

INFORMATĪVS MATERIĀLS PAR L-BLOKU IZMANTOŠANU



Šis dokuments sagatavots kā informatīvas vadlīnijas arhitektiem un inženieriem, kuri plāno izmantot saliekamos dzelzsbetona L-blokus projektēšanā.

SIA Aizputes Betons neuzņemas juridisku atbildību par konkrētiem būvprojektiem – par risinājumu izvēli un atbilstību atbild projekta izstrādātājs.

Saturs

1.	L_elementu pielietojums.....	3
2.	Ievads	3
3.	L_elenmenta telpiskais modelis	4
3.1.	Modeļa informācija	4
3.2.	Augstuma un platuma gabarīti	5
3.3.	Skābsiena blietējamo bedru montāžas shēmas.....	6
3.3.1.	Malējo sleju montāža	6
3.3.2.	Vidējo sleju montāža.....	7
4.	Aprēķina piemēri	7
4.1.	Smagi slogotu L_elementu aprēķins	7
4.1.1.	Papildus spiediens uz L_elementa sienu.....	7
4.1.2.	Grunts spiediens uz sienu.....	7
4.1.3.	Lineārais modelis	8
4.1.4.	Pamata pēdas aprēķins	9
4.1.5.	Pamatu pēdas šķērsspēka pārbaude	10
4.1.6.	Pamatu pēdas stiegrojums.....	10
4.1.7.	Plaisu regulēšana.....	12
4.2.	Gravitācijas sienas.....	14
4.2.1.	L_elementa noturība pret apgāšanos. Lietojamības robežstāvokļos(EQU).....	14
4.2.2.	Apgāšanās moments.....	14
4.2.3.	Pretestības moments pret apgāšanos	15
4.2.4.	Pamatnoteikums.....	15
5.	Izmantotie literatūras avoti	16

1. L_elementu pielietojums

- 1) Skābsiena blietējamo glabātavu izbūvei
- 2) Beramo materiālu glabātuvju izbūvei
- 3) Atvērtu norobežojošu konstrukciju izbūvei

Aizputes dzelzsbetona rūpnīcas L_elementu ražošanas tehniskā un projektēšanas nodaļa, ir izveidojusi izdevumu ar vajadzīgo dokumentāciju, kas izskaidro L_elementu pielietošanas iespējas.

Publikācijā ir doti piemēri, kā pielietot L_elementus, aprakstītas to tehniskās īpašības, kā arī doti vajadzīgie parametri, aprēķinu metodes un diagrammas vertikālo un horizontālo slodžu iedarbībām uz dažādām konstrukcijām.

Instrukcijas turpinājumā tiks aprakstītas pie pamata piesaistītu L_elementu konstrukcijas, kā arī L_elementa noturība gravitācijas ietekmē.

2. Ievads

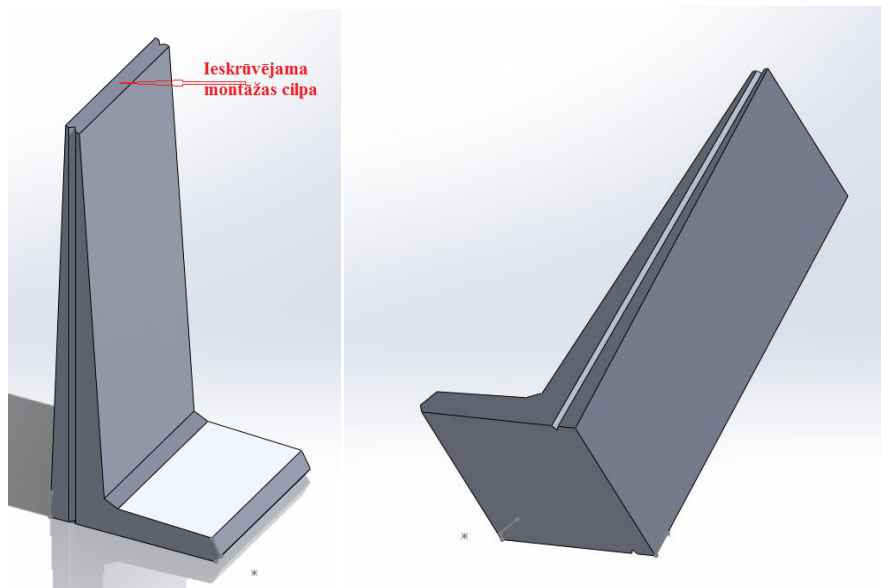
Skābsiena glabātuves, kurās var tikt blīvēts siens konstruē uz betona pamata, lai nodrošinātu L_elementa noturību darba plaknē un hermētiskumu starp elementiem.

Hermētiskuma nodrošināšanai L_elementu sienu sānos projektēta speciāla rieva, kurā montāžas laikā iestrādā elastīgu hermētiķi vai hermetizējošu lentu.

