Statytojas / Rangovas:	**LITGRID AB,** Karlo Gustavo Emilio Manerheimo g. 8, LT-05131 Vilnius
Projekto rengėjas:	**UAB Connecto Lietuva**, Riešės g. 2, Riešės k., LT-14266 Vilniaus r., Lietuva www.connectolietuva.lt
Statinio projekto pavadinimas:	Elektros tinklų (Lygumų TP 110 kV skirstyklos) rekonstravimo, kitos paskirties inžinerinių statinių statybos ir rekonstravimo Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11 projektas
Statinio adresas:	Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11
Statinio projekto Nr.:	2025/012
Investicinis Nr.:	-
Statinio projekto etapas:	Techninis darbo projektas
Statinio pavadinimas:	110kV skirstykla, tvora, Žaibolaidis, gelžbetonio atraminė aikštelė, Asfalto dangos aikštelė (vidaus kelias) Trinkelių dangos aikštelės
Statinio kategorija:	Ypatingasis, II-os grupės nesudėtingieji.
Statybos rūšis:	Rekonstravimas, nauja statyba
Projekto dalies pavadinimas:	Konstrukcinė dalis. Inžineriniai skaičiavimai
Bylos (segtuvo) žymuo:	2025/012-XX-TDP-SK.IS
Bylos (segtuvo) laidos žymuo:	Laida 0
Bylos (segtuvo) išleidimo data:	2025-07-10
Direktorius	
Statinio projekto vadovas	
Statinio projekto dalies vadovas	

TURINYS

Eil. Nr.	Pavadinimas	Psl.
1.	Turinys	2
2.	Statinio projekto sudėties žiniaraštis	3
3.	Statinio projekto dalies bylų (segtuvų) sudėties žiniaraštis	4
4.	Statinio projekto dalies bylos (segtuvo) dokumentų sudėties žiniaraštis	4
5.	Statinio projekto dalių sprendinių tarpusavio suderinimo lentelė	5
6.	Inžinerinių skaičiavimų ataskaita	6

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumento gavimui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

Kval. Patv. Dok.Nr.

Riešės g. 2, Riešės k., LT-14266 Vilniaus r.

Elektros tinklų (Lygumų TP 110 kV skirstyklos) rekonstravimo, kitos paskirties inžinerinių statinių statybos ir rekonstravimo Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11 projektas

Turinys

Laida 0

LT

UŽSAKOVAS: LITGRID AB

2025/012-XX-TDP-SK.IS.T

Lapas 1 Lapų 1

STATINIO PROJEKTO SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Eil. Nr.	Bylos žymuo	Pavadinimas	Pastabos
1.	BD	Bendroji dalis	
2.	SP	Sklypo planas	
3.	SA	Statinio architektūros dalis	
4.	SO	Pasirengimo statybai ir statybos darbų organizavimo dalis	
5.	**SK**	**Konstrukcijų dalis**	
6.	ŠVOK	Šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo dalis	
7.	E	Elektrotechnikos dalis	
8.	PVA	Procesų valdymo ir automatizavimo dalis	
9.	ER	Elektroninių ryšių (telekomunikacijų) dalis	
10.	AS	Apsauginės signalizacijos dalis	
11.	GSS	Gaisro aptikimo ir signalizavimo dalis	

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumento gavimui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

Kval. Patv. Dok.Nr.	Riešės g. 2, Riešės k., LT-14266 Vilniaus r. www.connectolietuva.lt	Elektros tinklų (Lygumų TP 110 kV skirstyklos) rekonstravimo, kitos paskirties inžinerinių statinių statybos ir rekonstravimo Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11 projektas		
		Projekto sudėties žiniaraštis		Laida 0
LT	UŽSAKOVAS: LITGRID AB	**2025/012-XX-TDP-PSŽ**	Lapas 1	Lapų 1

STATINIO PROJEKTO DALIES BYLŲ (SEGTUVŲ) SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Eil. Nr.	Segtuvo žymuo	Laida	Pavadinimas	Pastabos
1.	SK	0	Konstrukcijų dalis	
2.	SK.TS	0	Konstrukcijų dalis. Techninės specifikacijos	
3.	**SK.IS**	**0**	**Konstrukcijų dalis. Inžineriniai skaičiavimai**	

PROJEKTO DALIES BYLOS (SEGTUVO) DOKUMENTŲ SUDĖTIES ŽINIARAŠTIS

Dokumento žymuo	Lapų sk.	Laida	Dokumento pavadinimas	Pastabos
	1	0	Antraštinis lapas	
	1	0	Turinys	
2025/012-XX-TDP-SK.IS.PSŽ	1	0	Statinio projekto sudėties žiniaraštis	
2025/012-XX-TDP-SK.IS.BSŽ	1	0	Statinio projekto dalies bylų (segtuvų) sudėties žiniaraštis	
2025/012-XX-TDP-SK.IS.BSŽ	1	0	Statinio projekto dalies bylos (segtuvo) dokumentų sudėties žiniaraštis	
2025/012-XX-TDP-SK.IS	64	-	Pamatų pagrindų inžinerinių skaičiavimų ataskaita	
2025/012-XX-TDP-SK.IS	79	-	Laikančių metalo konstrukcijų inžinerinių skaičiavimų ataskaita	
2025/012-XX-TDP-SK.IS	65	-	Pastotės valdymo pulto (PVP) inžinerinių skaičiavimų ataskaita	

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumento gavimui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

Atestato Nr.

Riešės g. 2, Riešės k., LT-14266 Vilniaus r.

Elektros tinklų (Lygumų TP 110 kV skirstyklos) rekonstravimo, kitos paskirties inžinerinių statinių statybos ir rekonstravimo Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11 projektas

Projekto dalies (bylos) sudėties žiniaraštis

Laida 0

LT

UŽSAKOVAS: LITGRID AB

2025/012-XX-TDP-SK.IS.BSŽ

Lapas 1 | Lapų 1

5. STATINIO PROJEKTO DALIŲ SPRENDINIŲ TARPUSAVIO SUDERINIMO LENTELĖ

Eil. Nr.	Bylos (segtuvo) žymuo	Atsakingo projekto dalies vadovo vardas, pavardė	Kvalifikacijos atestato Nr.	Parašas
1.	2025/012-XX-TP-BD	Vaidotas Vasiliauskas	26453	
2.	2025/012-XX-TP-SO	Renatas Sinkevičius	24678	
3.	2025/012-XX-TP-SP	Tomas Daukša	40114	
4.	2025/012-XX-TP-SK	Saulius Pilkavičius	34923	
5.	2025/012-XX-TP-ŠVOK	Eimantas Rimkus	33244	
6.	2025/012-XX-TP-E	Vaidotas Vasiliauskas	22295	
7.	2025/012-XX-TP-PVA	Laimonas Latvenas	40381	
8.	2025/012-XX-TP-ER	Mečislovas Grinkevičius	27433	
9.	2025/012-XX-TP-AS	Vytenis Ažukas	37536	
10.	2025/012-XX-TP-GS	Vytenis Ažukas	37536	

CONNECTO LIETUVA

PAMATŲ IR PAGRINDŲ
SPRENDINIUS PAGRINDŽIANTYS INŽINERINIAI SKAIČIAVIMAI

TURINYS

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI....3

1.1. Projektuojamos konstrukcijos....3
1.2. Pagrindinės projektavimo prielaidos....3
1.3. Skaičiavimo metodai....3
1.4. Skaičiuojamosios situacijos aprašas....3
1.5. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms....3

2. NAGRINĖJAMŲ PAMATŲ SUVESTINĖ....5

3. PAMATO P12.12.17 SKAIČIAVIMAI....5

3.1. Pamato aprašymas....5
3.2. Pagrindo aprašymas....6
3.3. Pamato pagrindo skaičiavimas....6
3.4. Pamato P12.12.15 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas....8
3.5. Pamato P12.12.17 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas....10
3.6. Pamato P12.12.17 skaičiavimo išvados....12

4. PAMATO P15.15.17 SKAIČIAVIMAI....13

4.1. Pamato aprašymas....13
4.2. Pagrindo aprašymas....13
4.3. Pamato pagrindo skaičiavimas....14
4.4. Pamato P15.15.17 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas....15
4.5. Pamato P15.15.17 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas....18
4.6. Pamato P15.15.17 skaičiavimo išvados....20

5. PAMATO P28.28.20 SKAIČIAVIMAI (ATRAMA A.400)....21

5.1. Pamato aprašymas....21
5.2. Pagrindo aprašymas....21
5.3. Pamato pagrindo skaičiavimas....21
5.4. Pamato P28.28.20 plokštės armavimo skaičiavimas....23
5.5. Pamato P28.28.20 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas....26
5.6. Pamato P28.28.20 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas....28
5.7. Pamato P28.28.20 skaičiavimo išvados....30

6. PAMATO P18.18.20 SKAIČIAVIMAI....31

6.1. Pamato aprašymas....31
6.2. Pagrindo aprašymas....33
6.3. Pamato pagrindo ir plokštės armatūros skaičiavimas....34
6.4. Pamato P18.18.20 stulpelio armavimo skaičiavimas....41
6.5. Pamato P18.18.20 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas....45

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumentui, konkursui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

6.6. Pamato P18.18.20 skaičiavimo išvados 47
7. PAMATŲ INKARINIŲ VARŽTŲ TIKRINIMO SKAIČIAVIMAI 47
8. IŠVADOS 64

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI

1.1. Projektuojamos konstrukcijos

Šioje skaičiavimų ataskaitoje pateikiami inžineriniai skaičiavimai sekančioms projektuojamoms konstrukcijoms:

- Atramų po technologiniais įrenginiais pamatams;
- 110 kV linijinių portalų pamatams;
- Žaibolaidžio pamatui.

1.2. Pagrindinės projektavimo prielaidos

Visiems projektuojamiems statiniams yra numatyta įrengti surenkamus gelžbetoninius pamatus. Pamatų betonas C30/37-XF3/XC2 F2000 W6. Pamatai armuojami B500B klasės armatūra. Ataskaitoje pateikiama tik labiausiai apkrautų statinių pamatų skaičiavimai skirtingiems pamatų tipams. Taip pat pateikiami pamatų pagrindų skaičiavimai.

1.3. Skaičiavimo metodai

Poveikiai į pamatus (atraminės reakcijos), kurie atlikti baigtinių elementų metodu naudojant Autodesk Robot Structural Analysis 2025 kompiuterine programa, paimtos iš konstrukcijų skaičiavimų bylų. Pamatų pagrindų skaičiavimai atlikti naudojant GEO5 kompiuterinę programą. Pamatų skerspjūvių laikomųjų galių skaičiavimai atlikti naudojant FIN EC kompiuterinę programą. Pamatų inkarinių varžtų laikomoji galia tikrinta kompiuterine programa Peikko.

1.4. Skaičiuojamosios situacijos aprašas

Apkrovų į pamatus skaitinės reikšmės paimtos iš 2025/012-XX-TDP-SK.IS projekto bylos.

1.5. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms

Eil. Nr.	Aprašymas	Reikšmės	Matavimo vnt.	Pastabos
	Tinkamumo reikalavimai			
1.	Didžiausiasis leistinas g/b plokštės, g/b sijų ir kompozitinių sijų įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
2.	Didžiausiasis leistinas metalinių sijų ir struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
3.	Didžiausiasis leistinas konsolinės dalies metalinės struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	2L/300		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
4.	Didžiausiasis leistinas metalinių ir g/b konstrukcijų išankstinis išlinkis.	L/250		Charakteristinis derinys
5.	Didžiausias leistinas pastato horizontalusis poslinkis.	H/500		Charakteristinis derinys
6.	Didžiausias pastato vieno aukšto leistinas horizontalusis poslinkis.	h/500		Charakteristinis derinys
7.	Pamato ribinis bendras nuosėdis	40	mm	Charakteristinis derinys

8.	Gretimų pamatų santykinis nuosėdžių skirtumas	Δs/L≤0,002		Charakteristinis derinys
9.	Ribinis perdangos laisvųjų svyravimų dažnis	3,0	Hz	Dažninis derinys
10.	Pastato ribinis laisvųjų svyravimo dažnis	0,95	Hz	Dažninis derinys
Saugos ribinių būvių apkrovų daliniai koeficientai				
1.	Nuolatinių poveikių γ_G	1,1		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU
		0,9		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU)
		1,35		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
		1,0		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
2.	Kintamųjų poveikių γ_Q	1,3		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei, kai poveikis nepalankus
		0,0		Kai poveikis palankus
Saugos ribinių būvių medžiagų daliniai koeficientai				
1.	Betono γ_c	1,5		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
2.		1,2		Ypatingajai projektavimo situacijai
3.	Armatūros γ_s	1,15		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
4.		1,0		Ypatingajai projektavimo situacijai
5.	Plieno γ_s	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
6.	Tempiamosios irties laikomajai galiai	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
7.	Metalinių konstrukcijų mazgų daliniai koeficientai:			
	Varžtų ir virintinių siūlių laikomoji galia γ_{M2}	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Struktūros mazgų laikomoji galia γ_{M5}	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Stipriųjų varžtų išankstinis įtempimas γ_{M7}	1,1		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai

Ribinės leistinosios gelžbetoninių elementų plyšių atsivėrimo pločių w_{lim1} ir w_{lim2} reikšmės, mm

Konstrukcijos eksploatacijos sąlygos	**Iš anksto neįtempti elementai, kai armatūros takumo įtempiai $\sigma_y \le 500$ MPa**	**Iš anksto įtempti elementai, kai armatūra**	
		strypinė ($\sigma_y \le 1000$ MPa), lynai, kurių paviršiuje vielų skersmuo d ≥ 3,5 mm	**vielinė ($\sigma_y \le 1500$ MPa), lynai, kurių d < 3,5 mm**
Elementai yra uždarose (šildomose) patalpose (XO, XC1)	w_{lim1}=0,40 w_{lim2}=0,30	w_{lim1}=0,30 w_{lim2}=0,20	w_{lim1}=0,20 w_{lim2}=0,10
Elementai yra atvirame ore ir grunte (XC2, XC3, XC4, XF1, XF3)		Plyšiai neleidžiami	
Elementai veikiami dujinės ir kintamosios	w_{lim1}=0,20		

agresyvios aplinkos (XA1, XA2, XD1, XF2, XF4, XS1)	w_{lim2}=0,15	
Elementai veikiami skystosios agresyvios aplinkos (XA1, XA2, XD1, XS2, XS3)	w_{lim1}=0,20 w_{lim2}=0,15	

2. NAGRINĖJAMŲ PAMATŲ SUVESTINĖ

Kadangi kai kuriems projektuojamiems statiniams naudojami identiškų konstrukcijų pamatai, todėl ataskaitoje pateikiama tik labiausiai apkrautų statinių pamatų ir pagrindų skaičiavimai skirtingiems pamatų tipams. Visų įrenginių pamatų suvestinė pateikta brėžinyje 2025/012-XX-TDP-SK.B-01. Ataskaitoje nagrinėjamų pamatų suvestinė pateikiama lentelėje žemiau.

Eil. Nr.	Statinio atramos pavadinimas	Pamato tipas	Pamato aukštis, m	Plokštės matmenys, LxBxH, m	Gręžinių numeriai	Gręžinio Nr. pagal projektuojamą (pavojingiausią) situaciją
1	**A.102**	**P.12.12.17**	**1,7**	**1,2x1,2x0,3**	1, 2, 3	2
	A.103				1, 2, 3	2
2	A.105	**P.15.15.17**	**1,7**	**1,5x1,5x0,3**	1, 2, 3	2
	A.106				1, 2, 3	2
	A.113				1, 2, 3	2
	A.121				1, 2, 3	2
	A.122				1, 2, 3	2
	A.250				1, 2, 3	2
	A.251				1, 2, 3	2
3	**A.400**	**P.28.28.20**	**2,0**	**2,8x2,8x0,4**	**1, 3**	**1**
4	**Z.301**	**P.18.18.20**	**2,0**	**1,8x1,8x0,4**	**3**	**3**

Pastaba. Paryškintai pažymėti labiausiai apkrautų statinių pamatai ir atitinkami gręžiniai.

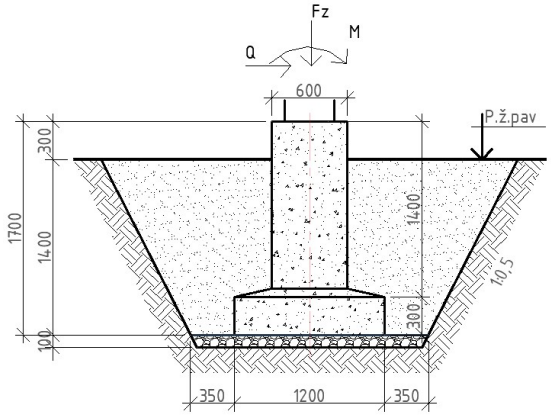
IGS Nr.	Geol. indeksas	Grunto pavadinimas pagal LST EN ISO 14688-2:2018, IGGT gruntų klasifikacija 2019	Kūginis stipris, qc,MPa	Šon. trinties stipris, fs,kPa	Grunto gamtinis tankis, ρ,Mg/m^3	Grunto dalelių tankis, ρ_s, Mg/m^3	Grunto drėgnis, W_n, %	Pralaidumo koeficientas, m/s (sutankinto)	Deformacijos modulis, E, MPa	Jautrio šalčiui klasė
1	t IV	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis (siSaMg)	2,04	14,91	1,87	2,67	12,4	1,99E-06	2,04	F3
2	g III bl	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, labai stiprus (saClL)	5,73	154,44	2,24	2,68	9,5	-	48,50	F3
3	lg III bl	Mažai dulkingas molingas gerai išrūšiuotas smėlis, tankus (SaFW)	11,89	101,15	1,76	2,67	4,8	1,03E-05	45,23	F2
4	lg III bl	Blogai išrūšiuotas smėlis, vidutinio tankumo (SaP)	8,06	64,47	1,97	2,66	17,0	-	34,32	F1

2.1 pav. Gruntų duomenys

3. PAMATO P12.12.17 SKAIČIAVIMAI

3.1. Pamato aprašymas

Skaičiuojamas gelžbetoninis surenkamas pamatas P12.12.17.



3.1 pav. Pamato geometrija

3.2. Pagrindo aprašymas

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 2.

LITOLOGINIS STULPELIS
GRĘŽINIO/CPT NR. 2
ABS. AUKŠTIS, m: 82,10

GEOLOGINIS INDEKSAS	IGS NR.	GYLIS NUO ŽEMĖS PAV., M	SLUOKSNIO STORIS, M	SLUOKSNIO PADO ABS. AUKŠTIS, M	GRUNTO APRAŠYMAS	qc, MPa	fs, kPa
tIV	1	0,5	0,5	81,60	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis, smulkus, tamsiai rudas, mažai drėgnas, drėgnas (slSaMg)	1,89	13,09
gIIIbl	2	2,7	2,2	79,40	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, rudas, su žvirgždu, su smėlio priemaiša, labai standus, labai stiprus (saCtL)	5,65	152,75
lgIIIbl	3	6,2	3,5	75,90	Mažai dulkingas molingas geral išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, mažai drėgnas, tankus (SaFW)	12,20	104,16
	4	8,4	2,2	73,70	Blogai išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, drėgnas, nuo 6,9 m vandeningas, vidutinio tankumo (SaP)	7,92	66,77
	3	9,0	0,6	73,10	Mažai dulkingas molingas geral išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, vandeningas, tankus (SaFW)	10,20	91,85

LITOLOGINIS STULPELIS | GYLIS, M | GR. VANDENS LYGIS

▼ 6,9
75,20

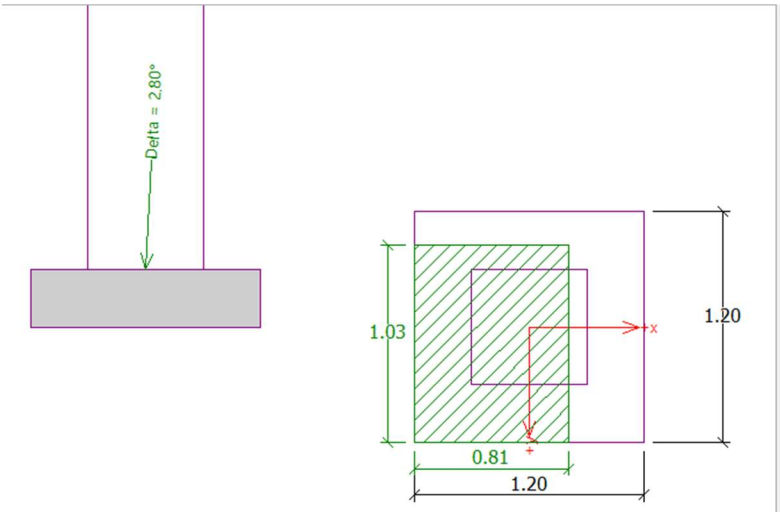
GEOTECHNINIO BANDYMO KREIVĖS
šon. trinties stipris, fs,kPa
kuginis stipris, qc,MPa

3.2 pav. Gruntų duomenys

3.3. Pamato pagrindo skaičiavimas

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 25 (C)	**-0.310>>**	-1.150	7.330	2.033	-1.171	-0.012
1/ 18 (C)	**-2.374<<**	-1.148	9.644	2.603	-6.418	-0.054
1/ 19 (C)	-1.971	**0.023>>**	10.165	-0.019	-4.896	-0.039
1/ 24 (C)	-0.713	**-2.321<<**	6.809	4.655	-2.693	-0.028
1/ 19 (C)	-1.971	0.023	**10.165>>**	-0.019	-4.896	-0.039
1/ 24 (C)	-0.713	-2.321	**6.809<<**	4.655	-2.693	-0.028
1/ 24 (C)	-0.713	-2.321	6.809	**4.655>>**	-2.693	-0.028
1/ 19 (C)	-1.971	0.023	10.165	**-0.019<<**	-4.896	-0.039
1/ 25 (C)	-0.310	-1.150	7.330	2.033	**-1.171>>**	-0.012
1/ 18 (C)	-2.374	-1.148	9.644	2.603	**-6.418<<**	-0.054
1/ 25 (C)	-0.310	-1.150	7.330	2.033	-1.171	**-0.012>>**
1/ 18 (C)	-2.374	-1.148	9.644	2.603	-6.418	**-0.054<<**
29/ 13 (C)	**-0.290>>**	-0.016	6.970	0.011	-1.079	-0.010
29/ 26 (C)	**-2.235<<**	-2.354	10.910	4.672	-5.942	-0.042
29/ 13 (C)	-0.290	**-0.016>>**	6.970	0.011	-1.079	-0.010
29/ 26 (C)	-2.235	**-2.354<<**	10.910	4.672	-5.942	-0.042
29/ 22 (C)	-0.769	-2.353	**10.910>>**	4.668	-2.859	-0.027
29/ 21 (C)	-1.756	-0.017	**6.970<<**	0.015	-4.161	-0.025
29/ 26 (C)	-2.235	-2.354	10.910	**4.672>>**	-5.942	-0.042
29/ 13 (C)	-0.290	-0.016	6.970	**0.011<<**	-1.079	-0.010
29/ 25 (C)	-0.290	-1.178	7.170	2.050	**-1.079>>**	-0.010
29/ 18 (C)	-2.235	-1.192	10.710	2.633	**-5.942<<**	-0.042
29/ 25 (C)	-0.290	-1.178	7.170	2.050	-1.079	**-0.010>>**
29/ 18 (C)	-2.235	-1.192	10.710	2.633	-5.942	**-0.042<<**

3.3 pav. Apkrovos



Verification of spread footing bearing capacity
Vertical bearing capacity check
Shape of contact stress : rectangle
Most unfavorable load case No. 3. (Max M+Max N - service)

Design bearing capacity of found. soil R_d = 449.91 kPa
Extreme contact stress σ = 50.44 kPa
Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

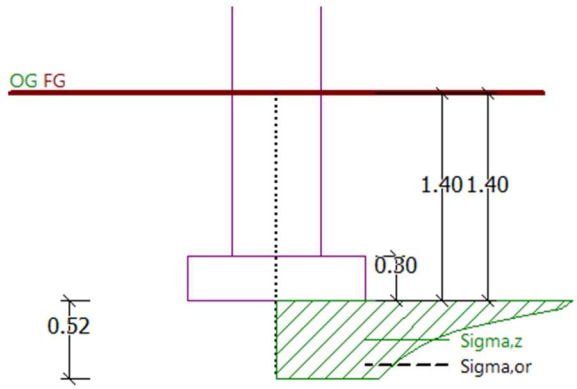
Verification of load eccentricity
Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.203<0.333
Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.155<0.333
Max. overall eccentricity e_t = 0.221<0.333
Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check
Most unfavorable load case No. 1. (Max M+Max N)

Horizontal bearing capacity R_{dh} = 79.36 kN
Extreme horizontal force H = 2.66 kN
Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

