

ZIŅOJUMA NR. 3-4.5.4/801007

12. PIELIKUMS

Nr. 3-4.5.4/741009

467A SĒRIJAS DAUDZDZĪVOKĻU DZĪVOJAMO ĒKU NESOŠO
KONSTRUKCIJU UN MEZGLU STIPRĪBAS NOVĒRTĒJUMS UN
PASTIPRINĀŠANAS TIPVEIDA RISINĀJUMI



kiwa 

► **Trust**
Quality
Progress

Atzinums
Nr. 3-4.5.4/741009



Izpildītājs	AS "Inspecta Latvia", turpmāk tekstā Inspecta, Reģ.nr. 40003130421; BRN 3370-R; Skanstes iela 54A, Rīga, LV-1013; 67607900; latvia@kiwa.com
Pasūtītājs	Ekonomikas ministrija reģ. Nr. 50203210191
Līguma datums un numurs	13.07.2020 Līgums Nr. 3-3.2/059/2020
Nosaukums	467A sērijas daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku konstrukciju mehāniskās stiprības un stabilitātes izpēte un tipveida risinājumu sagatavošana
Uzdevums	Veikt 467A sērijas daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku nesošo konstrukciju un mezglu stiprības novērtējumu un pastiprināšanas tipveida risinājumu sagatavošanu
Atzinuma sagatavošanas datums	2020. gada 11. decembrī
Atzinumu sagatavoja	Kaspars Zalkovskis Mg.sc.ing būvinženieris, LBS sert. Nr. 3-01522

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



PIELIKUMA SATURS

Darba uzdevums	4
Vispārīgā informācija	4
Kopsavilkums	4
1. Slodzes	6
2. Slodžu kombinācijas	14
3. Materiāli	15
4. Ēkas konstruktīvā shēma un aprēķina pieņēmumi	16
5. Sienu paneļu vertikālo šuvju aprēķina rezultāti	19
5.1. Vispārīgā informācija	19
5.2. Aprēķina rezultāti	20
6. Sienu paneļu stiegrojuma aprēķina rezultāti	33
6.1. Vispārīgā informācija	33
7. Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja	43
8. Jumta riboto plātņu nestspēja	44
9. Jumta teknes balstvietas aprēķins	45
9.1. Vispārīgā informācija	45
9.2. Slodžu aprēķins	45
9.3. Teknes modeļa apraksts	46
9.4. Spiedes spriegumi	47
10. Kolonnu nestspējas pārbaude	48
TIPVEIDA RISINĀJUMS JUMTA SEGUMA UZKLĀŠANAI	50



Darba uzdevums

Atbilstoši Līguma Uzdevumam - veikt nesošo konstrukciju un to mezglu stiprības pārbaudi, nestspējas aprēķinu un novērtējumu.

Vispārīgā informācija

467A sērijas Ēkām ir 2 dažādi konstruktīvie varianti:

- 1) ar kolonām un sijām līdz relatīvai augstuma atzīmei +5,30, kam tālāk seko no paneļiem veidots tehniskais stāvs, astoņi virszemes stāvi un vēl viens tehniskais stāvs;
- 2) tikai paneļu konstrukcija ar deviņiem virszemes stāviem, tehnisko stāvu un pagrabstāvu.

Aprēķins veikts Ēkām ar kolonām un sijām, par cik šāds konstruktīvais variants ir šķietami mazāk noturīgs pret horizontālajām slodzēm.

Konstrukciju aprēķins ir uzrādīts turpmākajās lapās pēc kopsavilkuma.

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 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 pašvara slodzes pieaug par ~1,18 reizēm un vēja aprēķina slodzes kopumā pieaug par ~2 reizēm.
2. Ēkas nesošajās sienās lielākoties izvietots stiegrojums Ø12 A-I ar soli 700-100 mm, bet pēc mūsdienu projektēšanas standarta EN 1992-1-1 detalizācijas prasībām tam jābūt ar soli zem 400 mm. Veicot aprēķinus pēc minimāli nepieciešamā stiegrojuma daudzuma, Ø12 A-I solis nevarētu būt lielāks nekā 350 mm. Tāpat arī paneļu saistīšanai izmantotās A-I stiegru savienojuma skavas nespēj ne tuvu nodrošināt EN 1991-1-7 izvirzītās robustuma jeb disproporcionālā (progresīvā) sabrukuma prasības.
3. Rezumējot 1. un 2. punktā minēto, saprotams, ka pēc mūsdienu projektēšanas standartiem Ēkas ir drošākas, un pārreķinot Ēkas konstrukcijas pēc mūsdienu projektēšanas standartiem, uzrādīsies teorētiski lielāka elementu noslodze vai pat pārslodze, lai gan esošās ēkas konstrukcijas jau kalpo un var vēl kalpot vairākus desmit gadus bez vizuālām pārslodzes pazīmēm, kamēr vien tās tiek atbilstoši uzturētas un savlaicīgi remontētas.
4. Jāņem vērā, ka saskaņā ar 467A sērijas un citu lielpaneļu Ēku projektēšanas norādījumiem, paneļu vertikālās šuves un tajās ietilpstošie mezgli tiek rēķināti uz bīdes spēkiem, kas radušies no vēja slodzēm un no nevienmērīgas pamatu sēšanas. Nevienmērīgas pamatu sēšanās deformācijas var pat radīt lielākus bīdes spēkus paneļu šuves nekā vēja slodzes, taču nevienmērīga pamatu sēšanās ir katrai Ēkai individuāli vērtējama atkarībā no ģeoloģijas un pamatu veida, līdz ar to šajā Atzinumā nav iespējams ticami nosaukt noslogotākos paneļu savienojuma mezglus.
5. Izvērtējot vertikālo šuvju spēkus, pārslodze mezglos no mūsdienās piemērojamām vēja slodzēm pēc EN 1991-1-4 netika konstatēta. Visvairāk noslogotās vertikālās šuves un mezgli ir Ēkas zemāko stāvu centrālajās daļās (iekšējo sienu metinātajos savienojumos). Ārsienu un iekšējo nesošo sienu savienojumu šuves ir relatīvi maz noslogotas, tas ir līdz 30%.
6. Izvērtējot starpstāvu pārsegumu plātņu nestspēju, konstatēts, ka 467A sērijas pārsegumi paredzēti tikai tām lietderīgajām slodzēm, kurām tie ir projektēti, t.i. 150 kg/m² + starpsienas 100 kg/m². Nedaudz lielāku lietderīgo slodžu pielietošana ar mūsdienu projektēšanas standartos noteiktajiem drošības koeficientiem ir iespējama tikai, ja vienlaikus tiek samazināts grīdas svars un/ vai demontētas

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



starp sienas. Jebkurā gadījumā ēkas pārsegumi bez pastiprināšanas nav paredzēti citiem Ēku lietošanas veidiem, kā piemēram, veikali, biroji, noliktavas utml.

7. Izvērtējot jumta pārseguma plātņu (vienlaicīgi pilda arī jumta seguma funkciju) nestspēju, konstatēts, ka tās spēj nodrošināt nestspēju arī atbilstoši mūsdienu sniega slodzēm pie nosacījuma, ka nākotnē 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, betona plātnēm nepieciešama jumta seguma uzklāšana.
8. Izvērtējot jumta teknes atbalsta virsmu lokālā spiedē, konstatēts, ka dabā mazākais konstatētais teknes atbalsta platums 20 mm ir pieļaujams, spiedes spriegumiem esot pieļaujamā līmenī.
9. Veicot 467A sērijas Ēku konstrukciju pārrēķinu, netika konstatēti tādi elementi vai savienojumi, kuriem nepieciešama pastiprināšana, līdz ar to pastiprināšanas risinājumi netika izstrādāti.
10. Par cik lielākajā daļā no apsekotajām Ēkām nav ierīkots jumta segums un par cik jumta plātnes veido sarežģītu konfigurāciju, šajā Atzinumā iekļauts jumta seguma atjaunošanas risinājums, kas nepieciešams, lai pagarinātu jumta konstrukciju iespējamo ekspluatācijas laiku.
11. Jumta klāja un seguma atjaunošanas risinājums dots šī Atzinuma beigās.

Aprēķinus veica un Atzinumu sagatavoja:

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

Kaspars Zalkovskis



1. Slodzes

1.1. Pašvara slodze

Starpstāva grīda pašvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m ³]	Svars [kg/m ²]
1.	Grīdas segums	1	15	600	9,00
2.	Apakšklājs	1	7	180	1,26
3.	Ģipša-cementa izlīdzinošā kārtā	1	60	1300	78,00
KOPĀ:					88,26 kg/m² 0,883 kN/m²

Bēniņu grīdas pašvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Blīvums [kg/m ³]	Svars [kg/m ²]
1.	Betona izlīdzinošā kārtā	1	50	2400	120,00
2.	Fibrolīts	1	150	500	75,00
KOPĀ:					195,0 kg/m² 1,95 kN/m²

1.2. Lietderīgā slodze

Slodze atkarībā no izmantošanas veida:

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

Starpsienu slodze dzīvojamās telpās

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 svars
m	1,986	kN/m	ģipša starpsienas svars

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

Lietderīgā slodze dzīvojamās telpās kopā: 2,80 kN/m².

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

1.3. Sniega slodze

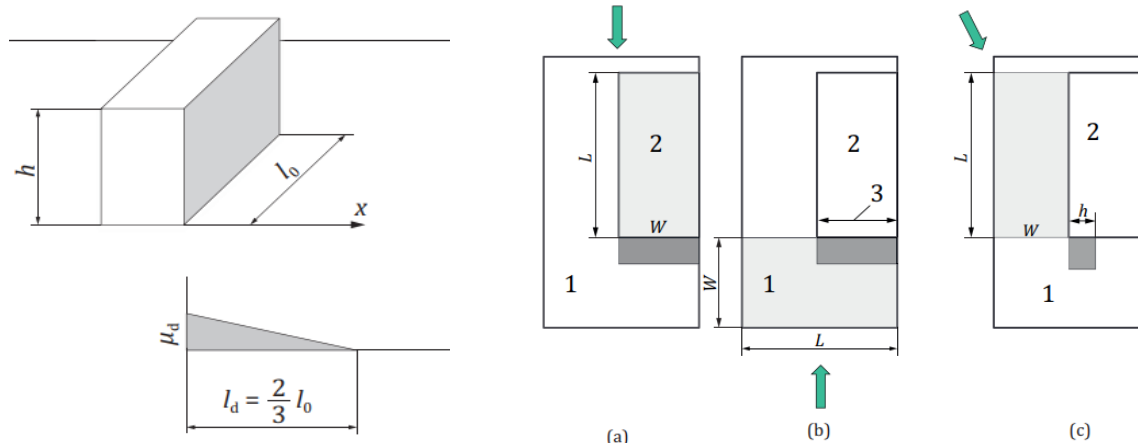
SNIEGA SLODŽU APRĒĶINS PĒC EN 1991-1-3

s_k	1,25	kN/m ²	rajsturīgā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
C_{esI}	2		īpašās sniega slodzes koeficients	EN 1991-1-3/NA:2015
s_{Ad}	2,5	kN/m ²	īpašā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
Topogrāfija	Atklāta			EN 1991-1-3 Tabula 5.1
C_e	0,8		ekspozīcijas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.1
C_t	1,0		termālais koeficients	ISO 4335 pielikums D
α_1	3	°	jumta slīpums vienā plaknē	
μ_1	0,80		sniega slodzes formas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.2
s_1	0,80	kN/m²	sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.1)
s_{1Ad}	1,60	kN/m²	īpašā sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.2)



Sniega slodze pie jumta izbūves

s_0	1,25 kN/m ²	rajsturīgā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
C_e	0,8	ekspozīcijas koeficients	ISO 4355 6.1
C_t	1,0	termālais koeficients	ISO 4355 6.2
C_m	1,0	virsmas materiāla koeficients	ISO 4355 6.3
β	5 °	jumta plaknes slīpums	
μ_b	1,00	jumta slīpuma koeficients	ISO 4355 (7)
s_{bs}	0,80 kN/m ²	sniega slodzes pamatvērtība	ISO 4355 (B.20)
ρ	300 kg/m ³	sniega blīvums	ISO 4355 B.5
h	2 m	izbūves augstums	
l_0	6,4 m	izbūves garums	



Situācija	a)	b)	c)		
ξ	1	0,67	0,67	koeficients	ISO 4355 Tabula B.2
h_p	0	0	0 m	izbūves parapeta augstums	
W	4,4	9,6	6,8 m	izmērs	
L	6,4	6,4	6,4 m	izmērs	
h'_p	-0,27	-0,27	-0,27 m	parapeta brīvais augstums	ISO 4355 (B.27)
l_{cs}	5,78	4,80	6,38 m	reprezentējošais garums	ISO 4355 (B.28)
$\mu_d(0)$	1,43	0,89	1,00	sniega sanesuma koeficients	ISO 4355 (B.24)

l_d	4,27 m	sanesuma platums	ISO 4355 (B.42)
$\mu_d(x=0)$	1,43	sniega sanesuma koeficients pie sienas	ISO 4355 (B.43)
$s_d(0)$	1,79 kN/m ²	sanestā sniega slodzes daļa	ISO 4355 (B.23)
s(0)	2,59 kN/m²	sniega slodzes sanesuma sākumā	

Sniega slodze uz jumta tekni

s_k	1,25 kN/m ²	rajsturīgā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
γ	2 kN/m ³	sniega blīvums	EN 1991-1-3 p.6.2(2)
h	0,58 m	šķēršļa augstums	
l_s	5 m	sanesuma platums	EN 1991-1-3 (6.3)
μ_2	0,93	sniega slodzes formas koeficients	EN 1991-1-3 (6.1)
Topogrāfija:	Atklāta		
C_e	0,8	ekspozīcijas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.1
C_t	1,0	termālais koeficients	ISO 4335 pielikums D
s₁	0,93 kN/m²	sniega slodze sanesuma sākumā	EN 1991-1-3 (5.1)

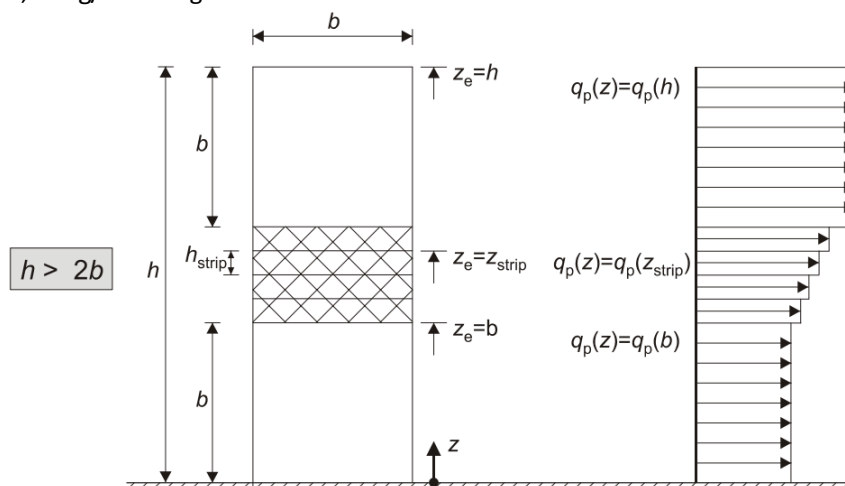


1.4. Vēja slodze

1.4.1. Vēja slodze ēkas šķērsvirzienā

Vēja pamatātrums

Vieta	Rīgas jūras līča piekrastes zona (15 km plata josla)		LVS EN 1991-1-4/NA:2011 NA.2.2
$v_{b,0}$	24 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	24,00 m/s	vēja pamatātrums	EN 1991-1-4 (4.1)
Apvidus kategorija	III	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	0,215	apvidus faktors	EN 1991-1-4 (4.5)
z_0	0,3 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}	5 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)
k_l	1,00	turbolences faktors	EN 1991-1-4 p.4.4. (1)
σ_v	5,169344	turbolences standartnovirze	EN 1991-1-4 (4.6)
ρ	1,25 kg/m ³	gaisa blīvums	EN 1991-1-4 p.4.5. (1)



Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



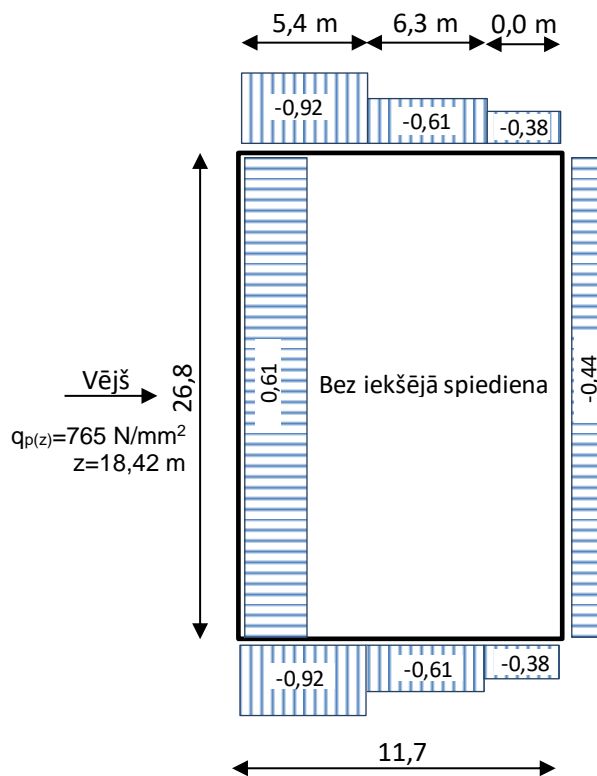
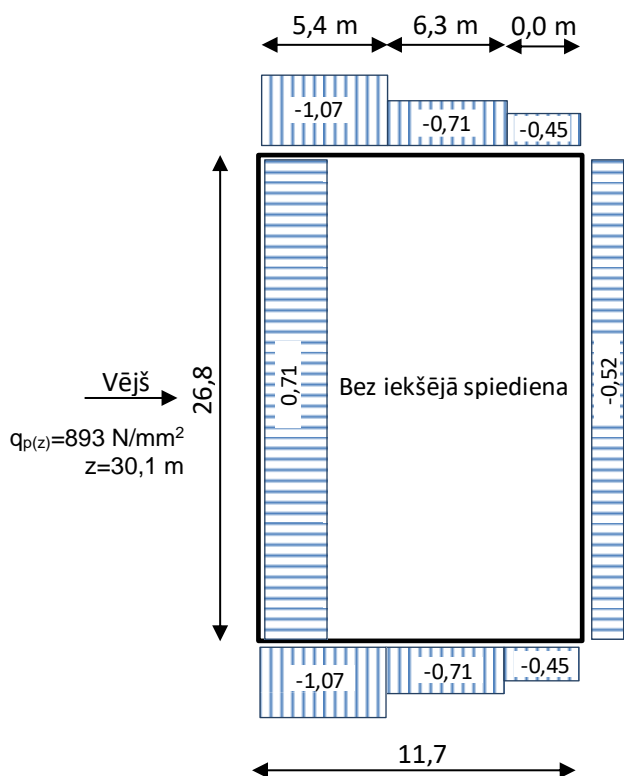
h	30,1 m	ēkas augstums
b	11,68 m	ēkas platums
h/b	2,58	attiecība
h-2b	6,74 m	joslās sadalāmais augstums
n _{strip}	2 gab	izvēlētais joslu skaits
h _{strip}	3,37 m	joslas augstums

	z [m]	c _r (z)	v _m (z) [m/s]	I _v (z)	q _p (z) [N/m ²]
Z _b	11,68	0,789	18,93	0,27	652
Z _{strip1}	15,05	0,843	20,24	0,26	714
Z _{strip2}	18,42	0,887	21,28	0,24	765
Z _h	30,1	0,993	23,82	0,22	893

- c_r(z) - nelīdzenuma faktors
- v_m(z) - vēja vidējais ātrums augstumā z
- I_v(z) - turbolances intensitāte augstumā z
- q_p(z) - vēja pīķa ārtuma spiediens augstumā z

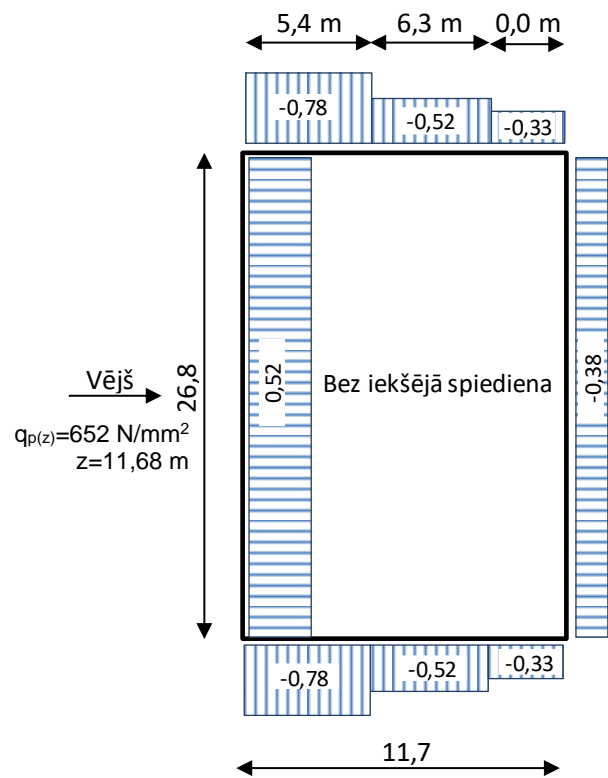
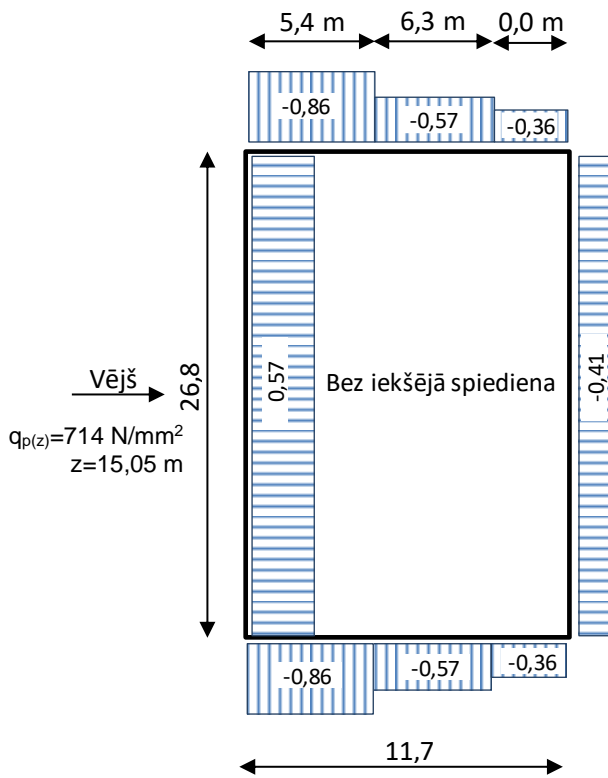
Ēkas izmēri

d	11,68 m	platums vēja virzienā
b	26,8 m	platums perpendikulāri vējam
h	30 m	ēkas augstums



Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009

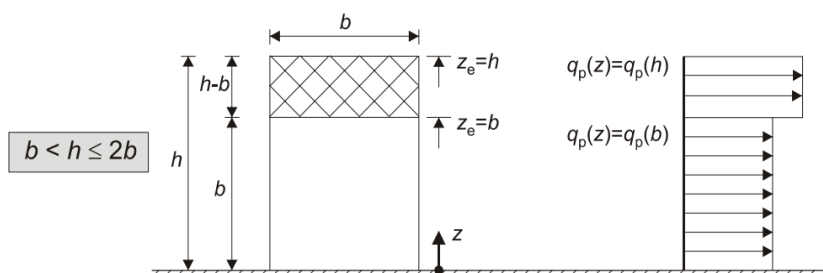




1.4.2. Vēja slodze ēkas garenvirzienā

Vēja pamatātums

Vieta	Rīgas jūras līča piekrastes zona (15 km plata josla)		LVS EN 1991-1-4/NA:2011 NA.2.2
$v_{b,0}$	24 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	24,00 m/s	vēja pamatātums	EN 1991-1-4 (4.1)
Apvidus kategorija	III	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	0,215	apvidus faktors	EN 1991-1-4 (4.5)
z_0	0,3 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}	5 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)
k_l	1,00	turbolences faktors	EN 1991-1-4 p.4.4. (1)
σ_v	5,169344	turbolences standartnovirze	EN 1991-1-4 (4.6)
ρ	1,25 kg/m ³	gaisa blīvums	EN 1991-1-4 p.4.5. (1)



h	30,1 m	ēkas augstums
b	26,4 m	ēkas platums
h/b	1,14	attiecība
$h-2b$	3,7 m	augšējās zonas augstums

	z [m]	$c_r(z)$	$v_m(z)$ [m/s]	$l_v(z)$	$q_p(z)$ [N/m ²]
z_b	26,4	0,964	23,14	0,22	858
z_h	30,1	0,993	23,82	0,22	893

- $c_r(z)$ - nelīdzenuma faktors
- $v_m(z)$ - vēja vidējais ātrums augstumā z
- $l_v(z)$ - turbolences intensitāte augstumā z
- $q_p(z)$ - vēja pīķa ārtuma spiediens augstumā z

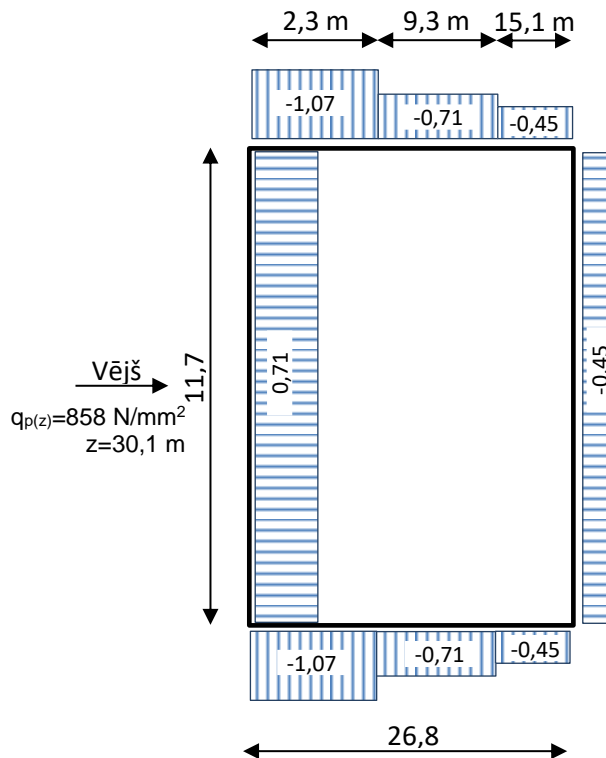
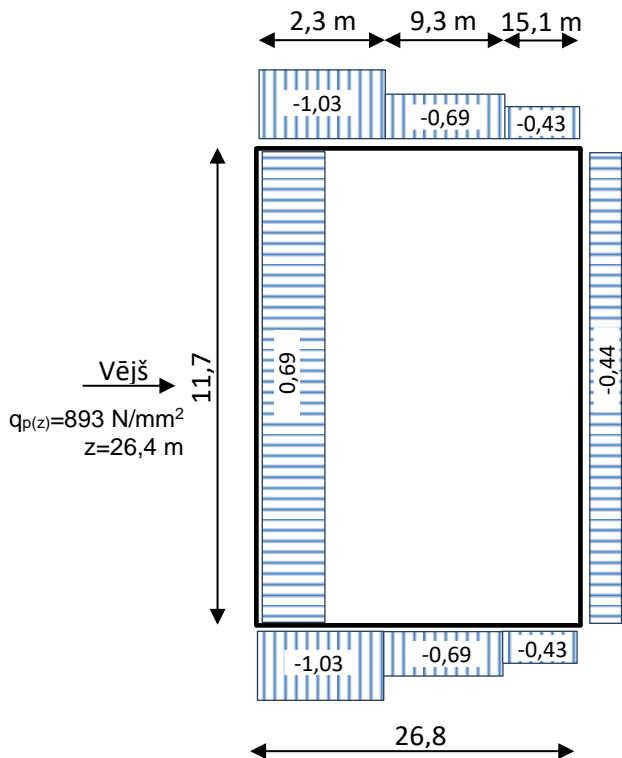
Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



Ēkas izmēri

d	26,8 m	platums vēja virzienā
b	11,68 m	platums perpendikulāri vējam
h	30 m	ēkas augstums

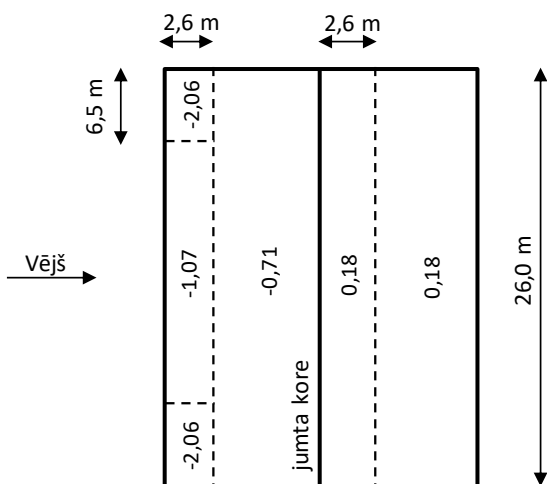




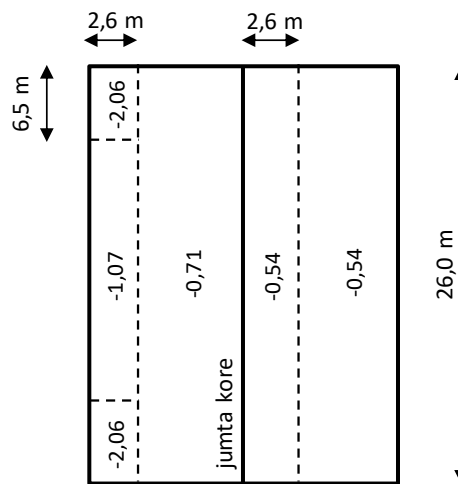
1.4.3. Vēja slodzes aprēķins uz divslīpņu jumtu pēc LVS EN 1991-1-4, sadaļas 7.2.5

$q_p(z)$	893 N/m ²	Vēja piķa ārtuma spiediens augstumā z
d	11,68 m	jumta izmērs perpendikulāri korei
b	26 m	jumta izmērs kores virzienā
h	30,1 m	ēkas augstums
α	-5 °	jumta slīpums

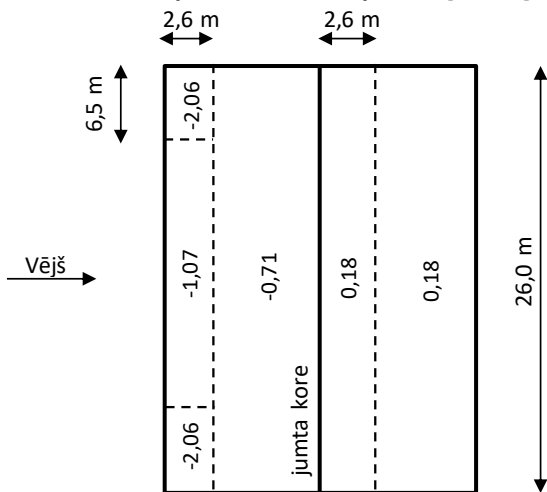
Vēja iedarbes situācija Nr. 1 [kN/m²]



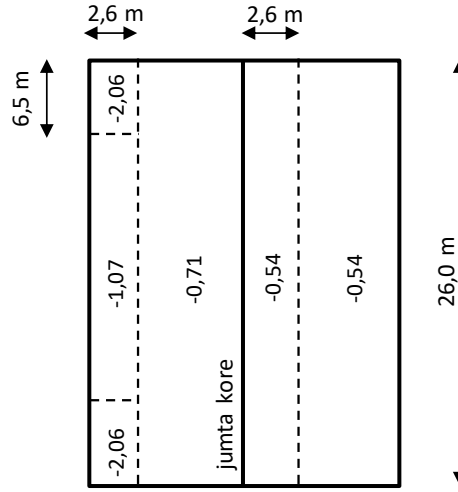
Vēja iedarbes situācija Nr. 2 [kN/m²]



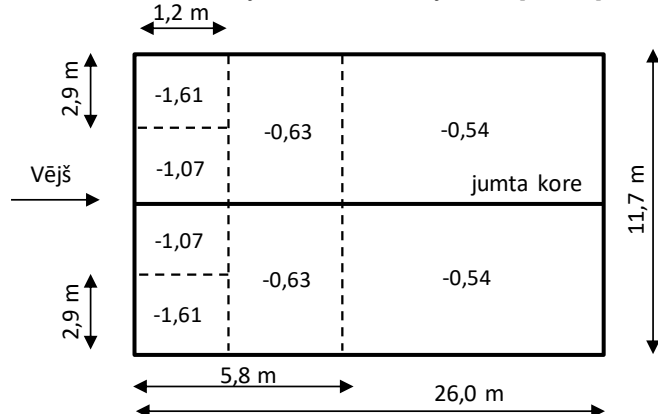
Vēja iedarbes situācija Nr. 3 [kN/m²]



Vēja iedarbes situācija Nr. 4 [kN/m²]



Vēja iedarbes situācija Nr. 5 [kN/m²]





2. Slodžu kombinācijas

Tabula 1

Pielietotie slodžu daļējie un kombināciju koeficienti

Slodze/ iedarbe	Apzīmējums	Slodžu daļējie un kombināciju koeficienti			
		γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Pašsvars	G	1,35			
Vējš	Wy, Wx	1,5	0,6	0,2	0
Sniegs	SN	1,5	0,7	0,5	0,2
Lietderīgā slodze, starpsienas	Q	1,5	0,7	0,5	0,3

Slodžu daļējie un kombināciju koeficienti atbilstoši LVS EN 1990:2003/NA:2015

Tabula 2

Slodžu kombināciju tabula

Nr.	Tips	Kombinācijas apraksts	Piezīmes
1	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(+)$	
2	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(-)$	
3	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(+)$	
4	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(-)$	
5	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(+)$ + $1,05 \cdot (Q + SN)$	
6	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(-)$ + $1,05 \cdot (Q + SN)$	
7	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(+)$ + $1,05 \cdot (Q + SN)$	
8	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(-)$ + $1,05 \cdot (Q + SN)$	
9	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q + 1,05 \cdot SN + 0,9 \cdot W_y(+)$	
10	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q + 1,05 \cdot SN + 0,9 \cdot W_y(-)$	
11	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q + 1,05 \cdot SN + 0,9 \cdot W_y(+)$	
12	ULS	$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q + 1,05 \cdot SN + 0,9 \cdot W_y(-)$	
13	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(+)$	Izmantot tikai paneļu šuvju bīdes spēku aprēķinā
14	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_y(-)$	Izmantot tikai paneļu šuvju bīdes spēku aprēķinā
15	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(+)$	Izmantot tikai paneļu šuvju bīdes spēku aprēķinā
16	ULS	$1,0 \cdot G + 1,5 \cdot W_x(-)$	Izmantot tikai paneļu šuvju bīdes spēku aprēķinā

Piezīmes:

- 1) Slodžu kombinācijas paredzētas, lai pārbaudītu ēkas vertikālo konstrukciju nestspēju. Lietojamības (SLS) slodžu kombinācijas netiek apskatītas, jo ēka kopumā ir ar lielu stingumu, ēkas horizontālie pārvietojumi/ deformācijas ir relatīvi niecīgas.
- 2) Pārsegumu plātņu aprēķins tiek veikts atsevišķi, pielietojot attiecīgajam pārsegumam paredzētās slodzes un kombinācijas.



3. Materiāli

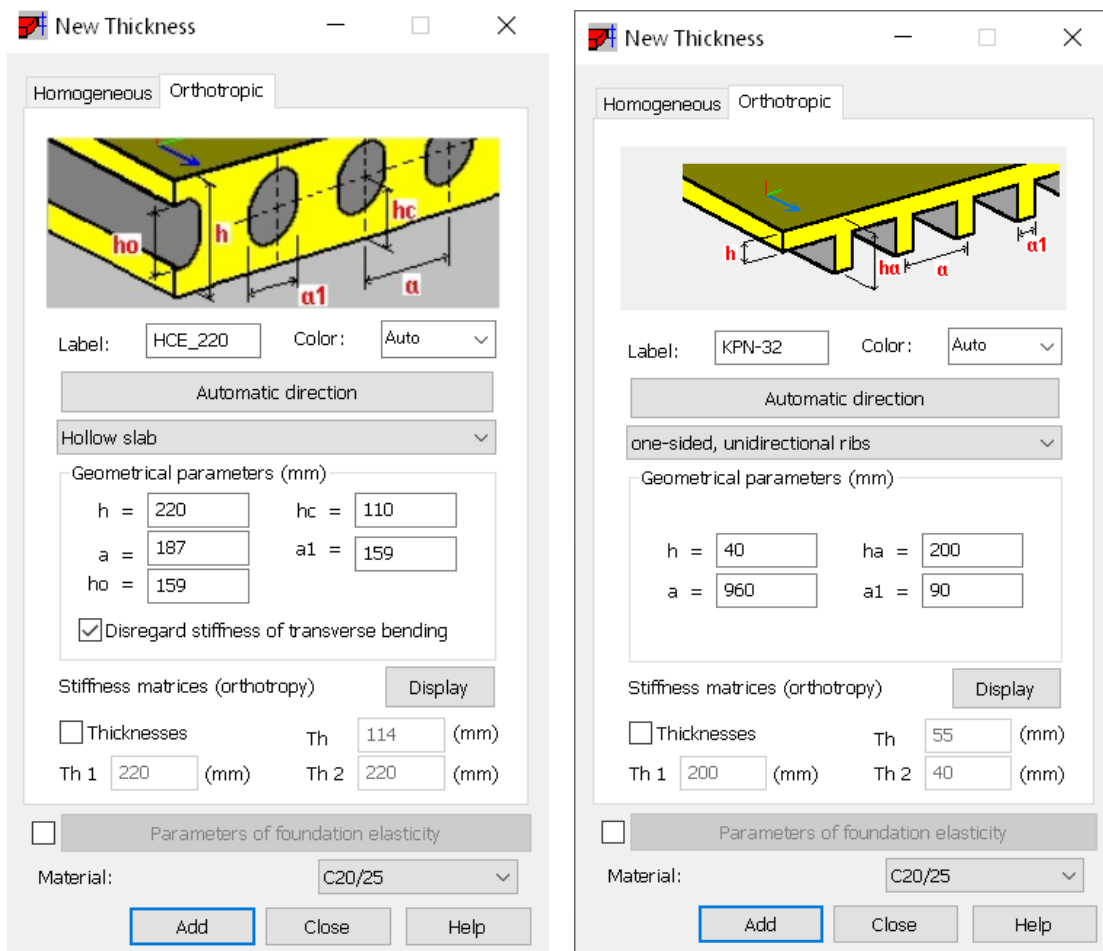
Tabula 3

Aprēķinā izmantoto materiālu mehāniskās īpašības

Konstrukcijas nosaukums	Bļivums, kg/m ³	Raksturīgā spiedes stiprība/klase	Elastības modulis, MPa	Bīdes modulis, MPa	Puasona koef.
Gāzbetona sienu paneli starp logiem	700	3,5 MPa	3500	1400	0,25
Keramzītbetona ārsienu paneli	1000	5,0 MPa	5000	2000	0,25
Kāpnes, jumta konstrukciju balstošie bēniņu sienu paneli, monolītās kāpņu telpu sienas	2500	marka M200 jeb C12/15	27000	11250,0	0,20
Betona iekšsienu paneli, kāpņu laukumi	2500	marka M250 jeb C16/20	29000	12083,3	0,20
Pārseguma dobās plātnes, jumta ribotās plātnes, tehniskā stāva sienas ar konsolēm	2500	marka M300 jeb C20/25	30000	12500,0	0,20
Pārseguma sijas virs tehniskā stāva, kolonnas	2500	marka M400 jeb C25/30	31000	12916,7	0,20

Betona spiedes stiprības pāreja no markas uz spiedes stiprības klasi veikta vadoties pēc GOST 26633-91 dotām vidējās spiedes vērtībām un B klasēm, tās salīdzinot ar EN 1992-1-1 dotajām betona C klasēm.

Visiem materiāliem lineāri elastīgas materiālu īpašības. Sienu elementi pieņemti kā homogēni un izotropi elementi. Pārseguma dobās plātnes un jumta ribotās plātnes definēti kā otrotropi elementi, kam stinguma matrica tiek aprēķināta automātiski atkarībā no ievadītajiem ģeometriskajiem raksturlielumiem.



1.att. Pārseguma un jumta plātņu definēšana programmā



4. Ēkas konstruktīvā shēma un aprēķina pieņēmumi

- Pastāv 2 dažādi 467A sērijas konstruktīvie varianti – 1) ar kolonām un sijām līdz augstuma atzīmei +5,30, kam tālāk seko no paneļiem veidots tehniskais stāvs, astoņi virszemes stāvi un vēl viens tehniskais stāvs 2) tikai paneļu konstrukcija ar deviņiem virszemes stāviem, tehnisko stāvu un pagrabstāvu. Aprēķins veikts ēkai ar kolonām un sijām par cik šāds konstruktīvais variants ir šķietami mazāk noturīgs pret horizontālajām slodzēm.
- Ēkas aprēķins tiek veikts programmā Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021. Aprēķins veikts definējot sienas un pārsegumus kā 2D elementus (shell) ar galīgo elementu nominālajiem izmēriem 0,3x0,3 m, kolonnas un sijas definējot kā 1D elementus (bars).
- Ēkas telpisko noturību nodrošina ēkas sienu un pārsegumu kā diafragmas kopdarbība, kā arī monolitās kāpņu telpas sienas konstrukcijas līdz atzīmei +5,30.
- Kolonnas definētas ar locīklām tās galos, t.i. kolonnas neiesaistās telpiskās noturības nodrošināšanā.
- Keramzībetona ārsienu paneļi ir pašnesoši, kas vienlaikus piedalās ēkas telpiskās noturības nodrošināšanā.
- Dobām pārseguma plātnēm tiek definēts, ka neeksistē šķērsvirziena lieces stingums, tādā veidā, slodze tiek nodota tikai uz sienām plātņu galos, nevis sānos (piemēram, uz keramzīta paneļiem).
- Par cik ēkai izmantota saliekamā dzelzsbetona konstrukcijas (galvenokārt), tas savienojumi starp visiem gatavajiem elementiem pieņemti kā lineāras locīklas.
- Ēkas gala sienās, kuras veido gan dzelzsbetona paneļi 150 mm biezumā un keramzībetona paneļi 300 mm biezumā, programmā definēti tikai dzelzsbetona paneļi, kam pielikta keramzībetona paneļu slodze.
- Logi definēti ar *cladding* elementiem, t.i. bez stinguma, nepieciešami vēja slodžu pārdalīšanai.
- Iekšējo sienu paneļu savstarpējie savienojumi ir realizēti ar metināšanu un betona šuves aizpildīšanu, līdz ar tie aprēķinā netiek pieļauta paneļu savstarpēja nobīde.
- Iekšējo un ārējo sienu paneļu savienojumi realizēti ar tērauda A-I d12 skavām paneļu stūros un betona šuves aizpildīšanu. Šādam savienojumam iespējama nobīde bīdes spēku ietekmē. Savienojumu bīdes stingums aprēķināts par pamatu ņemot savienojumu padevības koeficientus pēc grāmatas *Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов. Москва 1966* [1.].

