

# ATZINUMS

Nr. 3-4.5.4/741271

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

**ZIŅOJUMA NR. 3-4.5.4/801267**

**20. PIELIKUMS**



► **Trust  
Quality  
Progress**

# Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741271



<b>Pasūtītājs</b>	Ekonomikas ministrija, reģ. Nr. 90000086008 Brīvības iela 55, Rīga, LV-1519, Latvija
<b>Izpildītājs</b>	AS "Inspecta Latvia", turpmāk tekstā Inspecta, Reģ.nr. 40003130421; BRN 3370-R; Skanstes iela 54A, Rīga, LV-1013; 67607900; <a href="mailto:latvia@kiwa.com">latvia@kiwa.com</a>
<b>Līguma datums un Nr.</b>	30.05.2022. Līgums Nr. EM 2022/15
<b>Atzinuma objekts</b>	602 sērijas daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku konstrukcijas
<b>Atzinuma mērķis</b>	602 sērijas daudzdzīvokļu dzīvojamo ēku nesošo konstrukciju un mezglu stiprības novērtējums un pastiprināšanas tipveida risinājumi
<b>Atzinumu sagatavoja</b>	Kaspars Zalkovskis Mg.sc.ing būvinženieris, LBS BSSI sert. Nr. 3-01522

Atzinums ir sastādīts uz 59 lapām (ieskaitot šo) un attiecas tikai uz apsekošanas objektu.  
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 .....	13
3. Materiāli .....	14
4. Ēkas konstruktīvā shēma un aprēķina pieņēmumi .....	15
5. Sienu paneļu vertikālo šuvju aprēķina rezultāti .....	22
5.1. Vispārīgā informācija .....	22
5.2. Aprēķina rezultāti .....	23
6. Sienu paneļu aprēķina rezultāti .....	34
6.1. Vispārīgā informācija .....	34
6.2. Pirmā stāva sienas manuālā pārbaude uz spiedes spēku .....	34
6.3. Visu pagraba un pirmā stāva sienu aprēķinu rezultāti uz spiedi .....	36
6.3. Sienu pārbaude uz lokālajiem spriegumiem .....	39
7. Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja .....	49
8. Jumta riboto plātņu nestspēja .....	54

## Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741271



### Darba uzdevums

Veikt nesošo konstrukciju un to mezglu stiprības pārbaudi, nestspējas aprēķinu un novērtējumu.

### Vispārīgā informācija

Izstrādātas 602. sērijas dažādu gadu Projekta versijas - 1967, 1977 un 1984. gada, kur atšķiras balkonu, lodžiju izvietojums, bēniņu stāva augstums, jumta konstrukcijas elementi, ailu esamība gala sienās u.c. mazāk nozīmīgas izmaiņas. 602. sērijas ēkas pārrēķins tiek veikts 1967. gada versijai, jo par to ir iegūta vispilnīgākā informācija.

Ēkas raksturojamas kā 9-stāvu ēkas ar pagrabu un bēniņu/tehnisko stāvu. Ēkas šķērssienu solis 3,2 m, stāvu augstums no grīdas līdz grīdai 2,7 m. Gan ēkas ārsienas, gan iekšējās sienas ir uzskatāmas par nesošām.

Ēkas ārsienas veido 300 mm keramzītbetona paneļi ar stiprības marku M50. Iekšējās sienas pagraba daļā veido betona paneļi ar stiprības marku M200 un dažādiem biežumiem – 260 mm zem keramzītbetona paneļiem, 200 mm un 160 mm iekšējā pagraba daļā. Iekšējās sienas virszemes daļā arī veidotas no betona paneļiem ar biežumu 140 mm. Ventilācijas paneļu (bloku) sienas, kuros iestrādāti ventilācijas kanāli, dažāda biezuma.

Pārsegumus veido pa kontūru balstītas dzelzsbetona plātnes ar stiprības marku M200 un biežumu 140 mm. Jumta konstrukciju veido vienā virzienā balstītas ribotās plātnes ar stiprības marku M200 un kopējo biežumu 170 mm.

Pagraba daļā sienu paneļi savstarpēji tiek sametināti un vertikālās šuves tiek aizpildītas ar M150 markas javu. Virszemes daļā vertikālās paneļu šuves tiek savienotas ar metāla detaļu un skavu palīdzību, kur pēc tam šuves tiek aizpildīta M150 markas javu. Sienu horizontālajās šuvēs enkurojuma detaļu nav, sienas tiek balstītas uz pārseguma plātņu galiem, izmantojot tikai M150 javas kārtu. Pārseguma plātnes savstarpēji sametinātas, katrā plātnes malā ir 2 – 3 ieliekamās detaļas (vidēji ik pēc 1,8 m), metinājuma šuves garums 10 cm un biezums 6 – 10 mm, atkarībā no mezgla.

Konstrukciju aprēķins ir uzrādīts šajā Atzinumā.

### Kopsavilkums

1. 602.sērijas ēkas projektētas pēc *CHuП* normatīviem, kur tika pieņemtas zemākas lietderīgās un klimatiskās slodzes, nekā mūsdienās lietotajos EN standartos.

Piemēram, lietderīgā slodze dzīvojam telpām pēc *CHuП li-6-74* ir 150 kg/m<sup>2</sup>, savukārt pēc EN 1991-1-1 šī slodze ir 200 kg/m<sup>2</sup>, tas ir 1,33 reizes lielāka. Vēja slodze uz sienām pēc *CHuП 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 *CHuП 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 pašsvara slodzes pieaug par ~1,18 reizēm un vēja aprēķina slodzes kopumā pieaug par ~2 reizēm.

2. Ēkas konstrukcijas daļēji izpilda EN 1991-1-7 A.5.2 pielikuma un EN 1992- 9.10.2.4 noteiktās izvirzītās robustuma jeb disproporcionālā (progresīvā) sabrukuma prasības. Tas izpaužas tā, ka ēkas pārseguma plātnes savstarpēji ir sametinātas kopā, sametinātas arī ar ārsienām, izpildot šīs prasības. Nav izpildītas vertikālā saitējuma prasības sienām, jo sienas balstītas uz pārseguma plātņu galiem, izmantojot kā saistvielu tikai cementa javu.

## Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741271



3. Rezumējot 1. un 2. punktā minēto, secināms, ka pēc mūsdienu projektēšanas standartiem ēkas tiek projektētas drošākas. Pārreķinot 602.sērijas ēku konstrukcijas pēc mūsdienu projektēšanas standartiem, uzrādīsies teorētiska lielāka elementu noslodze vai pat pārslodze, lai gan 602.sērijas ēku konstrukcijas jau kalpo un var vēl kalpot vairākus desmit gadus bez vizuālām pārslodzes pazīmēm, kamēr tās vien tiek savlaicīgi un atbilstoši uzturētas.
4. Saskaņā ar šādu lielpaneļu ēku projektēšanas norādījumiem, paneļu vertikālās šuvēs ietilpstošie mezglī tiek rēķināti uz bīdes spēkiem, kas radušies no vēja slodzēm, ģeometriskām novirzēm (ēkas sānsveres) un no nevienmērīgas pamatu sēšanas. Nevienmērīgas pamatu sēšanās deformācijas var pat radīt lielākus bīdes spēkus paneļu šuvēs, nekā vēja slodzes, taču nevienmērīga pamatu sēšanās ir katrai ēkai individuāli vērtējama, atkarībā no grunts ģeoloģijas un pamatu veida, līdz ar to šajā Atzinumā nav iespējams ticami nosaukt noslogotākos paneļu savienojuma mezglus.
5. Izvērtējot vertikālo šuvju spēkus, pārslodze mezglis no mūsdienās piemērojamām ģeometriskajām novirzēm un vēja slodzēm pēc EN 1991-1-4 netika konstatēta. Visvairāk noslogotās vertikālās šuves un mezglī ir ēkas zemāko stāvu (pagrabstāvs un ēkas 1.-2. stāvs) centrālajā daļā. Ārsienu un iekšējo nesošo sienu savienojumu šuves ir relatīvi maz noslogotas, t.i. līdz 29%, bet caurmērā mazāk par 10%. Iekšējo sienu savienojumos šuves ir noslogotas līdz 73%.
6. Izvērtējot betona paneļu nestspēju, pārslogoti paneļi netika konstatēti. Noslogotākā sienas paneļu noslodze 85%. Sienas paneļu daļa virs ailām netika vērtētā nepietiekošās informācijas dēļ.
7. Stiepes spēku veidošanās sienas paneļu horizontālajās šuvēs netika konstatēta.
8. Izvērtējot starpstāvu pārsegumu plātņu nestspēju, konstatēts, ka 602. sērijas ēku pārsegumi paredzēti tikai tām lietderīgajām slodzēm, kam viņi ir projektēti, t.i. 150 kg/m<sup>2</sup>. Rēķinot pēc spēkā esošajiem EN standartiem, konstatēts, ka visvairāk noslogoto plātņu pārslodze ir 1,20 reizes. Lielāku lietderīgo slodžu pielietošana ar mūsdienu projektēšanas standartos noteiktajiem drošības koeficientiem ir iespējama, tikai ja vienlaikus tiek samazināts grīdas svars un/vai demontēti betona sanitārie bloki (to tīrais svars ir no 1,4 līdz 2,6 tonnām).
9. Izvērtējot jumta plātņu nestspēju, konstatēts, ka rēķinot pēc spēkā esošajiem EN standartiem, to pārslodze ir 1,12 reizes. Ņemot vērā, ka daudzām jumta plātnēm konstatētas virsnormatīvas izlieces (virs 13 mm) vai pat atsevišķos gadījumos plaisāšana, ir nepieciešama šo plātņu pastiprināšana pēc nepieciešamības, kur pastiprināmo apjomu ir jāvērtē katrā ēkā individuāli.

Atzinuma 1. un 2.Pielikumā: tipveida risinājumi.

### Aprēķinus veica un Atzinumu sastādīja:

Mg.sc.ing būvinženieris, LBS BSSI sert. Nr.3-01522,

metināšanas inženieris IWE

Kaspars Zalkovskis

DOKUMENTS PARAKSTĪTS AR DROŠU ELEKTRONISKO PARAKSTU UN SATUR LAIKA  
ZĪMOGU



## 1. Slodzes

### 1.1. Pašsvara slodze

Tabula 1 - starpstāva grīdas pašsvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Bļivums [kg/m <sup>3</sup> ]	Svars [kg/m <sup>2</sup> ]
1.	Grīdas segums	1	15	600	9,00
2.	Apakšklājs	1	5	180	0,90
3.	Skaidu plātne	1	60	600	36,00
4.	Kokšķiedras izolācijas plātne	1	20	255	5,10
<b>KOPĀ:</b>					<b>51,00 kg/m<sup>2</sup></b> <b>0,51 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabula 2 – bēniņu grīdas pašsvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Bļivums [kg/m <sup>3</sup> ]	Svars [kg/m <sup>2</sup> ]
1.	Cementa javas izlīdzinošā kārtā	1	20	2300	46,00
2.	Fibrolīts	1	150	350	52,50
<b>KOPĀ:</b>					<b>98,50 kg/m<sup>2</sup></b> <b>0,985 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabula 3 – jumta pašsvars

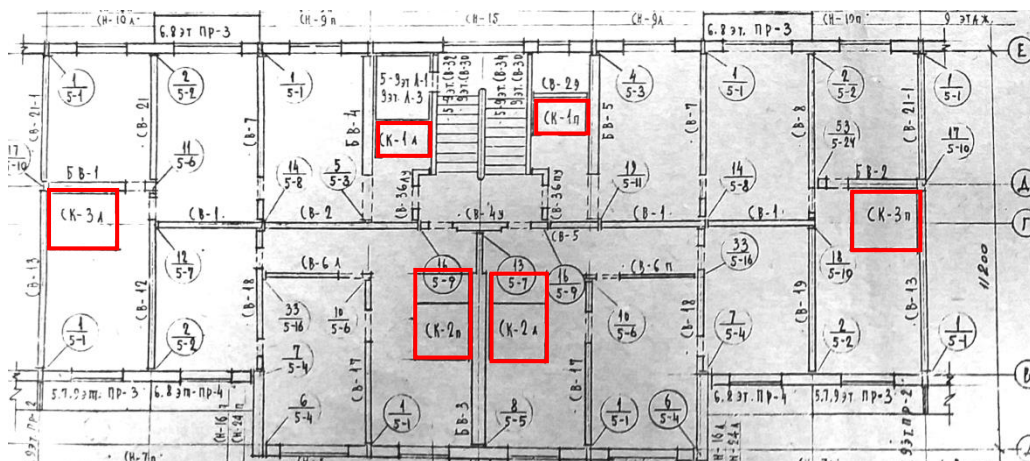
Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Bļivums [kg/m <sup>3</sup> ]	Svars [kg/m <sup>2</sup> ]
1.	Ruberoīds 4 kārtas	1	15	1250	18,75
2.	Cementa javas izlīdzinošā kārtā	1	20	2300	46
<b>KOPĀ:</b>					<b>64,75 kg/m<sup>2</sup></b> <b>0,648 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabula 4 - Sanitāro telpu grīdas pašsvars

Nr.	Slāņa nosaukums	Laukuma daļa	Biezums [mm]	Bļivums [kg/m <sup>3</sup> ]	Svars [kg/m <sup>2</sup> ]
1.	Keramiskās flīzes uz cementa javas	1	20	2300	46,00
<b>KOPĀ:</b>					<b>46,00 kg/m<sup>2</sup></b> <b>0,46 kN/m<sup>2</sup></b>

Tabula 5 - Sanitāro telpu pašsvars

Telpa	X, m	Y, m	A, m <sup>2</sup>	M <sub>kabīne</sub> , kg	g <sub>kabīne</sub> , kN/m <sup>2</sup>
SK-1L	1,62	1,10	1,782	1420	7,97
SK-2L	2,65	1,62	4,293	2620	6,10
SK-3L	1,95	1,82	3,549	1570	4,42



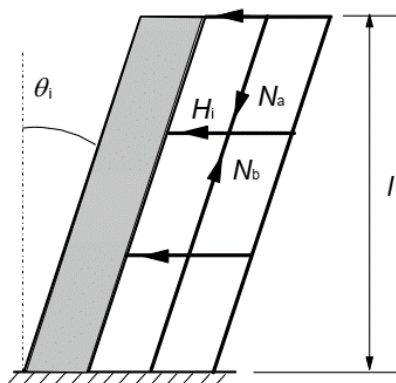
1.att. Ēkas stāva plāns ar norādītām sanitārajām telpām



## 1.2. Ģeometriskās novirzes

Tiek apskatītas novirzes ēkas šķērsvirzienā, kas dod lielāko nelabvēlīgāko ietekmi uz ēkas telpisko noturību.

h	27,5 m	ēkas/ kolonnu augstums	
m	8 gab.	kolonnu/sienu skaits	
$\alpha_h$	0,67	sienas/ ēkas augstuma redukcijas faktors	EN 1992-1-1 5.2 (5.1)
$\alpha_m$	0,75	kolonnu/sienu skaita redukcijas koeficients	EN 1992-1-1 5.2 (5.1)
$\phi_0$	0,005	noviržu pamatvērtība	EN 1992-1-1 5.2(5)
$\phi$	<b>0,00250</b>	<b>globālā sākotnējā sasvère</b>	EN 1992-1-1 5.2 (5.1)



2.att. Sākotnējās sānsveres vizuāls attēlojums

## 1.3. Lietderīgā slodze

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

Slodze no starpsienām netiek ņemta vērā, jo ēkas telpu atdalošās sienas ir no dzelzsbetona paneliņiem un WC telpas ir veidotas no kā gatavas dzelzsbetona kabīnes. Līdz ar to ēkai tik pat kā nav nenesošu starpsienu.

## 1.4. Sniega slodze

### SNIEGA SLODŽU APRĒKINS PĒC EN 1991-1-3

$s_k$	1,25 kN/m <sup>2</sup>	rajsturīgā sniega slodze uz zemes	EN 1991-1-3/NA:2015
$C_{esl}$	2	īpašās sniega slodzes koeficients	EN 1991-1-3/NA:2015
$s_{Ad}$	2,5 kN/m <sup>2</sup>	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
$\alpha_1$	3 °	jumta slīpums vienā plaknē	
$\mu_1$	0,80	sniega slodzes formas koeficients	EN 1991-1-3 Tabula 5.2
$s_1$	<b>0,80 kN/m<sup>2</sup></b>	sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.1)
$s_{1Ad}$	<b>1,60 kN/m<sup>2</sup></b>	īpašā sniega slodze uz jumtu	EN 1991-1-3 (5.2)

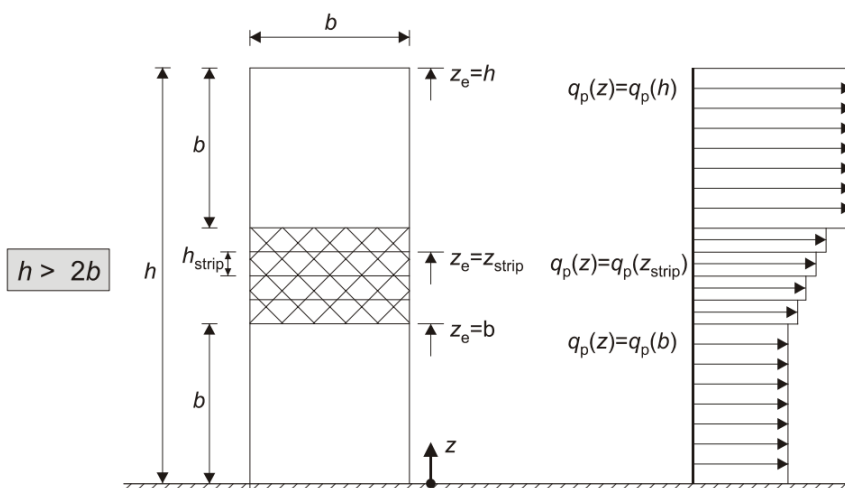


## 1.5. Vēja slodze

### 1.5.1. 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)
$v_b$	<b>24,00 m/s</b>	vēja pamatātrums	EN 1991-1-4 (4.1)
Apvidus kategorija	III		EN 1991-1-4 Tabula 4.1
$c_0(z)$	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)
$k_1$	1,00	turbolences faktors	EN 1991-1-4 p.4.4. (1)
$\sigma_v$	5,169344	turbolences standartnovirze	EN 1991-1-4 (4.6)
$\rho$	1,25 kg/m <sup>3</sup>	gaisa blīvums	EN 1991-1-4 p.4.5. (1)





# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741271



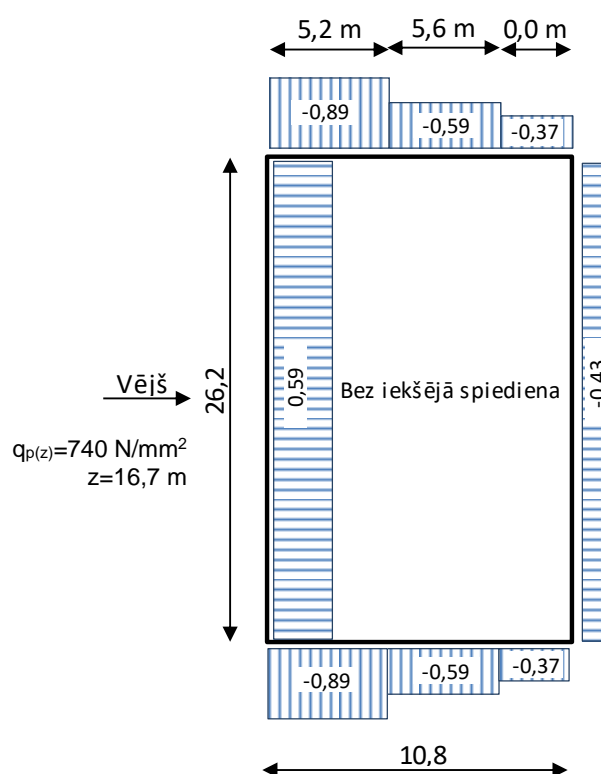
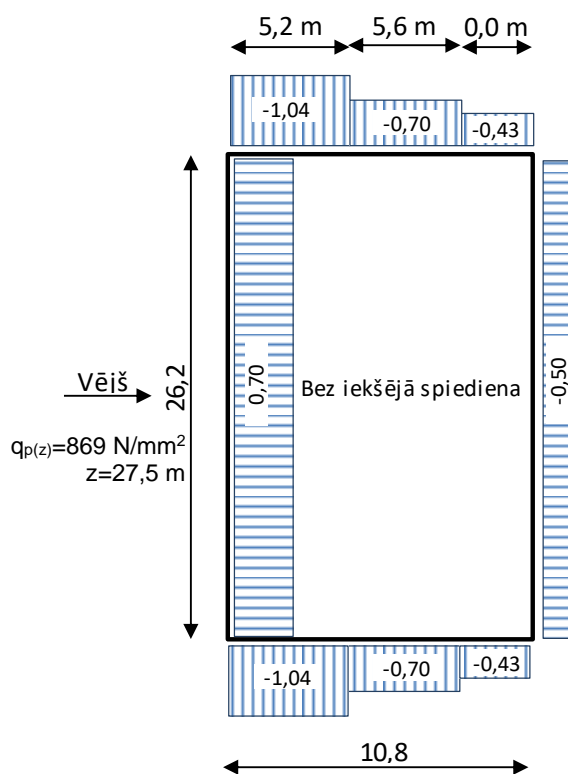
h	27,5 m	ēkas augstums
b	10,8 m	ēkas vidējais platums
h/b	2,55	attiecība
h-2b	5,9 m	joslās sadalāmais augstums
n <sub>strip</sub>	2 gab	joslų skaits
h <sub>strip</sub>	2,95 m	joslų augstums

	z [m]	c <sub>r</sub> (z)	v <sub>m</sub> (z) [m/s]	I <sub>v</sub> (z)	q <sub>p</sub> (z) [N/m <sup>2</sup> ]
z <sub>b</sub>	10,8	0,772	18,52	0,28	633
z <sub>strip1</sub>	13,75	0,824	19,77	0,26	692
z <sub>strip2</sub>	16,7	0,866	20,78	0,25	740
z <sub>h</sub>	27,5	0,973	23,36	0,22	869

c<sub>r</sub>(z) - nelīdzenuma faktors  
v<sub>m</sub>(z) - vēja vidējais ātrums augstumā z  
I<sub>v</sub>(z) - turbulences intensitāte augstumā z  
q<sub>p</sub>(z) - vēja pūka ārtuma spiediens augstumā z

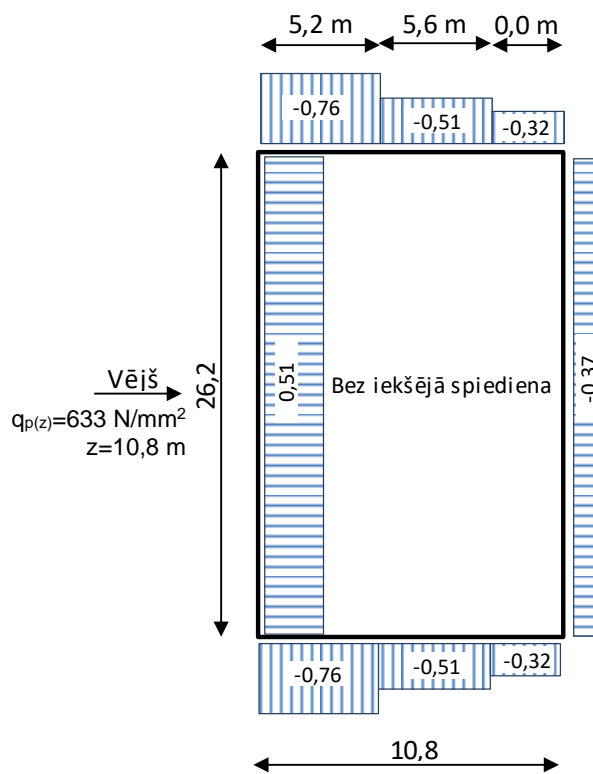
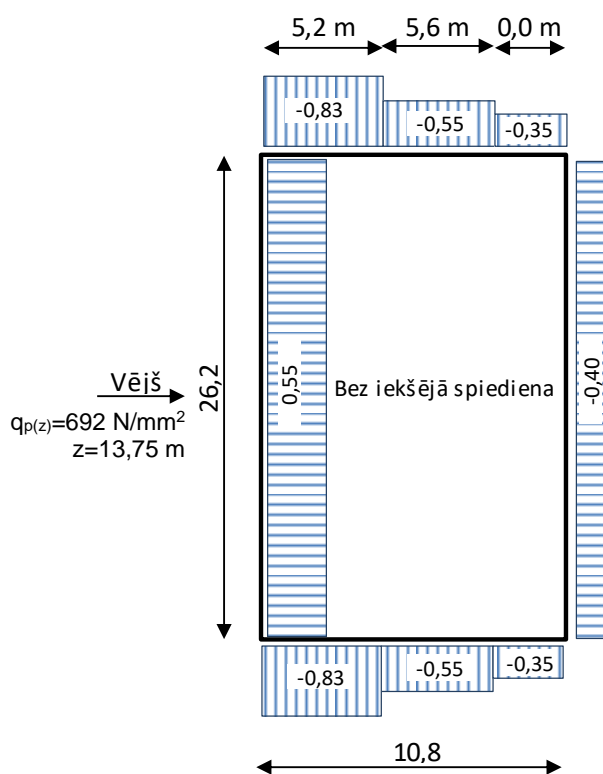
### Ēkas izmēri