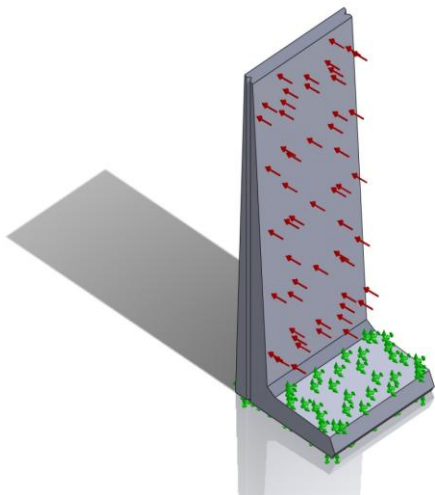
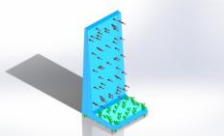
L_elementi var tikt izmantoti beramo materiālu uzglabāšanai(smiltis, šķelda u.c.), tad pie noteiktas hermētiskuma pakāpes un pamatnes blīvuma betona pamats nav vajadzīgs. Nepieliekot papildus horizontālās slodzes L_elements var darboties gravitācijas režīmā.

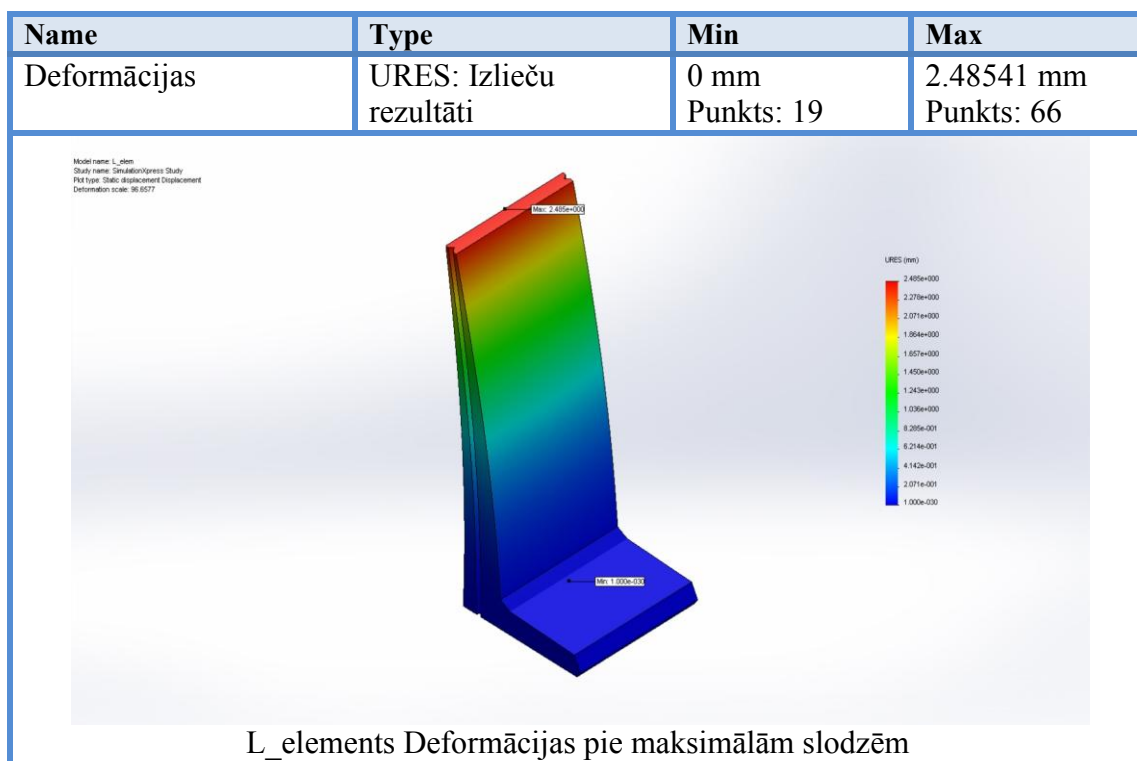
Instrukcijā sniegti piemēri kā aprēķināt L_elementu konstrukcijas, kas savienotas ar pamatu, kā arī parādītas diagrammas un tabulas atšķirīgām L_elementu lietošanas jomām, kā arī sniegts ieskats gravitācijas sienu aprēķinā.

