

Valstybinės reikšmės rajoninio kelio Nr. 1606 privažiuojamasis kelias prie Šiaulių miesto
oro uosto nuo kelio Kepaliai-Gasčiūnai-Meškuičiai 2,913 km tilto per Kulpę
rekonstravimo techninis darbo projektas

Tiltas per Kulpę 2,913 km

8922/1606-00-TDP-SK-IS

INŽINERINIŲ SKAIČIAVIMŲ ATASKAITA

2024 metai

TURINYS

1. BENDRI DUOMENYS	3
1.1 Rekonstruojamas tiltas	3
1.2 Statinio apkrovos	4
1.3 Įlinkiai	8
1.4 Programinė įranga	8
2. DUOMENYS SKAIČIAVIMŲ ATLIKIMUI.....	9
2.1 Gelžbetonio konstrukcijų apsauga nuo atmosferos poveikių.....	9
2.2 Grunto rodikliai naudojami skaičiavimuose	10
3. VISUMINĖ ANALIZĖ BAIGTINIŲ ELEMENTŲ METODU IR ANALIZĖS PRIELAIDOS.....	12
3.1 Bendra informacija.....	12
3.2 Statybos etapai	13
3.3 Pagrindinės analizės prielaidos	13
4. TILTO KRANTINĖS ATRAMOS SKAIČIAVIMAS	14
4.1 Krantinių atramų polių pagrindo laikomosios galios skaičiavimas ir rezultatai	14
4.2 Krantinės atramos skaičiavimas.....	21
5. PERDANGOS SKAIČIAVIMAS	30
5.1 Perdangos skaičiuojamoji schema.....	30
5.3 Sijos skaičiuojamasis skerspjuvis	31
5.4 Sijų skaičiavimas saugos ir tinkamumo ribiniams būviams	31
5.5 Sijos skaičiuojamas saugos ribiniam būviui ULS	32
5.6 Sijų saugos ribinio būvio skaičiavimo rezultatai	33
5.7 Sijos skaičiavimas tinkamumo ribiniams būviams SLS.....	34
5.8 Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio.....	34
5.9 Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio.....	35
5.10 Sijų papildomi skaičiavimų rezultatai pagal užduoties techninės specifikacijos 11 punkto reikalavimus	35
5.11 Sijų įlinkio skaičiavimo rezultatai.....	36
5.12 Sijų pakylės parinkimo skaičiavimo rezultatai	37
6. PEREINAMŲJŲ PLOKŠČIŲ SKAIČIAVIMAS	38
6.1 Pereinamoji plokštė PP-4	38
7. GULEKŠNIŲ SKAIČIAVIMAS	41
7.1 Gulekšnis G-2 L=3800	41
8. HIDRAULINIAI SKAIČIAVIMAI.....	44
8.1 Projektinių skaičiavimų duomenys	44
8.2 Potvynių debitų skaičiavimas	45
8.3 Aukščiausio vandens lygio skaičiavimas	46
8.4 Laikinių pralaidų parametrų parinkimas.....	48

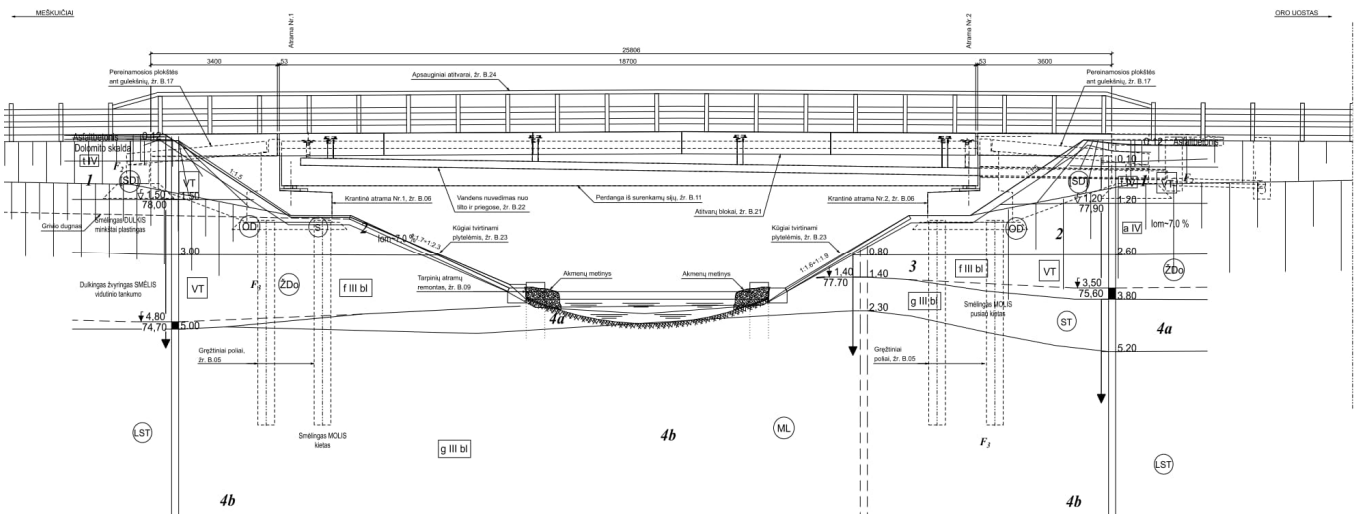
1. BENDRI DUOMENYS

1.1 Rekonstruojamas tiltas

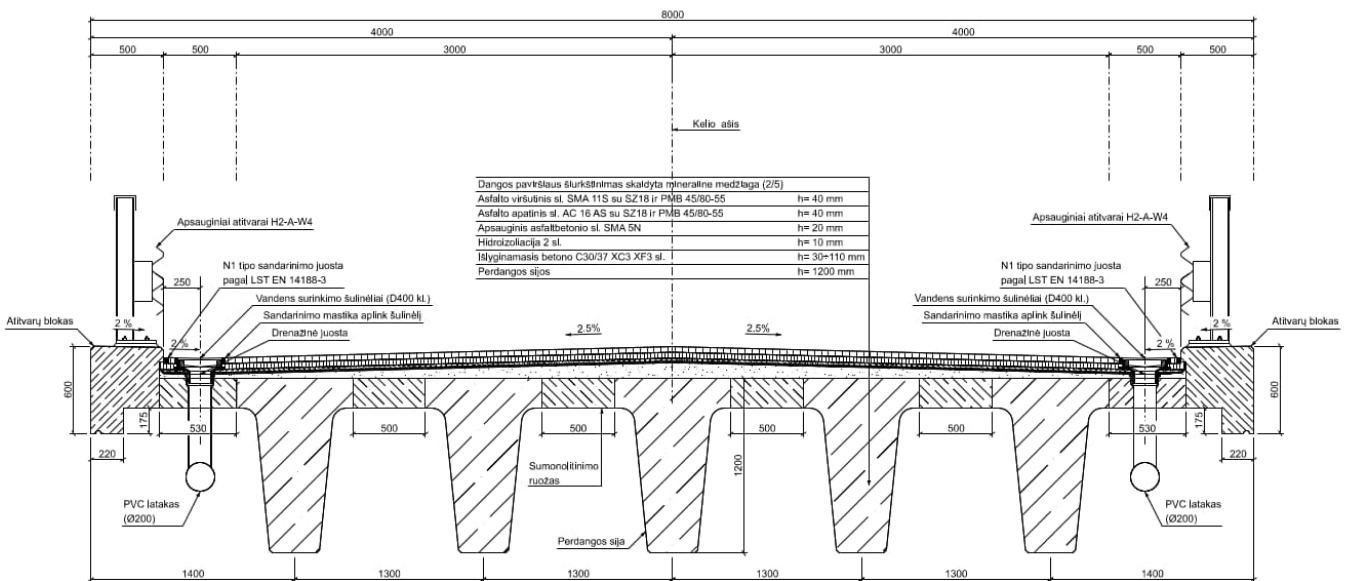
Rekonstruojamas tiltas yra kelyje Nr. 1606, privažiavimo kelyje prie Barysių aerodromo, Joniškio r. sav., Gutaučių seniūnijoje. Tiltu padėtis pagal koordinačių sistemą LKS-94: X=6215398, Y=471402.

Rekonstruojamas tiltas per upę Kulpę į vienos angos tiltą, kurio konstrukciją sudaro:

- kraštinės atramos, monolitinis antšulas ant gręžtinių polių;
- perdanga iš surenkamų gelžbetoninio sijų, atremtų ant karštinių atramų per elastomerinius guolius.



Pav. 1 Tiltu bendras vaizdas



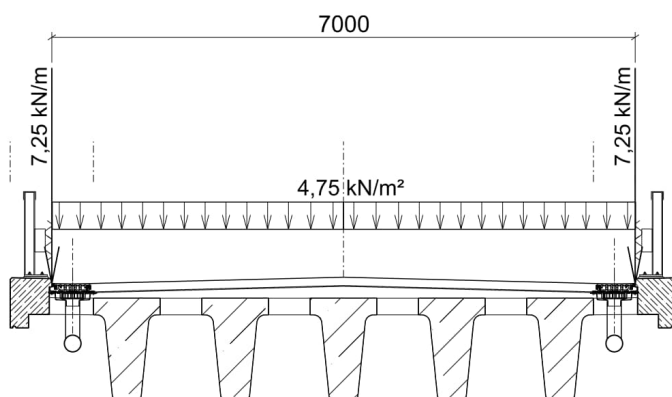
Pav. 2 Tiltu skersins pjūvis

1.2 Statinio apkrovos

1.2.1 Charakteristinės nuolatinių apkrovų reikšmės

Lentelė 1. Charakteristinės nuolatinių apkrovų reikšmės

Eil. Nr.	Konstrukcija	q_k		
		[kN/m]	[kN/m ²]	[kN/m ³]
1.	Asfaltbetonio danga, $t = 100 \text{ mm}$	-	2,50	-
2.	Hidroizoliacija, $t = 10 \text{ mm}$		0,25	
2.	Išlyginamasis sluoksnis, $t_{vid} = 80 \text{ mm}$	-	2,00	-
3.	Apsauginiai atitvarai	1,00	-	-
4.	Atitvarų blokai	6,25	-	-
5.	Gelžbetoniniai elementai: sijos, sijų sumonolitinis	-	-	25,0



Pav. 3 Pakloto konstrukcijos apkrovų išdėstymo schema

1.2.2 Statybos apkrovos

Klojinių ir kitos įrangos svoris turi būti vertinamas darbo projekto metu, jei jis viršija eksploataavimo apkrovas.

1.2.3 Betono susitraukimas ir valkšnumas

Duomenys betono susitraukimui ir valkšnumui skaičiuoti:

- oro temperatūra 20°C.
- santykinė oro drėgmė 70%.
- cementas N klasės.

1.2.4 Pamatų sėdimai

Skaičiavimuose priimti ribiniai pamatų nuosėdžių skirtumai tarp gretimų atramų 1mm/1m.

Lentelė 2. Galimi atramų nuosėdžiai

Atramos Nr.	1	2
Pamatų nuosėdis, mm	19	19

1.2.5 Charakteristinės automobilių kintamų apkrovų reikšmės

Automobilinio eismo apkrovos konstrukcijoms LM1 modelis pagal LST EN 1991-2:

Dviašė koncentruota apkrova (tandeminė - TS), kurios vienos ašies svoris (kN) $\alpha_Q Q_k$;

Tolygiai išskirstyta apkrova (UDL), kurios svorio intensyvumas (kN/m²) $\alpha_q q_k$;

čia: α_Q ir α_q – apkrovos koeficientai.

Skaičiavimuose priimta apkrovos klasė: 1-asis apkrovos modelis (LST EN 1991-2). Pagal šių normų **NA.4.3** punktą:

Apkrovos koeficientų α_{Q1} ir α_{q1} vertės:

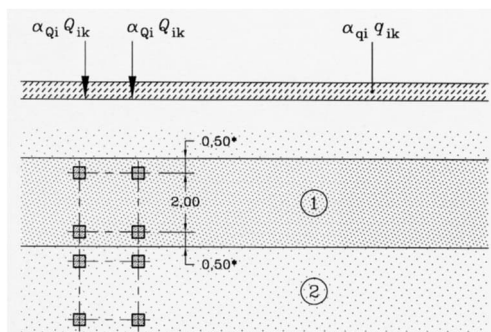
- pirmos apkrovų juostos apkrovoms – $\alpha_{Q1} = 1,00$, $\alpha_{q1} = 1,00$;
- antros apkrovų juostos apkrovoms – $\alpha_{Q2} = 1,00$, $\alpha_{q2} = 1,00$;

Vienoje eismo juostoje, per visą tilto ilgį pastatoma tik viena dviašė koncentruota apkrova (TS).

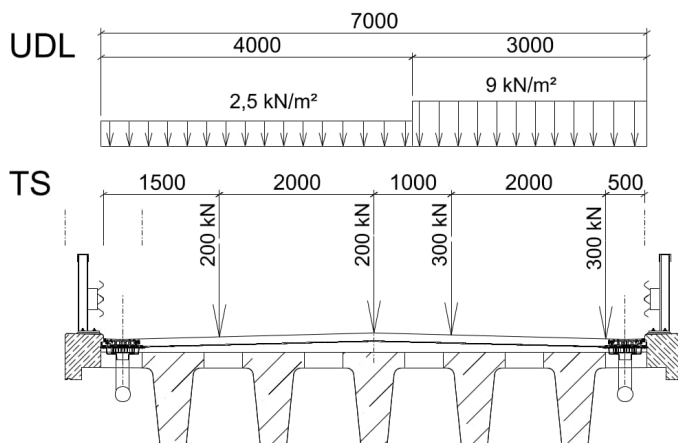
1-asis (pagrindinis) apkrovos modelis taikomas visoms eismo juostoms bei likusiems važiuojamosios dalies plotams. „i“ – oje eismo juostoje veikia apkrovos $\alpha_{iQ} Q_{ik}$, ir $\alpha_{iq} q_{ik}$, o likusiuose važiuojamosios dalies plotuose – apkrova $\alpha_{rq} q_{rk}$. Apkrovų $\alpha_{iQ} Q_{ik}$, $\alpha_{iq} q_{ik}$ ir $\alpha_{rq} q_{rk}$ reikšmės pateiktos lentelėje.

Lentelė 3. LM1 modelio apkrovos

Vieta	Tandeminė apkrova TS	UDL apkrova
	Ašies apkrovos $\alpha_{iQ} Q_k$ [kN]	Išskirstyta $\alpha_{iq} q_{ik}$ arba $\alpha_{rq} q_{rk}$ [kN/m ²]
1 - oji juosta	$1,0 \cdot 300 = 300$	$1,0 \cdot 9,0 = 9,0$
2 - oji juosta	$1,0 \cdot 200 = 200$	$1,0 \cdot 2,5 = 2,5$
Likęs plotas (q_{rk})	0	$1,0 \cdot 2,5 = 2,5$



Pav. 4 Laikinių eismo apkrovų išdėstymo schema



Pav. 5 Automobilių eismo kintamų apkrovų išdėstymo schema

Stabdymo apkrova išilgai tilto (suminė) $Q_{1k}=410,5$ kN, pagal LST EN 1991-2/4.4.1;
Stabdymo apkrova skersai tilto (suminė) $Q_{tk}=102,7$ kN, pagal LST EN 1991-2/4.4.2.

1.2.6 Vėjo apkrova

Skaičiavimuose nevertinamos, nes tiltas neiškyla virš apylinkės žemės reljefo ir poveikiai nėra reikšmingi.

1.2.7 Temperatūriniai poveikiai

1.2.7.1 Tolygioji temperatūros komponentė

Šešėlinė oro temperatūra (didžiausia ir mažiausia vidutinė paros temperatūra, galima vieną kartą per 50 metų) pagal LST EN 1991-1-5:2004/ NA.2.2.1.4, 6.1.3.2 (1):

$$T_{min} = -30,5^{\circ}\text{C};$$

$$T_{max} = +26,0^{\circ}\text{C}.$$

Pakloto tipas: gelžbetoninis paklotas (gelžbetoninė sija) – 3 tipas pagal LST EN 1991-1-5/6.1.1 (1).

Tolygiosios temperatūros komponentė 3 tipo paklotui pagal LST EN 1991-1-5/NA.2.2.1.3, 6.1.3.1 (4):

$$T_{E,min} = T_{min} + 8^{\circ} = -30,5^{\circ} + 8^{\circ} = -22,5^{\circ}\text{C};$$

$$T_{E,max} = T_{max} + 2^{\circ} = 26^{\circ} + 2^{\circ} = 28,0^{\circ}\text{C};$$

Priimama, kad statybos darbai vykdomi prie $T_0 = 10,0^{\circ}\text{C}$.

Tolygiosios temperatūros komponentės didžiausio susitraukimo/išsiplėtimo intervalo charakteristinės reikšmės *suvaržymo jėgoms nustatyti* pagal LST EN 1991-1-5/6.1.3.3 (3):

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{E,min} = 10^{\circ} - (-22,5^{\circ}) = 32,5^{\circ}\text{C};$$

$$\Delta T_{N,exp} = T_{E,max} - T_0 = 28,0^{\circ} - 10^{\circ} = 18,0^{\circ}\text{C}.$$

Tolygiosios temperatūros komponentės didžiausio susitraukimo/išsiplėtimo intervalo charakteristinės reikšmės *atraminiams guoliams ir kompensacinėms sandūroms skaičiuoti* pagal LST EN 1991-1-5/6.1.3.3 (3):

$$|\Delta T_{N,con}| + 20^{\circ} = 52,5^{\circ}\text{C};$$

$$|\Delta T_{N,exp}| + 20^{\circ} = 38,0^{\circ}\text{C}.$$

1.2.7.2 Vertikaloji tiesinės komponentė

Taikomas pirmas metodas vertikaliai tiesinei komponentei nustatyti pagal LST EN 1991-1-5, 6.1.4.1(1), 6.1 ir 6.2 lenteles. Pakloto tipas 3, gelžbetoninis paklotas (gelžbetoninė sija); dangos storis 100 mm:

$$\Delta T_{M,heat} \cdot k_{sur} = 15^{\circ} \cdot 0,7 = 10,5^{\circ}$$

$$\Delta T_{M,cool} \cdot k_{sur} = 8^{\circ} \cdot 1 = 8^{\circ}$$

Temperatūrų komponentės tarpusavyje derinamos pagal EN 1991-1-5/6.1.5 reikalavimus.

1.2.7.3 Ypatingieji poveikiai. Smūgis į aukštutinės konstrukcijas

Ypatingieji poveikiai skaičiavimuose nevertinami.