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



# Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741271

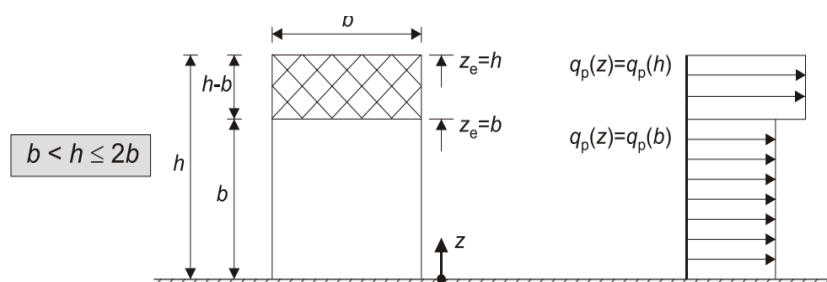




### 1.5.2. Vēja slodze ēkas garenvirzienā

#### 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)
$v_b$	<b>24,00 m/s</b>	vēja pamatātrums	EN 1991-1-4 (4.1)
Apvidus kategorija	III		EN 1991-1-4 Tabula 4.1
$c_0(z)$	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)
$\sigma_v$	5,169344	turbolences standartnovirze	EN 1991-1-4 (4.6)
$\rho$	1,25 kg/m <sup>3</sup>	gaisa blīvums	EN 1991-1-4 p.4.5. (1)



$h$	27,5 m	ēkas augstums
$b$	26,2 m	ēkas platums
$h/b$	1,05	attiecība
$h-2b$	1,3 m	augšējās zonas augstums

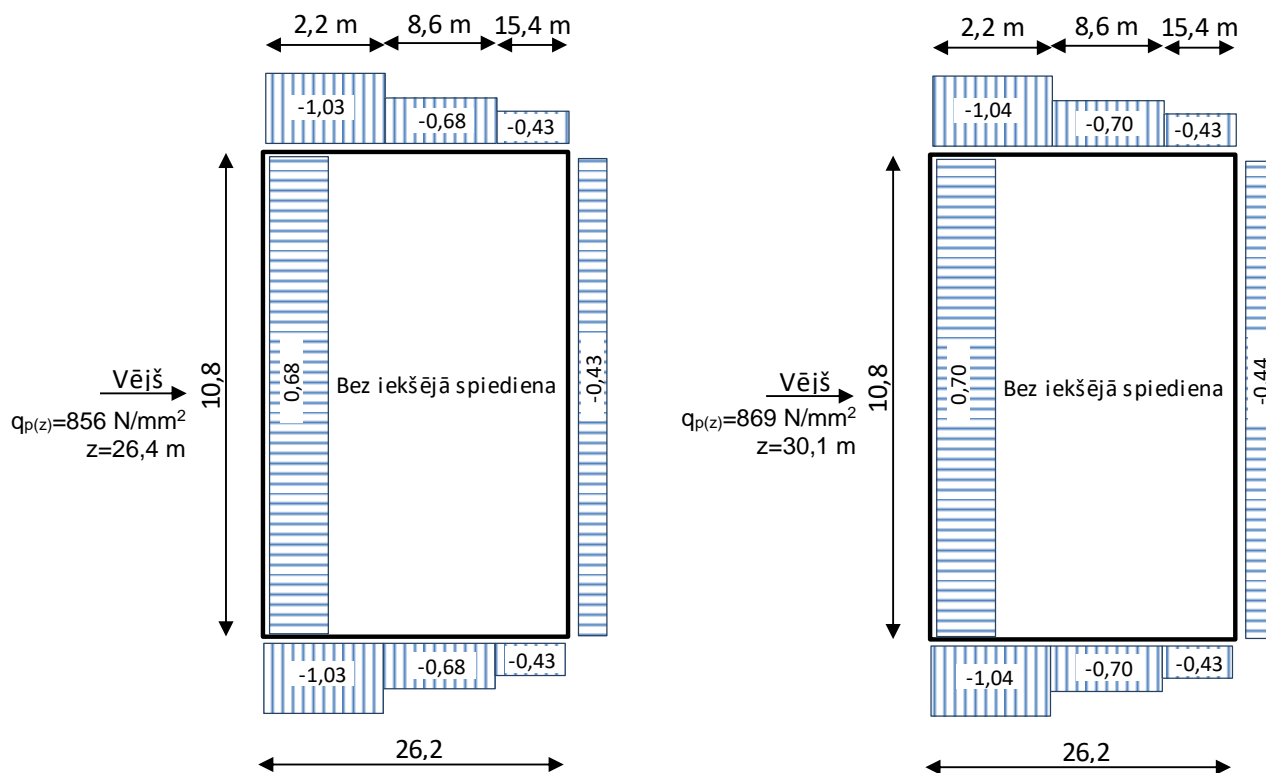
	$z$ [m]	$c_r(z)$	$v_m(z)$ [m/s]	$l_v(z)$	$q_p(z)$ [N/m <sup>2</sup> ]
$z_b$	26,2	0,963	23,11	0,22	856
$z_h$	27,5	0,973	23,36	0,22	869

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



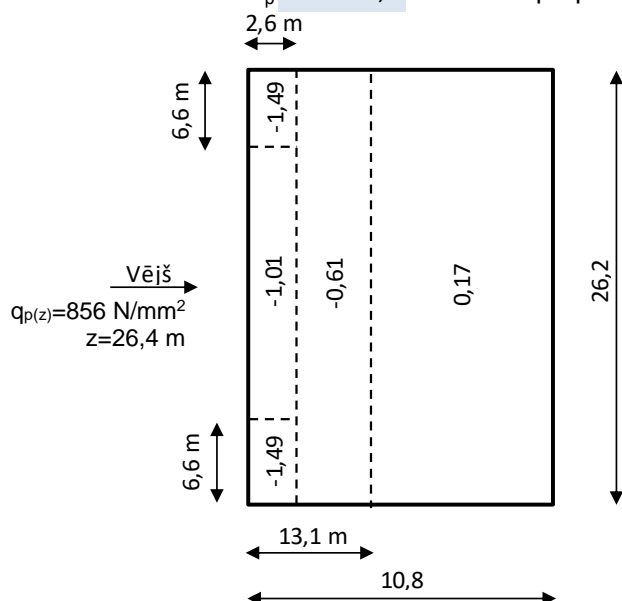
Ēkas izmēri

d	26,2 m	platums vēja virzienā
b	10,8 m	platums perpendikulāri vējam
h	27,5 m	ēkas augstums



1.5.3. Vēja slodzes aprēķins uz plakano jumtu pēc LVS EN 1991-1-4, sadaļas 7.2.3

$q_p(z)$	869 N/m <sup>2</sup>	Vēja pīķa ārtuma spiediens augstumā z
d	10,8 m	jumta izmērs perpendikulāri korei
b	26,2 m	jumta izmērs kores virzienā
h	27,5 m	jumta augstums, neieskaitot parapetu
$h_p$	0,3 m	parpeta augstums





## 2. Slodžu kombinācijas

Tabula 6 - Pielietotie slodžu daļējie un kombināciju koeficienti

Slodze/ iedarbe	Apzīmējums	Slodžu daļējie un kombināciju koeficienti			
		$\gamma$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Pašsvars	G	1,35			
Ģeometriskās novirzes no pašsvara	EHF <sub>y,g</sub>	1,35			
Vējš	W <sub>y</sub> , W <sub>x</sub>	1,5	0,6	0,2	0
Sniegs	SN	1,5	0,7	0,5	0,2
Lietderīgā slodze	Q	1,5	0,7	0,5	0,3

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

Tabula 7 - Slodžu kombināciju tabula

Nr.	Tips	Kombinācijas apraksts
1	ULS	$1,0*(G + EHF_{y,g}(+)) + 1,5*W_y(+)$
2	ULS	$1,0*(G + EHF_{y,g}(-)) + 1,5*W_y(-)$
3	ULS	$1,0*G + 1,5*W_x(+)$
4	ULS	$1,0*G + 1,5*W_x(-)$
5	ULS	$1,35*(G + EHF_{y,g}(+)) + 1,5*W_y(+)$ + 1,05*(Q+SN)
6	ULS	$1,35*(G + EHF_{y,g}(-)) + 1,5*W_y(-)$ + 1,05*(Q+SN)
7	ULS	$1,35*G + 1,5*W_x(+)$ + 1,05*(Q+SN)
8	ULS	$1,35*G + 1,5*W_x(-)$ + 1,05*(Q+SN)
9	ULS	$1,35*(G + EHF_{y,g}(+)) + 1,5*Q + 1,05*SN + 0,9*W_y(+)$
10	ULS	$1,35*(G + EHF_{y,g}(+)) + 1,5*Q + 1,05*SN + 0,9*W_y(-)$
11	ULS	$1,35*G + 1,5*Q + 1,05*SN + 0,9*W_x(+)$
12	ULS	$1,35*G + 1,5*Q + 1,05*SN + 0,9*W_x(-)$

Piezīmes:

- 1) Par Y virzienu tiek uzskatīts ēkas šķērsvirziens (īsākais virziens) un par X virzienu uzskata ēkas garāko mala.
- 2) 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.
- 3) Ģeometriskās novirzes vienkāršības labad tiek pieliktas tikai ēkas šķērsvirzienā, kur tām ir būtiskāka nozīme. Ņemot vērā to, ka ēkas garenvirzienā ir izvietots liels skaits ar paneļiem un ēka garenvirzienā bieži vien ir sabloķēta no daudzām vienādām sekcijām, tad šajā virzienā ģeometriskām novirzēm vairs nav nozīmes.



### 3. Materiāli

Tabula 7- aprēķinā izmantoto materiālu mehāniskās īpašības

Konstrukcijas nosaukums	Blīvums, kg/m <sup>3</sup>	Raksturīgā spiedes stiprība/klase	Elastības modulis, MPa	Bīdes modulis, MPa	Puasona koef.
Keramzītbetona ārsienu paneļi	1000	5,0 MPa	5000	2000	0,25
Kāpnes, jumta konstrukciju balstošie jumta paneļi, kāpņu telpu sienas	2500	marka M200 jeb C12/15	27000	11250,0	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 un pārseguma elementi pieņemti kā homogēni un izotropi elementi. Jumta ribotās plātnes definēti kā otrtrotropi elementi, kam stinguma matrica tiek aprēķināta automātiski atkarībā no ievadītajiem ģeometriskajiem raksturlielumiem (2. attēls)

Ārsienu keramzītbetona paneļu pieļaujamais spiedes spēks un elastības modulis tiek pieņemts pēc grāmatas *Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов. Москва, 1966* [1.].

Расчетные и нормативные сопротивления бетона панелей для стен в кг/см<sup>2</sup>

Вид напряженного состояния	Обозначение	Вид бетона	Тип панелей	Расчетные сопротивления в кг/см <sup>2</sup> бетона проектных марок								
				25	35	50	75	100	150	200	250	300
Сжатие осевое	R <sub>пр</sub>	Тяжелый и легкий цементные бетоны	Расчетные сопротивления Железобетонные	—	—	20	30	44	65	80	105	130
			Бетонные	—	—	18	27	40	60	70	95	115
		Тяжелый силикатный бетон	Железобетонные	—	—	—	—	49	61	75	89	
			Бетонные	—	—	—	—	44	55	67	80	
		Автоклавный ячеистый бетон (цементный и силикатный)	Железобетонные	—	—	13	20	27	39	—	—	—
Бетонные	6		9	12	18	24	35	—	—	—		
Крупнопористый бетон	R <sub>p</sub>	Тяжелый и легкий цементные бетоны	Бетонные	—	—	14,5	21,5	29	41	—	—	—
			Железобетонные	—	—	2,7	3,6	4,5	5,8	7,2	9	10,5
			Бетонные	—	—	2,4	3,2	4	5,2	6,4	8,1	9,5

Начальные модули деформации (модули упругости) бетона при сжатии E<sub>0</sub> в кг/см<sup>2</sup>

Проектная марка бетона	Начальные модули деформаций E <sub>0</sub> в кг/см <sup>2</sup>									
	тяжелого (кроме крупнопористого)		легкого (кроме крупнопористого)				ячеистого автоклавного		крупнопористого	
	цементного	силикатного	на искусственных крупных и мелких заполнителях		на естественных крупных и мелких заполнителях		цементного	силикатного	тяжелого	легкого
			при объемном весе крупного заполнителя в кг/м <sup>3</sup>							
			>700	300—700	>700	300—700				
25	—	—	—	—	—	—	17 000	14 000	—	—
35	—	—	—	—	—	—	25 000	20 000	—	—
50	—	—	70 000	50 000	50 000	40 000	38 000	30 000	70 000	30 000
75	—	—	95 000	65 000	65 000	50 000	50 000	40 000	100 000	50 000
100	190 000	—	110 000	80 000	80 000	65 000	75 000	60 000	130 000	—

3.att. Keramzītbetona aprēķina spiedes stiprība un elastības modulis



4. Ēkas konstruktīvā shēma un aprēķina pieņēmumi

- Ēkas telpisko noturību nodrošina gan ēkas ārsienas, gan iekšējās sienas. Pārsegumu konstrukcija strādā kā horizontāla stinga diafragma, kas sadala slodzi starp sienām.
- Keramzītbetona ārsienas paneļi arī ir nesoši, jo uz tiem arī tiek balstītas pārseguma plātnes.
- Par cik ēkai izmantota saliekamā dzelzsbetona konstrukcijas, tas savienojumi starp visiem sienu un pārseguma elementiem pieņemti kā lineāras locīklas.
- Virszemes iekšējo un ārējo sienu paneļu savienojumi realizēti ar tērauda A-I d12 skavām paneļu stūros un betona šuves aizpildīšanu ar M150 marku. 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.].
- Aprēķina programmā ēkas visu paneļu vertikālie savienojumi tiek definēti kā lineāras locīklas ar bīdes stingumu 21365 kN/m.
- Pagraba sienu paneļu savstarpējie savienojumi ir realizēti ar metināšanu un betona šuves aizpildīšanu, taču par cik šādiem savienojumiem nav zināms šuvju bīdes stingums, tas pieņemts tāds pats kā virszemes stāvu paneļiem.
- Aprēķins tiek veikts programmā *Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2023*, definējot sienas un pārsegumus kā 2D elementus (*shell*) ar galīgo elementu nominālajiem izmēriem 0,3x0,3 m, jumta paneļus bēniņos - kā 1D elementus (*bars*).
- Logi definēti ar *cladding* elementiem, t.i. bez stinguma, kas nepieciešami tikai vēja slodzi pārdalīšanai.

Ēka tiek modelēta pa stāviem un tiek veikta sekvenciālā konstrukciju pašsvara simulēšana, t.i. konstrukcijas no pašsvara slodzes tiek aprēķinātas sākot ar zemāko stāvu, nevis kā viens veselums, ņemot vērā to, ka katrs stāvs pēc tā izbūvēšanas pašsvara ietekmē deformējas un ieņem kaut kādu spriegumu stāvokli. Līdz ar to no konstrukciju pašsvara deformācijas un spriegumi tiek rēķināti 10 etapos. Šāds modelēšanas veids ir būtiski laukietilpīgāks, taču reizē ir uzskatāms par reālistiskāku konstrukciju uzvedības noteikšanā.

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

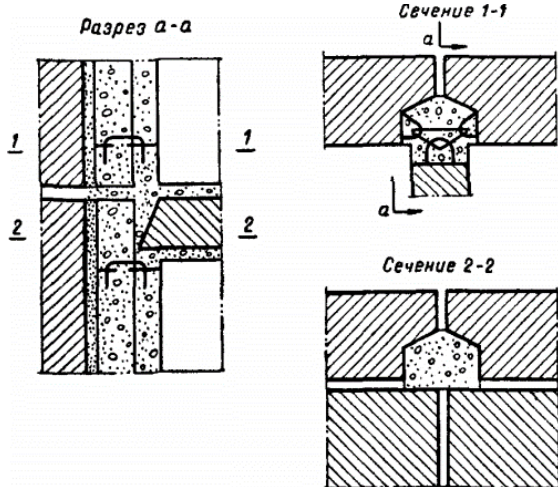


Рис. II.3. Схема стыка типа III

4.att. Ārsienas- iekšsienu paneļu šuves padevība un nestspēja [1.]



Таблица 12

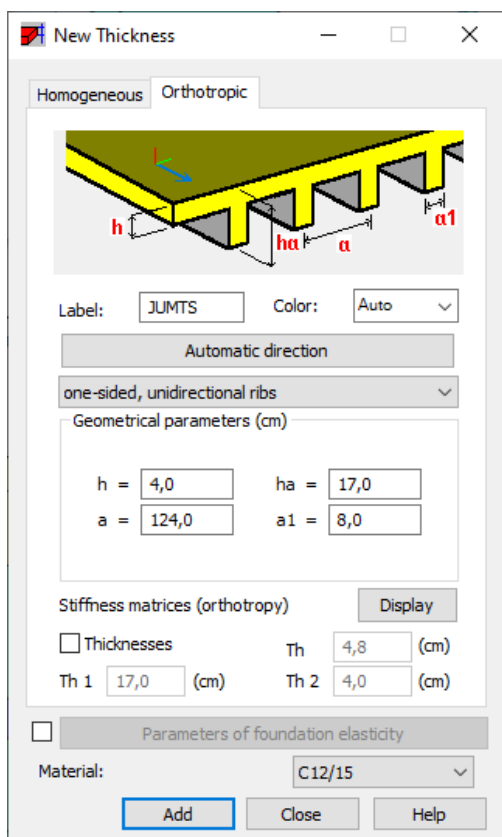
Предельно допустимые усилия сдвига в связях, соединяющих панели наружной стены между собой, и коэффициенты податливости

Марка бетона панели	Марка бетона замоноличивания	Диаметр соединительных стержней в мм	Коэффициент податливости $\times 10^{-5}$ см/кг	Предельно допустимые усилия на один этаж в т
200 и выше	Тяжелый бетон марки 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

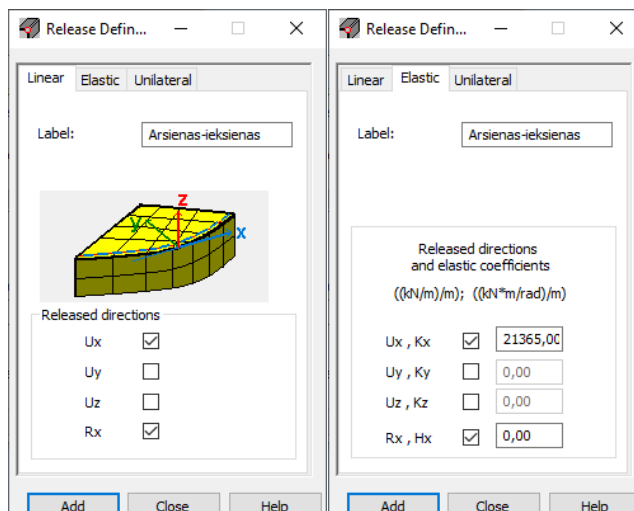
5.att. Ārsienņu paneļu savstarpējas šuves padevība un nestspēja [1.]

Vertikālo savienojuma šuvju stinguma aprēķins

$\lambda_1$	0,000017 cm/kg	savienojuma padevība (2 savienojumiem)
n	2 gab	savienojumu skaits uz sāvu/ paneli
$\lambda$	0,000017 cm/kg	savienojumu kopējā padevība
k	58 824 kg/cm	savienojumu kopējais stingums
	57 686 kN/m	
H	2,7 m	stāva/ paneļa augstums
$K_x$	21 365 kN/m/m	visas savienojuma šuves stingums