3. L_elenmenta telpiskais modelis

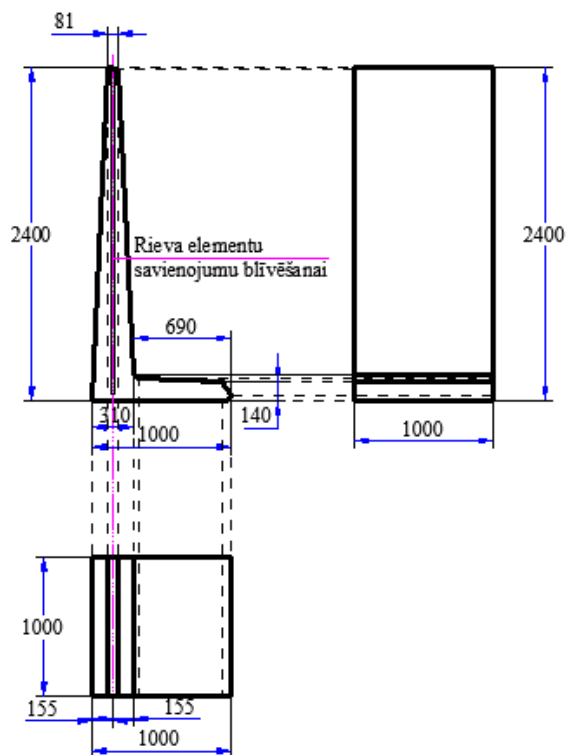


3.1. Modeļa informācija

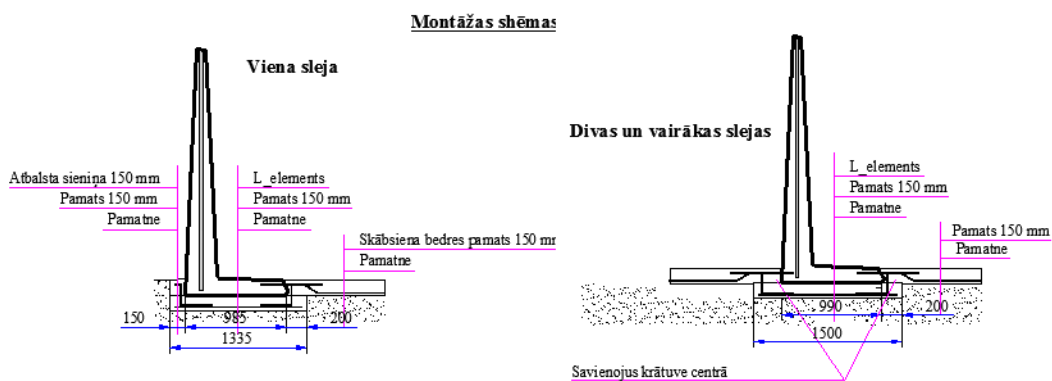
 L_elements			
Telpiskais modelis			
		Elementa parametri	Izstrādātājs
Slogojums 	Telpiska ģeometrija	Svars:1466.31 kg Tilpums:0.587 m³ Svars:2500 kg/m³ Slodze:14369.9 N	ADZBR



