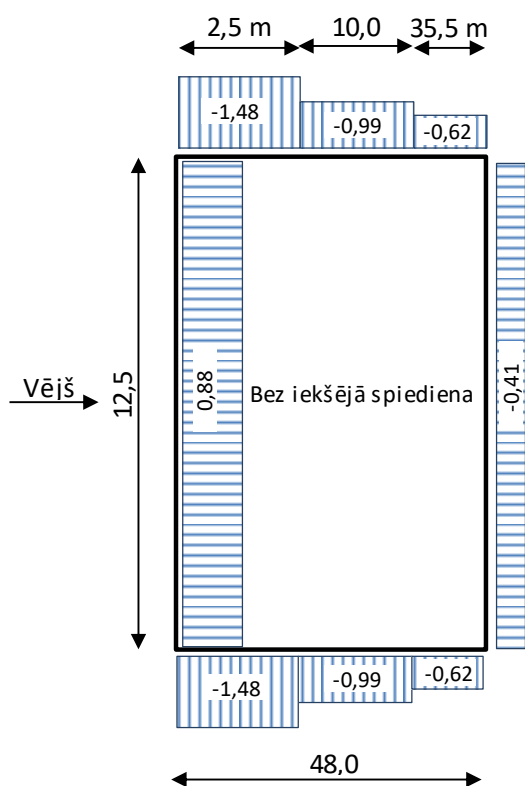
6.7.2. Slodzes un piepūles

$q_p(z)$ 1234 N/m² Vēja pīķa ārtuma spiediens augstumā z

Ēkas izmēri

d 48 m platums vēja virzienā
b 12,5 m platums perpendikulāri vējam
h 17,2 m ēkas augstums

Vēja slodžu attēlojums plānā [kN/m²]





Sienas ģeometrija

t	0,315	m	sienas biezums (vidējais no 0,38 un 0,25)
h	3,58	m	sienas garums
W_{Rd}	0,67	m ³	sienas pretestības modulis sienas plaknē

Pārsegumu slodzes

b	1,2	m	slodzes laukuma platums pārseguma slodzēm
b	12,5	m	slodzes laukuma platums vēja slodzēm

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Uz mūri pārnestā slodze
Bēniņu pārseguma svārs	4,39 kN/m ²	14,06 kN/m
Starpstāvu pārseguma svārs	3,50 kN/m ²	11,20 kN/m
Bēniņu lietderīgā slodze	0,70 kN/m ²	2,24 kN/m
Lietderīgā un starpsienu slodze	2,8 kN/m ²	8,96 kN/m

Šķērssienas pašsvārs	6,13 kN/m ²
-----------------------------	------------------------

Raksturīgo slodžu un piepūļu apkopojums pa stāviem un augstuma līmeņiem

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Sienas vid. augstums, m	Raksturīgās vertikālās slodzes, kN/m				Raksturīgā vēja slodze un piepūles			
			Sienas pašsvārs	Pārseguma pašsvārs	Sniega slodze	Lietderīgā slodze	w, kN/m ²	W, kN/m	M, kNm	V, kN
Tehniskais	17,26	0	0	0,00	0,00	0,00	1,29	16,13	0,0	0,0
	14			5,27		0,84			85,69	52,57
5. stāvs	11,2	2,8	17,164	4,20		3,36	1,29	16,13	296,08	97,72
4. stāvs	8,4	2,8	17,164	4,20		3,36	1,29	16,13	632,90	142,87
3. stāvs	5,6	2,8	17,164	4,20		3,36	1,29	16,13	1096,14	188,02
2. stāvs	2,8	2,8	17,164	4,20		3,36	1,29	16,13	1685,80	233,17
1. stāvs	0	2,8	17,164	4,20		3,36	1,29	16,13	2401,88	278,32
Kopā			85,82	26,28	0	17,64				