3.4 pav. Pagrindo laikomoji galia



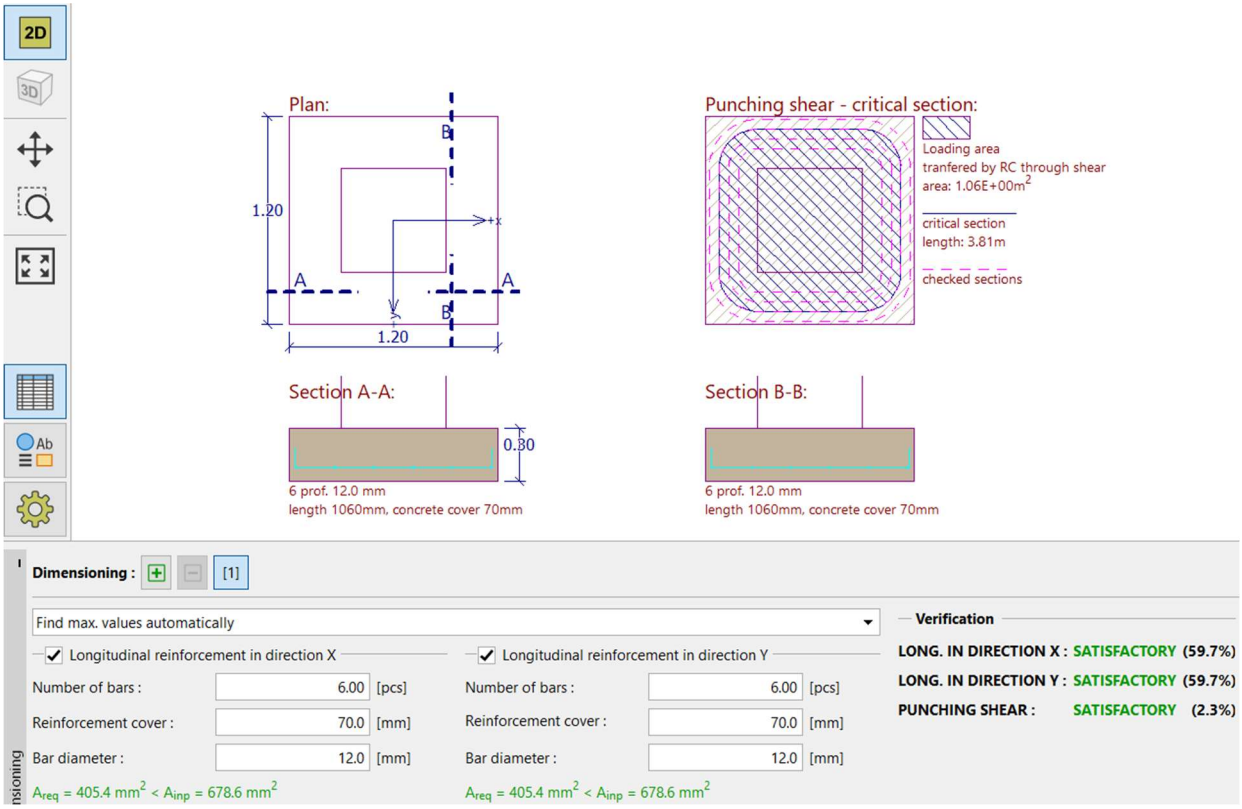
Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:
Average modulus of deformation E_{def} = 48.50 MPa
Foundation in the longitudinal direction is rigid (k=10.63)
Foundation in the direction of width is rigid (k=10.63)

Verification of load eccentricity
Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.164<0.333
Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.126<0.333
Max. overall eccentricity e_t = 0.179<0.333
Eccentricity of load is SATISFACTORY

Overall settlement and rotation of foundation:
Foundation settlement = 0.0 mm
Depth of influence zone = 0.52 m
Rotation in direction of x = 0.007 (tan*1000); (4.2E-04 °)
Rotation in direction of y = 0.005 (tan*1000); (3.1E-04 °)

3.5 pav. Pamato nuosėdis ir posvyris



3.6 pav. Pamato plokštės armavimas

3.4. Pamato P12.12.15 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas

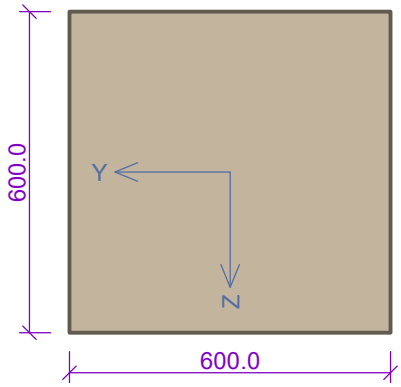
1 P12.12.17 A102

1.1 Input data

Member type: column

Environment: XC2

Cross-section



Materials

Concrete: C 30/37

f_{ck} = 30.0 MPa; f_{ctm} = 2.9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa

Longitudinal steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Transverse steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

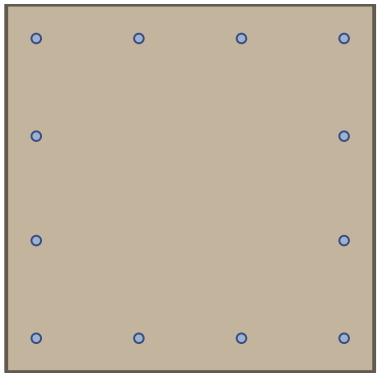
Internal forces - basic design (ULS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
1	Skaičiuotinė MaxM+MinN	-9.60	4.30	10.00	2.40	1.15	0.00	1.0

Internal forces - quasi-permanent (SLS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Charakteristinė MaxM+MinN	-7.40	3.31	7.70

Longitudinal reinf.



4x16-cov.47.0

2x16-cov.207.0

2x16-cov.207.0

4x16-cov.47.0

Reinforcement in compression considered.

Shear reinf.

Boundary stirrups
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm

Ties, inner stirrups vertical
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Ties, inner stirrups horizontal
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Minimum cover

Structural class: S4

c_{min} = max($c_{min,b}$; $c_{min,dur}$; 10) = max(6; 25; 10) = 25 mm

c_{nom} = c_{min} + Δc_{dev} + $\varnothing_s$ = 25 + 10 + 6 = 41 mm

1.2 Results

Check of min and max reinforcement level

Column (total reinforcement):

ρ_s = 0.0067 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0.002 ⇒ **Pass**

ρ_s = 0.0067 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0.04 ⇒ **Pass**

Check stirrup principles

Min stirrup diameter d = 6 mm ≤ 6 mm ⇒ **Pass**

Max stirrup spacing $s_{cl,max}$ = 320.0 mm ≥ 250.0 mm ⇒ **Pass**

Check of ultimate limit state

no.	Name	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Utilization [%]	Analysis
1	Skaičiuotinė MaxM+MinN	-9.60	4.30	10.00	2.40	1.15	3.8	Pass
		-7445.10	114.42	266.09	334.46	160.26		

Ultimate limit state PASS - 3.8 %

Check of serviceability limit state

Crack width restriction limit state

no.	Name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	Δε [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Utilization [%]	Analysis
1	Charakteristinė MaxM+MinN	-7.40	3.31	7.70	$36.8 \cdot 10^{-6}$	0.424	0.016	5.2	Pass
Max allowed width w_{max}							0.300		

Serviceability limit state PASS - 5.2 %

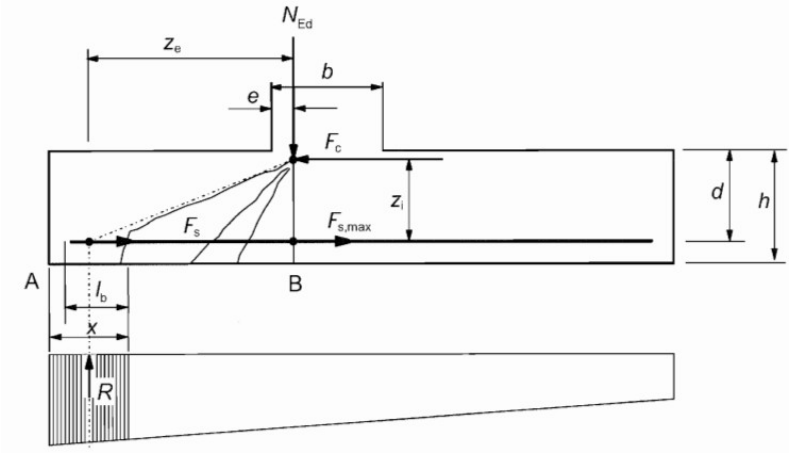
Overall check - Cross-section PASS

Utilization: 5.2 %

3.5. Pamato P12.12.17 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas

Atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius, pamato plokštės armatūrą veikianti tempiamoji jėga, kuri turi būti išlaikyta inkaruojant, apskaičiuojama pagal šią lygtį:

$$F_s = Rz_e/z_i$$



3.7 pav. Tempiamosios jėgos modelis atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius

Pradiniai duomenys ir jėgos F_s apskaičiavimo rezultatai pateikti letelėje.

d	**b**	**h**	**σ**	**B**	**n**	**e**	**x**	**R**	z_e	z_i	F_s
mm	*m*	*m*	*kPa*	*m*	*vnt.*	*m*	*m*	*kN*	*m*	*m*	*kN*
209	0,6	0,3	50,44	1,2	6	0,09	0,15	9,08	0,31	0,19	2,5

Reikiamas tiesių strypų inkaravimo atkarpos ilgis l_b, pažymėtas paveiksle, apskaičiuojamas iš sąlygos:

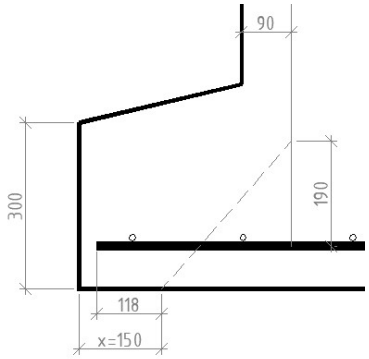
$$l_b > max(0{,}3l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\ mm)$$

Tiesių strypų pagrindinis inkaravimo ilgis $l_{b,rqd}$, atlaikantis armatūros įtempius σ_{sd}, apskaičiuojamas lentelėje.

ø	**A**	σ_{sd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{bd}	$l_{b,rqd}$
mm	*mm²*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*mm*
12	113	22	30	1,35	2,13	31

$$l_b > \max(9{,}3; 120; 100;) = 120\ mm.$$

Pamato P12.12.17 plokštės armatūros inkaravimo ilgis apskaičiuojamas grafiškai:



3.8 pav. Pamato P12.12.17 plokštės armatūros inkaravimo ilgis

Armatūros inkaravimo ilgis $118mm < l_b = 120mm$. Sąlyga neišpildyta todėl armatūros strypai užlenkiami.

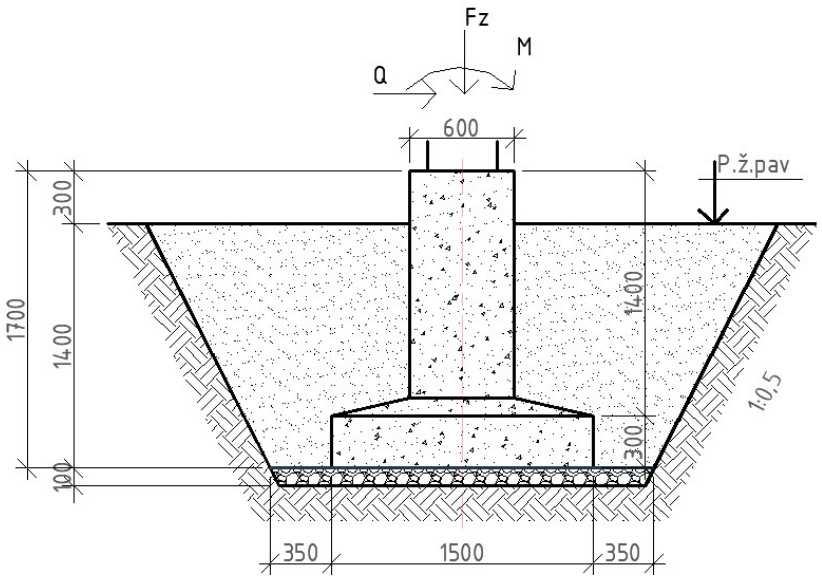
3.6. Pamato P12.12.17 skaičiavimo išvados

1. Pamato pagrindo laikomoji galia pakankama. Maksimalus išnaudojimas 11,2 %.
2. Pamato maksimalus nuosėdis – 0,0 mm, santykinis posvyris 0,007*10^-3.
3. Pamato plokštė armuojama dviem armatūros Ø12/Ø12/200/200 B500B tinklais. Armuoto skerspjūvio laikomosios galios išnaudojimas 59,7 %. Skersinė armatūra pagal skaičiavimus nebūtina, todėl priimama remiantis konstrukciniais reikalavimais.
4. Pamato stulpelis armuojamas 12 vnt. išilginiais armatūros Ø16 B500B strypais ir Ø6 B500B kas 250 mm skersinės armatūros lankstiniais. Laikomosios galios išnaudojimas 3,8 %. Betono plyšio plotis – 0,016 mm < 0,3mm.
5. Pamato plokštės armatūros inkaravimo ilgis nėra pakankamas, todėl armatūros strypai užlenkiami.

4. PAMATO P15.15.17 SKAIČIAVIMAI

4.1. Pamato aprašymas

Skaičiuojamas gelžbetoninis surenkamas pamatas P15.15.17.



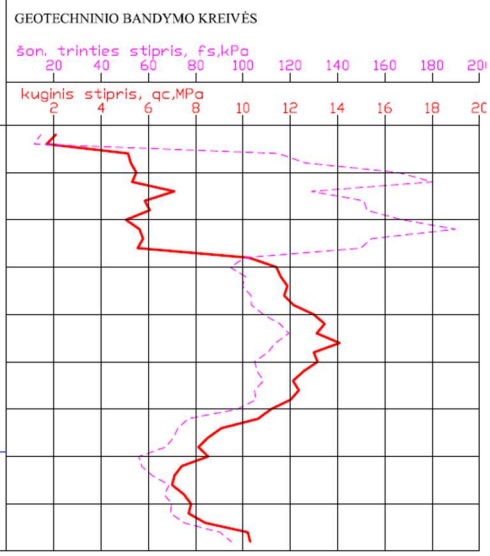
4.1 pav. Pamato geometrija

4.2. Pagrindo aprašymas

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 2.

LITOLOGINIS STULPELIS
GRĘŽINIO/CPT NR. 2
ABS. AUKŠTIS, m: 82,10

GEOLOGINIS INDEKSAS	IGS NR.	GYLIS NUO ŽEMĖS PAV., M	SLUOKSNIO STORIS, M	SLUOKSNIO PADO ABS. AUKŠTIS, M	GRUNTO APRAŠYMAS	qc, MPa	fs, kPa
dIV	1	0,5	0,5	81,60	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis, smulkus, tamsiai rudas, mažai drėgnas, drėgnas (slSaMg)	1,89	13,09
gIIIbl	2	2,7	2,2	79,40	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, rudas, su žvirgždu, su smėlio priemaiša, labai standus, labai stiprus (saCIL)	5,65	152,75
lgIIIbl	3	6,2	3,5	75,90	Mažai dulkingas molingas geral išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, mažai drėgnas, tankus (SaFW)	12,20	104,16
	4	8,4	2,2	73,70	Biogal išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, drėgnas, nuo 6,9 m vandeningas, vidutinio tankumo (SaP)	7,92	66,77
	3	9,0	0,6	73,10	Mažai dulkingas molingas geral išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, vandeningas, tankus (SaFW)	10,20	91,85

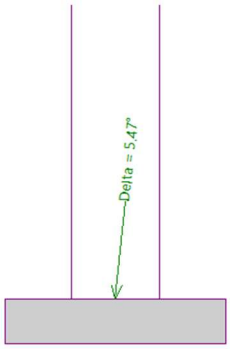


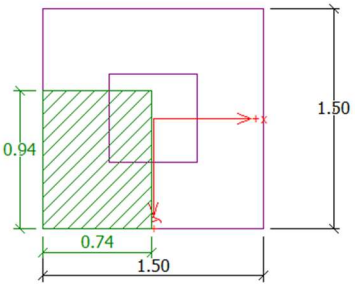
4.2 pav. Gruntų duomenys

4.3. Pamato pagrindo skaičiavimas

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 13 (C)	**-0.130>>**	-0.068	7.816	0.260	-0.838	-0.001
1/ 26 (C)	**-2.869<<**	-2.693	8.574	6.793	-10.690	0.014
1/ 21 (C)	-2.629	**-0.068>>**	7.816	0.260	-9.139	0.015
1/ 22 (C)	-0.370	**-2.693<<**	8.574	6.793	-2.389	-0.002
1/ 19 (C)	-2.675	-0.092	**10.552>>**	0.351	-9.432	0.015
1/ 24 (C)	-0.324	-2.669	**5.838<<**	6.702	-2.096	-0.002
1/ 22 (C)	-0.370	-2.693	8.574	**6.793>>**	-2.389	-0.002
1/ 21 (C)	-2.629	-0.068	7.816	**0.260<<**	-9.139	0.015
1/ 13 (C)	-0.130	-0.068	7.816	0.260	**-0.838>>**	-0.001
1/ 26 (C)	-2.869	-2.693	8.574	6.793	**-10.690<<**	0.014
1/ 21 (C)	-2.629	-0.068	7.816	0.260	-9.139	**0.015>>**
1/ 22 (C)	-0.370	-2.693	8.574	6.793	-2.389	**-0.002<<**
29/ 25 (C)	**-0.130>>**	-1.881	9.073	4.428	-0.838	-0.000
29/ 18 (C)	**-2.872<<**	-0.651	12.297	2.307	-10.689	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	**-0.082>>**	8.086	0.278	-0.838	-0.000
29/ 26 (C)	-2.872	**-2.450<<**	13.284	6.457	-10.689	-0.017
29/ 22 (C)	-0.371	-2.450	**13.284>>**	6.457	-2.388	-0.000
29/ 21 (C)	-2.631	-0.082	**8.086<<**	0.278	-9.138	-0.017
29/ 26 (C)	-2.872	-2.450	13.284	**6.457>>**	-10.689	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	-0.082	8.086	**0.278<<**	-0.838	-0.000
29/ 25 (C)	-0.130	-1.881	9.073	4.428	**-0.838>>**	-0.000
29/ 18 (C)	-2.872	-0.651	12.297	2.307	**-10.689<<**	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	-0.082	8.086	0.278	-0.838	**-0.000>>**
29/ 26 (C)	-2.872	-2.450	13.284	6.457	-10.689	**-0.017<<**

4.3 pav. Apkrovos





Verification of spread footing bearing capacity
Vertical bearing capacity check
Shape of contact stress : rectangle
Most unfavorable load case No. 2. (Max M+Min N)

Design bearing capacity of found. soil R_d = 602.64 kPa
Extreme contact stress σ = 59.41 kPa
Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

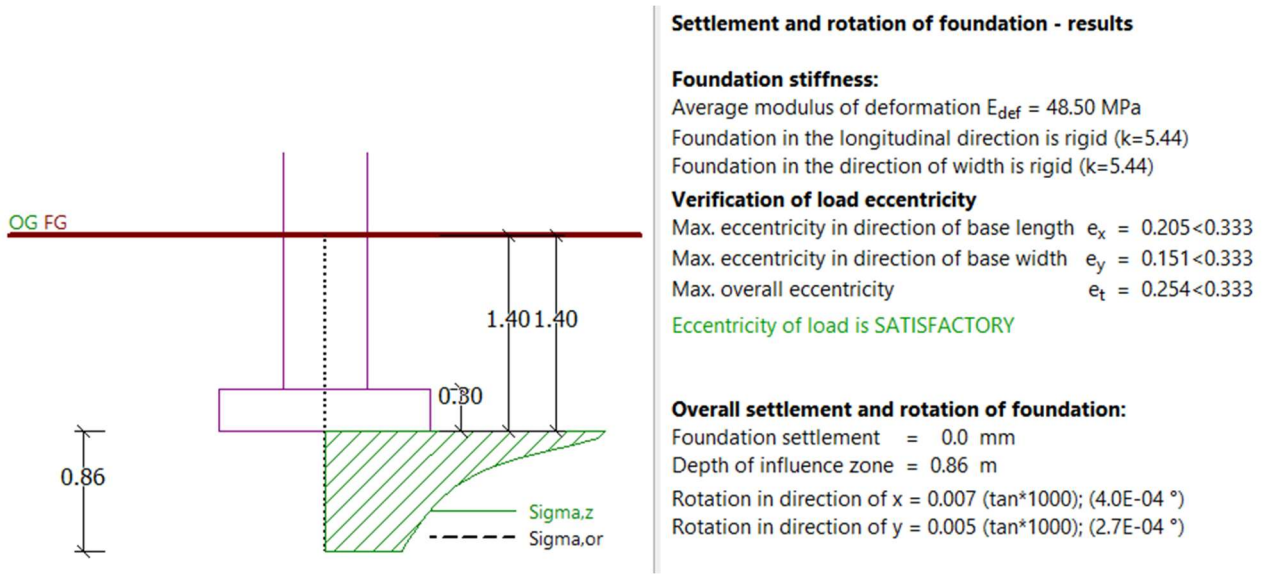
Verification of load eccentricity
Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.253<0.333
Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.187<0.333
Max. overall eccentricity e_t = 0.315<0.333
Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check
Most unfavorable load case No. 2. (Max M+Min N)

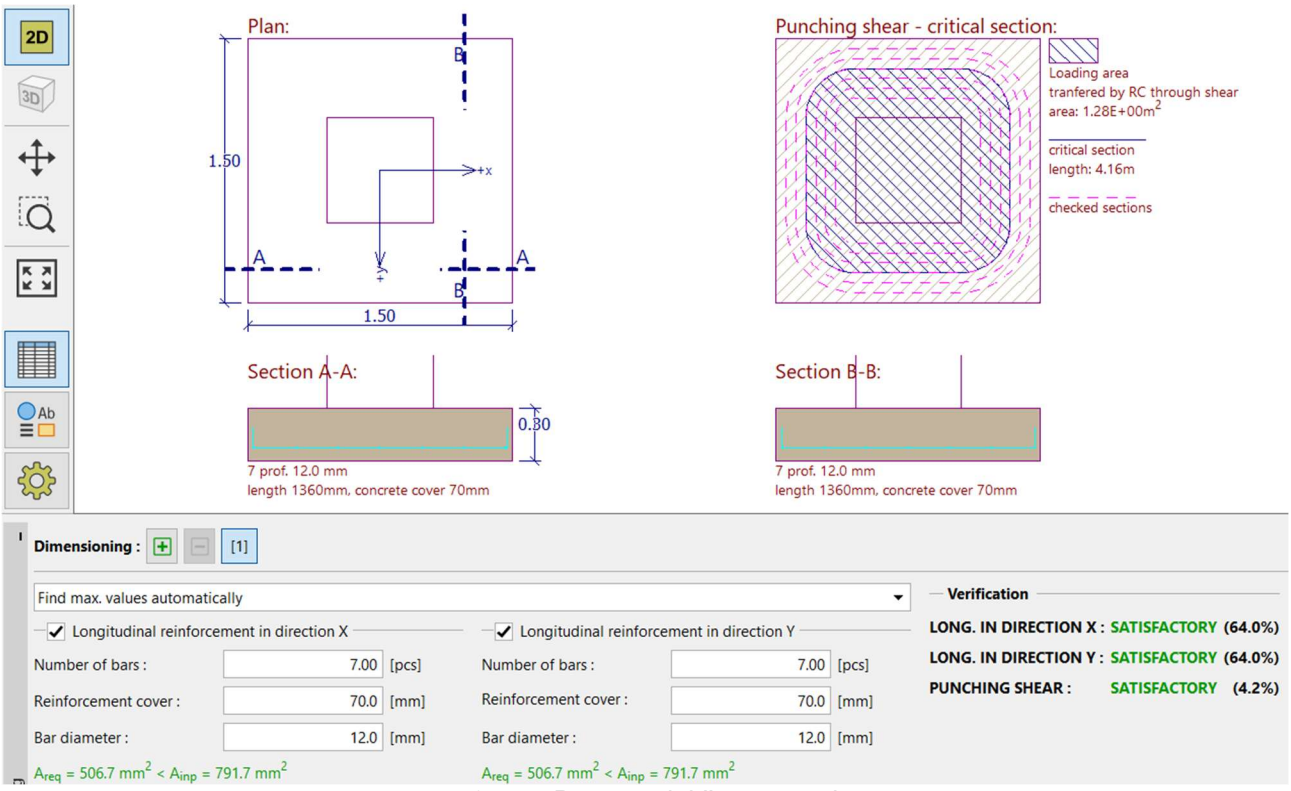
Horizontal bearing capacity R_{dh} = 75.77 kN
Extreme horizontal force H = 3.96 kN
Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

4.4 pav. Pagrindo laikomoji galia



4.5 pav. Pamato nuosėdis ir posvyris



4.6 pav. Pamato plokštės armavimas

4.4. Pamato P15.15.17 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas

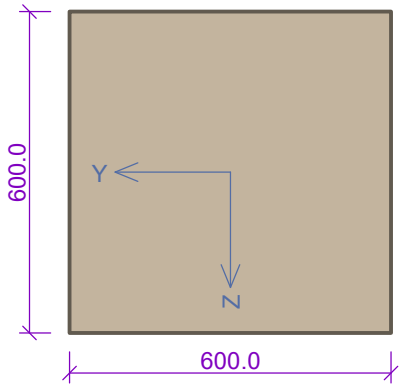
1 P15.15.17 A103

1.1 Input data

Member type: column

Environment: XC2

Cross-section



Materials

Concrete: C 30/37

f_{ck} = 30.0 MPa; f_{ctm} = 2.9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa

Longitudinal steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Transverse steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Internal forces - basic design (ULS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
1	Skaičiuotinė MaxM+MaxN	-13.30	14.90	10.10	2.50	2.90	0.00	1.0
2	Skaičiuotinė MaxM+MinN	-8.50	14.90	10.70	2.70	2.90	0.00	1.0

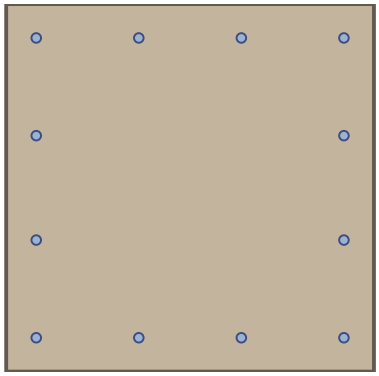
Internal forces - quasi-permanent (SLS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Charakteristinė MaxM+MaxN	-10.23	11.50	7.80
2	Charakteristinė MaxM+MinN	-6.62	11.50	8.23

Longitudinal reinf.