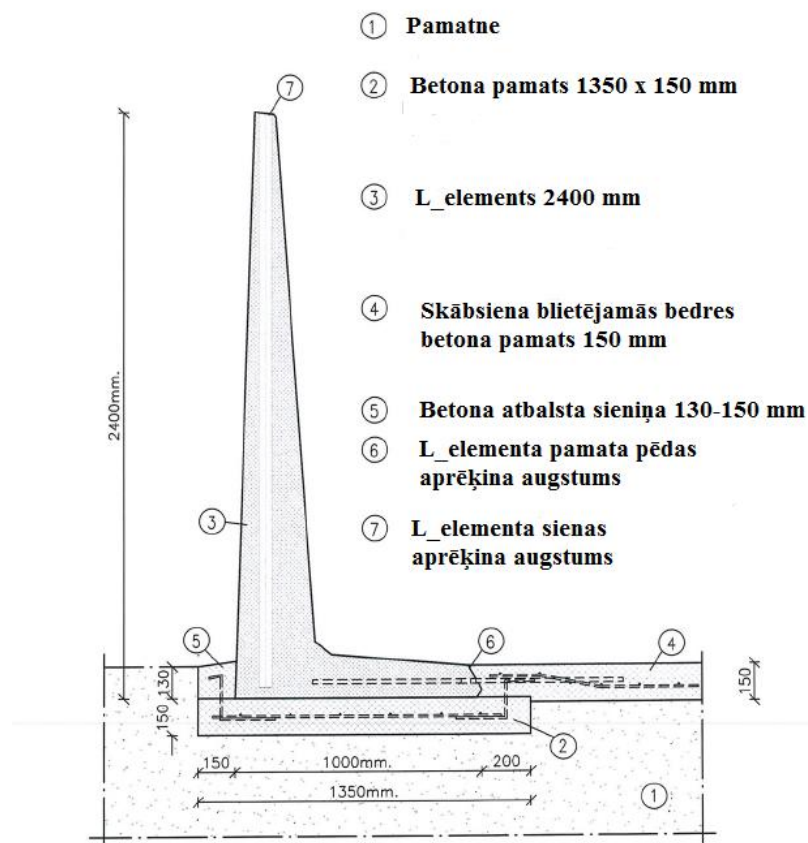
3.2. Augstuma un platuma gabarīti



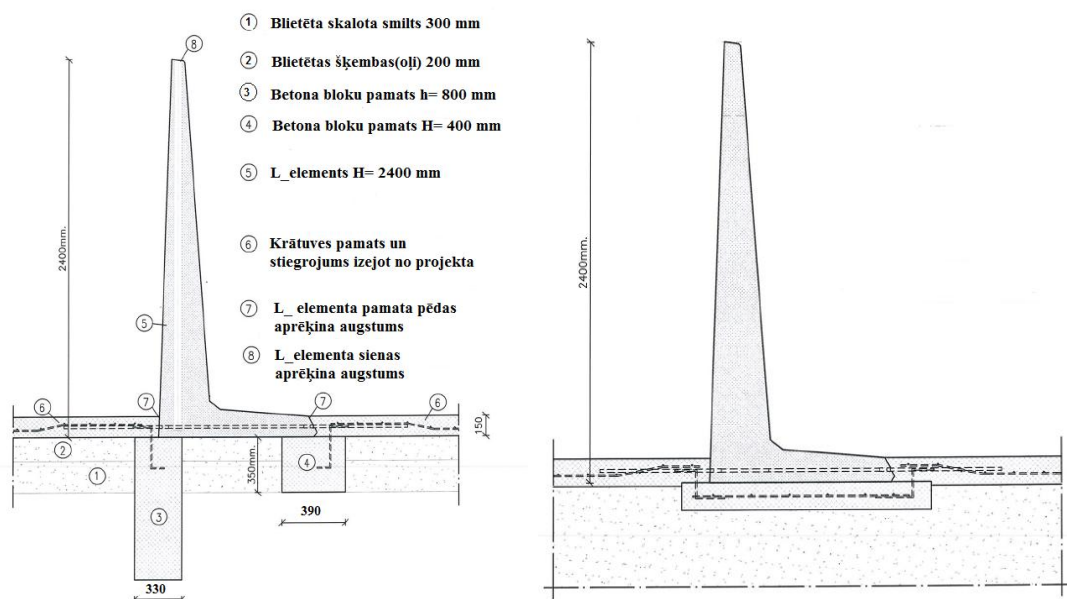
3.3. Skābsiena blietējamo bedru montāžas shēmas



3.3.1. Malējo sleju montāža



3.3.2. Vidējo sleju montāža



4. Aprēķina piemēri

4.1. Smagi slogotu L_elementu aprēķins

4.1.1. Papildus spiediens uz L_elementa sienu

Viena riteņa slodze - $200\alpha_{Q1}$ kN. Kontaktpvirsmas laukumu zem viena riteņa pieņem $a \times g = 0.35 \times 0.60$ m. Spiediena izplatīšanās leņķis, zem riteņa, tiek pieņemts 45° .

Pārejot uz vienmērīgi izkliedētu slodzi izejot no riteņa atbalsta laukuma

$$p_d = Q_\alpha \times (ag) = 200 \times (0.35 \times 0.6) = 42 \text{ kN/m}^2$$

$$H_{tr} = \frac{p_d}{\gamma_p} = \frac{42}{12} = 3.5 \text{ m}$$

Šeit transporta slodze rēķināta kā reducētais gruntskārtas biezums, kur

p_d = slodze, kas darbojas uz blietējamo masu

γ_p – blietējamās masas blīv

4.1.2. Grunts spiediens uz sienu

$$\begin{aligned}
 q_{d1} &= \gamma_F \gamma_p \left(\frac{\gamma_F}{\gamma_G} H_{tr} \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right) = 1.5 \times 12 \times \left[\frac{1.5}{1.0} \times 3.5 \times 0.171 \right] \\
 &= 16.197 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

$$\tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = \tan^2\left(45^\circ - \frac{45^\circ}{2}\right) = \tan^2(22.5^\circ) = 0.171$$

$$q_{d2} = \gamma_F \gamma_p \left(\left(\frac{\gamma_F}{\gamma_G} H_{tr} + H_2 \right) \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) \right)$$

$$= 1.5 \times 12 \times \left[\left(\frac{1.5}{1.0} \times 3.5 + 2.4 \right) \times 0.333 \right] = 45.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