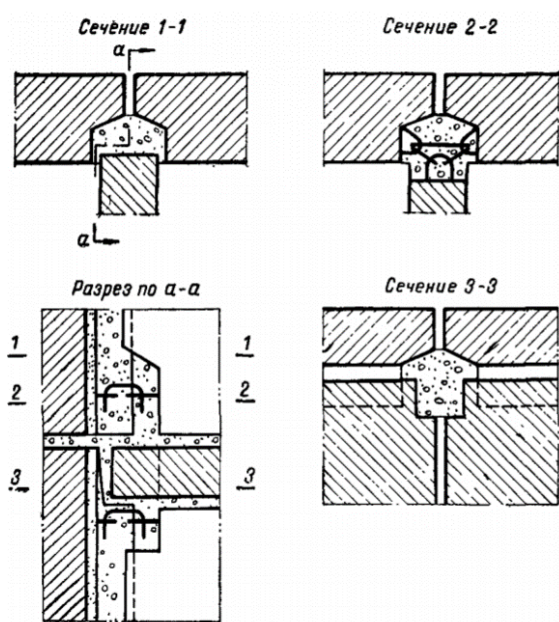


Рис. II.1. Схема стыка типа I

Таблица 11

Предельно допустимые усилия сдвига в связях, соединяющих панели внутренней и наружной стены, и коэффициенты податливости

Тип стыка	Характеристика конструкции стыкового соединения	Марка бетона замоноличивания	Диаметр соединительных стержней в мм	Коэффициент податливости $\times 10^{-5}$ см/кг	Предельно допустимые усилия на один этаж в т
I	Стык панелей с уступом во внутренней стене и перекрытием, заведенным в наружные стены (рис. II.1)	200	Независимо от диаметра стержней, но при марке раствора горизонтального шва не менее 75	0,63	16,0
II	Стык панелей с уступом во внутренней стене и перекрытием, не заведенным в наружные стены (рис. II.2)	200	10	1,0	10,0
		200	12	0,83	12,0
III	Замоноличенный стык панелей без шпонок (рис. II.3)	200	8	2,5	4,0
		200	10	2,0	5,0
		200	12	1,7	6,0

2.att. Ārsienu- iekšsienu paneļu šuves padevība un nestspēja [1.]



Šķērssiēnas - ārsienas šuves bīdes stingums

λ_1	0,000063 cm/kg	savienojuma padevība
n	2 gab	savienojumu skaits uz sāvu/ paneli
λ	3,15E-06 cm/kg	savienojumu kopējā padevība
k	317 460 kg/cm	savienojumu kopējais stingums
	311 322 kN/m	
H	2,8 m	stāva/ paneļa augstums
K_x	111 187 kN/m/m	visas savienojuma šuves stingums

Таблица 12

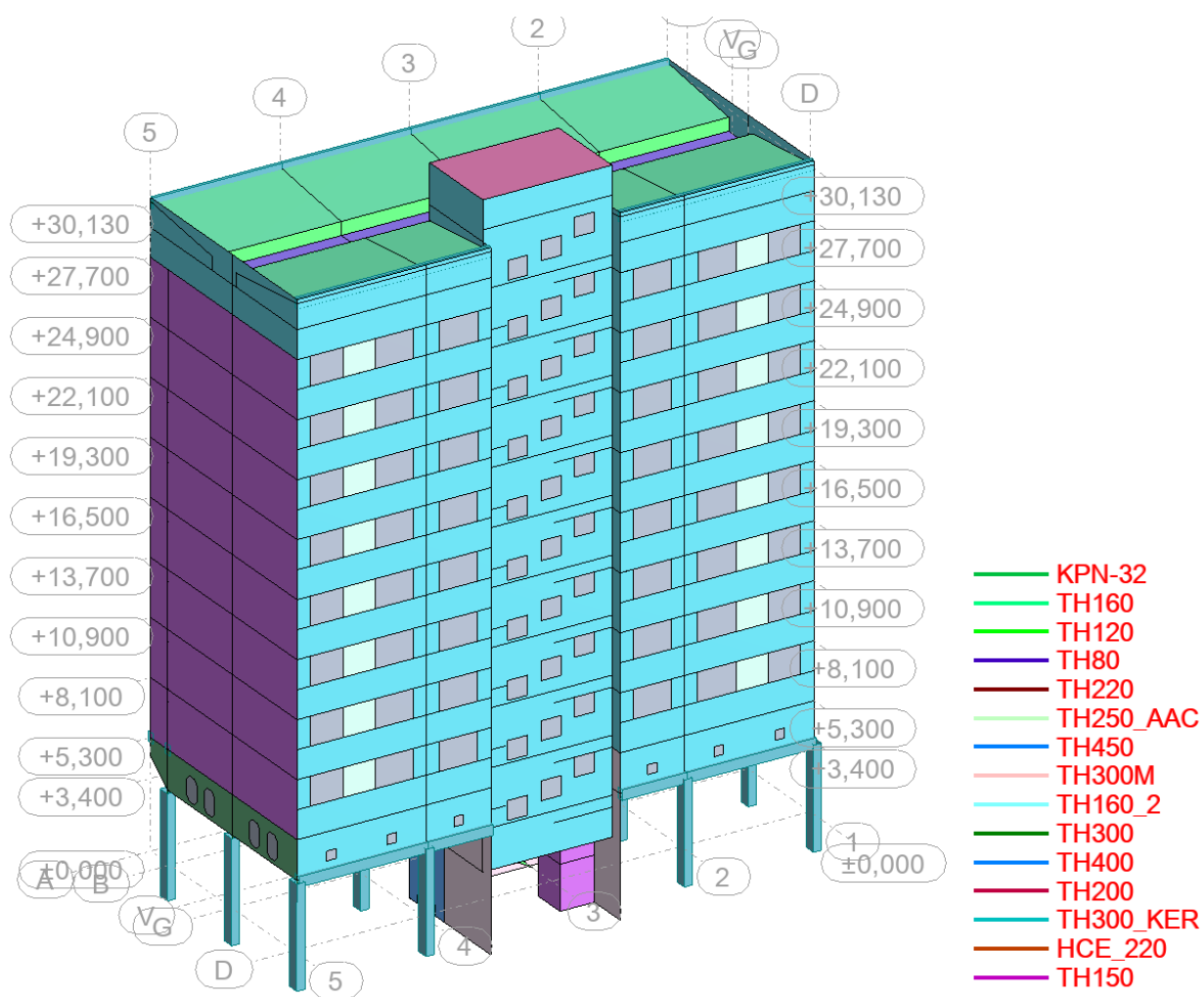
Предельно допустимые усилия сдвига в связях, соединяющих панели наружной стены между собой, и коэффициенты податливости

Марка бето-на панели	Марка бето-на замоноли-чивания	Диаметр сое-динительных стержней в мм	Коэффициент податливости $\times 10^{-5}$ см/кг	Предельно допустимые усилия на один этаж в т
200 и вы-ше	Тяжелый бетон мар-ки 200	8	2,1	4,8
		10	1,7	6,0
		12	1,4	7,2
150 и ниже	То же	8	2,5	4,0
		10	2,0	5,0
		12	1,7	6,0

3.att.Ārsienų paneļu savstarpējas šuves padevība un nestspēja [1.]

Ārsienas - ārsienas šuves bīdes stingums

λ_1	0,00002 cm/kg	savienojuma padevība
n	2 gab	savienojumu skaits uz sāvu/ paneli
λ	0,00001 cm/kg	savienojumu kopējā padevība
k	100 000 kg/cm	savienojumu kopējais stingums
	98 067 kN/m	
H	1,4 m	stāva/ paneļa augstums
K_x	70 048 kN/m/m	visas savienojuma šuves stingums
H	2,8 m	stāva/ paneļa augstums
K_x	35 024 kN/m/m	visas savienojuma šuves stingums



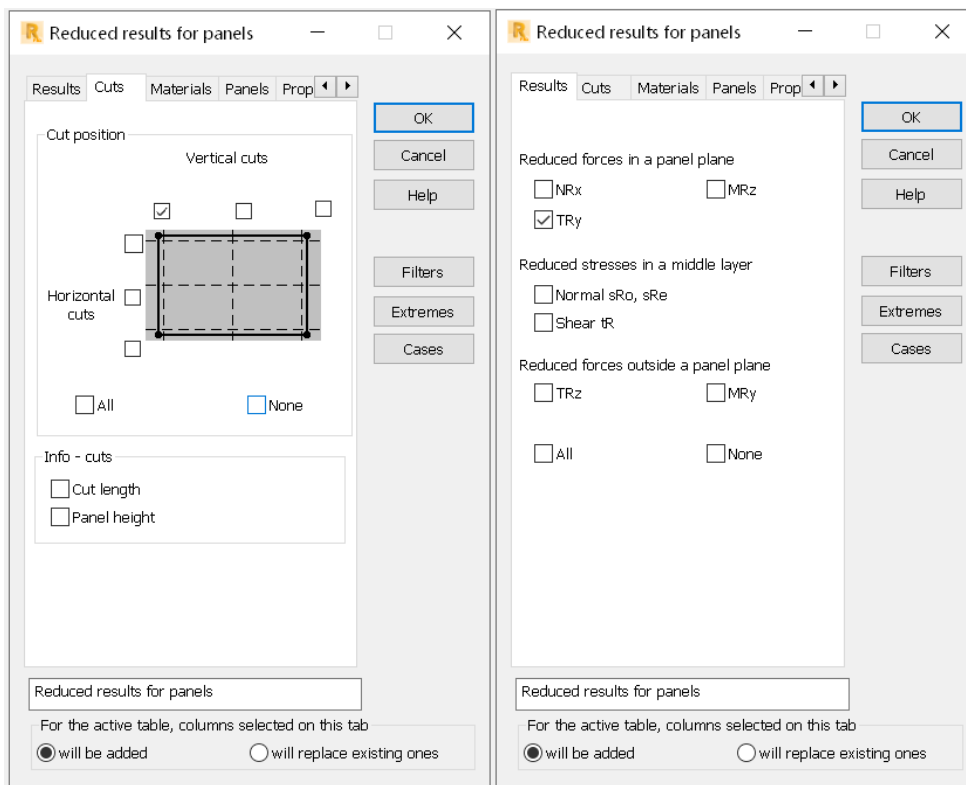
4.att. Ēkas aprēķina modelis



5. Sienu paneļu vertikālo šuvju aprēķina rezultāti

5.1. Vispārīgā informācija

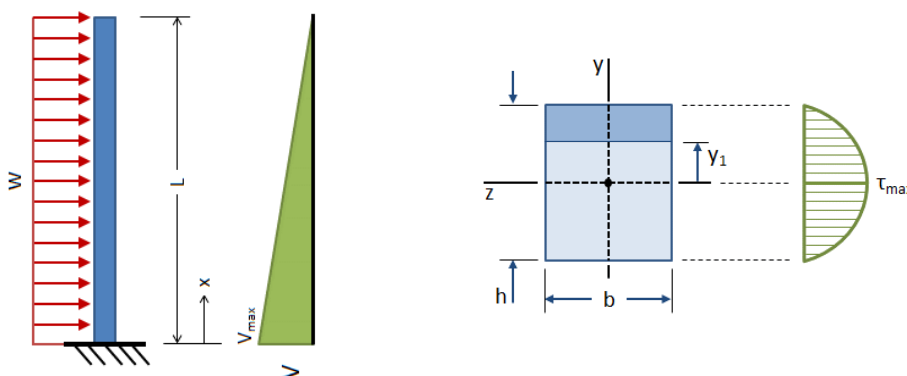
Summārie bīdes spēki katrā no paneļu šuvēm tiek noteikti izmantojot aprēķina programmā iestrādāto iekšējo piepūļu integrēšanu gar paneļu malām (*Reduced results for panels*).



5.att. Bīdes spēku noteikšanas parametri programmā

Bīdes spēki šuvēs tiek noteikti pie tikai pie aprēķina vēja slodzēm, skatīt detalizētāk turpmākajās lapās.

Simboliski apskatot ēku kopumā kā balstā iespīlētu kolonnu (vertikāla konsole) ar taisnstūra šķērs griezumu, sagaidāms, ka no horizontālās slodzes lielākie bīdes spēki veidosies ēkas lejasdaļas centrālajās šuvēs, ārējo savienojumu šuvēm/ mezgliem paliekot mazāk noslogotiem (6. attēls). Šāds pieņēmums kopumā apstiprinās arī aprēķinātajos ēkas paneļu šuvju bīdes spēkos.



6.att. Hipotētiskais bīdes spēku sadalījums pa ēkas augstumu un bīdes spriegumi šķērs griezumā

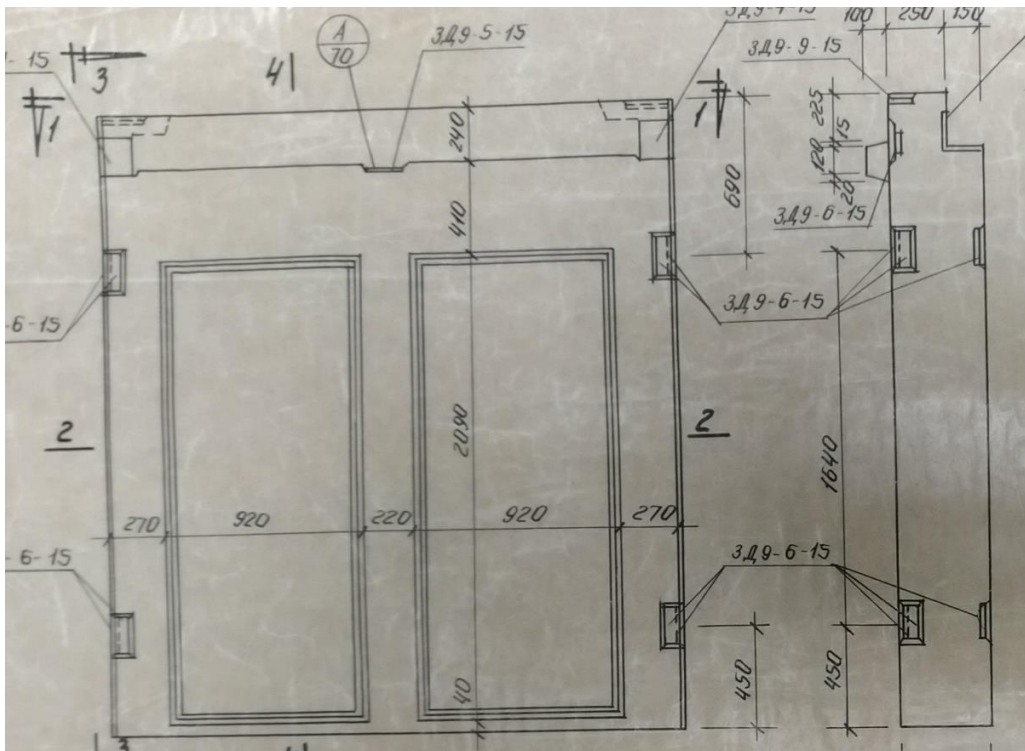


5.2. Aprēķina rezultāti

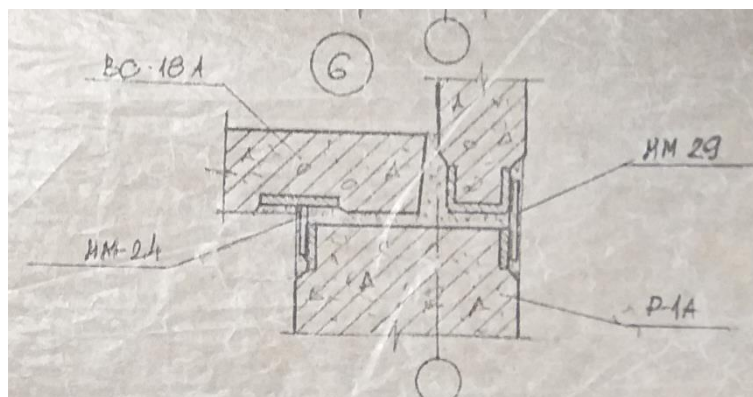
Lielākais bīdes spēks vienā iekšējo dzelzsbetona paneļu savienojuma šuvē ir 139,54 kN (skatīt griezumu S24 turpmākajās lapās), kas konstatēts savienojumā starp gaiteņa telpas paneli ar dzīvokļa sienu paneļiem. Izdalot šo spēku ar metinājuma šuvju skaitu 4 gab. (2 gab. paneļa augšā, 2 gab. paneļa apakšā) var pieņemt, ka uz vienu metinājuma šuvi darbojas ekscentrisks bīdes spēks 38,88 kN. Rasējumos norādīts, ka visu metinājuma šuvju augstums ir 6 mm, metinot pa visu kontaktvirsmas garumu.

Konkrētās metinājuma šuves nav apsektas dabā, bet apsekošanas laikā (sk. Ziņojuma pielikumu Nr.11) konstatēts, ka viena pagraba paneļu savienojuma metinājuma šuve ir sametināta tikai no viena sāna nevis pa perimetru, līdz ar to aprēķinā arī tiek pieņemts šāds variants, kas ir iespējami sliktākais. Ekscentritāte jeb attālums starp divu paneļu šuvēm tiek pieņemts kā 100 mm. Šādā situācijā metinājuma šuves būtu noslogotas pa 94%.

Lielākais bīdes spēks starp ārsienas (keramzībetona) un iekšsienas (dzelzsbetona) paneli konstatēts 47,73 kN apmērā. Saskaņā ar lielpaneļu ēkas projektēšanas norādījumiem (2. attēls) šādas šuves nestspēja ir 16 tonnas jeb ~160 kN. Līdz ar to var secināt, ka ārsienas paneļu savienojuma šuves nav noslogotas vairāk par 30%.



6.att. Gaiteņa telpas atdalošais sienas panelis ar uzrādītām ieliekamo detaļu vietām



7.att. Gaiteņa telpas atdalošā paneļa savienojums ar dzīvokļu starpsienām

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



IZEJAS DATI

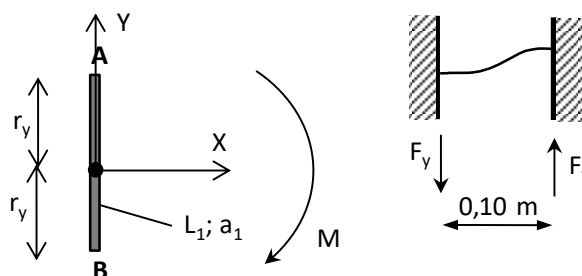
$L_{1,eff}$	88 mm
a_1	6 mm
Šuves tips	Kakta šuve
Tērauds	S 235
M	1,74425 kNm
F_x	0 kN
F_y	34,885 kN

FORMA

$$= L_1 - 2a_1$$

$$= 0,10 * F_y / 2$$

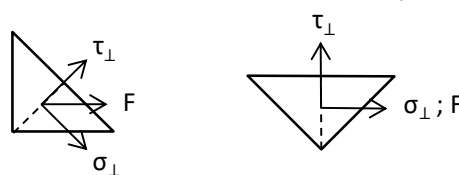
$$= (139,54 / 4)$$



METINĀJUMA PARAMETRI

A_1	528 mm ²
\bar{Y}	44,0 mm
\bar{X}	0,0 mm
I_P	34,1 cm ⁴
r_Y	44,0 mm

SPRIEGUMA KOMPONENTES METINĀJUMA ŠĶĒRSGRIEZUMĀ:



Kakta šuvei

Saduršuvei

SPRIEGUMI PUNKTOS (MPa):

	A	B
$T_{\perp}(XM)$	159,3	159,3
$\sigma_{\perp}(XM)$	159,3	159,3
$T_{\perp}(X)$	0,0	0,0
$\sigma_{\perp}(X)$	0,0	0,0
$T_{\parallel}(Y)$	66,1	66,1
σ_{\perp}	159,3	159,3
σ_{eq}	338,5	338,5

Pieļaujамie Noslodze

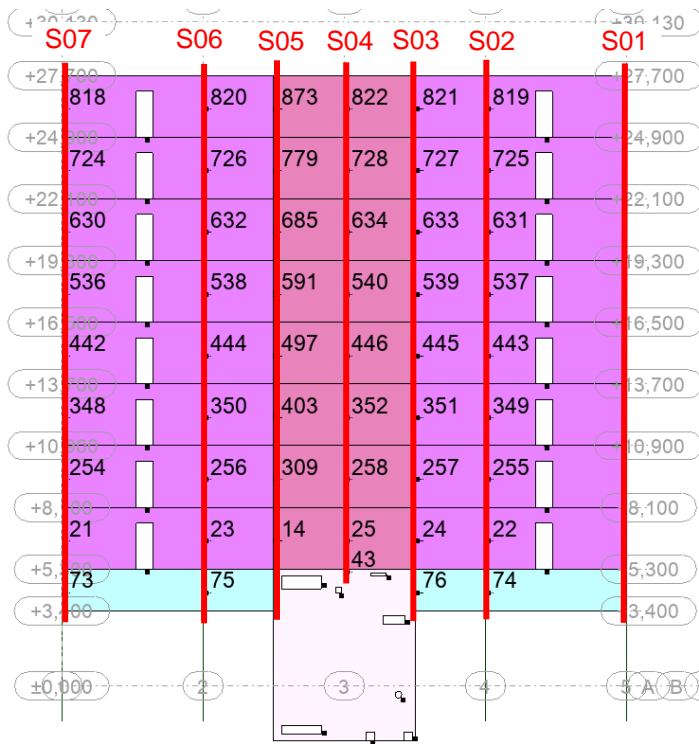
259,2	0,61	OK
360,0	0,94	OK

EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)

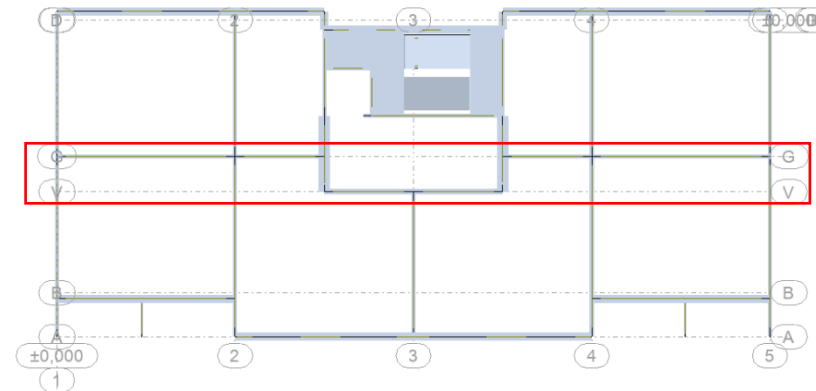
EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