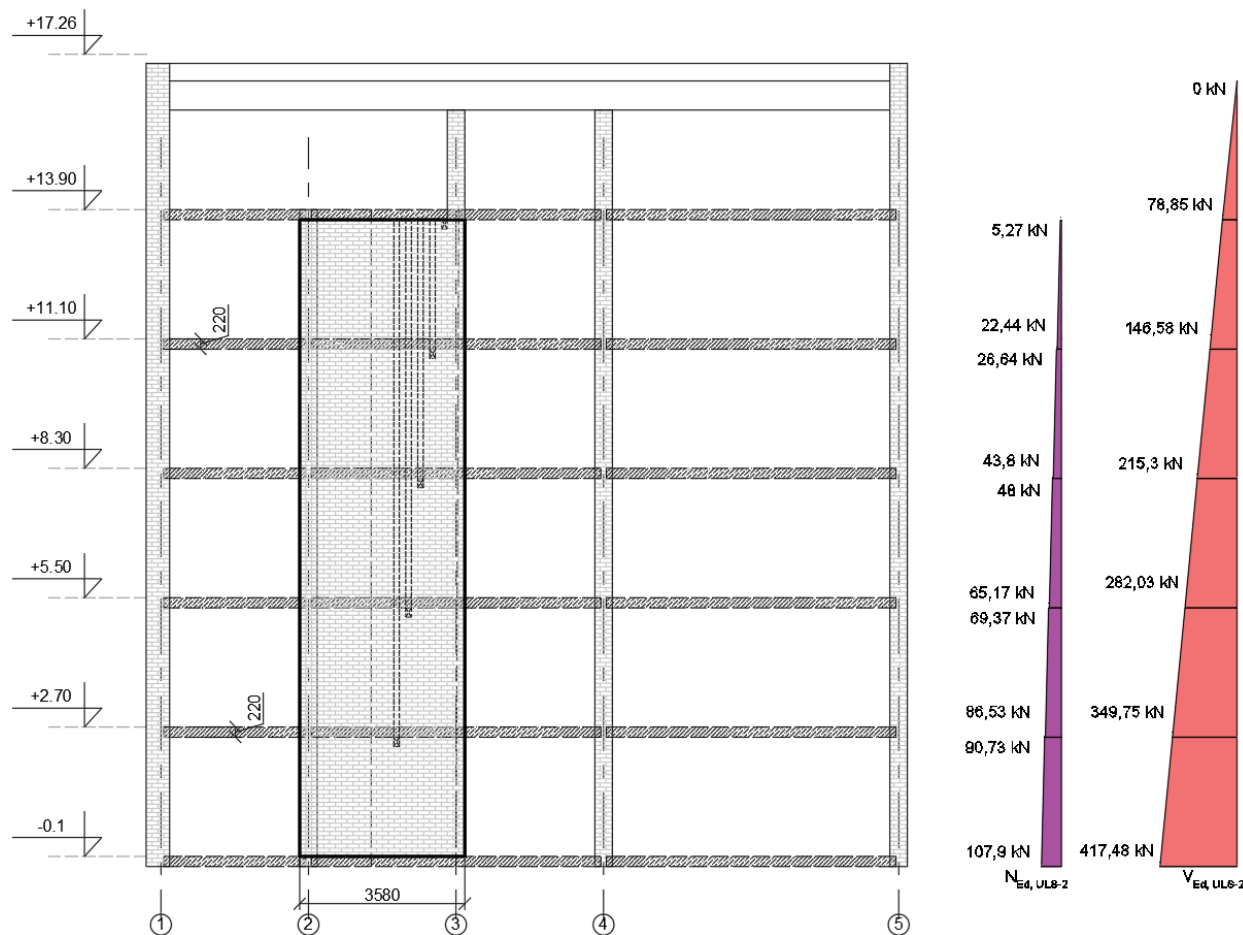
Kombinācija ULS-2 = 1,0*G+1,5*W

Stāvs	Augstuma atzīme, m	Summārā vertikālā slodze		Vēja slodze	Spriegumi sienas galos		Spiedes spēks sienas galos		Šķērsspēks no vēja slodzes, kN
		N _{Ed} , kN/m	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed} , N/mm ²	σ _{Ed,max} , N/mm ²	σ _{Ed,min} , N/mm ²	N _{Ed,max} kN/m	N _{Ed,min} kN/m	
Tehniskais	17,26	0,00	0,00	±0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0
	14	0,00	0,00	±0,191	0,191	-0,191	60,17	-60,17	78,85
5. stāvs		5,27	0,02	±0,191	0,208	-0,174	65,44	-54,90	
4. stāvs	11,2	22,44	0,07	±0,660	0,731	-0,589	230,35	-185,48	146,58
		26,64	0,08	±0,660	0,745	-0,575	234,55	-181,28	
3. stāvs	8,4	43,80	0,14	±1,411	1,550	-1,272	488,24	-400,64	214,30
		48,00	0,15	±1,411	1,563	-1,259	492,44	-396,44	
2. stāvs	5,6	65,17	0,21	±2,444	2,650	-2,237	834,91	-704,57	282,03
		69,37	0,22	±2,444	2,664	-2,223	839,11	-700,37	
1. stāvs	2,8	86,53	0,27	±3,758	4,033	-3,483	1270,34	1097,28	349,75
		90,73	0,29	±3,758	4,046	-3,470	1274,55	1093,08	
	0	107,90	0,34	±5,354	5,697	-5,012	1794,56	1578,76	417,48



6.7.3. Sienas aprēķins bīdē

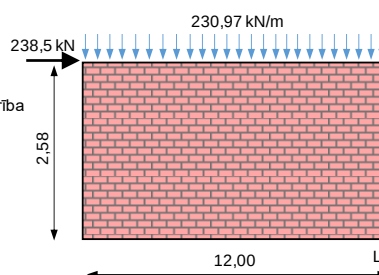
Sienas bīdes stiprības aprēķinā tiek apskatīts siena 1. stāva robežās pie vidējā ass spēkā un vidējās summārās 1. stāva vēja slodzes.