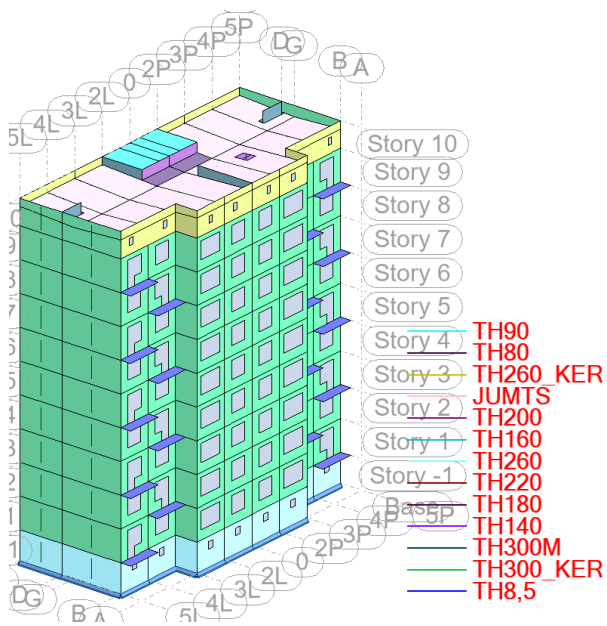


6.att. Jumta plātņu definēšana aprēķina programmā

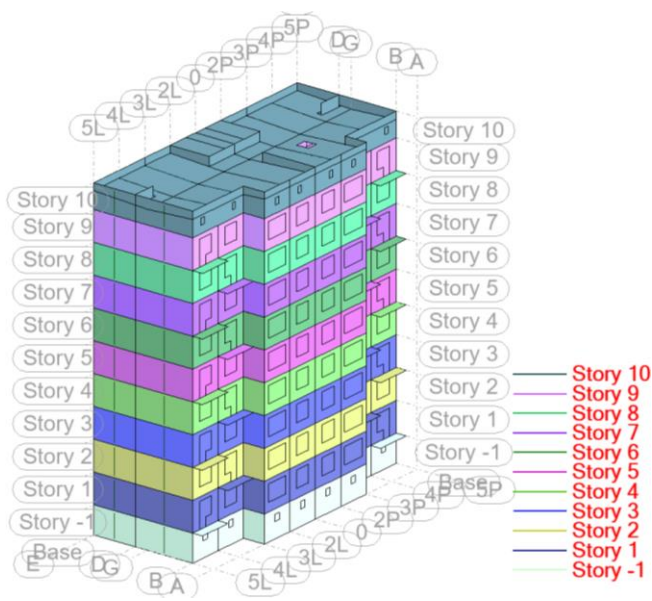


7.att. Vertikālo šuvju stinguma definēšana programmā

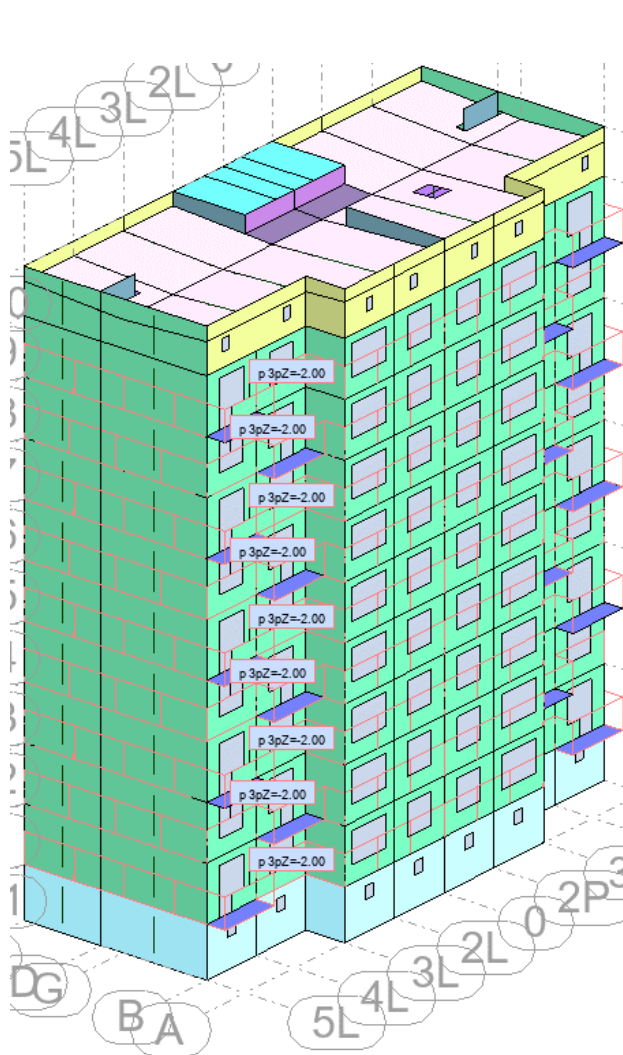




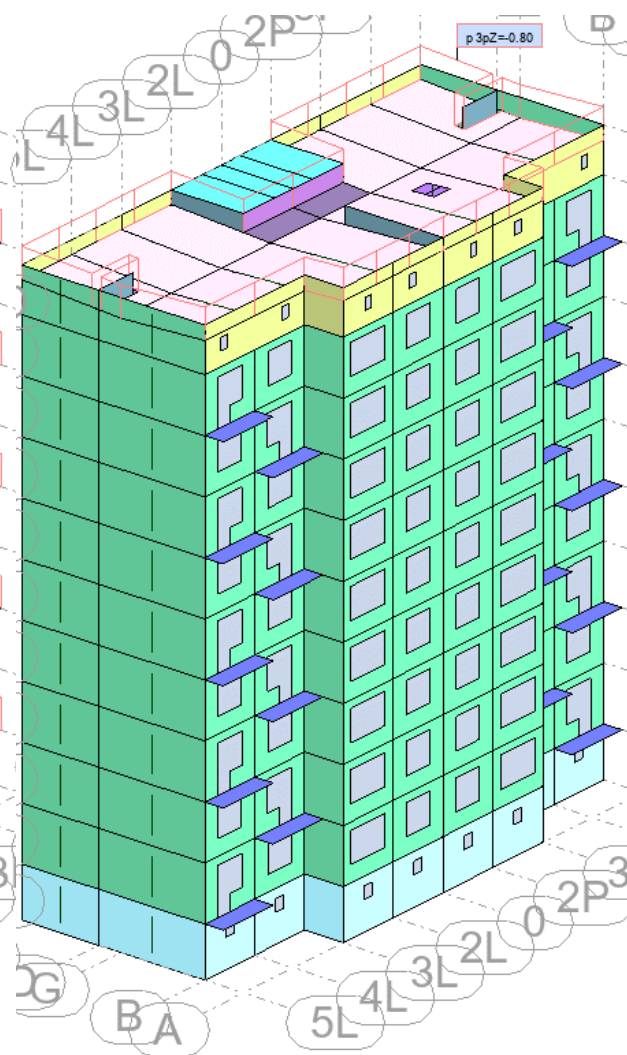
8.att. Ēkas aprēķina modelis



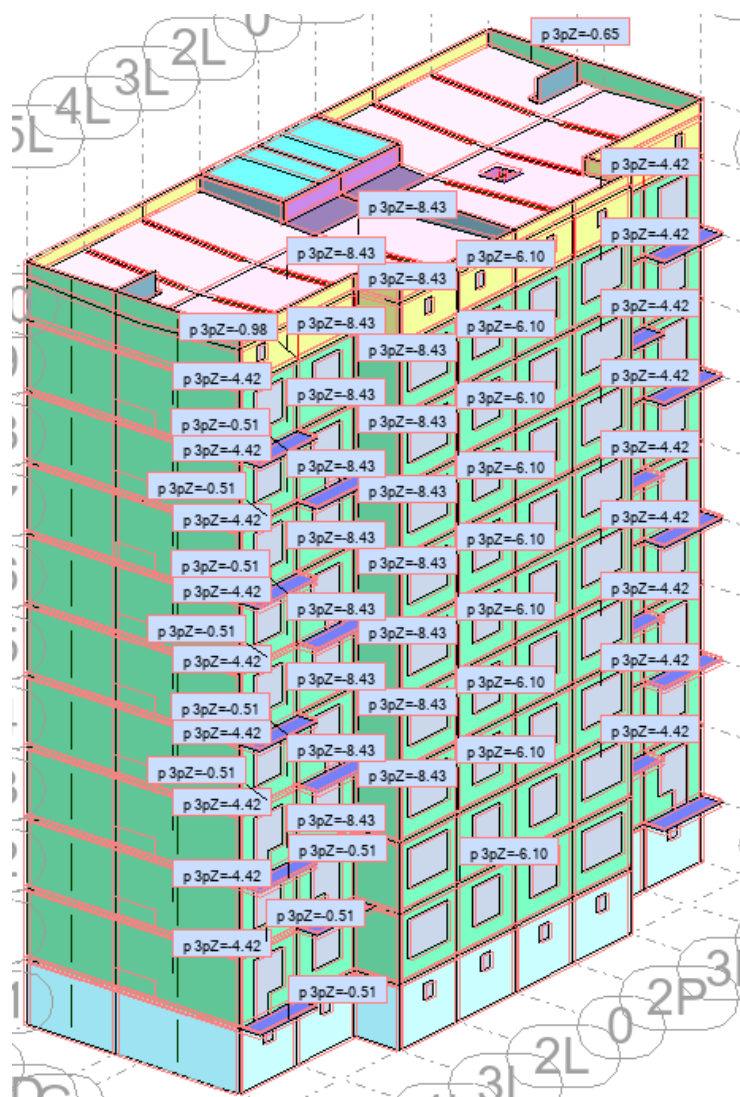
9.att. Ēkas dalījums stāvos



10.att. Lietderīgās slodzes



11.att. Sniega slodzes



12.att. Pašsvara slodzes

Notional loads

Load case name: Notional loads Y+

Conversion parameters

Convert loads (-Z) from cases: 1

Conversion coefficient: 0,0025

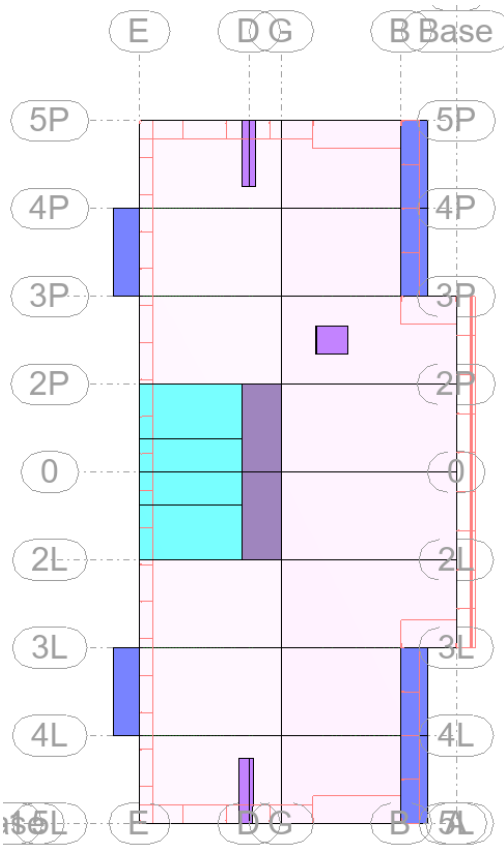
Notional loads direction: Y +

Add Modify

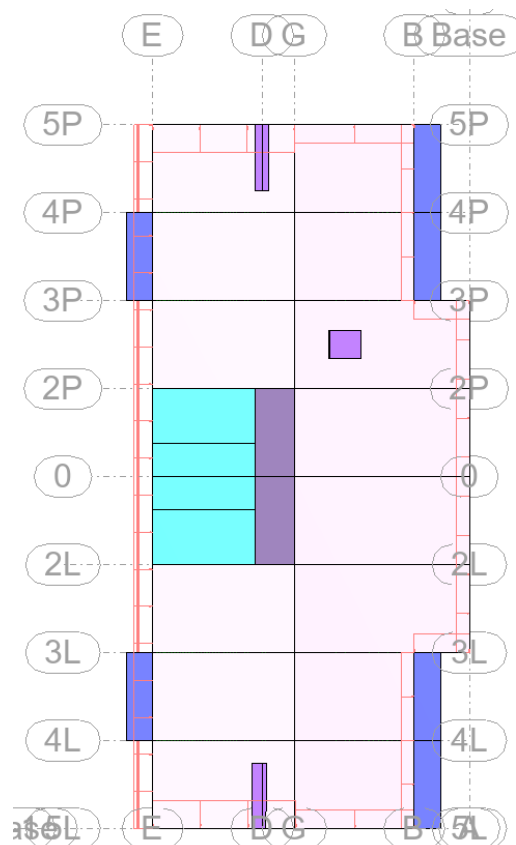
No.	Name	Coeffi...	Direction	Converted Cases
8	Notional loads Y+	0.0025	Y +	1
9	Notional loads Y-	0.0025	Y -	1

Delete Generate loads Close Help

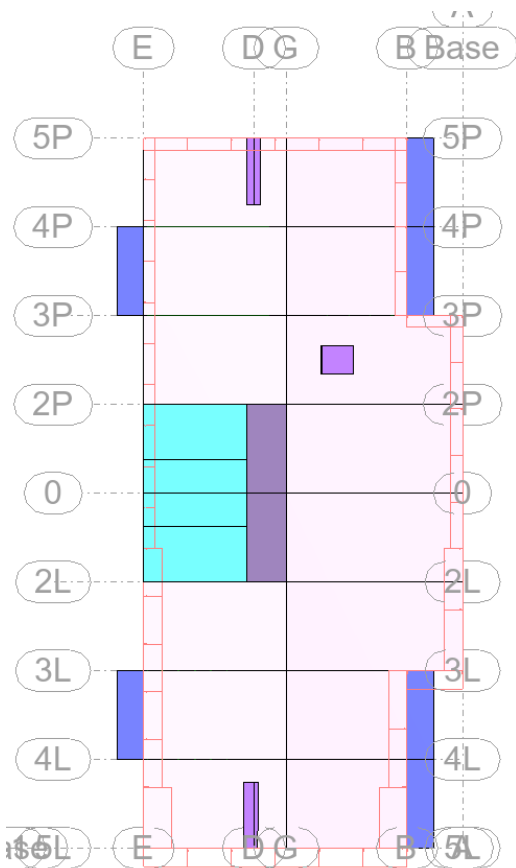
13.att. Ģeometrisko noviržu definēšana



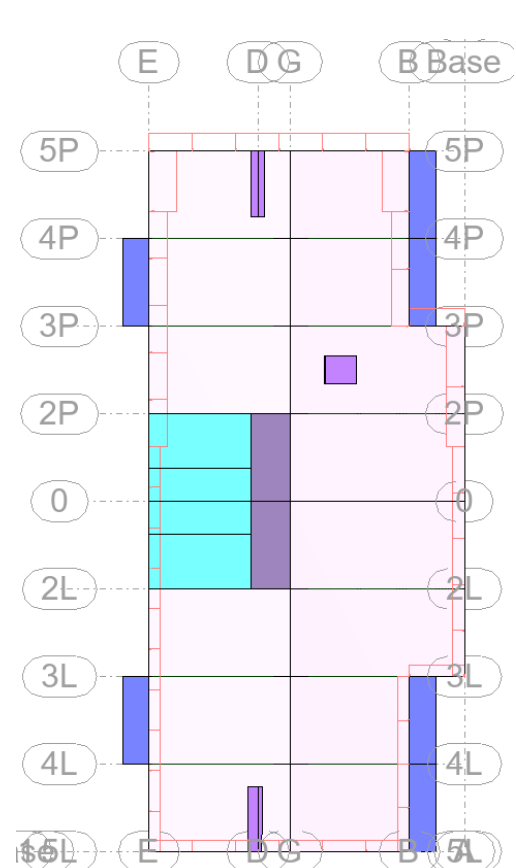
14.att. Vēja slodze Wy(+), skats no augšas



15.att. Vēja slodze Wy(-), skats no augšas



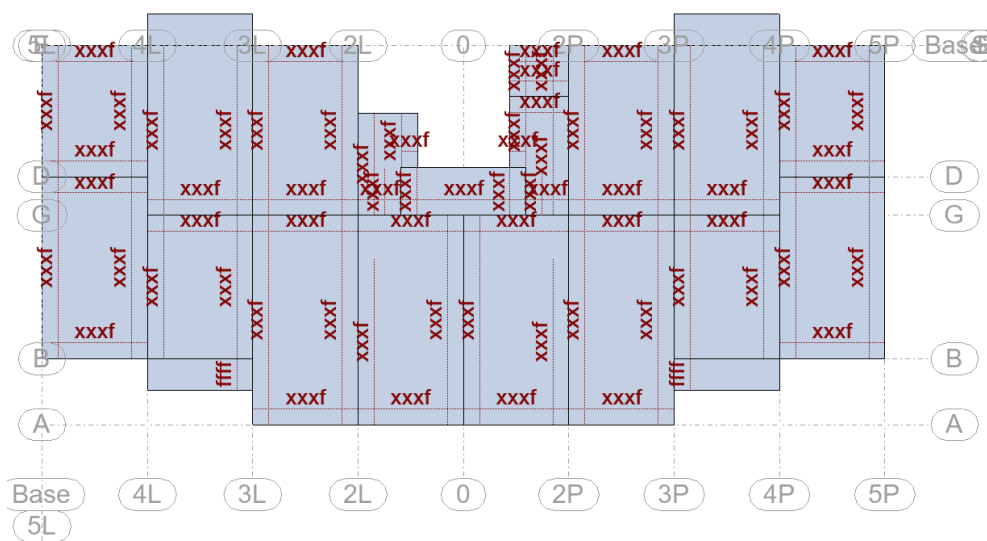
16.att. Vēja slodze Wx(+), skats no augšas



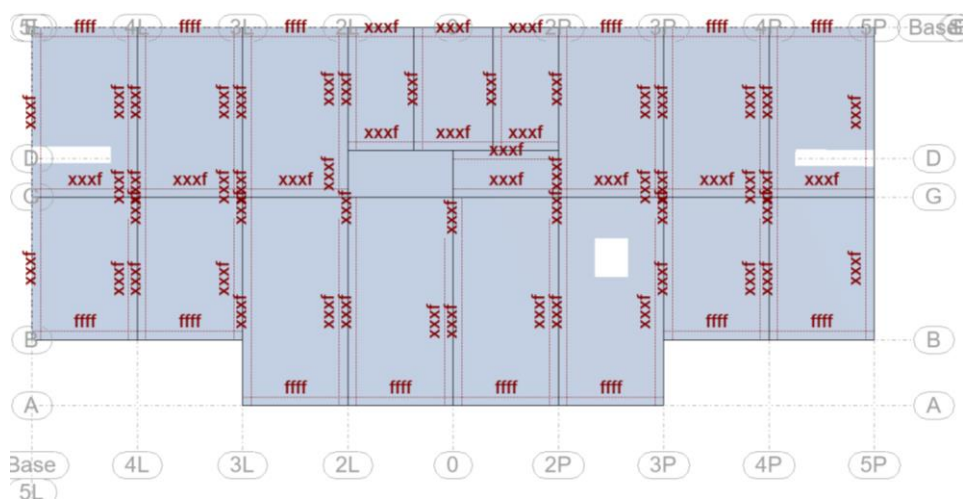
17.att. Vēja slodze Wx(-), skats no augšas



18.att. Locīklu definēšana sienām, kur xxxf – lineāra locīkla, exxf – lineāras locīklas ar bīdes stingumu



19.att. Locīklu definēšana pārsegumam, kur *xxx* – lineāra locīkla, *fff* – pilna brīvība, mala brīvi kustīga



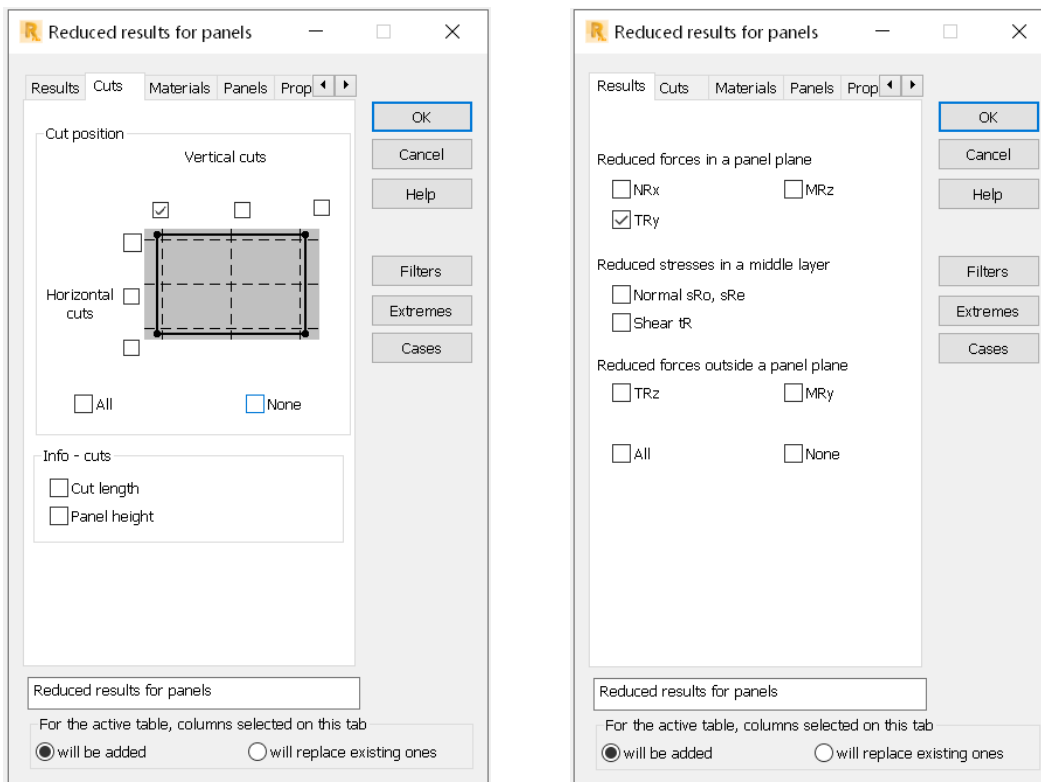
20.att. Locīklu definēšana jumtam, kur *xxx* – lineāra locīkla, *fff* – pilna brīvība, mala brīvi kustīga



## 5. Sienu paneļu vertikālo šuvju aprēķina rezultāti

### 5.1. Vispārīgā informācija

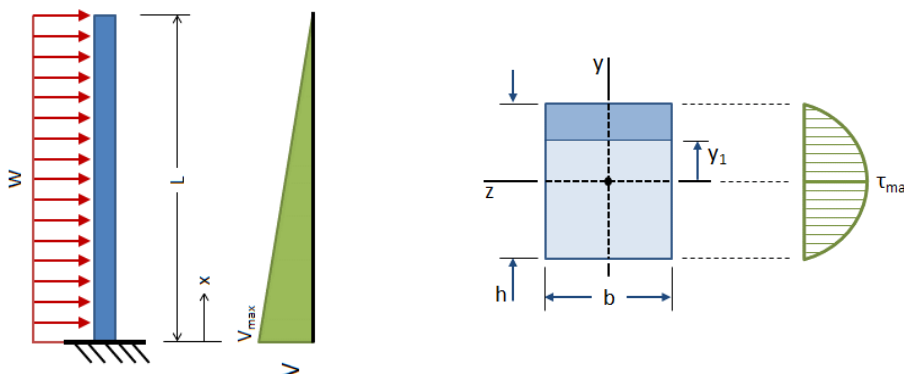
Summārais bīdes spēks katrā no paneļu šuvēm tiek noteikts, izmantojot aprēķina programmā iestrādāto iekšējo piepūļu integrēšanu gar paneļu malām (*Reduced results for panels*).



21.att. Bīdes spēku noteikšanas parametri programmā

Bīdes spēki šuvēs tiek noteikti pie nepalielinātām pašsvara slodzēm, ģeometriskajām novirzēm un tikai pie aprēķina vēja slodzēm, t.i. pie kombinācijām ULS-1, ULS-2, ULS-3, ULS-4.

Simboliski apskatot ēku kopumā kā balstā iespīlētu kolonnu (vertikāla konsole) ar taisnstūra šķērsgriezumu, sagaidāms, ka no horizontālās slodzes lielākie bīdes spēki veidosies ēkas lejasdaļas centrālajās šuvēs, ārsienu savienojumu šuvēm/mezgliem paliekot mazāk noslogotiem (21. attēls). Šāds pieņēmums kopumā apstiprinās arī aprēķinātajos ēkas paneļu šuvju bīdes spēkos.



22.att. Hipotētiskais bīdes spēku sadalījums pa ēkas augstumu un bīdes spriegumi šķērsgriezumā

# Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741271



## 5.2. Aprēķina rezultāti

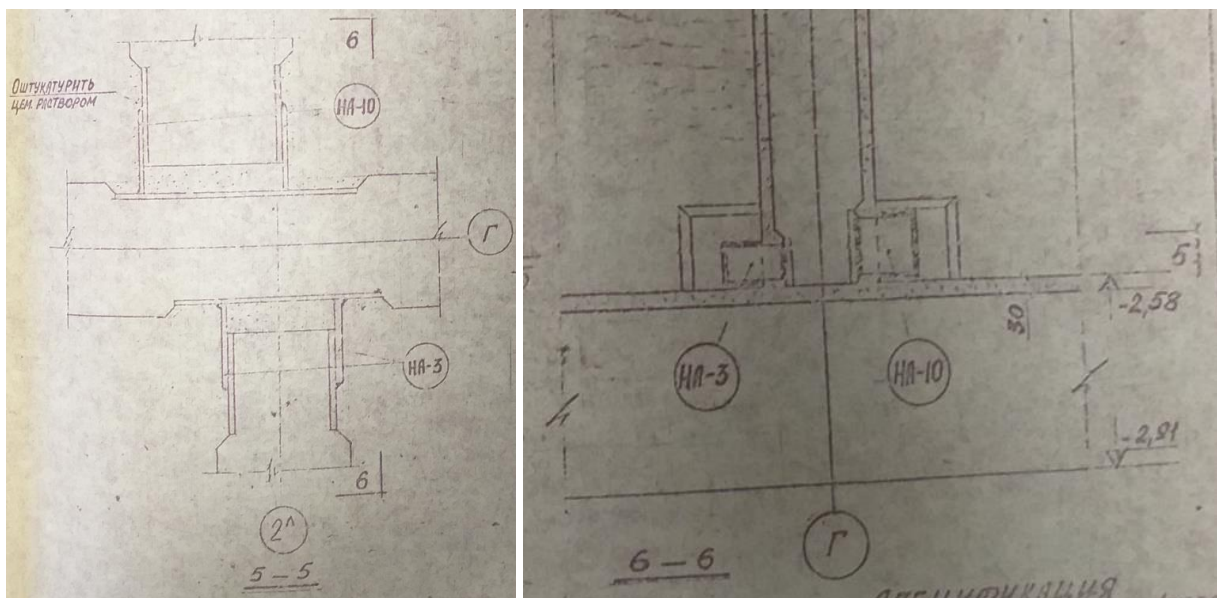
Lielākais aprēķinātais bīdes spēks pagraba paneļu savienojuma šuvē ir 74,59 kN (skatīt griezumu S12 turpmākajās lapās), kurā paneļi savstarpēji savienoti ar metināšanu.

Lielākais aprēķinātais bīdes spēks virszemes iekšējo paneļu savienojuma šuvē ir 43,54 kN (skatīt griezumu S5 turpmākajās lapās), kurā paneļi savstarpēji savienoti ar skavām un betonēšanu.

Lielākais aprēķinātais bīdes spēks virszemes fasādes paneļu savienojuma šuvē ir 29,86 kN (skatīt griezumu S2 turpmākajās lapās), kurā paneļi savstarpēji savienoti ar skavām un betonēšanu.

Betonētajiem savienojumiem pieļaujamais bīdes spēks ir 6 tonnas jeb 60 kN (skatīt 4. un 5. attēlu), līdz ar to tikai betonētās paneļu šuves ir noslogotas par 73%.

Pagraba paneļu apakšējās metinātās savienojuma šuves ir spējīgas pārvadīt šādu bīdes spēku, pieņemot pat 3 mm metinājuma šuves biezumu, lai gan visticamāk, tas dabā būtu pat lielāks.