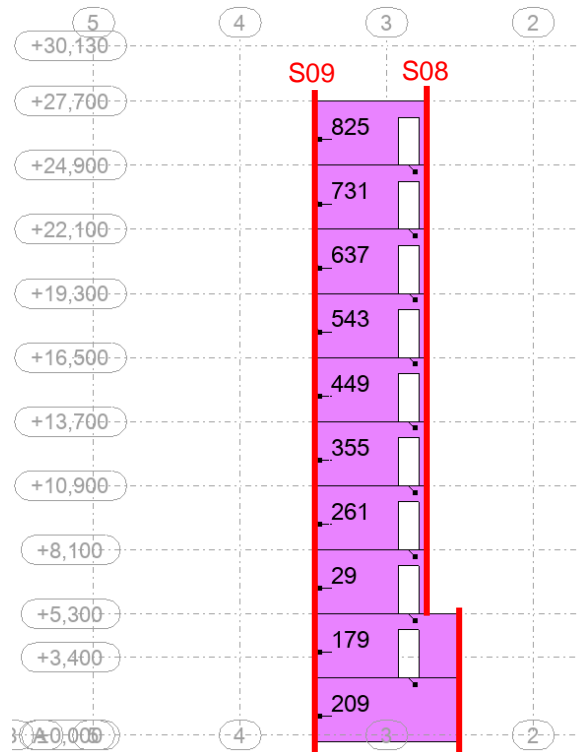
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs asīs 1-5/V-G



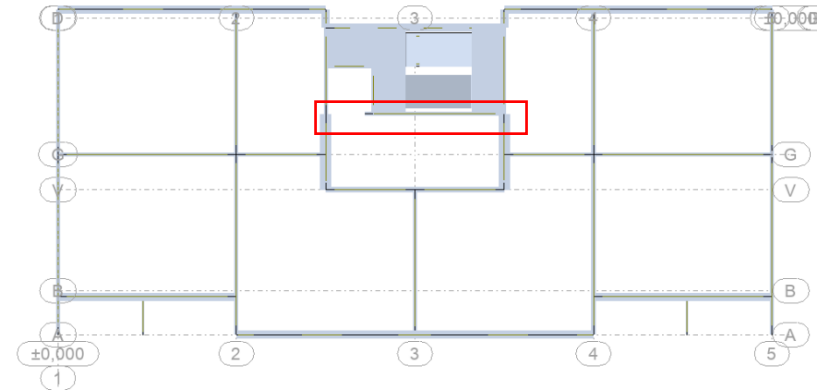
S01		S02				S03				S04				S05				S06				S07	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)		
74	30,31	74	0,81	76	31,75			76	43,66					75	42,64			73	3,38	75	31,88	21	34,02
22	35,02	22	38,77	24	48,22	25	35,37	24	47,67	14	39,82	25	42,42	23	59,55	14	24,53	21	37,23	23	50,82	73	31,06
255	31,49	255	38,58	257	44,17	258	27,26	257	45,17	309	32,69	258	33,98	256	54,85	309	29,32	254	37,13	256	46,13	254	30,34
349	26,88	349	33,4	351	37,49	352	25,18	351	40,66	403	26,93	352	27,76	350	47,89	403	25,7	348	32,81	350	39,76	348	25,87
443	22,61	443	28,44	445	31,32	446	22,15	445	35,17	497	22,5	446	23,14	444	41,03	497	22,45	442	28,25	444	33,68	442	21,77
537	18,83	537	23,75	539	25,74	540	18,62	539	29,05	591	18,29	540	18,7	538	34,2	591	19	536	23,74	538	28,06	536	18,08
631	15,28	631	19,22	633	20,5	634	14,86	633	22,98	685	13,72	634	14,86	632	27,95	685	15,39	630	19,19	632	22,78	630	14,54
725	11,45	725	14,53	727	15,21	728	11,02	727	17,24	779	8,5	728	11,02	726	21,7	779	11,78	724	14,27	726	17,51	724	10,61
819	7,1	819	7,35	821	9,07	822	8,6	821	12,93	873	3,1	822	8,6	820	14,23	873	9,8	818	8,03	820	10,22	818	6,06

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



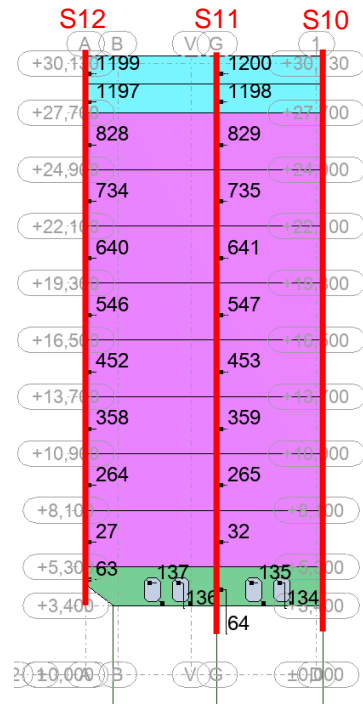
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes sienu vertikālajās šuvēs asīs 2-4/G-D



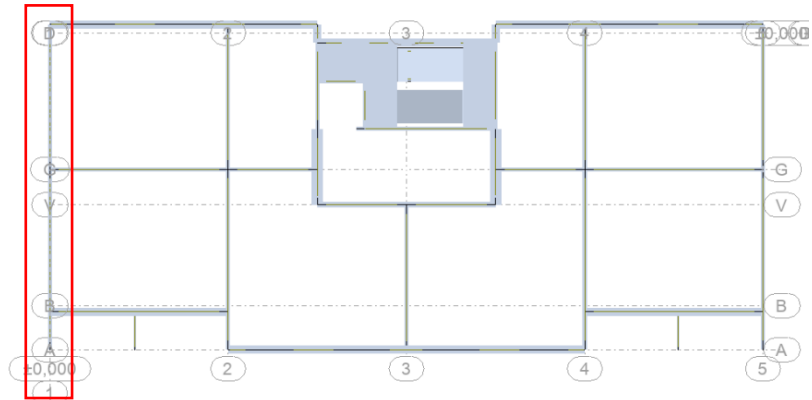
S08		S09	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
29	4,84	29	34,96
179	27,09	179	52,94
209	71,17	209	50,44
261	0,63	261	27,61
355	0,4	355	21,58
449	0,43	449	19,36
543	0,48	543	20,1
637	0,4	637	20,71
731	0,35	731	22,42
825	1,58	825	20,56

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



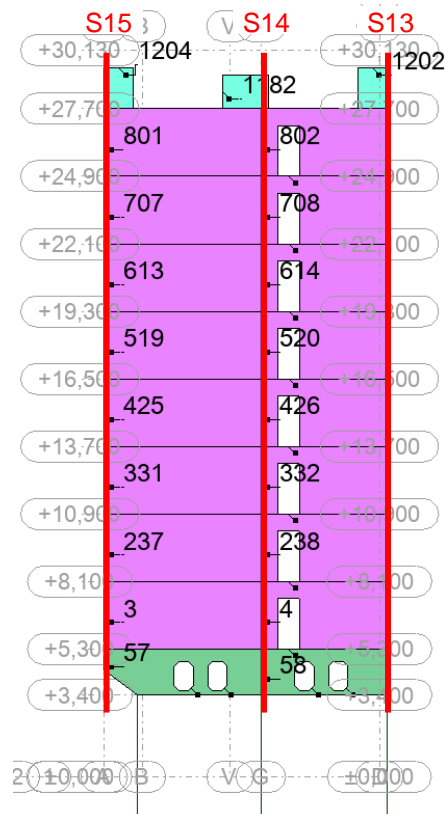
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs asīs 1/A-D



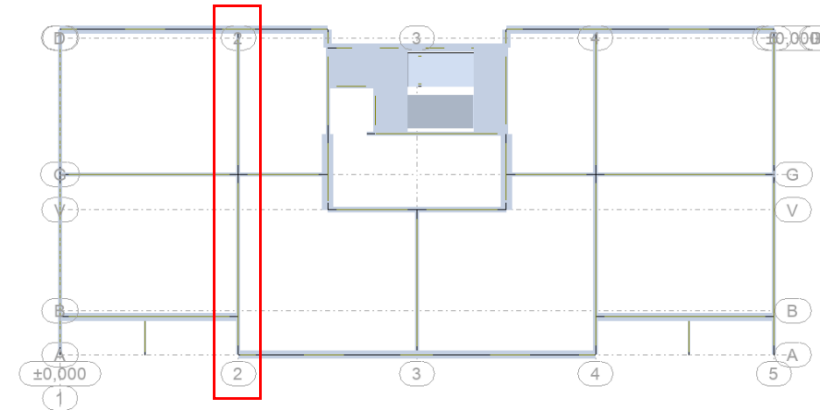
S10		S11				S12	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
32	42,56	32	13,31	27	27,86	27	5,4
265	20,9	265	32,73	264	58,73	264	2,19
359	13,98	359	49,45	358	71,31	358	1,63
453	12,11	453	54,07	452	73,33	452	1,14
547	11,45	547	50,82	546	68,55	546	0,71
641	10,68	641	38,38	640	54,23	640	0,38
735	9,6	735	23,25	734	35,99	734	0,2
829	8,68	829	11,67	828	21,26	828	0,68
1198	2,49	1198	1,65	1197	0,58	1197	2,09
1200	1,82	1200	0,83	1199	0,57	1199	1,06

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



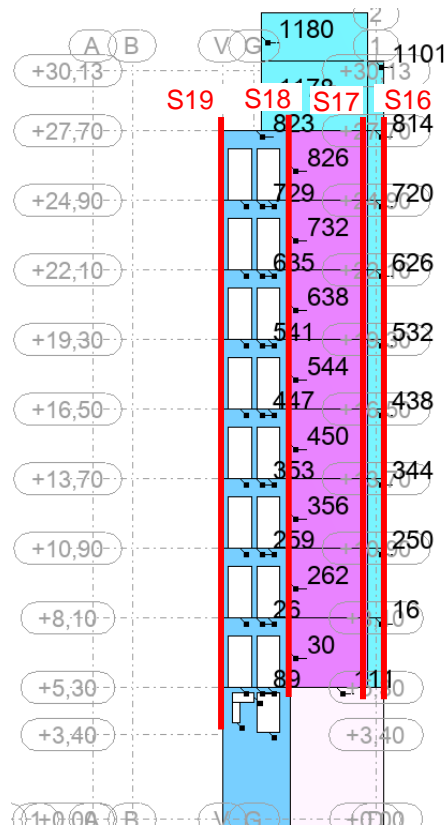
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs asīs 2/A-D



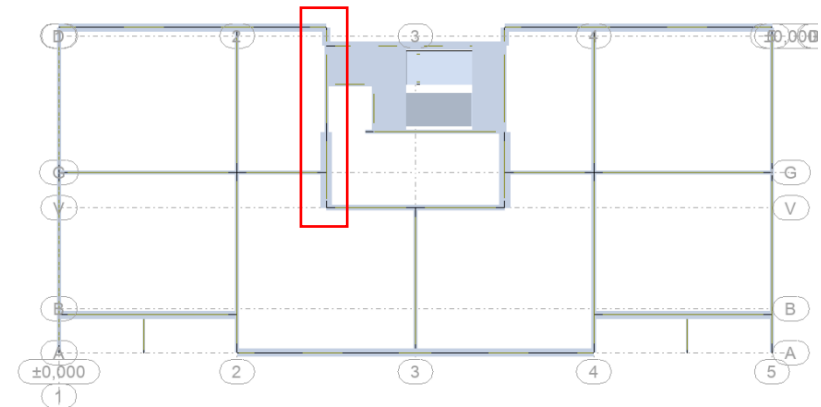
S13		S14				S15	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
4	47,73	4	23,45	4	23,45	3	12,66
238	29,7	238	35,11	238	35,11	237	5,66
332	19,57	332	37,55	332	37,55	331	9,31
426	13,9	426	36,25	426	36,25	425	10,7
520	10,32	520	33,62	520	33,62	519	11,06
614	7,51	614	26,97	614	26,97	613	9,3
708	4,89	708	19,82	708	19,82	707	7,41
802	1,96	802	12,25	802	12,25	801	6,86

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs asīs 2-3/V-D

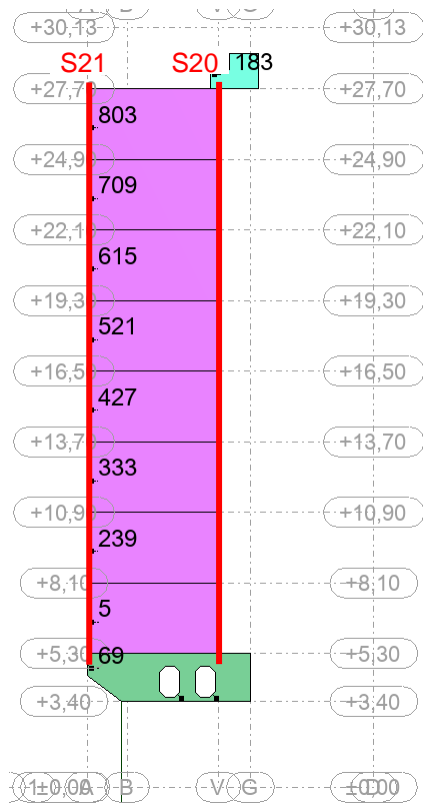


S16		S17			S18			S19			
Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)		
16	22,64	16	40,75	30	71	30	124,02	26	104,89	26	17,09
250	8,15	250	14,25	262	21,17	262	89,86	259	102,83	259	25,84
344	4,09	344	6,89	356	11,78	356	70,74	353	84,08	353	23,68
438	1,71	438	3,71	450	8,44	450	62,82	447	73,47	447	20,99
532	3,08	532	1,99	544	6,61	544	57,18	541	65,57	541	17,94
626	4,27	626	2,5	638	4,35	638	49,8	635	56,78	635	15,74
720	5,38	720	4,19	732	2,43	732	41,71	729	47,46	729	15,25
814	6,85	814	7,73	826	2,99	826	35,96	823	45,51	823	33,98

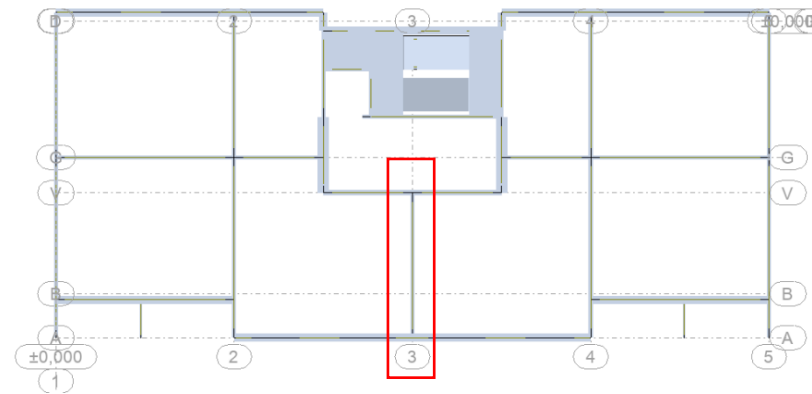


Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



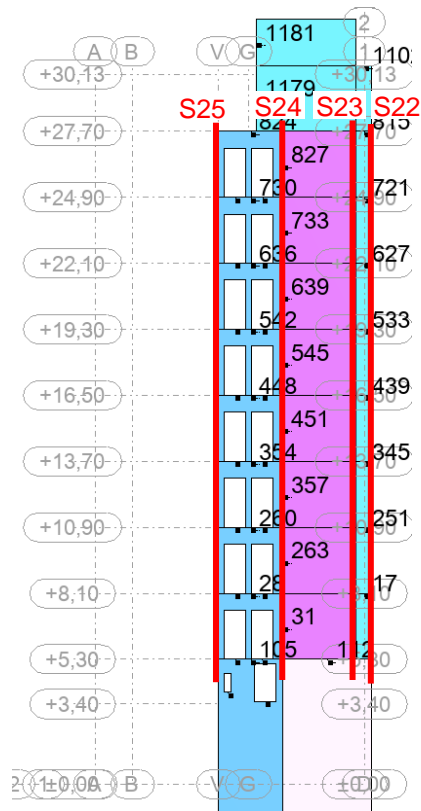
**Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs assis 3/A-V**



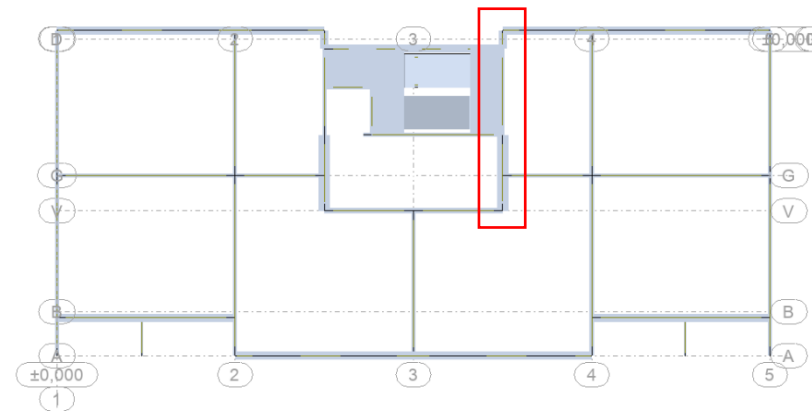
S20		S21	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
5	83,59	5	0,44
239	84,13	239	5,6
333	65,12	333	7,76
427	48,39	427	7,19
521	35,14	521	5,5
615	23,95	615	3,49
709	14,99	709	1,59
803	15,62	803	0,56

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



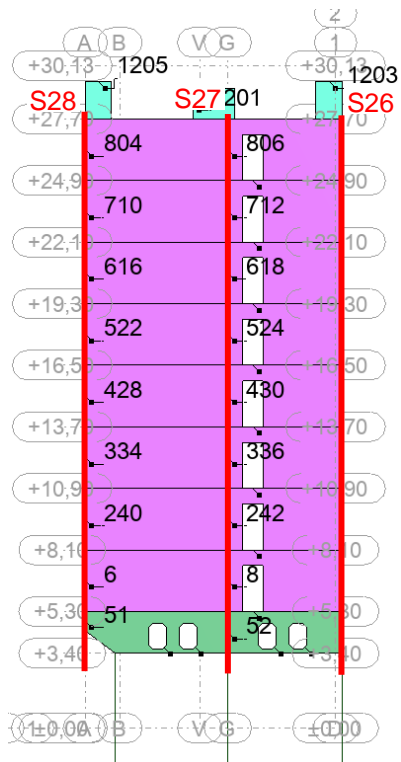
**Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šūvēs asīs 3-4/V-D**



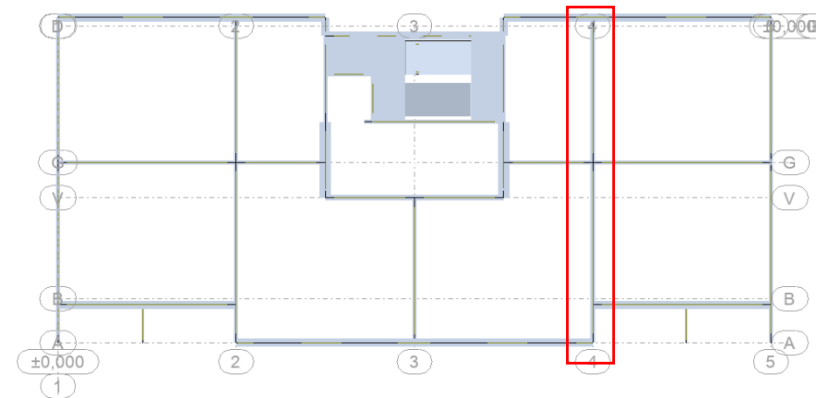
S22		S23				S24				S25	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
17	22,25	17	26,74	31	4,53	31	139,58	28	97,64	28	26,31
251	9,03	251	18,13	263	8,5	263	87,62	260	89,14	260	24,61
345	6,13	345	11,45	357	7,39	357	54,22	354	74,56	354	23,27
439	4,03	439	7,6	451	5,93	451	38,58	448	64,8	448	20,69
533	2,59	533	5,25	545	4,6	545	29,94	542	56,84	542	17,61
627	1,54	627	3,49	639	3,33	639	23,05	636	49,15	636	14,33
721	1,46	721	1,84	733	1,98	733	16,23	730	35,25	730	11,98
815	2,33	815	1,97	827	0,47	827	10,59	824	38,53	824	28,64

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



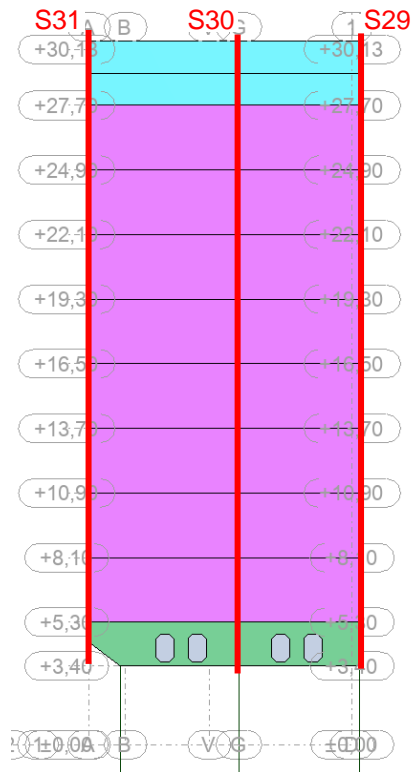
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šūvēs asīs 4/A-D



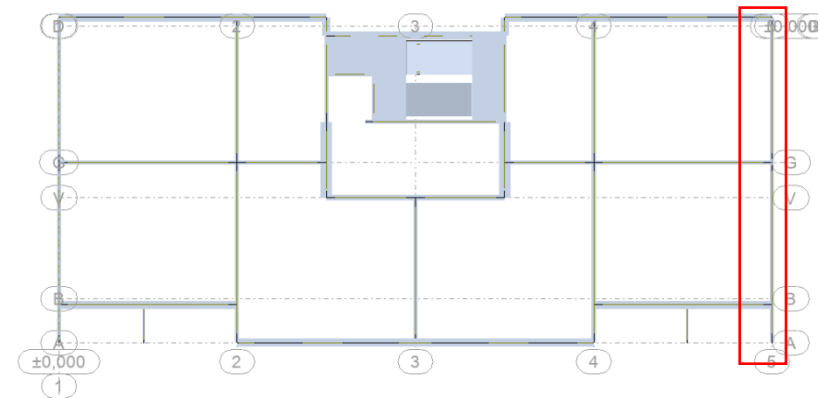
S26		S27				S28	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
8	40,48	8	19,75	6	56,15	6	16,55
242	25,85	242	30,94	240	77,59	240	5,22
336	17,79	336	34,31	334	77,69	334	4,85
430	12,86	430	33,2	428	68,21	428	5,42
524	9,48	524	29,95	522	56,25	522	5,27
618	6,87	618	25,41	616	43,87	616	4,49
712	4,48	712	20,5	710	31,96	710	3,3
806	2	806	14,96	804	18,2	804	6,15