1.2.8 Apkrovų patikimumo koeficientai

Apkrovų koeficientai priimti pagal LST EN 1990/A1:2005 lenteles 2.4(A) ir 2.4(B):

Patikimumo koeficientas nuolatinėms apkrovoms - $\gamma_G=1,35$;

Eismo apkrovos patikimumo koeficientas - $\gamma_Q=1,35$;

Temperatūros patikimumo koeficientas - $\gamma_Q=1,3$; (NA:2012 priedas)

Atramų nuosėdžių patikimumo koeficientas - $\gamma_{Gset}=1,2$.

1.2.9 Apkrovų deriniai (visoms statinio konstrukcijoms, išskyrus polius)

Deriniai sudaryti pagal LST EN 1990 pagal 6.4 ir 6.5 skyrių nurodymus.

$\sum \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Qi} \psi_{0,i} Q_{k,i}$; - 6.10 išraiška (ULS saugos ribiniam būviui)

$\sum G_{kj} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$; - 6.14b išraiška charakteristinis derinys (SLS tinkamumo ribiniam būviui)

$\sum G_{kj} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$; - 6.15b išraiška dažinis derinys (SLS tinkamumo ribiniam būviui)

$\sum G_{kj} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$; - 6.16b tariamai nuolatinis derinys (SLS tinkamumo ribiniam būviui)

Apkrovų derinių koeficientai pagal LST EN 1990/NA2012 lentelę A2.1:

Lentelė 5. Apkrovų derinių koeficientai

Poveikis	Simbolis		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Eismo apkrovos (žr. EN 1991-2 4.4 lentelę)	gr1a (LM1+pėsčiųjų ar dviračių takų apkrovos) ¹⁾	TS	0,75	0,75	0
		UDL	0,40	0,40	0
		Pėsčiųjų+dviračių takų apkrovos ²⁾	0,40	0,40	0
	gr1b (Viena ašis)		0	0,75	0
	gr2 (Horizontaliosios jėgos)		0	0	0
	gr3 (Pėsčiųjų apkrovos)		0	0,40	0
	gr4 (LM4 – minios apkrovos)		0	–	0
	gr5 (LM3 – specialiosios transporto priemonės)		0	–	0
Vėjo apkrovos	F_{wk} : – nuolatinės skaičiuotinės situacijos; – vykdymas.		0,6 0,8	0,2 –	0 0
	F_W^*		1,0	–	–
	Šiluminiai poveikiai		T_k	0,6 ³⁾	0,6
Sniego apkrovos	$Q_{Sn,k}$ (vykdymo metu)		0,8	–	–
Statybos apkrovos	Q_c		1,0	–	1,0

¹⁾ ψ_0 , ψ_1 ir ψ_2 reikšmės yra skirtos gr1a ir gr1b automobilių kelių eismui, kai atitinkami α_{ol} , α_{ol} , α_{qr} ir β_{ol} pataisos koeficientai lygūs 1. Pastarieji, susiję su UDL, atitinka įprasto eismo procesą, kai gali susidaryti reta sunkvežimių sanakaupa. Kitos reikšmės gali tikt kitoms maršrutų klasėms ar tikėtiniems eismo tipams, susijusiems su atitinkamų α koeficientų pasirinkimu. Pavyzdžiui, kitokia nei nulis ψ_2 reikšmė gali tikt LM1 modelio UDL apkrovai, tenkančiai tiltams, laikantiems sunkų ištisinį eismą. Taip pat žr. EN 1998.

²⁾ Derintinė pėsčiųjų ir dviračių takų apkrovos reikšmė, nurodyta EN 1991-2 4.4a lentelėje, yra *sumažintoji* reikšmė. Šiai reikšmei yra taikomos ψ_0 ir ψ_1 koeficientų reikšmės.

³⁾ ψ_0 reikšmę, taikomą šiluminiais poveikiams, galima sumažinti iki 0, nagrinėjant EQU, STR ir GEO ribinius būvius. Taip pat žr. projektavimo eurokodus.

1.2.10 Apkrovų deriniai polių laikomosios galios skaičiavimams

Tinkamumo ribinis būvis: (Tariamai nuolatiniai deriniai)

Daliniai gruntų rodiklių koeficientai: $\gamma_M=1,0$; Daliniai poveikių koeficientai: $\gamma_Q=1,0$; $\gamma_G=1,0$.

Kintamojo poveikio tariamai nuolatinės reikšmės koeficientas: $\psi_2=0$. (LST EN 1990:2004/A1:2006/NA:2012 NA.A2.1 lentelės).

Saugos ribinis būvis:

- (GEO/STR) dėl grunto ir/ar konstrukcijų elementų suirimo;

Dalinių koeficientų grupių deriniai pirmasis projektavimo atvejis:

1 derinys: A1 „+“ M1 „+“ R1

2 derinys: A2 „+“ M1 „+“ R4

Dalinių koeficientų lentelės pagal LST EN 1997-1:2005/NA:2012 :

NA.A.3 lentelė. Daliniai poveikių (γ_F) ir jų efektų (γ_E) koeficientai (STR/GEO)

Poveikis		Simbolis	Apkrovų grupė	
			A1	A2
Nuolatinis	Nepalankus	γ_G	1,35	1,0
	Palankus		1,0	1,0
Kintamasis	Nepalankus	γ_Q	1,3	1,3
	Palankus		0	0

NA.A.4 lentelė. Daliniai grunto rodiklių (γ_M) koeficientai (STR/GEO)

Grunto rodiklis	Simbolis	Apkrovų grupė	
		M1	M2
Vidinės trinties kampo tangentas *	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Efektvyioji sankiba	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Kerpamasis stipris nedrenuojant	γ_{cu}	1,0	1,40
Gniuždomasis stipris nevaržant	γ_{qu}	1,0	1,40
Vienetinis svoris	γ_γ	1,0	1,0
*Šis koeficientas taikomas kampo tangentui φ'			

NA.A.7 lentelė. Daliniai koeficientai (γ_R) ištisinio sraigtinio gręžimo polių (CFA) (STR/GEO)

Atsparumas	Simbolis	Apkrovų grupė	
		R1	R4
Polio pado laikomoji galia	γ_b	1,1	1,45
Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomoji galia gniuždymui	γ_s	1,0	1,30
Polio pagrindo suminis atsparumas gniuždymui	γ_t	1,1	1,40
Polio laikomoji galia tempimui	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,60

1.3 Įlinkiai

Nuo kintamų apkrovų vertikalus perdangų įlinkis ribojamas iki $L/400$, čia L – tarpatramio ilgis.

1.4 Programinė įranga

Statinio konstrukcijų bendrajai analizei naudojama baigtinių elementų programa „SOFISTIK“.

Skerspjūvių patikra atliekama „Mathcad“, „GALA“ programomis.

2. DUOMENYS SKAIČIAVIMŲ ATLIKIMUI

2.1 Gelžbetonio konstrukcijų apsauga nuo atmosferos poveikių

Betono konstrukcijų apsauginiai betono sluoksniai nustatyti pagal LST EN 1992-2/4.4.1 skyrių ir LST EN 1992-2/NA.2.3.1.1.1 skyrių.

Lentelė 6. Apsauginiai betono sluoksniai gelžbetoniniams elementams

Konstrukcija	Aplinkos poveikio klasė	Konstrukcijos betono stiprio klasė	Konstrukcijos klasė	Minimali vardinio apsauginio betono sluoksnio vertė
Poliai	XC2	C30/37	S6	75mm (EN 1536)
Kraštinės atramos	XD3 XC4 (XC3) XF4	C35/45	S6	65 mm (45) mm
Perdangos sijos	XD3 XC4 (XC3) XF4	C35/45	S6	55 mm (35) mm
Monolitinės diafragmos ir sijų sumonolitinis	XD3 XC4 (XC3) XF4	C35/45	S6	55 mm (35) mm
Atitvarų blokai	XC4 XD3 XF4	C35/45	S4	45 mm
Išlyginamasis betono sluoksnis ant pereinamųjų plokščių ir tilto perdangos	XC3 XF3	C30/37	S6	35 mm
Gulekšniai ir pereinamosios plokštės	XC2	C30/37	S6	45 mm
Vandens greičio slopintuvai ir šlaitų tvirtinimo plytelės	XC4 XD3 XF4	C35/45	S4	45 mm

(XC3) – paviršiai apsaugoti hidroizoliacija, vertinama nustatant apsauginį betono sluoksnį.

Betono pleišėjimo ribojimas atliekamas nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio. Betono plyšių ribojamos reikšmės parinktos pagal LST EN 1992-2/7.3.1(5) ir LST EN 1992-2/NA.2.6.2.1 7.3.1(5). Plyšiai tikrinami betono paviršiuje.

Lentelė 7. Betono plyšių ribojamos reikšmės

Konstrukcija ir poveikio klasė	Elementai su karkasine armatūra	Elementai su įtemptąja sukibusia armatūra
	Tariamai nuolatinių apkrovų derinys	Dažnis apkrovų derinys
XC klasė (XC2÷XC4)	0,20 mm	0,15
XD klasė	0,15 mm	Dekompresija

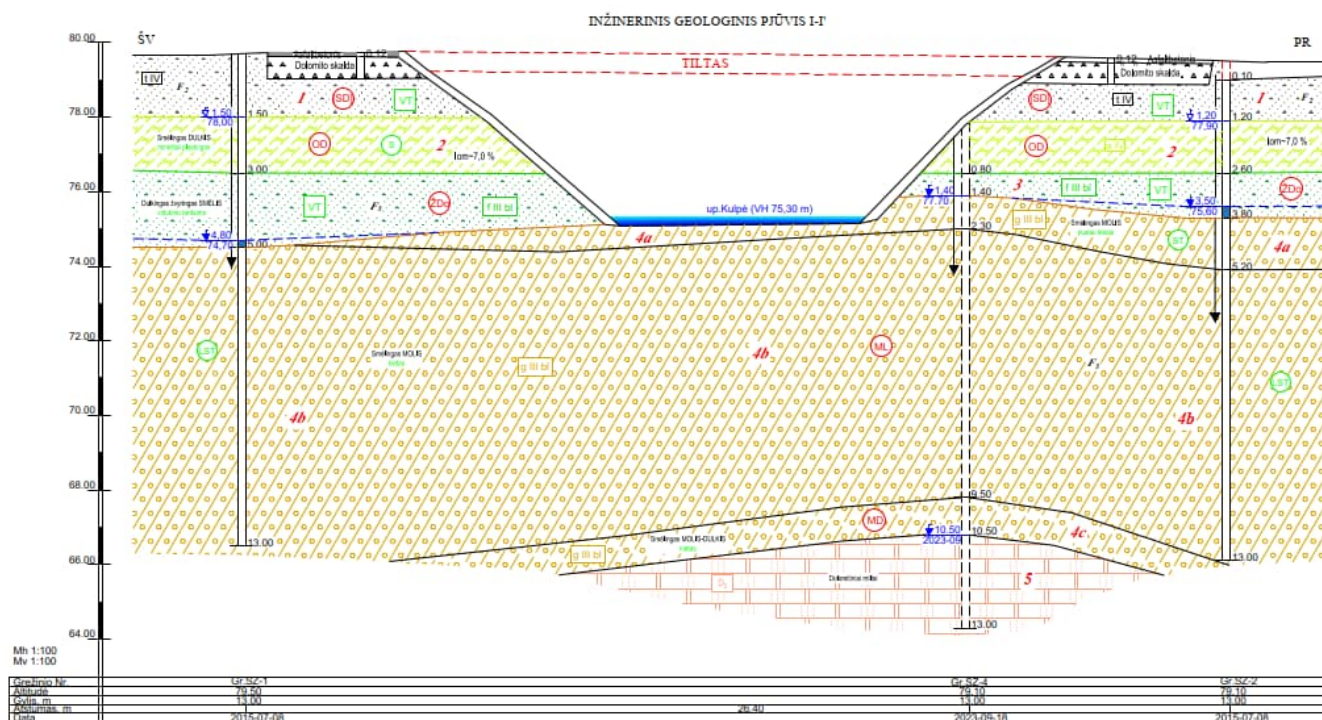
Nuo tariamai nuolatinių poveikių derinio betono įtempiai ribojami $\sigma_c \leq 0.45f_{ck}$ pagal LST EN 1992-1/7.2(3) ir LST EN 1992-1/NA.2.6.1.1 7.2(3).

Visiems tilto laikančių konstrukcijų elementams armuoti naudojama B500B klasės armatūra.

2.2 Grunto rodikliai naudojami skaičiavimuose



Pav. 6 Inžinerinių geologinių gręžinių padėtis



Pav. 7 Inžinerinis geologinis pjūvis Suvestinė grunto charakteristinių verčių lentelė atramų

Inžinerinio geol. sluoksnio Nr.	Geologinis indeksas	Gamtinis tankis ρ , Mg/m ³	Sauso grunto tankis ρ_s , Mg/m ³	Kietų dalelių tankis ρ_s , Mg/m ³	Sankiba c , kPa	Efektyvusis vidinės trinties kampas φ , °	Nedrenuota sankiba c_u , kPa	Odometrinis deformacijų modulis E_{od} , MPa	Deformacijos modulis E_0 , MPa	Skaičiuojamas slėptumas R_o , kPa	Kūginis stipris q_c , MPa	Poringumo koeficientas e , 1	Takumo rodiklis I_p , 1	Plastingumo rodiklis I_{pr} , %	Takumo drėgnis W_L , %	Drėgnis W , %	Filtracijos koef. $\alpha \times 10^{-5}$ m/s (sąrankinto grunto)	Frakcijos kiekis, $<0,063$ mm	Šaičių / autumo klasė	Išrūšiuotumas		Simbolis LST EN / ISO 14688-2:2018	Simbolis LST 1331:2022	Grunto aprašymas pagal LST EN ISO 14688-2:2018 ir "IGGT gruntų klasifikacija" 2019 m
																				C_r	C_u			
1	IV	1,81	1,72	2,61	-	37- 39°	-	-	22°	360°	7,2 4,2 - 12,3	0,51	-	-	-	-	0,84	14,5	F ₂	16,3	1,7	grSa-FWFI	[SD]	Planingai supiltas mažai dulkingas-molingas žvyringas SMĖLIS, gerai išrūšiuotas, vidutinio tankumo. Kelkraštyje su mažu kiekiu organinės medžiagos lom~4,2 %
2	IV	1,87	1,41	2,57	-	-	-	-	5°	50°	0,9 0,4 - 1,4	0,82	0,45	10,3	39,4	31,9	-	-	F ₃	-	-	saSiMO	OD	Smėlingas DULKIS, vidutinio plastiškumo, pilkas, su vidutiniu kiekiu organinės medžiagos lom~7,0 %, minkštai plastingas, slpnas
3	f III bl	1,85	1,70	2,68	-	32 - 34°	-	-	35°	480°	9,5 6,6 - 16,9	0,57	-	-	-	-	0,15	21,7	F ₃	319,3	3,7	graiSa	ŽDo	Dulkingas žvyringas SMĖLIS, vandeningas, vidutinio tankumo
4a	g III bl	2,22	1,98	2,68	-	-	-	-	29°	290°	2,9 2,0 - 4,6	0,35	0,15	9,7	22,4	11,6	-	-	F ₃	-	-	saCIL	ML	Smėlingas MOLIS, mažo plastiškumo, rudas, moreninis, kietai plastingas-pusiaus kietas
4b	g III bl	2,24-2,30	2,05-2,11	2,68-2,69	-	-	-	-	73°	750°	9,6 7,0-18,5	0,27-0,31	-0,30-(-0,03)	8,9 - 10,2	20,7-22,9	5,9 - 10,2	-	-	F ₃	-	-	saCIL	ML	Smėlingas MOLIS, mažo plastiškumo, rudas, moreninis, kietas
4c	g III bl	2,24	2,11	2,68	-	-	-	-	-	-	-	0,27	-1,14	6,6	22,4	6,4	-	-	F ₃	-	-	saCIL-SIL	MD	Smėlingas MOLIS-DULKIS, mažo plastiškumo, rudas, moreninis, kietas
5	D ₃	2,21	1,95	2,70	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,43	11,8	26,0	12,9	-	-	F ₃	-	-	saCIL	ML	Odometriniai miltai, labai karbonatingas 46,1 % (Smėlingas MOLIS, mažo plastiškumo, pilkas, kietai plastingas)

Pav. 8 Geotechninių parametų suvestinė

3. VISUMINĖ ANALIZĖ BAIGTINIŲ ELEMENTŲ METODU IR ANALIZĖS PRIELAIDOS

3.1 Bendra informacija

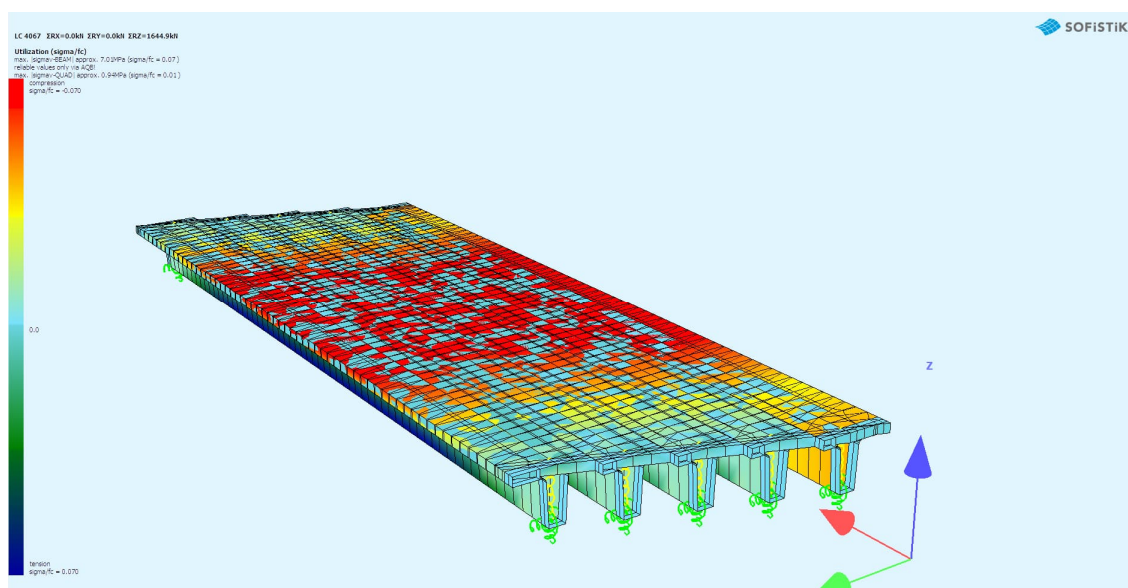
Konstrukcijų analizei sudarytas surenkamų gelžbetonio sijų perdangos skaičiuojamasis modelis (dviatramė perdanga atremta ant tamprių atramų – elastomerinių guolių).