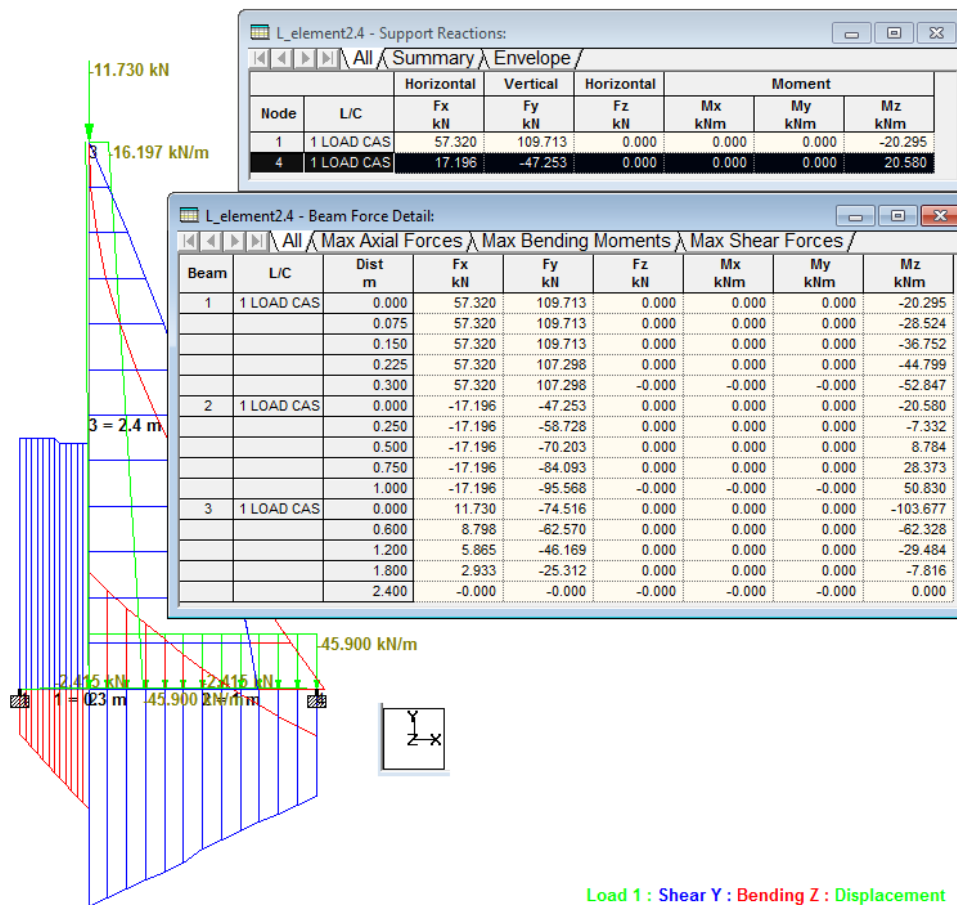
Elementa sienas pašsvars=11.73 kN

Elementa pamata pēdas pašsvars=2.415 kN

Piezīmes:

Berzes leņķis skābsienam ir pieņemts 30° (smalka smiltis), bet faktiski tas būs daudz lielāks, jo presēts skābsiens pats par sevi var strādāt kā bīdi uzņemoša konstrukcija, līdz ar ko arī slodze uz L_elementa sienu būs mazāka.

4.1.3. Lineārais modelis



L_elementi rūpnieciski izgatavots tā, lai spētu uzņemt uzrādītos lieces momentus un šķērsspēkus.

Turpmāk instrukcijā tiks vērsta uzmanība uz L_elementu kopējo konstrukciju un montāžu, lai nodrošinātu savienojumu hermētiskumu un konstrukcijas kopdarbību un stabilitāti.

4.1.4. Pamata pēdas aprēķins

4.1.4.1. Pamata pēdas laukums

$$A_{pam} = \frac{N_{Ed}}{R_0} = \frac{109.713}{160} = 0.686 \text{ m}^2$$

tiek pieņemti pamata laukuma izmēri; $D = 1.3 \text{ m}$, $B = 1.0 \text{ m}$,

kur $A_{pam} = 1.3 \text{ m}^2$

4.1.4.2. Ekscentritāte

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{20.259 \times 10^3}{109.713} = 184.655 \text{ mm}$$

$$\frac{D}{6} = \frac{1300}{6} = 216.667 \text{ mm} \rightarrow e \leq \frac{D}{6}$$

4.1.4.3. Grunts spiediens zem pamatu pēdas

$$P_1 = \frac{N}{BD} + \frac{6M}{BD^2} = \frac{109.713}{1.0 \times 1.3} + \frac{6 \times 20.259}{1.0 \times 1.3^2} = 156.32 \text{ kN}$$

$$P_2 = \frac{N}{BD} - \frac{6M}{BD^2} = \frac{109.713}{1.0 \times 1.3} - \frac{6 \times 20.259}{1.0 \times 1.3^2} = 12.469 \text{ kN}$$