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



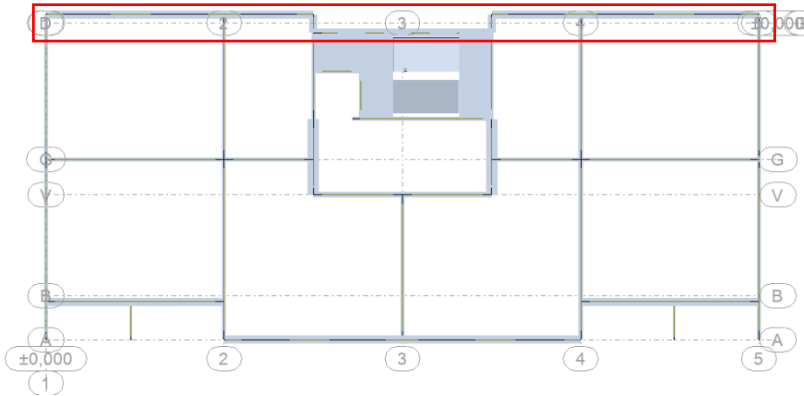
Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šuvēs asīs 5/A-D



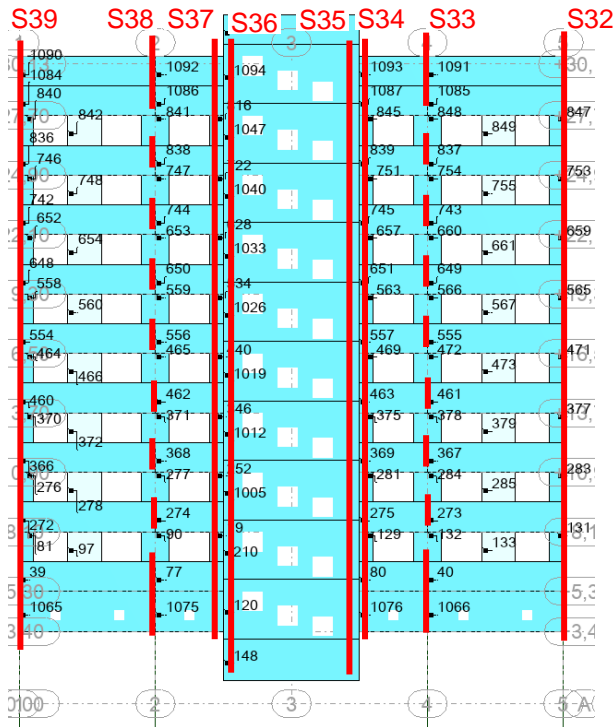
S29		S30			S31		
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
34	29,54	34	13,65	33	18,02	33	4,65
267	13,4	267	20,33	266	40,21	266	2,36
361	7,96	361	32,35	360	49,28	360	1,8
455	6,38	455	35,24	454	51,46	454	1,31
549	5,81	549	32,5	548	48,73	548	0,87
643	5,37	643	26,18	642	42,31	642	0,5
737	4,83	737	19,09	736	33,99	736	0,26
831	4,78	831	15,68	830	27,43	830	1,31
1194	1,41	1194	3,04	1193	0,95	1193	2,32
1196	0,73	1196	1,6	1195	0,98	1195	1,26

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



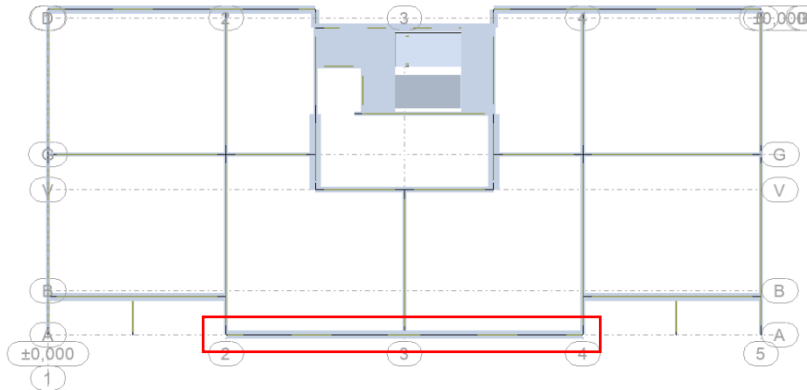
**Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šūvās asīs 1-5/D**



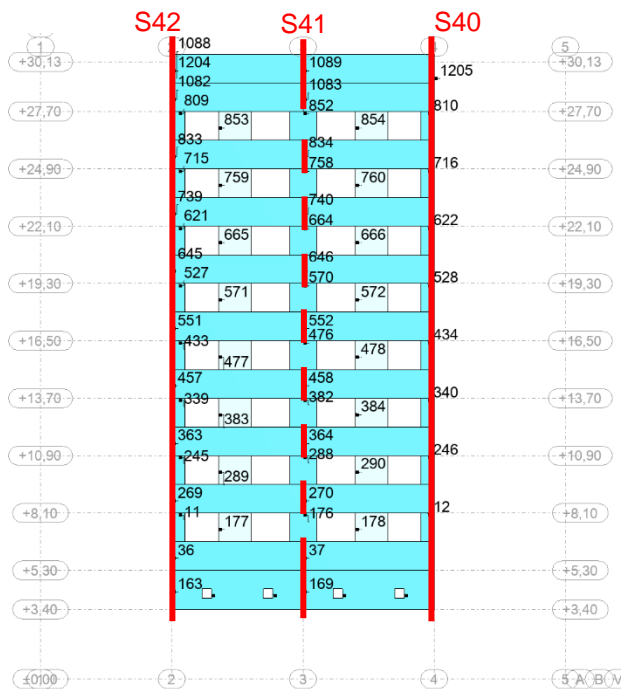
S32		S33		S34		S35		S36		S37		S38		S39					
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)				
40	12,97	40	2,65	80	23,73	80	2,54	148	9,7	148	9,7	19	5,09	77	2,86	39	18,75	39	22,15
131	14,47					129	4,53					77	2,93					81	20,54
273	6,95	273	1,11	275	9,35	275	2,86	120	10,3	120	10,64	252	2,85	274	2,06	272	7,03	272	8,36
283	8,83					281	3,37					274	2,77					276	13,59
367	4,04	367	0,75	369	7,41	369	1,97	210	5,26	210	5,26	346	1,35	368	1,29	366	5,14	366	4,75
377	7,05					375	2,29					368	1,43					370	11,31
461	3,14	461	0,64	463	5,55	463	1,28	1005	1,74	1005	2,14	440	1,12	462	0,78	460	4,59	460	3,66
471	6,17					469	1,49					462	0,63					464	10,07
555	2,81	555	0,59	557	4,03	557	0,83	1012	2,15	1012	2,9	534	1,84	556	0,41	554	4,44	554	3,25
565	5,54					563	0,93					556	0,86					558	8,94
649	2,67	649	0,56	651	2,82	651	0,51	1019	2,51	1019	3,23	628	2,34	650	0,17	648	4,32	648	3,06
659	4,97					657	0,67					650	1,19					652	7,68
743	2,49	743	0,5	745	1,83	745	0,32	1026	2,43	1026	3,25	722	2,78	744	0,4	742	3,9	742	2,77
753	4,33					751	0,95					744	1,5					746	6,47
837	2,35	837	0,41	839	0,74	839	0,55	1033	2,17	1033	3,01	816	3,1	838	0,38	836	2,49	836	2,63
847	3,65					845	1,19					838	1,92					840	5,22
1066	8,22	1066	0,55	1076	18,75	1076	1,96	1040	1,83	1040	2,56	1075	1,6	1075	0,86	1065	35,33	1065	2,69
1085	2,77	1085	0,51	1087	3,78	1087	0,78	1047	1,45	1047	2,06	1086	2,42	1086	1,07	1084	2,82	1084	3,37
1091	1,45	1091	0,34	1093	1,44	1093	0,85	1094	1,61	1094	2,16	1092	2,36	1092	1,18	1090	1,02	1090	1,27

Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



Bīdes spēki no aprēķina vēja slodzes
sienu vertikālajās šūvēs asīs 2-4/A



S40		S41		S42	
Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)
12	4,45	37	0,3	36	5,57
37	11,72				11
169	1,04	169	7,01	163	4,2
246	4,15				163
270	4,47	270	0,74	269	2,85
340	4,47				269
364	1,37	364	0,77	363	4,2
434	4,2				363
458	1,26	458	0,71	457	4,21
528	3,52				457
552	1,49	552	0,64	551	3,72
622	2,81				551
646	1,53	646	0,57	645	3,07
716	2,42				645
740	1,29	740	0,49	739	2,33
810	4,56				739
834	1,6	834	0,41	833	1,76
1083	1,36	1083	0,33	1082	0,59
1089	1,22	1089	0,59	1088	1,04



6. Sienu paneļu stiegrojuma aprēķina rezultāti

6.1. Vispārīgā informācija

Ēkas nesošajās sienās lielākoties izvietots stiegrojums $\emptyset 12$ A-I ar soli 700-1000 mm (stiegrojuma laukums 130-160 mm²/m), kamēr pēc mūsdienu projektēšanas standarta EN 1992-1-1 detalizācijas prasībām tam būtu jābūt ar soli zem 400 mm. Tāpat pēc EN 1992-1-1 sienām absolūti minimālais stiegrojuma daudzums būtu 150 mm²/m katrā sēnā (150 mm biežai sienai), ja izmantotu stiegrojumu ar $f_y=500$ MPa. Par cik sienām izmantots A-I stiegrojums, kam $f_y=235$ MPa, tas nozīmētu, ka faktiski sienām būtu jābūt ar minimālo stiegrojuma daudzumu 2,12 reizes lielāku jeb 319 mm²/m jeb izvietojuma soli 350 mm.

Aprēķinā tiek pieņemts, ka A-I stiegrojums ar betona aizsargslāni 25 mm. Aprēķins tiek veikts tikai uz nestspēju (ULS), neietverot EN 1992-1-1 detalizācijas prasības un neapskatot paneļus uz plaisāšanu SLS robežstāvoklī.

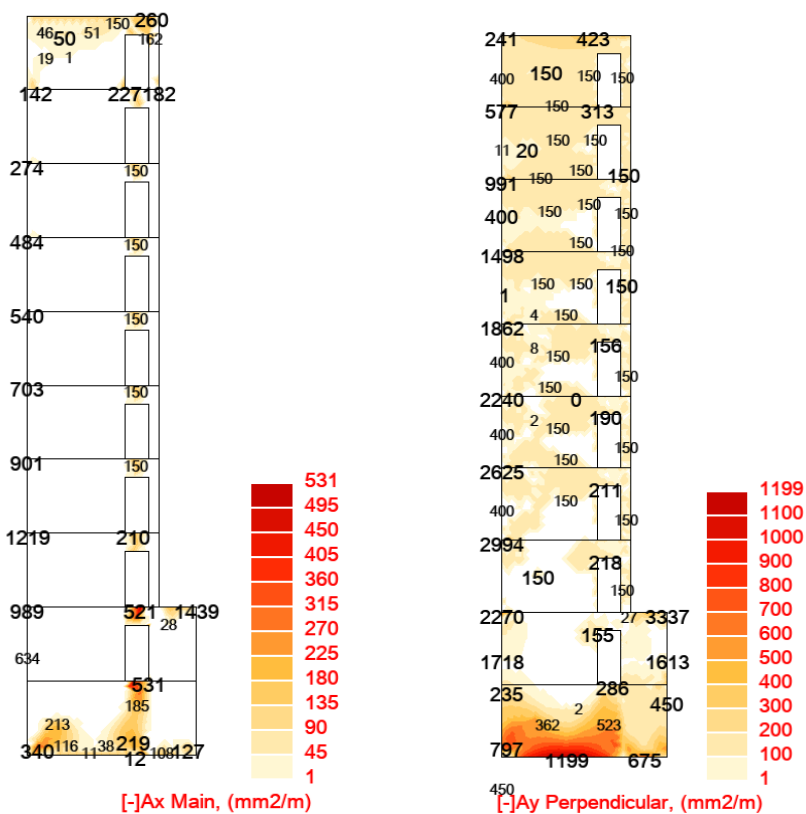
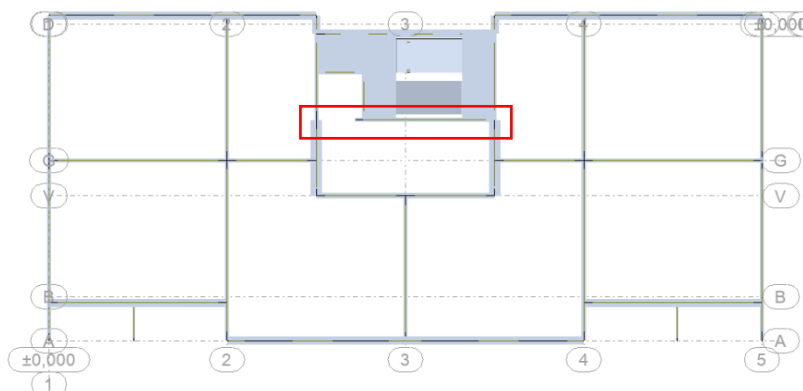
Dotie stiegrojuma aprēķina rezultāti ir informatīvi, jo:

- visi paneļi savā starpā ir savienoti ar locīklām un šādā situācijā konkrētajā aprēķinu programmā aprēķina rezultāti daudzviet paneļu stūros uzrāda nepieciešamību pēc liela stiegrojuma apjoma, kas nav patiesi, jo radušies galīgo elementu aprēķina algoritma īpatnību rezultātā (*stress singularities*). Precīzām sienu aprēķinam būtu jāapskata katrs panelis atsevišķi tam pieliekot summārās paneļa slodzes.
- Arhīvā atrodamā dokumentācija nesatur informāciju par daudziem sienu paneļiem vai sienu paneļu stiegrojuma karkasiem, līdz ar to objektīva stiegrojuma salīdzināšana nav iespējama;
- Pēc arhīvā atrodamās informācijas noprotams, ka virs durvju ailēm tiek pielietots lielāku diametru A-II stiegrojums, kam ir augstāka plūstamības robeža ($f_y=295$ MPa) nekā A-I stiegrojumam ($f_y=235$ MPa).

Sienu paneļiem pamatstiegrojums no nestspējas viedokļa ir pietiekams, taču iztrūkstošās informācijas dēļ nav iespējams spriest par to, vai tas ir pietiekams vairākās lokālās vietās, piemēram, virs durvju ailām. Vienlaikus ņemot vērā faktu, ka apsekošanas laikā virs iepriekš pieminētajām durvju ailām plaisas nav konstatētas, var uzskatīt, ka sienu stiegrojums kopumā ir atbilstošs pieliktajām slodzēm.



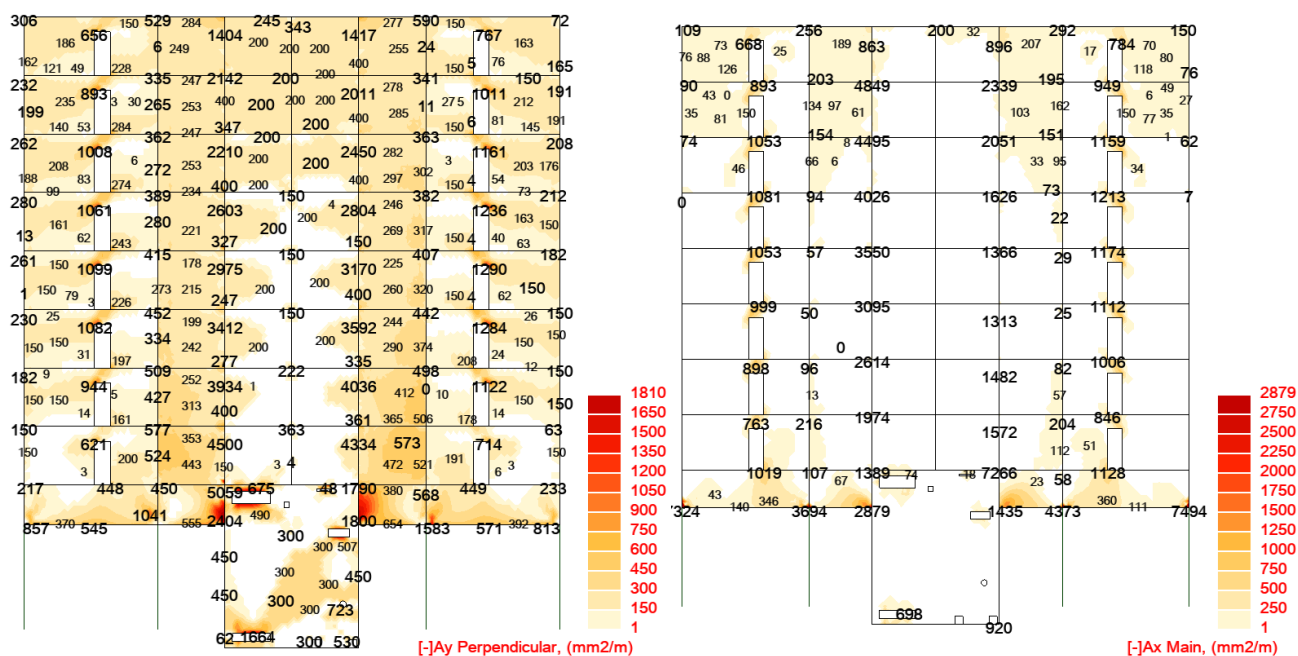
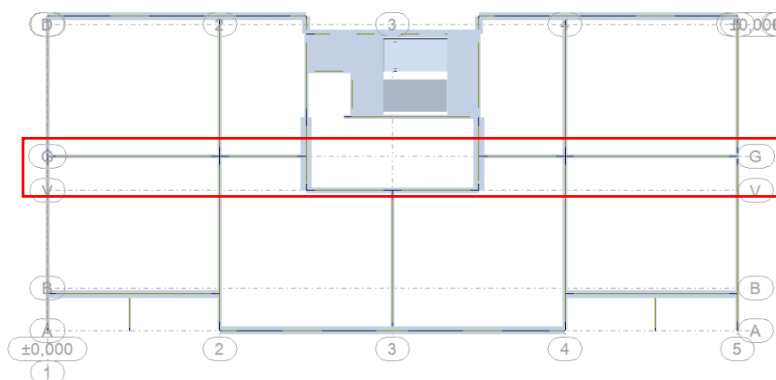
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 2-4/G-D



8.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 2-4/G-D



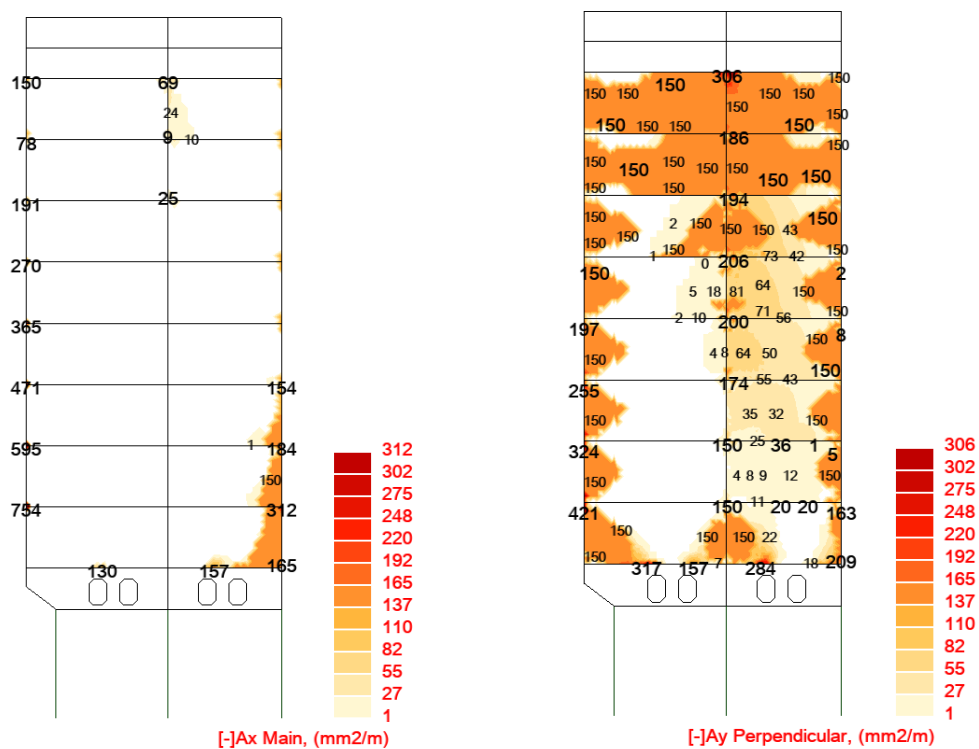
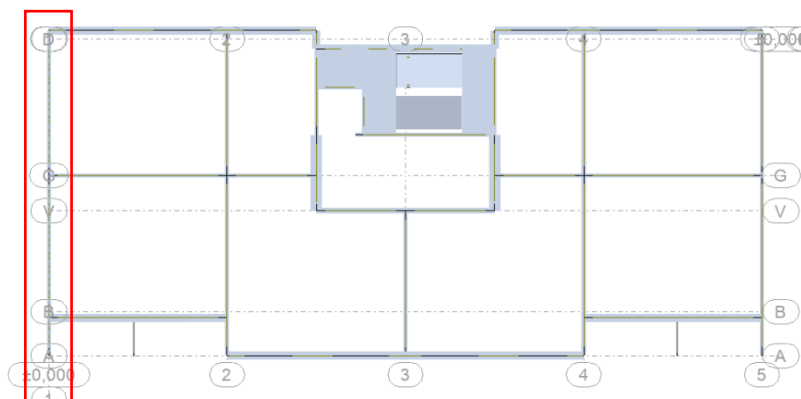
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 1-5/V-G