Įvertinus poveikius nuo perdangos, pereinamųjų plokščių ir grunto sudarytas atskiras skaičiuojamasis modelis krantinei atramai.

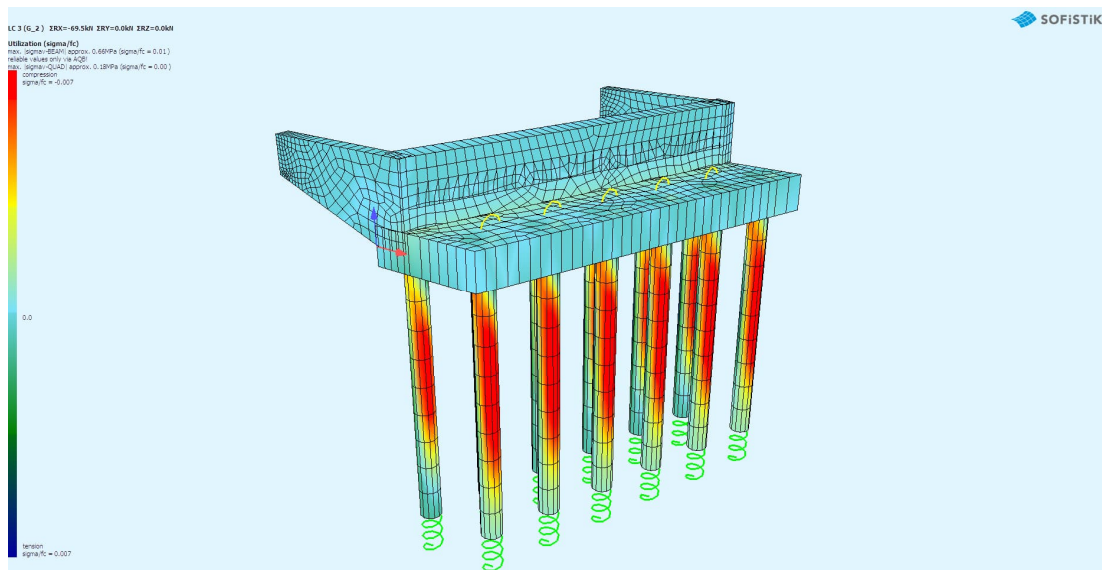
Skačiuojamuosiuose modeliuose vertinama betono ilgalaikė elgsena bei kitos ankstesniuose skyriuose minėtos apkrovos:

- pastovios: nuosavas svoris, betono susitraukimas, valkšnumas;
- kintamos: automobilių eismas, vėjas, temperatūra.

Baiginių elementų programa „Sofistik“ naudojama įrašų gaubtinėms gauti.



Pav. 9 Viaduko perdangos modelio schema



Pav. 10 Kraštinių atramų modelio schema

3.2 Statybos etapai

Konstrukcijų analizės metu skaičiavimų modelyje įvertinami statybos etapai. Statybos etapų seka:

- Tilto perdanga:
 - Montuojamos surenkamos įtempto gelžbetonio sijos ant tamprių atramų – elastomerinių guolių;
 - Perdangos sijos sujungiamos užbetonuojant monolitinius ruožus tarp sijų;
 - Įrengiami pakloto elementai;
 - Perdanga apkraunama.

3.3 Pagrindinės analizės prielaidos

3.3.1 Visuminės analizės metodas

Projekte atlikta statinio konstrukcijų analizė pagal tiesinį modelį.

4. TILTO KRANTINĖS ATRAMOS SKAIČIAVIMAS

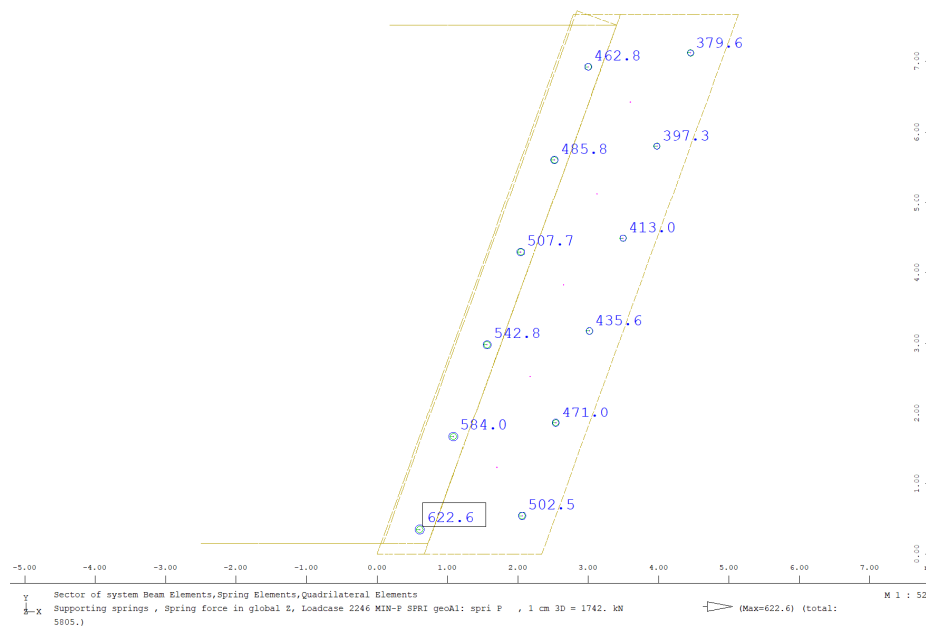
Krantinių atramų konstrukciją sudaro:

Gręžtiniai poliai D450 mm, standžiai apjungti monolitiniu antšulu.

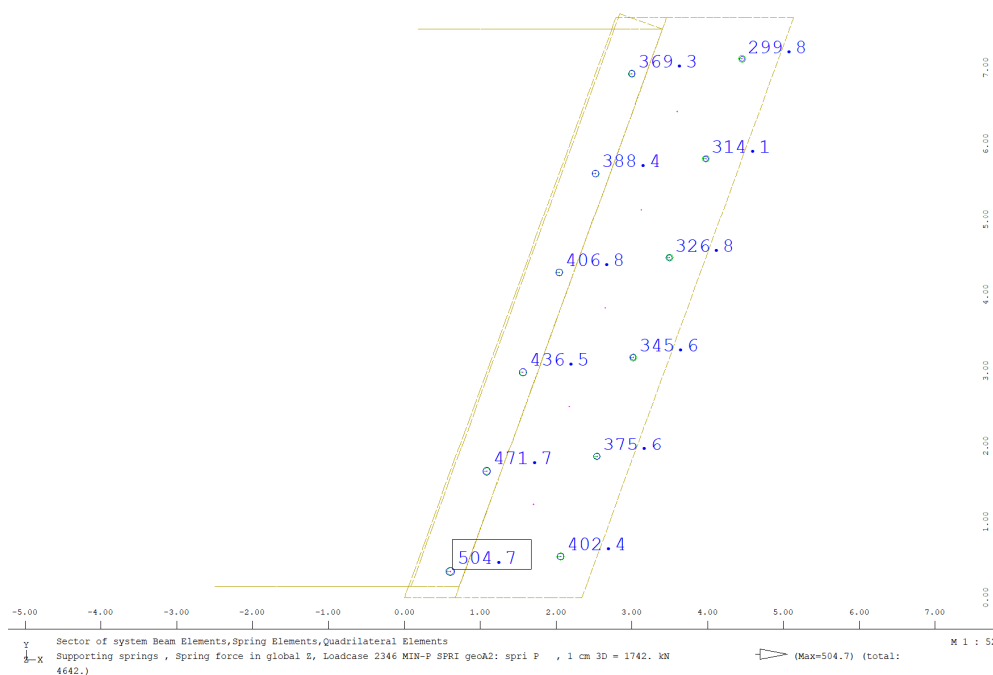
Perdanga ant karštinės atramos remiama per elastomerinius guolius, kurie leidžia perdangai judėti išilgai ir skersai, bei perduoda visas apkrovas nuo perdangos konstrukcijos.

Krantinės atramos su kūgiu sujungiamos 4 m ilgio pereinamosiomis plokštėmis, kurios remiamos viename gale ant krantinės atramos, kitame ant gulekšnių, įrengtų ant skaldos prizmės.

4.1 Krantinių atramų polių pagrindo laikomosios galios skaičiavimas ir rezultatai



Pav. 11 Polius veikiančios „A1“ apkrovos



Pav. 12 Polius veikiančios „A2“ apkrovos

4.1.1 Tilto Krantinės atramos NR.1, polio pagrindo laikomosios galios skaičiavimas pagal gręžinį Gr.SZ-1.

Pradiniai duomenys

Projektuojamų polių:

skersmuo: $\varnothing = 0,45\text{m}$
ilgis: $L = 5,5\text{m}$
įrengimo būdas: ištiesinio sraigtinio gręžimo

Daliniai koeficientai poveikiams (γ_F): ir jų efektams (γ_E):

Poveikis		Žymuo	Apkrovimo grupė	
			A1	A2
Nuolatinis	Nepalankus	γ_G	1,35	1,0
	Palankus		1,0	1,0
Kintamas	Nepalankus	γ_Q	1,3	1,3
	Palankus		0	0

Daliniai koeficientai grunto rodikliams (γ_M):

Grunto rodiklis		Žymuo	Apkrovimo grupė	
			M1	M2
Vidinės trinties kampo tangentas		$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Efektyvioji sankaba		γ_c	1,0	1,25
Kerpamasis stipris nedrenuojant		γ_{cu}	1,0	1,4
Gniuždomasis stipris nevaržant		γ_{qu}	1,0	1,4
Svorio tankis		γ_v	1,0	1,0

Daliniai koeficientai pagrindo atsparumui (γ_R):

Stipris	Žymuo	Apkrovimo grupė			
		R1	R2	R3	R4
Pado polio laikomoji galia	γ_b	1,10	1,10	1,00	1,45
Polio kamieno šoninė trintis	γ_s	1,00	1,10	1,00	1,30
Polio pagrindo atsparumas (suminis)	γ_t	1,10	1,10	1,00	1,40
Polio laikomoji galia tempiant	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,10	1,60

Gruntų charakteristikos

Grunto tipas	Sluoksnio storis	Reikšmė "mean"			Reikšmė "min"		
		$q_{\sigma} \text{ (Mpa)}$	α_s	$q_{sl,k}$	$q_{cl} \text{ (Mpa)}$	α_s	$q_{sl,k}$
Dulkis 2 sl.	0,96m	1,00	0,025	24kPa	0,40	0,025	10kPa
qc=0-10MPa Smėli 3 sl.	2,00m	8,20	0,006	98kPa	6,60	0,006	79kPa
Molinis gruntas 4b sl.	2,54m	6,25	0,030	476kPa	7,00	0,030	533kPa

$\Sigma q_{sl,k} = 599\text{kPa}$ $\Sigma q_{cl,k} = 622\text{kPa}$

Polio pamato pagrindas: Molinis gruntas 4b sl.

$q_{c, mean} = 7,48\text{MPa} = 7475\text{kPa}$
 $q_{c, min} = 5,75\text{MPa} = 5750\text{kPa}$
 $\alpha_b = 0,80$

Gruntų bandymo skaičius: $n = 1$
 Koreliacijos koeficientai: $\xi_3 = 1,40$
 $\xi_4 = 1,40$
 Žemės įšalo įvertinimas: polis žemiau įšalo gylis
 Skaičiuojamasis polio ilgis: $L_{\sigma} = 5,5\text{m}$
 Polio smaigalio plotas: $A_b = 0,159\text{m}^2$
 Polio skerspjūvio perimetras: $C = 1,41\text{m}$

Polio ribinės laikomosios galios skaičiavimas remiantis grunto tyrimo duomenimis

Pirmasis projektavimo atvejis:

1 derinys: "A1"+"M1"+"R1"

Polio pado laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$\text{"mean"} \quad R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} = 951 \text{ kN} / \xi_3 = 679 \text{ kN}$$

$$\text{"min"} \quad R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} = 732 \text{ kN} / \xi_4 = 523 \text{ kN}$$

Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$\text{"mean"} \quad R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} = 846 \text{ kN} / \xi_3 = 605 \text{ kN}$$

$$\text{"min"} \quad R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} = 880 \text{ kN} / \xi_4 = 628 \text{ kN}$$

Skaičiuotinė polio pagrindo laikomoji galia gniuždymui $R_{c,d}$:

$$R_{c,d,mean} = R_{c,k,mean} / \gamma_t = R_{b,k,mean} / \gamma_b + R_{s,k,mean} / \gamma_s = 618 \text{ kN} + 605 \text{ kN} = 1222 \text{ kN}$$

$$R_{c,d,min} = R_{c,k,min} / \gamma_t = R_{b,k,min} / \gamma_b + R_{s,k,min} / \gamma_s = 475 \text{ kN} + 628 \text{ kN} = 1103 \text{ kN}$$

Polio skaičiuotinė ašinė gniuždomoji apkrova $F_{c,d}$:

$$F_{c,d} = \gamma_G \cdot W_{Gk} + \gamma_G \cdot V_{Gk} + \gamma_Q \cdot V_{Qk} = 623 \text{ kN}$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\text{"mean"} \quad F_{c,d} \leq R_{c,d} = 623 \text{ kN} \leq 1222 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

$$\text{"min"} \quad F_{c,d} \leq R_{c,d} = 623 \text{ kN} \leq 1103 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

2 derinys: "A2"+"M1"+"R4"

Skaičiuotinė polio pagrindo laikomoji galia gniuždymui $R_{c,d}$:

$$R_{c,d,mean} = R_{c,k,mean} / \gamma_t = R_{b,k,mean} / \gamma_b + R_{s,k,mean} / \gamma_s = 469 \text{ kN} + 465 \text{ kN} = 934 \text{ kN}$$

$$R_{c,d,min} = R_{c,k,min} / \gamma_t = R_{b,k,min} / \gamma_b + R_{s,k,min} / \gamma_s = 360 \text{ kN} + 483 \text{ kN} = 844 \text{ kN}$$

Polio skaičiuotinė ašinė gniuždomoji apkrova $F_{c,d}$:

$$F_{c,d} = \gamma_G \cdot W_{Gk} + \gamma_G \cdot V_{Gk} + \gamma_Q \cdot V_{Qk} = 505 \text{ kN}$$

Tikrinamos sąlygos:

"mean" $F_{c,d} \leq R_{c,d} = 505 \text{ kN} \leq 934 \text{ kN}$
Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

"min" $F_{c,d} \leq R_{c,d} = 505 \text{ kN} \leq 844 \text{ kN}$
Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

4.1.2 Tilto Krantinės atramos NR.2, polio pagrindo laikomosios galios skaičiavimas pagal gręžinį Gr.SZ-2.

Pradiniai duomenys

Projektuojamų polių:

skersmuo: Ø= 0,45m

ilgis: L= 5,5m

įrengimo būdas: išsininio sraigtinio gręžimo

Daliniai koeficientai poveikiams (γ_F): ir jų efektams (γ_E):

Poveikis		Žymuo	Apkrovimo grupė	
			A1	A2
Nuolatinis	Nepalankus	γ_G	1,35	1,0
	Palankus		1,0	1,0
Kintamasis	Nepalankus	γ_Q	1,3	1,3
	Palankus		0	0

Daliniai koeficientai grunto rodikiams (γ_M):

Grunto rodiklis	Žymuo	Apkrovimo grupė	
		M1	M2
Vidinės trinties kampo tangentas	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
E fektyvioji sankaba	γ_c	1,0	1,25
Kerpamasis stipris nedrenuojant	γ_{cu}	1,0	1,4
Gniuždomasis stipris nevaržant	γ_{qu}	1,0	1,4
Svorio tankis	γ_v	1,0	1,0

Daliniai koeficientai pagrindo atsparumui (γ_R):

Stipris	Žymuo	Apkrovimo grupė			
		R1	R2	R3	R4
Pado polio laikomoji galia	γ_b	1,10	1,10	1,00	1,45
Polio kamieno šoninė trintis	γ_s	1,00	1,10	1,00	1,30
Polio pagrindo atsparumas (suminis)	γ_t	1,10	1,10	1,00	1,40
Polio laikomoji galia tempiant	$\gamma_{s,t}$	1,25	1,15	1,10	1,60

Gruntų charakteristikos

Grunto tipas	Sluoksnio storis	Reikšmė "mean"			Reikšmė "min"		
		q_{cl} (Mpa)	α_g	$q_{sl,k}$	q_{cl} (Mpa)	α_g	$q_{sl,k}$
Dulkis 2 sl.	0,94m	0,67	0,025	16kPa	0,40	0,025	9kPa
qc=0-10MPa Smėli 3 sl.	1,20m	7,77	0,006	56kPa	6,60	0,006	48kPa
Molinis gruntas 4a sl.	1,40m	2,01	0,020	56kPa	2,00	0,020	56kPa
Molinis gruntas 4b sl.	1,96m	5,40	0,030	318kPa	7,00	0,030	412kPa
Polio pamato pagrindas:	Molinis gruntas	4b sl.					
		$q_{c, mean} =$	6,13MPa	=	6125kPa		
		$q_{c, min} =$	5,75MPa	=	5750kPa		
		$\alpha_b =$	0,80				
Gruntų bandymo skaičius:		n=	1				
Koreliacijos koeficientai:		$\xi_3 =$	1,40				
		$\xi_4 =$	1,40				
Žemės įšalo įvertinimas:	polis žemiau įšalo gylio						
Skaičiuojamasis polio ilgis:	$L_d =$	5,5m					
Polio smaigalio plotas:	$A_b =$	0,159m2					
Polio skerspjuvio perimetras:	C=	1,41m					

Polio ribinės laikomosios galios skaičiavimas remiantis grunto tyrimo duomenimis

Pirmasis projektavimo atvejis:

1 derinys: "A1"+"M1"+"R1"

Polio pado laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$\text{"mean"} \quad R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} = 779 \text{ kN} / \xi_3 = 557 \text{ kN}$$

$$\text{"min"} \quad R_{b;k} = A_b \cdot q_{b;k} = 732 \text{ kN} / \xi_4 = 523 \text{ kN}$$

Polio kamieno šoninio paviršiaus laikomosios galios charakteristinė vertė:

$$\text{"mean"} \quad R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} = 630 \text{ kN} / \xi_3 = 450 \text{ kN}$$

$$\text{"min"} \quad R_{s;k} = \sum_i A_{s;i} \cdot q_{s;i;k} = 742 \text{ kN} / \xi_4 = 530 \text{ kN}$$

Skaičiuotinė polio pagrindo laikomoji galia gniuždymui $R_{c,d}$:

$$R_{c,d,mean} = R_{c,k,mean} / \gamma_t = R_{b,k,mean} / \gamma_b + R_{s,k,mean} / \gamma_s = 506 \text{ kN} + 450 \text{ kN} = 956 \text{ kN}$$

$$R_{c,d,min} = R_{c,k,min} / \gamma_t = R_{b,k,min} / \gamma_b + R_{s,k,min} / \gamma_s = 475 \text{ kN} + 530 \text{ kN} = 1005 \text{ kN}$$

Polio skaičiuotinė ašinė gniuždomoji apkrova $F_{c,d}$:

$$F_{c,d} = \gamma_G \cdot W_{Gk} + \gamma_G \cdot V_{Gk} + \gamma_Q \cdot V_{Qk} = 623 \text{ kN}$$

Tikrinamos sąlygos:

$$\text{"mean"} \quad F_{c,d} \leq R_{c,d} = 623 \text{ kN} \leq 956 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

$$\text{"min"} \quad F_{c,d} \leq R_{c,d} = 623 \text{ kN} \leq 1005 \text{ kN}$$

Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

2 derinys: "A2"+"M1"+"R4"

Skaičiuotinė polio pagrindo laikomoji galia gniuždymui $R_{c,d}$:

$$R_{c,d,mean} = R_{c,k,mean} / \gamma_t = R_{b,k,mean} / \gamma_b + R_{s,k,mean} / \gamma_s = 384 \text{ kN} + 346 \text{ kN} = 730 \text{ kN}$$

$$R_{c,d,min} = R_{c,k,min} / \gamma_t = R_{b,k,min} / \gamma_b + R_{s,k,min} / \gamma_s = 360 \text{ kN} + 407 \text{ kN} = 768 \text{ kN}$$

Polio skaičiuotinė ašinė gniuždomoji apkrova $F_{c,d}$:

$$F_{c,d} = \gamma_G \cdot W_{Gk} + \gamma_G \cdot V_{Gk} + \gamma_Q \cdot V_{Qk} = 505 \text{ kN}$$

Tikrinamos sąlygos:

"mean" $F_{c,d} \leq R_{c,d} = 505 \text{ kN} \leq 730 \text{ kN}$
Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

"min" $F_{c,d} \leq R_{c,d} = 505 \text{ kN} \leq 768 \text{ kN}$
Sąlyga tenkinama, polio laikomoji galia pakankama.