26.att. Skice sienai uz V. ass (vienas sekcija) ar vidējā spiedes spēka un horizontālā spēka epīrām

Par cik tiek apskatītas 3 sekcijas, tad vidējais horizontālais spēks 1. stāva līmenī tiek dalīts uz 3.

H	127,87 kN	Horizontālā slodze uz sienu
q	90,7 kN/m	Vertikālā slodze uz sienu
ρ	16 kN/m ³	mūra blīvums
t	0,32 m	sienas biezums
f_b	10,0 MPa	deklarētā bloka vidējā spiedes stiprība
f_m	7,5 MPa	vidējā javas stiprība
K	0,45	konstante
f_k	4,13 MPa	Raksturīgā mūra spiedes stiprība
f_{k0}	0,20 MPa	Sākotnējā mūra bīdes stiprība
Mūra šuves	pilnas šuves gan horizontālās, gan vertikālās	
γ_M	2,2	parciālais faktors materiāliem
K_E	1000	spiedes-elasības koeficients
E	4128 MPa	mūra elastības sekantes modulis
G/E	40%	mūra bīdes modulis / elastības modulis



EN 1996-1-1 Table 3.3
EN 1996-1-1 (3.2)
EN 1996-1-1 Tabula 3.4

LVS EN 1996-1-1/NA:2015 NA.2.1.
EN 1996-1-1 3.7.2(2) NOTE
EN 1996-1-1 3.7.2(2)
EN 1996-1-1 3.7.3(1)

Sienas daļējums paneļi	l_w [m]	h [m]	Tips	Δ (°V/(E t)) [mm]	R (°E t / V) [kN]
Pilns (bez atvērumiem)	3,58	2,58	iespilēts	2,54	0,394

Kopējās deformācijas

0,25 mm

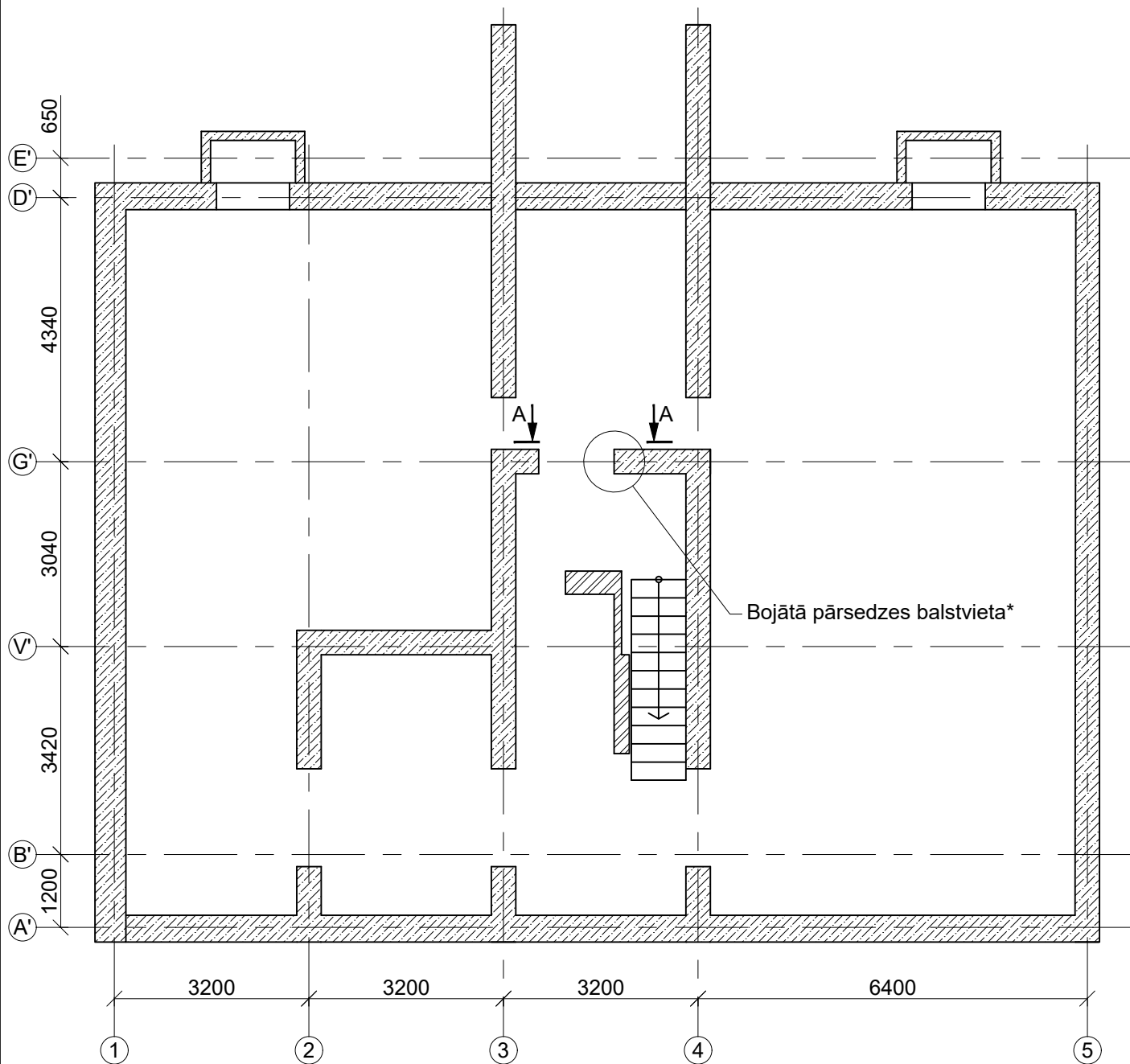
Mūras sienas bīdes stiprības aprēķins saskaņā ar EN 1996-1-1 sadaļu 6.2