9.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 1-5/V-G



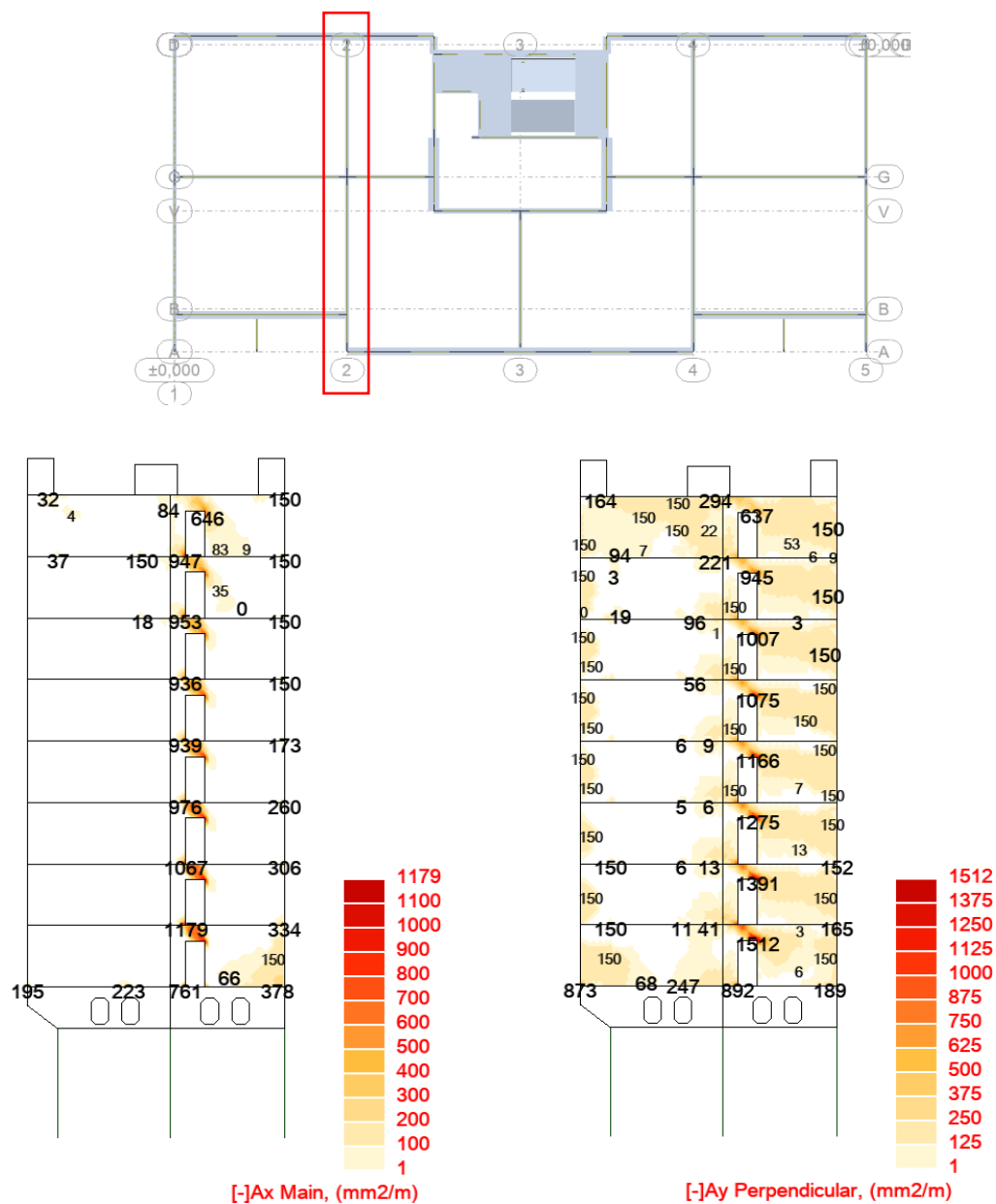
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 1/A-D



10.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 1/A-D



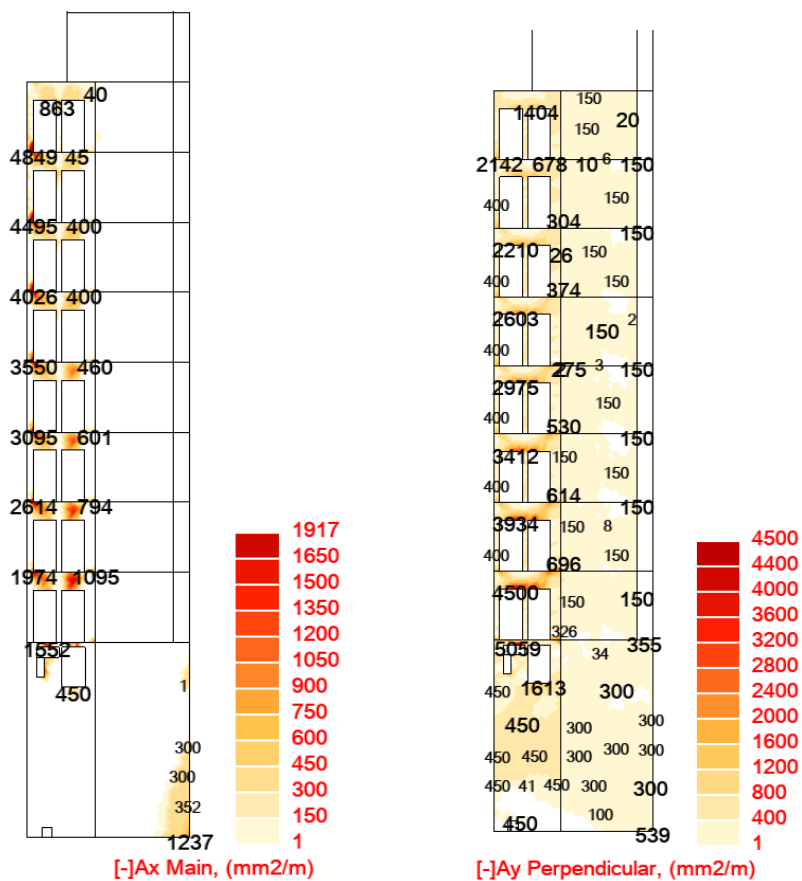
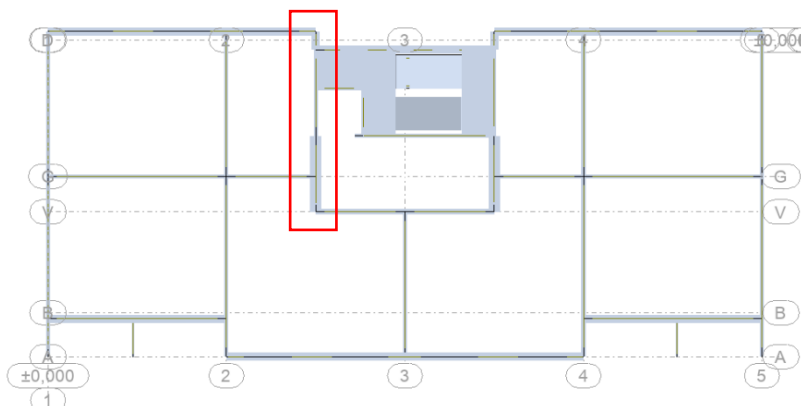
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 2/A-D



11.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 2/A-D



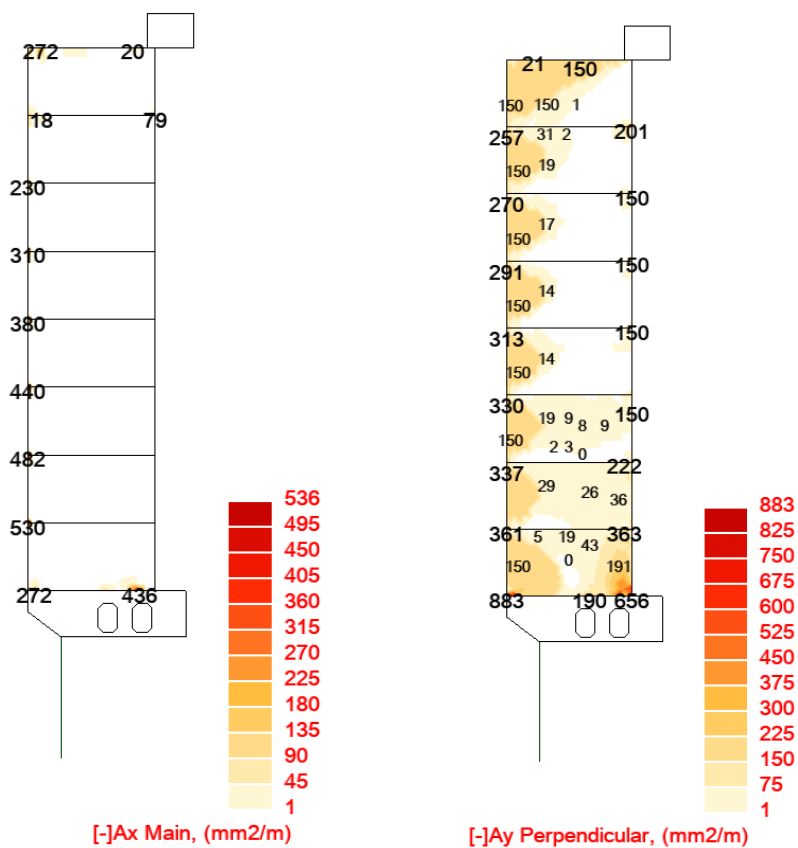
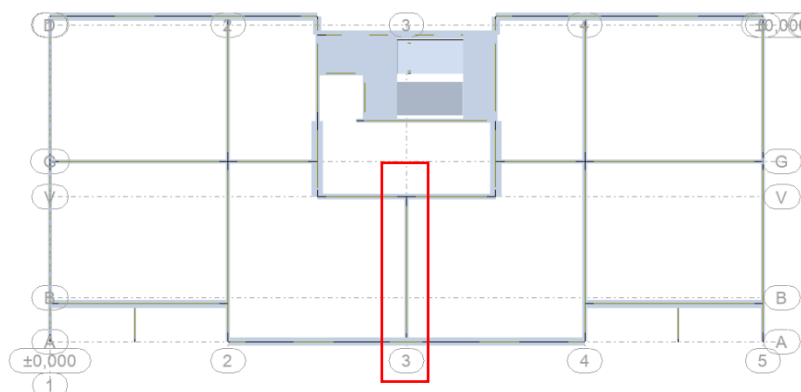
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiebrojums asīs 2-3/V-D



12.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiebrojums asīs 2-3/V-D



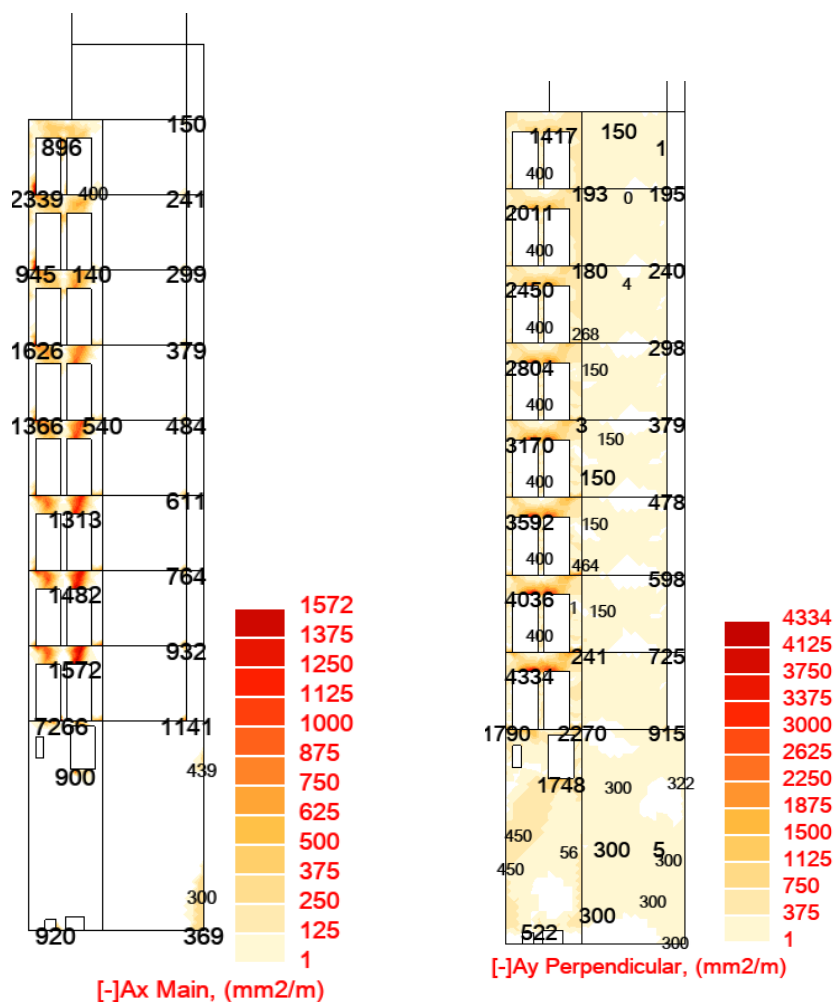
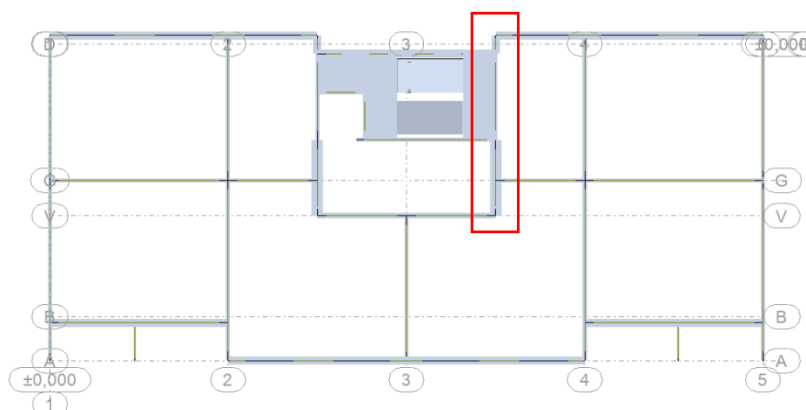
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 3/A-V



13.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 3/A-V



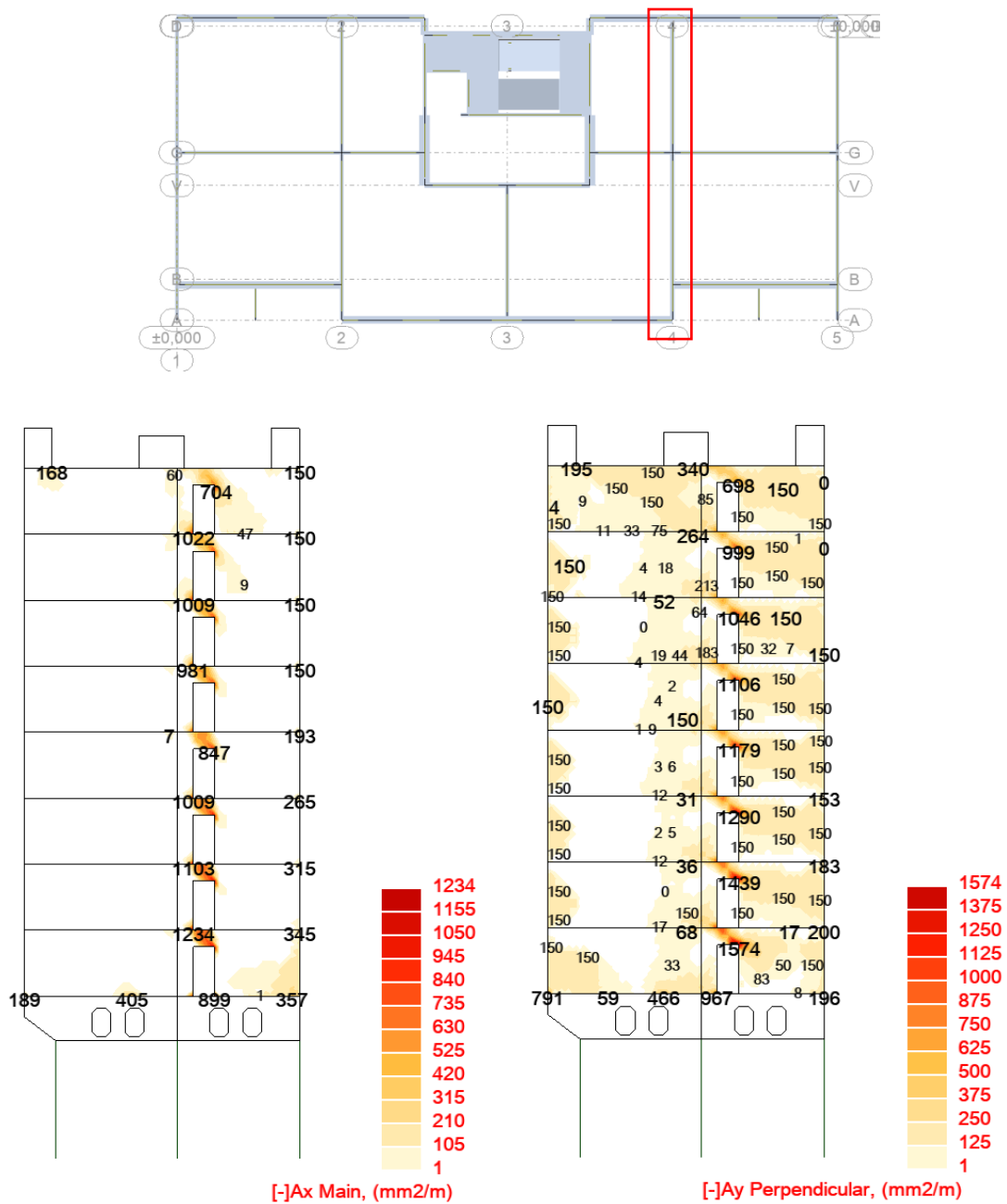
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiebrojums asīs 3-4/V-D



14.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiebrojums asīs 3-4/V-D



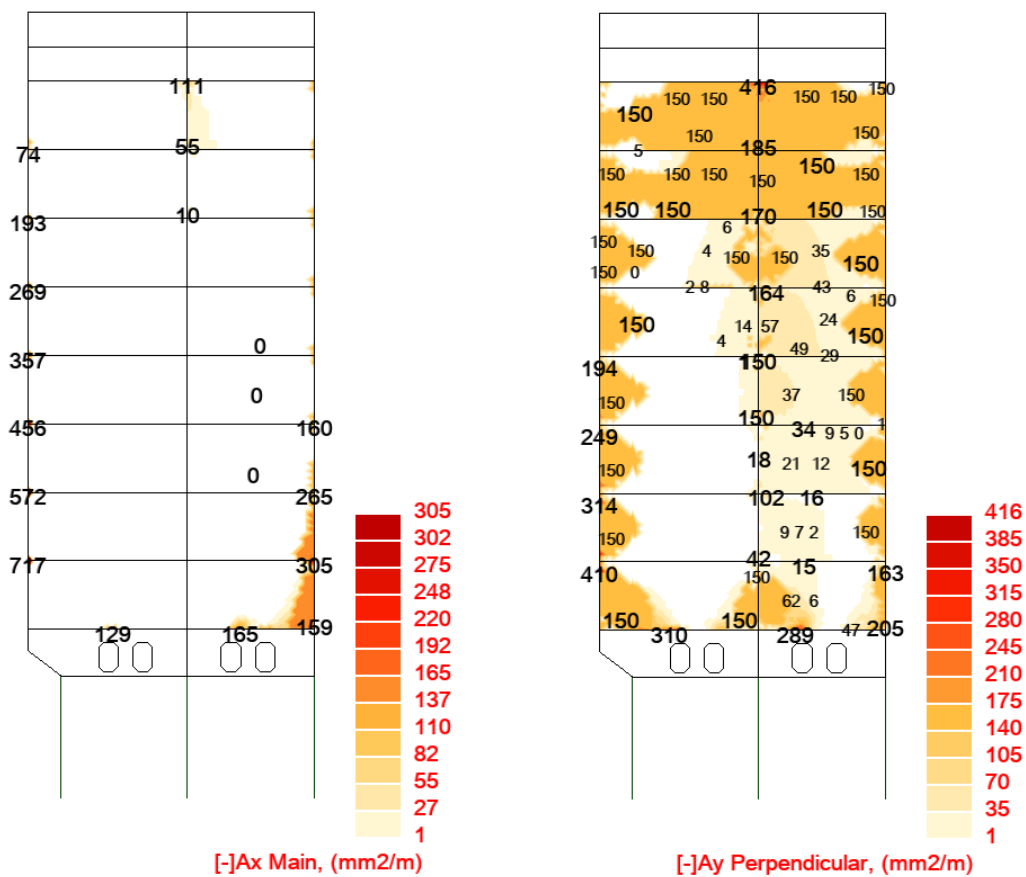
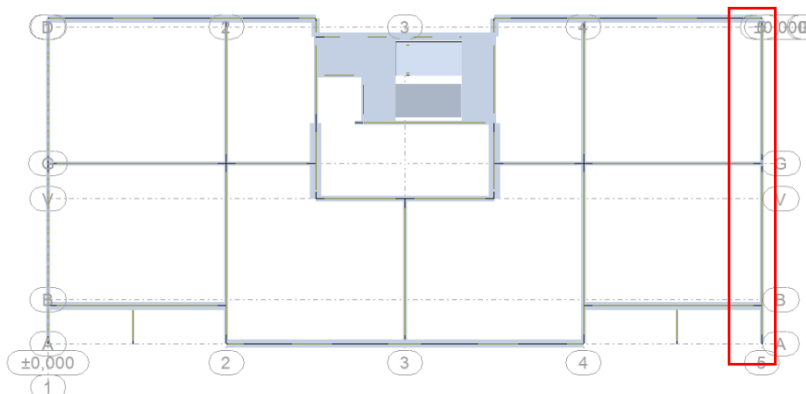
Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 4/A-D



15.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 4/A-D



Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 5/A-D



16.att. Horizontālais (Ax) un vertikālais (Ay) sienu stiegrojums asīs 5/A-D

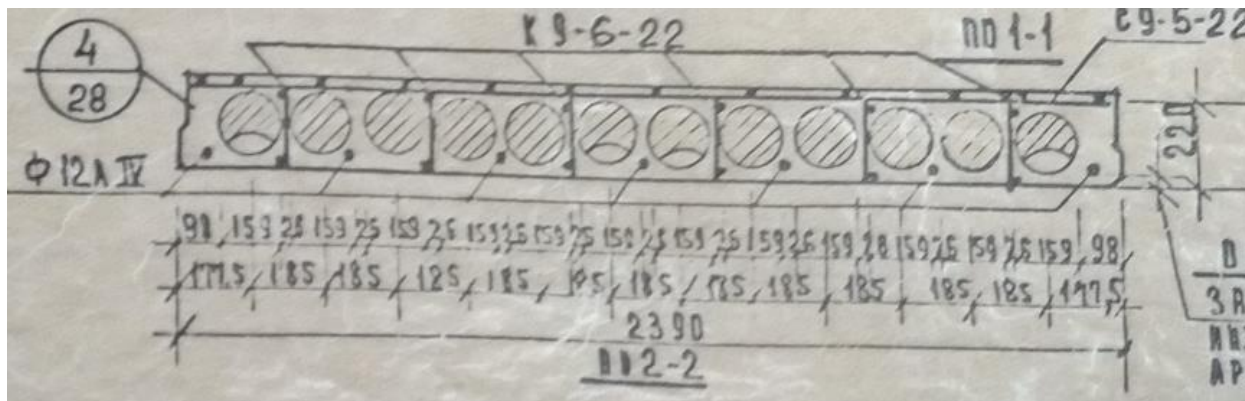
Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



7. Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja

Saskaņā ar arhīva projekta materiāliem pārseguma plātnes lielākajā daļā ēkas veido 2,4 m platas dobās pārseguma plātnes, kurās kā galvenais nesošais stiegrojums izvietotas 7 gab. Ø12 A-IV stiegras.