Lentelė 8. Tilto krantinių atramų polių pagrindo laikomosios galios skaičiavimo rezultatai

Atramos Nr.	1	2
Polio diametras, mm	450	450
Polio ilgis, m	5,5	5,5
Polio apkrova, kN		
"A1+M1+R1" apkrovų derinys	623	623
"A2+M1+R4" apkrovų derinys	505	505
Polio pagrindo laikomoji galia, kN		
"A1+M1+R1" apkrovų derinys	1103	956
"A2+M1+R4" apkrovų derinys	844	730
Išnaudojimo koef.		
"A1+M1+R1" apkrovų derinys	0,56	0,65
"A2+M1+R4" apkrovų derinys	0,60	0,69

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina saugos ribinį būvį, laikomosios galios išnaudojimo koeficientai ≤ 1 .

4.2 Krantinės atramos skaičiavimas

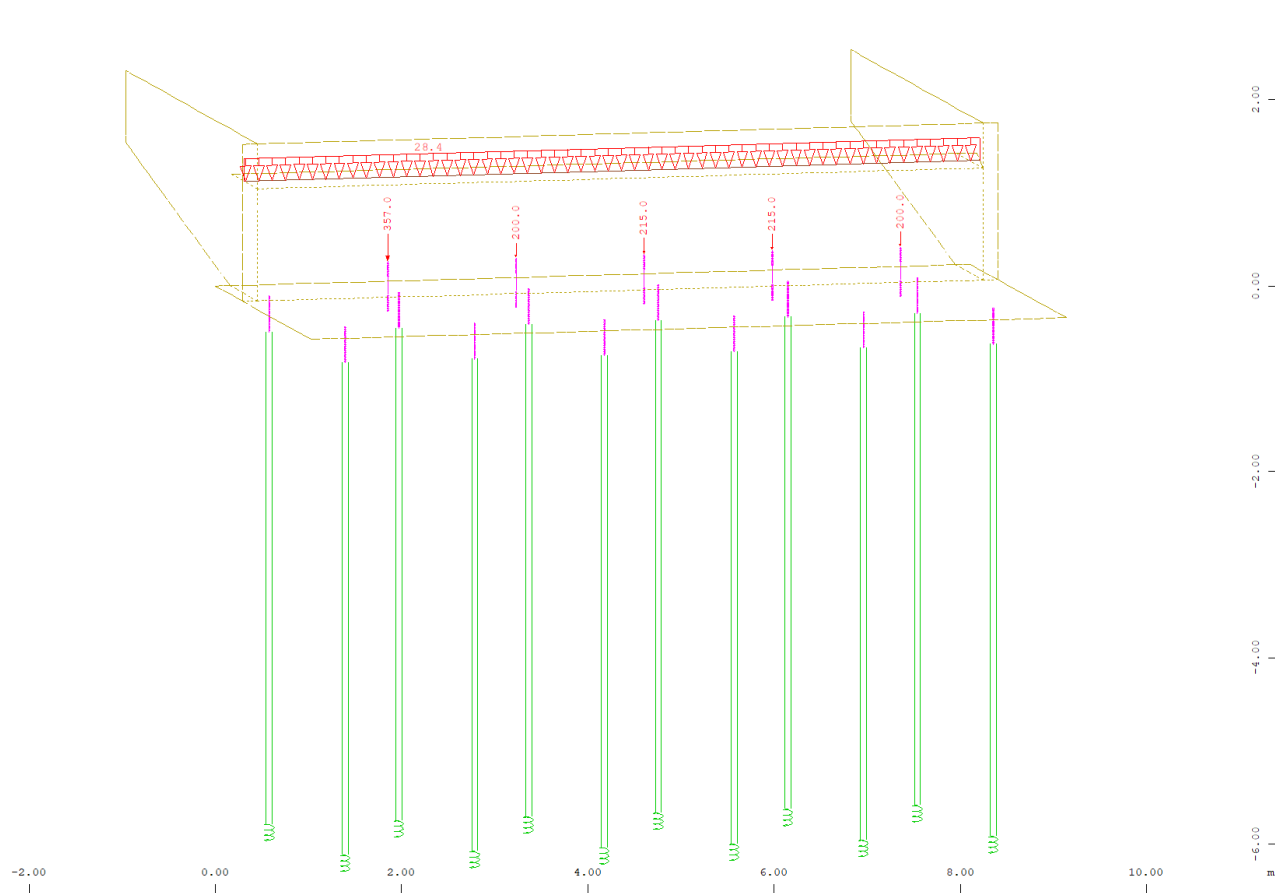
Krantinės atramą sudaro gręžtiniai poliai, kurie apjungti monolitiniu antšulu. Esami poliai skaičiavimuose nevertinami, tačiau paliekami ir apjungiami su naujai įrengiamu antšulu (kadangi neišlikusi archyvinė medžiaga, kuri leistų nustatyti jų charakteristikas ir laikomąją galią).

Saugos ribinis būvis tikrinamas nuo skaičiuojamojo apkrovų derinio.

Tinkamumo ribiniai būviai tikrinami:

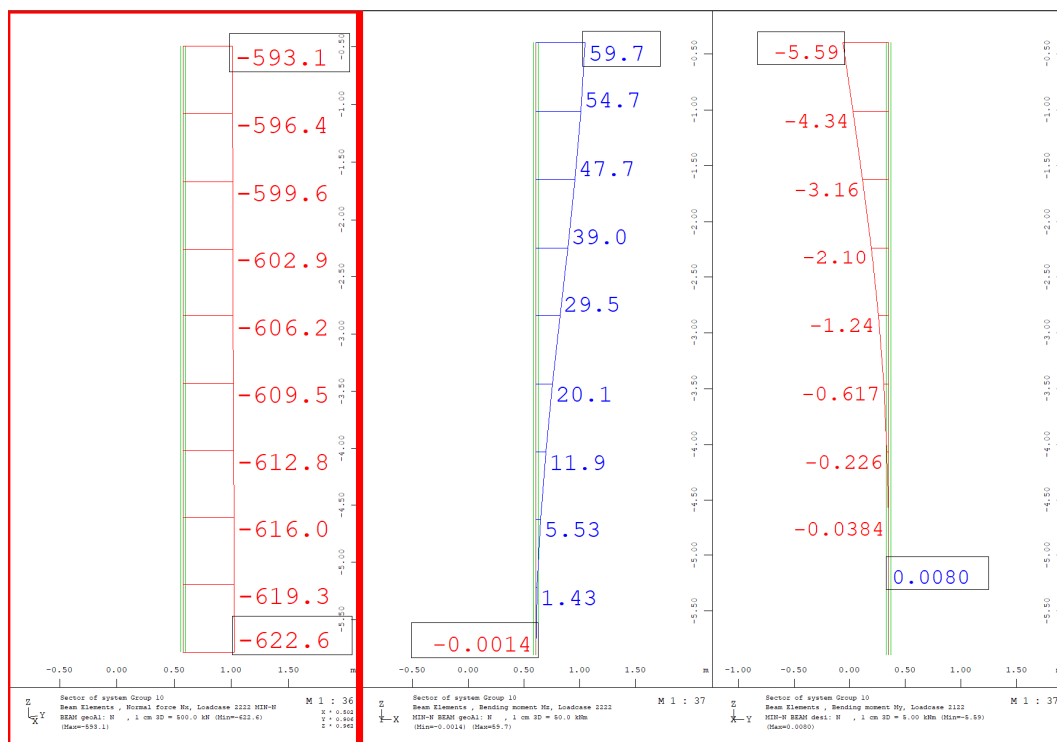
- veikiant tariamai nuolatinių poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono plyšio plotis $w_k \leq 0.15 \text{ mm}; w_k \leq 0.2 \text{ mm (XC3)}$;
 - betono įtempiai $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$; (konstrukcijoms, kurių konstrukcinei darbo elgsenai ir ribiniams būviams, turi įtakos betono valkšnumas);
- veikiant charakteristinių poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono įtempius $\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$; (konstrukcijoms esančioms XD, XF aplinkos poveikių klasėse);
 - armatūros įtempius $\sigma_r \leq 0.8 f_{sk}$.

4.2.1 Krantinės atramos skaičiuojamoji schema

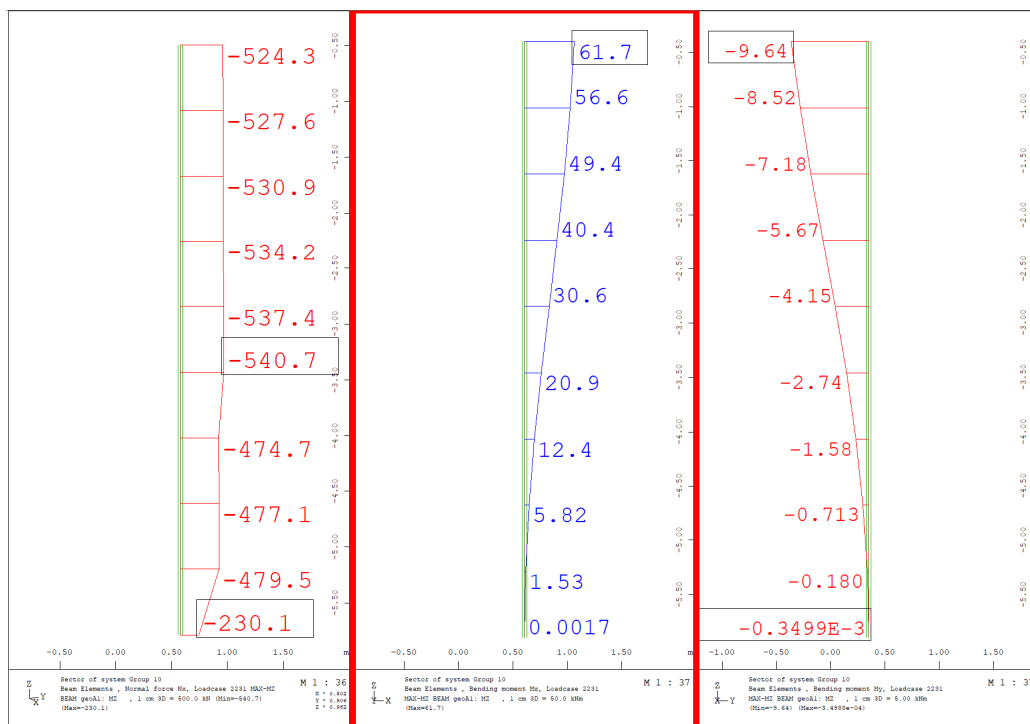


4.2.2 Krantinės atramos polių skaičiavimas

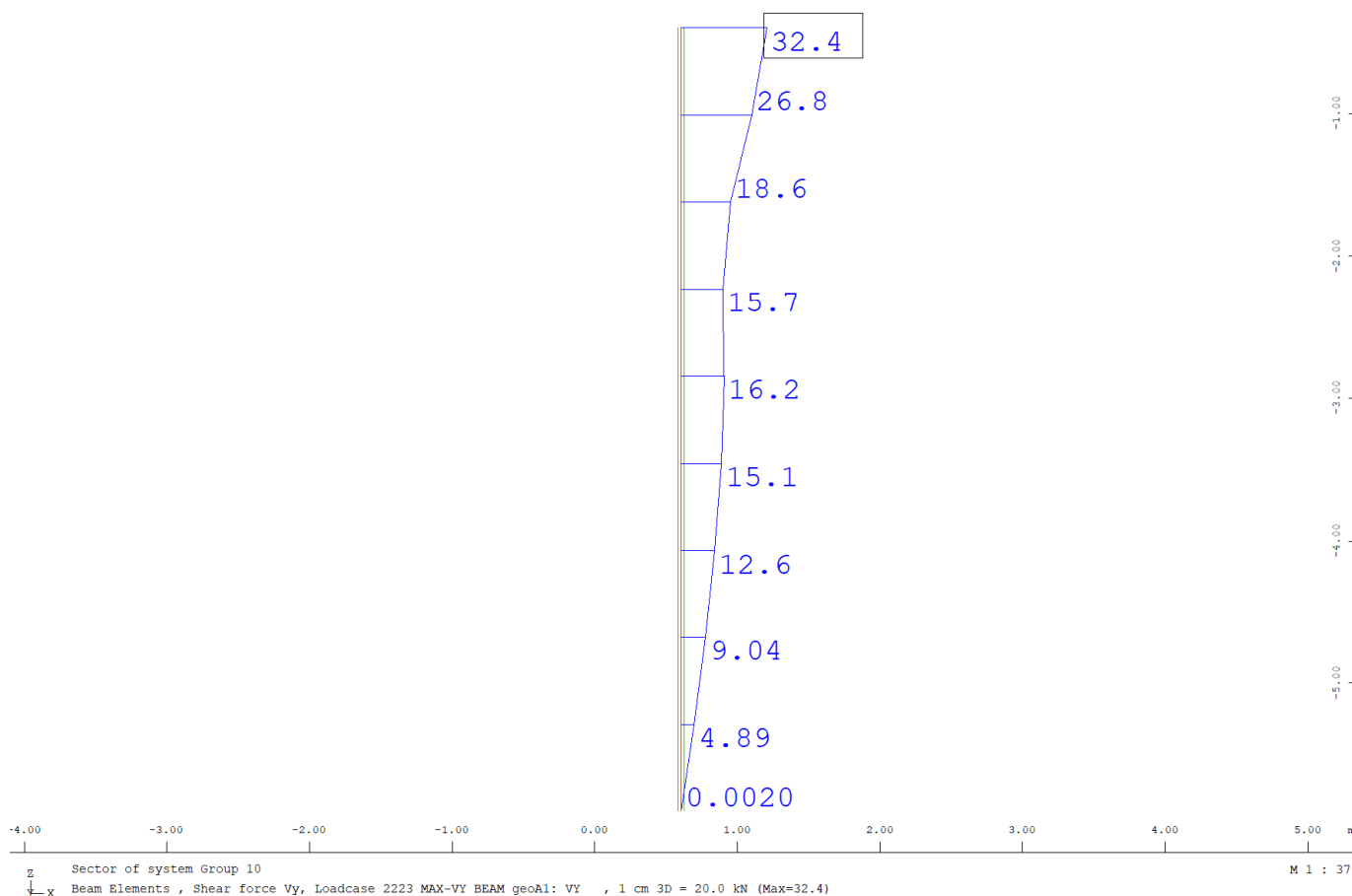
4.2.2.1 Veikiančios įrašos polyje (skaičiuojamasis apkrovų derinys ULS)