Count	Profile [mm]	Cover [mm]	Position
4	16	47.0	upper reinforcement
2	16	207.0	upper reinforcement
4	16	47.0	bottom reinforcement

Count	Profile [mm]	Cover [mm]	Position
2	16	207.0	bottom reinforcement



Reinforcement in compression considered.

Shear reinf.

Boundary stirrups
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm

Ties, inner stirrups vertical
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Ties, inner stirrups horizontal
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Minimum cover

Structural class: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(6; 25; 10) = 25$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + \varnothing_s = 25 + 10 + 6 = 41$ mm

1.2 Results

Ideal section
Proportion of reinf. to concrete stiffness: $\alpha_e = 6.061$
Cross-sectional area: $A = 375.10^3$ mm^2
Position of center of gravity (from left botom corner of section envelope):
$y_t = 300$ mm; $z_t = 300$ mm
Second moment of area:
$I_y = 11.4.10^9$ mm^4; $I_z = 11.4.10^9$ mm^4
First moment of area of reinforcement w.r.t. center of gravity of section:
$S_{y,s} = 0$ mm^4; $S_{z,s} = 0$ mm^4

Check of min and max reinforcement level

Column (total reinforcement):
$\rho_s = 0.0067 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$ **Pass**

$\rho_s = 0.0067 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Pass**

Check stirrup principles

Min stirrup diameter d = 6 mm ≤ 6 mm ⇒ **Pass**

Max stirrup spacing $s_{cl,max}$ = 320.0 mm ≥ 250.0 mm ⇒ **Pass**

Check of ultimate limit state

no.	Name	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Utilization [%]	Analysis
1	Skaičiuotinė MaxM+MinN	-8.50	14.90	10.70	2.70	2.90	6.2	Pass
		-7445.10	241.25	173.25	256.67	275.68		

Ultimate limit state PASS - 6.2 %

Check of serviceability limit state

Crack width restriction limit state

no.	Name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	Δε [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Utilization [%]	Analysis
1	Charakteristinė MaxM+MinN	-6.62	11.50	8.23	$72.0.10^{-6}$	0.463	0.033	11.1	Pass
Max allowed width w_{max}							0.300		

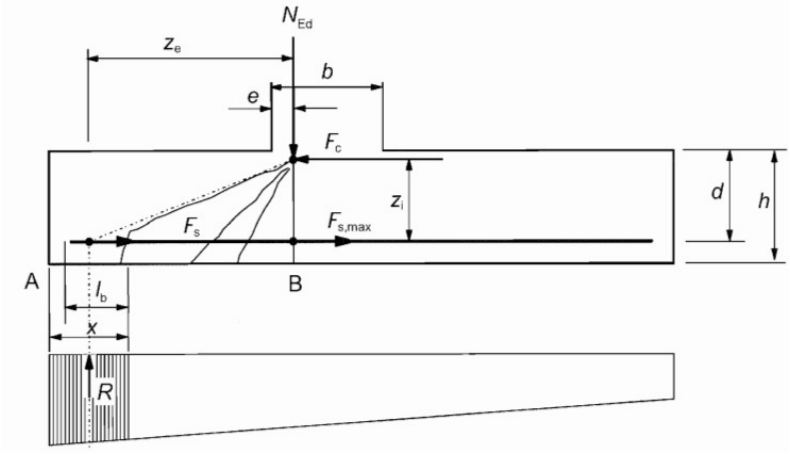
Serviceability limit state PASS - 11.1 %

Overall check - Cross-section PASS
Utilization: 11.1 %

4.5. Pamato P15.15.17 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas

Atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius, pamato plokštės armatūrą veikianti tempiamoji jėga, kuri turi būti išlaikyta inkaruojant, apskaičiuojama pagal šią lygtį:

$$F_s = Rz_e/z_i$$



4.7 pav. Tempiamosios jėgos modelis atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius

Pradiniai duomenys ir jėgos F_s apskaičiavimo rezultatai pateikti letelėje.

d	b	h	σ	B	n	e	x	R	z_e	z_i	F_s
mm	*m*	*m*	*kPa*	*m*	*vnt.*	*m*	*m*	*kN*	*m*	*m*	*kN*
216	0,6	0,3	39,6	1,5	7	0,09	0,15	8,91	0,46	0,194	3,0

Reikiamas tiesių strypų inkaravimo atkarpos ilgis l_b, pažymėtas paveiksle, apskaičiuojamas iš sąlygos:

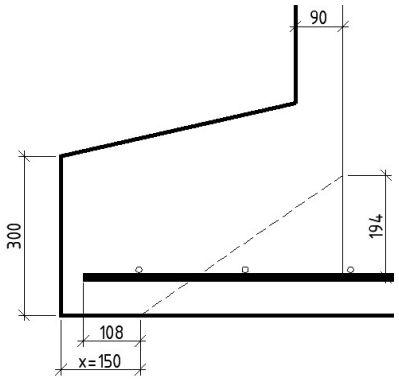
$$l_b > max(0{,}3l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\ mm)$$

Tiesių strypų pagrindinis inkaravimo ilgis $l_{b,rqd}$, atlaikantis armatūros įtempius σ_{sd}, apskaičiuojamas lentelėje.

ø	A	σ_{sd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{bd}	$l_{b,rqd}$
mm	*mm²*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*mm*
12	113	26,6	30	1,35	2,13	37,5

$$l_b > \max(11{,}3; 120; 100;) = 120\ mm.$$

Pamato P15.15.17 plokštės armatūros inkaravimo ilgis apskaičiuojamas grafiškai:



4.8 pav. Pamato P15.15.17 plokštės armatūros inkaravimo ilgis

Armatūros inkaravimo ilgis $108mm < l_b = 120mm$. Sąlyga neišpildyta todėl armatūros strypai užlenkiami.

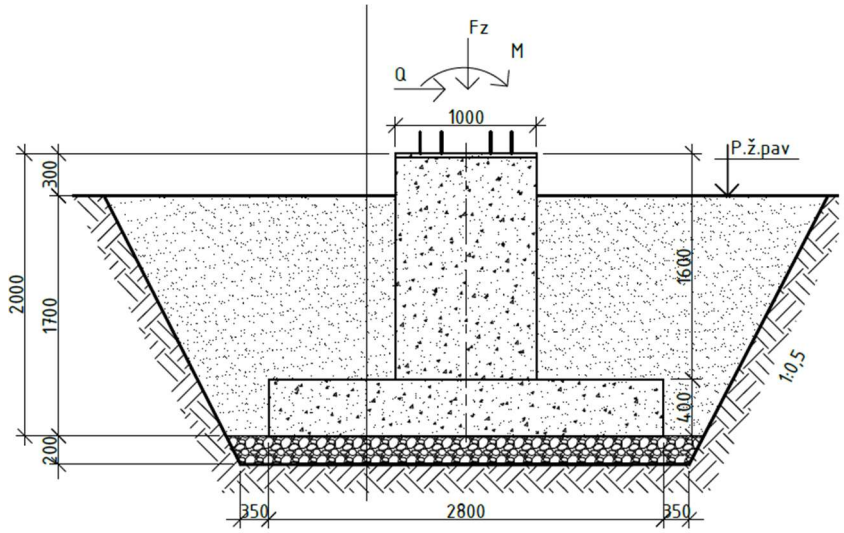
4.6. Pamato P15.15.17 skaičiavimo išvados

1. Pamato pagrindo laikomoji galia pakankama. Maksimalus išnaudojimas 9,9 %.
2. Pamato maksimalus nuosėdis – 0,0 mm, santykinis posvyris 0,007*10^-3.
3. Pamato plokštė armuojama dviem armatūros Ø12/Ø12/200/200 B500B tinklais. Armuoto skerspjūvio laikomosios galios išnaudojimas 64,0 %. Skersinė armatūra pagal skaičiavimus nebūtina, todėl priimama remiantis konstrukciniais reikalavimais.
4. Pamato stulpelis armuojamas 12 vnt. išilginiais armatūros Ø16 B500B strypais ir Ø6 B500B kas 250 mm skersinės armatūros lankstiniais. Laikomosios galios išnaudojimas 6,2 %. Betono plyšio plotis – 0,033 mm < 0,3mm.
5. Pamato plokštės armatūros inkaravimo ilgis nėra pakankamas, todėl armatūros strypai užlenkiami.

5. PAMATO P28.28.20 SKAIČIAVIMAI (ATRAMA A.400)

5.1. Pamato aprašymas

Skaičiuojamas gelžbetoninis surenkamas pamatas P28.28.20.



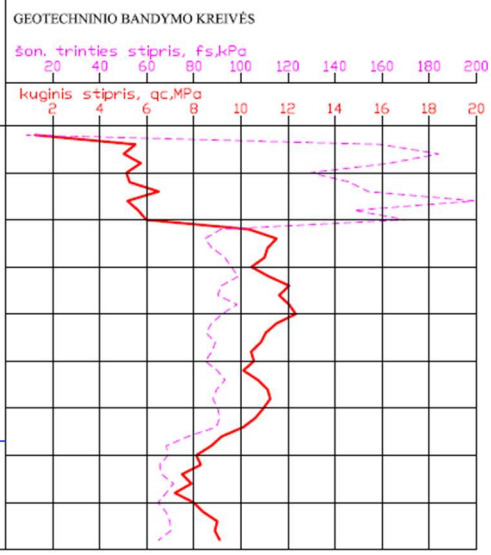
4.1 pav. Pamato geometrija

5.2. Pagrindo aprašymas

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 1.

LITOLOGINIS STULPELIS
GRĘŽINIO/CPT NR. 1
ABS. AUKŠTIS, m: 81,80

GEOLOGINIS INDEKSAS	IGS NR.	GYLIS NUO ŽEMĖS PAV., M	SLUOKSNIO STORIS, M	SLUOKSNIO PADO ABS. AUKŠTIS, M	GRUNTO APRAŠYMAS	qc, MPa	fs, kPa
dIV	1	0,2	0,2	81,60	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis, smulkus, tamsiai rudas, mažai drėgnas (dSaMg)	1,25	8,96
gIIIbl	2	2,0	1,8	79,80	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, rudas, su žvirgždu, su smėlio priemaiša, labai standus, labai stiprus (saCIk)	5,56	161,56
lgIIIbl	3	6,5	4,5	75,30	Mažai dulkingas molingas geral įrČiašuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, mažai drėgnas, drėgnas, tankus (SaFW)	11,05	90,50
	4	9,0	2,5	72,80	Silpnai įrČiašuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, drėgnas, nuo 6,7 m vandeningas, vidutinio tankumo (SaP)	8,41	68,45

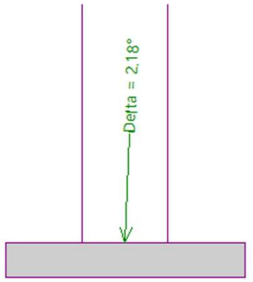


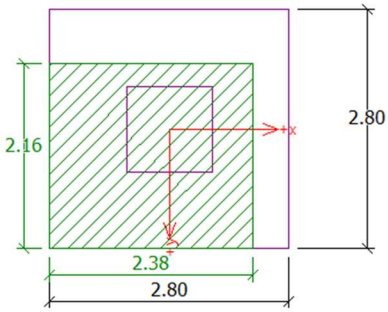
5.2 pav. Gruntų duomenys

5.3. Pamato pagrindo skaičiavimas

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
390/ 32 (C)	**0.373>>**	-1.000	14.691	12.478	2.227	0.041
390/ 19 (C)	**-8.984<<**	-10.622	10.910	97.606	-62.042	-0.250
390/ 32 (C)	0.373	**-1.000>>**	14.691	12.478	2.227	0.041
390/ 17 (C)	-0.666	**-11.697<<**	14.478	106.647	-7.364	-0.323
390/ 20 (C)	-0.738	-2.842	**17.054>>**	35.359	-8.310	-0.090
390/ 19 (C)	-8.984	-10.622	**10.910<<**	97.606	-62.042	-0.250
390/ 17 (C)	-0.666	-11.697	14.478	**106.647>>**	-7.364	-0.323
390/ 32 (C)	0.373	-1.000	14.691	**12.478<<**	2.227	0.041
390/ 32 (C)	0.373	-1.000	14.691	12.478	**2.227>>**	0.041
390/ 19 (C)	-8.984	-10.622	10.910	97.606	**-62.042<<**	-0.250
390/ 32 (C)	0.373	-1.000	14.691	12.478	2.227	**0.041>>**
390/ 17 (C)	-0.666	-11.697	14.478	106.647	-7.364	**-0.323<<**
391/ 31 (C)	**-0.217>>**	-1.189	15.764	14.872	-0.552	-0.028
391/ 19 (C)	**-9.344<<**	-10.814	19.935	100.885	-63.102	0.106
391/ 32 (C)	-1.106	**-1.016>>**	15.699	12.645	-8.844	0.117
391/ 17 (C)	-1.112	**-11.983<<**	16.367	111.429	-8.729	0.080
391/ 19 (C)	-9.344	-10.814	**19.935>>**	100.885	-63.102	0.106
391/ 32 (C)	-1.106	-1.016	**15.699<<**	12.645	-8.844	0.117
391/ 17 (C)	-1.112	-11.983	16.367	**111.429>>**	-8.729	0.080
391/ 32 (C)	-1.106	-1.016	15.699	**12.645<<**	-8.844	0.117
391/ 31 (C)	-0.217	-1.189	15.764	14.872	**-0.552>>**	-0.028
391/ 19 (C)	-9.344	-10.814	19.935	100.885	**-63.102<<**	0.106
391/ 24 (C)	-3.605	-5.281	19.654	56.843	-25.660	**0.118>>**
391/ 31 (C)	-0.217	-1.189	15.764	14.872	-0.552	**-0.028<<**

5.3 pav. Apkrovos





Verification of spread footing bearing capacity
Vertical bearing capacity check
Shape of contact stress : rectangle
Most unfavorable load case No. 2. (MaxMxy skaiciuotine)

Design bearing capacity of found. soil R_d = 113.79 kPa
Extreme contact stress σ = 72.87 kPa
Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

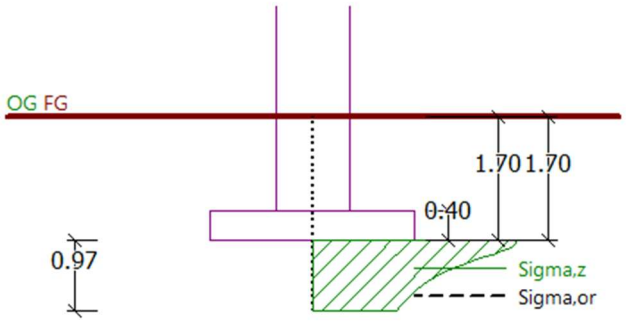
Verification of load eccentricity
Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.100<0.333
Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.168<0.333
Max. overall eccentricity e_t = 0.180<0.333
Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check
Most unfavorable load case No. 2. (MaxMxy skaiciuotine)

Horizontal bearing capacity R_{dh} = 473.43 kN
Extreme horizontal force H = 14.25 kN
Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

5.4 pav. Pagrindo laikomoji galia



Settlement and rotation of foundation - results

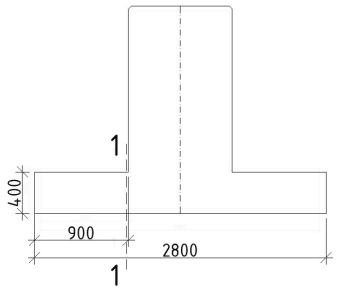
Foundation stiffness:
Average modulus of deformation E_{def} = 46.54 MPa
Foundation in the longitudinal direction is rigid (k=2.07)
Foundation in the direction of width is rigid (k=2.07)

Verification of load eccentricity
Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.078<0.333
Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.132<0.333
Max. overall eccentricity e_t = 0.141<0.333
Eccentricity of load is SATISFACTORY

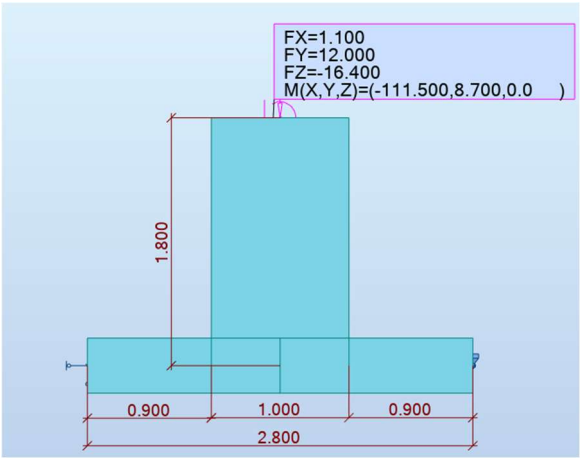
Overall settlement and rotation of foundation:
Foundation settlement = 0.1 mm
Depth of influence zone = 0.97 m
Rotation in direction of x = 0.019 (tan*1000); (1.1E-03 °)
Rotation in direction of y = 0.056 (tan*1000); (3.2E-03 °)

5.5 pav. Pamato nuosėdis ir posvyris

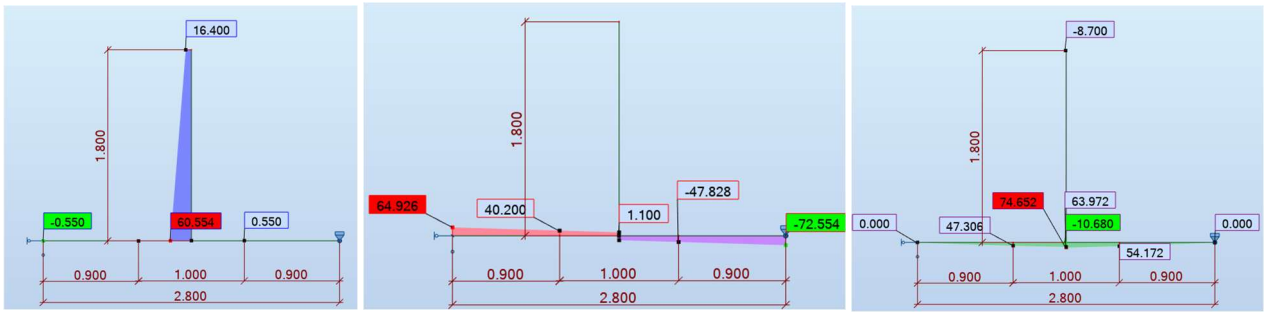
5.4. Pamato P28.28.20 plokštės armavimo skaičiavimas



5.6 pav. Skaičiuojamasis pamato plokštės skerspjūvis 1-1



5.7 pav. Skaičiuojamasis modelis įrąžoms pjūvyje 1-1apskaičiuoti



5.8 pav. Ašinių, skersinių jėgų ir lenkimo momentų reikšmės

Standard

Standard **EN 1992-1-1/Default EC**.

Concrete compressive strength : α_{cc} = 0.9

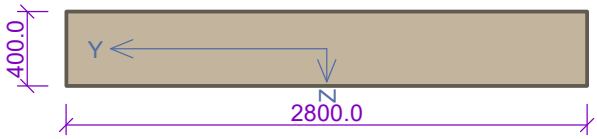
1 Armatūros tikrinimas

1.1 Input data

Member type: slab

Environment: XC2

Cross-section



Materials

Concrete: C 30/37

f_{ck} = 30.0 MPa; f_{ctm} = 2.9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa

Longitudinal steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Transverse steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Internal forces - basic design (ULS)

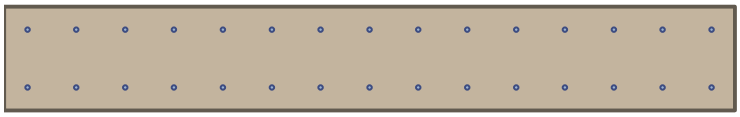
no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
1	ULS	0.60	55.00	0.00	-48.00	0.00	0.00	1.0

Internal forces - quasi-permanent (SLS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	SLS	0.50	43.00	0.00

Longitudinal reinf.

Count	Profile [mm]	Cover [mm]	Position
15	16	81.0	upper reinforcement
15	16	81.0	bottom reinforcement



15x16-cov.81.0

15x16-cov.81.0

Reinforcement in compression not considered.

Shear reinf.

Section without shear reinforcement.

Minimum cover

81.0 mm (cust.)

1.2 Results

Check of min and max reinforcement level

Slab (reinforcement in tension - min, total reinforcement - max):

$\rho_{s,t}$ = 0.00346 ≥ $\rho_{s,min}$ = 0.00151 ⇒ **Pass**

ρ_s = 0.00539 ≤ $\rho_{s,max}$ = 0.04 ⇒ **Pass**

Check of ultimate limit state

no.	Name	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Utilization [%]	Analysis
1	ULS	0.60	55.00	0.00	-48.00	0.00	12.2	Pass
		2810.42	452.36	0.00	-410.81	0.00		

Ultimate limit state PASS - 12.2 %

Check of serviceability limit state

Crack width restriction limit state

no.	Name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	Δε [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Utilization [%]	Analysis
1	SLS	0.50	43.00	0.00	143.10^{-6}	0.780	0.112	37.3	Pass
Max allowed width w_{max}							0.300		

Serviceability limit state PASS - 37.3 %

Overall check - Cross-section PASS
Utilization: 37.3 %

5.5. Pamato P28.28.20 stulpelio skerspjūvio laikomosios galios skaičiavimas

Standard

Standard **EN 1992-1-1/Default EC**.

Concrete capacity - basic load combination	:	γ_C	= 1.5
Reinforcement capacity - basic load combination	:	γ_S	= 1.15
Concrete capacity - accidental load combination	:	γ_C	= 1.2
Reinforcement capacity - accidental load combination	:	γ_S	= 1.0
Modulus of elasticity of concrete	:	γ_{cE}	= 1.2
Concrete compressive strength	:	α_{cc}	= 0.9
Concrete tensile strength	:	α_{ct}	= 1.0

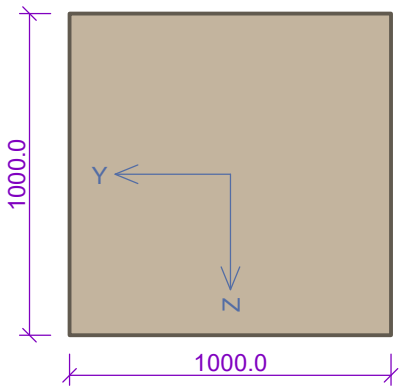
1 P28.28.20

1.1 Input data

Member type: column

Environment: XC2

Cross-section



Materials

Concrete: C 30/37

f_{ck} = 30.0 MPa; f_{ctm} = 2.9 MPa; E_{cm} = 33000 MPa

Longitudinal steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Transverse steel: B500B

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Internal forces - basic design (ULS)

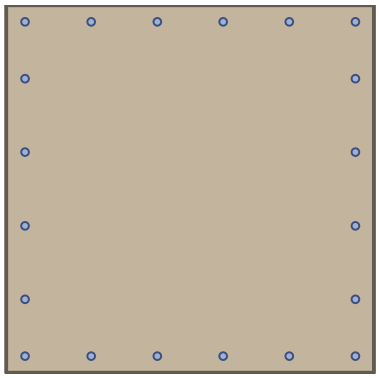
no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
1	MaxMx sk	-16.40	10.10	127.00	-1.11	12.00	0.00	1.0

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
2	MaxMxy sk	-20.00	75.20	115.00	-9.30	10.80	0.00	1.0

Internal forces - quasi-permanent (SLS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	MaxMx ch	-12.20	8.00	98.00
2	MaxMxy ch	-14.90	57.90	88.40

Longitudinal reinf.



Reinforcement in compression considered.

Shear reinf.