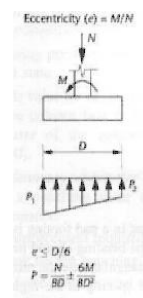
Kritērijs

$$\frac{P_1}{R_0} \leq 1 \rightarrow \frac{156.32}{160} = 0.977$$

Spriegumu vērtība netiek pārsniegta, aprēķinam izmantoju šos pamatu pēdas ģeometriskos lielumus.

$$R_0 \geq 160 \text{ kN/m}^2$$

4.1.4.4. Pamatu pēdas biezums



$$R_{bt} = R_0 = 160 \text{ kN/m}^2$$

spiediens uz pamatu pēdu

$$p_{sp} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{109.713}{1.3^2} = 84.395 \text{ kN/m}^2$$

4.1.4.5. Pamatu pēdas darbīgais augstums

$$d = \frac{B_k + D_k}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\frac{N_{Ed}}{0.9R_{bt} + p_{sp}}} = \frac{1 + 0.19}{4} + \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{109.713}{0.9 \times 160 + 84.395}} = 0.049 \text{ m}$$

4.1.4.6. Pamatu pēdas kopējais augstums

$$h = d + c_{nom} + \frac{1}{2} \phi_{st} = 49 + 50 + \frac{16}{2} = 107 \text{ mm} \rightarrow \text{pieņemu } 150 \text{ mm}$$

4.1.5. Pamatu pēdas šķērsspēka pārbaude

$$V_{Ed} = N_{Ed} = 109.713 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = 0.5u_{kol}d \left(0.6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \right) \frac{f_{ck}}{1.5} = \left[0.5 \times (2 \times 190 + 2 \times 1000) \times 150 \times \left(0.6 \times \left(1 - \frac{30}{250} \right) \right) \times \frac{30}{1.5} \right] \times 10^{-3} = 1884.96 \text{ kN}$$

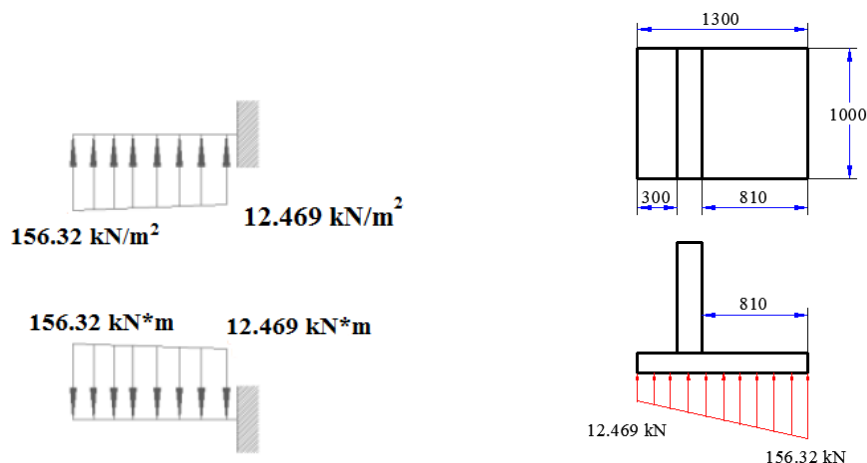
Nosacījums

$$V_{Ed} \leq V_{Rd} \rightarrow 109.713 \text{ kN} < 1884.96 \text{ kN}$$

Slodžu izraisītais šķērsspēks nepārsniedz pamata pēdas bīdes pretestību.

4.1.6. Pamatu pēdas stiegrojums

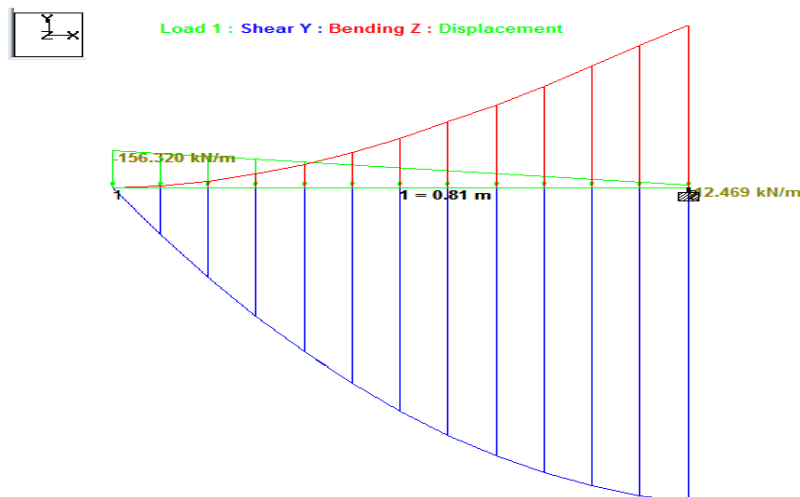
4.1.6.1. Aprēķina shēmas



4.1.6.2. Simulācija STAAD pro2010

pam pēda - Beam Force Detail:

Beam	L/C	Dist m	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
1	1 LOAD CAS	0.000	0.000	-0.000	0.000	0.000	0.000	-0.000
		0.203	0.000	-28.014	0.000	0.000	0.000	2.959
		0.405	0.000	-48.745	0.000	0.000	0.000	10.854
		0.608	0.000	-62.193	0.000	0.000	0.000	22.209
		0.810	-0.000	-68.360	-0.000	-0.000	-0.000	35.551



4.1.6.3. Spiestā stiegrojuma nepieciešamības pārbaude

d – plātnes efektīvais biezums, $d = h - (c_{nom} + \varnothing/2) = 150 - (45 - 12/2) = 99 \text{ mm}$;

$$K = \frac{M_{Ed}}{bd^2 f_{ck}} = \frac{35.551 \times 10^6}{1000 \times 99 \times 30} = 0.121$$

$$K = 0.114 \leq K' = 0.208$$

Tādējādi stiegrojums ir nepieciešams tikai stieptajā zonā

$K \leq K'$ („How to Design Concrete Structures using Eurocode 2” 19.lpp.); kur

$$K' = 0.60\rho = 0.18\rho^2 - 0.21 = 0.21$$

ρ -momenta pārdalījuma attiecība 1.0

(**Momenti nedrīkst pārdalīties**) („How to Design Concrete Structures using Eurocode 2” 4.tabula 19.lpp.);

Ir rekomendēts Lielbritānijā, k' jāierobežo līdz 0,168.

$K = 0.114 \leq K' = 0.168$ – arī iztur kritēriju

Iekšējā spēku pāra plecs z :

$$l_a = \frac{z}{d} \rightarrow z = l_a d = 0.880 \times 99 = 87.12 \text{ mm}$$

$$l_a = 0.880$$

Tādējādi stiegrojums ir nepieciešams tikai stieptajā zonā

4.1.6.4. Stiegrojuma šķēsgriezuma laukums stieptajā zonā

$$A_s^{req} = \frac{M_{Ed}}{f_{yd} z} = \frac{35.551 \times 10^6}{434.783 \times 87.12} = 938.5597 \text{ mm}^2$$

Stiegr. diam. (mm)	Stiegru skaits									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	28.3	56.6	84.9	113	142	170	198	226	255	283
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	503
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	785
12	113	226	339	452	566	679	792	905	1020	1130
16	201	402	603	804	1010	1210	1410	1610	1810	2010
20	314	628	943	1260	1570	1890	2200	2510	2830	3140
25	491	982	1470	1960	2450	2950	3440	3930	4420	4910
32	804	1610	2410	3220	4020	4830	5630	6430	7240	8040
40	1260	2510	3770	5030	6280	7540	8800	10100	11300	12600

14

Tabula Nr.7

Nosacījums; $A_s^{prov} \geq A_s^{req}$, pieņemtu $A_s^{prov} = 1020 \text{ mm}^2$, ø12 mm, 9 stiegras.
veic pārbaudi stiegrojuma laukumam uz minimālo pieļaujamo:

$$A_{s,min} = \max \left(0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d; 0.0013 b_t d \right)$$

$$A_{s,min} = \max \left(0.26 \frac{3,5}{500} 1000 \times 99; 0.0013 \times 1000 \times 99 \right) = (207.207; 128.7)$$

$$= 207.207 \text{ mm}^2$$

Betona šķērsgriezuma laukums A_c :

$$A_c = b \times h = 1000 \times 150 = 150000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c = 6000 \text{ mm}^2$$

4.1.7. Plaisu regulēšana

Table 7.1N Recommended values of w_{max} (mm)

Exposure Class	Reinforced members and prestressed members with unbonded tendons	Prestressed members with bonded tendons
	Quasi-permanent load combination	Frequent load combination
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Decompression

4.1.7.1. Spriegums stiegrojumā pie plaisu regulēšanas no kvazi – pastāvīgu slodžu iedarbības

$$f_s = \frac{f_{yk}}{1.15} \times \frac{G_k + 0.3Q_k}{1.35G_k + 1.5Q_k} \times \frac{1}{\delta}$$

δ - momenta pārdalījuma attiecība 1.0(momenti nepārdalās)

$$f_s = \frac{500}{1.15} \times \frac{11.73 + 2.415 + 0.3 \times 45.9}{1.35 \times (11.73 + 2.415) + 1.5 \times 45.9} = 138.005 \text{ MPa}$$

Table 7.2N Maximum bar diameters ϕ_s^* for crack control¹

Steel stress ² [MPa]	Maximum bar size [mm]		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

Table 7.3N Maximum bar spacing for crack control¹

Steel stress ² [MPa]	Maximum bar spacing [mm]		
	$w_k = 0,4$ mm	$w_k = 0,3$ mm	$w_k = 0,2$ mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

pie iegūtā sprieguma stiegrojumā

$$\begin{aligned}\phi_{s,max} &= 32 \text{ mm} \\ S_{sol,max} &= 300 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.1.7.2. Stiegrojuma soļa noteikšana

Pie $A_s^{prov} = 1020 \text{ mm}^2$, $\phi 12$ mm, 9 stiegrām

$$s = \frac{B - 2c_{nom}}{n} = \frac{1000 - 2 \times 45}{9} = 101.111 \text{ mm}$$

Stiegrojuma soli s pieņemtu 100 mm , līdz ar ko c_{nom} palielinās par 1.111 mm .