Pav. 13 Ašinė jėga Nx (max), lenkimo momentas My, lenkimo momentas My



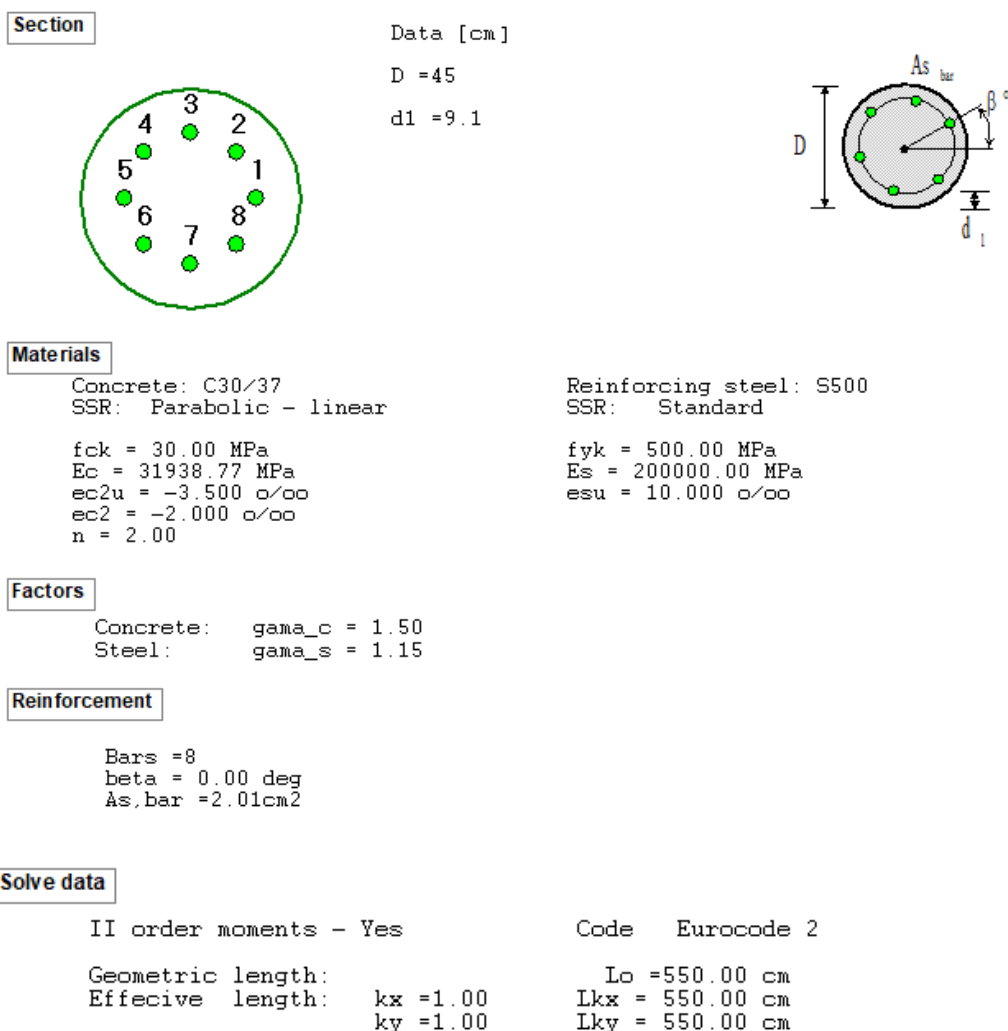
Pav. 14 Ašinė jėga Nx, lenkimo momentas Mz (max), lenkimo momentas My



Pav. 15 Skersinė jėga polyje

4.2.3 Polio saugos ribinio būvio skaičiavimo rezultatai

4.2.3.1 Polio skaičiuojamasis skerspjūvis



Lentelė 1. Skaičiavimo rezultatai saugos ribiniam būviui (ULS)

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (skaičiuojamasis apkrovų derinys)				Konstrukcijos laikomoji galia ir išnaudojimo koeficientas					
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Q, kN	Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	koef.	Q, kN	koef.
1	Polio	622,6	59,7	5,59	-	887,3	85,1	8,0	0,702	-	-
		524,3	61,7	9,64	-	774,6	91,2	14,2	0,677	-	-
		-	-	-	32,4	-	-	-	-	65	0,498

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina saugos ribinį būvį, laikomosios galios išnaudojimo koeficientai ≤ 1 .

4.2.3.2 Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Lentelė 2. Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (tariamai nuolatinis apkrovų derinys)			Plyšiai, mm		Betono įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis	Gautas skaičiavimais	Ribinis $0.45 f_{ck}$	Gautas skaičiavimais
1	Polio	183,6	12,8	1,85	0,2	neatsiveria	13.5	2,64

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betone atsiveriantys plyšiai ir betono įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

4.2.3.3 Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

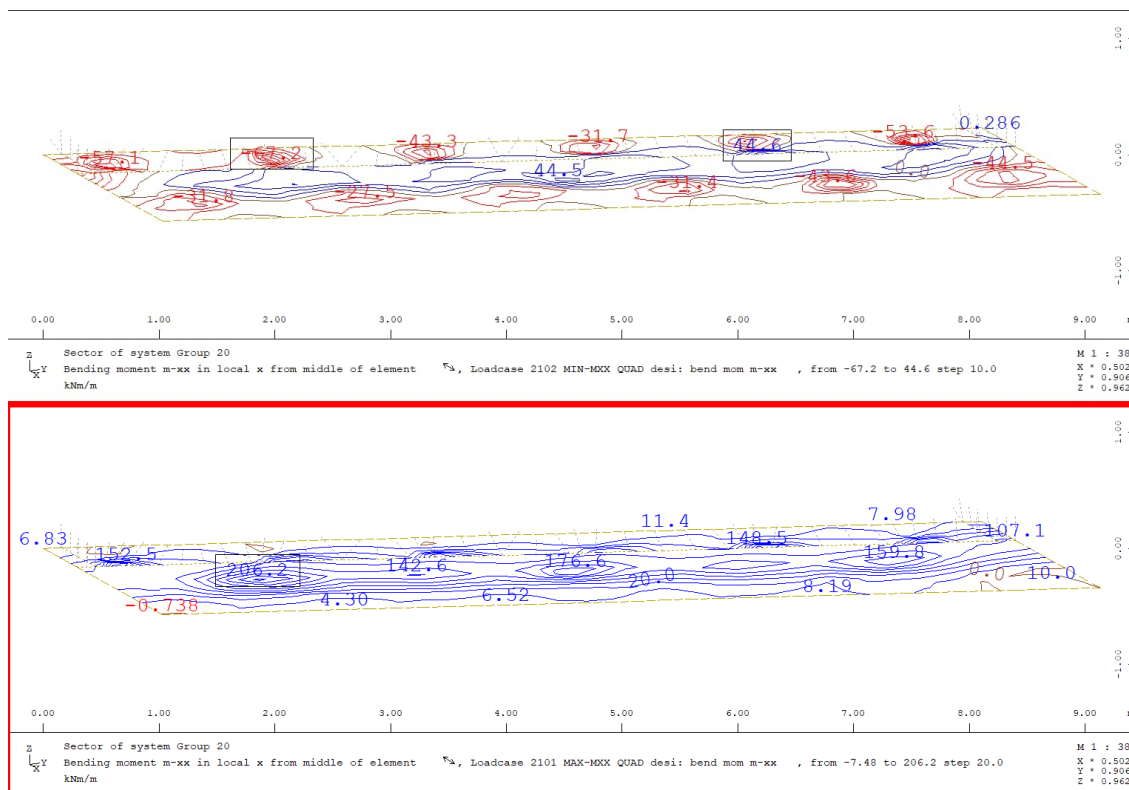
Lentelė 3. Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (skaičiuojamasis apkrovų derinys)			Betono įtempiai, MPa		Armatūros įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis $0.6 f_{ck}$	Gautas skaičiavimais	Ribinis $0.8 f_{sk}$	Gautas skaičiavimais
1	Polio	413,7	41,0	4,07	18	netaikoma	400	8,10
		367,9	42,4	6,56	18	netaikoma	400	17,66

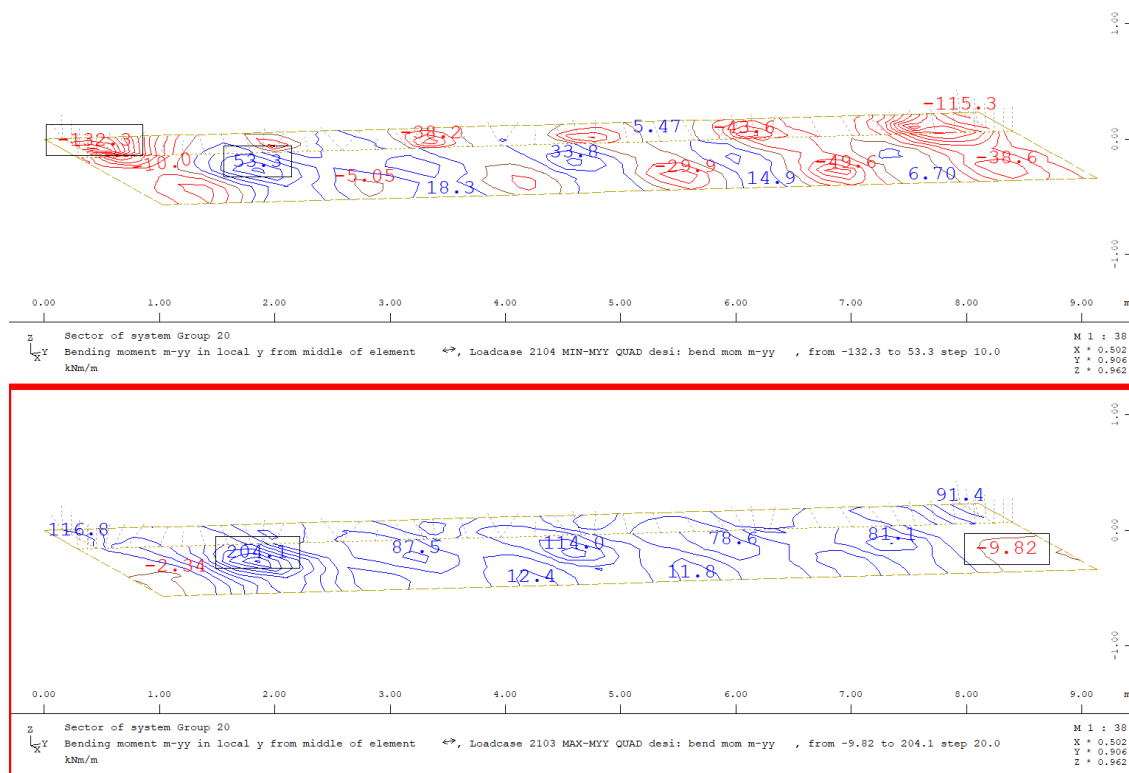
Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betono ir armatūros įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

4.2.4 Krantinės atramos antšulo skaičiavimas

4.2.4.1 Veikiančios įrašos antšule (skaičiuojamasis apkrovų derinys ULS)



Pav. 17 Lenkimo momentas išilgai rostverkui viršuje/apačioje



Pav. 18 Lenkimo momentas skersai rostverkui viršuje/apačioje

4.2.4.2 Krantinių atramų konstrukcijų skaičiavimas saugos ir tinkamumo ribiniams būviams

Kraštinių atramų saugos ribinis būvis tikrinamas nuo skaičiuojamojo apkrovų derinio.

Kraštinių atramų tinkamumo ribiniai būviai tikrinami:

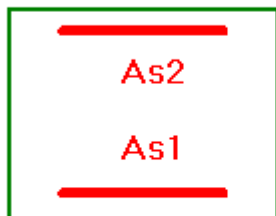
- veikiant tariamai nuolatinėms poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono plyšio plotis $w_k \leq 0.15 \text{ mm}; w_k \leq 0.2 \text{ mm (XC3)}$;
 - betono įtempiai $\sigma_c \leq 0.45f_{ck}$; (konstrukcijoms, kurių konstrukcinei darbo elgsenai ir ribiniams būviams, turi įtakos betono valkšnumas);
- veikiant charakteristinių poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono įtempiai $\sigma_c \leq 0.6f_{ck}$; (konstrukcijoms esančioms XD, XF aplinkos poveikių klasėse);
 - armatūros įtempiai $\sigma_r \leq 0.8f_{sk}$.

Tilto krantinės atramos Nr.1 ir Nr.4 yra analogiškų konstrukcijų tik veidrodinės.

4.2.4.3 Antšulo rygelio skaičiuojamasis skerspjūvis (išilgai)

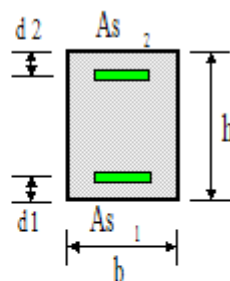
Section

Data [cm]



$b = 100$
 $h = 80$

$d1 = 11$
 $d2 = 8.5$



Materials

Concrete: C35/45
SSR: Parabolic - linear

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{ck} = 35.00 \text{ MPa}$
 $E_c = 33282.28 \text{ MPa}$
 $ec2u = -3.500 \text{ o/oo}$
 $ec2 = -2.000 \text{ o/oo}$
 $n = 2.00$

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$
 $E_s = 200000.00 \text{ MPa}$
 $esu = 10.000 \text{ o/oo}$

Factors

Concrete: $\gamma_{ac} = 1.50$
Steel: $\gamma_{as} = 1.15$

Reinforcement

Unsymmetric:

$As1 = 15.71 \text{ cm}^2$ $As2 = 10.05 \text{ cm}^2$

4.2.4.4 Antšulo rygelio skaičiuojamasis skerspjūvis (skersai)

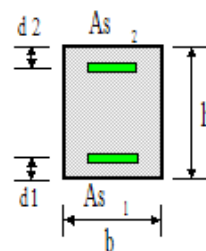
Section



Data [cm]

b = 100
h = 80

d1 = 9
d2 = 6.9



Materials

Concrete: C35/45
SSR: Parabolic – linear

fck = 35.00 MPa
Ec = 33282.28 MPa
ec2u = -3.500 o/oo
ec2 = -2.000 o/oo
n = 2.00

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

fyk = 500.00 MPa
Es = 200000.00 MPa
esu = 10.000 o/oo

Factors

Concrete: gama_c = 1.50
Steel: gama_s = 1.15

Reinforcement

Unsymmetric:

As1 = 15.71cm² As2 = 10.05cm²

Lentelė 4. Kraštinių atramų NR.1 ir Nr.4 saugos ribinio būvio skaičiavimo rezultatai

Nr.	Konstrukcija	Konstrukcijos laikomoji galia ir išnaudojimo koeficientas							
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Iš. koef.	Iš. koef.
2.1	Antšulo rygelis išilgai	-	-67,2	-	-	-318,5	-	0,211	-
		-	206,2	-	-	454,5	-	0,454	-
2.2	Antšulo rygelis skersai	-	-132,9	-	-	-316,5	-	0,420	-
		-	204,1	-	-	467,2	-	0,437	-

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina saugos ribinį būvį, laikomosios galios išnaudojimo koeficientai ≤ 1 .

4.2.4.5 Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Lentelė 5. Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (tariamai nuolatinis apkrovų derinys)			Plyšiai, mm		Betono įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis	Gautas skaičiavimais	Ribinis 0.45 f_{ck}	Gautas skaičiavimais
1	Antšulo rygelis išilgai	-	-44,3	-	0,15	neatsiveria	15,75	1,54
		-	61,8	-	0,20	neatsiveria	15,75	1,81
2	Antšulo rygelis skersai	-	-22,6	-	0,15	neatsiveria	15,75	0,66
		-	62,1	-	0,20	neatsiveria	15,75	2,16

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betone atsiveriantys plyšiai ir betono įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

4.2.4.6 Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

Lentelė 6. Tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (charakteristinio apkrovų derinys)			Betono įtempiai, MPa		Armatūros įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis 0.6 f_{ck}	Gautas skaičiavimais	Ribinis 0.8 f_{sk}	Gautas skaičiavimais
1	Antšulo rygelis išilgai	-	-91,0	-	21	3,14	400	131,35
		-	150,9	-	21	4,36	400	146,97
2	Antšulo rygelis skersai	-	-47,7	-	21	1,67	400	69,27
		-	152,7	-	21	4,42	400	148,93

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betono ir armatūros įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

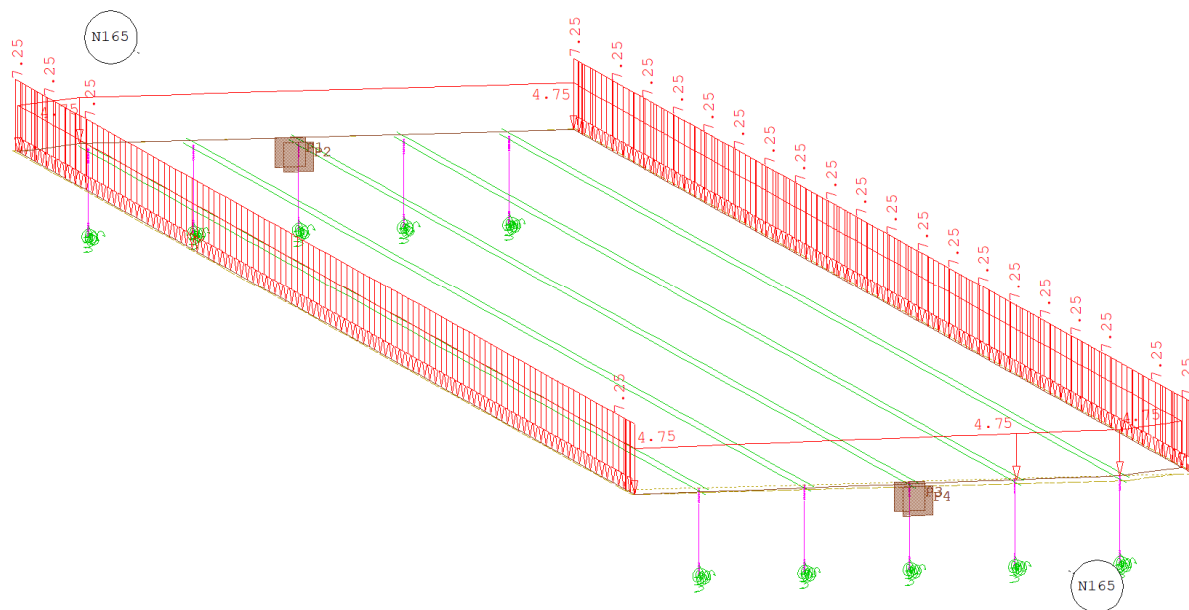
5. PERDANGOS SKAIČIAVIMAS

Tilto perdanga suprojektuota iš surenkamų g/b sijų 18,7 m.

Perdangos konstrukcinis darbas įvertintas skaičiavimuose:

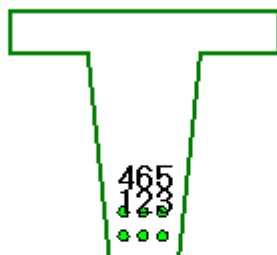
- Sijų montavimo metu sija dirba kaip dviatramė sija, atremta ant tamprųjų atramų.
- Sumonolitintos sijos dirba kaip dviatramė perdanga, kuri apkrauta nuolatinėmis ir kintamomis apkrovomis.