Boundary stirrups
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm

Ties, inner stirrups vertical
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Ties, inner stirrups horizontal
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Minimum cover

Structural class: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(6; 25; 10) = 25$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + \varnothing_s = 25 + 10 + 6 = 41$ mm

1.2 Results

Check of min and max reinforcement level

Column (total reinforcement):

$\rho_s = 0.00628 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$ **Pass**

$\rho_s = 0.00628 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Pass**

Check stirrup principles

Min stirrup diameter d = 6 mm ≤ 6 mm ⇒ **Pass**

Max stirrup spacing $s_{cl,max}$ = 400.0 mm ≥ 250.0 mm ⇒ **Pass**

Check of ultimate limit state

no.	Name	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Utilization [%]	Analysis
1	MaxMxy sk	-20.00	75.20	115.00	-9.30	10.80	10.3	Pass
		-20513.27	730.35	1116.87	-433.00	502.84		

Ultimate limit state PASS - 10.3 %

Check of serviceability limit state

Crack width restriction limit state

no.	Name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	Δε [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Utilization [%]	Analysis
1	MaxMx ch	-12.20	8.00	98.00	114.10^{-6}	0.622	0.070	23.4	Pass
Max allowed width w_{max}							0.300		

Serviceability limit state PASS - 23.4 %

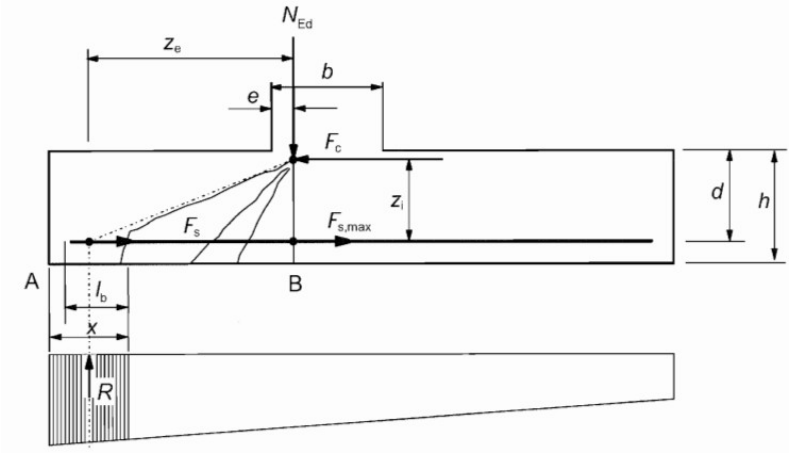
Overall check - Cross-section PASS

Utilization: 23.4 %

5.6. Pamato P28.28.20 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas

Atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius, pamato plokštės armatūrą veikianti tempiamoji jėga, kuri turi būti išlaikyta inkaruojant, apskaičiuojama pagal šią lygtį:

$$F_s = Rz_e/z_i$$



4.7 pav. Tempiamosios jėgos modelis atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius

Pradiniai duomenys ir jėgos F_s apskaičiavimo rezultatai pateikti letelėje.

d	**b**	**h**	**σ**	**B**	**n**	**e**	**x**	**R**	z_e	z_i	F_s
mm	*m*	*m*	*kPa*	*m*	*vnt.*	*m*	*m*	*kN*	*m*	*m*	*kN*
312	1,0	0,4	73	2,8	15	0,15	0,2	40,88	0,95	0,28	9,22

Reikiamas tiesių strypų inkaravimo atkarpos ilgis l_b, pažymėtas paveiksle, apskaičiuojamas iš sąlygos:

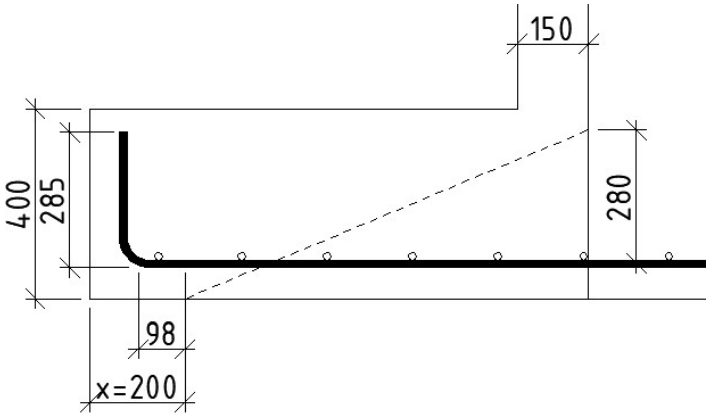
$$l_b > max(0{,}3l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\ mm)$$

Tiesių strypų pagrindinis inkaravimo ilgis $l_{b,rqd}$, atlaikantis armatūros įtempius σ_{sd}, apskaičiuojamas lentelėje.

ø	**A**	σ_{sd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{bd}	$l_{b,rqd}$
mm	*mm²*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*mm*
16	200,96	45,9	30	1,35	2,13	64,7

$$l_b > \max(19{,}4; 160; 100;) = 160\ mm.$$

Pamato P28.28.20 plokštės armatūros inkaravimo ilgis apskaičiuojamas grafiškai:



Pamato P28.28.20 plokštės armatūros inkaravimo ilgis

Armatūros inkaravimo ilgis $383mm > l_b = 160mm$. Sąlyga išpildyta.

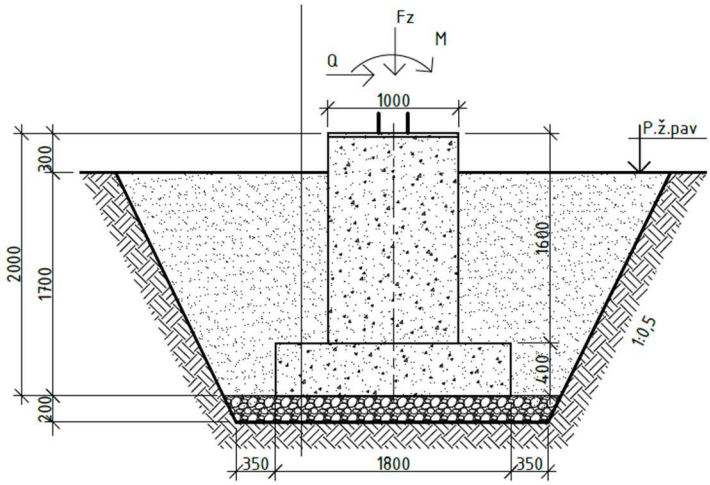
5.7. Pamato P28.28.20 skaičiavimo išvados

6. Pamato pagrindo laikomoji galia pakankama. Maksimalus išnaudojimas 64,0 %.
7. Pamato maksimalus nuosėdis – 0,1 mm, santykinis posvyris 0,056*10^-3.
8. Pamato plokštė armuojama dviem armatūros Ø16/Ø16/200/200 B500B tinklais. Armuoto skerspjūvio laikomosios galios išnaudojimas 37,3 %.
9. Pamato stulpelis armuojamas 20 vnt. išilginiais armatūros Ø20 B500B strypais ir Ø6 B500B kas 250 mm skersinės armatūros lankstiniais. Laikomosios galios išnaudojimas 10,3 %. Betono plyšio plotis – 0,07 mm < 0,3mm.
10. Pamato plokštės armatūros inkaravimo ilgis pakankamas.

6. PAMATO P18.18.20 SKAIČIAVIMAI

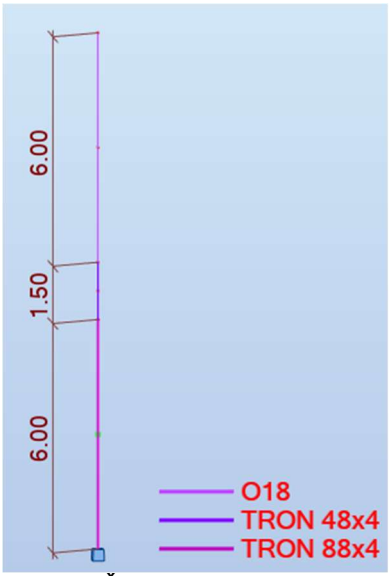
6.1. Pamato aprašymas

Skaičiuojamas gelžbetoninis surenkamas pamatas P18.18.20.



6.1 pav. Pamato geometrija

Žaibolaidžio konstrukcijos skaičiuojamoji schema pavaizduota paveiksle žemiau:



6.2 pav. Žaibolaidžio konstrukcija

Vėjo jėga apskaičiuojama pagal formulę:

$$F_w = c_s c_d c_f q_p(z_e) A_{ref}$$

čia:

$c_s c_d$ – konstrukcinis koeficientas;

c_f – konstrukcijos jėgos koeficientas;

$q_p(z_e)$ – viršūninio greičio slėgis;

A_{ref} – konstrukcijos atskaitos plotas.

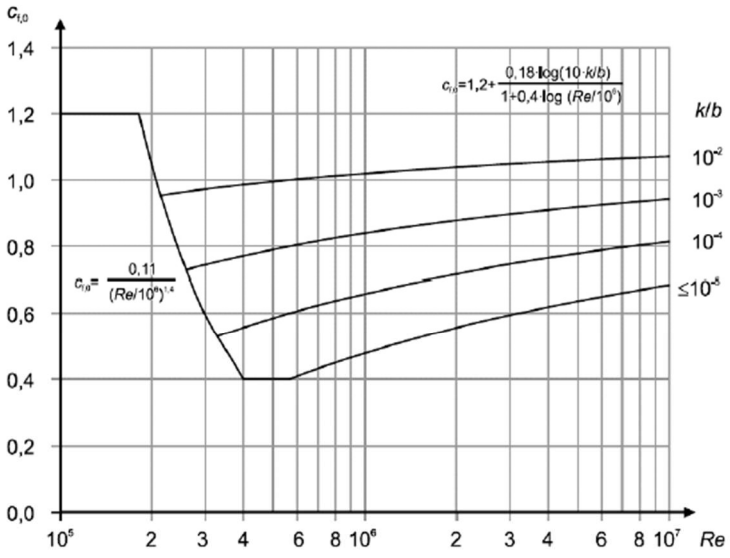
Konstrukciniam koeficientui nustatyti naudojama formulė:

$$c_s c_d = \frac{1 + 2k_p l_v(z_s)\sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7l_v(z_s)}$$

Konstrukcijos jėgos koeficientui nustatyti naudojama formulė:

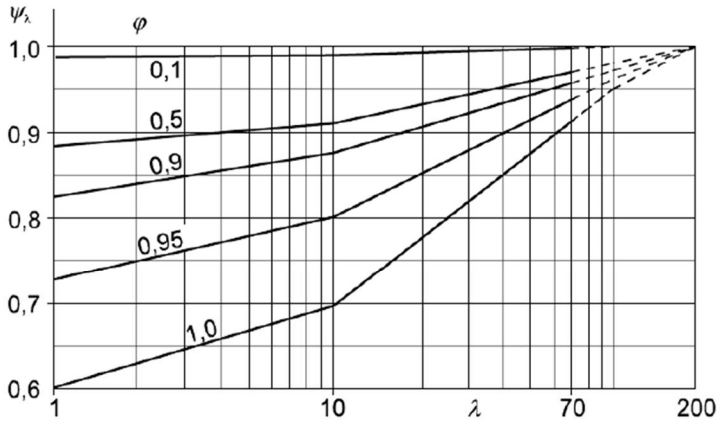
$$c_f = c_{f.0}\psi_\lambda$$

Baigtinio apvaliojo cilindro jegos koeficientas nustatomas naudojantis grafiku:



7.28 paveikslas. Apvaliųjų cilindrų be laisvojo galo tėkmės ir skirtingo ekvivalentiškojo šiurkštumo *k*/*b* jėgos koeficientas $c_{f,0}$

Galinio efekto koeficientas randamas iš grafiko
:



7.36 paveikslas. Galinio efekto koeficiento ψ_λ būdingosios reikšmės, atsižvelgiant į vientisumo santykį φ liaunio λ atžvilgiu

Viršūninio vėjo greičio slėgiui nustatyti naudojama formulė:

$$q_p(z) = (1 + 7l_v(z))\frac{1}{2}\rho v_m^2(z)$$

Priimama, kad statinys yra antroje vėjo zonoje, kur vėjo greitis 24 m/s. Vietovės kategorija – II.

Lentelėje pateikiami vėjo apkrovos rezultatai:

z, m	L, m	Ø, mm	z_f, m	$F_{w,k}(z)$, kN	γ	$F_{w,d}(z)$, kN
6,3	6	88	3,15	**0,583**	1,3	**0,758**
7,8	1,5	48	7,05	**0,424**	1,3	**0,551**
13,8	6	18	10,8	**0,159**	1,3	**0,207**

Atraminės reakcijos į pamatą:

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 4	**-1.17>>**	0.0	0.67	0.0	-6.98	0.0
1/ 3	**-1.52<<**	0.0	0.91	0.0	-10.26	0.0
1/ 3	-1.52	**0.0>>**	0.91	0.0	-10.26	0.0
1/ 3	-1.52	**0.0<<**	0.91	0.0	-10.26	0.0
1/ 3	-1.52	0.0	**0.91>>**	0.0	-10.26	0.0
1/ 4	-1.17	0.0	**0.67<<**	0.0	-6.98	0.0
1/ 3	-1.52	0.0	0.91	**0.0>>**	-10.26	0.0
1/ 3	-1.52	0.0	0.91	**0.0<<**	-10.26	0.0
1/ 4	-1.17	0.0	0.67	0.0	**-6.98>>**	0.0
1/ 3	-1.52	0.0	0.91	0.0	**-10.26<<**	0.0
1/ 3	-1.52	0.0	0.91	0.0	-10.26	**0.0>>**
1/ 3	-1.52	0.0	0.91	0.0	-10.26	**0.0<<**

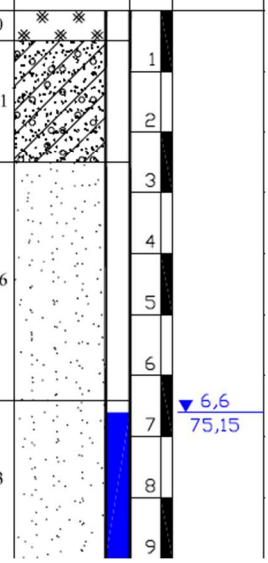
6.3 pav. Atraminės reakcijos

6.2. Pagrindo aprašymas

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 3.

GRĘŽINIO/CPT NR. 3
ABS. AUKŠTIS, m: 81,75

GEOLOGINIS INDEKSAS	IGS NR.	GYLIS NUO ŽEMĖS PAV., M	SLUOKSNIO STORIS, M	SLUOKSNIO PADO ABS. AUKŠTIS, M	GRUNTO APRAŠYMAS	qc, MPa	fs, kPa
tIV	1	0,5	0,5	81,25	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis, smulkus, tamsiai rudas, mažai drėgnas, drėgnas (siSaMg)	2,58	19,70
gIIIbl	2	2,5	2,0	79,25	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, rudas, su žvirgždu, su smėlio priemaiša, labai standus, labai stiprus (saCIL)	5,97	149,91
lgIIIbl	3	6,4	3,9	75,35	Mažai dulkingas molingas geral išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, mažai drėgnas, drėgnas, tankus (SaFW)	12,78	111,56
	4	9,0	2,6	72,75	Biogal išrūšiuotas smėlis, vidutinio rupumo, šviesiai geltonas, drėgnas, nuo 6,6 m vandeningas, vidutinio tankumo (SaP)	7,83	58,53



6.4 pav. Gruntų duomenys

6.3. Pamato pagrindo ir plokštės armatūros skaičiavimas

Spread footing verification

Settings

EN 1997 - DA1 LTU

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)

Coefficients EN 1992-1-1 : user-defined

Article 3.1.6 : $\alpha_{cc} = 0.90$

Settlement

Analysis method : Analysis using oedometric modulus

Restriction of influence zone : by percentage of Sigma,Or

Coeff. of restriction of influence zone : 10.0 [%]

Spread Footing

Verification methodology : according to EN 1997

Analysis for undrained conditions : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Analysis of uplift : Standard

Allowable eccentricity : 0.333

Design approach : 1 - reduction of actions and soil parameters

Partial factors on actions (A)							
Permanent design situation							
		Combination 1				Combination 2	
		Unfavourable		Favourable		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1.35	[–]	1.00	[–]	1.00	[–]	1.00	[–]

Partial factors for soil parameters (M)					
Permanent design situation					
		Combination 1		Combination 2	
Partial factor on internal friction :	γ_ϕ =	1.00	[–]	1.25	[–]
Partial factor on effective cohesion :	γ_c =	1.00	[–]	1.25	[–]
Partial factor on undrained shear strength :	γ_{cu} =	1.00	[–]	1.40	[–]
Partial factor on unconfined strength :	γ_v =	1.00	[–]	1.40	[–]

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_u [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	1. Technogeninis		29.00	0.01	18.30	10.00	
2	2. Molis, l. stiprus		27.00	100.00	21.90	12.38	
3	3. Smėlis, tankus		37.00	0.01	17.26	10.11	
4	4. Smėlis, vid. tankumo		36.00	0.01	19.30	10.11	

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters

1. Technogeninis

Unit weight : γ = 18.30 kN/m^3

Cohesion of soil : c_u = 0.01 kPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Deformation modulus : E_{def} = 2.04 MPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.00 kN/m^3

2. Molis, l. stiprus

Unit weight : γ = 21.90 kN/m^3

Cohesion of soil : c_u = 100.00 kPa

Poisson's ratio : v = 0.49

Deformation modulus : E_{def} = 48.50 MPa

Poisson's ratio : v = 0.49

Saturated unit weight : γ_{sat} = 22.38 kN/m^3

3. Smėlis, tankus

Unit weight : γ = 17.26 kN/m^3

Cohesion of soil : c_u = 0.01 kPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Deformation modulus : E_{def} = 45.23 MPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.11 kN/m^3

4. Smėlis, vid. tankumo

Unit weight : γ = 19.30 kN/m^3

Cohesion of soil : c_u = 0.01 kPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Deformation modulus : E_{def} = 34.32 MPa

Poisson's ratio : v = 0.30

Saturated unit weight : γ_{sat} = 20.11 kN/m^3

Foundation

Foundation type: centric spread footing

Depth from original ground surface h_z = 1.70 m

Depth of footing bottom d = 1.70 m

Foundation thickness t = 0.40 m

Overburden

Type: from geological profile

Geometry of structure

Foundation type: centric spread footing

Spread footing length x = 1.80 m

Spread footing width y = 1.80 m

Column shape rectangle

Column width in the direction of x c_x = 1.00 m

Column width in the direction of y c_y = 1.00 m

Spread footing volume = 1.30 m^3

Volume of excavation = 5.51 m^3

Volume of fill = 2.91 m^3

Material of structure

Unit weight γ = 23.00 kN/m^3

Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete: C 30/37

Cylinder compressive strength f_{ck} = 30.00 MPa

Tensile strength f_{ctm} = 2.90 MPa

Elasticity modulus E_{cm} = 33000.00 MPa

Longitudinal reinforcement: B500B

Yield strength f_{yk} = 500.00 MPa

Transverse reinforcement: B500B

Yield strength f_{yk} = 500.00 MPa

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	0.50	0.00 .. 0.50	1. Technogeninis	
2	2.00	0.50 .. 2.50	2. Molis, l. stiprus	
3	3.90	2.50 .. 6.40	3. Smėlis, tankus	
4	2.60	6.40 .. 9.00	4. Smėlis, vid. tankumo	
5	-	9.00 .. ∞	4. Smėlis, vid. tankumo	

Load

No.	Load new	Load change	Name	Type	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	Yes		Skaiciuotine	Design	0.91	12.24	0.00	0.00	1.52
2	Yes		Charakteristine	Service	0.67	8.50	0.00	0.00	1.17

Ground water table

The ground water table is at a depth of 6.60 m from the original terrain.

Global settings

Type of analysis : analysis for undrained conditions

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Verification No. 1

Load case verification

Name	Self w. in favor	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Utilization [%]	Is satisfactory
Skaiciuotine	Yes	0.00	-0.14	33.43	369.64	9.04	Yes
Skaiciuotine	No	0.00	-0.10	42.97	371.97	11.55	Yes
Charakteristine	Yes	0.00	-0.10	31.59	276.05	11.44	Yes
Charakteristine	No	0.00	-0.10	31.59	276.05	11.44	Yes

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Computed weight of spread footing G = 40.24 kN

Computed weight of overburden Z = 81.93 kN

Vertical bearing capacity check

Shape of contact stress : rectangle
Most unfavorable load case No. 1. (Skaiciuotine)

Parameters of slip surface below foundation:
Depth of slip surface z_{sp} = 1.27 m

Length of slip surface l_{sp} = 2.70 m

Design bearing capacity of found. soil R_d = 371.97 kPa

Extreme contact stress σ = 42.97 kPa

Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.000<0.333

Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.078<0.333

Max. overall eccentricity e_t = 0.078<0.333

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check

Most unfavorable load case No. 1. (Skaiciuotine)

Earth resistance: at rest
Design magnitude of earth resistance S_{pd} = 21.48 kN

Horizontal bearing capacity R_{dh} = 294.88 kN

Extreme horizontal force H = 1.52 kN

Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

Verification No. 1

Settlement and rotation of foundation - input data

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.
Analysis carried out with accounting for coefficient κ_1 (influence of foundation depth).
Stress at the footing bottom considered from the finished grade.
Computed weight of spread footing G = 29.81 kN

Computed weight of overburden Z = 60.69 kN

Settlement of mid point of edge x - 1 = 0.0 mm

Settlement of mid point of edge x - 2 = 0.0 mm

Settlement of mid point of edge y - 1 = 0.0 mm

Settlement of mid point of edge y - 2 = 0.0 mm

Settlement of foundation center point = 0.0 mm

Settlement of characteristic point = 0.0 mm

(1-max.compressed edge; 2-min.compressed edge)

Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:

Computed weighted average modulus of deformation E_{def} = 48.50 MPa

Foundation in the longitudinal direction is rigid (k=7.47)

Foundation in the direction of width is rigid (k=7.47)

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length e_x = 0.000<0.333

Max. eccentricity in direction of base width e_y = 0.055<0.333

Max. overall eccentricity e_t = 0.055<0.333

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Overall settlement and rotation of foundation:

Foundation settlement = 0.0 mm

Depth of influence zone = 0.01 m

Rotation in direction of x = 0.000 (tan*1000); (0.0E+00 °)

Rotation in direction of y = 0.000 (tan*1000); (0.0E+00 °)

Dimensioning No. 1

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Verification of longitudinal reinforcement of foundation in the direction of x

9 prof. 12.0 mm, cover 70.0 mm

Cross-section width = 1.80 m

Cross-section depth = 0.40 m

Reinforcement ratio ρ = 0.17 % > 0.15 % = ρ_{min}

Position of neutral axis x = 0.02 m < 0.20 m = x_{max}

Ultimate moment M_{Rd} = 140.37 kNm > 2.74 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Verification of longitudinal reinforcement of foundation in the direction of y

9 prof. 12.0 mm, cover 82.0 mm
Cross-section width = 1.80 m

Cross-section depth = 0.40 m

Reinforcement ratio ρ = 0.18 % > 0.15 % = ρ_{min}

Position of neutral axis x = 0.02 m < 0.19 m = x_{max}

Ultimate moment M_{Rd} = 135.05 kNm > 3.83 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Spread footing for punching shear failure check

Column normal force = 0.91 kN

Maximum resistance at the column perimeter

Force transferred into found. soil = 0.28 kN

Force transferred by shear strength of foundation = 0.63 kN

Considered column perimeter u_0 = 4.00 m

Shear stress at the column perimeter $v_{Ed,max}$ = 0.00 MPa

Resistance at the column perimeter $v_{Rd,max}$ = 3.80 MPa

Critical section without shear reinforcement

Force transferred into found. soil = 0.48 kN

Force transferred by shear strength of foundation = 0.43 kN

Distance of section from the column = 0.16 m

Section perimeter u = 5.00 m

Shear stress at section v_{Ed} = 0.00 MPa

Shear resistance of section without shear reinforcement $v_{Rd,c}$ = 1.84 MPa

$v_{Ed} < v_{Rd,c}$ => Reinforcement is not required

Spread footing for punching shear is SATISFACTORY

6.4. Pamato P18.18.20 stulpelio armavimo skaičiavimas

Standard

Standard **EN 1992-1-1/Default EC**.

Concrete capacity - basic load combination	:	γ_C	= 1.5
Reinforcement capacity - basic load combination	:	γ_S	= 1.15
Concrete capacity - accidental load combination	:	γ_C	= 1.2
Reinforcement capacity - accidental load combination	:	γ_S	= 1.0
Modulus of elasticity of concrete	:	γ_{cE}	= 1.2
Concrete compressive strength	:	α_{cc}	= 0.9
Concrete tensile strength	:	α_{ct}	= 1.0

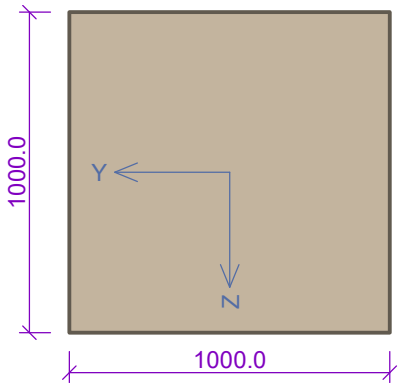
1 P18.18.20

1.1 Input data

Member type: column

Environment: XC2

Cross-section



Materials

Concrete: C 30/37

Cylinder compressive strength	f_{ck}	=	30.0	MPa
Tensile strength	f_{ctm}	=	2.9	MPa
Modulus of elasticity	E_{cm}	=	33000	MPa

Longitudinal steel: B500B

Yield strength	f_{yk}	=	500.0	MPa
Modulus of elasticity	E_s	=	200000	MPa

Transverse steel: B500B

Yield strength	f_{yk}	=	500.0	MPa
Modulus of elasticity	E_s	=	200000	MPa

Internal forces - basic design (ULS)

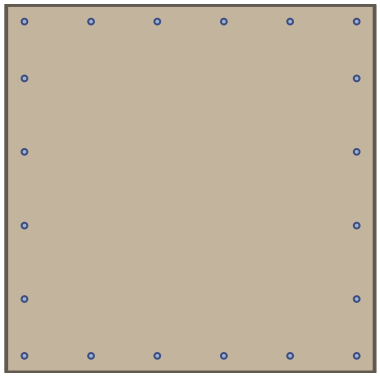
no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP coef. [-]
1	Skaičiuotinė	-0.91	10.26	0.00	1.52	0.00	0.00	1.0

Internal forces - quasi-permanent (SLS)

no.	Load name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]
1	Charakteristinė	-0.67	6.98	0.00

Longitudinal reinf.

Count	Profile [mm]	Cover [mm]	Position
6	16	37.0	upper reinforcement
2	16	192.0	upper reinforcement
2	16	392.0	upper reinforcement
6	16	37.0	bottom reinforcement
2	16	192.0	bottom reinforcement
2	16	392.0	bottom reinforcement



Longitudinal reinf. - details

Number	Y [mm]	Z [mm]	Profile [mm]
1	49.0	955.0	16
2	951.0	955.0	16
3	229.4	955.0	16
4	770.6	955.0	16
5	409.8	955.0	16
6	590.2	955.0	16
7	49.0	800.0	16
8	951.0	800.0	16
9	49.0	600.0	16

Number	Y [mm]	Z [mm]	Profile [mm]
10	951.0	600.0	16
11	49.0	45.0	16
12	951.0	45.0	16
13	229.4	45.0	16
14	770.6	45.0	16
15	409.8	45.0	16
16	590.2	45.0	16
17	49.0	200.0	16
18	951.0	200.0	16
19	49.0	400.0	16
20	951.0	400.0	16

Centre of coordinate system lies in lower left corner of section envelope

Reinforcement in compression considered.