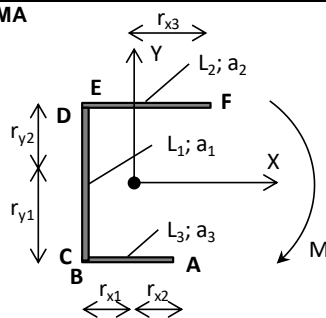
23. Mezgls Nr. 18 fragmenti no ēkas Projekta, kur tiek apskatīta savienojuma loksne NA-3 (100x60 mm)



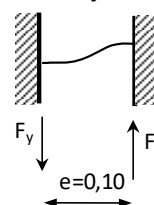
### IZEJAS DATI

$L_1$	54 mm	$= L_1 - 2a_1$
$a_1$	3 mm	
Šuves 1 tips: Kakta šuve		
$L_2$	54 mm	$= L_1 - 2a_1$
$a_2$	3 mm	
Šuves 2 tips: Kakta šuve		
$L_3$	54 mm	$= L_1 - 2a_1$
$a_3$	3 mm	
Šuves 3 tips: Kakta šuve		
Tērauds	S 235	
M	1,865 kNm	$= e \cdot F_y / 2$
$F_x$	0 kN	
$F_y$	37,295 kN	$= (74,59 / 2)$

### FORMA



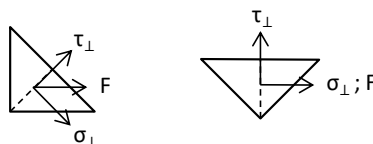
### Ekcentritāte savienojumā:



### METINĀJUMA GRUPAS PARAMETRI

$A_1$	162 mm <sup>2</sup>
$A_2$	162 mm <sup>2</sup>
$A_3$	162 mm <sup>2</sup>
$\bar{Y}$	27,0 mm
$\bar{X}$	18,0 mm
$I_p$	43,3 cm <sup>4</sup>
$r_{y1}$	27,0 mm
$r_{y2}$	27,0 mm
$r_{x1}$	18,0 mm
$r_{x2}$	36,0 mm
$r_{x3}$	36,0 mm

### SPRIEGUMA KOMPONENTES METINĀJUMA ŠĶĒRSGRIEZUMĀ:



### SPRIEGUMI PUNKTOS (MPa):

	A	B	Pieļaujamie	
$T_{II} (XM)$	116,2	116,2		
$T_{\perp} (YM)$	109,5	54,8		
$\sigma_{\perp} (YM)$	109,5	54,8		
$T_{II} (X)$	0,0	0,0		
$T_{\perp} (Y)$	54,3	54,3		
$\sigma_{\perp} (Y)$	54,3	54,3		
$\sigma_{\perp}$	55,3	109,0	259,2 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)
$\sigma_{eq}$	229,6	296,7	360,0 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)
	C	D	Pieļaujamie	
$T_{\perp} (XM)$	82,1	82,1		
$\sigma_{\perp} (XM)$	82,1	82,1		
$T_{II} (YM)$	77,4	77,4		
$T_{\perp} (X)$	0,0	0,0		
$\sigma_{\perp} (X)$	0,0	0,0		
$T_{II} (Y)$	76,7	76,7		
$\sigma_{\perp}$	82,1	82,1	259,2 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)
$\sigma_{eq}$	313,5	313,5	360,0 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)
	E	F	Pieļaujamie	
$T_{II} (XM)$	116,2	116,2		
$T_{\perp} (YM)$	54,8	109,5		
$\sigma_{\perp} (YM)$	54,8	109,5		
$T_{II} (X)$	0,0	0,0		
$T_{\perp} (Y)$	54,3	54,3		
$\sigma_{\perp} (Y)$	54,3	54,3		
$\sigma_{\perp}$	109,0	55,3	259,2 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)
$\sigma_{eq}$	296,7	229,6	360,0 OK	EN 1993-1-8 p.4.5.3.2 (6)



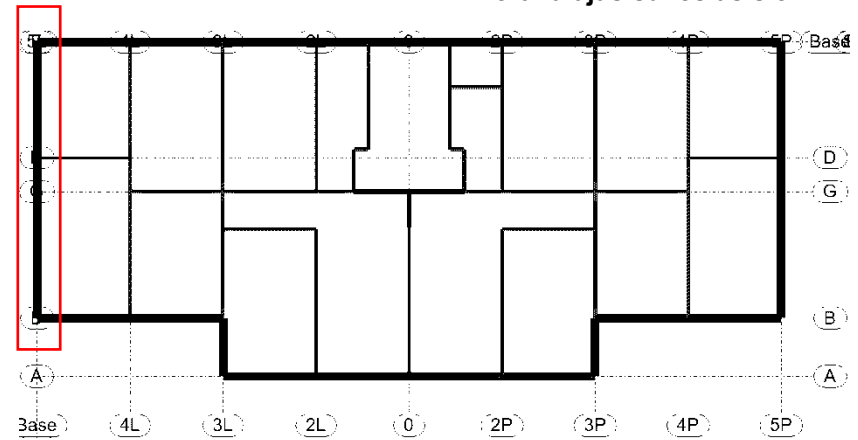
# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs 5/B-E

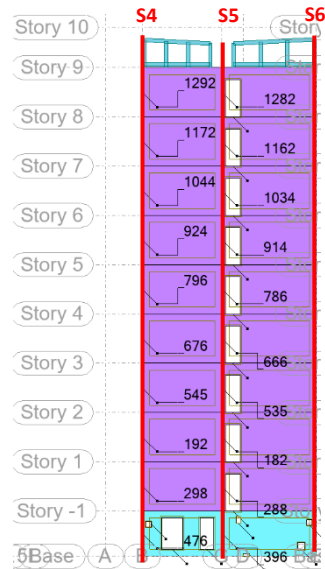
	S1	S2	S3
Story 10			
Story 9	1396		1397
Story 8	1269		1270
Story 7	1148		1149
Story 6	1021		1022
Story 5	900		901
Story 4	773		774
Story 3	652		653
Story 2	522		523
Story 1	168		169
Story -1	274		275
Base	382		383



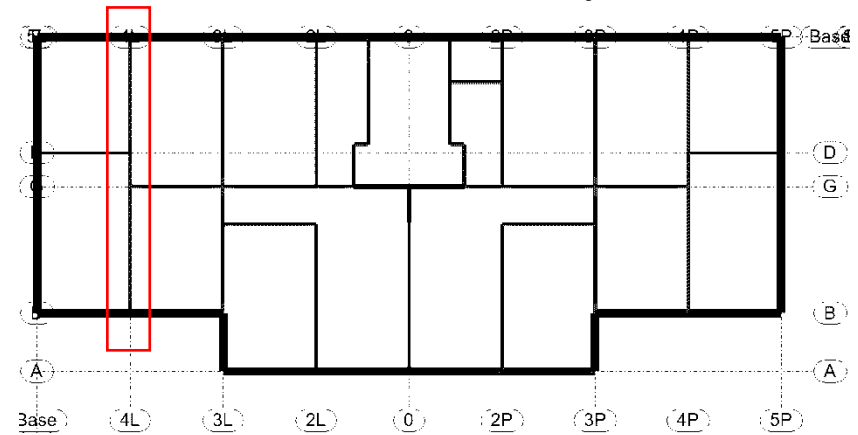
S01		S02				S03	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
382	3,08	382	22,12	383	4,12	383	2,48
274	4,27	274	21,27	275	8,79	275	2,96
168	5,83	168	27,98	169	8,29	169	2,38
522	5,45	522	29,86	523	10,36	523	4,04
652	5,21	652	28,04	653	7,64	653	2,17
773	4,2	773	25,64	774	8,17	774	3,18
900	3,83	900	21,93	901	5,58	901	1,57
1021	2,81	1021	18,4	1022	5,43	1022	2,28
1148	2,49	1148	14,6	1149	3,46	1149	1,18
1269	1,47	1269	11,52	1270	3,17	1270	1,6
1396	1,28	1396	4,92	1397	2,55	1397	0,55

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajā šuvēs 4/B-E



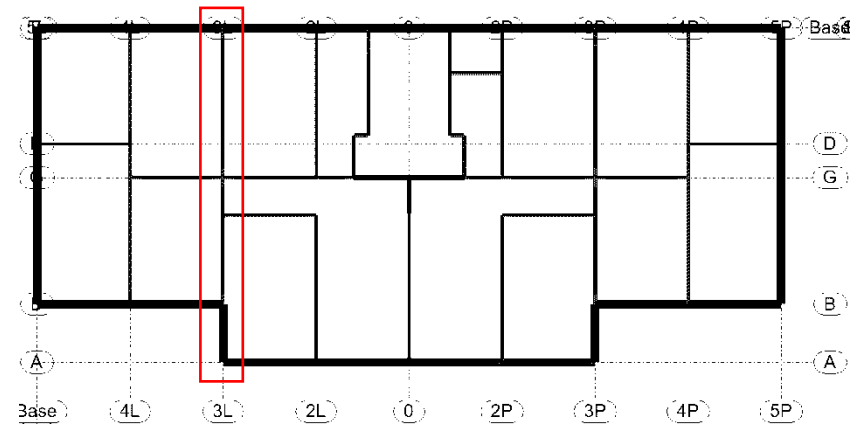
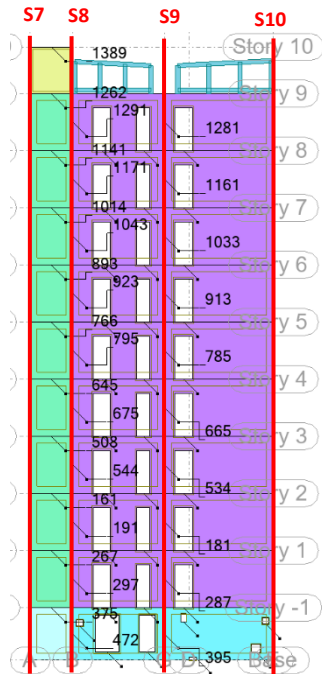
S4		S5			S6		
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	TRy (kN)	
476	15,12	476	9	396	35,39	396	21,75
298	7,76	298	7,19	288	25,2	288	2,67
192	3,92	192	6,82	182	36,78	182	3,32
545	5,46	545	6,89	535	42,44	535	6,34
676	6,09	676	7,34	666	43,54	666	4,26
796	6,21	796	7,19	786	42,23	786	6,64
924	6,01	924	6,65	914	38,56	914	4,43
1044	5,58	1044	5,89	1034	33,95	1034	5,98
1172	4,92	1172	5,09	1162	28,47	1162	3,99
1292	0,75	1292	5,97	1282	26,25	1282	2,29

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



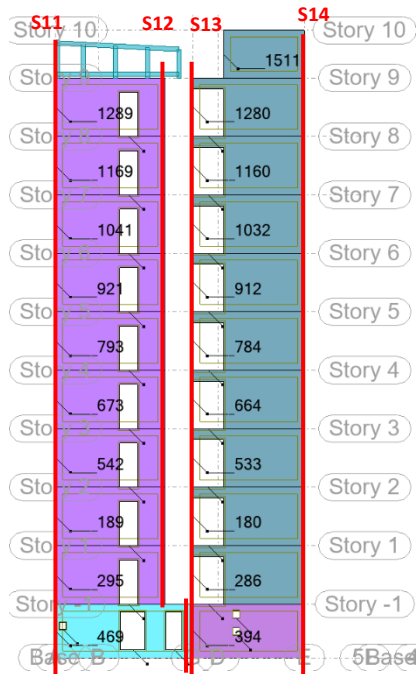
Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs 3/A-E



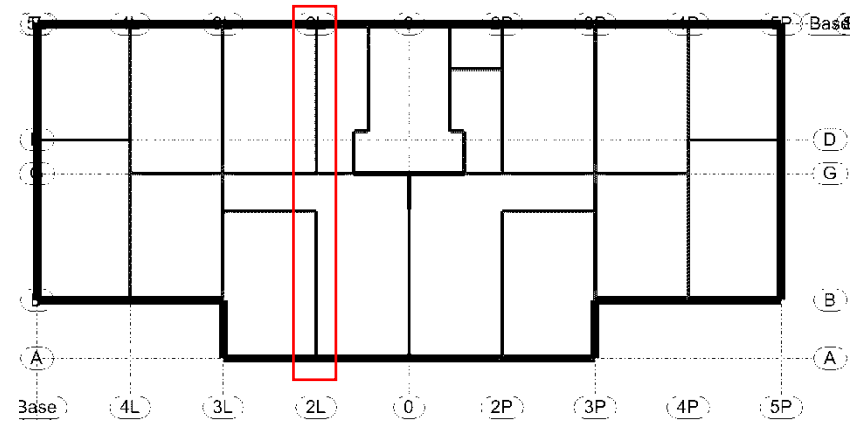
S7		S8				S9				S10	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
375	2,62	375	41,73	472	15,02	472	66,21	395	2,56	395	20,42
267	2,63	267	25,4	297	7,24	297	25,53	287	5,81	287	2,8
161	4,21	161	21,28	191	5,45	191	30,96	181	5,77	181	3,48
508	3,72	508	21,29	544	5,73	544	30,92	534	5,77	534	4,35
645	4,46	645	17	675	6,4	675	28,73	665	5,48	665	4,65
766	3,93	766	15,44	795	6,66	795	26	785	5,08	785	4,72
893	4,33	893	16,08	923	6,29	923	23,07	913	4,64	913	4,58
1014	3,8	1014	12,74	1043	5,77	1043	20,06	1033	4,2	1033	4,43
1141	3,97	1141	10,9	1171	4,7	1171	16,97	1161	3,78	1161	4,09
1262	3,95	1262	10,37	1291	2	1291	28,63	1281	3,57	1281	2,52

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



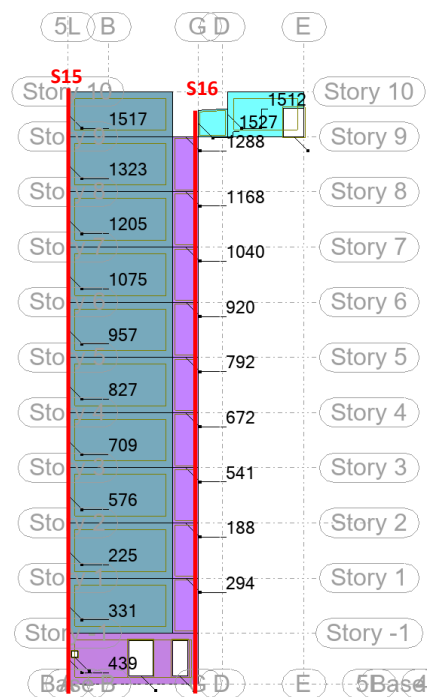
Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs 2/A-E



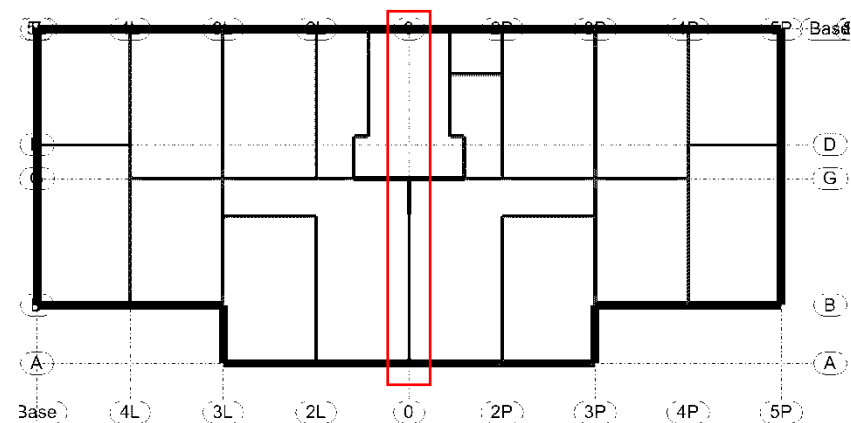
S11		S12		S13		S14	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
469	6,1	469	74,59	394	5,68	394	0,57
295	6,1	295	4,7	286	10,88	286	1,68
189	2,73	189	6,5	180	13,67	180	1,86
542	3,39	542	6,15	533	15,22	533	2,14
673	3,51	673	5,69	664	15,85	664	2,13
793	3,44	793	5,15	784	15,77	784	2,09
921	3,25	921	4,85	912	15,19	912	2,05
1041	3	1041	4,62	1032	14,25	1032	2,07
1169	3,25	1169	4,11	1160	13,21	1160	2,32
1289	3,94	1289	4,61	1280	14,63	1280	3,2

# Atzinums

Nr. 3-4.5.4/741009



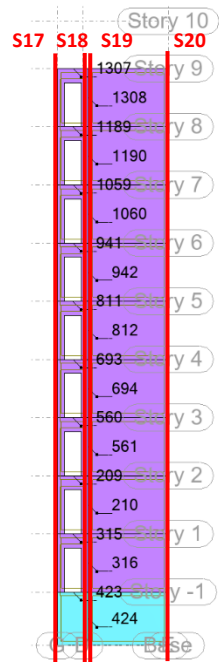
Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs 0/A-E



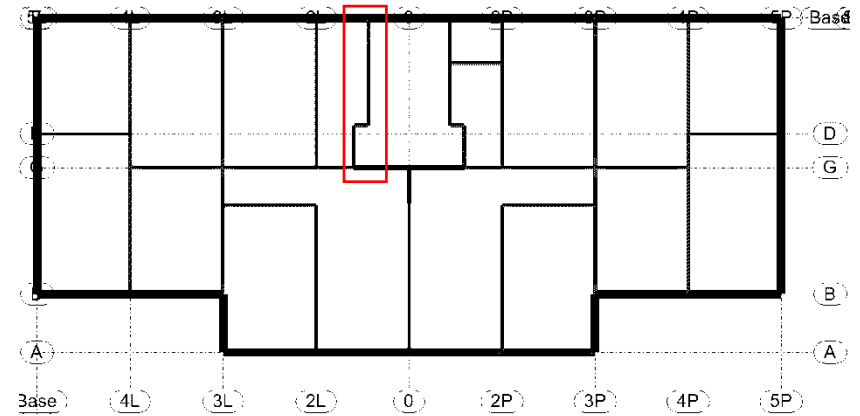
S15		S16	
Panela Nr.	TRy (kN)	Panela Nr.	TRy (kN)
439	8,45	439	33,38
331	5,91	294	7,5
225	5,29	188	9,55
576	4,9	541	10,68
709	4,89	672	11,2
827	4,52	792	11,29
957	3,93	920	11,03
1075	3,23	1040	10,59
1205	2,55	1168	10,04
1323	2,28	1288	9,49
1517	1,56		

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



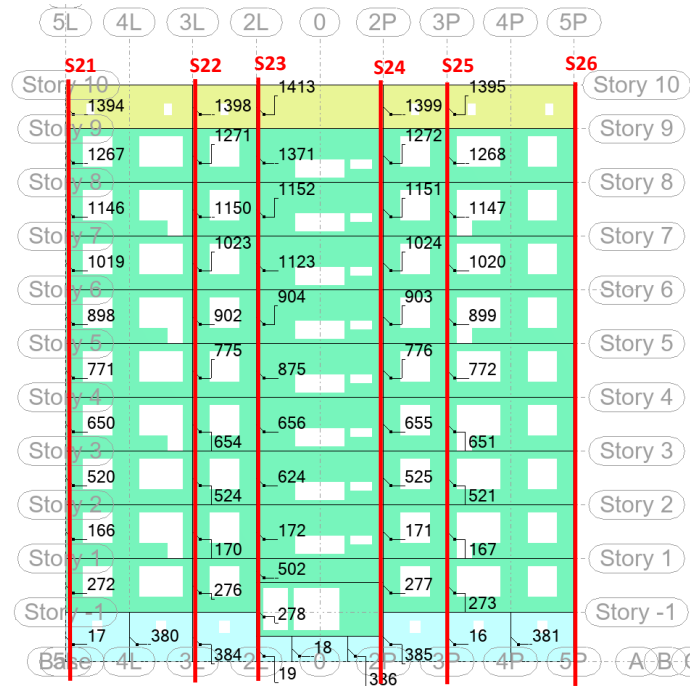
Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs 2L-0/G-E



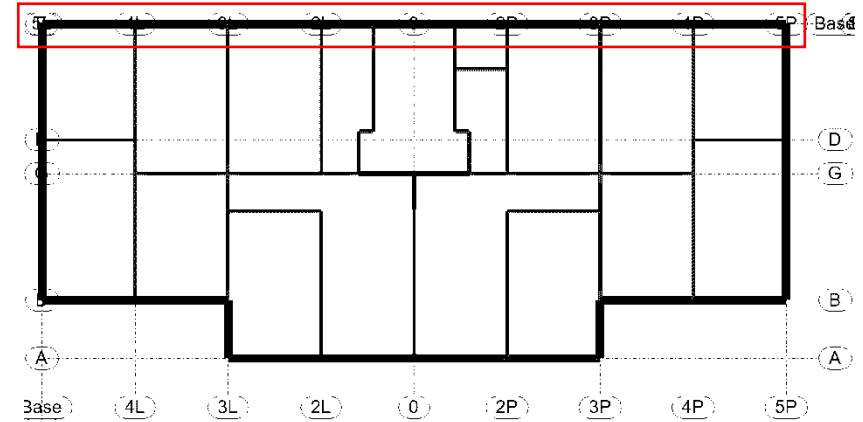
S17		S18		S19		S20	
Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)	Panēla Nr.	TRy (kN)
423	3,92	423	4,63	424	8,63	424	1,3
315	6,36	315	5,82	316	5,56	316	2,95
209	7,33	209	6,07	210	6,62	210	1,73
560	7,51	560	6,53	561	6,75	561	2,26
693	7,21	693	6,75	694	6,53	694	2,41
811	6,66	811	6,69	812	6,21	812	2,48
941	5,9	941	6,4	942	5,84	942	2,59
1059	5,06	1059	5,89	1060	5,53	1060	2,97
1189	4,23	1189	5,18	1190	5,28	1190	3,71
1307	3,69	1307	2,81	1308	5,26	1308	3,46

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



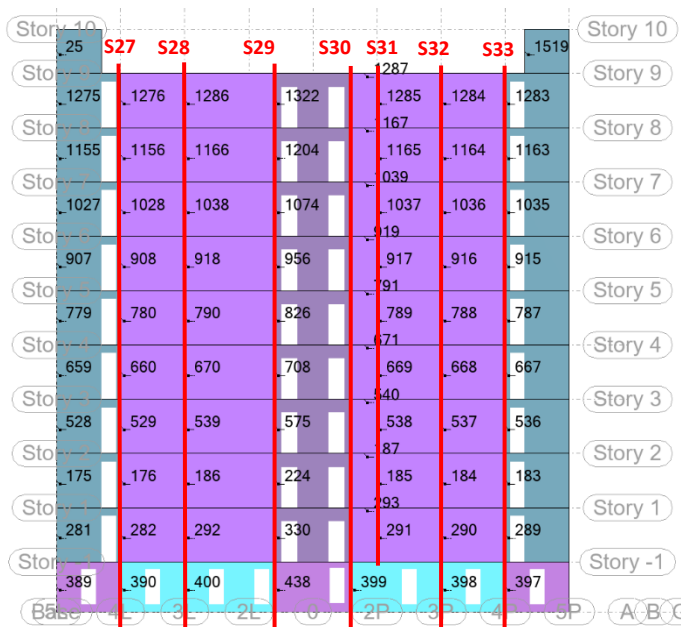
Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajā šuvēs asīs E/5L-5P



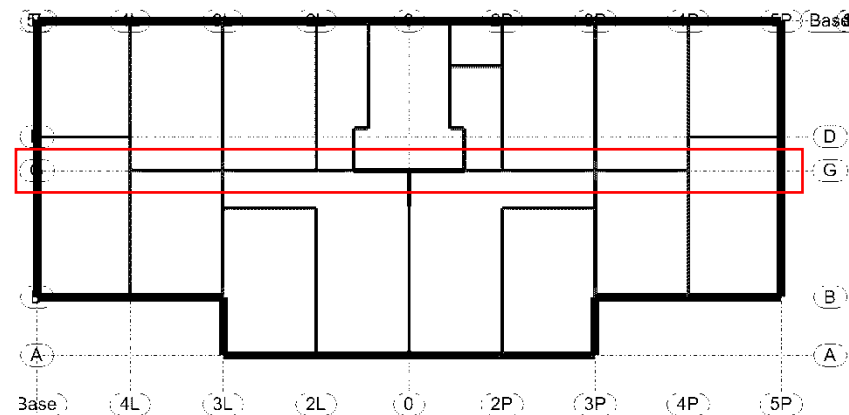
S21		S22				S23				S24				S25				S26	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)		
17	6,3	380	23,96	384	5,02	384	19,62	19	15,78	386	11,78	385	4,18	385	10,43	16	4,41	381	9,59
272	17,6	272	8,79	276	3,23	276	17,49	278	6,25	278	9,73	277	5,33	277	13,9	273	5,81	273	14,77
166	13,24	166	10,81	170	3,66	170	9,24	172	10,37	172	9,86	171	4,51	171	8,96	167	3,17	167	13,55
520	15,73	520	16,27	524	3,71	524	10,71	624	7,22	624	11,51	525	4,23	525	9,1	521	7,29	521	12,8
650	11,37	650	10,51	654	3,11	654	11,68	656	7,08	656	10,73	655	4,04	655	11,93	651	3,52	651	11,75
771	10,47	771	15,68	775	2,93	775	11,51	875	7,38	875	9,38	776	3,9	776	10,39	772	6,24	772	8,57
898	8,85	898	10,3	902	2,31	902	10,68	904	7,12	904	8,02	903	3,43	903	11,32	899	3	899	9,25
1019	5,82	1019	13,22	1023	2,16	1023	9,53	1123	6,55	1123	7,03	1024	2,85	1024	9,66	1020	4,53	1020	4,58
1146	5,9	1146	9,1	1150	1,65	1150	8,13	1152	5,74	1152	6,86	1151	2,02	1151	9,83	1147	1,96	1147	6,05
1267	0,95	1267	11,41	1271	1,33	1271	8,16	1371	4,51	1371	7,52	1272	1,97	1272	10,4	1268	2,31	1268	1,26
1394	0,75	1394	5	1398	1,17	1398	2,47	1413	2,72	1413	2,86	1399	1,59	1399	3,71	1395	0,77	1395	0,89

# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajā šuvēs asī G/5L-5P

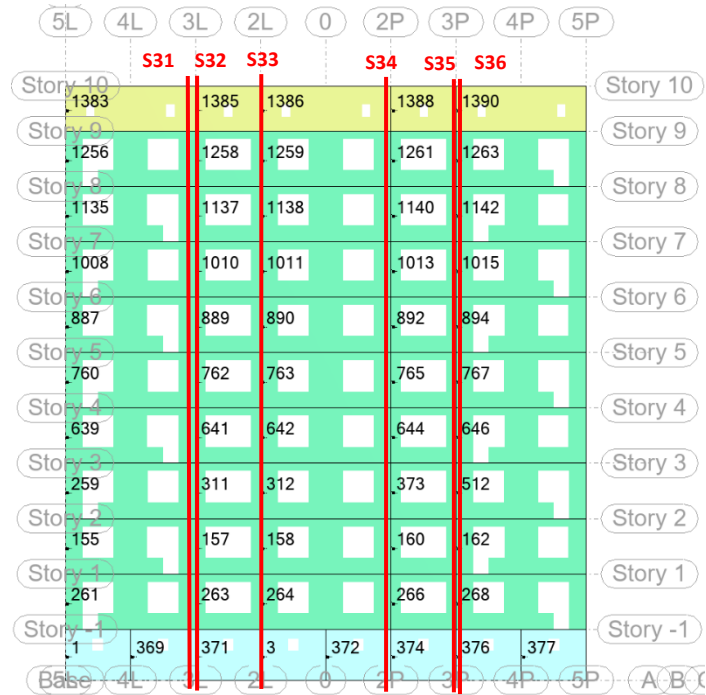


S27		S28		S29		S30		S31		S32		S33	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
390	10,42	390	8,77	400	10,19	400	3,17	438	38,97	438	30,44	399	8,09
282	4,51	282	6,46	292	6,84	292	5,29	330	25,61	330	26,32	293	6,84
176	5,35	176	7,62	186	7,96	186	8,37	224	28,06	224	25,6	187	7,91
529	5,63	529	7,32	539	7,89	539	9,28	575	29,56	575	25,4	540	8,25
660	5,66	660	6,63	670	7,42	670	9,3	708	28,41	708	24,41	671	8,17
780	5,59	780	5,88	790	6,83	790	8,83	826	25,72	826	22,48	791	7,79
908	5,37	908	5,17	918	6,15	918	8,19	956	22,76	956	20,32	919	7,31
1028	5,12	1028	4,5	1038	5,46	1038	7,4	1074	19,32	1074	17,7	1039	6,71
1156	4,75	1156	3,89	1166	4,72	1166	6,6	1204	16,12	1204	15,06	1167	6,1
1276	4,38	1276	3,4	1286	3,97	1286	5,7	1322	19,76	1322	18,62	1287	5,36

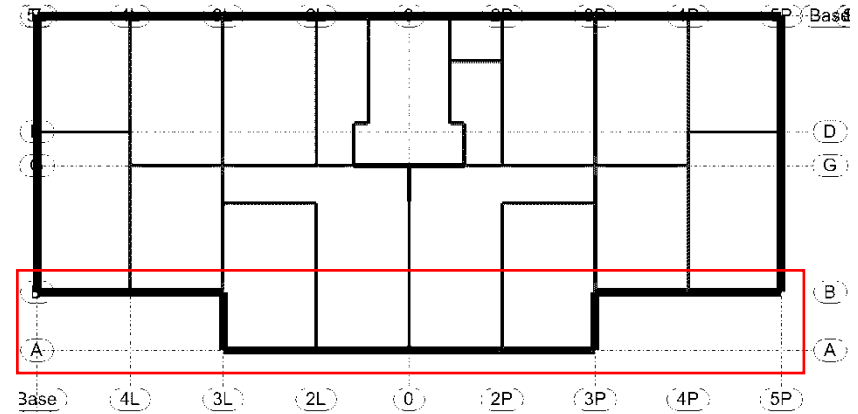


# Atzinums

## Nr. 3-4.5.4/741009



Maksimālie bīdes spēki sienu vertikālajās šuvēs asīs A-B/5L-5P



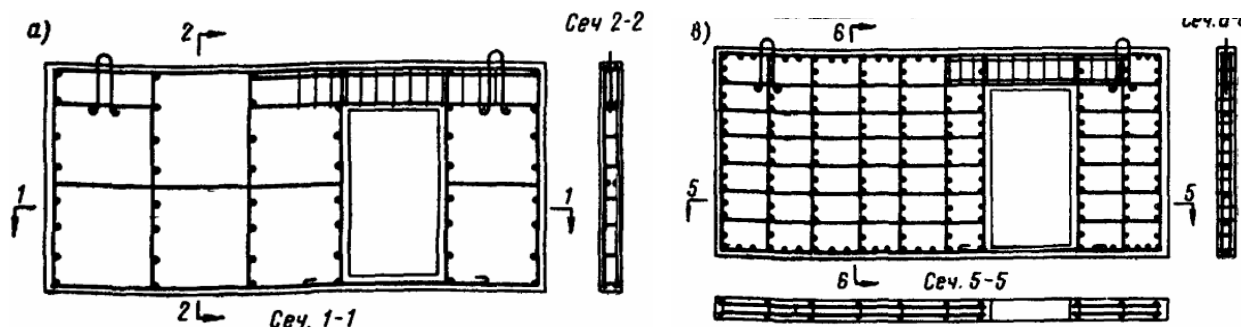
S31		S32		S33				S34				S35		S36	
Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)	Paneļa Nr.	TRy (kN)
369	7,85	371	9,39	371	6,47	3	14,07	372	4,66	374	25,37	374	8,31	376	6,09
261	2,11	263	5,35	263	5,35	264	14,88	264	2,9	266	12,74	266	7,23	268	2,86
155	3,78	157	10,32	157	10,32	158	11,02	158	4,56	160	10,49	160	12,41	162	3,57
259	2,63	311	10,02	311	10,02	312	13,39	312	4,53	373	12,19	373	11,69	512	2,88
639	3,41	641	10,12	641	10,12	642	14,32	642	4,23	644	12,13	644	11,47	646	2,88
760	2,48	762	9,45	762	9,45	763	14,03	763	3,83	765	11,5	765	10,47	767	2,72
887	2,97	889	9,08	889	9,08	890	13,49	890	3,41	892	10,55	892	9,84	894	2,2
1008	2,33	1010	8,22	1010	8,22	1011	12,38	1011	3,01	1013	9,53	1013	8,75	1015	1,94
1135	2,67	1137	7,59	1137	7,59	1138	11,32	1138	2,69	1140	8,43	1140	8,03	1142	1,69
1256	1,74	1258	7,36	1258	7,36	1259	11,43	1259	2,49	1261	8,84	1261	8,06	1263	1,73
1383	4,91	1385	2,81	1385	2,81	1386	4,59	1386	1,52	1388	3,34	1388	2,78	1390	1,53



### 6. Sienu paneļu aprēķina rezultāti

#### 6.1. Vispārīgā informācija

Ēkas sienas ir uzskatāmas par betona sienām, nevis dzelzsbetona, jo tajās izvietots stieplu stiegrojums ar soli ~600-1000 mm, kas ir mazāk nekā minimāli nepieciešamais stiegrojums dzelzsbetona sienām. Šāds pieņēmums atbilst grāmatā *Указания по проектированию конструкций крупнопанельных жилых домов. Москва, 1966* minētajam.

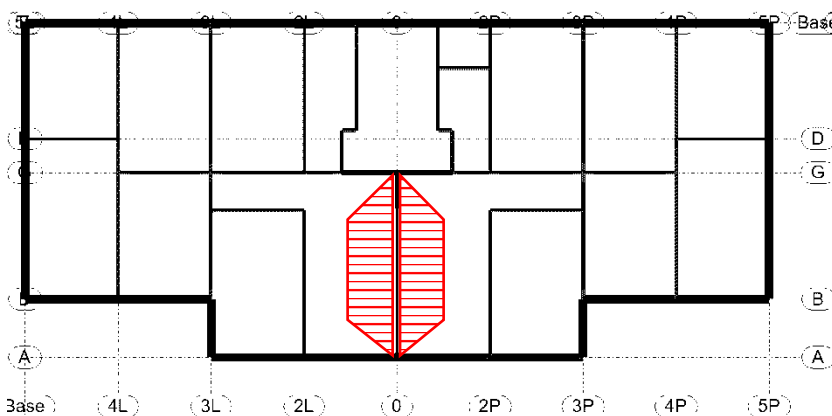


24.att. Betona sienas un dzelzsbetona sienas paneļa stiegrojuma daudzuma principiālā atšķirība

#### 6.2. Pirmā stāva sienas manuālā pārbaude uz spiedes spēku

DL1	0,51 kN/m <sup>2</sup>	grīdas slodze
DL2	3,5 kN/m <sup>2</sup>	pārseguma plātnes svars
LL1	2 kN/m <sup>2</sup>	Lietderīgā slodze uz pārsegumu
COMB1	8,41 kN/m <sup>2</sup>	ULS kombinācija
A	15,36 m <sup>2</sup>	slodzes laukums sienu
n	10 gab.	stāvus skaits
N <sub>floor</sub>	1292 kN	vertikālā aprēķina slodze no pārsegumiem
H	27 m	sienas augstums
l	6,4 m	sienas garums
hw	0,14 m	sienas biezums
N <sub>floor</sub>	784 kN	vertikālā aprēķina slodze no sienas pašsvara
N <sub>Ed</sub>	2076 kN	vertikālā slodze kopā
σ <sub>Ed</sub>	2,32 MPa	spiedes spriegumi

Salīdzinājumam, datorprogrammā noteiktā slodze ir 2067,72 kN (summa no paneļiem 294 un 331)



25.att. Slodzes laukums, kas iedarbojas uz manuālajā aprēķinā pieņemto sienu



### Sienas ģeometrija

$l_w$	2520 mm	tīrais sienas augstums	
$b$	6400 mm	sienas platums	
$h_w$	140 mm	sienas biezums	
$\beta$	0,87	koeficients, kas atkarīgs no sienas gabarītiem un nostiprinājuma veida	EN 1992-1-1 Tabula 12.1
$l_o$	2182 mm	efektīvais sienas augstums	EN 1992-1-1 (12.9)

### Materiālu stiprība

$f_{ck}$	12,0 N/mm <sup>2</sup>	raksturīgā betona cilindra spiedes stiprība 28 dienu vecumā	
$f_{cd}$	8,0 N/mm <sup>2</sup>	betona spiedes stiprības aprēķina vērtība	EN 1992-1-1 (3.15)
$\gamma_c$	1,5	parciālais faktors betnam	EN 1992-1-1 Table 2.1N
$\alpha_{cc}$	1	faktors ilgtermiņa efektu ievērtēšanai uz betona spiedes stiprību	EN 1992-1-1 3.1.6 (1)

### Ģeometriskās novirzes

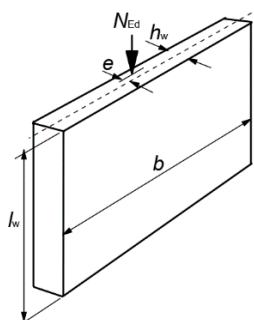
$m$	1	sienų skaits, kas ir pakļautas novirzēm	
$\theta_0$	0,0050	sienas izliekuma bāzes vērtība. Rekomendējamā vērtība ir 1/200	EN 1992-1-1 5.2 (5)
$\alpha_h$	1,00	sienas augstuma redukcijas faktors	EN 1992-1-1 5.2 (5)
$\alpha_m$	1,00	redukcijas faktors sienas daudzuma skaita ievērtēšanai	EN 1992-1-1 5.2 (5)
$\theta_i$	0,0050	sienas izliekums	EN 1992-1-1 (5.1)
$e_i$	5,5 mm	ekscentricitāte no sienas izliekuma	EN 1992-1-1 (5.2)
$e_0$	20,0 mm	minimālā ekscentricitāte	EN 1992-1-1 6.1(4)

### Sienas lokanuma un minimālā biezuma pārbaude

$l_0/h_w$	15,58 <25	<b>OK</b>	Pieļaujama lokanums nestiegotām betona sienām	EN 1992-1-1 12.6.5.1(5)
$h_w > 120$	TRUE	<b>OK</b>	Sienas biezuma prasība nestiegotām betona sienām	EN 1992-1-1 12.9.1(1)

### Iekšējās piepūles un sienas nestspēja

$N_{Ed}$	2076 kN	ass spēks sienā	
$V_{Ed}$	2,6 kN	šķērsspēks pārsegumā - lietderīgā slodze no vienas puses	
$e_{VEd}$	50 mm	pārseguma balstījuma ekscentritāte	
$M_{top}$	0,13 kNm	lieces moments sienas augšā	
$e = M/N$	0,1 mm	Pārseguma slodzes ekcentritāte	
$e_{tot}$	25,5 mm	kopējā ekscentricitāte	EN 1992-1-1 (12.12)
$N_{Rd}$	2959 kN	nestiegotas sienas nestspēja	EN 1992-1-1 (12.10)
$\Phi$	0,41	faktors ekscentricitāšu ievērtēšanai	EN 1992-1-1 (12.11)
$\sigma_{Rd}$	3,30 N/mm <sup>2</sup>	pieļaujama spiedes spriegumi	
$N_{Ed}/N_{Rd}$	<b>0,70</b>	noslodze spiedē	
$n_{Ed}$	324,4 kN/m	lienārā sienas slodze	
$0,5 \cdot h_w \cdot f_{cd}$	560 kN/m	nestiegotā betona slodzes limits	EN 1992-1-1 10.9.2(2)
	<b>0,58</b>	lokālais stiebrojums sienas apakšā nav nepieciešams	

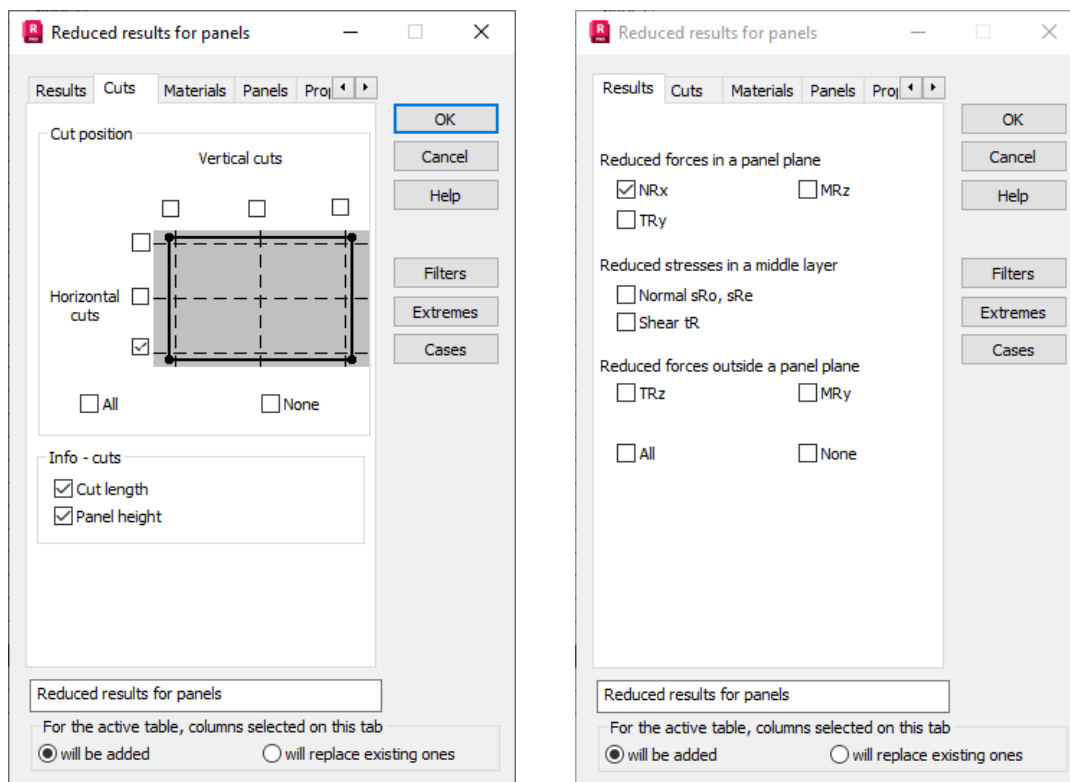


26.att. Aprēķinā lietotie sienas apzīmējumi



### 6.3. Visu pagraba un pirmā stāva sienu aprēķinu rezultāti uz spiedi

No programmas tiek apkopoti visi pagraba un pirmā stāva sienu paneļi ar aprēķinātajiem lielākajiem summārajiem spiedes spēkiem. Summārais spiedes spēks katrā no paneļu apakšējām šuvēm tiek noteikts, izmantojot aprēķina programmā iestrādāto iekšējo piepūļu integrēšanu gar paneļu malām (*Reduced results for panels*).



27.att. Spiedes spēku noteikšanas parametri programmā







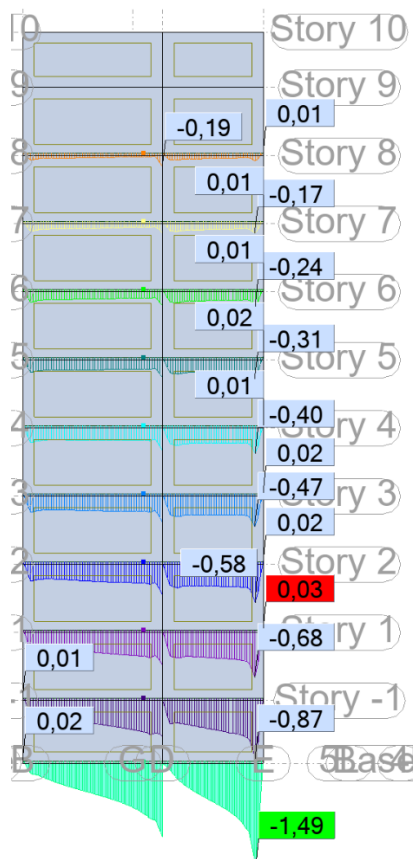
## 6.3. Sienu pārbaude uz lokālajiem spriegumiem

Saskaņā ar aprēķina rezultātiem, ēkas sienās būtiski stiepes spriegumi neveidojas. Aprēķinātie stiepes spriegumi ir zem aprēķina stiepes stiprības, kas C12/15 betonam ir  $f_{ctd}=0,73$  MPa. Pieļaujamie spiedes spriegumi betonam C12/15 ir  $f_{cd}=8,00$  MPa. Pieļaujamie spiedes spriegumi keramzītbetona paneļiem ir 1,8 MPa (skatīt 3. attēlu).

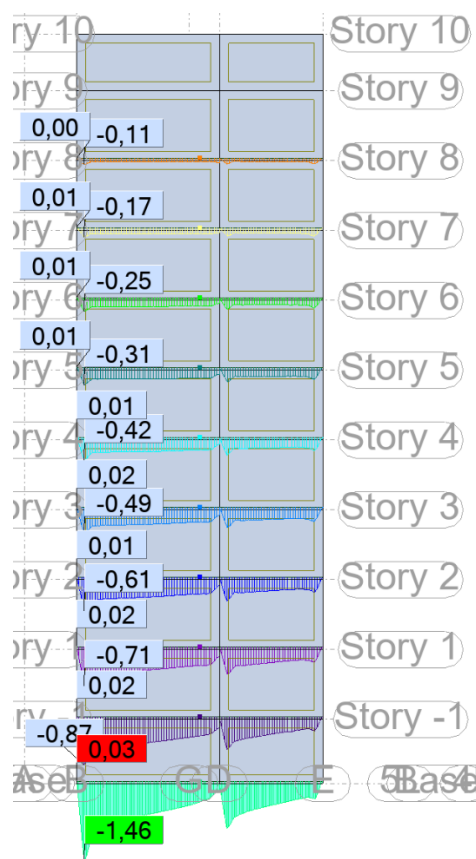
Maksimālo spriegumu apkopojumu skatīt 10 tabulā. Spiedes spriegumu epīras skatīt nākamajās lapās. Pēc spiedes spriegumu epīrām redzams, ka paneļu šuvēs stiepes spēki neveidojas.

Tabula 10 – apkopojums par maksimālajiem spiedes spriegumiem sienās

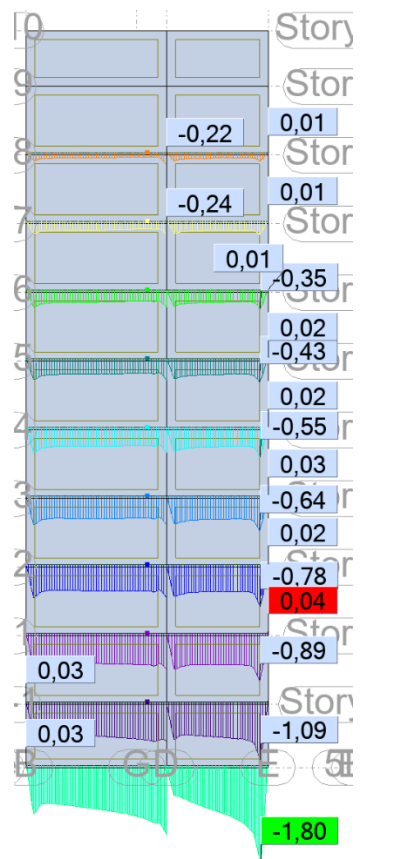
Materiāls	5. ass	4. ass	3. ass	2. ass	0. ass	0-2. ass	D-G ass	A-B ass	E ass
Betona sienas	1,80 MPa	5,19 MPa	5,68 MPa	4,91 MPa	5,51 MPa	4,50 MPa	6,27 MPa	1,20 MPa	1,36 MPa
Keramzītbetona sienas	1,10 MPa	-	1,05 MPa	-	-	-	-	0,83 MPa	1,12 MPa



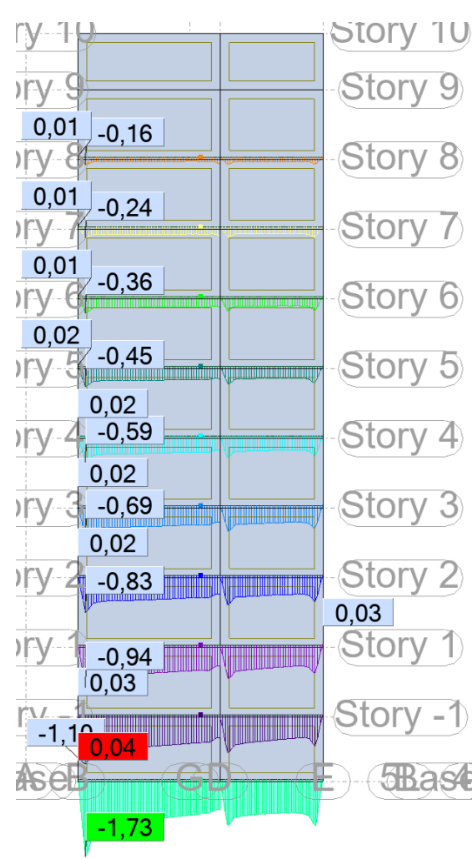
28.att. Spiedes spriegumi sienā uz 5. ass pie ULS-1