5.1 Perdangos skaičiuojamoji schema



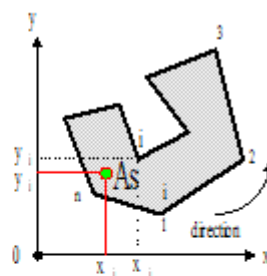
5.3 Sijos skaičiuojamasis skerspjūvis

Section



Data [cm]

Point	X [cm]	Y [cm]
1	0	0
2	34	0
3	44	100
4	82	100
5	82	120
6	-48	120
7	-48	100
8	-10	100



Materials

Concrete: C35/45
SSR: Parabolic - linear

$f_{ck} = 35.00$ MPa
 $E_c = 33282.28$ MPa
 $\epsilon_{cu} = -3.500$ o/oo
 $\epsilon_{c2} = -2.000$ o/oo
 $n = 2.00$

Reinforcing steel: S500
SSR: Standard

$f_{yk} = 500.00$ MPa
 $E_s = 200000.00$ MPa
 $\epsilon_{su} = 10.000$ o/oo

Factors

Concrete: $\gamma_{ac} = 1.50$
Steel: $\gamma_{as} = 1.15$

Reinforcement

Bar	Asi cm2	X [cm]	Y [cm]
1	20.61	7.5	10
2	20.61	17	10
3	20.61	26.5	10
4	12.57	7.5	21.5
5	12.57	26.5	21.5
6	12.57	17	21.5

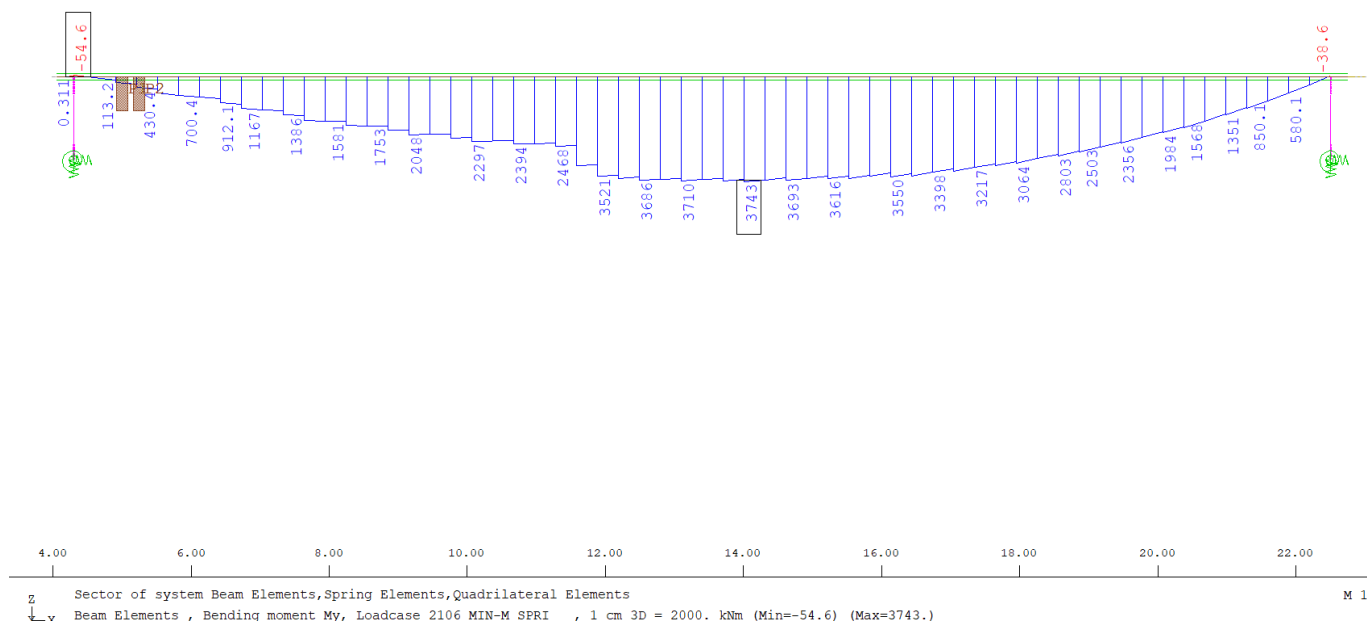
5.4 Sijų skaičiavimas saugos ir tinkamumo ribiniams būviams

Sijų saugos ribinis būvis tikrinamas nuo skaičiuojamojo apkrovų derinio.

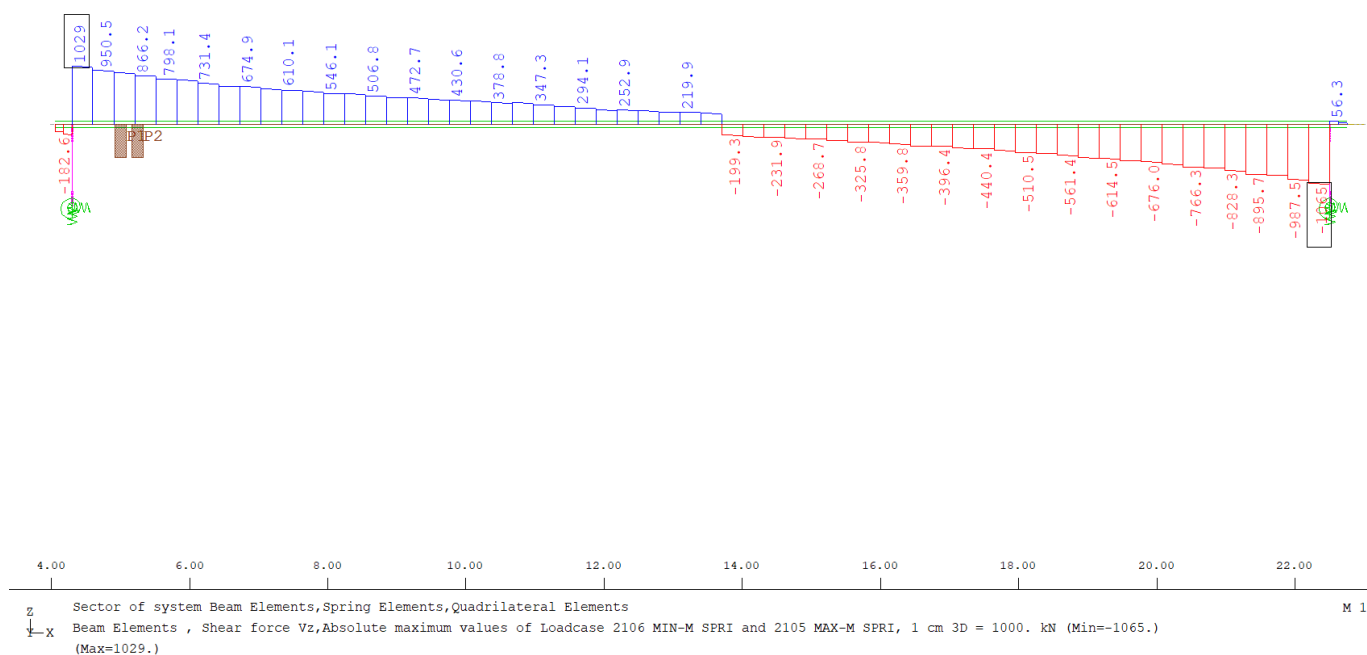
Sijų tinkamumo ribiniai būviai tikrinami:

- veikiant tariamai nuolatinių poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono plyšio plotis $w_k \leq 0.15$ mm; $w_k \leq 0.2$ mm (XC3);
 - betono įtempiai $\sigma_c \leq 0.45f_{ck}$; (konstrukcijoms, kurių konstrukcinei darbo elgsenai ir ribiniams būviams, turi įtakos betono valkšnumas);
- veikiant charakteristinių poveikių deriniui, tikrinami:
 - betono įtempiai $\sigma_c \leq 0.6f_{ck}$; (konstrukcijoms esančioms XD, XF aplinkos poveikių klasėse);
 - armatūros įtempiai $\sigma_r \leq 0.8f_{sk}$.

5.5 Sijos skaičiuojamas saugos ribiniam būviui ULS



Pav. 20 Lenkimo momentų diagramos gaubtinė (skaičiuojamasis apkrovų derinys ULS)



Pav. 21 Skersinės jėgos diagramos gaubtinė (skaičiuojamasis apkrovų derinys ULS)

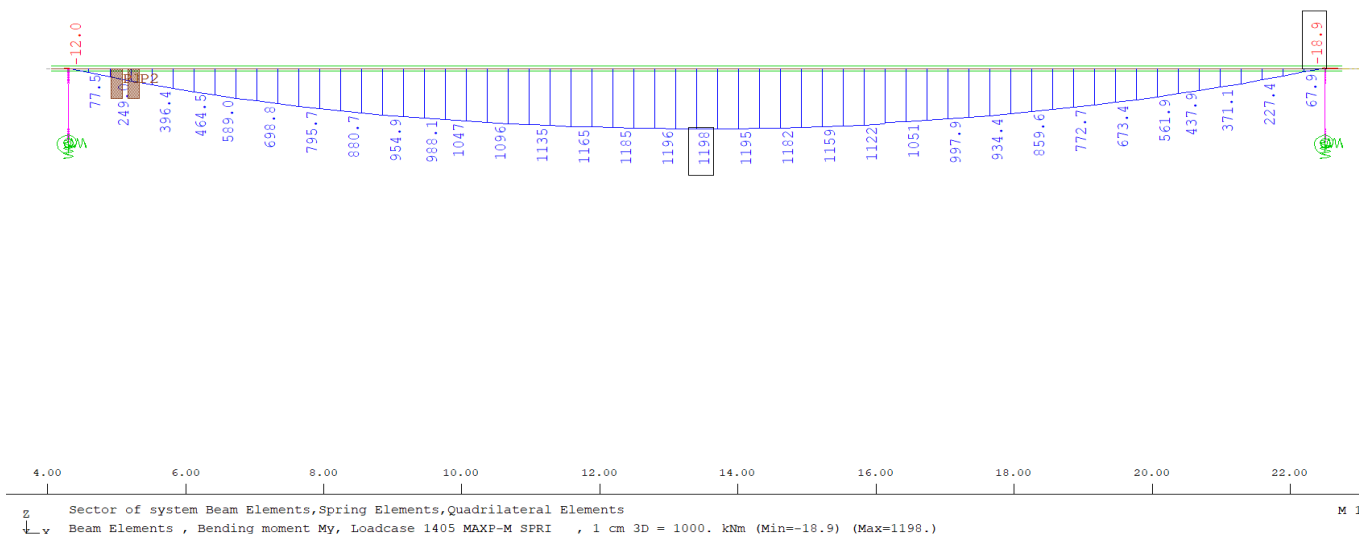
5.6 Sijų saugos ribinio būvio skaičiavimo rezultatai

Lentelė 7. Sijų saugos ribinio būvio skaičiavimo rezultatai

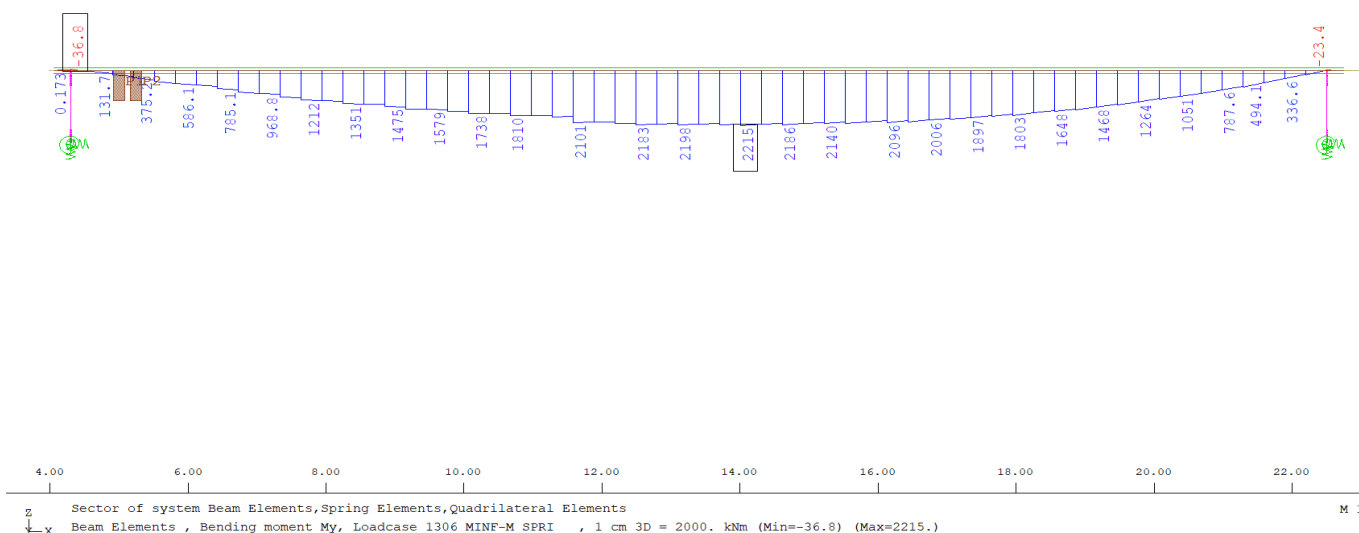
Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (skaičiuojamasis apkrovų derinys)				Konstrukcijos laikomoji galia ir išnaudojimo koeficientas					
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Q, kN	Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	koef.	Q, kN	koef.
1	Sija	-	-	3743	-	-	-	4186	0,894	-	-
		-	-	-	1065	-	-	-	-	1244	0,856

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina saugos ribinį būvį, laikomosios galios išnaudojimo koeficientai ≤ 1 .

5.7 Sijos skaičiavimas tinkamumo ribiniams būviams SLS



Pav. 22 Lenkimo momentų diagramos gaubtinė (tariamai nuolatinių apkrovų derinys SLS)



Pav. 23 Lenkimo momentų diagramos gaubtinė (charakteristinių apkrovų derinys SLS)

5.8 Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Lentelė 8. Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo tariamai nuolatinių apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (tariamai nuolatinis apkrovų derinys)			Plyšiai, mm		Betono įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis	Gautas skaičiavimais	Ribinis	Gautas skaičiavimais
1	Sija	-	-	1198	0,15	0,113	15,75	7,11

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betone atsiveriantys plyšiai ir betono įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

5.9 Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

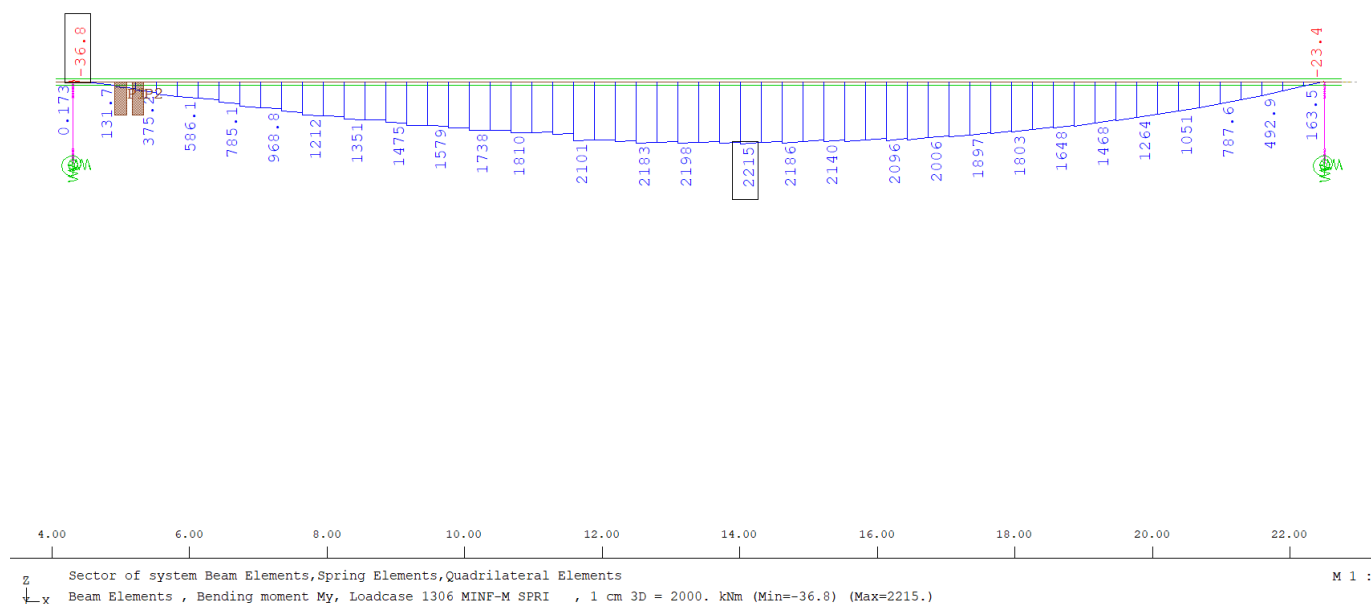
Lentelė 9. Sijų tinkamumo ribinio būvio skaičiavimo rezultatai nuo charakteristinio apkrovų derinio

Nr.	Konstrukcija	Konstrukciją veikiančios įrašos (charakteristinis apkrovų derinys)			Betono įtempiai, MPa		Armatūros įtempiai, MPa	
		Nx, kN	Mz, kNm	My, kNm	Ribinis 0,6 f _{ck}	Gautas skaičiavimais	Ribinis 0,8 f _{sk}	Gautas skaičiavimais
1	Sija	-	-	2215	21	12,79	400	241,7

Išvada: Konstrukcijų laikomoji galia tenkina tinkamumo ribinį būvį, betono ir armatūros įtempiai neviršija ribinių reikšmių.