17.att. Pārseguma plātnes šķērsriezums

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

Grīdas svars	100 kg/m ²
Starpsienas	100 kg/m ²
Lietderīgā slodze	150 kg/m ²
Kopā	350 kg/m²

Vienlaikus, saskaņā ar katalogu Серия 1.241-1 Выпуск 11, šāda tipa plātne pēc izmantotā stiegrojuma ir zemākajā slodzes klasē PK4,5, kam pieļaujamā aprēķina slodze ir 450 kg/m², normatīvā slodze 360 kg/m².

Plātņu pārrēķins pēc EN standartiem netiek veikts, jo provizoriski pēc EN standartiem teorētiskā plātnes aprēķina nestspēja noteikti nepieaugs, kā arī stiegru sasprīguma pakāpe un relaksācija nav precīzi zināma.

Ēkas kopējā aprēķina modelī tika pieņemtas šādas normatīvās slodzes uz pārsegumu, kas atbilst plātnes pieļaujamai normatīvajai slodzei.

Grīdas svars	80 kg/m ²
Starpsienas	80 kg/m ²
Lietderīgā slodze	200 kg/m ²
Kopā	360 kg/m²

Par cik mūsdienās dzīvojamās telpām pēc EN 1990 tiek piemērota par 50 kg/m² lielāka lietderīgā slodze un lielāki slodžu drošības koeficienti, ir secināms, ka pārseguma plātnes neatbilstu mūsdienu projektēšanas prasībām.

Vienlaikus, saskaņā ar LBN 203-15 "Betona būvkonstrukciju projektēšana" 5.punktu, pārseguma plātnes ir pieļaujams arī turpmāk droši izmantot, kamēr uz tām netiek palielināta slodze vai plātņu apsekošanas laikā netiek konstatētas virsnormatīvas deformācijas un plaisas.

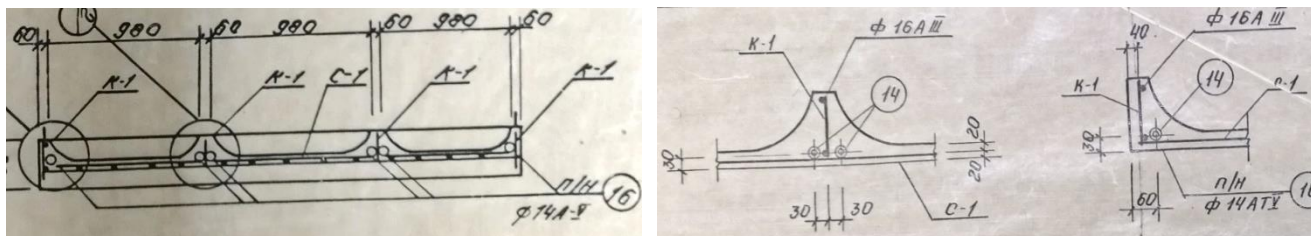


8. Jumta riboto plātņu nestspēja

Saskaņā ar arhīva materiāliem jumta ribotās plātnes KPN-32 stiegotas ar iepriekš saspriegtu 6 gab. Ø14 A-V stiegrojumu (sasprieguma apmērs nav zināms). Saskaņā ar arhīva materiālu skaidrojošo aprakstu, jumta plātnes rēķinātas normatīvai sniega slodzei 70 kg/m², savukārt plātnes aprēķina nestspēja ir 300 kg/m², kas nozīmētu, ka plātnei pieļaujamā normatīvā slodze pēc LVS EN 1990 drošības koeficientiem būtu 300/1,5=200 kg/m² (2,0 kN/m²).

Pie jumta izbūves sniega slodzes maksimālā vērtība ir 2,59 kN/m², kas 1,04 m attālumā no jumta izbūves (jumta ribas attālums) būtu 2,2 kN/m². Ņemot vērā, ka pastāv slodžu pārdalīšanās starp blakus esošajām ribām, var uzskatīt, ka jumta ribotās plātnēs pie 100% noslodzes spētu uzņemt arī mūsdienīgu normatīvās, t.sk. īpašās sniega slodzes.

Jumtiem, kur jumta ribotās plātnes nav noklātas ar jumta segumu, jumta riboto plātņu nestspēja ir nodrošināta tik ilgi, kamēr betona stiprība nesāk mazināties, piemēram, pārsniedzot plātnes betona salturību, t.i. 150 atkušas un sasalšanas ciklu skaitu un kamēr betona karbonizācijas ietekmē nesākas saspriegtā stiegrojuma korozija, betona virskārtas plaisāšana un stiegrojuma sasprieguma spēka mazināšanās.



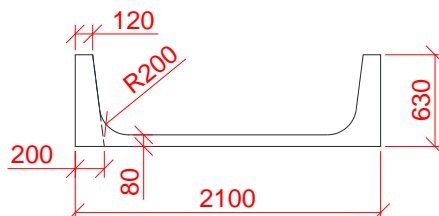
18.att. Jumta plātnes šķērsriezums



9. Jumta teknes balstvietas aprēķins

9.1. Vispārīgā informācija

Ēku apsekošanas laikā vienai no ēkām konstatēts, ka vienai no teknēm atbalsta virsmas platums ir 2 cm, plaisas un/vai betona izdrupumi nav konstatēti. Par cik jumta teknes ģeometrija rada nevienmērīgu spiediena sadalījumu pa atbalsta virsmu, tika sastādīts jumta teknes 3D galīgo elementu aprēķina modelis.



19.att. Teknes šķērsriezuma skice

9.2. Slodžu aprēķins

Ņemot vērā, ka jumta teknei un tās balstvietai netika konstatēti vizuāli bojājumi un deformācijas, tad atbilstoši LBN 203-15 "Betona būvkonstrukciju projektēšana" 5. punktam balstvietas aprēķins tiek veikts par pamatu ņemot ēkas projektēšanas laikā esošās klimatiskās slodzes un drošuma koeficientus.

Pašvara slodzes

Jumta tekne LK-1 pašsvars
Teknes garums

6430 kg
6,4 m

Jumta plātnes KPN-32 pašsvars
Slodze uz tekni no KPN-32

3000 kg
15 kN/m

Pašvara reakcija no KPN-32 uz vienu teknes ribu

48 kN

Drošības koeficients pašsvaram pēc SNIp

1,1

Jumta teknes LK-1 aprēķina pašsvars

70,73 kN

Aprēķina pašvara reakcija no KPN-32 uz vienu teknes ribu

52,8 kN

Sniega slodzes

Sniega slodze teknes iekšienē

Teknes garums

6,4 m

Teknes iekšējais platums

1,7 m

Sniegs teknē ar visiem sanesumiem pēc SNIp

1,4 kN/m²

Sniega slodze no KPN-32

sniega slodze ar visiem sanesumiem pēc SNIp

1,4 kN/m²

KPN-32 plātnes garums

5,2 m

Sniega slodzes nodotā reakcija uz tekni

3,64 kN/m

Kopējā sniega slodzes reakcija uz vienu teknes ribu

11,648 kN

Drošības koeficients sniega slodzei pēc SNIp

1,4

Kopējā aprēķina sniega slodzes uz vienu teknes ribu

16,31 kN

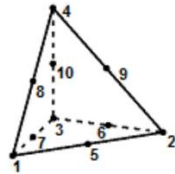
Kopējā pašvara un sniega aprēķina slodze uz vienu teknes ribu

69,11 kN



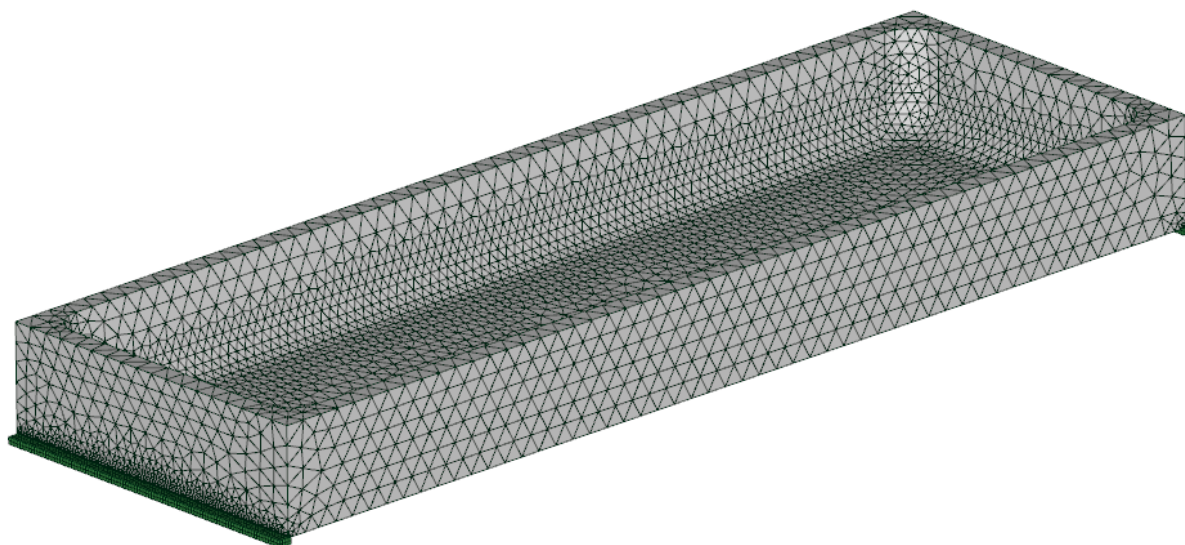
9.3. Teknes modeļa apraksts

Teknes simulācija veikta izmantojot Calculix 2.16. Analīzes tips – nelineārā statiskā. Galīgie elementi veidoti ar *Netgen* algoritmu. Galīgo elementu raksturlielumi:

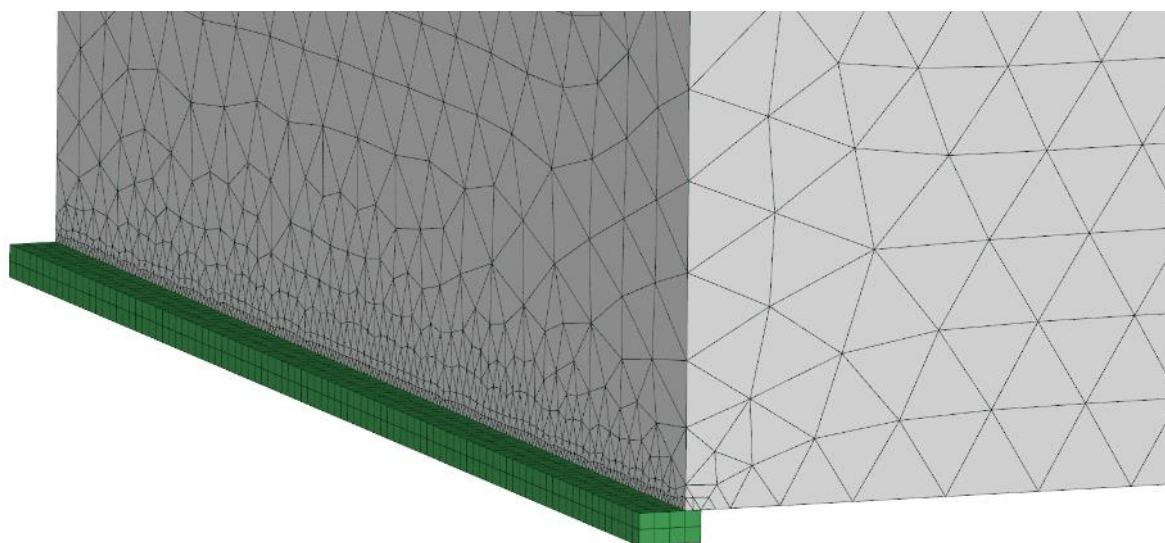
Galīgo elementa tips:	<i>Solid continuum (tet10)</i> 
Otrās kārtas elementi (<i>Second order elements</i>)	Jā
Elementa malas izmērs (<i>Element size</i>):	0,001 – 0,120 m

Analīzes tips – nelineārā statiskā. Starp balstu un plātņi definēti virsmas kontaktelementi (surface-surface) ar stingumu 300 GPa/m, bez berzes koeficienta.

Betonam tiek definētas sekojošas īpašības: $E=30000$ MPa, $\nu=0,2$, $\rho=2500$ kg/m³.



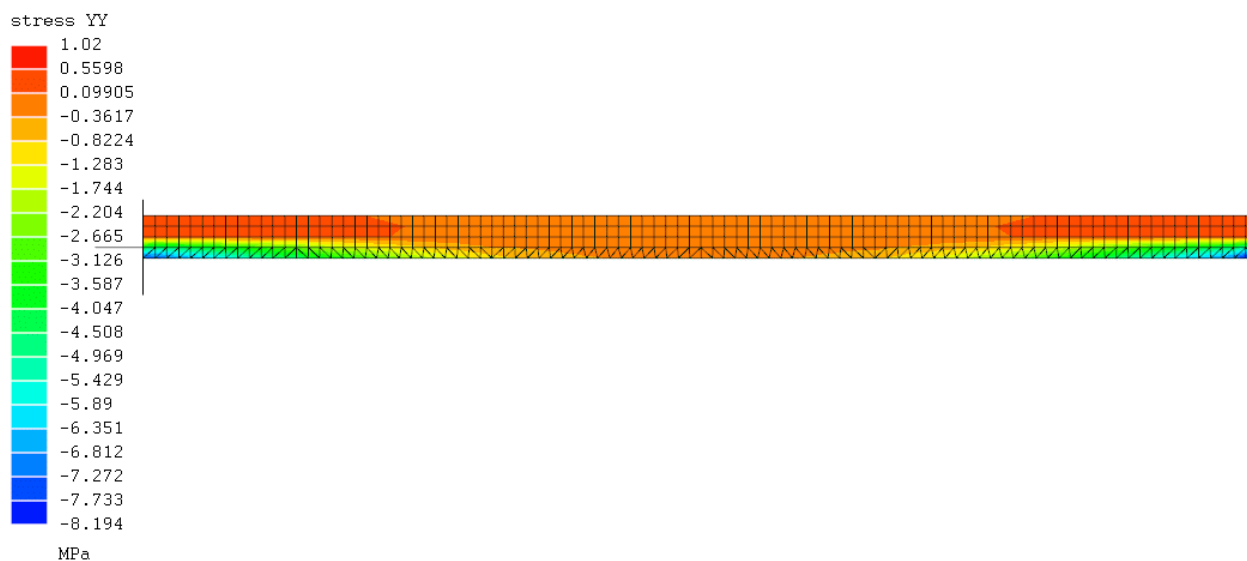
20.att. Jumta teknes aprēķina modelis



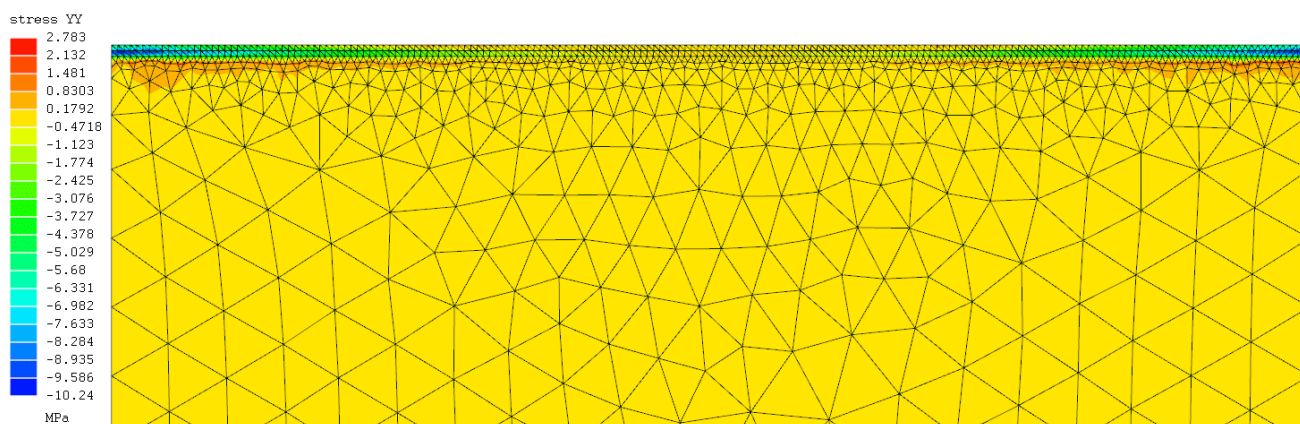
21.att. Jumta teknes balstvieta – 2 cm plata



9.4. Spiedes spriegumi



22.att. Spiedes spriegumi balstavietā, max.8,2 MPa. Teknes balstiem betona marka ir M200, kas pēc GOST 26633-91 ir pielīdzināma betona klasei B15, kam aprēķina spiedes stiprība ir 8,5 MPa.



23.att. Spiedes spriegumi teknes apakšas balsta zonā, max.10,0 MPa. Teknes betona marka M300, kas pēc GOST 26633-91 ir pielīdzināma betona klasei B22,5, kam aprēķina spiedes stiprība ir 13 MPa.

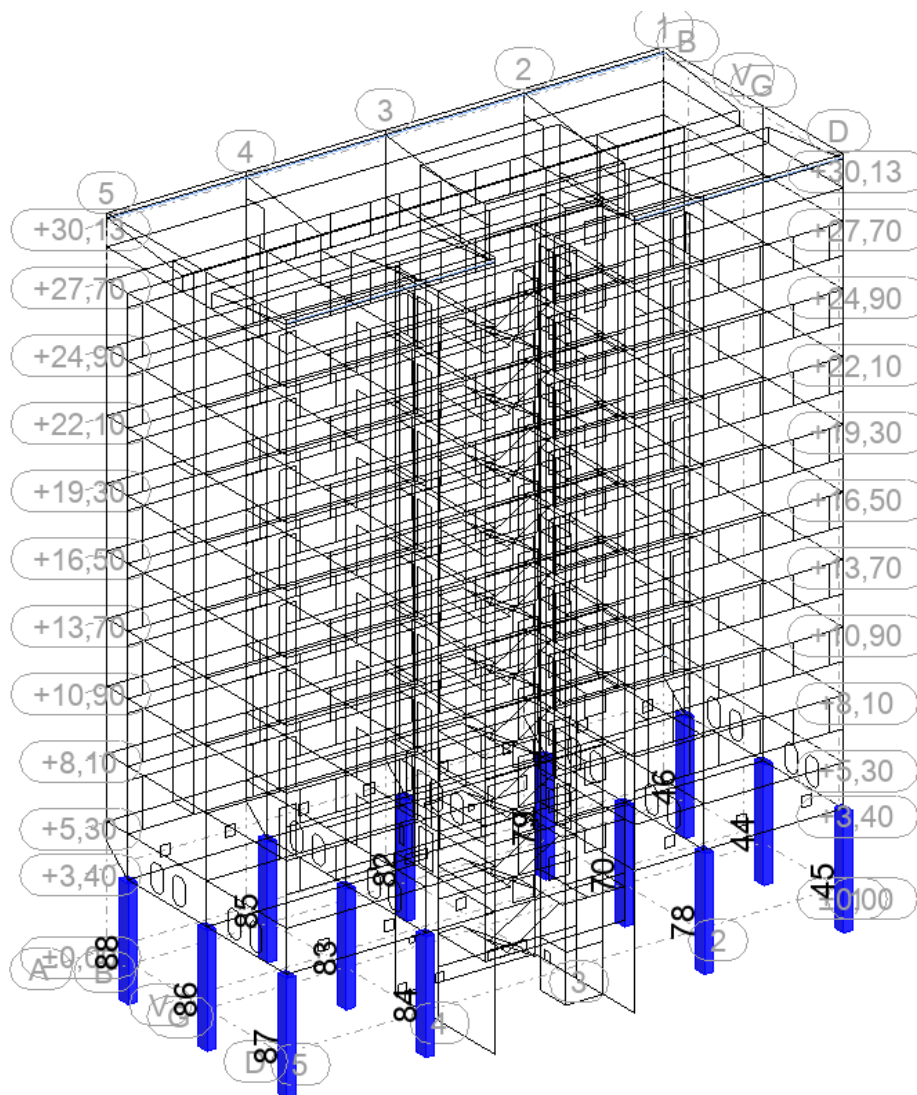


10. Kolonnu nestspējas pārbaude

Saskaņā ar arhīva rasējumiem kolonnu stiegrojumu veido Ø28 A-III stiegrojums katrā sēnā 4 gab. un A-I šķērsstiegrojums ar soli 400 mm lielākajā kolonnas daļā.

Aprēķinā pieņemts, ka kolonnu garums ir vienliels ar tās efektīvo garumu. Aprēķinātās kolonnu piepūles, t.sk. ietverot arī ekscentritātes, skatīt 1. tabulā, savukārt aprēķināto stiegrojumu skatīt 2. tabulā.