Shear reinf.

Boundary stirrups
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm

Ties, inner stirrups vertical
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Ties, inner stirrups horizontal
Profile: 6 mm; Distance: 250.0 mm; Legs: 4

Minimum cover

Structural class: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(6; 25; 10) = 25$ mm

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + \varnothing_s = 25 + 10 + 6 = 41$ mm

1.2 Results

Ideal section
Proportion of reinf. to concrete stiffness: $\alpha_e = 6.061$
Cross-sectional area: $A = 1.02.10^6$ mm^2
Position of center of gravity (from left botom corner of section envelope):
$y_t = 500$ mm; $z_t = 500$ mm
Second moment of area:
$I_y = 86.8.10^9$ mm^4; $I_z = 86.7.10^9$ mm^4
First moment of area of reinforcement w.r.t. center of gravity of section:
$S_{y,s} = 0$ mm^4; $S_{z,s} = 0$ mm^4

Check of min and max reinforcement level

Column (total reinforcement):

$\rho_s = 0.00402 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$ **Pass**

$\rho_s = 0.00402 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Pass**

Check stirrup principles

Min stirrup diameter d = 6 mm ≤ 6 mm ⇒ **Pass**

Max stirrup spacing $s_{cl,max}$ = 320.0 mm ≥ 250.0 mm ⇒ **Pass**

Check of ultimate limit state

no.	Name	N_{Ed} / N_{Rd} [kN]	M_{Edy} / M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} / M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} / V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} / V_{Rdy} [kN]	Utilization [%]	Analysis
1	Skaičiuotinė	-0.91	10.26	0.00	1.52	0.00	1.2	Pass
		-19608.50	859.96	0.00	605.39	0.00		

Ultimate limit state PASS - 1.2 %

Check of serviceability limit state

Crack width restriction limit state

no.	Name	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	Δε [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Utilization [%]	Analysis
1	Charakteristinė	-0.67	6.98	0.00	$12.6.10^{-6}$	0.747	0.009	3.1	Pass
Max allowed width w_{max}							0.300		

Serviceability limit state PASS - 3.1 %

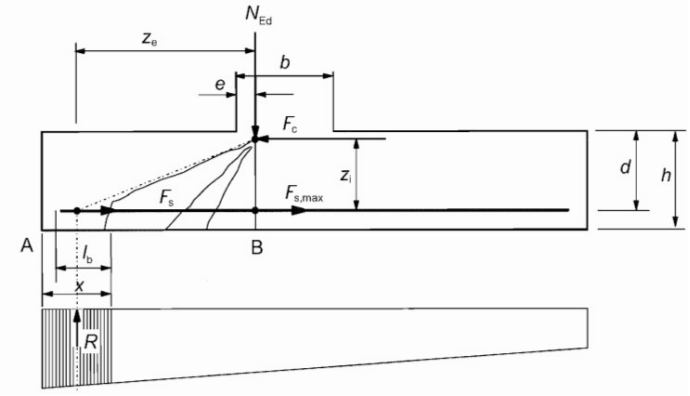
Overall check - Cross-section PASS

Utilization: 3.1 %

6.5. Pamato P18.18.20 plokštės armatūros inkaravimo skaičiavimas

Atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius, pamato plokštės armatūrą veikianti tempiamoji jėga, kuri turi būti išlaikyta inkaruojant, apskaičiuojama pagal šią lygtį:

$$F_s = Rz_e/z_i$$



Tempiamosios jėgos modelis atsižvelgiant į įstrižuosius plyšius

Pradiniai duomenys ir jėgos F_s apskaičiavimo rezultatai pateikti letelėje.

d	**b**	**h**	**σ**	**B**	**n**	**e**	**x**	**R**	z_e	z_i	F_s
mm	*m*	*m*	*kPa*	*m*	*vnt.*	*m*	*m*	*kN*	*m*	*m*	*kN*
313	1	0,4	43,0	1,8	9	0,15	0,2	15,5	0,45	0,28	2,75

Reikiamas tiesių strypų inkaravimo atkarpos ilgis l_b, pažymėtas paveiksle, apskaičiuojamas iš sąlygos:

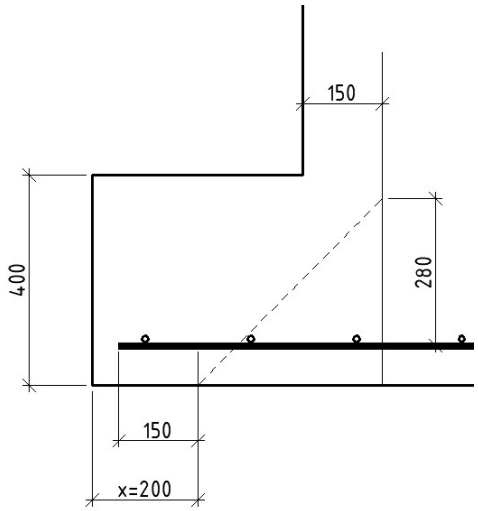
$$l_b > max(0{,}3l_{b,rqd}; 10\emptyset; 100\ mm)$$

Tiesių strypų pagrindinis inkaravimo ilgis $l_{b,rqd}$, atlaikantis armatūros įtempius σ_{sd}, apskaičiuojamas lentelėje.

ø	**A**	σ_{sd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{bd}	$l_{b,rqd}$
mm	*mm²*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*MPa*	*mm*
12	113	24,3	30	1,35	2,13	34,2

$$l_b > \max(10{,}3; 120; 100;) > 120\ mm.$$

Pamato P18.18.20 plokštės armatūros inkaravimo ilgis apskaičiuojamas grafiškai:



Pamato P18.18.20 plokštės armatūros inkaravimo ilgis

Armatūros inkaravimo ilgis $150mm > l_b = 120mm$. Sąlyga išpildyta.

6.6. Pamato P18.18.20 skaičiavimo išvados

11. Pamato pagrindo laikomoji galia pakankama. Maksimalus išnaudojimas 11,6 %.
12. Pamato maksimalus nuosėdis – 0,0 mm, santykinis posvyris 0,000*10^-3.
13. Pamato plokštė armuojama dviem armatūros Ø12/Ø12/200/200 B500B tinklais. Armuoto skerspjūvio laikomosios galios išnaudojimas 86,4 %. Skersinė armatūra pagal skaičiavimus nebūtina, todėl priimama remiantis konstrukciniais reikalavimais.
14. Pamato stulpelis armuojamas 20 vnt. išilginiais armatūros Ø16 B500B strypais ir Ø6 B500B kas 250 mm skersinės armatūros lankstiniais. Laikomosios galios išnaudojimas 1,2 %. Betono plyšio plotis – 0,009 mm < 0,3mm.
15. Pamato plokštės armatūros inkaravimo ilgis pakankamas.

7. PAMATŲ INKARINIŲ VARŽTŲ TIKRINIMO SKAIČIAVIMAI

Skaičiavimai atlikti A.102, A.113, A.400 ir A.301 pamatų inkariniams varžtams.

Designer:
Company:
Address:
Phone:
E-Mail:
Name:

Project:
Title: New Project
Location:
Contact Person:
Comments:
Design Norm: EN Eurocodes (without NA)
Unit system: SI

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Summary

Name	Stage	#	Load Case	Page No.	Max Utilization	Status
P12.12.17	Final	1	Mmax	3	38%	OK
	Final	2	Nmax	4	38%	OK

P12.12.17

Note:

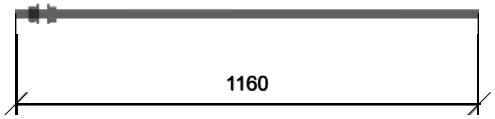
Number of Columns: 1

Peikko Products

Bolts: 4 x HPM24P

Totals

Product	Amount
HPM24P	4



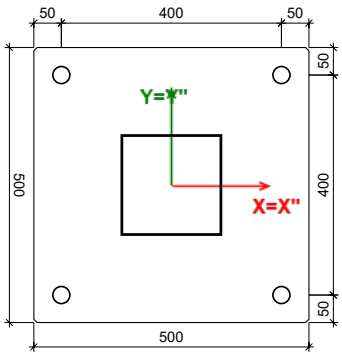
Bolt installation template: PPL24-4 400x400

Materials and Geometry

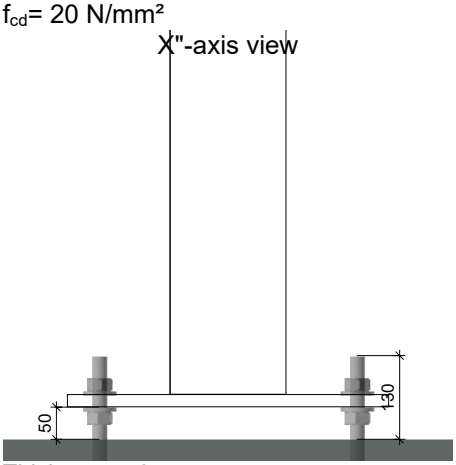
Column: 180x180

f_{cd}= 20 N/mm²

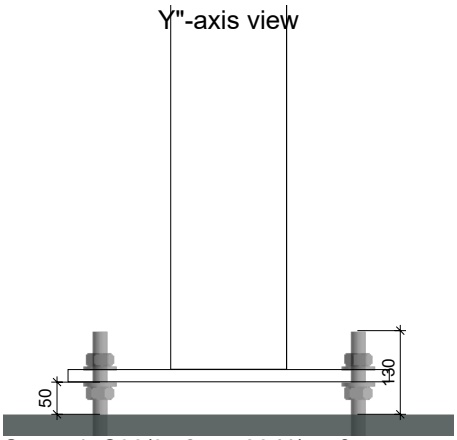
Plane View



X"-axis view



Y"-axis view



Grouting:

Thickness: 50 mm

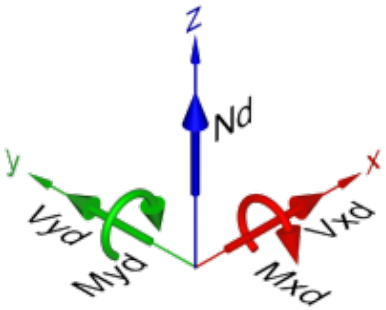
Strength C30/37 f_{cd} = 20 N/mm²

X; Y = local coordinate system of profile
X"; Y" = local coordinate system of anchors

Load Cases

NOTE: Loads are defined in the local coordinate system of the profile.

(Design loads)



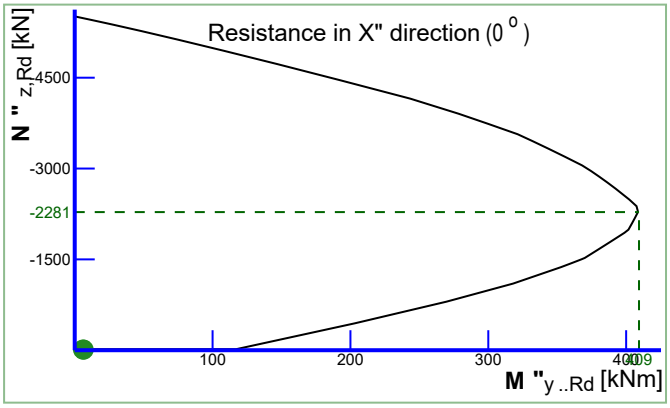
Final Stage

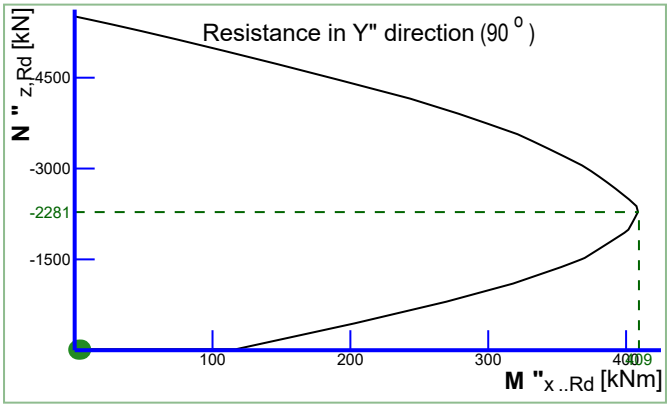
#	Name	N_d [kN]	M_{xd} [kNm]	M_{yd} [kNm]	V_{xd} [kN]	V_{yd} [kN]
1	Mmax	-9.6	2.6	6.5	2.4	-1.2
2	Nmax	-10.9	4.7	6.0	2.2	-1.2

Erection stage

No load case for this stage defined

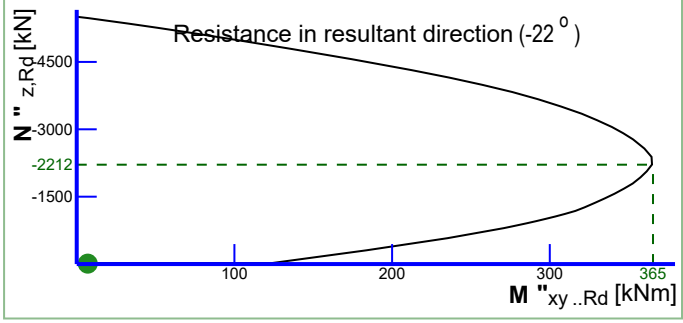
Resistance Diagrams



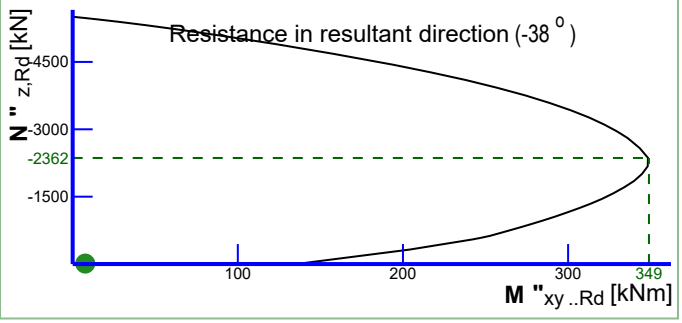


Resultant Diagrams per Load

Mmax : Nd=-9.6, Mxd=2.6, Myd=6.5, Vxd=2.4, Vyd=-1.2
(loads in coordinate system of profile)
Mmax : N"d=-9.6, M"xd=2.6, M"yd=6.5, V"xd=2.4, V"yd=-1.2
(loads in coordinate system of anchors)



Nmax : Nd=-10.9, Mxd=4.7, Myd=6.0, Vxd=2.2, Vyd=-1.2
(loads in coordinate system of profile)
Nmax : N"d=-10.9, M"xd=4.7, M"yd=6.0, V"xd=2.2, V"yd=-1.2
(loads in coordinate system of anchors)



Base Structure

Concrete	C30/37
Uncracked	Yes
Aggregate size	16 mm
Base column dimension X-axis direction (b)	600 mm
Base column dimension Y-axis direction (h)	600 mm
Height of Base column	1400 mm
Eccentricity of bolted column (e_x)	0 mm
Eccentricity of bolted column (e_y)	0 mm

Anchor Bolts Failure Verifications

Final Stage Bolts

Load Case #1 : Mmax : Nd=-9.6, Mxd=2.6, Myd=6.5, Vxd=2.4, Vyd=-1.2

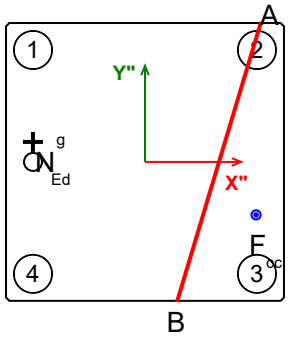
Steel Failure: Sufficient capacity

Concrete failure: Adequate splice length.

Concrete edge failure: Not calculated

Steel failure verification

Design value of normal compressive force in the column	$N_{c,Ed}$	-9,6	kN
Friction coefficient (between base plate and grout layer)	C_{fd}	0,2	
Joint friction resistance	$F_{f,Rd}$	1,92	kN
Resultant shear force	V_{sd}	2,66	kN
Resultant shear force taking account friction contribution	$V_{sd,f}$	0,74	kN



Neutral axis in (X"/Y") = A(208.2 / 250.0); B(55.9 / -250.0)
Resultant tension force in (X"/Y") = N^{g}_{Ed}(-200.0/36.7)
Resultant compression force (concrete) in (X"/Y") = F_{cc}(198.4/-94.6)

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Design tension resistance [kN]	Axial capacity usage [%]	Acting shear force [kN]	Design shear resistance [kN]	Shear capacity usage [%]	Interaction [%]
1	6.82	127.1	5.4	0.185	45.0	0.4	4.2
2	-0.121	127.1	0.1	0.185	45.0	0.4	n/r
3	-2.24	127.1	1.8	0.185	45.0	0.4	n/r
4	4.71	127.1	3.7	0.185	45.0	0.4	3.1

Anchorage By Splicing Adequate splice length.

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Required minimum area of stirrups [mm^2]	Actual area of stirrups [mm^2]	The stirrup confinement effectiveness factor α_3 [-]	Splice factor α_6 [-]	Required lap length [mm]	Current lap length [mm]	Usage of lap length [%]
1	6.82	16	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %
2	-0.121	0	402,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
3	-2.24	5	402,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
4	4.71	11	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %

Note 1: The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.

Note 2: Where factor [α3 < 1], the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.

Note 3: The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.

Note 4: Shear Load: Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !

Load Case #2 : Nmax : Nd=-10.9, Mxd=4.7, Myd=6.0, Vxd=2.2, Vyd=-1.2

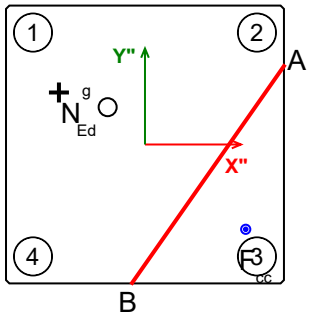
Steel Failure: Sufficient capacity

Concrete failure: Adequate splice length.

Concrete edge failure: Not calculated

Steel failure verification

Design value of normal compressive force in the column	$N_{c,Ed}$	-10,9	kN
Friction coefficient (between base plate and grout layer)	C_{fd}	0,2	
Joint friction resistance	$F_{f,Rd}$	2,18	kN
Resultant shear force	V_{sd}	2,51	kN
Resultant shear force taking account friction contribution	$V_{sd,f}$	0,33	kN



Neutral axis in (X"/Y") = A(250.0 / 141.4); B(-23.5 / -250.0)
Resultant tension force in (X"/Y") = N^{g}_{Ed}(-154.2/93.4)
Resultant compression force (concrete) in (X"/Y") = F_{cc}(179.9/-151.5)

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Design tension resistance [kN]	Axial capacity usage [%]	Acting shear force [kN]	Design shear resistance [kN]	Shear capacity usage [%]	Interaction [%]
1	7.39	127.1	5.8	0.0815	45.0	0.2	4.3
2	1.37	127.1	1.1	0.0815	45.0	0.2	1.0
3	-2.84	127.1	2.2	0.0815	45.0	0.2	n/r
4	3.18	127.1	2.5	0.0815	45.0	0.2	2.0

Anchorage By Splicing **Adequate splice length.**

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Required minimum area of stirrups [mm^2]	Actual area of stirrups [mm^2]	The stirrup confinement effectiveness factor α_3 [-]	Splice factor α_6 [-]	Required lap length [mm]	Current lap length [mm]	Usage of lap length [%]
1	7.39	17	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %
2	1.37	3	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %
3	-2.84	7	402,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
4	3.18	7	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %

Note 1: **The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.**

Note 2: **Where factor [α3 < 1], the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.**

Note 3: **The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.**

Note 4: **Shear Load: Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !**

Transverse reinforcement in the lap zone

Reinforcement	B500B
Transverse reinforcement along lapped splices (A_{st})	402 mm²

Detailing of required reinforcement must be executed according to product technical manual.
See also EN 1992-1-1, Figure 8.9

Designer:
Company:
Address:
Phone:
E-Mail:
Name:

Project:
Title: New Project
Location:
Contact Person:
Comments:
Design Norm: EN Eurocodes (without NA)
Unit system: SI

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Summary

Name	Stage	#	Load Case	Page No.	Max Utilization	Status
P15.15.17	Final	1	MaxM	3	38%	OK

P15.15.17

Note:

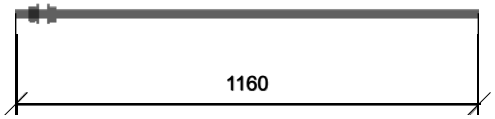
Number of Columns: 1

Peikko Products

Bolts: 4 x HPM24P

Totals

Product	Amount
HPM24P	4



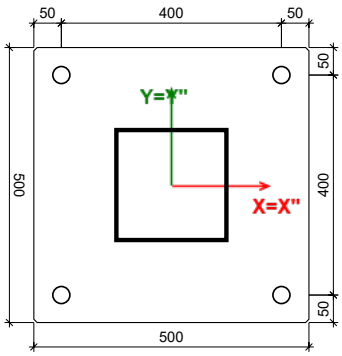
Bolt installation template: PPL24-4 400x400

Materials and Geometry

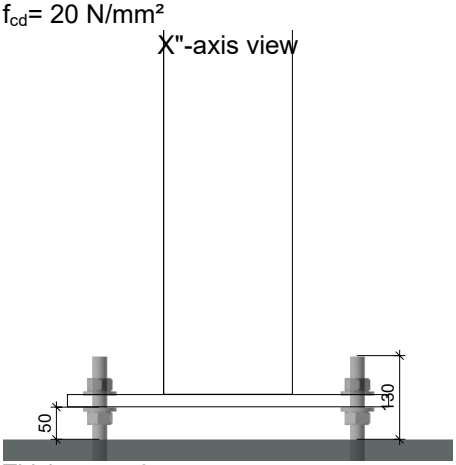
Column: 200x200

f_{cd}= 20 N/mm²

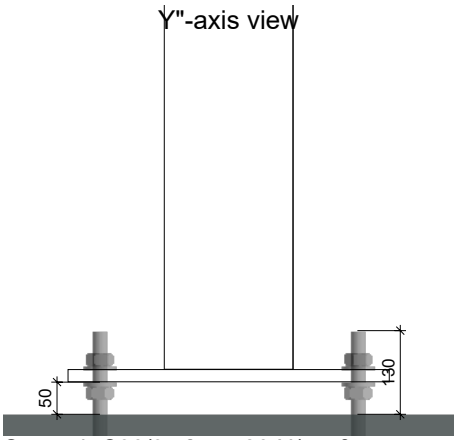
Plane View



X"-axis view



Y"-axis view



Grouting:

Thickness: 50 mm

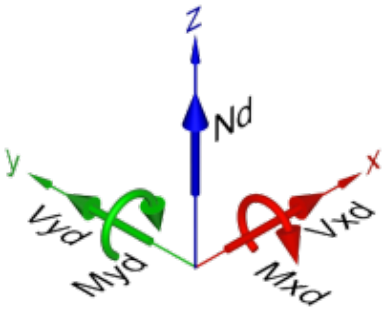
Strength C30/37 f_{cd} = 20 N/mm²

X; Y = local coordinate system of profile
X"; Y" = local coordinate system of anchors

Load Cases

NOTE: Loads are defined in the local coordinate system of the profile.

(Design loads)



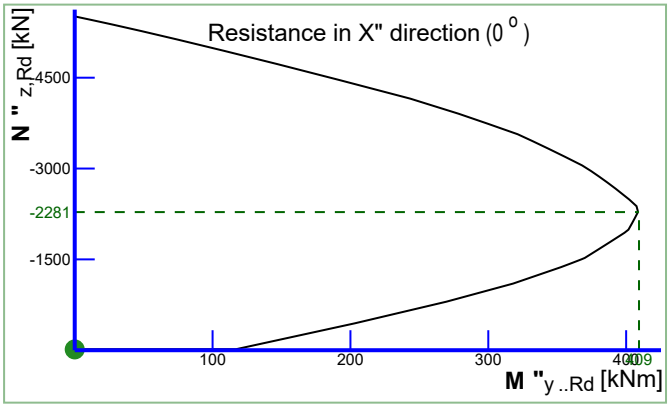
Final Stage

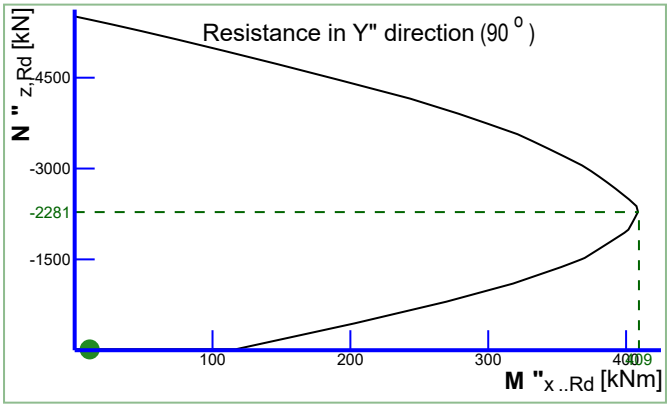
#	Name	N_d [kN]	M_{xd} [kNm]	M_{yd} [kNm]	V_{xd} [kN]	V_{yd} [kN]
1	MaxM	-13.1	10.9	0.0	0.0	2.9

Erection stage

No load case for this stage defined

Resistance Diagrams





Base Structure

Concrete	C30/37
Uncracked	Yes
Aggregate size	16 mm
Base column dimension X-axis direction (b)	600 mm
Base column dimension Y-axis direction (h)	600 mm
Height of Base column	1400 mm
Eccentricity of bolted column (e_x)	0 mm
Eccentricity of bolted column (e_y)	0 mm

Anchor Bolts Failure Verifications

Final Stage Bolts

Load Case #1 : MaxM : Nd=-13.1, Mxd=10.9, Myd=0.0, Vxd=0.0, Vyd=2.9

Steel Failure: Sufficient capacity

Concrete failure: Adequate splice length.