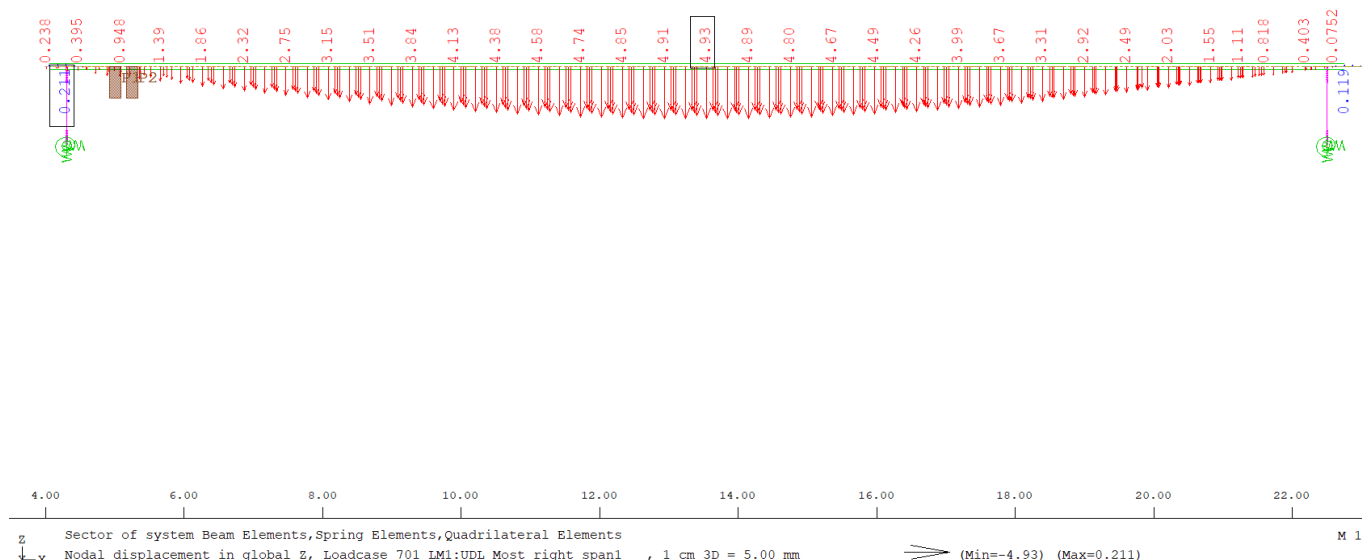
5.10 Sijų papildomi skaičiavimų rezultatai pagal užduoties techninės specifikacijos 11 punkto reikalavimus

Skaičiavimuose pateikiami skaičiavimų rezultatai pagal užduoties techninės specifikacijos 11 punkto reikalavimus:

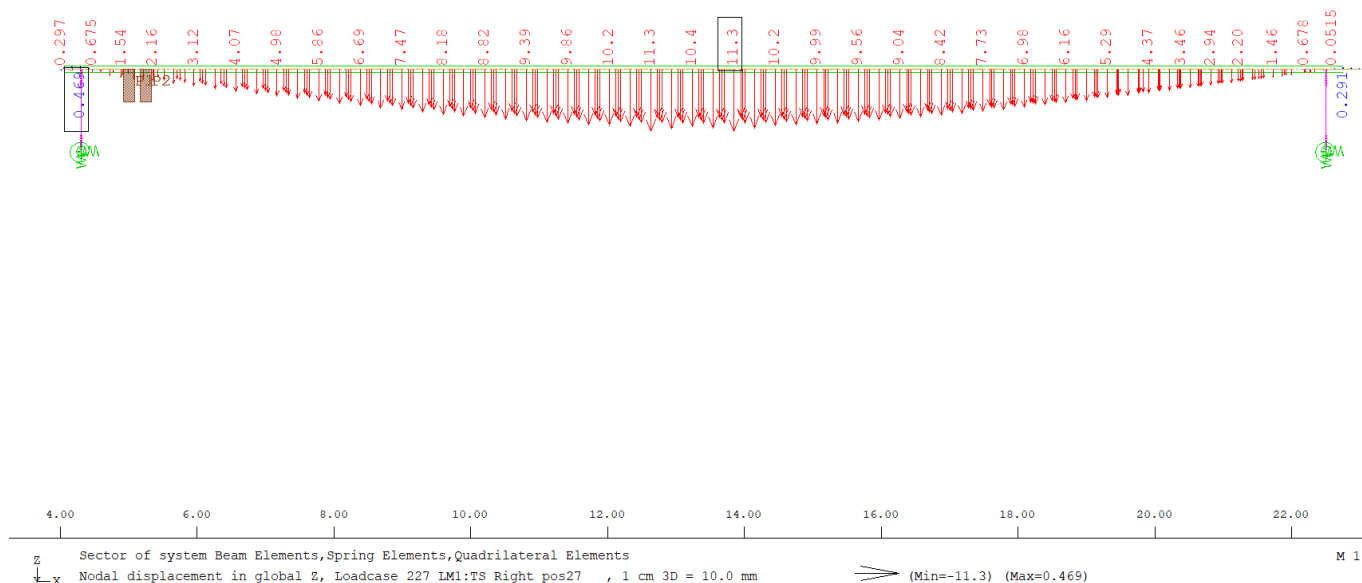


Pav. 24 Lenkimo momentų diagramos gaubtinė (dažninis apkrovų derinys)

5.11 Sijų įlinkio skaičiavimo rezultatai



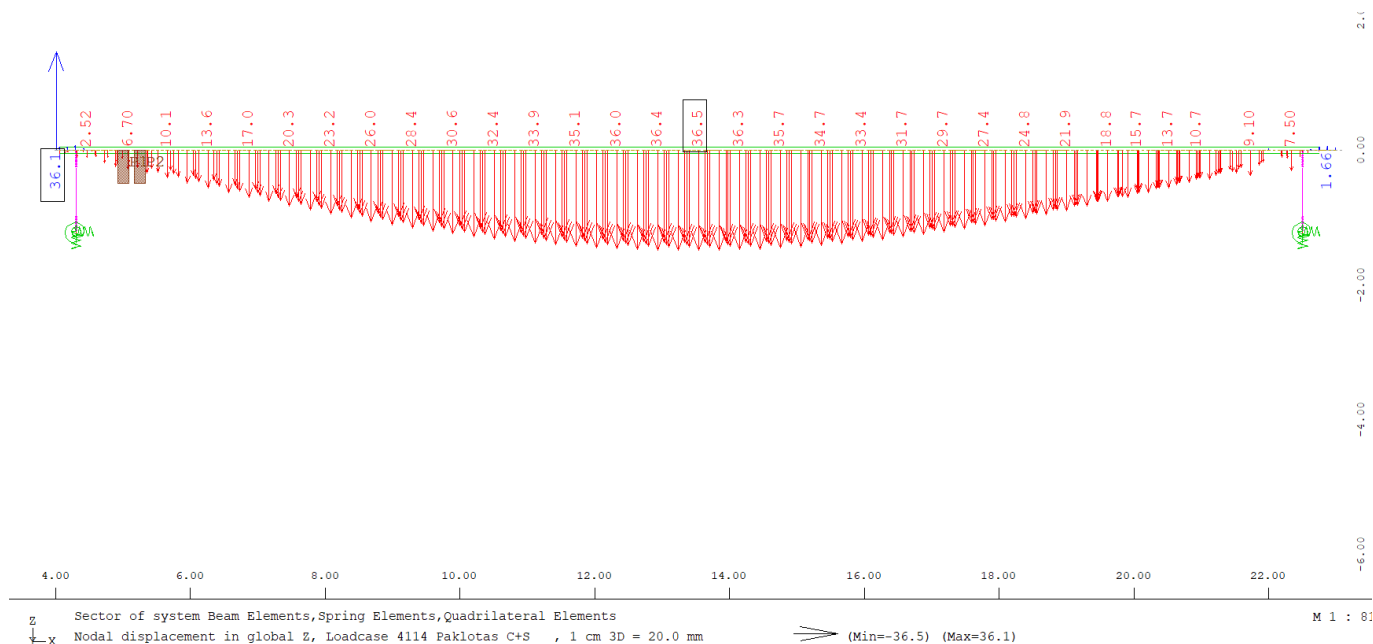
Pav. 25 Perdangos įlinkis nuo kintamų apkrovų UDL (kintama charakteristinė apkrova)



Pav. 1 Perdangos įlinkis nuo kintamų apkrovų TS (kintama charakteristinė apkrova)

Išvada: Nuo kintamų apkrovų vertikalus perdangų įlinkis ribojamas iki $L/400$, čia $L=18700$ mm – tarpatramio ilgis. $4,93+11,3=16,23$ mm $< 18700/400=46,75$ mm sąlyga tenkinama.

5.12 Sijų pakylų parinkimo skaičiavimo rezultatai



Pav. 2 Perdangos įlinkis nuo savojo svorio (nuolatinių charakteristinių apkrovų)

Išvada:

Tilto bendras sijos įlinkis nuo kintamų ir nuolatinių charakteristinių apkrovų yra $4,93 + 11,3 + 36,5 = 52,73$ mm.

Perdanga nuo savojo svorio išlinksta 36,5 mm.

Projekte pakyla priimama $60 \text{ mm} > 52,73 \text{ mm}$.

6. PEREINAMŲJŲ PLOKŠČIŲ SKAIČIAVIMAS

6.1 Pereinamoji plokštė PP-4

- Pereinamosios plokštės tikrinimas atliekamas eksploataavimo, montavimo bei transportavimo stadijoms.
- „ULS“ saugos ribinio būvio tikrinimas atliekamas visoms trimis stadijoms, „SLS“ tinkamumo ribinis būvis tikrinamas tik eksploataavimo stadijai.
- Eksploataavimo stadijos tikrinimui sukurtas baigtinių elementų modelis su SOFiSTiK programa, kur pereinamosios plokštės yra apkrautos LM1 apkrovų modeliu pagal LST EN 1991-2 atremtos vienu galu ant gulekšnių, kitu galų ant menamos tilto perdangos. Pataisos koeficientai LM1 apkrovų modeliui:
 - tandeminėms apkrovoms (TS) $\alpha_{Q1} = 1,0; \alpha_{Q2} = 1,0; \alpha_{Q3} = 1,0;$
 - tolygiai išskirstytam krūviui (UDL) $\alpha_{q1} = 1,0; \alpha_{qi} = 1,0.$
- Gulekšniai yra modeliuojami kaip sijiniai elementai ant tampraus pagrindo, pagrindo tamprumas „z“ ašies kryptimi yra $k = 50000 \text{ kN/m}^3$.
- Transportavimo stadijos tikrinimui priimtas nepalankiausias atvejis kai pereinamoji plokštė yra atremta jos galuose.
- Montavimo kilpų išnaudojimas tikrinimas dviem stadijom: keliant konstrukcinį elementą iš klojinio ir montavimo metu. Abejose stadijose įvertinamos dinaminės apkrovos pritaikant dinaminį koeficientą (ψ_{dyn}) pagal CEN/TR 15728:2008 4 lentelę: iškėlimo iš klojinio stadijoje $\psi_{dyn} = 1,4$; montavimu metu $\psi_{dyn} = 2,5$.
- Montavimo kilpų laikomoji galia apskaičiuota kaip kerpamam ir kartu tempiamam skerspjuviui pagal LST EN 1993-1-8:2005, 3.4 lentelės sąlygą:

$$k = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

- Naudojamos medžiagos:
 - betonas C30/37 XC2 XF2;
 - armatūra B500B.



Pav. 3 6.1 Pereinamosios plokštės geometrija

Lentelė 10. Pereinamosios plokštės geometriniai parametrai

L, mm	L1, mm	L2, mm	B, mm	B1, mm	B2, mm	H, mm
4000	2000	1000	980	940	20	300

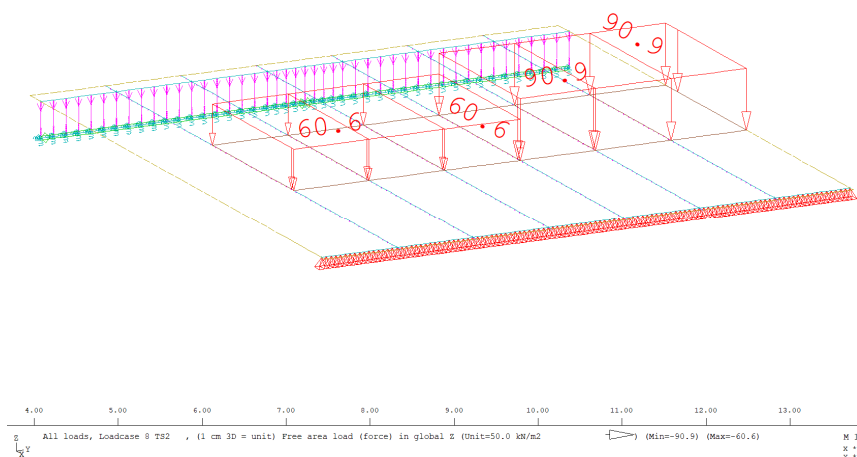
Pereinamosios plokštės išilginės armatūros skerspjuvio plotas:

Pagrindinė išilginė viršutinė skerspjuvio armatūra – $A_{sy,2} = 7,85 \text{ cm}^2$.

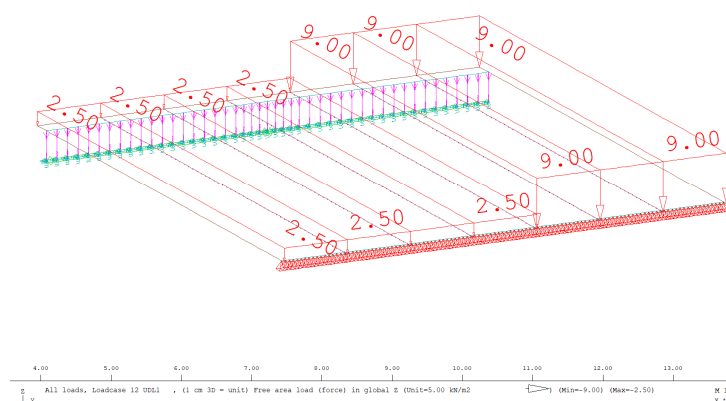
Pagrindinė išilginė apatinė skerspjuvio armatūra – $A_{sy,1} = 31,42 \text{ cm}^2$.

Pagrindinė skersinė skerspjuvio armatūra – $A_{sz,i} = 5,65 \text{ cm}^2$.

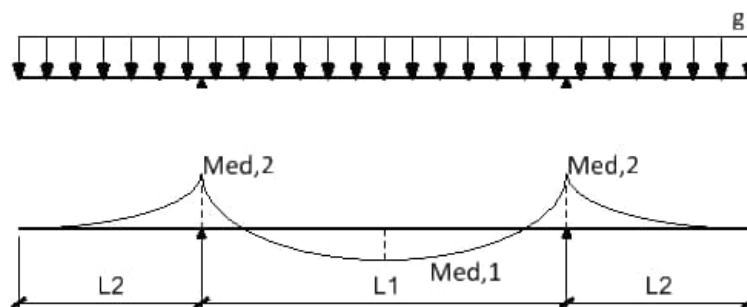
Pereinamosios plokštės montavimui naudojamos dvi $\varnothing 20 \text{ B500B}$ kėlimo kilpos.



Pav. 4 PP plokščių skaičiuojamoji schema eksploatacijoje TS apkrova



Pav. 5 PP plokščių skaičiuojamoji schema eksploatacijoje UDL apkrova



Pav. 6 Pereinamosios plokštės skaičiuojamoji schema montavimo stadijoje

Lentelė 11. Pereinamosios plokštės tikrinimas „ULS“ saugos ribiniam būviui

Armatūros padėtis	Armatūros plotas	Atlaikomas lenkimo momentas	Transportavimo stadija		Montavimo stadija		Eksploatacijoje stadija	
	$A_{s,i}$ cm^2	$M_{Rd,i}$ kNm	$M_{Ed,i}$ kNm	k	$M_{Ed,i}$ kNm	k	$M_{Ed,i}$ kNm	k
Viršutinė išilginė	7,85	89,0	-	-	7,2	0,081	3,9	0,044

Apatinė išilginė	31,42	296,8	19,4	0,065	0	0	208,4	0,702
Apatinė skersinė	5,65	61,1	-	-	-		6,9	0,113

Lentelė 12. Montavimo kilpų tikrinimas „ULS“ saugos ribiniam būviui

Tikrinama sąlyga	Iškeliant iš klojinio	Montavimo metu
	PP-4	PP-4
Veikianti jėga, E_d , kN	45,0	53,8
Kerpamoji laikomoji galia, $F_{v,Rd}$, kN	81,4	81,4
Tempiamoji laikomoji galia, $F_{t,Rd}$, kN	122,2	122,2
Maksimalus išnaudojimas, k	0,61	0,73

Lentelė 13. Pereinamosios plokštės tikrinimas „SLS“ saugos ribiniam būviui

PP-4 įrašos nuo tariamai nuolatinio derinio *	Plyšys	Ribinis plyšys **
$M_{y,Ed}$	w	w_{max}
kNm	mm	mm
21,7	—	0,2

* Tinkamumo ribinių būvių tariamai nuolatinis derinys apibrėžtas LST EN 1990 6.5.3:

$$\sum_{j \geq j} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Išvada: Pasirinktas skerspjūvio armatūros plotas yra pakankamas eksploatavimo, transportavimo bei montavimo stadijoms. Plyšio pločio vertė lygi nuliui. Kėlimo kilpų laikomoji galia pakankama.

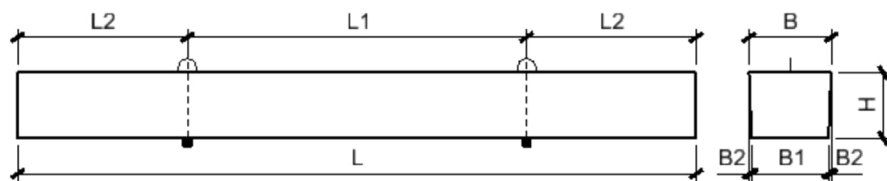
7. GULEKŠNIŲ SKAIČIAVIMAS

7.1 Gulekšnis G-2 L=3800

- Gulekšnio tikrinimas atliekamas eksploataavimo, montavimo bei transportavimo stadijoms.
- „ULS“ saugos ribinio būvio tikrinimas atliekamas visoms trimis stadijoms, „SLS“ tinkamumo ribinis būvis tikrinamas tik eksploataavimo stadijai.
- Eksploataavimo stadijos tikrinimui sukurtas baigtinių elementų modelis su SOFiSTiK programa, kur gulekšniai G-4 yra apkrauti LM1 apkrovų modeliu pagal LST EN 1991-2 per tilto pereinamąsias plokštes su šiais pataisos koeficientais:
 - tandeminėms apkrovoms (TS) $\alpha_{Q1} = 1,0; \alpha_{Q2} = 1,0; \alpha_{Q3} = 1,0;$
 - tolygiai išskirstytam krūviui (UDL) $\alpha_{q1} = 1,0; \alpha_{qi} = 1,0.$
- Skaičiavimo schemas sudarytos su visais gulekšniais ir atlikus pirminius skaičiavimus ataskaitai pasirinkti G-4 gulekšniai, kadangi naudojant G-4 gulekšnius, elemento skerspjūvyje atsiranda didžiausios įrašos, „ULS“ ir „SLS“ sąlygos tikrinamos pagal gautas įrašas.
- Gulekšniai yra modeliuojami kaip sijiniai elementai ant tampraus pagrindo, pagrindo tamprumas „z“ ašies kryptimi yra $k = 50000 \text{ kN/m}^3$ ir tai atitinka skaldos prizmės ir pagrindo po skaldos prizme sutankinimą pagal proktorą 98%.
- Transportavimo stadijos tikrinimui priimtas nepalankiausias atvejis kai gulekšnis yra atremtas jo galuose.
- Montavimo kilpų išnaudojimas tikrinimas dviem stadijom: keliant konstrukcinį elementą iš klojinio ir montavimo metu. Abejose stadijose įvertinamos dinaminės apkrovos pritaikant dinaminį koeficientą (ψ_{dyn}) pagal CEN/TR 15728:2008 4 lentelę: iškėlimo iš klojinio stadijoje $\psi_{dyn} = 1,4$; montavimu metu $\psi_{dyn} = 2,5$.
- Montavimo kilpų laikomoji galia apskaičiuota kaip kerpamam ir kartu tempiamam skerspjūviui pagal LST EN 1993-1-8:2005, 3.4 lentelės sąlygą:

$$k = \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1,0$$

- Naudojamos medžiagos:
 - betonas C30/37 XC2;
 - armatūra B500B.