	No horizontālās slodzes		Vertikālā slodze paneļa apakšdaļā			Bīdes stiprības aprēķins sienas apakšdaļā					
	V_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	b [m]	N_{Ed} [kN]	σ_a [MPa]	e_{Ed} [m]	l_c [m]	f_{tk} [MPa]	f_{td} [MPa]	V_{Rd} [kN]	Noslodze
Pilns (bez atvērumiem)	127,87	164,95	3,58	371,4	0,329	0,444	3,58	0,332	0,151	170,04	0,75

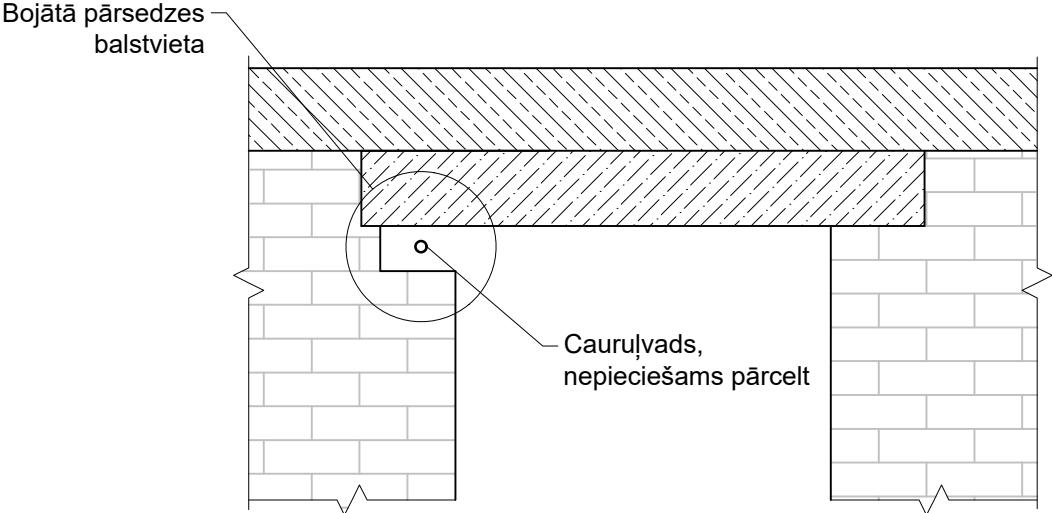


Pielikums Nr.1 Tehniskie risinājumi ēkas stāvokļa uzlabošanai

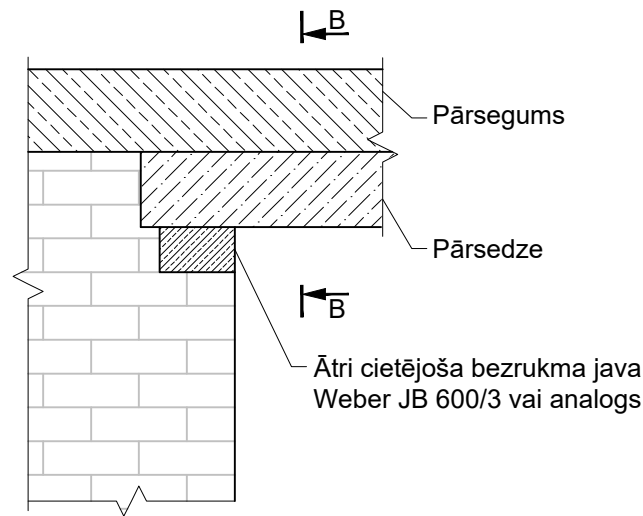
Pagraba stāva plāns
M 1:100



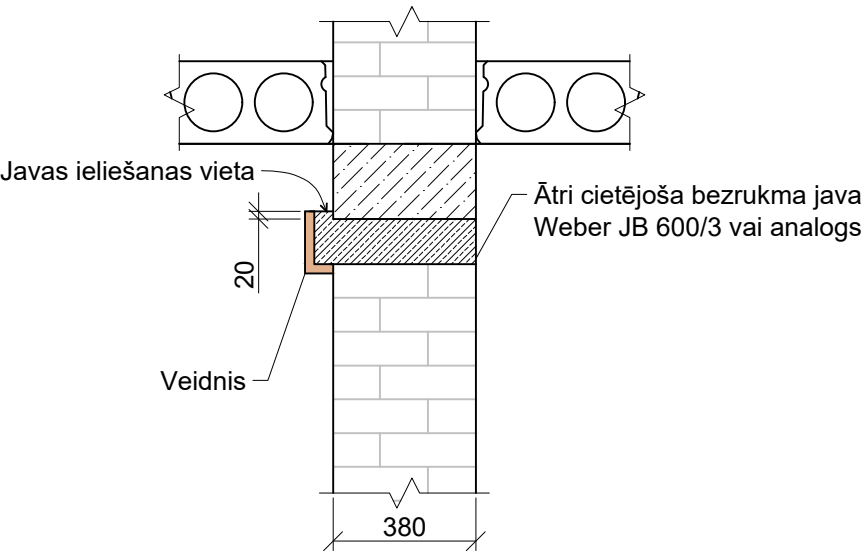
Griezums A-A
M 1:20



Pārsedzes balstvietas remonta risinājums
M 1:20



Griezums B-B
M 1:20



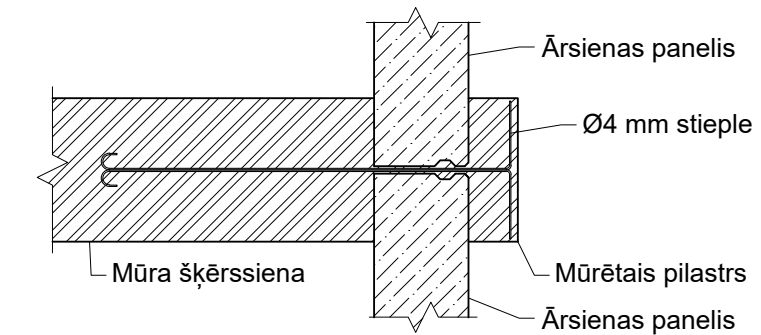
Piezīmes:
1) *Pārsedžu balstvietas bojājumi iespējami arī citām ailām, kurām arī piemērojams dotais risinājums
2) Bezrukma javu iestrādāt, izmantojot mazizmēra (Ø25 mm) betona vibrovāli

Priekšlikumi 103. sērijas ēku tehniskā stāvokļa uzlabošanai				PASŪT. NR:	-
Bez adreses - tipveida risinājumi				ARHĪVA NR:	-
PASŪTĪTĀJS: Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, reģ. Nr. 50203210191				MARKA:	TIS
IZSTRĀDĀJA: AS "Inspecta Latvia", reģ.Nr. 40003130421, Skanstes iela 54A, Rīga, LV-1013				MĒROGS:	1:100, 1:20
DAĻAS VAD.:	Kaspars Zalkovskis	26.11.2021	RASĒJUMS: Pagraba pārsedzes balstvietas pastiprināšana	LAPAS NR:	01
IZSTRĀDĀJA:	Kaspars Zalkovskis	26.11.2021		LAPAS:	03

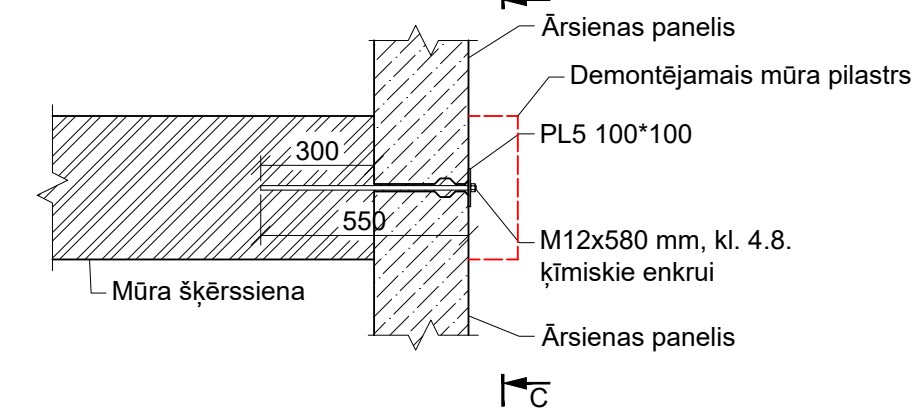
Veicamo darbu attēlojums ēkas fasādē
M 1:50