Concrete edge failure: Not calculated

Anchorage By Splicing Adequate splice length.

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Required minimum area of stirrups [mm²]	Actual area of stirrups [mm²]	The stirrup confinement effectiveness factor α_3 [-]	Splice factor α_6 [-]	Required lap length [mm]	Current lap length [mm]	Usage of lap length [%]
1	10.1	23	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %
2	10.1	23	402,0	0,92	1,5	375	990	37,9 %
3	-2.07	5	402,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
4	-2.07	5	402,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %

Note 1: The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.

Note 2: Where factor [α3 < 1], the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.

Note 3: The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.

Note 4: Shear Load: Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !

Transverse reinforcement in the lap zone

Reinforcement	B500B
Transverse reinforcement along lapped splices (A_{st})	402 mm²

Detailing of required reinforcement must be executed according to product technical manual.
See also EN 1992-1-1, Figure 8.9

Designer:
Company:
Address:
Phone:
E-Mail:
Name:

Project:
Title: New Project
Location:
Contact Person:
Comments:
Design Norm: EN Eurocodes (without NA)
Unit system: SI

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Summary

Name	Stage	#	Load Case	Page No.	Max Utilization	Status
P.18.18.20	Final	1	Nd=-0.9, Mxd=0.0, Myd=10.3, Vxd=1.5, Vyd=0.0	3	38%	OK

P.18.18.20

Note:

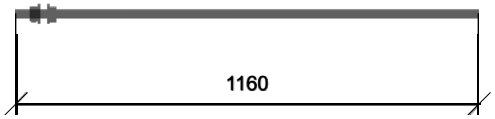
Number of Columns: 1

Peikko Products

Bolts: 4 x HPM24P

Totals

Product	Amount
HPM24P	4



Minimum required torque value of nuts : T_{min} = 200 Nm
Maximum allowed torque value of nuts : T_{max} = 380 Nm

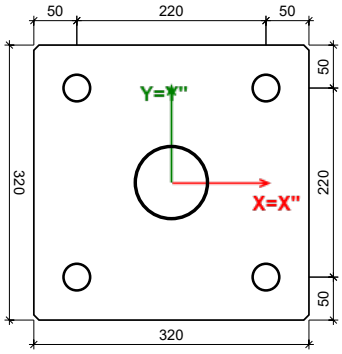
Bolt installation template: PPL24-4 220x220

Materials and Geometry

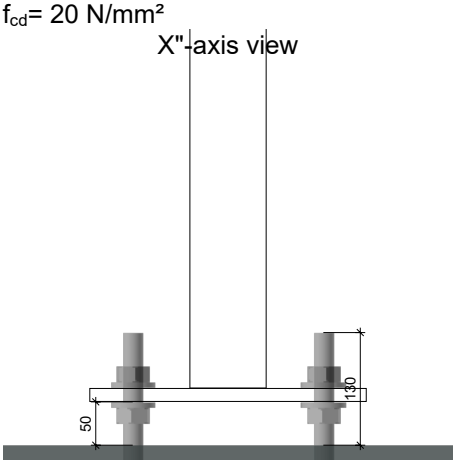
Column: D 88

f_{cd}= 20 N/mm²

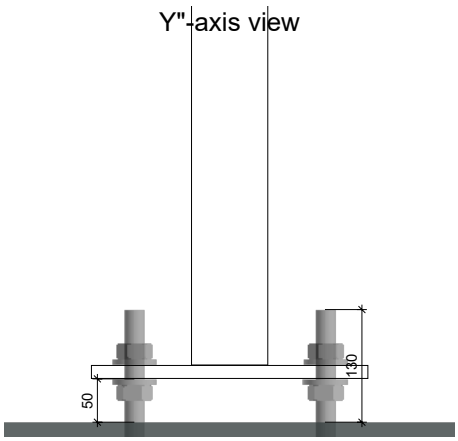
Plane View



X"-axis view



Y"-axis view



Grouting:

Thickness: 50 mm

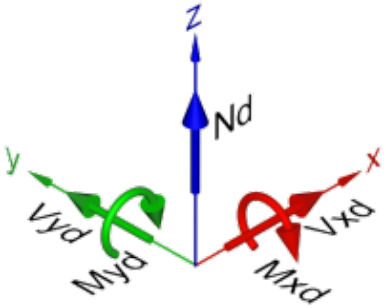
Strength C30/37 f_{cd} = 20 N/mm²

X; Y = local coordinate system of profile
X"; Y" = local coordinate system of anchors

Load Cases

NOTE: Loads are defined in the local coordinate system of the profile.

(Design loads)



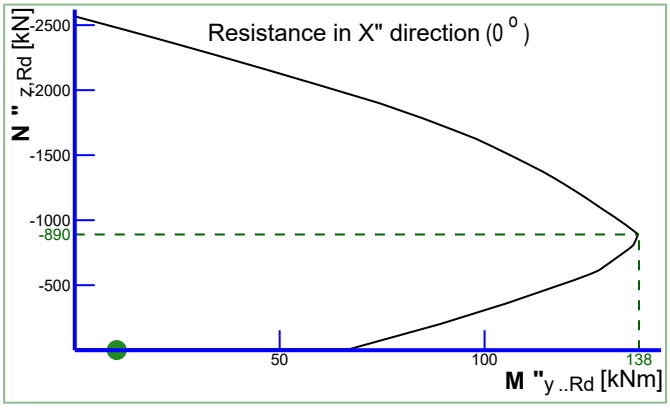
Final Stage

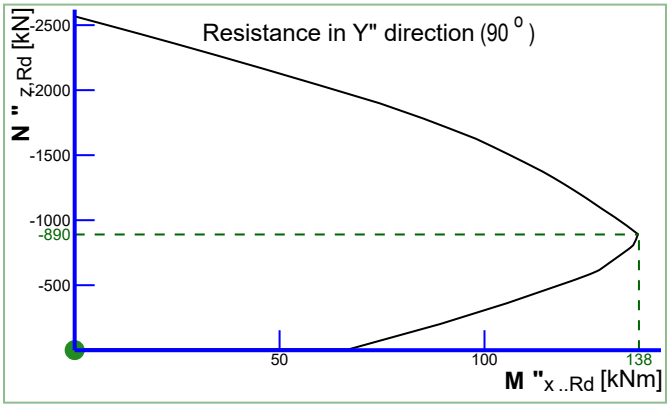
#	Name	N_d [kN]	M_{xd} [kNm]	M_{yd} [kNm]	V_{xd} [kN]	V_{yd} [kN]
1		-0.9	0.0	10.3	1.5	0.0

Erection stage

No load case for this stage defined

Resistance Diagrams





Base Structure

Concrete	C30/37
Uncracked	Yes
Aggregate size	16 mm
Base column dimension X-axis direction (b)	1000 mm
Base column dimension Y-axis direction (h)	1000 mm
Height of Base column	1600 mm
Eccentricity of bolted column (e_x)	0 mm
Eccentricity of bolted column (e_y)	0 mm

Anchor Bolts Failure Verifications

Final Stage Bolts

Load Case #1 : Nd=-0.9, Mxd=0.0, Myd=10.3, Vxd=1.5, Vyd=0.0

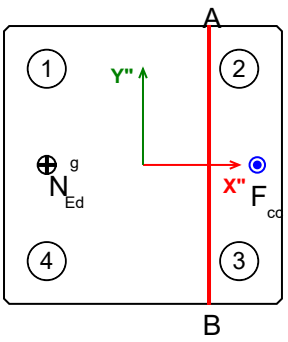
Steel Failure: Sufficient capacity

Concrete failure: Adequate splice length.

Concrete edge failure: Not calculated

Steel failure verification

Design value of normal compressive force in the column	$N_{c,Ed}$	-0,9	kN
Friction coefficient (between base plate and grout layer)	C_{fd}	0,2	
Joint friction resistance	$F_{f,Rd}$	0,18	kN
Resultant shear force	V_{sd}	1,52	kN
Resultant shear force taking account friction contribution	$V_{sd,f}$	1,34	kN



Neutral axis in (X"/Y") = A(74.6 / 160.0); B(74.6 / -160.0)
Resultant tension force in (X"/Y") = N^{g}_{Ed}(-110.0/0.0)
Resultant compression force (concrete) in (X"/Y") = F_{cc}(130.7/0.0)

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Design tension resistance [kN]	Axial capacity usage [%]	Acting shear force [kN]	Design shear resistance [kN]	Shear capacity usage [%]	Interaction [%]
1	21.4	127.1	16.8	0.335	45.0	0.7	12.8
2	-4.10	127.1	3.2	0.335	45.0	0.7	n/r
3	-4.10	127.1	3.2	0.335	45.0	0.7	n/r
4	21.4	127.1	16.8	0.335	45.0	0.7	12.8

Anchorage By Splicing **Adequate splice length.**

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Required minimum area of stirrups [mm^2]	Actual area of stirrups [mm^2]	The stirrup confinement effectiveness factor α_3 [-]	Splice factor α_6 [-]	Required lap length [mm]	Current lap length [mm]	Usage of lap length [%]
1	21.4	49	226,0	0,96	1,5	375	990	37,9 %
2	-4.10	9	226,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
3	-4.10	9	226,0	1,00	1,5	375	990	37,9 %
4	21.4	49	226,0	0,96	1,5	375	990	37,9 %

Note 1: **The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.**

Note 2: **Where factor [α3 < 1], the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.**

Note 3: **The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.**

Note 4: **Shear Load: Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !**

Transverse reinforcement in the lap zone

Reinforcement	B500B
Transverse reinforcement along lapped splices (A_{st})	226 mm²

Detailing of required reinforcement must be executed according to product technical manual.
See also EN 1992-1-1, Figure 8.9

Designer:
Company:
Address:
Phone:
E-Mail:
Name:

Project:
Title: New Project
Location:
Contact Person:
Comments:
Design Norm: EN Eurocodes (without NA)
Unit system: SI

This design applies exclusively to proprietary PEIKKO products and can't be used to validate properties of third party products, might they appear to be identical.

Summary

Name	Stage	#	Load Case	Page No.	Max Utilization	Status
P.28x28x20	Final	1	Nd=-16.4, Mxd=111.5, Myd=8.7, Vxd=0.2, Vyd=-1.2	3	39%	OK

P.28x28x20

Note:

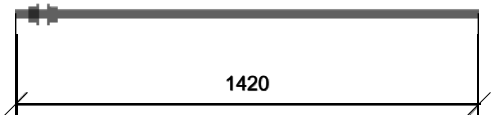
Number of Columns: 1

Peikko Products

Bolts: 8 x HPM30P

Totals

Product	Amount
HPM30P	8



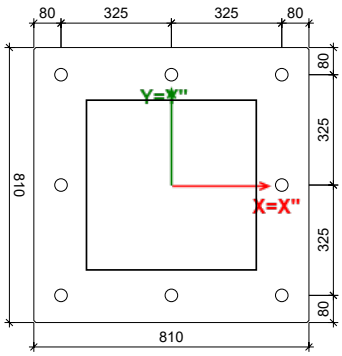
Bolt installation template: PPL30-8 (325+325)x(325+325)

Materials and Geometry

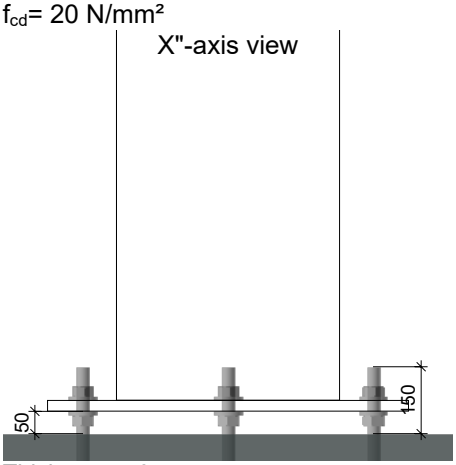
Column: 500x500

f_{cd}= 20 N/mm²

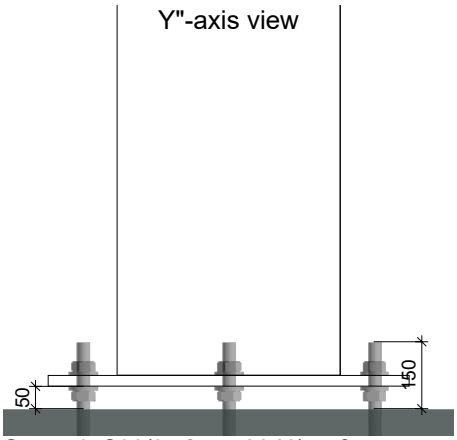
Plane View



X"-axis view



Y"-axis view



Grouting:

Thickness: 50 mm

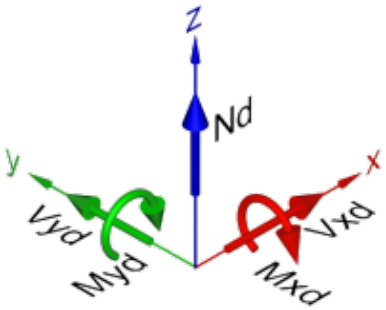
Strength C30/37 f_{cd} = 20 N/mm²

X; Y = local coordinate system of profile
X"; Y" = local coordinate system of anchors

Load Cases

NOTE: Loads are defined in the local coordinate system of the profile.

(Design loads)



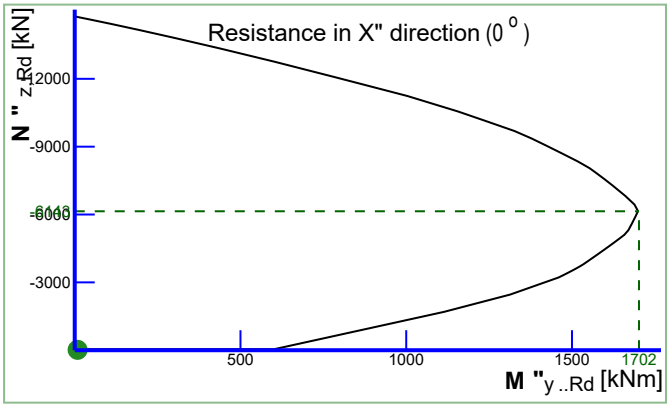
Final Stage

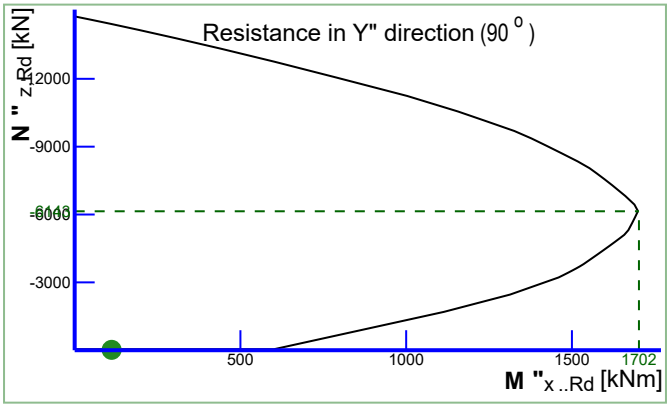
#	Name	N_d [kN]	M_{xd} [kNm]	M_{yd} [kNm]	V_{xd} [kN]	V_{yd} [kN]
1		-16.4	111.5	8.7	0.2	-1.2

Erection stage

No load case for this stage defined

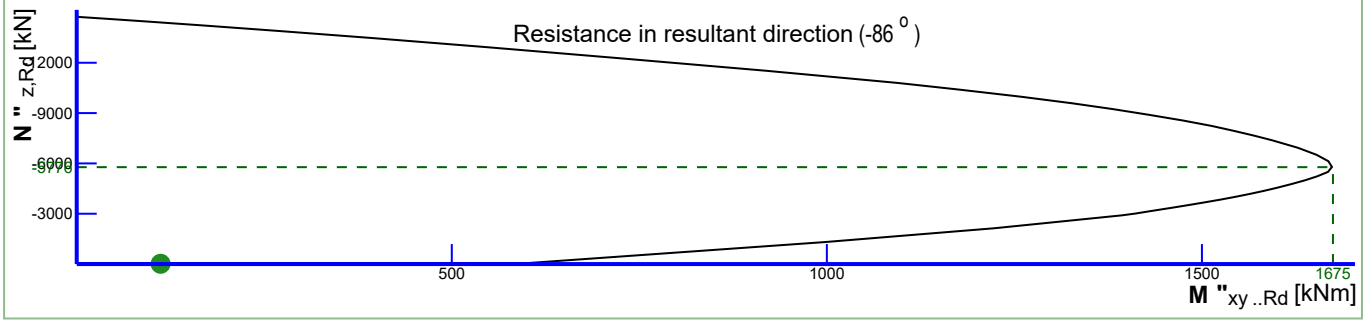
Resistance Diagrams





Resultant Diagrams per Load

Nd=-16.4, Mxd=111.5, Myd=8.7, Vxd=0.2, Vyd=-1.2
(loads in coordinate system of profile)
N"d=-16.4, M"xd=111.5, M"yd=8.7, V"xd=0.2, V"yd=-1.2
(loads in coordinate system of anchors)



Base Structure

Concrete	C30/37
Uncracked	Yes
Aggregate size	16 mm
Base column dimension X-axis direction (b)	1000 mm
Base column dimension Y-axis direction (h)	1000 mm
Height of Base column	1700 mm
Eccentricity of bolted column (e_x)	0 mm
Eccentricity of bolted column (e_y)	0 mm

Anchor Bolts Failure Verifications

Final Stage Bolts

Load Case #1 : Nd=-16.4, Mxd=111.5, Myd=8.7, Vxd=0.2, Vyd=-1.2

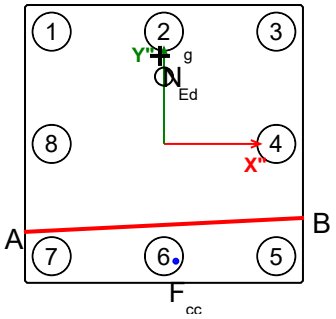
Steel Failure: Sufficient capacity

Concrete failure: Adequate splice length.

Concrete edge failure: Not calculated

Steel failure verification

Design value of normal compressive force in the column	$N_{c,Ed}$	-16,4	kN
Friction coefficient (between base plate and grout layer)	C_{fd}	0,2	
Joint friction resistance	$F_{f,Rd}$	3,28	kN
Resultant shear force	V_{sd}	1,22	kN
Resultant shear force taking account friction contribution	$V_{sd,f}$	0	kN



Neutral axis in (X"/Y") = A(-405.0 / -254.3); B(405.0 / -211.6)
Resultant tension force in (X"/Y") = N^{g}_{Ed}(-10.4/254.2)
Resultant compression force (concrete) in (X"/Y") = F_{cc}(34.4/-339.4)

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Design tension resistance [kN]	Axial capacity usage [%]	Acting shear force [kN]	Design shear resistance [kN]	Shear capacity usage [%]	Interaction [%]
1	48.1	202.0	23.8	0.0	71.6	0.0	n/r
2	46.7	202.0	23.1	0.0	71.6	0.0	n/r
3	45.2	202.0	22.4	0.0	71.6	0.0	n/r
4	18.1	202.0	8.9	0.0	71.6	0.0	n/r
5	-9.13	202.0	4.5	0.0	71.6	0.0	n/r
6	-7.69	202.0	3.8	0.0	71.6	0.0	n/r
7	-6.26	202.0	3.1	0.0	71.6	0.0	n/r
8	20.9	202.0	10.4	0.0	71.6	0.0	n/r

Anchorage By Splicing **Adequate splice length.**

Bolt Pos.	Acting axial force [kN]	Required minimum area of stirrups [mm^2]	Actual area of stirrups [mm^2]	The stirrup confinement effectiveness factor α_3 [-]	Splice factor α_6 [-]	Required lap length [mm]	Current lap length [mm]	Usage of lap length [%]
1	48.1	111	402,0	0,96	1,5	480	1230	39,0 %
2	46.7	107	402,0	0,96	1,5	480	1230	39,0 %
3	45.2	104	402,0	0,96	1,5	480	1230	39,0 %
4	18.1	42	402,0	0,96	1,5	480	1230	39,0 %
5	-9.13	21	402,0	1,00	1,5	480	1230	39,0 %
6	-7.69	18	402,0	1,00	1,5	480	1230	39,0 %
7	-6.26	14	402,0	1,00	1,5	480	1230	39,0 %
8	20.9	48	402,0	0,96	1,5	480	1230	39,0 %

Note 1: **The reinforcement of base structure should correspond to the bolts' bonding strength.**

Note 2: **Where factor [α3 < 1], the actual area of selected transverse reinforcement directly affects required lap length of anchor bolt.**

Note 3: **The final arrangement of designed transverse reinforcement should be checked with respect to constrictive provisions of paragraph 8.7.4 of EN 1992-1-1.**

Note 4: **Shear Load: Concrete edge failure in case of straight anchor bolts (type P) should be checked and estimated manually !**

Transverse reinforcement in the lap zone

Reinforcement	B500B
Transverse reinforcement along lapped splices (A_{st})	402 mm²

Detailing of required reinforcement must be executed according to product technical manual.
See also EN 1992-1-1, Figure 8.9

8. IŠVADOS

Skaičiavimų ataskaitoje pateikta atramų po technologiniais įrenginiais, 110 kV linijinių portalų ir žaibolaidžio pamatų laikomosios galios patikrinimai.
Konstrukcijos tenkina ULS ir SLS ribinių būvių sąlygas. Skaičiavimų rezultatai pateikti lentelėje.

Eil. Nr.	Pamato tipas	Statinio atramos pavadinimas	Pagrindo išnaud., %	Nuosėdis, mm	Nuosėdis leistinas, mm	Posvyris	Posvyris leistinas	Plokštės skerspj. išnaud., %	Stulpelio skerspj. išnaud., %	Inkarinių varžtų išnaud., %
1	P12.12.17	A.102	11,2	0	-	7*10^-6	0,002	59,7	5,2	38
2	P15.15.17	A.113	9,9	0	-	7*10^-6	0,002	64,0	11,1	38
3	P28x28x20	A.400	64,0	0,1	-	56*10^-6	0,002	37,3	23,4	39
4	P18x18x20	Z.301	11,6	0	-	0	0,002	86,4	3,1	38

Skaičiavimų išvados dėl rezultatų atitikties projekto rengimo dokumentų reikalavimams, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimams ir dėl konstrukcinių elementų ir jungčių laikomosios galios išnaudojimo:

- Skaičiavimų rezultatai atitinka projekto rengimo dokumentų reikalavimus, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus bei konstrukcijoms keliamus saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų laikomoji galia yra pakankama ir suprojektuoti elementai tenkina jiems keliamus stiprumo (pastovumo) ir tinkamumo būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų jungčių laikomoji galia yra pakankama ir tenkina jungtims keliamus stiprumo ir tinkamumo būvių reikalavimus bei užtikrina bendrą stiprumą ir stabilumą.

CONNECTO LIETUVA

LAIKANČIOSIOS METALO KONSTRUKCIJOS SPRENDINIUS PAGRINDŽIANTYS INŽINERINIAI SKAIČIAVIMAI

TURINYS

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI 3
   - 1.1. Projektuojamos konstrukcijos 3
   - 1.2. Skaičiavimo metodai 3
   - 1.3. Skaičiuojamosios situacijos aprašas 4
   - 1.4. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms 4
   - 1.5. Apkrovų į įrenginius ir laidus apskaičiavimas 5
2. 110 KV SKYRIKLIO SU DVIEM ĮŽEMINIMO PEILIAIS ATRAMA A.102 7
   - 2.1. Atramos A.102 geometrija 7
   - 2.2. Apkrovos 7
   - 2.3. Apkrovų deriniai 10
   - 2.4. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 11
3. 110 KV SKYRIKLIO SU VIENU ĮŽEMINIMO PEILIU ATRAMA A.103 14
   - 3.1. Atramos A.103 geometrija 14
   - 3.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 14
4. 110 KV DUJINIO JUNGTUVO ATRAMA A.105 14
   - 4.1. Atramos A.105 geometrija 14
   - 4.2. Apkrovos 15
   - 4.3. Apkrovų deriniai 17
   - 4.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 18
5. 110 KV ĮTAMPOS TRANSFORMATORIAUS ATRAMA A.106 21
   - 5.1. Atramos A.106 geometrija 21
   - 5.2. Apkrovos 21
   - 5.3. Apkrovų deriniai 24
   - 5.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 25
6. 110 KV SROVĖS TRANSFORMATORIAUS ATRAMA A.113 28
   - 6.1. Atramos A.113 geometrija 28
   - 6.2. Apkrovos 28
   - 6.3. Apkrovų deriniai 31
   - 6.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 32
7. 110 KV VIRŠĮTAMPIŲ RIBOTUVAS 2-OS IŠKROVOS KLASĖS SU VIRŠĮTAMPIŲ REGISTRATORIUMI ATRAMA A.121 35
   - 7.1. Atramos A.121 geometrija 35

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumentui, konkursui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

Kval. Patv. Dok.Nr.	Riešės g. 2, Riešės k., LT-14266 Vilniaus r. www.connectolietuva.lt	Elektros tinklų (Lygumų TP 110 kV skirstyklos) rekonstravimo, kitos paskirties inžinerinių statinių statybos ir rekonstravimo Pakruojo r. sav., Lygumų mstl., Mokyklos g. 11 projektas	Laida
		Laikančiųjų metalo konstrukcijų inžinerinių skaičiavimų ataskaita	0
LT	UŽSAKOVAS: LITGRID AB	**2025/012-XX-TDP-SK.IS**	Lapas 1 / Lapų 79

7.2. Apkrovos 35
7.3. Apkrovų deriniai 38
7.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys....39
8. 110 KV VIRŠĮTMPIŲ RIBOTUVO 3-IOS IŠKROVOS KLASĖS ATRAMA A.122 42
8.1. Atramos A.122 geometrija....42
8.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys....42
9. 110 KV ATRAMINIO IZOLIATORIUS (VAMZDINĖS ŠYNOS) ATRAMA A.250....43
9.1. Atramos A.250 geometrija....43
9.2. Apkrovos 43
9.3. Apkrovų deriniai 47
9.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys....47
10. 110 KV ATRAMINIO IZOLIATORIAUS (LAIDAI) ATRAMA A.251....50
10.1. Atramos A.251 geometrija....50
10.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys....50
11. 110 KV LINIJINIO PORTALO SKAIČIAVIMAI 51
11.1. Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas 51
11.2. Apkrovos 52
11.3. Nuolatinės apkrovos....53
11.4. Vėjo apkrova 53
11.5. Apledėjimo apkrova....55
11.6. Vėjo į apledėjusias konstrukcijas apkrova 56
11.7. Temperatūrinės apkrovos 58
11.8. Laidų ir trosų tempimo apkrovos 59
11.9. Apkrovų deriniai 62
11.10. ULS ir SLS apkrovų deriniai 63
11.11. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys....64
11.12. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas 68
11.13. Avarinių situacijų įvertinimas 69
11.14. Mazgų skaičiavimas 70
11.14.1. Atraminio mazgo skaičiavimas 71
11.14.2. Traversos ir bokštelio tvirtinimo mazgo skaičiavimas....75
11.14.3. Bokštelio juostų jungimo mazgo skaičiavimas....76
11.14.1. Tinklelio prie juostų jungimo mazgo (4 mazgas) skaičiavimas 78
11.14.2. Portalo skaičiavimo išvados....79
12. IŠVADOS....79

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI

Techninis darbo projektas rengiamas vadovaujantis užsakovo Litgrid AB išduota projektavimo užduotimi ir techninėmis specifikacijomis bei elektrotechnikos grupės išduotais technologiniais sprendiniai bei įrenginių išdėstymu.