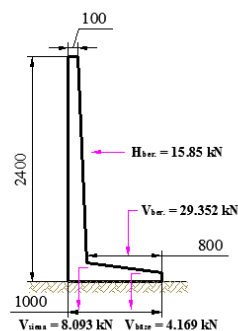
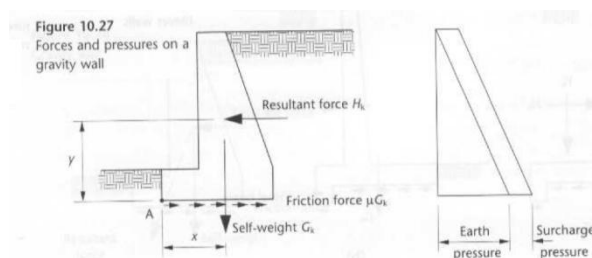
4.1.7.3. Pieņemtā stiegrojuma pārbaudes

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 207.207 \text{ mm}^2 < 1020 \text{ mm}^2 < 6000 \text{ mm}^2$$

4.2. Gravitācijas sienas

4.2.1. L_elementa noturība pret apgāšanos. Lietojamības robežstāvokļos(EQU)

4.2.1.1. Aprēķina shēmas



$$q_s = \frac{1700 \text{ kg}}{\text{m}^2} - \text{smilts, granulētie materiāli}$$

$$K_a = 0.33 - \text{aktīvā spiediena koeficients}$$

$$p_a = K_a q g h = 0.33 \times (1700 \times 10^{-3}) \times 9.81 \times 2.4 = 13.208 \text{ kN/m}^2$$

Horizontālā slodze 1 m garuma.

$$H_{k,zeme} = 0.5 p_a h = 0.5 \times 13.208 \times 2.4 = 15.85 \text{ kN}$$

Pasīvā slodze netiek rēķināta - p_s

4.2.1.2. Pastāvīgās slodzes

Pamata sienas parametri - $2.2 \times 1.0 \times 0.15 \times 9.81 \times 2.5 = 8.093 \text{ kN}$

Pamata bāzes parametri - $0.17 \times 1.0 \times 1.0 \times 9.81 \times 2.5 = 4.169 \text{ kN}$

Beramo materiālu parametri $0.8 \times 1 \times 2.2 \times 9.81 = 29.352 \text{ kN}$

Kopējā zemes vertikālā slodze - $14.66 + 26.85 = 41.614 \text{ kN}$

4.2.2. Apgāšanās moments

$$M_{Ed} = (\gamma_F H_{k,zeme} \frac{h}{3}) = \left(1.1 \times 15.85 \times \frac{2.4}{3} \right) = 13.948 \text{ kNm}$$

4.2.3. Pretestības moments pret apgāšanos

1. Ja liek kāju pret beramo materiālu

$$\begin{aligned}M_{Rd} &= \gamma_F \times (14.66 \times 1.0 + 16.1) \\&= 0.9 \times (8.093 \times 1.0 + 4.169 \times 0.8 + 15.85 \times 0.8) \\&= 21.697 \text{ kNm [ok]}\end{aligned}$$

2. Ja liek kāju no beramā materiāla

$$\begin{aligned}M_{Rd} &= \gamma_F \times (14.66 \times 1.0 + 16.1) = 0.9 \times (8.093 \times 1.0 + 4.169 \times 0.8) \\&= \mathbf{10.285 \text{ kNm}} \rightarrow \text{neiztur!!!}\end{aligned}$$

4.2.4. Pamatnoteikums

$M_{Ed} \leq M_{Rd}$

Ja liek L_elementa kāju no beramā materiāla, otrā pusē beramo materiālu drīkst uzpildīt līdz **1.8 m** augstumam.

5. Izmantotie literatūras avoti

1. LVS EN 1990:2006 L /A1:2008 L „Eirokekss. Konstrukciju projektēšanas pamatprincipi”.
2. LVS EN 1992-1-1 „2.Eirokekss: Betona konstrukciju projektēšana. 1-1 daļa: Vispārējie noteikumi un noteikumi ēkām”
3. Bill Mosley, John Bungey, Ray Hulse „Reinforced Concrete Design to Eurocode 2”