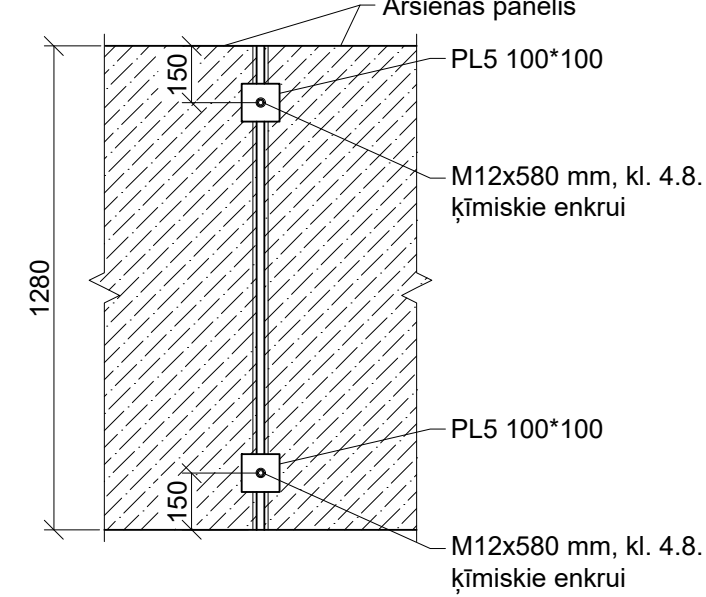
Griezums B-B - ēkas sākotnējā būvprojekta risinājums
M 1:20



Griezums B-B - demontējot pilastru
M 1:20



Griezums C-C
M 1:20



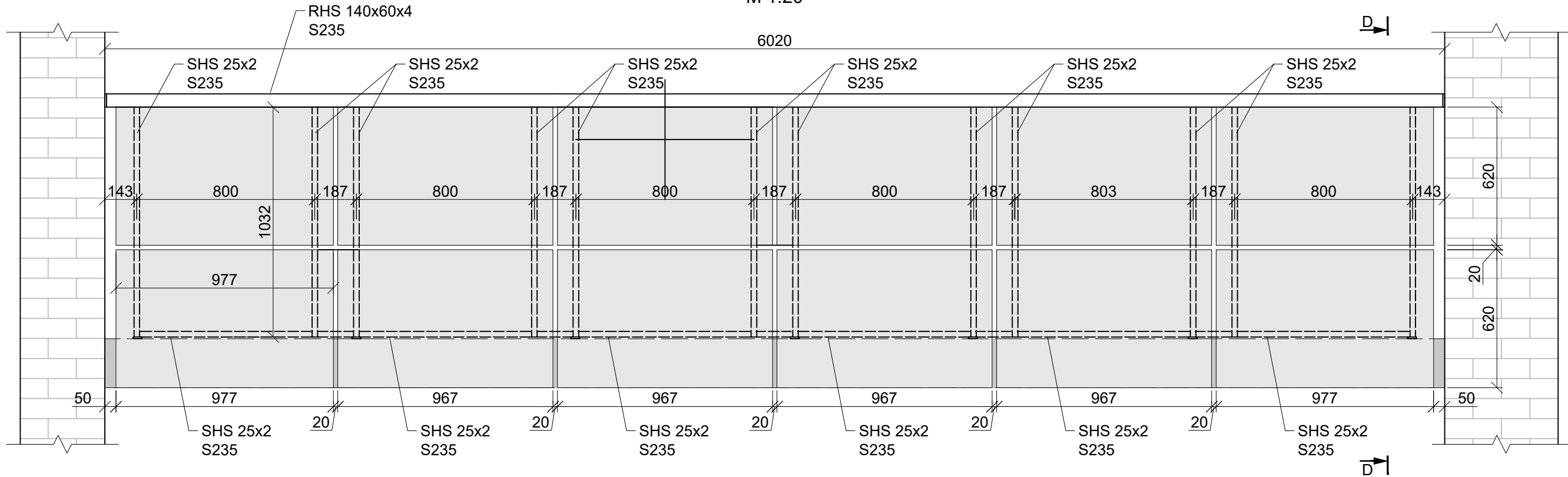
Piemēri ar pilastriem, kurus ieteicams demontēt:



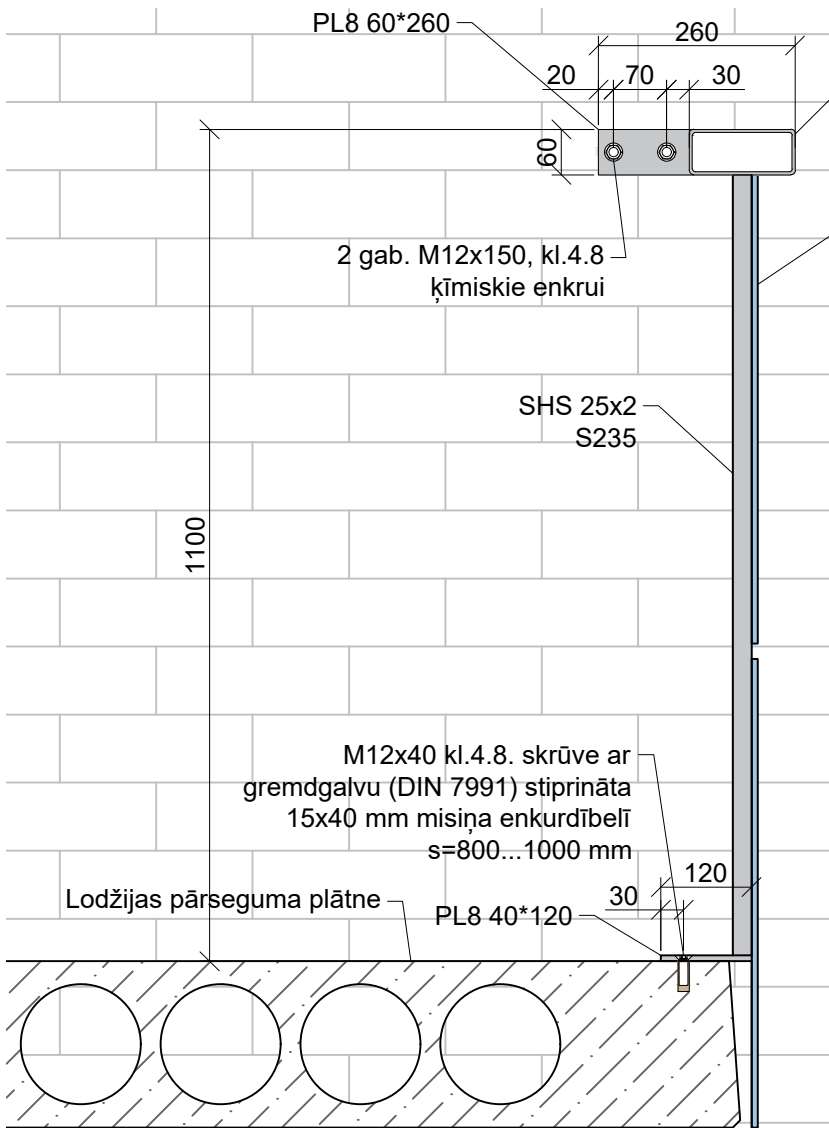
Piezīmes:
1) Balkonu margu risinājumus skatīt 3. lapā;
2) Ķīmisko enku iestrādes kārtība:
* D12 mm ķīmiskajiem enkuriem izmantot D14 mm urbi;
* Urbumu 4 reizes ar kompresoru izpūst, 4 reizes ar birsti iztīrīt un atkal 4 reizes izpūst ar kompresoru;
* Maksimālais uzgriežņa griezes moments $T_{max}=40$ Nm.

Priekšlikumi 103. sērijas ēku tehniskā stāvokļa uzlabošanai				PASŪT. NR.: -	
Bez adreses - tipveida risinājumi				ARHĪVA NR.: -	
PASŪTĪTĀJS: Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, reģ. Nr. 50203210191				MARKA: TIS	
IZSTRĀDĀJA: AS "Inspecta Latvia", reģ.Nr. 40003130421, Skanstes iela 54A, Rīga, LV-1013				MĒROGS: 1:50, 1:20	
DAĻAS VAD.:	Kaspars Zalkovskis	26.11.2021	RASĒJUMS: Veicamo darbu attēlojums fasādē	LAPAS NR.:	02
IZSTRĀDĀJA:	Kaspars Zalkovskis	26.11.2021		LAPAS:	03