1.1. Projektuojamos konstrukcijos

Prieš pradedant atlikti techninio darbo projekto stadijos sprendinius pagrindžiančius inžinerinius skaičiavimus, išskiriamos metalinės k-jos, kurių eksploatavimo sąlygos yra sudėtingesnės ir pagal tai yra parenkami laikančiųjų konstrukcijų profilių skerspjūviai. Gavus atramines reakcijas atliekamas pamatų tipo parinkimas bei jų projektavimas įvertinant pagrindų laikomąją galią.

Metalinės atraminės konstrukcijos išskiriamos pagal sekančius kriterijus:

- Atraminės konstrukcijos aukštis;
- Įrenginių pastatymo būdas, nuo kurių sukeliamos didžiausios įrąžos į pamatą: M_{max} ir N_{min} bei M_{min} ir N_{max};
- Įrenginio didžiausia laikančioji galia (nuo skersinio poveikio).

Taigi, šioje skaičiavimų ataskaitoje pateikiami inžineriniai skaičiavimai sekančioms projektuojamoms konstrukcijoms:

	Atramų žiniaraštis						
Atrm. Nr.	Atramos tipas	H_p, m	H_k, m	$H_{įr.}$, m	T.į.sv. kN	T.į.sv. į tašką, kN	Pastaba
A.102	110 kV skyriklio su dviem įžeminimo peiliais atrama	0,35	2,25	2,9	9,8	1,63	-
A.103	110 kV skyriklio su vienu įžeminimo peiliu atrama	0,35	2,25	1,50	8,5	1,42	-
A.105	110 kV dujinio jungtuvo atrama	0,35	2,25	3,0	11,6	3,85	-
A.106	110 kV įtampos transformatoriaus atrama	0,35	3,7	2,2	3,4	3,4	-
A.113	110 kV srovės transformatoriaus atrama	0,35	4,15	2,3	3,14	3,14	Laidai 30° kampu
A.121	110 kV viršįtampių ribotuvo 2-os iškrovos klasės su viršįtampių registratoriumi atrama	0,35	4,7	1,1	0,34	0,34	Laidai 30° kampu
A.122	110 kV viršįtmpių ribotuvas 3-ios iškrovos klasės	0,35	4,65	1,1	0,32	0,32	-
A.250	110 kV atraminio izoliatoriaus (vamzdinės šynos) atrama	0,35	4,61	1,2	0,52	0,52	Šynos svoris 25kg
A.251	110 kV atraminis izoliatorius (laidai)	0,35	4,61	1,2	0,52	0,52	-

1.2. Skaičiavimo metodai

Konstrukcijų statiniai skaičiavimai atlikti baigtinių elementų metodu naudojant Autodesk Robot Structural Analysis 2024 kompiuterinę programą.

1.3. Skaičiuojamosios situacijos aprašas

Projektuojamas konstrukcijas veikia įrenginių apkrova bei į tuos įrenginius prijungtų laidų apkrova. Taip pat įvertinamos klimatinės sąlygos (vėjas, sniegas, apledėjimas), kurios turi reikšmingą įtaką pačių konstrukcijų bei pamatų/pagrindų laikomajai galiai.

1.4. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms

Eil. Nr.	Aprašymas	Reikšmės	Matavimo vnt.	Pastabos
Tinkamumo reikalavimai				
1.	Didžiausiasis leistinas g/b plokštės, g/b sijų ir kompozitinių sijų įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
2.	Didžiausiasis leistinas metalinių sijų ir struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
3.	Didžiausiasis leistinas konsolinės dalies metalinės struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	2L/300		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
4.	Didžiausiasis leistinas metalinių ir g/b konstrukcijų išankstinis išlinkis.	L/250		Charakteristinis derinys
5.	Didžiausias leistinas pastato horizontalusis poslinkis.	H/500		Charakteristinis derinys
6.	Didžiausias pastato vieno aukšto leistinas horizontalusis poslinkis.	h/500		Charakteristinis derinys
7.	Pamato ribinis bendras nuosėdis	40	mm	Charakteristinis derinys
8.	Gretimų pamatų santykinis nuosėdžių skirtumas	$\Delta s/L \leq 0{,}002$		Charakteristinis derinys
9.	Ribinis perdangos laisvųjų svyravimų dažnis	3,0	Hz	Dažninis derinys
10.	Pastato ribinis laisvųjų svyravimo dažnis	0,95	Hz	Dažninis derinys
Saugos ribinių būvių apkrovų daliniai koeficientai				
1.	Nuolatinių poveikių γ_G	1,1		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU
		0,9		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU)
		1,35		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
		1,0		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
2.	Kintamųjų poveikių γ_Q	1,3		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei, kai poveikis nepalankus
		0,0		Kai poveikis palankus
Saugos ribinių būvių medžiagų daliniai koeficientai				
1.	Betono γ_c	1,5		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
2.		1,2		Ypatingajai projektavimo situacijai
3.	Armatūros γ_s	1,15		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
4.		1,0		Ypatingajai projektavimo situacijai
5.	Plieno γ_s	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
6.	Tempiamosios irties laikomajai galiai	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
7.	Metalinių konstrukcijų mazgų daliniai koeficientai:			

	Varžtų ir virintinių siūlių laikomoji galia γ_{M2}	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Struktūros mazgų laikomoji galia γ_{M5}	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Stipriųjų varžtų išankstinis įtempimas γ_{M7}	1,1		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai

1.5. Apkrovų į įrenginius ir laidus apskaičiavimas

Apkrovos ir poveikiai skaičiuoti remiantis LST EN 1991 Poveikiai konstrukcijoms. Konstrukcijos projektuojamas taip, kad galimų deformacijų dydžiai neviršytų tinkamumo ribinių būvių. Pagrindinių apkrovų lentelė, pateikta žemiau.

Nuolatinės apkrovos ant konstrukcijos priimamos remiantis projektavimo normomis LST EN 1991-1-1. Nuolatinių apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,35.

Naudojimo apkrovos ant konstrukcijos priimamos remiantis projektavimo normomis LST EN 1991-1-1. Naudojimo apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.

Sniego ant žemės paviršiaus charakteristinė apkrovos reikšmė pagal projektavimo normas LST EN 1991-1-3, pagal vietovę (Pakruojo r.) yra 1,2 kN/m². Įrenginių konstrukcijoms sniego apkrovos įtaka labai maža, todėl yra nevertinama, vertinama apšalo apkrova. Sniego / apšalo apkrovos dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.

Vėjo apkrova priimama pagal projektavimo normas LST EN 1991-1-4. Pagal vietovę (Pakruojo r.) tai yra I-iasis vėjo greičio rajonas, kur vėjo greičio pagrindinės atskaitinės reikšmės dydis 24 m/s. Vėjo apkrovos dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.

Pagal RSN 156-94 „Statybinė klimatologija“ konstrukcijos įrenginiams II-ame apledėjimo rajone, todėl apledėjimo apkrovai apskaičiuoti priimamas 8,5 mm apledėjimo storis.

Vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė, m/s:

I-as raj.	v_{ref}	24	m/s

Vėjo skaičiavimas į koloną:

Atrm. Nr.	Kolona	h	b	$q_p(z_e)$	C_{pe}	C_sC_d	C_f	q_w/m'	F_{w1}
A.102	180x180x5	2.25	0.18	0.562	1.0	1.0	1.70	0.172	0.39
A.105	160x160x5	2.25	0.16	0.562	1.0	1.0	1.70	0.153	0.34
A.106	200x200x5	3.70	0.20	0.651	1.0	1.0	1.77	0.230	0.85
A.113	200x200x8	4.15	0.2	0.673	1.0	1.0	1.80	0.242	1.01
A.121	200x200x8	4.70	0.20	0.700	1.0	1.0	1.83	0.256	1.20
A.250	200x200x8	4.61	0.20	0.693	1.0	1.0	1.82	0.252	1.16

Vėjo skaičiavimas į traversą:

Atrm. Nr.	Traversa	l	b	$q_p(z_e)$	C_{pe}	C_sC_d	C_f	q_w/m'	F_{w2}
A.102	UPE 160	4.4	0.16	0.562	1.0	1.0	2.00	0.180	0.79
A.105	L 75x6	2.5	0.075	0.512	1.0	1.0	1.90	0.073	0.18
A.105	Įrenginio	4.2	0.16	0.577	1.0	1.0	1.82	0.168	0.70
A.106	UPE 160	4.6	0.16	0.651	1.0	1.0	2.00	0.208	0.96
A.113	UPE 160	4.6	0.16	0.673	1.0	1.0	2.00	0.215	0.99
A.121	L 75x6	3.0	0.07	0.547	1.0	1.0	1.91	0.073	0.22
A.121	UPN 260	4.3	0.09	0.701	1.0	1.0	1.26	0.080	0.34
A.250	UPE 240	4.3	0.09	0.693	1.0	1.0	1.32	0.082	0.35

Vėjo skaičiavimas į įrenginius:

Atrm. Nr.	Įrenginys	h	b	$q_p(z_e)$	C_{pe}	C_sC_d	C_f	q_w/m'	F_{w3}
A.102	Skyriklis	2.90	0.22	0.715	1.0	1.0	0.534	0.084	0.24
A.105	Duj. Jungt.	3	0.4	0.719	1.0	1.0	0.535	0.154	0.46
A.106	Įt. Transf.	2.2	0.30	0.742	1.0	1.0	0.54	0.119	0.26
A.113	Srov. Transf.	2.30	0.30	0.761	1.0	1.0	0.54	0.123	0.28
A.121	Virš. Ribot.	1.1	0.21	0.742	1.0	1.0	0.53	0.082	0.09
A.250	Atr. Izoliat.	1.20	0.20	0.739	1.0	1.0	0.52	0.076	0.09

Laido savojo svorio skaičiavimas:

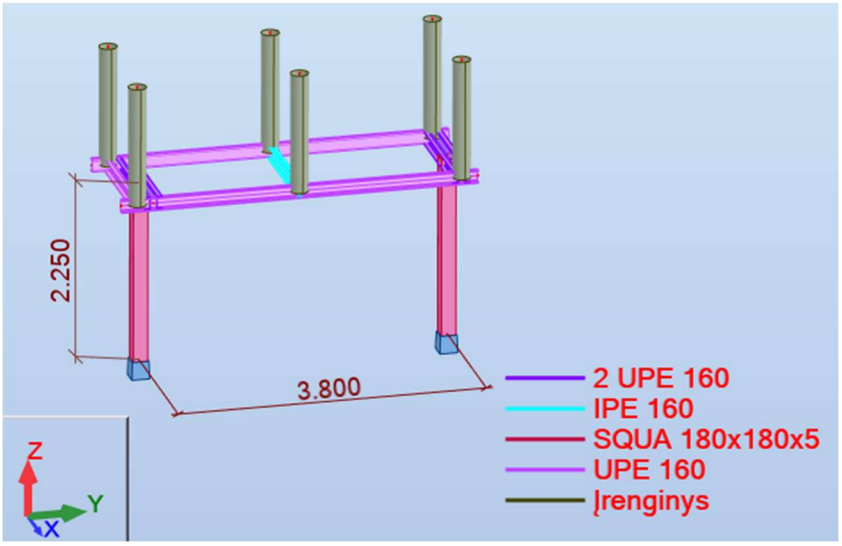
Atrm. Nr.	Tarpatr., m	d, mm	Svoris be apšalo, N/m	Į modelį, kN	Svoris su apšalu, N/m	Į modelį, kN
Visi	10	17,3	6,0	0,1	12	0,2

Vėjo poveikio į laidą skaičiavimas:

Atrm. Nr.	Tarpatr., m	d, mm	qp(z), kN/m^2	cf	Į modelį, kN
Visi	10	17,3	0,677	1,3	0,3

2. 110 KV SKYRIKLIO SU DVIEM ĮŽEMINIMO PEILIAIS ATRAMA A.102

2.1. Atramos A.102 geometrija

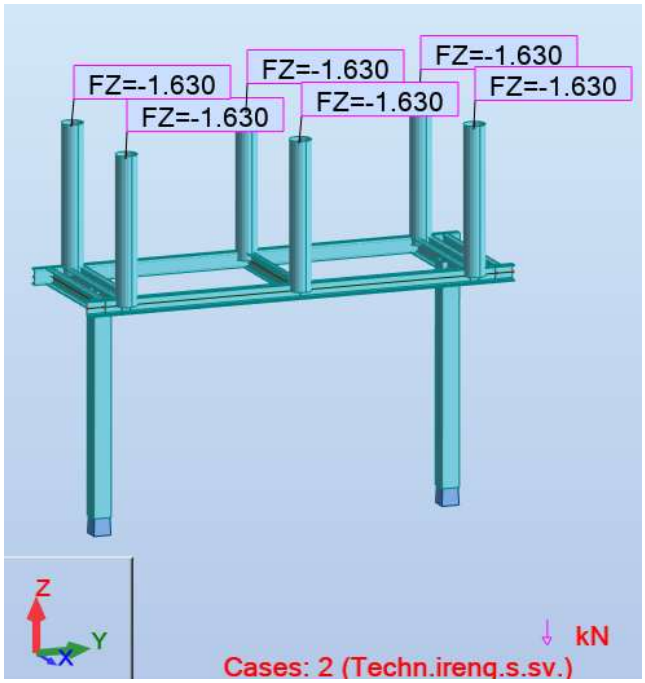


2.1 pav. Atrama A.102

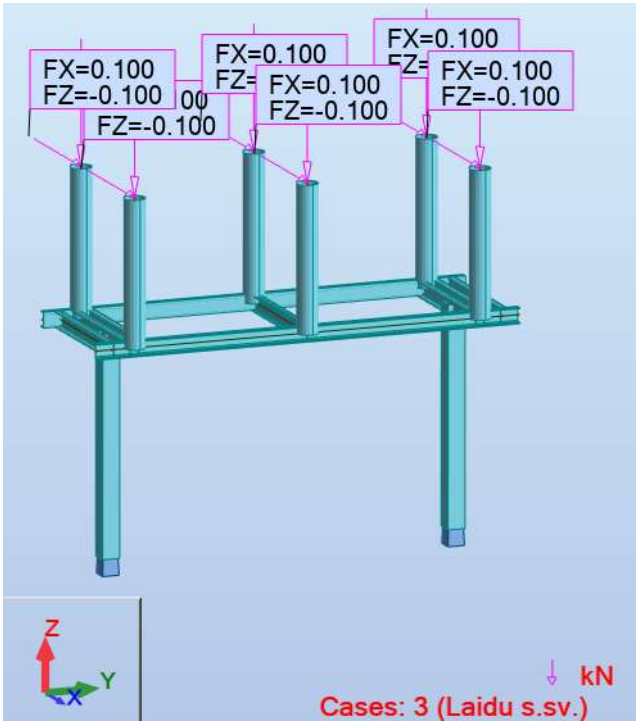
2.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

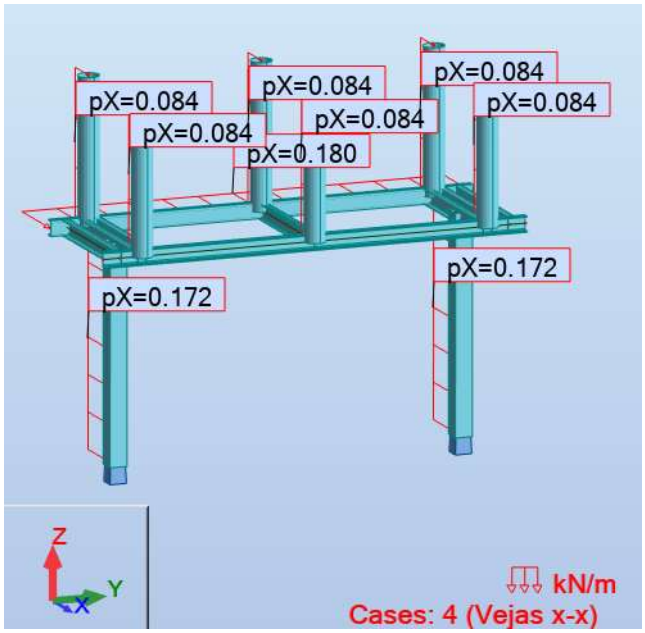
2.2 pav. Apkrovų lentelė



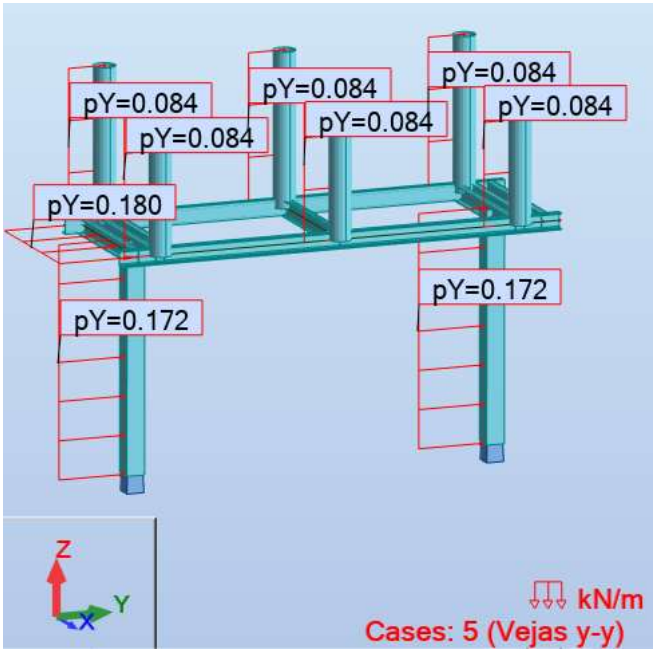
2.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



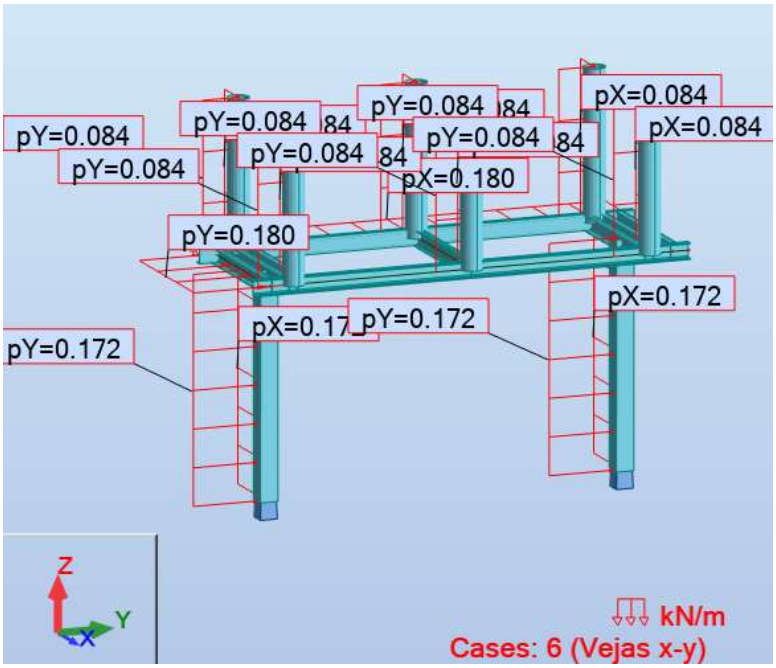
2.4 pav. Laidų sv. svoris



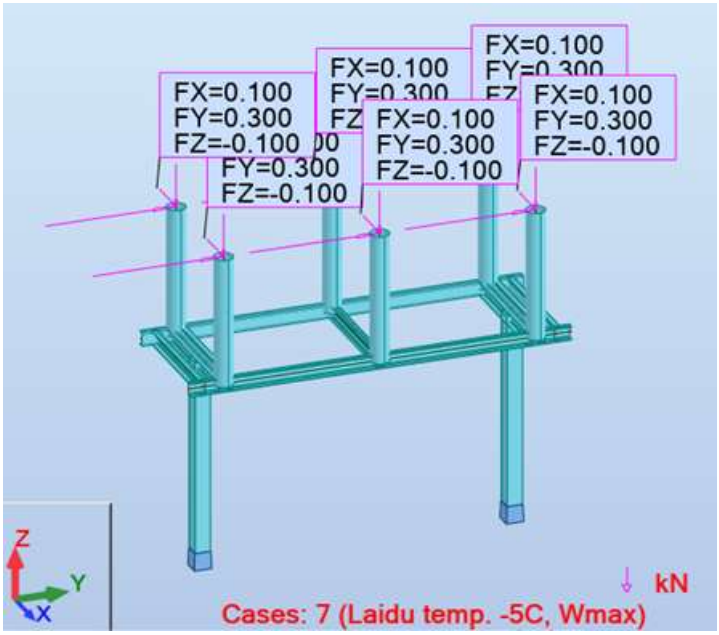
2.5 pav. Vėjas x-x



2.6 pav. Vėjas y-y



2.7 pav. Vėjas x-y



2.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

2.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:

- Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);

- tinkamumo ribinius būvius:

- Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:

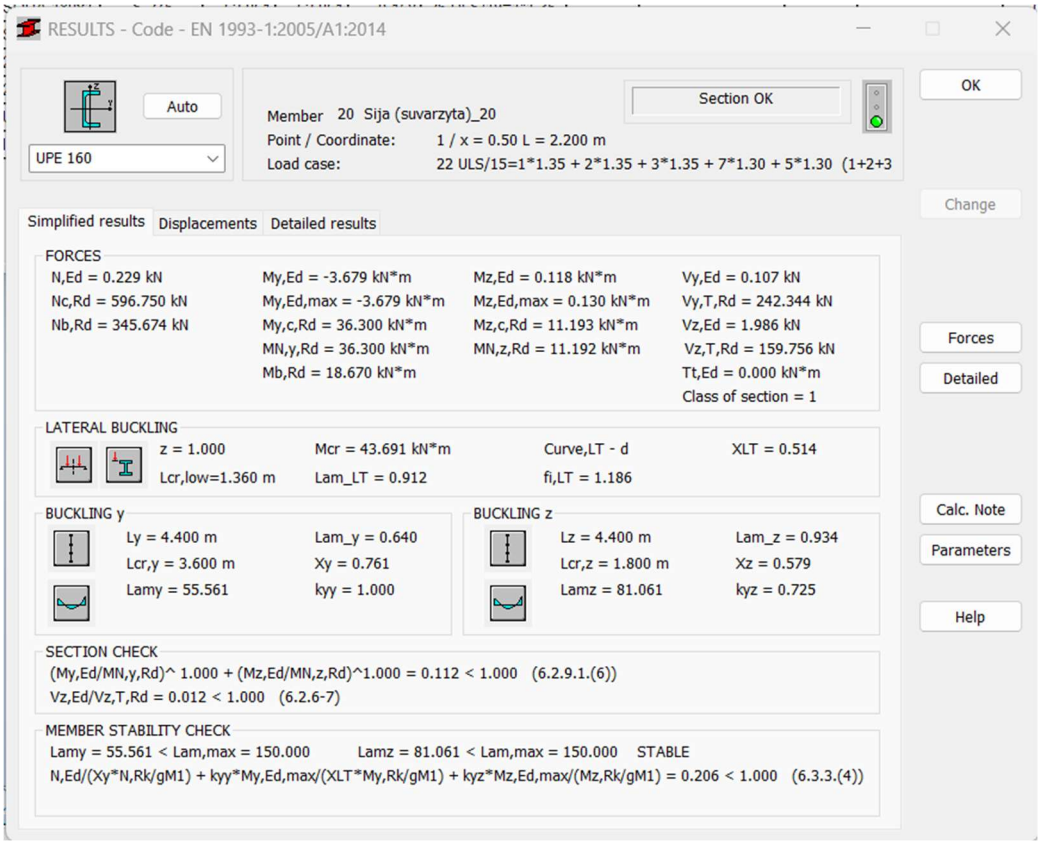
ULS/22=1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00 + 6*1.30