29.att. Spiedes spriegumi sienā uz 5. ass pie ULS-2

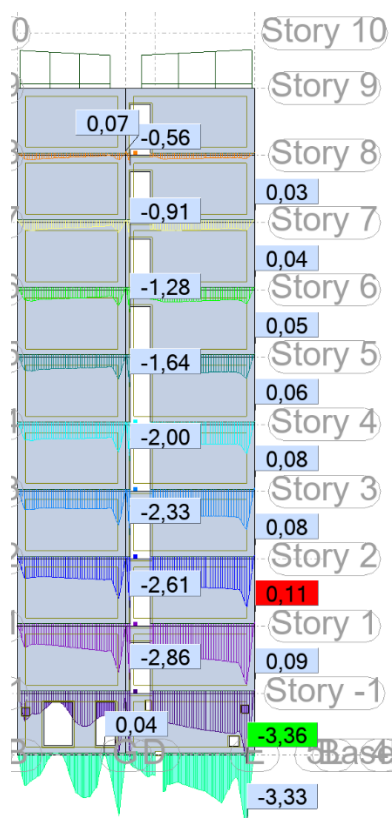


30.att. Spiedes spriegumi sienā uz 5. ass pie ULS-9

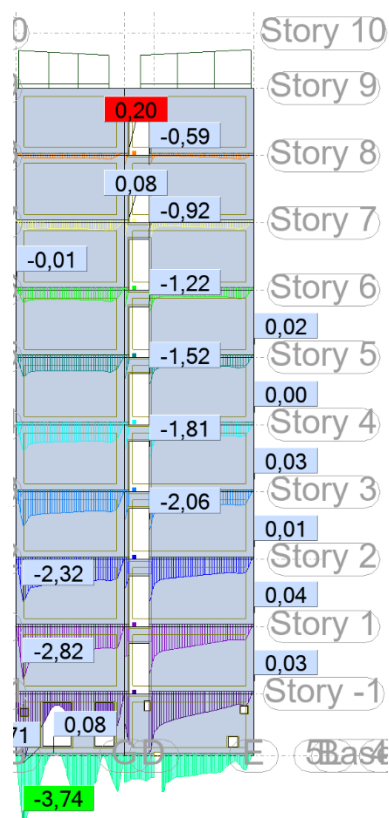


31.att. Spiedes spriegumi sienā uz 5. ass pie ULS-10

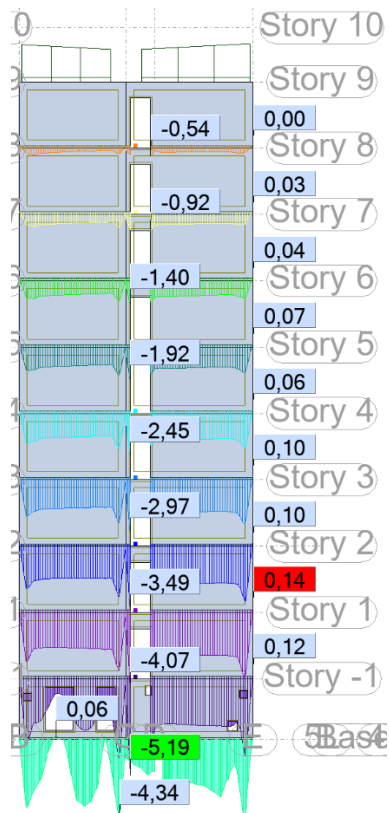




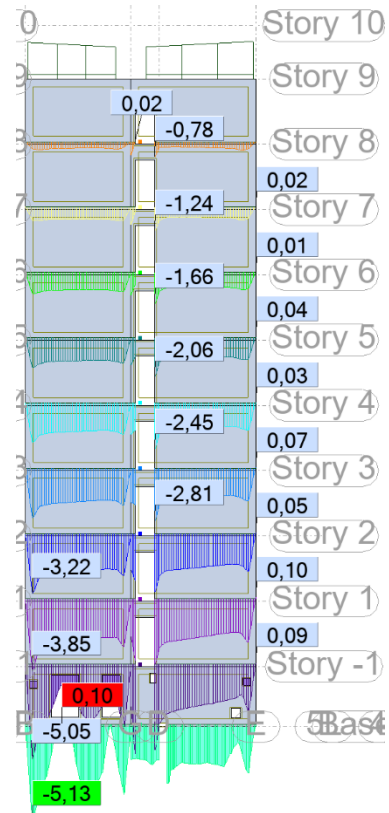
32.att. Spiedes spriegumi sienā uz 4. ass pie ULS-1



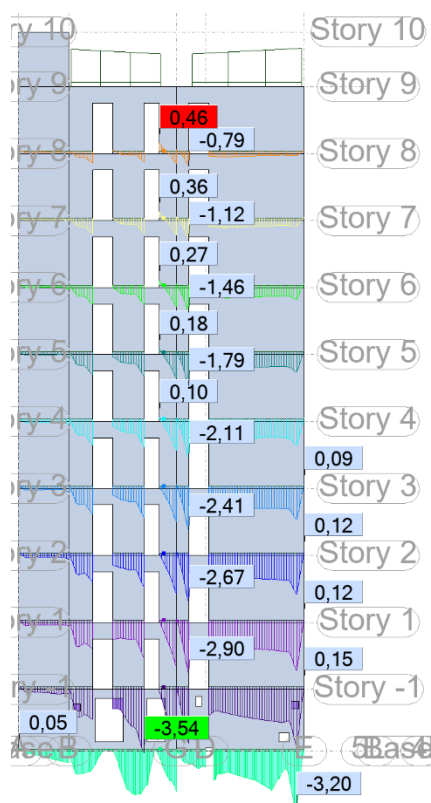
33.att. Spiedes spriegumi sienā uz 4. ass pie ULS-2



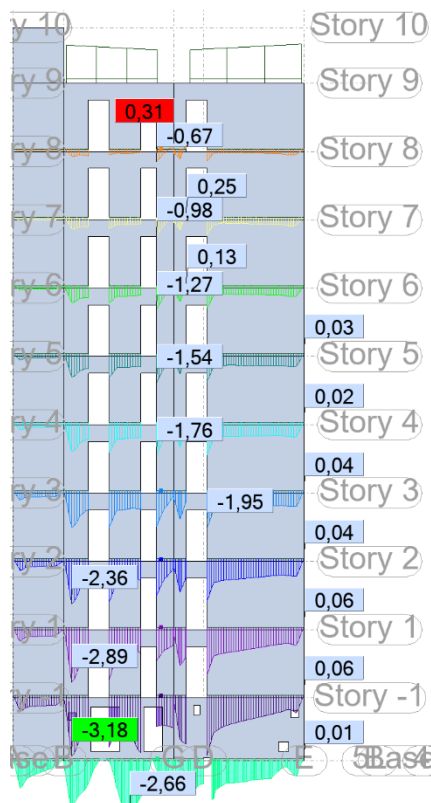
34.att. Spiedes spriegumi sienā uz 4. ass pie ULS-9



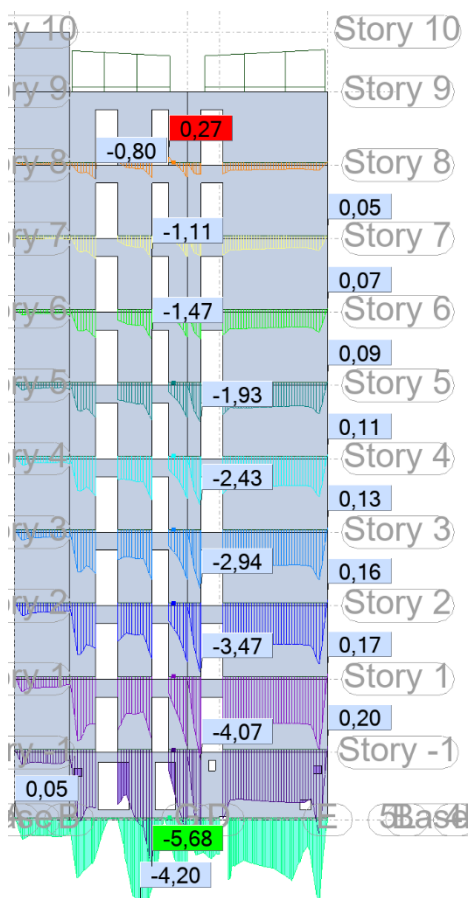
35.att. Spiedes spriegumi sienā uz 4. ass pie ULS-10



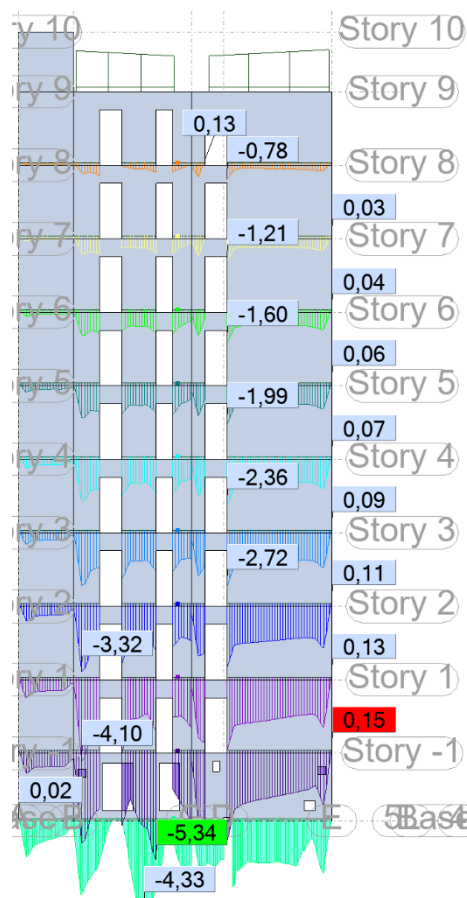
36.att. Spiedes spriegumi sienā uz 3. ass pie ULS-1



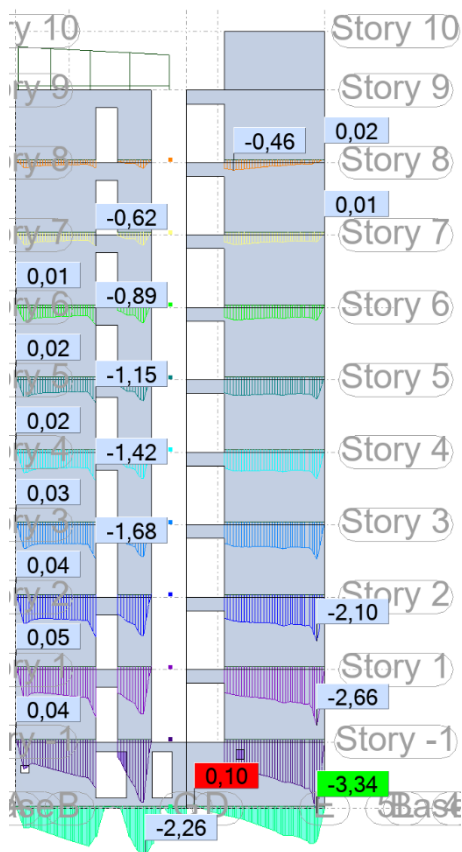
37.att. Spiedes spriegumi sienā uz 3. ass pie ULS-2



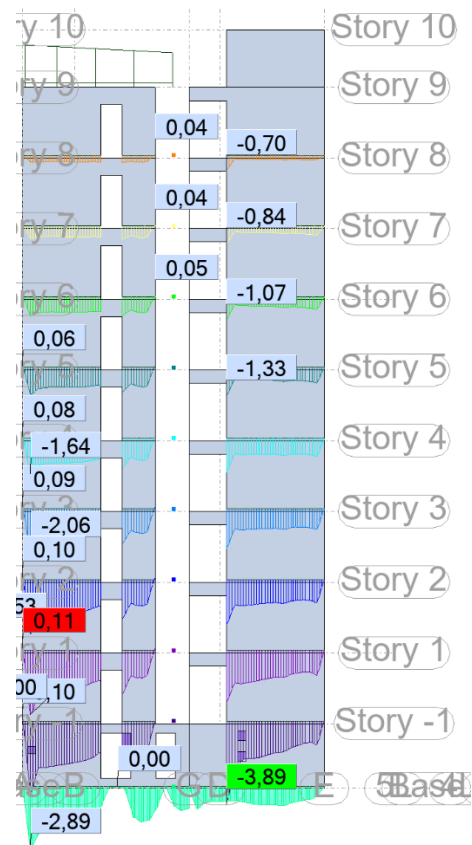
38.att. Spiedes spriegumi sienā uz 3. ass pie ULS-9



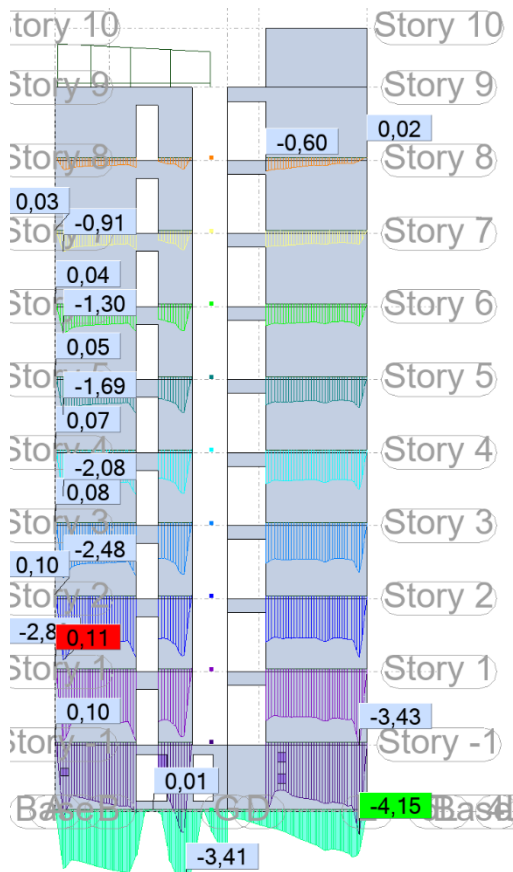
39.att. Spiedes spriegumi sienā uz 3. ass pie ULS-10



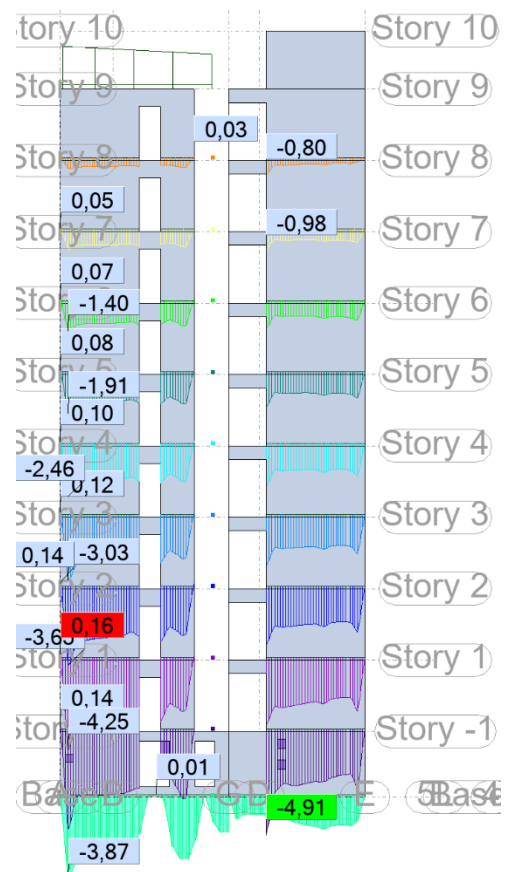
40.att. Spiedes spriegumi sienā uz 2. ass pie ULS-1



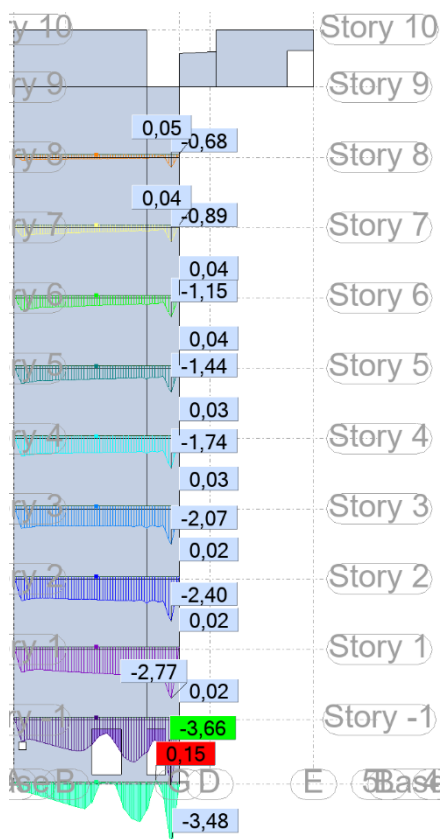
41.att. Spiedes spriegumi sienā uz 2. ass pie ULS-2



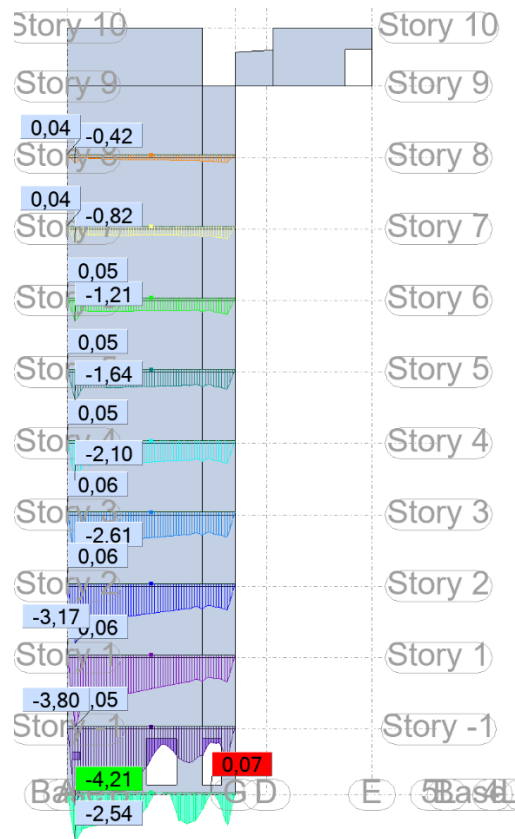
42.att. Spiedes spriegumi sienā uz 2. ass pie ULS-9



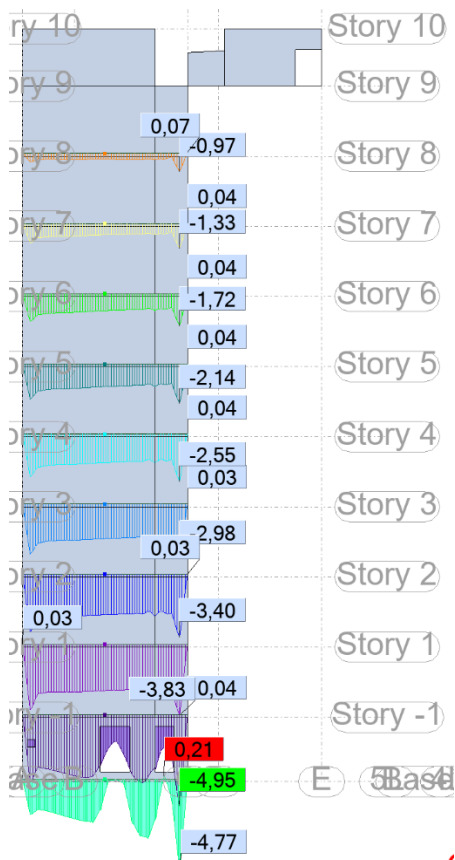
43.att. Spiedes spriegumi sienā uz 2. ass pie ULS-10



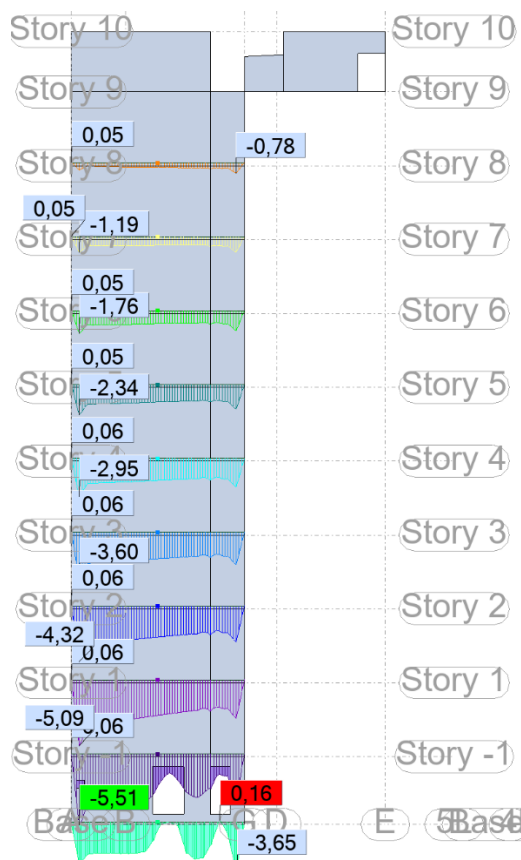
44.att. Spiedes spriegumi sienā uz 0. ass pie ULS-1



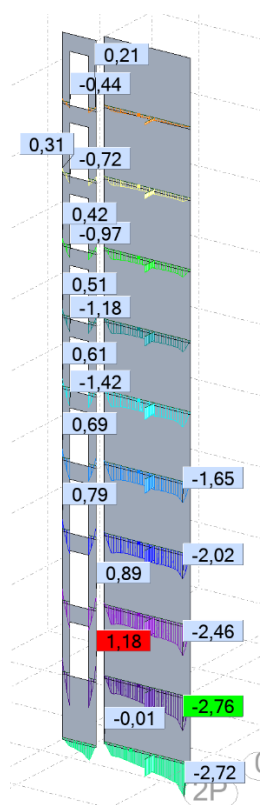
45.att. Spiedes spriegumi sienā uz 0. ass pie ULS-2



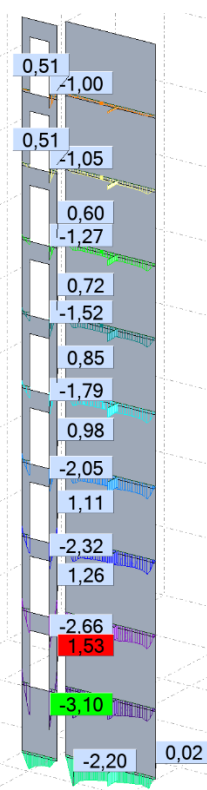
46.att. Spiedes spriegumi sienā uz 0. ass pie ULS-9



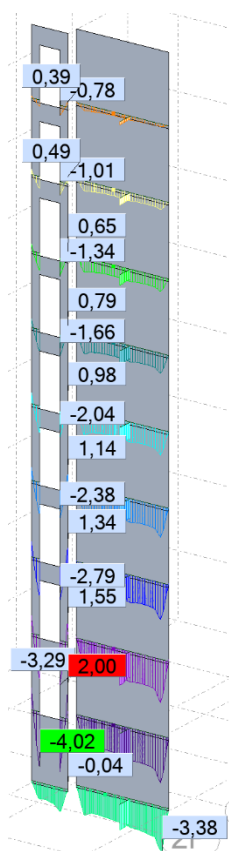
47.att. Spiedes spriegumi sienā uz 0. ass pie ULS-10



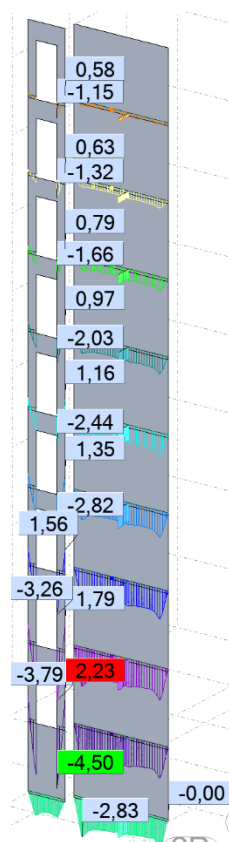
48.att. Spiedes spriegumi sienā asīs 0-2 pie ULS-1



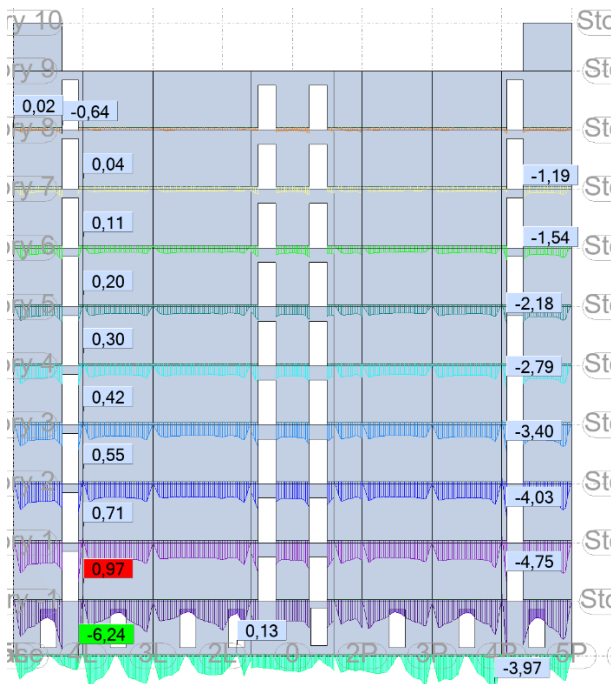
49.att. Spiedes spriegumi sienā asīs 0-2 pie ULS-2