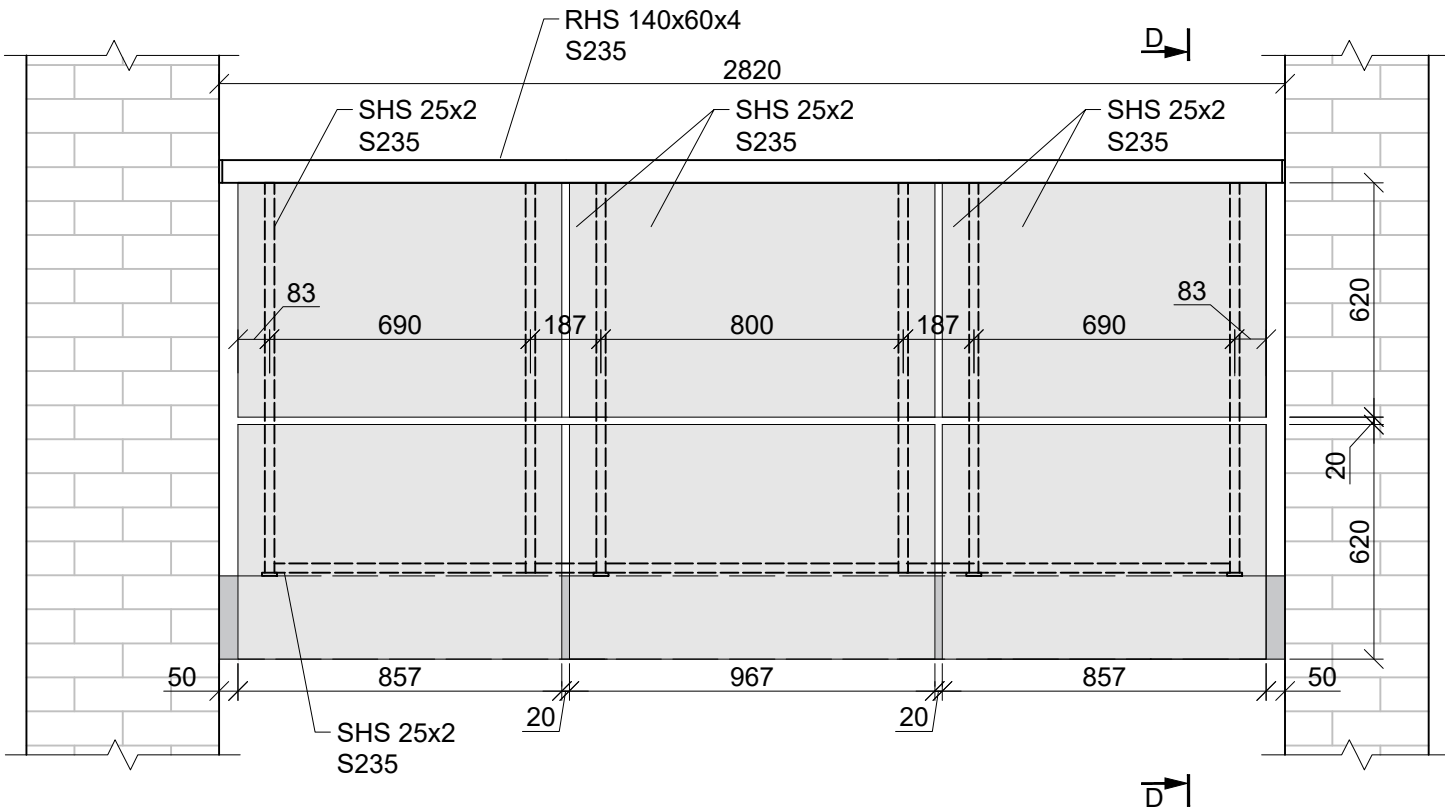
6 m lodžijas margas
M 1:20



Griezums D-D
M 1:10



3 m lodžijas margas
M 1:20



Piezīmes:

- 1) Margu konstrukcijas ir spējīgas uzņemt papildus vēja un pašvara slodzi arī situācijā, ja tiktu veikta lodžiju aizstiklošana;
- 2) Metinājuma šuvju biezums 3 mm;
- 3) Margu kopējais garums un attālumi starp vertikālajiem stieņiem ir indikatīvi;
- 4) Krāsu toņi precizējami katrai ēkai individuāli.

Priekšlikumi 103. sērijas ēku tehniskā stāvokļa uzlabošanai				PASŪT. NR: -	
Bez adreses - tipveida risinājumi				ARHĪVA NR: -	
PASŪTĪTĀJS: Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, reģ. Nr. 50203210191				MARKA: TIS	
IZSTRĀDĀJA: AS "Inspecta Latvia", reģ.Nr. 40003130421, Skanstes iela 54A, Rīga, LV-1013				MĒROGS: 1:20, 1:10	
DAĻAS VAD.: Kaspars Zalkovskis		26.11.2021	RASĒJUMS: Jaunās lodžiju margas	LAPAS NR: 03	
IZSTRĀDĀJA: Kaspars Zalkovskis		26.11.2021		LAPAS: 03	