Saskaņā ar aprēķina rezultātiem, esošais kolonnu stiegrojums ir pilnībā pietiekošs aprēķina slodžu uzņemšanai.



24.att. Kolonnu numerācija

Noteicošās piepūles kolonnās

Tabula 4

Kolonnas Nr	Noteicošā kombinācija	Aprēķina lieces moments My (kNm)	Aprēķina lieces moments Mz (kNm)	Aprēķina ass spēks N (kN)
44	ULS12 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wx(-)	63,53	56,34	2817,04
45	ULS5 - 1,35*G+1,5*Wy(+)+1,05*(Q+SN)	15,6	15,6	779,89

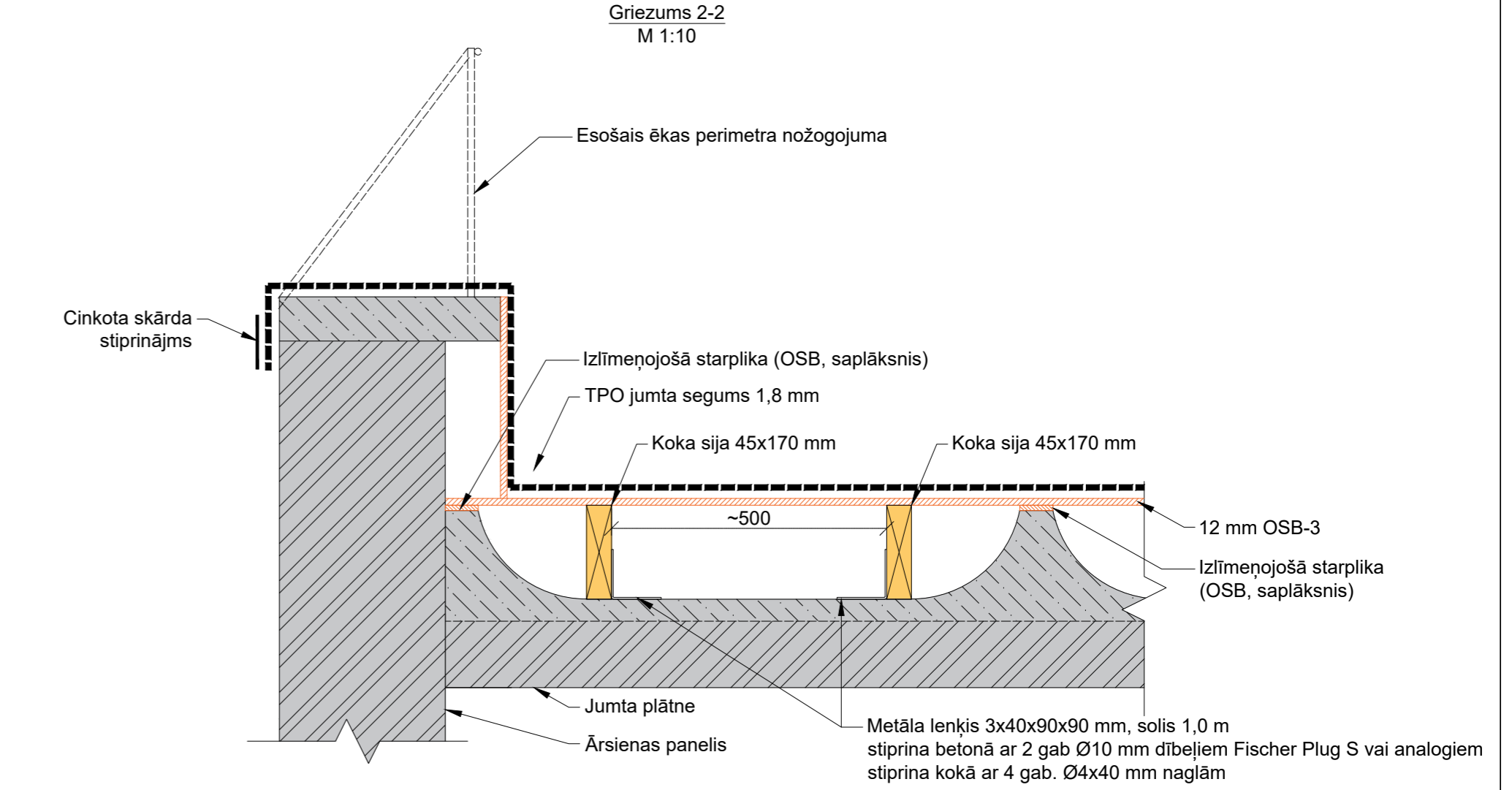
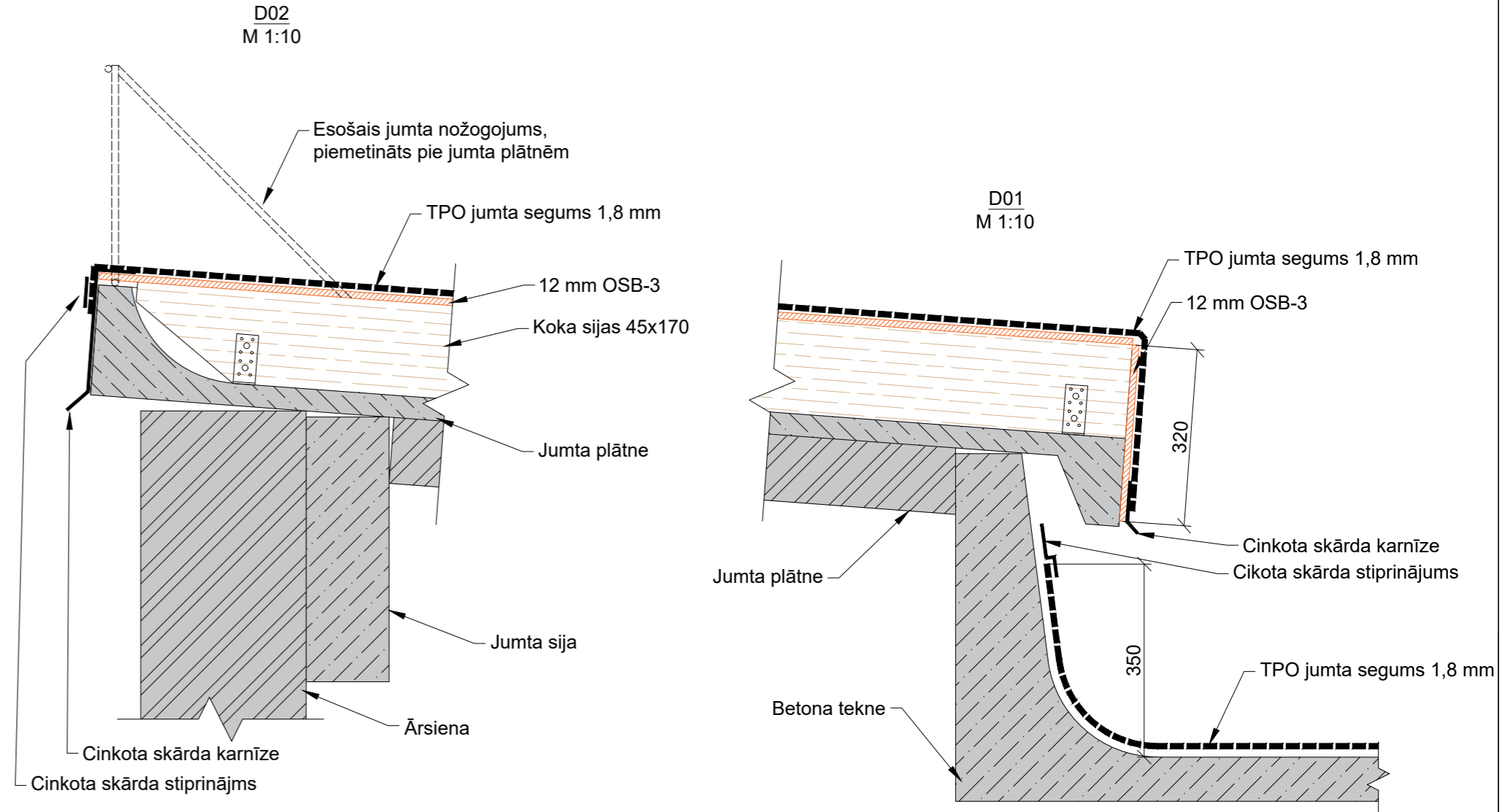
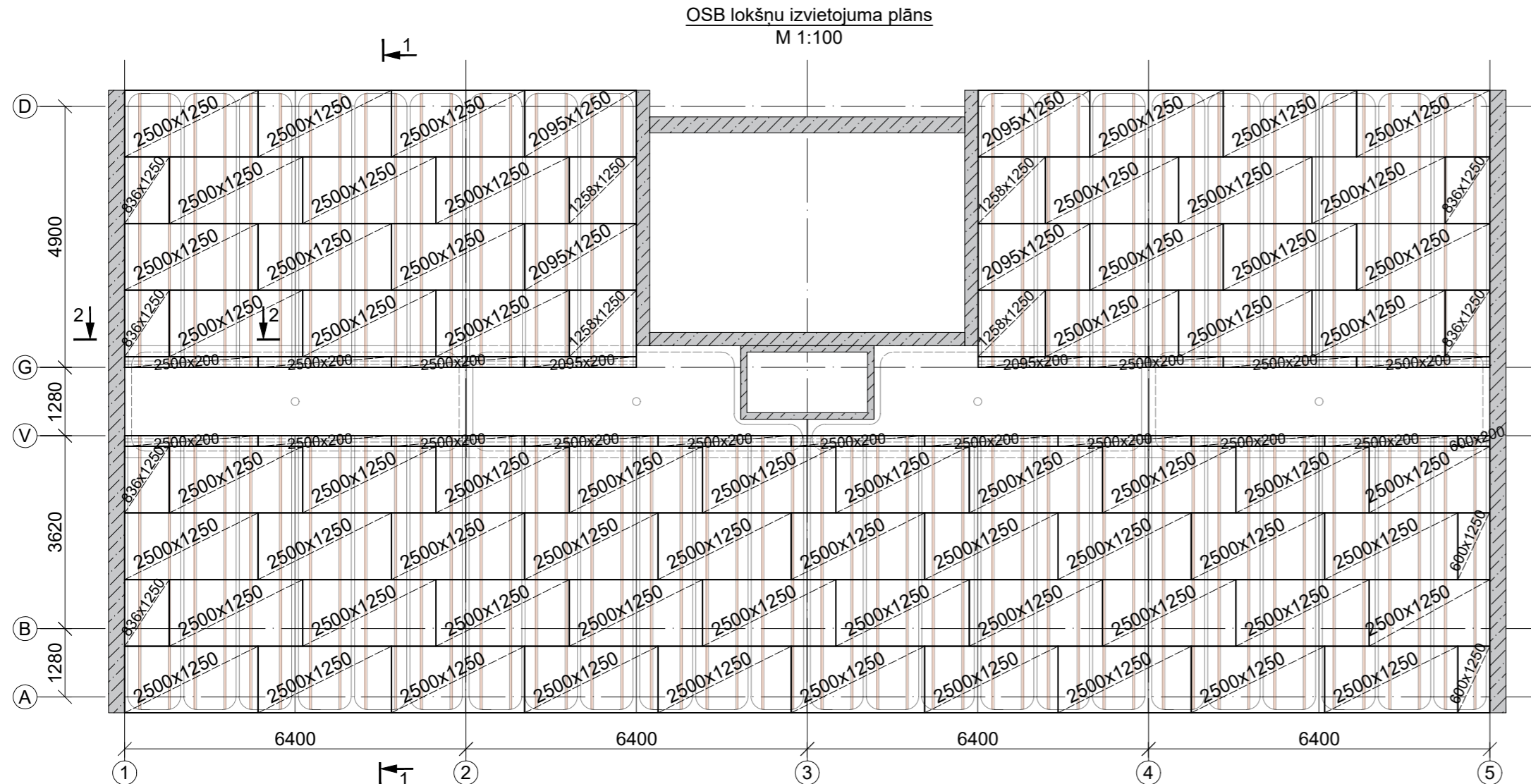
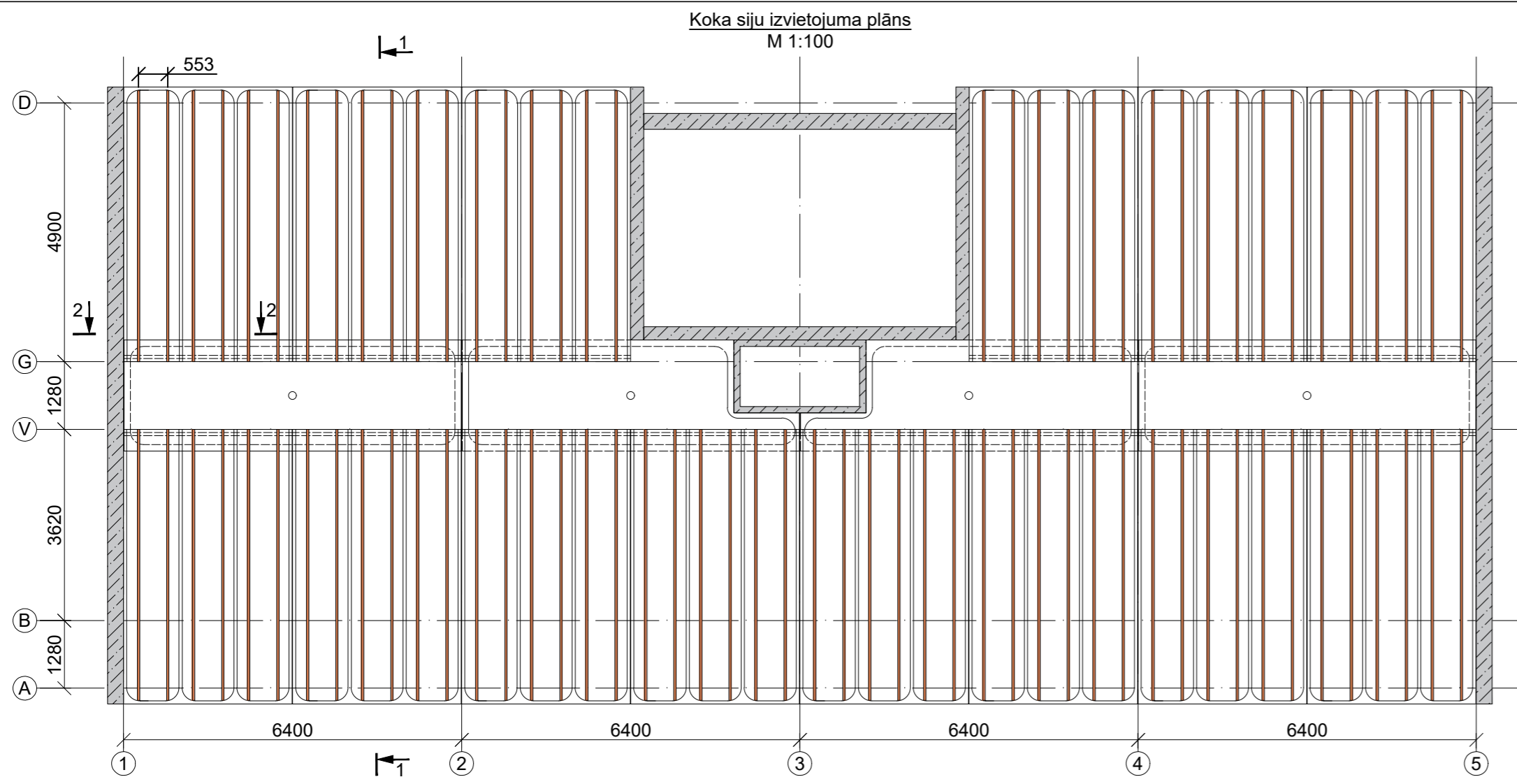


46	ULS10 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wy(-)	61,2	59,8	2990
70	ULS12 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wx(-)	50,51	47,53	2376,28
78	ULS5 - 1,35*G+1,5*Wy(+)+1,05*(Q+SN)	18,54	18,54	926,83
79	ULS6 - 1,35*G+1,5*Wy(-)+1,05*(Q+SN)	61,31	56,03	2801,41
82	ULS6 - 1,35*G+1,5*Wy(-)+1,05*(Q+SN)	68,43	45,82	2290,87
83	ULS11 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wx(+)	50,57	47,64	2382,23
84	ULS5 - 1,35*G+1,5*Wy(+)+1,05*(Q+SN)	18,17	18,17	908,65
85	ULS10 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wy(-)	60,93	56,32	2815,8
86	ULS11 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wx(+)	63,58	56,19	2809,64
87	ULS5 - 1,35*G+1,5*Wy(+)+1,05*(Q+SN)	15,69	15,69	784,67
88	ULS10 - 1,35*G+1,5*Q+1,05*SN+0,9*Wy(-)	60,9	58,8	2939,9

Tabula 5

Aprēķinātais nepieciešamais stiegrojums kolonnās

Kolonnas Nr	Nepieciešamais stiegrojums gar malu b (mm ²)	Stiegrojuma skaits gar malu b	Nepieciešamais stiegrojums gar malu h (mm ²)	Stiegrojuma skaits gar malu h	Šķērsstiegru solis (mm)
44	184	2xØ28	177	2xØ28	400
45	150	2xØ28	90	2xØ28	400
46	272	2xØ28	162	2xØ28	400
70	194	2xØ28	116	2xØ28	400
78	150	2xØ28	90	2xØ28	400
79	196	2xØ28	211	2xØ28	400
82	207	2xØ28	124	2xØ28	400
83	195	2xØ28	117	2xØ28	400
84	150	2xØ28	90	2xØ28	400
85	206	2xØ28	201	2xØ28	400
86	180	2xØ28	183	2xØ28	400
87	150	2xØ28	90	2xØ28	400
88	257	2xØ28	165	2xØ28	400



OSB lokšņu specifikācija

Biezums	Laukums kopā	OSB klase	Piezīmes
12 mm	362 m ²	3	Ar spundi

Koka siju specifikācija

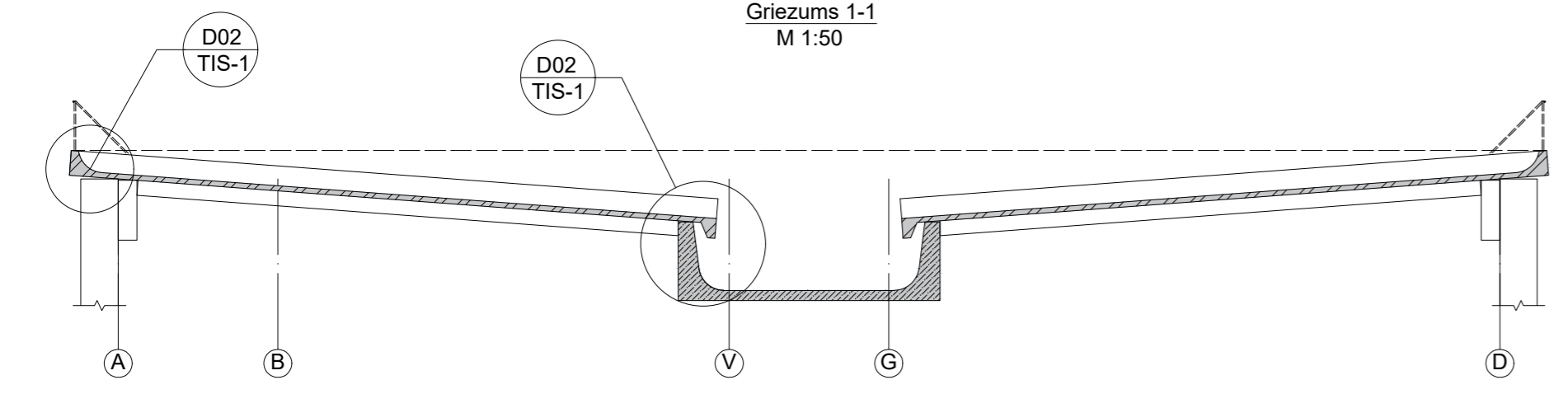
Šķērsriezums	Garums kopā	Tilpums kopā	Koksne klase	Piezīmes
45x170 mm	431 m	3,3 m ³	C16	Mitrums <20%, Antiseptizēts

Jumta seguma specifikācija

Materiāls	Laukums kopā	Biezums	Piezīmes
TPO	440 m ²	1.8 mm	Pie pamatnes stiprina mehāniski

Stiprinājumu specifikācija

Nosaukums	Skaitis	Piezīmes
Tērauda lenķis 3x40x90x90	504	
Koksskrūve 8x50 mm ar 10x50 mm neilona dībeli	1008	Dībelis Fischer S 10 vai analogs
Naglas 4x40 mm	~4000	
Skrūves 4,2x40	~3000	OSB, saplākšņu skrūves Essve vai analogs



- Piezīmes:**
- 1) Visi izmēri doti milimetros;
 - 2) Materiālu apjomi doti bez zudumiem un atgriezumiem, pārlaidumiem u.tml. Skārda elementi specifikācijā nav doti;
 - 3) Visas koka sijas no šķērgriezuma 45x170 (kalibrēts);
 - 4) OSB loksnes pie koka sijām stiprina ar 4,2x42 skrūvēm ik pēc 150 mm;
 - 5) Jumta TPO seguma (membrānas) stiprināšanas metode - mehāniski, stiprinājumi atbilstoši ražotāja norādījumiem;
 - 6) Pirms seguma montāžas demontēt jumta panelu savienojuma šuvju betona noseģelementus un nefunkcionējošās TV antenas u.tml.
 - 7) Nepieciešamības gadījumā pārmetināt jumta nožogojuma atbalstpunktus;
 - 8) Betona tekne nepieciešamības gadījumā veikt virsmas labošanas darbus

Priekšlikumi 467A sērijas ēku tehniskā stāvokļa uzlabošanai
Bez adreses - tipveida risinājums

Pasūtītājs: Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija, reģ. Nr. 50203210191			
Priekšlikuma izstrādātājs: AS "Inspecta Latvia", reģ.Nr. 40003130421			
Izstrādāja: K. Zalkovskis	07.12.2020		
Priekšlikums jumta seguma izlīdzināšanai un seguma uzklāšanai		STADIJA	LAPA
		TIS	1
		LAPAS	1
		Līguma Nr.	3-3.2/059/2020
		Arhīva reģ. Nr.	3-3.2/059/2020

M 1:100