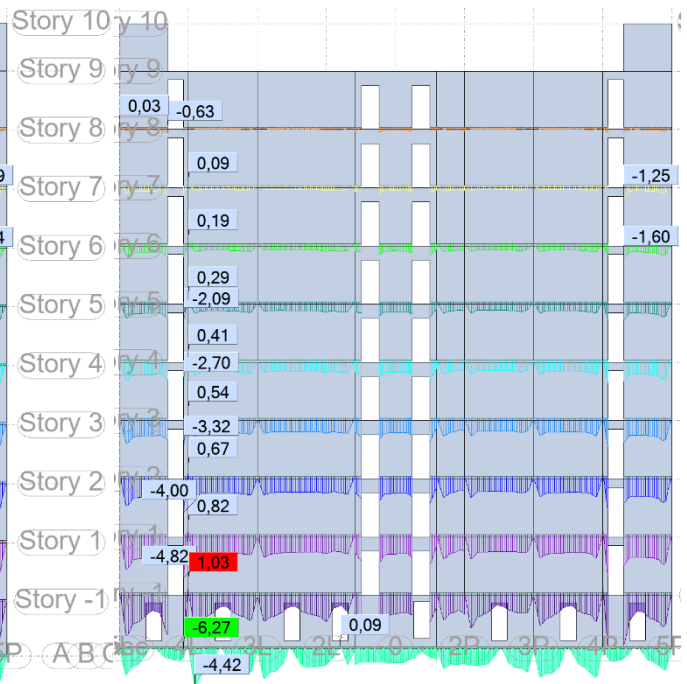
50.att. Spiedes spriegumi sienā asīs 0-2 pie ULS-9



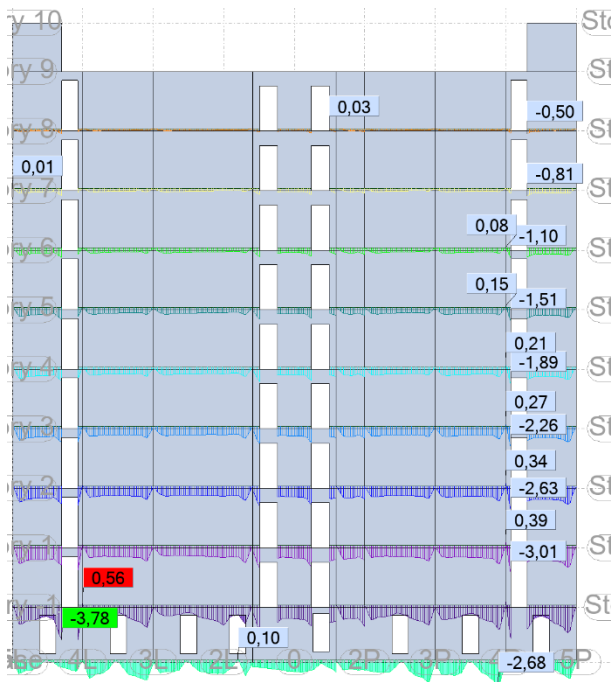
51.att. Spiedes spriegumi asīs 0-2 pie ULS-10



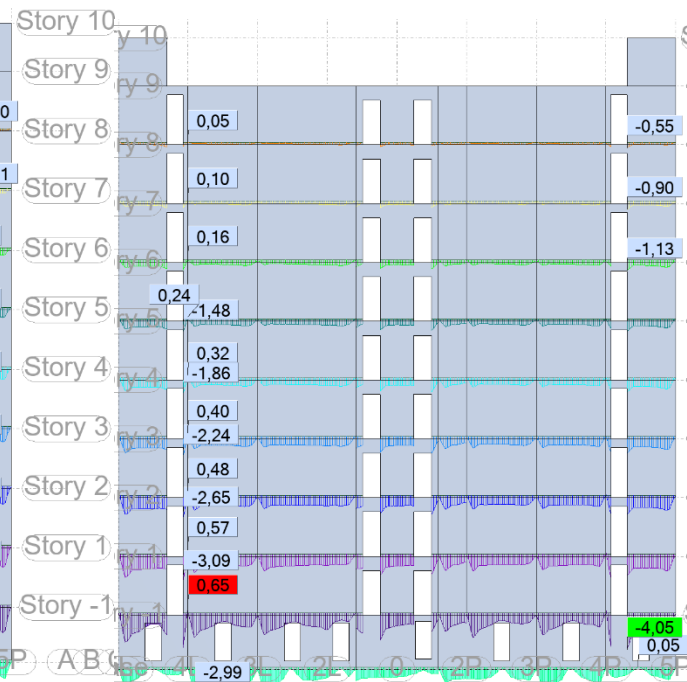
52.att. Spiedes spriegumi asīs D-G pie ULS-3



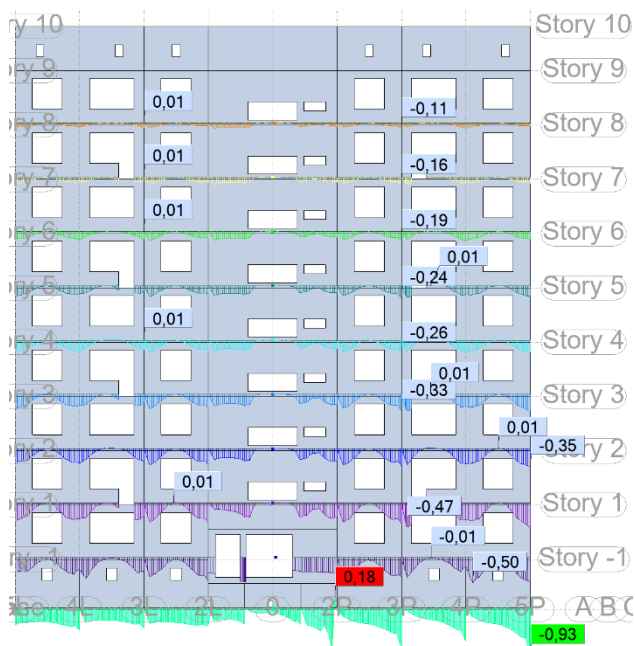
53.att. Spiedes spriegumi asīs D-G pie ULS-4



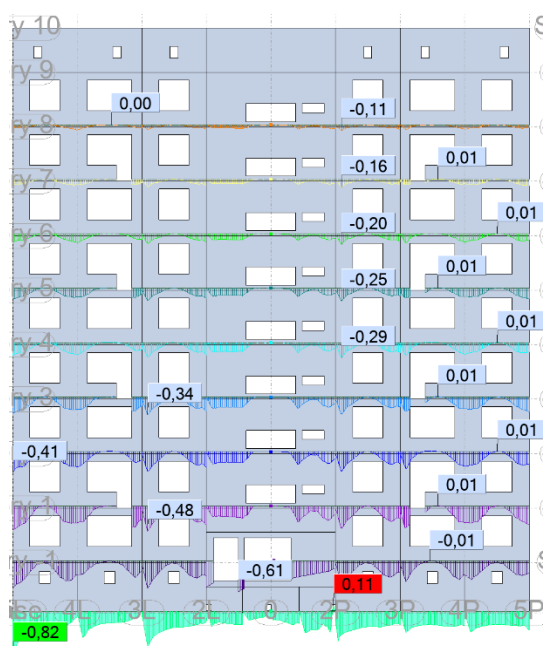
54.att. Spiedes spriegumi asīs D-G pie ULS-11



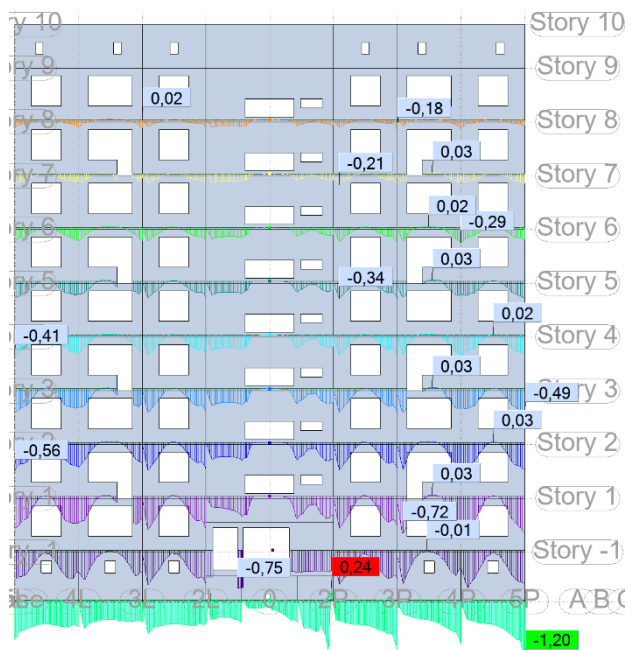
55.att. Spiedes spriegumi asīs D-G pie ULS-12



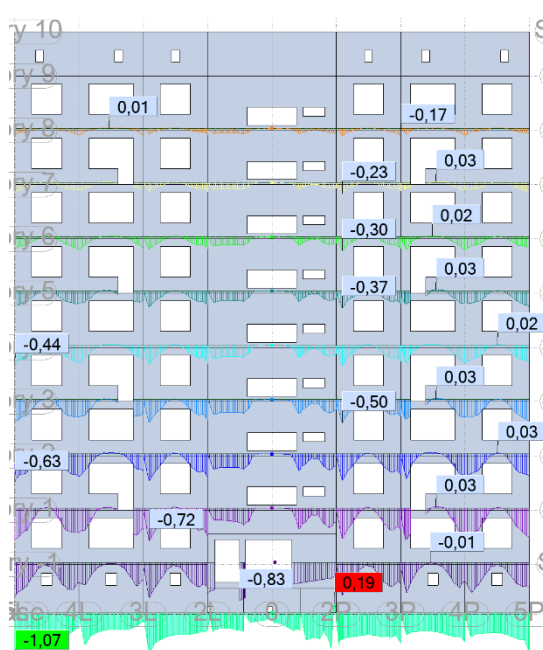
56.att. Spiedes spriegumi sienā asīs A-B pie ULS-3



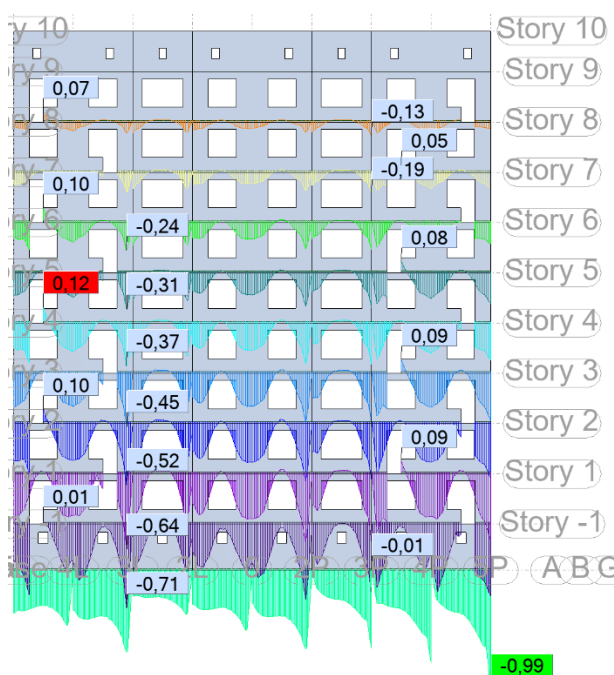
57.att. Spiedes spriegumi sienā asīs A-B pie ULS-4



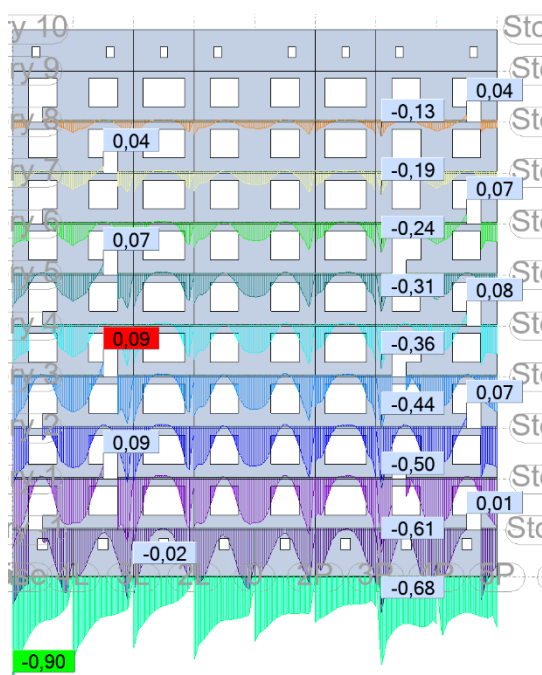
58.att. Spiedes spriegumi sienā asīs A-B pie ULS-11



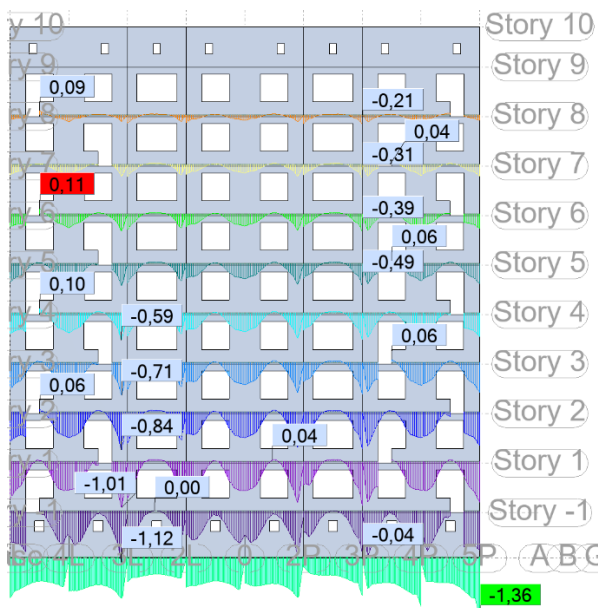
59.att. Spiedes spriegumi sienā asīs A-B pie ULS-12



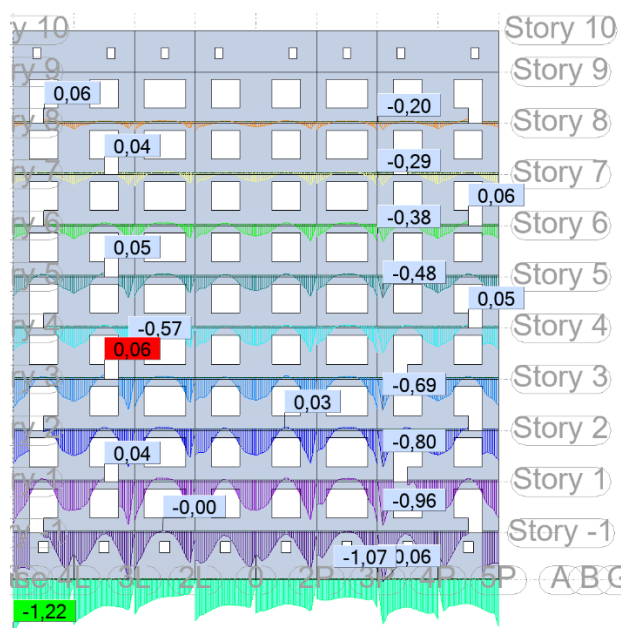
60.att. Spiedes spriegumi sienā uz E ass pie ULS-3



61.att. Spiedes spriegumi sienā uz E ass pie ULS-4



62.att. Spiedes spriegumi sienā uz E ass pie ULS-11



63.att. Spiedes spriegumi sienā uz E ass pie ULS-12



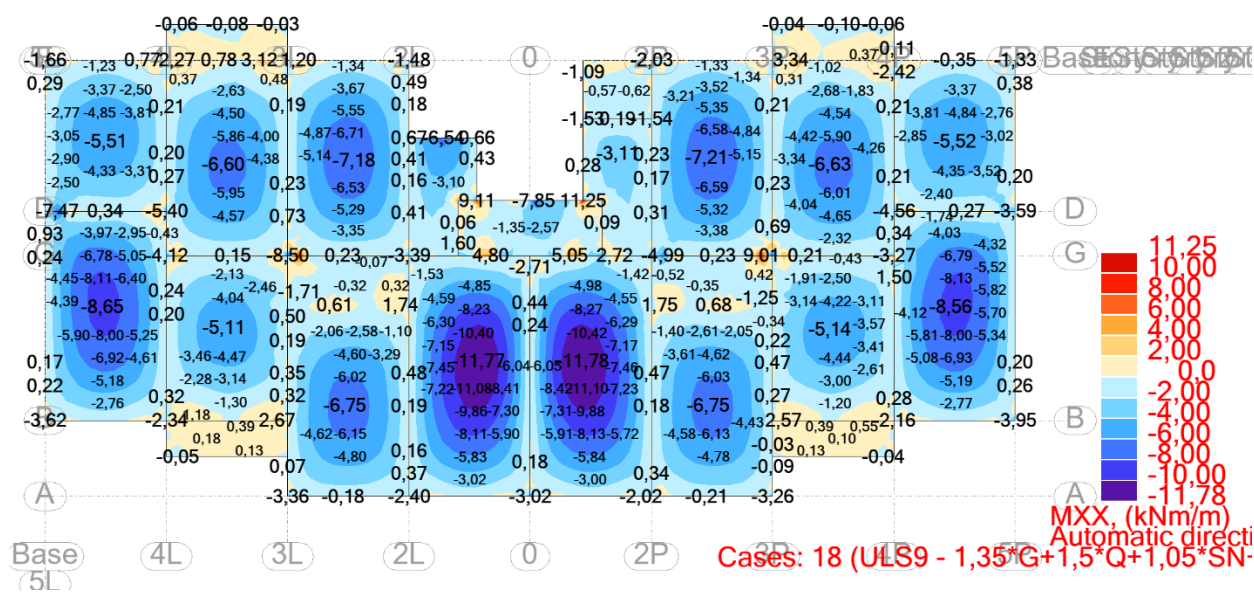


## 7. Starpstāvu pārseguma plātnes nestspēja

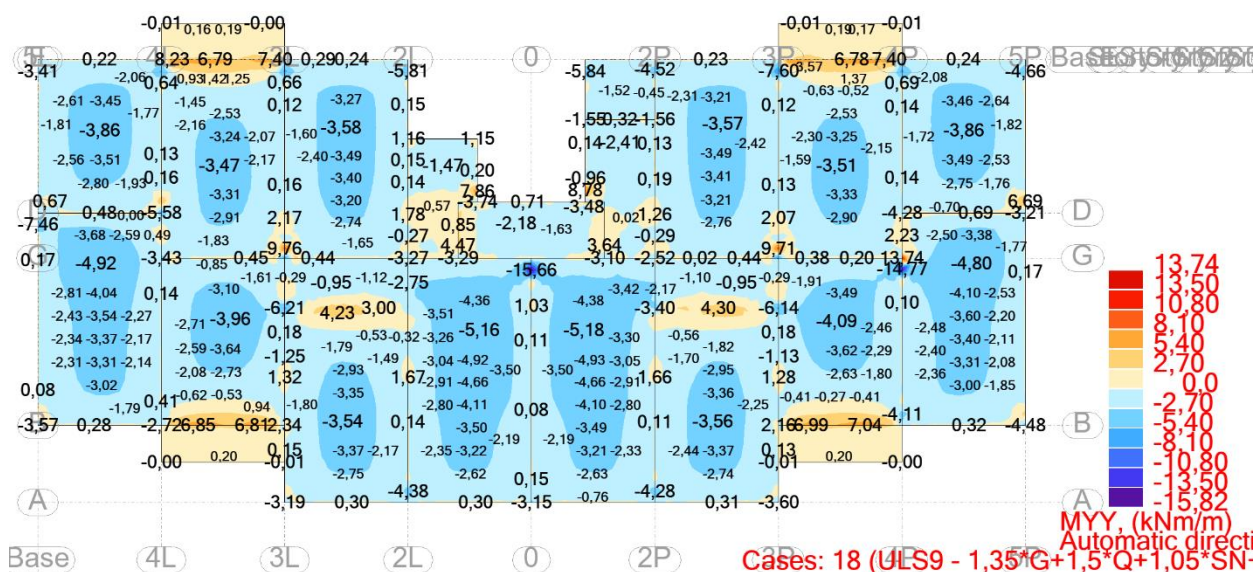
Saskaņā ar Projekta arhīva materiāliem, pārseguma plātnes veido M200 markas dzelzsbetona plātnes ar biezumu 140 mm. Pārseguma plātņu stiegrojumam izmantotas stieples Ø5 BI ar soli 100 mm plātņu īsākajā virzienā un 200 mm plātņu garākajā virzienā.

Saskaņā ar aprēķinu, noslogotākā pārseguma plātne ir pārslogota līdz 1,20 reizēm, rēķinot pēc EN standartiem, kas paredz lielāku lietderīgo slodzi – 200 kg/m<sup>2</sup>, *CHUП* paredzēto 150 kg/m<sup>2</sup> vietā, kā arī lielākus drošības koeficientus, t.i. 1,35 pašsvaram un 1,5 lietderīgajai slodzei, kas pēc *CHUП* attiecīgi bija 1,1 un 1,4.

Ņemot vērā iepriekšminēto un to, ka pārseguma plātnēm nav konstatētas virsnormatīvas izlieces un bojājumi, tās var uzskatīt par drošām, taču reizē jāņem vērā, ka papildus slodzes asīs 2L-2P/A-G nav pieļaujamas.



64.att. Lieces momenti pārseguma plātnē X virzienā



65.att. Lieces momenti pārseguma plātnē Y virzienā



## Plātnes šķēluma aprēķins X virzienā

### Sākotnējie ievades dati

#### Elementa ģeometrija

b	1000 mm	Kopējais šķērsriezuma platums
h	140 mm	Kopējais šķērsriezuma augstums
c	15 mm	Betona aizsargkārtā
d	123 mm	Šķērsriezuma efektīvais augstums

#### Materiālu stiprība

$\gamma_s$	1,15	parciālais faktors stiegrojumam	Tabula 2.1N
$\gamma_c$	1,5	parciālais faktors betnam	Tabula 2.1N
$\alpha_{cc}$	1	faktors ilgtermiņa efektu ievērtēšanai uz betona spiedes stiprību	3.1.6 (1)
$k_t$	1	$\alpha_{cc}$ redukcijas faktors, ja betona klase noteikta par 28 dienām vecākam bet	3.1.2 (4)
$f_{ck}$	12 N/mm <sup>2</sup>	Raksturīgā betona cilindra spiedes stiprība 28 dienu vecumā	Tabula 3.1
$f_{cd}$	8,00 N/mm <sup>2</sup>	Betona spiedes stiprības aprēķina vērtība	(3.15)
$f_{ctm}$	1,6 N/mm <sup>2</sup>	Vidējā betona stiepes stiprība	Tabula 3.1
$f_{yk}$	494 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma raksturīgā plūstamības robeža	
$f_{yd}$	430 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma aprēķina stiprība	
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma elastības modulis	3.2.7 (4)

#### Nesošais stiegrojums

$\Phi_s$	5,00 mm	Nesošo stiegru diametrs
n	10 gab.	Stiegru skaits
$A_{s, prov}$	196 mm <sup>2</sup>	Nesošā stiegrojuma daudzums

#### Piepūles

$M_{Ed, ULS}$	11,78 kNm	Lieces moments nestspējas robežstāvoklī
$V_{Ed, ULS}$	16,00 kN	Šķērsspēks nestspējas robežstāvoklī
$M_{Ed, SLS}$	7,28 kNm	Lieces moments lietojamības robežstāvoklī

### NEPIECIEŠAMĀIS NESOŠAIS STIEGROJUMS

$\epsilon_{s, yield}$	2,15 ‰	Relatīvās aprēķina deformācijas stiegrojumā pirms sabrukšanas	
$\epsilon_{Cu3}$	27000 ‰	Galējās spiedes deformācijas betonā	
$\lambda$	0,8	Faktors, ka nosaka spiestās zonas efektīvo augstumu	3.1.7 (3)
$\eta$	1	Faktors	Attēls 3.5
$\rho_{prov}$	0,16%	Stiegrojuma attiecība pret laukumu	
$\rho_b$	1,49%	Sabalansētā stiegrojuma attiecība	
→ Sabrukums stiepē			
x	13,2 mm	Attālums līdz neitrālajai asij	
$\lambda x$	10,5 mm	Spiestās zonas efektīvais augstums	Attēls 3.5
z	116,4 mm	lejšējo spēku plecs, min (d-0,5 $\lambda x$ ; 0,95d)	
$x_{mod}$	15,3 mm	Modificētais attālums līdz neitrālajai asij 2(d-z)/ $\lambda$	
$\lambda x_{mod}$	12,3 mm	Modificētais efektīvais spiestās zonas augstums	
F	101,22 kN	Spiedes/ stieps spēks	
$\sigma_c$	8,26 N/mm <sup>2</sup>	Spriegums betonā	
$\sigma_s$	515,5 N/mm <sup>2</sup>	Spriegums stiegrojumā	
ratio $\sigma_s/f_{yk}$	1,20	<b>Spriegumi stiegrojumā par lielu</b>	
$A_{s, req}$	236 mm <sup>2</sup>	Nepieciešamais garenstiegrojums	