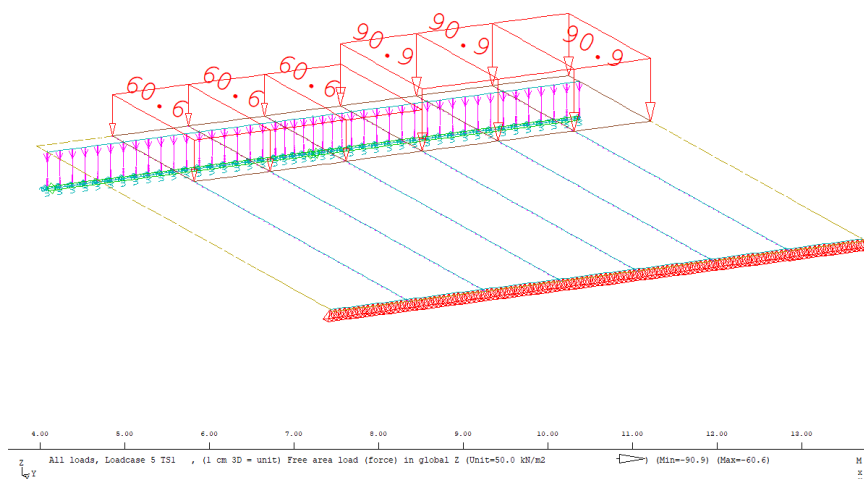


Pav. 7 Gulekšnio geometrija

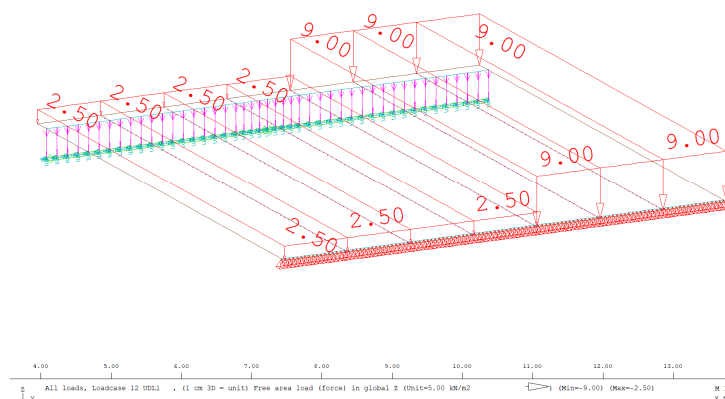
Lentelė 14. Gulekšnių geometriniai parametrai

Gulekšnio tipas	L, mm	L1, mm	L2, mm	B, mm	B1, mm	B2, mm	H, mm
G-2	3800	1900	950	630	580	20	500

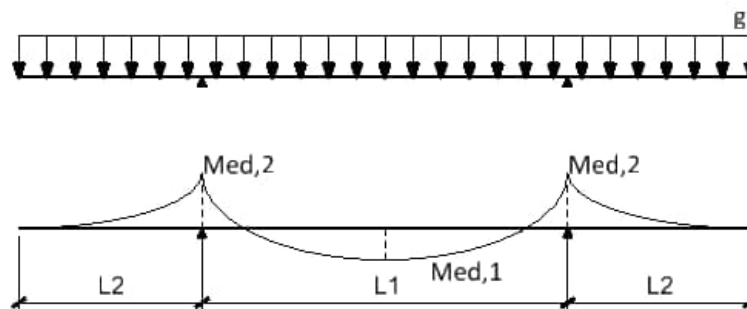
- Gulekšnių išilginės armatūros skerspjūvio plotas:
- Išilginė viršutinė skerspjūvio armatūra – $A_{s,2} = 12,06 \text{ cm}^2$.
- Išilginė apatinė skerspjūvio armatūra – $A_{s,1} = 18,85 \text{ cm}^2$.
- Gulekšnių G-2 montavimui naudojamos dvi $\varnothing 20 \text{ B500B}$ kėlimo kilpos.



Pav. 8 Gulekšnių skaičiuojamoji schema eksploataavimo stadijose TS apkrova



Pav. 9 Gulekšnių skaičiuojamoji schema eksploataavimo stadijose UDL apkrova



Pav. 10 Gulekšnio skaičiuojamoji schema montavimo stadijoje

Lentelė 15. Gulekšnių tikrinimas „ULS“ saugos ribiniam būviui

Gulekšnio tipas	Atlaikomasis lenkimo momentas	Transportavimo stadija		Montavimo stadija		Eksploataavimo stadija	
-	$M_{Rd,i}$	$M_{Ed,i}$	k	$M_{Ed,i}$	k	$M_{Ed,i}$	k
-	kNm	kNm	-	kNm	-	kNm	-
G-2	327,5	18,3	0,056	4,3	0,013	177,2	0,541

Lentelė 16. Montavimo kilpų tikrinimas „ULS“ saugos ribiniam būviui

	Iškeliant iš klojinio	Montavimo metu
	G-2	G-2
E_d , kN	45,3	54,8
$F_{v,Rd}$, kN	81,4	81,4
$F_{t,Rd}$, kN	122,2	122,2
k	0,61	0,74

Lentelė 17. Gulekšnių tikrinimas „SLS“ saugos ribiniam būviui

Gulekšnio tipas	Gulekšnio įrašos nuo tariamai nuolatinio derinio *	Plyšys	Ribinis plyšys **
-	$M_{y,Ed}$	w	w_{max}
-	kNm	mm	mm
G-2	1,0	neatsiveria	0,2

* Tinkamumo ribinių būvių tariamai nuolatinis derinys apibrėžtas LST EN 1990 6.5.3:

$$\sum_{j \geq j} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

** Ribinio plyšio pločio ribojimas nustatytas pagal LST EN 1992-2:2006/NA:2011, lentelę NA.7.101N

Išvada:

Gulekšnio skerspjūvio armatūros plotas yra pakankamas eksploatavimo, transportavimo bei montavimo stadijoms. Plyšiai gulekšnyje neatsiveria. Kėlimo kilpų laikomoji galia pakankama.

8. HIDRAULINIAI SKAIČIAVIMAI

8.1 Projektinių skaičiavimų duomenys

Tilas per upę Kulpę

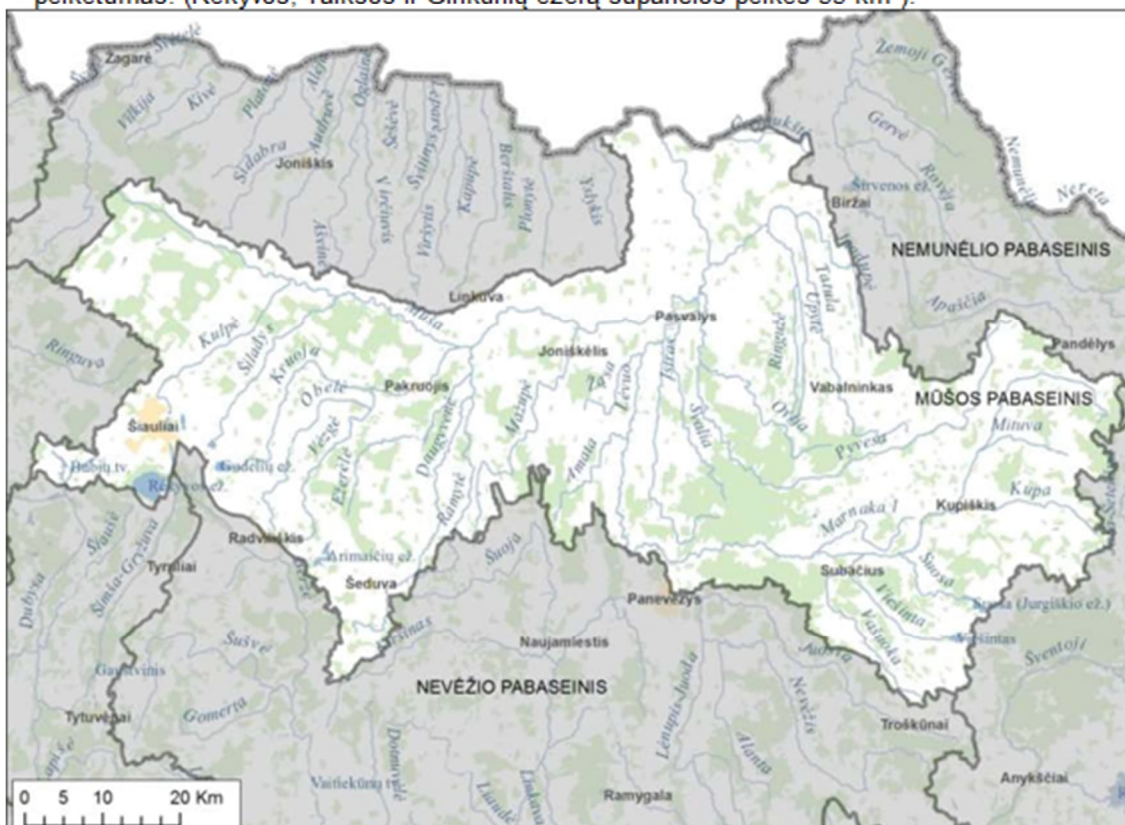
Kulpės upė priklauso Mūšos pabaseiniui ir yra dešinysis intakas.

Kulpės ilgis 31 km, baseino plotis 263 km².

Skaičiuojamasis upės baseino plotis iki Barysių kaimo 246 km².

Baseino parametrai:

- ežeringumas: Rėkyvos ež.(11,7 km²), Talkšos ež..(0,52 km²) Ginkūnių ež..(0,16 km²)
- miškingumas 15%;
- pelkėtumas: (Rėkyvos, Talkšos ir Ginkūnių ežerą supančios pelkės 35 km²).



iv. Mūšos pabaisinis. Georeferencinis pagrindas Nacionalinės žemės tarnybos.

PAŽYMA APIE HIDROMETEOROLOGINES SĄLYGAS

2023 m. rugsėjo d. Nr. (5.58-10)-B8-

Teikiame Kulpės upės (vandentakio kodas 41010210) ties Jūsų nurodyta vieta (X=6215398, Y=471402) hidrologinius skaičiavimus:

Vidutinis daugiamečių vandens debitas, m ³ /s	1.19 m ³ /s
--	------------------------

* Vandens debito paklaida gali siekti ± 10-20%.

8.2 Potvynių debitų skaičiavimas

Pavasario potvynių maksimaliųjų debitų skaičiavimas

Upių baseinams, kurių plotas kinta nuo minimalaus (<1km²) iki 20 000 km², pavasario potvynio p% tikimybės maksimalus debitas Q_{p%} (m³/s) apskaičiuojamas pagal 33 formulę pagal STR 2.05.19:2005:

$$Q_{p\%} = [K_0 h_{p\%} \mu \delta_1 \delta_2 / (A + 1)^{0.17}] \cdot A \quad (33)$$

čia:

A=	246	km ²	- skaičiuojamasis baseino plotas;
K ₀ =	0,006		- lygumų baseinas;
k _{01%} =	180	mm	- STR 2.05.19:205 11 priedas;
c=	0,2		- STR 2.05.19:205 15 priedas;
μ=	1		- STR 2.05.19:205 9 priedas;
δ=	0,50		- STR 2.05.19:205 (34) formulė;
A _e =	5,03	%	- baseino ežeringumas;
δ ₁ =	0,54		- STR 2.05.19:205 (36) formulė;
A _m =	15	%	- baseino miškingumas;
α ₁ =	1		- STR 2.05.19:205 19 priedas;
δ ₂ =	0,73		- STR 2.05.19:205 (37) formulė;
A _p =	14,2	%	- baseino pelkėtumas;
β=	0,7		- STR 2.05.19:205 17 priedas;

Q _{1%} =	20,61	m ³ /s	p%:
Q _{2%} =	18,96	m ³ /s	1
Q _{3%} =	17,73	m ³ /s	0,92
Q _{10%} =	14,43	m ³ /s	0,86
			0,7

Liūčių potvynių maksimaliųjų debitų skaičiavimas

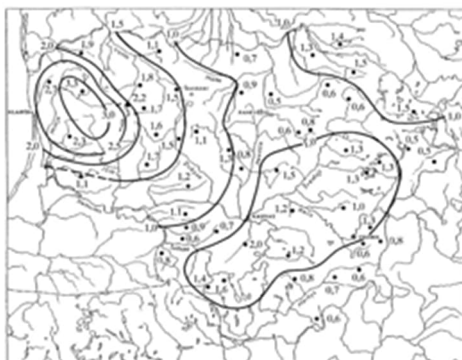
Liūčių potvynio maksimalieji momentiniai debitai upių baseino plotui A > 50 km², neturint upės analogo skaičiuojami pagal tokią redukcijos formulę 44 pagal STR 2.05.19:2005:

$$Q_{p\%} = q_{1\%} \cdot A \cdot \lambda_{p\%} = B_{1\%} \cdot A / (A + 1)^{0.3} \delta_1 \delta_2 \quad (44)$$

čia:

B _{1%} =	1,4	m ³ /s · km ²	- STR 2.05.19:205 20 priedas;
Q _{1%} =	13,06	m ³ /s	λ%:
Q _{2%} =	11,88	m ³ /s	1
Q _{5%} =	10,31	m ³ /s	0,91
Q _{10%} =	7,83	m ³ /s	0,79
			0,6
Q _{3%} =	11,36	m ³ /s	0,87
			- interpoluojant;

20 priedas



8.3 Aukščiausio vandens lygio skaičiavimas

Hidrauliniai skaičiavimai - aukščiausio upės Kulpės vandens lygio skaičiavimas

Aukščiausias vandens lygis skaičiuojamas pagal STR 2.05.19:2005 ir KPT VNS 16, kadangi gauti 1% tikimybės maksimalūs debitai:

$$Q_{1\%} = 20,61 \text{ m}^3/\text{s} \quad Q = A \cdot v \quad (1)$$

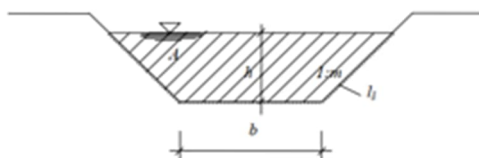
čia:
v - vidutinis upės vagos skerspjūvio greitis m/s;
A - pratekančio vandens skerspjūvio plotas m².

Vidutinis tekėjimo greitis nustatomas Manning-Stichler formule:

$$v = k_{st} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2)$$

čia:
k_{st} - šiurkštumo koeficientas, apibūdinantis upės vagos savybę, m^{1/3}/s;
R - hidraulinis spindulys (A/lš), m;
lš - šlapiasis nuotako perimetras, m;
I - vandens paviršiaus nuolydis (arba apytikriai vagos dugno), m/m.

Hidraulinis spindulys apskaičiuojamas pagal formulę (2):



R=	1,43	m
A=	20,61	m ²
l _b =	14,43	m

Nuotako tipas	Nuotako sienelių struktūra	$k_{Sr}, m^{1/3}/s$
Natūralios upių vagos	Tvirtas, taisyklingas dugnas, su negausiomis dugninėmis sąnašomis ar apaugęs žolėmis, su gausiomis dugninėmis sąnašomis	40 30–35 28
Grunto kanalai	Žvirgždu sutvirtintas smėlis, Dugnas iš smėlio ir žvyro, šlaitai išgrįsti, stambiagrūdis žvyras, grumstuotas molis, smėlis, molis ar žvyras, su tankia augmenija	50 45–50 35 30 20–25
Mūro kanalai	Plytų mūrinys, taip pat klinkeris, gerai užtvirtintomis siūlėmis, įprastas mūras, grubus lauko akmenų mūras su grindiniu	75 60 50
Betono kanalai	Plieno klojinys arba cemento glaistas, medinis klojinys, netinkuotas, senas betonas, švarūs paviršiai, nelygūs betono paviršiai	90 65–70 60 50
Daubos	Apaugusios žolė, padengtas skalda, skaldytų akmenų grindinys	20–30 25–30 40–50

Priimtas šiurkštumo koeficientas pagal lentelę:

$$k_{et} = 28 \text{ m}^{1/3}/s$$

Hidraulinis nuolydis nagrinėjame upės ruože (pagal topografiją ir literatūrą):

$$I = 0.001$$

Vidutinis upės vagos greitis apskaičiuotas pagal (2) formulę:

$$v = 1.12 \text{ m/s} \leq \text{nuo 2 iki 2,4 m/s}$$

Projektinis upės vagos skaičiuojamasis debitas:

$Q_{1\%} =$	23,2	m^3/s	$\geq$	20,61	m^3/s	p%:
$Q_{2\%} =$	23,2	m^3/s	$\geq$	18,96	m^3/s	1
$Q_{3\%} =$	19,0	m^3/s	$\geq$	17,73	m^3/s	0,92
						0,86

Tilto projektavimui
Laikinoms pralaidoms

Projektuojamas 2% tikimybės debitas 18,96 m³/s, aukščiausias vandens lygis apskaičiuotas prie šio debito yra **AVH=77.00**

Laikinių pralaidų parametrai parinkti pagal 3% tikimybės debitą 17,7 m³/s

8.4 Laikinių pralaidų parametrų parinkimas

Laikinos pralaidos bus reikalingos statybos metu įrengiant laikiną kelią šalia rekonstruojamo tilto, pralaidos turi užtikrinti upės vandens debitą:

- Pavasario potvynio : $17,73 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Liūčių potvynio: $11,36 \text{ m}^3$.

Projektiniuose sprendiniuose numatytos dvi apvalios pralaidos $\varnothing 2,0 \text{ m}$, kurių bendras maksimalus pralaidumas prie 2% nuolydžio $2 \times 9,5 \text{ m}^3/\text{s} = 19 \text{ m}^3/\text{s} \geq Q_{3\%} = 17,73 \text{ m}^3/\text{s}$.

Išvada: Sąlyga tenkinama.