### PLAISU PLATUMA APRĒĶINS

Slodzes ilgum	long		7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	faktors, kas atkarīgs no slodzes ilguma	7.3.4 (2)
$\alpha_e$	181818,18	attiecība $E_s/E_{cm}$	7.3.4 (2)
$\rho_{p,eff}$	0,0047		7.3.4 (2)
$A_{p'}$	0 mm <sup>2</sup>	priekš vai pēc spriegotā stiegrojuma laukums šķēlumā $A_{c,eff}$	7.3.2 (3)
$h_{c,ef}$	42 mm	efektīvais stieptā betona augstums zonā ap stiegrojumu	7.3.2 (3)
$A_{c,eff}$	41563 mm <sup>2</sup>	efektīvais stieptā betona laukums zonā ap stiegrojumu	7.3.2 (3)
$\xi_1$	0,84	pielāgotā attiecība starp saistes stiprību ievērtējot dažādo stiegrojumu diai (7.5)	
$\xi$	0,7	attiecība starp saistes spēku starp saspiestu un nesaspiestu stiegrojumu Table 6.2	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,0010	mean strain in the reinforcement - mean strain in the concrete	(7.9)
$w_k$	0,16 mm	plaisu platums	(7.8)
stiegru solis	> 88 mm		7.3.4 (3)
$s_{r,max}$	165 mm	maksimālais plaisu solis	(7.14)
$k_1$	1	koeficients, kas ievērtē saistes īpašības saistītajam stiegrojumam:	7.3.4 (3)
$k_2$	0,5	koeficients, kurš ievērtēt deformāciju sadalījumu	7.3.4 (3)
$k_3$	3,4	koeficients	7.3.4 (3) Piezīme
$k_4$	0,425	koeficients	7.3.4 (3) Piezīme

### BETONA ŠĶĒRSSPĒKA PĀRBAUDE - ŠĶĒLUMS SAPLAISĀJIS NO LIECES MOMENTA

$b_w$	1000 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)
$\rho_l$	0,16%	nesošā stiegrojuma attiecība	6.2.2 (1)
$A_C$	122 500 mm <sup>2</sup>	betona plātnes šķērsriezuma laukums (bez aizsargkārtas)	
$N_{Ed}$	0,00 kN	ass spēks šķēlumā no slodzes vai iepriekšējās saspiēšanas	
$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	vidējaie spiedes spriegumi šķēlumā ass spēka vai saspiēguma dēļ	
$k_1$	0,15	koeficients	6.2.2 (1) Piezīme
$v_{min}$	0,34 N/mm <sup>2</sup>	koeficients	(6.3N)
$V_{Rd,c}$	42,01 kN	<b>betona bīdes spēka kapacitāte</b>	(6.2.b)
$V_{Ed}$	16,00 kN	<b>pieliktais bīdes spēks</b>	
<b>- Nav nepieciešams šķērsstiegrojums</b>			
<b>Noslodze</b>	<b>0,38</b>		



## Plātnes šķēluma aprēķins Y virzienā

### Sākotnējie ievades dati

#### Elementa ģeometrija

b	1000 mm	Kopējais šķērsriezuma platums
h	140 mm	Kopējais šķērsriezuma augstums
c	15 mm	Betona aizsargkārtā
d	123 mm	Šķērsriezuma efektīvais augstums

#### Materiālu stiprība

$\gamma_s$	1,15	parciālais faktors stiegrojumam	Tabula 2.1N
$\gamma_c$	1,5	parciālais faktors betnam	Tabula 2.1N
$\alpha_{cc}$	1	faktors ilgtermiņa efektu ievērtēšanai uz betona spiedes stiprību	3.1.6 (1)
$k_t$	1	$\alpha_{cc}$ redukcijas faktors, ja betona klase noteikta par 28 dienām vecākam bet	3.1.2 (4)
$f_{ck}$	12 N/mm <sup>2</sup>	Raksturīgā betona cilindra spiedes stiprība 28 dienu vecumā	Tabula 3.1
$f_{cd}$	8,00 N/mm <sup>2</sup>	Betona spiedes stiprības aprēķina vērtība	(3.15)
$f_{ctm}$	1,6 N/mm <sup>2</sup>	Vidējā betona stiepes stiprība	Tabula 3.1
$f_{yk}$	494 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma raksturīgā plūstamības robeža	
$f_{yd}$	430 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma aprēķina stiprība	
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>	Stiegrojuma elastības modulis	3.2.7 (4)

#### Nesošais stiegrojums

$\Phi_s$	5,00 mm	Nesošo stiegru diametrs
n	5 gab.	Stiegru skaits
$A_{s,prov}$	98 mm <sup>2</sup>	Nesošā stiegrojuma daudzums

#### Piepūles

$M_{Ed,ULS}$	5,18 kNm	Lieces moments nestspējas robežstāvoklī
$V_{Ed,ULS}$	1,67 kN	Šķērsspēks nestspējas robežstāvoklī
$M_{Ed,SLS}$	3,15 kNm	Lieces moments lietojamības robežstāvoklī

### NEPIECIEŠAMĀIS NESOŠAIS STIEGROJUMS

$\epsilon_{s,yield}$	2,15 ‰	Relatīvās aprēķina deformācijas stiegrojumā pirms sabrukšanas	
$\epsilon_{Cu3}$	27000 ‰	Galējās spiedes deformācijas betonā	
$\lambda$	0,8	Faktors, ka nosaka spiestās zonas efektīvo augstumu	3.1.7 (3)
$\eta$	1	Faktors	Attēls 3.5
$\rho_{prov}$	0,08%	Stiegrojuma attiecība pret laukumu	
$\rho_b$	1,49%	Sabalansētā stiegrojuma attiecība	

→ Sabrukums stiepē

x	6,6 mm	Attālums līdz neitrālajai asij	
$\lambda x$	5,3 mm	Spiestās zonas efektīvais augstums	Attēls 3.5
z	116,4 mm	Iekšējo spēku plecs, min (d-0,5 $\lambda x$ ; 0,95d)	
$x_{mod}$	15,3 mm	Modificētais attālums līdz neitrālajai asij 2(d-z)/ $\lambda$	
$\lambda x_{mod}$	12,3 mm	Modificētais efektīvais spiestās zonas augstums	
F	44,51 kN	Spiedes/stieps spēks	
$\sigma_c$	3,63 N/mm <sup>2</sup>	Spriegums betonā	
$\sigma_s$	453,4 N/mm <sup>2</sup>	Spriegums stiegrojumā	
ratio $\sigma_s/f_{yk}$	1,06	<b>Spriegumi stiegrojumā par lielu</b>	
$A_{s,req}$	104 mm <sup>2</sup>	Nepieciešamais garenstiegrojums	



### PLAISU PLATUMA APRĒĶINS

Slodzes ilgum	long		7.3.4 (2)
$k_t$	0,4	faktors, kas atkarīgs no slodzes ilguma	7.3.4 (2)
$\alpha_e$	181818,18	attiecība $E_s/E_{cm}$	7.3.4 (2)
$\rho_{p,eff}$	0,0024		7.3.4 (2)
$A_{p'}$	0 mm <sup>2</sup>	priekš vai pēc spriegotā stiegrojuma laukums šķēlumā $A_{c,eff}$	7.3.2 (3)
$h_{c,ef}$	42 mm	efektīvais stieptā betona augstums zonā ap stiegrojumu	7.3.2 (3)
$A_{c,eff}$	41563 mm <sup>2</sup>	efektīvais stieptā betona laukums zonā ap stiegrojumu	7.3.2 (3)
$\xi_1$	0,84	pielāgotā attiecība starp saistes stiprību ievērtējot dažādo stiegrojumu diai (7.5)	
$\xi$	0,7	attiecība starp saistes spēku starp saspiertu un nesaspiertu stiegrojumu Table 6.2	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,0008	mean strain in the reinforcement - mean strain in the concrete	(7.9)
$w_k$	0,14 mm	plaisu platums	(7.8)
stiegru solis	> 88 mm		7.3.4 (3)
$s_{r,max}$	173 mm	maksimālais plaisu solis	(7.14)
$k_1$	1	koeficients, kas ievērtē saistes īpašības saistītajam stiegrojumam:	7.3.4 (3)
$k_2$	0,5	koeficients, kurš ievērtēt deformāciju sadalījumu	7.3.4 (3)
$k_3$	3,4	koeficients	7.3.4 (3) Piezīme
$k_4$	0,425	koeficients	7.3.4 (3) Piezīme

### BETONA ŠĶĒRSSPĒKA PĀRBAUDE - ŠĶĒLUMS SAPLAISĀJIS NO LIECES MOMENTA

$b_w$	1000 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)
$\rho_l$	0,08%	nesošā stiegrojuma attiecība	6.2.2 (1)
$A_C$	122 500 mm <sup>2</sup>	betona plātnes šķērsriezuma laukums (bez aizsargkārtas)	
$N_{Ed}$	0,00 kN	ass spēks šķēlumā no slodzes vai iepriekšējās saspiēģšanas	
$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	vidējaie spiedes spriegumi šķēlumā ass spēka vai saspiēģuma dēļ	
$k_1$	0,15	koeficients	6.2.2 (1) Piezīme
$v_{min}$	0,34 N/mm <sup>2</sup>	koeficients	(6.3N)
$V_{Rd,c}$	42,01 kN	<b>betona bīdes spēka kapacitāte</b>	(6.2.b)
$V_{Ed}$	1,67 kN	<b>pieliktais bīdes spēks</b>	
<b>- Nav nepieciešams šķērsstiegrojums</b>			
<b>Noslodze</b>	<b>0,04</b>		



## 8. Jumta riboto plātņu nestspēja

Saskaņā ar Projekta materiāliem, jumta ribotajās plātnēs izgatavotas no M200 markas betona un katrā no ribām izvietots pa 1 gab. D12 A-III stiegrai. Riboto plātņu kopējais augstums 170 mm, plaukta daļas biezums 40 mm un ribas biezums šķērsgrīzumā ir mainīgs no 60 līdz 100 mm. Attālums starp ribu centriem 1240 mm.

Saskaņā ar aprēķinu, jumta ribotās plātnes ir pārslogotas par 1,12 reizēm. Šāda pārslodze nav uzskatāma par būtisku, ņemot vērā, ka aprēķins tiek veikts pēc EN standartiem, ka paredz lielākus drošības koeficientus, kā arī pēc nedaudz lielākam sniega slodzēm (80 kg/m<sup>2</sup>) nekā ЧНП (70 kg/m<sup>2</sup>). Aprēķinātais absolūti minimālais garenstiegrojuma enkurojuma garums ir 59 mm, taču pēc EN 1992-1-1 prasībām minimālais enkurojuma garums ir 120 mm. Pēc Projekta stiegrojuma enkurojuma garums ir 50 mm, dabā iespējams pat mazāk.

Apsekošanas laikā konstatēts, ka eksistē vairākas jumta plātnes, kuru ribām ir neatbilstošais stiegru aizsargslānis, nenodrošinot pietiekošu stiegras saisti ar betonu, kas kopā ar nepietiekošo stiegru enkurojuma garumu kopā ar ir radījis situāciju, ka plātņu ribas ir pārslogotas, t.i. saplaisājušas (skatīt attēlus 66.-69. vienai no šādām plātnēm). Šādām plātnēm ir nepieciešama pastiprināšana.



66.att. Skats uz ribas stiegru, kas ir zaudējusi saisti ar betonu



67.att. Izliekusies un saplaisājusi jumta plātnes riba



68.att. No plātnes balta enkurvietas izrāvusies garenstiegra



69.att. Garenstiegras izraušanas rezultātā deformēta šķērsstiegra, kas šobrīd notur garenstiegrojumu vietā



Tabula 11 – Slodze uz jumta plātņi

Slodzes komponente	Laukuma slodze	Lineārā slodze
Plātņu pašsvars $g_{k1}$	1,21 kN/m <sup>2</sup>	1,50 kN/m
Jumta slāņu pašsvars $g_{k2}$	0,65 kN/m <sup>2</sup>	0,80 kN/m
Sniega slodze $s_k$	0,80 kN/m <sup>2</sup>	0,99 kN/m
Kombinācija ULS $q_{ULS}$	<b>3,71 kN/m<sup>2</sup></b>	<b>4,60 kN/m</b>

Tabula 12 – Piepūles jumtu plātnē

Attālums starp ribām $b$	1,24 m
Plātnes laidums $L$	3,18 m
Lieces moments $M_{Ed}$	5,81 kNm
Šķērsspēks $V_{Ed}$	7,31 kN



### SĀKOTNĒJIE IEVADES DATI

#### Elementa ģeometrija

h	170 mm	kopējais šķērsriezuma platums
c	25 mm	betona aizsargkārtā
h <sub>f</sub>	40 mm	plaukta biezums
b <sub>w</sub>	80 mm	sieniņas vidējais biezums
b <sub>i</sub>	590 mm	plaukta iekšējā platums 1/2 no kopējā
l <sub>0</sub>	3180 mm	plātnes tīrais laidums
b <sub>eff,i</sub>	436 mm	eeffektīvais plaukta platums ribai vienā pusē
b <sub>eff</sub>	872 mm	efektīvais plaukta platums
d	139 mm	šķērsriezuma efektīvais augstums
z	132 mm	iekšējo spēku plecs

#### Materiālu stiprība

γ <sub>S</sub>	1,15	parciālais faktors betnam	Table 2.1N
γ <sub>C</sub>	1,5	parciālais faktors stiegrojumam	Table 2.1N
α <sub>cc</sub>	1	faktors ilgtermiņa efektu ievērtēšanai uz betona spiedes stiprību	3.1.6 (1)
k <sub>t</sub>	1	α <sub>cc</sub> redukcijas faktors, ja betona klase noteikta par 28 dienām vecākār	3.1.2 (4)
f <sub>ck</sub>	12 N/mm <sup>2</sup>	raksturīgā betona cilindra spiedes stiprība 28 dienu vecumā	
f <sub>ctm</sub>	1,6 N/mm <sup>2</sup>	vidējā betona stiepes stiprība	Table 3.1
f <sub>cd</sub>	8,00 N/mm <sup>2</sup>	betona spiedes stiprības aprēķina vērtība	(3.15)
f <sub>yk</sub>	390 N/mm <sup>2</sup>	stiegrojuma raksturīgā plūstamības robeža	
f <sub>yd</sub>	339 N/mm <sup>2</sup>	stiegrojuma aprēķina stiprība	
f <sub>ywk</sub>	494 N/mm <sup>2</sup>	šķērsstiegrojuma raksturīgā plūstamības robeža	
f <sub>ywd</sub>	395,2 N/mm <sup>2</sup>	šķērsstiegrojuma aprēķina stiprība	6.2.3 (3) Note
E <sub>S</sub>	205000 N/mm <sup>2</sup>	stiegrojuma elastības modulis	3.2.7 (4)

#### Nesošais stiegrojums

φ <sub>s</sub>	12 mm	Nesošo stiegru diametrs
n	1 gab.	Stiegru skaits
A <sub>s, porv</sub>	113 mm <sup>2</sup>	<b>Nesošā stiegrojuma daudzums</b>

#### Šķērsstiegrojums

φ <sub>sw</sub>	5 mm	šķērsstiegru diametrs
s	200 mm	stiegru solis
n	1 pcs.	šķērsstiegru skaits šķēlumā
A <sub>sw, porv</sub>	20 mm <sup>2</sup>	šķērsstiegrojuma daudzums

#### Piepūles

M <sub>Ed</sub>	5,81 kNm	lieces moments
V <sub>Ed</sub>	7,31 kN	šķērsspēks

### NEPIECIEŠAMĀIS NESOŠAIS STIEGROJUMS

M <sub>Ed</sub> /b <sub>eff</sub> d <sup>2</sup> f <sub>ck</sub>	0,0287	- Spiestais stiegrojums nav nepieciešams
A <sub>s</sub> f <sub>yk</sub> /bdf <sub>ck</sub>	0,0340	
M <sub>Sd,max</sub>	28,22 kNm	Plaukta lieces momenta kapacitāte
A <sub>s, req</sub>	127 mm <sup>2</sup>	Nepieciešams stieptais stiegrojums
<b>ratio</b>	<b>1,12</b>	
A <sub>s, min</sub>	12 mm <sup>2</sup>	Minimāli nepieciešamais stieptais stiegrojums
A <sub>s, max</sub>	1811 mm <sup>2</sup>	Maksimāli nepieciešamais stieptais stiegrojums





### BETONA ŠĶĒRSSPĒKA PĀRBAUDE

$b_w$	80 mm	mazākais šķēluma platums stiepes zonā	
$C_{Rd,c}$	0,12	koeficients	6.2.2 (1) Note
$k$	2,000	koeficients	6.2.2 (1)
$\rho_l$	1,02%	nesošā stiegrojuma attiecība	6.2.2 (1)
$A_C$	11120 mm <sup>2</sup>	betona plātnes šķērsriezuma laukums - bez aizsargslāņa	
$N_{Ed}$	0 kN	ass spēks šķēlumā no slodzes vai iepriekšējas sasprīegšanas	
$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>	vidējais spiedes spriegumi šķēlumā ass spēka vai sasprīeguma dēļ	
$k_1$	0,15	koeficients	6.2.2 (1) Note
$v_{min}$	0,34 N/mm <sup>2</sup>	koeficients	(6.3N)
$V_{Rd,c}$	<b>6,14 kN</b>	<b>betona bīdes spēka kapacitāte</b>	(6.2.a)
$V_{Ed}$	<b>7,31 kN</b>	<b>pieliktais bīdes spēks</b>	

**- Nepieciešams šķērsstiegrojums**

### NEPIECIEŠAMĀIS ŠĶĒRSSTIEGROJUMS

$\cot\theta$	1,6	$1 \leq \cot\theta \leq 2,5$	(6.7N)
$\theta$	32,0 °	spiestā atgāžņa lenķis pret sijas garenasi	
$V_{Rd,s}$	<b>7,77 kN</b>	stiegrojuma bīdes stiprība	(6.8)
$v_1$	0,571	stiprības redukcijas faktors saplaisājušam betonam	(6.6N)
$\alpha_{cw}$	1	koeficients, kas ņem verā spriegumsāvokli spiestajā atgāznī	6.2.3 (3) Note 3
$V_{Rd,max}$	<b>20,55 kN</b>	spiestā atgāžņa nestpēja	(6.9)
$A_{sw,max}$	92,5 mm <sup>2</sup>	maksimāli pieļaujamais šķērsstiegrojuma daudzums	(6.12)

**- Šķērsstiegrojums ir pietiekošs**

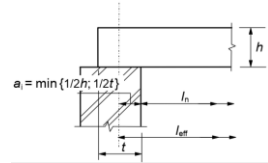


## Enkurojuma garuma aprēķins

Element ID **Jumta plātne**

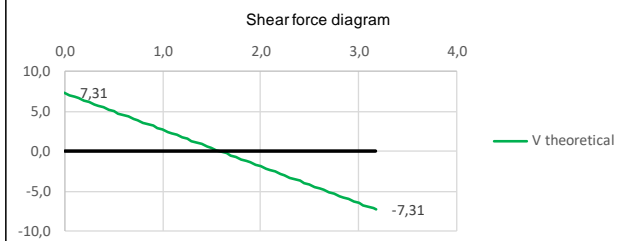
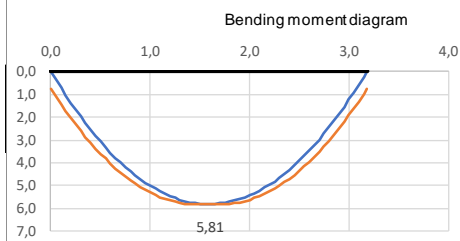
### General information

L	3,18 m	beam effective length (see the picture on right side)
z	0,132 m	lever arm of section (0,95*d)
x	0,03 m	distance from the effective beam end to the face of support (1/2 of pad width)
$\alpha$	90 °	angle between shear reinforcement and the beam axis perpendicular to the shear force
cot $\theta$	1,6	angle between the concrete compression strut and the beam axis perpendicular to the shear force



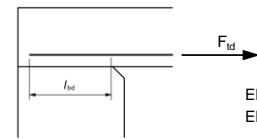
### Calculation of bending moments and shear forces

Self-weight of beam	Uniformly distributed load	Concentrated force
<p>q 3,11 kN/m R 4,94 kN V<sub>max</sub> 4,94 kN M<sub>max</sub> 3,93 kNm</p> <p>V<sub>x</sub> 4,852 kN M<sub>x</sub> 0,15 kNm</p>	<p>q 1,49 kN/m R 2,37 kN V<sub>max</sub> 2,37 kN M<sub>max</sub> 1,88 kNm</p> <p>V<sub>x</sub> 2,32 kN M<sub>x</sub> 0,07 kNm</p>	<p>a 0 m b 3,18 m P 0 kN R<sub>1</sub> 0,00 kN R<sub>2</sub> 0,00 kN V<sub>max</sub> 0,00 kN M<sub>max</sub> 0,00 kNm V<sub>x</sub> 0,00 kN M<sub>x</sub> 0,00 kNm</p>



### Calculation of tensile force in support

V <sub>Ed,x</sub>	7,18 kN	shear force in point next to the support	
M <sub>Ed,x</sub>	0,22 kNm	bending moment next to the support	
M <sub>Ed,max</sub>	5,81 kNm	maximum moment along the beam	
$\Delta F_{td,x}$	5,74 kN	additional tensile force in the longitudinal reinforcement due to shear	
M <sub>Ed,x</sub> /z	1,65 kN	tensile force due to bending moment	
M <sub>Ed,max</sub> /z	44,05 kN	maximal tensile force in reinforcement	
F <sub>td,x</sub>	<b>7,39 kN</b>	<b>tensile force in reinforcement</b>	EN 1992-1-1 (6.18)
M <sub>eq,x</sub>	0,98 kNm	equivalent bending moment (tensile moment)	EN 1992-1-1 (6.18)
$\beta_2$	0,25	ratio of bottom reinforcement provided at support to the area of steel provided in the span	EN 1992-1-1 9.2.1.4(1) Note
F <sub>td,min</sub>	11,01 kN	minimal tensile force in support	EN 1992-1-1 9.2.1.4(1)
F <sub>td</sub>	<b>11,01 kN</b>	<b>tensile force that must be anchored in support</b>	
n	1,00 pcs.	number of bars to be anchored	
F <sub>td,n</sub>	<b>11,01 kN</b>	<b>tensile force in one bar</b>	





Calculation of anchorage length

F	11,01 kN	tensile force		
d	12 mm	diameter of a reinforcing bar		
c	15 mm	concrete bottom cover		
c <sub>1</sub>	15 mm	concrete side cover		
a	0 mm	clear spacing (gap) between bars		
f <sub>yk</sub>	500 N/mm <sup>2</sup>	characteristic yield strength of reinforcement		
f <sub>yd</sub>	435 N/mm <sup>2</sup>	design yield strength of reinforcement		
σ <sub>sd</sub>	97 N/mm <sup>2</sup>	stress in reinforcement		
σ <sub>sd</sub> /f <sub>yd</sub>	22,4 %	stress ratio in reinforcement		
f <sub>ck</sub>	35 N/mm <sup>2</sup>	characteristic compressive cylinder strength of concrete at 28 days		EN 1992-1-1 Table 3.1
f <sub>cd</sub>	23,3 N/mm <sup>2</sup>	design value of concrete compressive strength		
f <sub>ctk,005</sub>	2,20 N/mm <sup>2</sup>	characteristic axial tensile strength of concrete		EN 1992-1-1 Table 3.1
f <sub>ctd</sub>	1,47 N/mm <sup>2</sup>	design axial tensile strength of concrete		EN 1992-1-1 (3.16)
Shape	Straight bars			
Bond	good			
Welded transverse bars	No			
η <sub>1</sub>	1,0	coefficient related to the quality of the bond condition		EN 1992-1-1 8.4.2 (2)
η <sub>2</sub>	1,0	coefficient related to the bar diameter		EN 1992-1-1 8.4.2 (2)
f <sub>bd</sub>	3,30 N/mm <sup>2</sup>	design value of the ultimate bond stress		EN 1992-1-1 (8.2)
c <sub>d</sub>	0 mm			EN 1992-1-1 Figure 8.3
α <sub>1</sub>	1,0	- effect of the form of the bars assuming adequate cover		EN 1992-1-1 Table 8.2
α <sub>2</sub>	1,0	- effect of concrete minimum cover		EN 1992-1-1 Table 8.2
α <sub>3</sub>	1,0	- effect of confinement by transverse reinforcement		EN 1992-1-1 Table 8.2
α <sub>4</sub>	1,0	- influence of one or more welded transverse bars (φ <sub>t</sub> > 0,6φ) along the design anchorage length l <sub>bd</sub>		
α <sub>5</sub>	1,0	- effect of the pressure transverse to the plane of splitting along the design anchorage length		
α <sub>2</sub> α <sub>3</sub> α <sub>5</sub>	1,0			EN 1992-1-1 (8.5)
l <sub>b,rqd</sub>	89 mm	basic required anchorage length		EN 1992-1-1 (8.3)
l <sub>b,min</sub>	120 mm	minimum anchorage length		EN 1992-1-1 (8.6)
l <sub>bd</sub>	<b>120 mm</b>	<b>design anchorage length</b>		EN 1992-1-1 (8.4)
	10φ	anchorage length in diameters		