2.4. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1 15to18 20to22

Results Messages

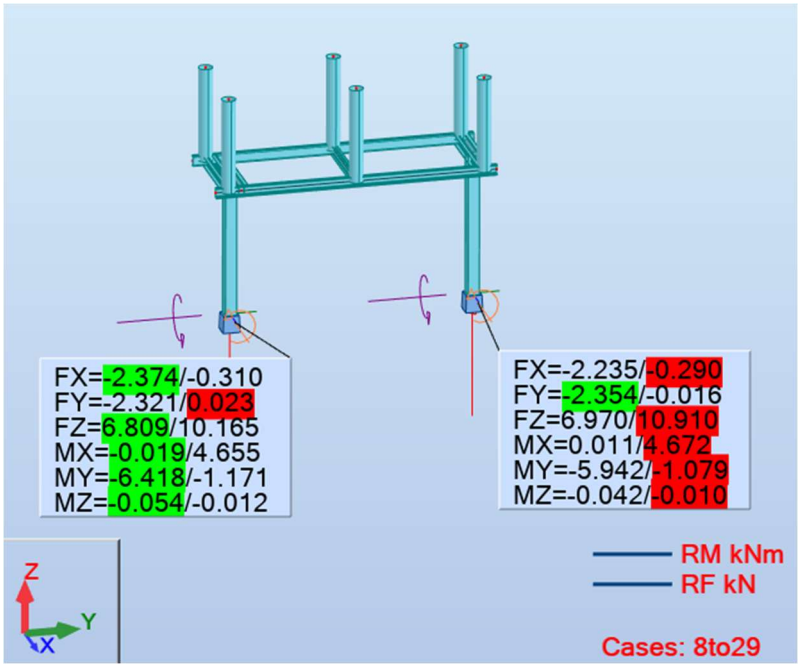
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
20 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 275	55.561	81.061	0.206	22 ULS/15=1*1.35	0.029	39 SLS:CHR/10=1*	0.093	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
21 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 275	55.561	81.061	0.161	26 ULS/19=1*1.35	0.029	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.067	38 SLS:CHR/9=1*1.	-	-	-	-
1 Kolona_1	SQUA 180x1	S 275	62.961	62.961	0.158	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.108	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.069	37 SLS:CHR/8=1*1.
17 Kolona_1	SQUA 180x1	S 275	62.961	62.961	0.153	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.099	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.069	39 SLS:CHR/10=1*
18 Sija 0.5_18	2 UPE 160	S 275	11.189	10.900	0.067	26 ULS/19=1*1.35	0.003	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.017	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
15 Sija 0.5_15	2 UPE 160	S 275	11.189	10.900	0.061	26 ULS/19=1*1.35	0.002	39 SLS:CHR/10=1*	0.015	36 SLS:CHR/7=1*1.	-	-	-	-
16 Sija_16	UPE 160	S 275	22.379	65.299	0.029	18 ULS/11=1*1.35	0.002	39 SLS:CHR/10=1*	0.001	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
22 Sija_22	IPE 160	S 275	22.044	78.635	0.027	26 ULS/19=1*1.35	0.001	39 SLS:CHR/10=1*	0.001	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-



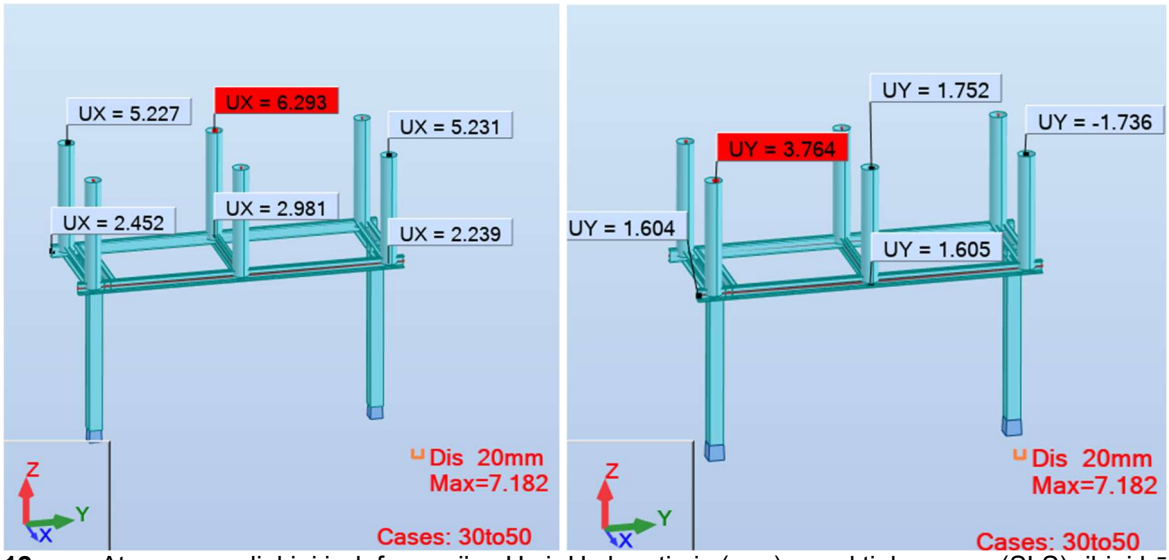
2.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos sijos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 25 (C)	**-0.310>>**	-1.150	7.330	2.033	-1.171	-0.012
1/ 18 (C)	**-2.374<<**	-1.148	9.644	2.603	-6.418	-0.054
1/ 19 (C)	-1.971	**0.023>>**	10.165	-0.019	-4.896	-0.039
1/ 24 (C)	-0.713	**-2.321<<**	6.809	4.655	-2.693	-0.028
1/ 19 (C)	-1.971	0.023	**10.165>>**	-0.019	-4.896	-0.039
1/ 24 (C)	-0.713	-2.321	**6.809<<**	4.655	-2.693	-0.028
1/ 24 (C)	-0.713	-2.321	6.809	**4.655>>**	-2.693	-0.028
1/ 19 (C)	-1.971	0.023	10.165	**-0.019<<**	-4.896	-0.039
1/ 25 (C)	-0.310	-1.150	7.330	2.033	**-1.171>>**	-0.012
1/ 18 (C)	-2.374	-1.148	9.644	2.603	**-6.418<<**	-0.054
1/ 25 (C)	-0.310	-1.150	7.330	2.033	-1.171	**-0.012>>**
1/ 18 (C)	-2.374	-1.148	9.644	2.603	-6.418	**-0.054<<**
29/ 13 (C)	**-0.290>>**	-0.016	6.970	0.011	-1.079	-0.010
29/ 26 (C)	**-2.235<<**	-2.354	10.910	4.672	-5.942	-0.042
29/ 13 (C)	-0.290	**-0.016>>**	6.970	0.011	-1.079	-0.010
29/ 26 (C)	-2.235	**-2.354<<**	10.910	4.672	-5.942	-0.042
29/ 22 (C)	-0.769	-2.353	**10.910>>**	4.668	-2.859	-0.027
29/ 21 (C)	-1.756	-0.017	**6.970<<**	0.015	-4.161	-0.025
29/ 26 (C)	-2.235	-2.354	10.910	**4.672>>**	-5.942	-0.042
29/ 13 (C)	-0.290	-0.016	6.970	**0.011<<**	-1.079	-0.010
29/ 25 (C)	-0.290	-1.178	7.170	2.050	**-1.079>>**	-0.010
29/ 18 (C)	-2.235	-1.192	10.710	2.633	**-5.942<<**	-0.042
29/ 25 (C)	-0.290	-1.178	7.170	2.050	-1.079	**-0.010>>**
29/ 18 (C)	-2.235	-1.192	10.710	2.633	-5.942	**-0.042<<**

2.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



2.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



2.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

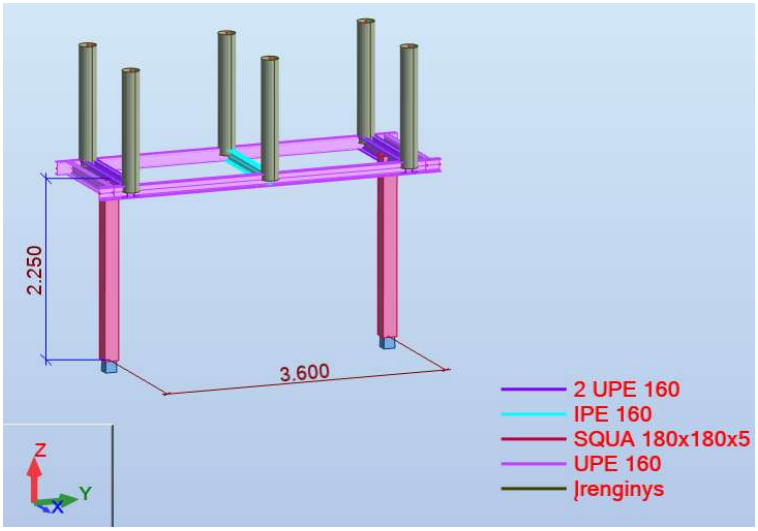
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos kolonos išnaudojimas yra ~20,6 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~6,3 mm < l / 100 (5,5 m / 100) =55 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

3. 110 kV SKYRIKLIO SU VIENU ĮŽEMINIMO PEILIU ATRAMA A.103

3.1. Atramos A.103 geometrija



3.1 pav. Atrama A.103

3.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

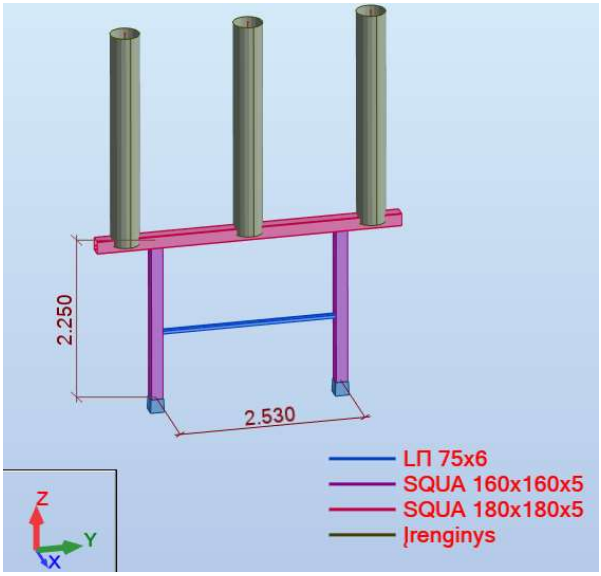
Kadangi A.103 atramos geometrija yra identiška atramai A.102, o veikiančios apkrovos yra šiek tiek mažesnės, A.103 atramos skaičiavimai neatliekami ir skerspjūviai priimami analogiški atramai A.102.

IŠVADA:

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

4. 110 KV DUJINIO JUNGTUVO ATRAMA A.105

4.1. Atramos A.105 geometrija

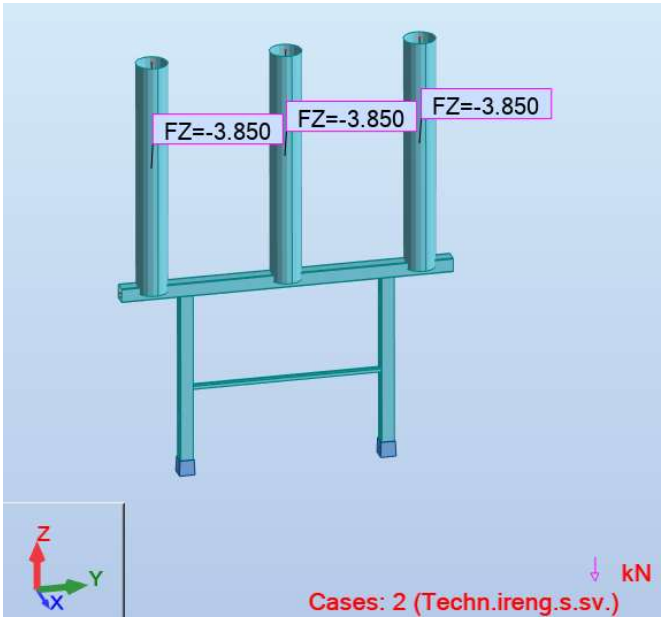


4.1 pav. Atrama A.105

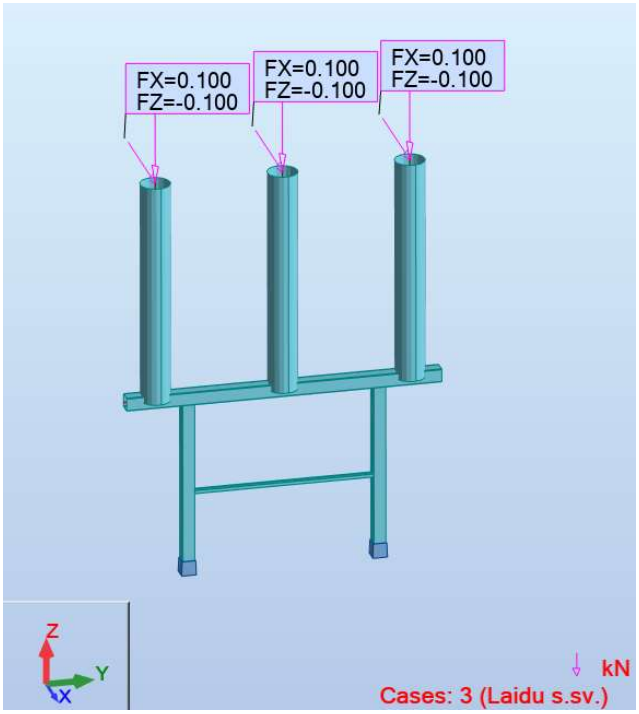
4.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

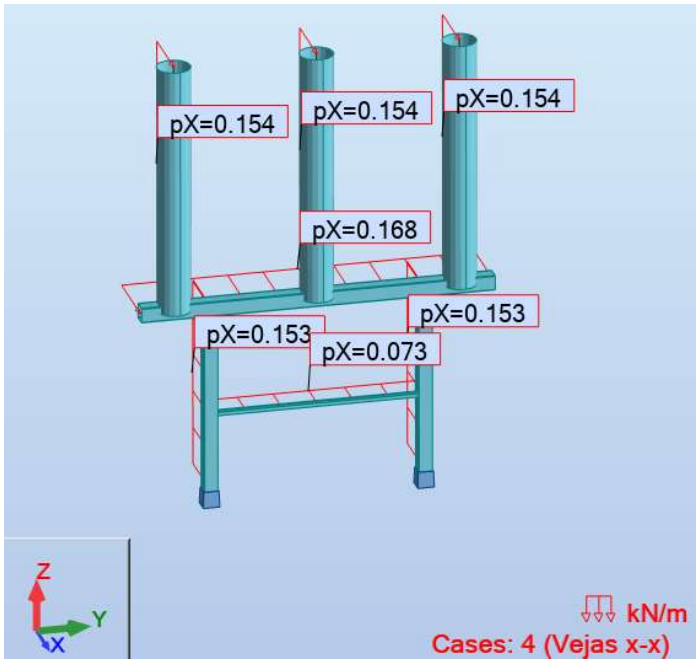
4.2 pav. Apkrovų lentelė



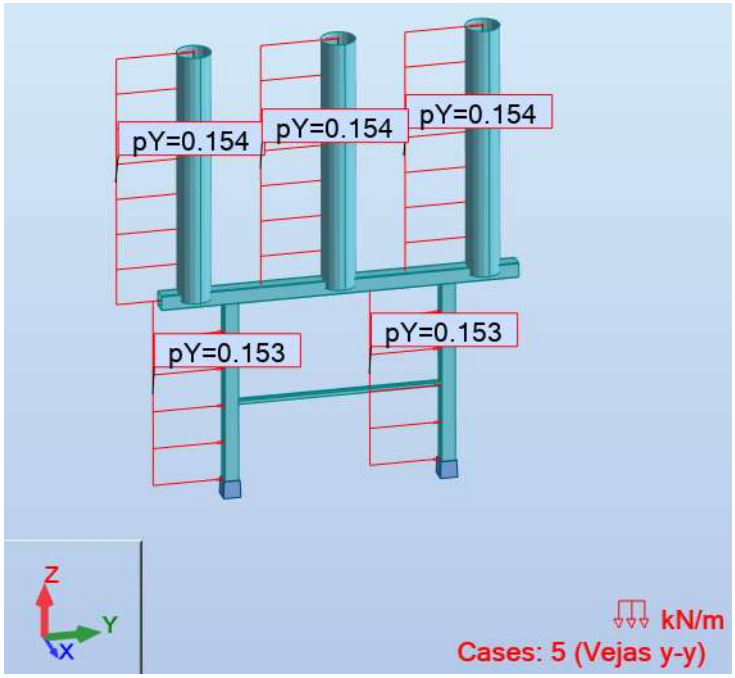
4.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



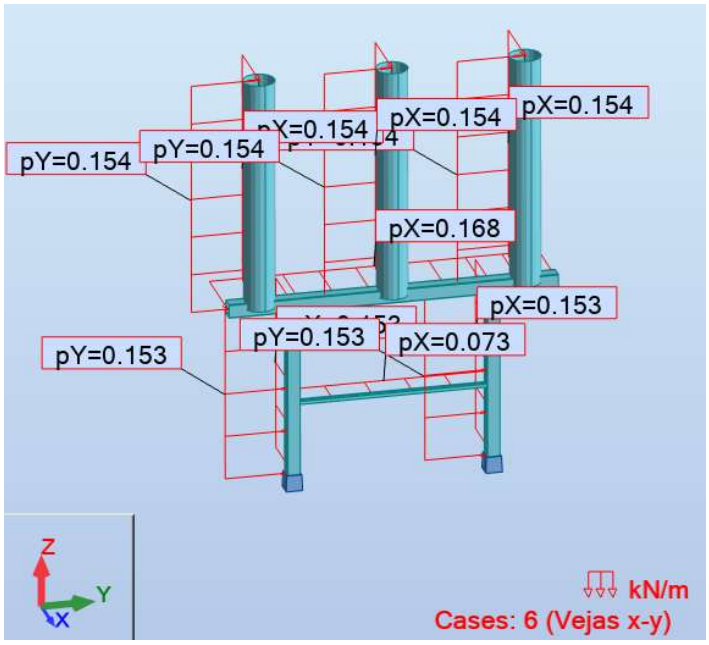
4.4 pav. Laidų sv. svoris



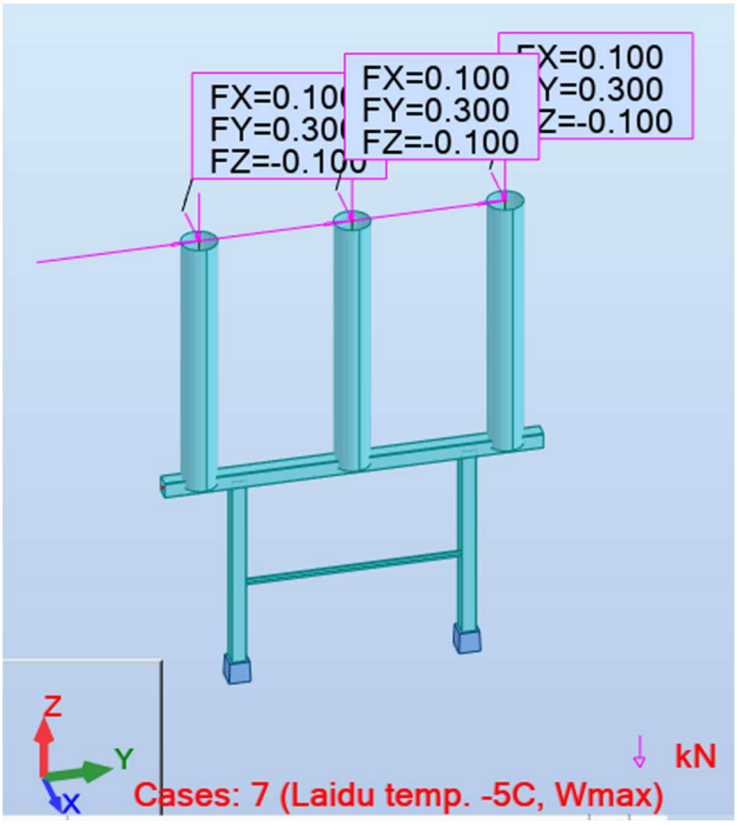
4.5 pav. Vėjas x-x



4.6 pav. Vėjas y-y



4.7 pav. Vėjas x-y



4.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

4.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:

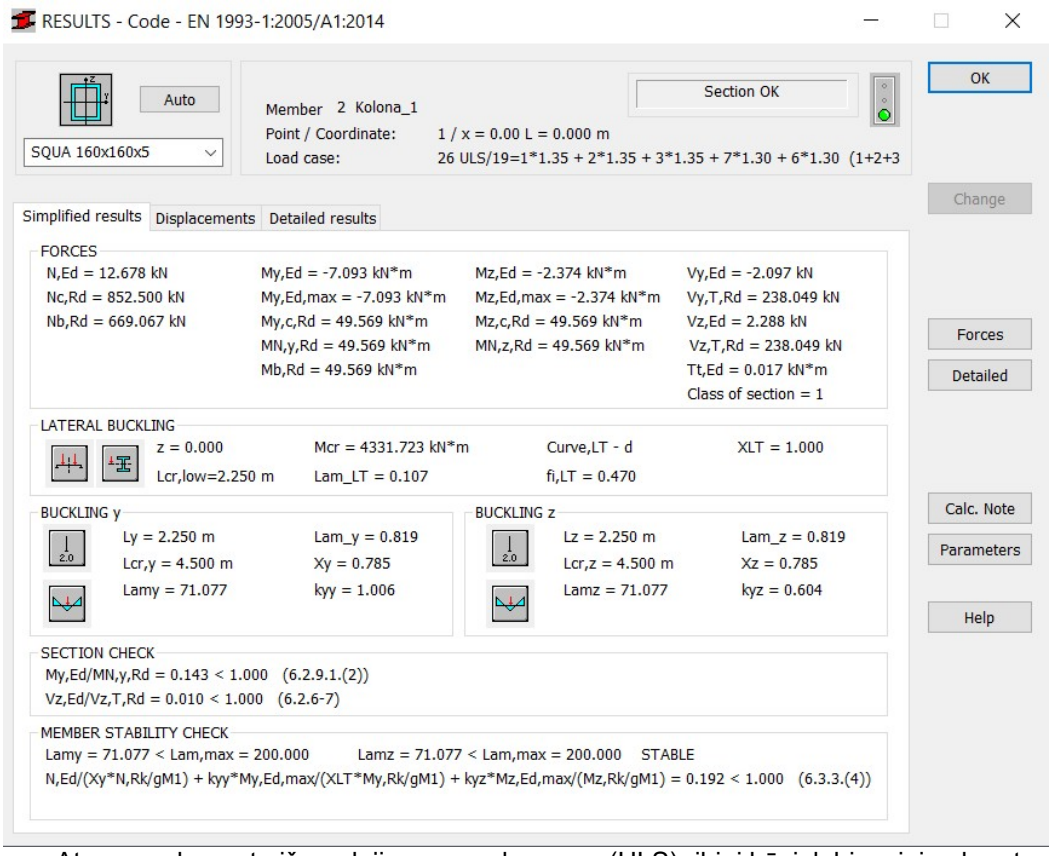
ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 7*1.30 + 6*1.30

4.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1to3

Results | Messages

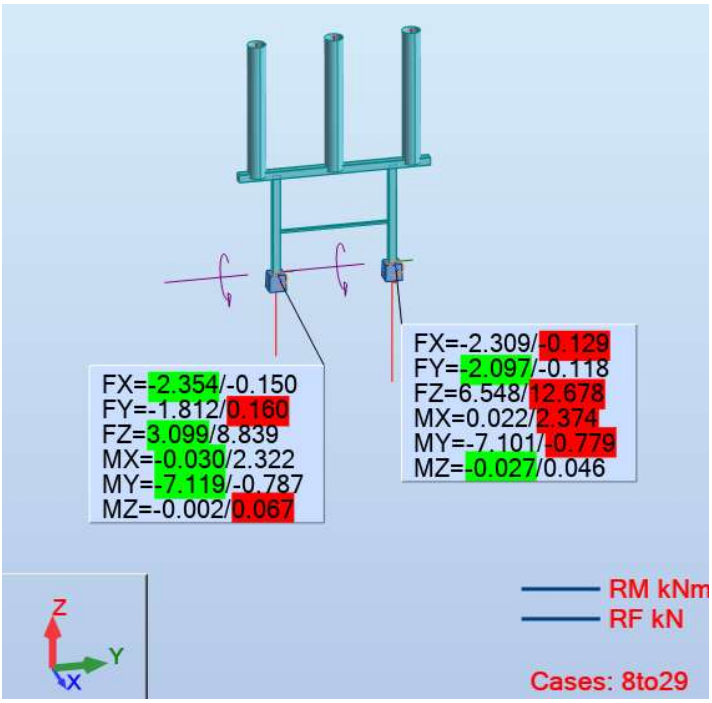
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
2 Kolona_1	SQUA 160x1	S 275	71.077	71.077	0.192	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.180	39 SLS:CHR/10=1*	0.034	37 SLS:CHR/8=1*1.
1 Kolona_1	SQUA 160x1	S 275	71.077	71.077	0.180	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.180	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.034	39 SLS:CHR/10=1*
3 Sija_3	LΠ 75x6	S 275	87.224	170.732	0.098	26 ULS/19=1*1.35	0.023	39 SLS:CHR/10=1*	0.007	37 SLS:CHR/8=1*1.	-	-	-	-



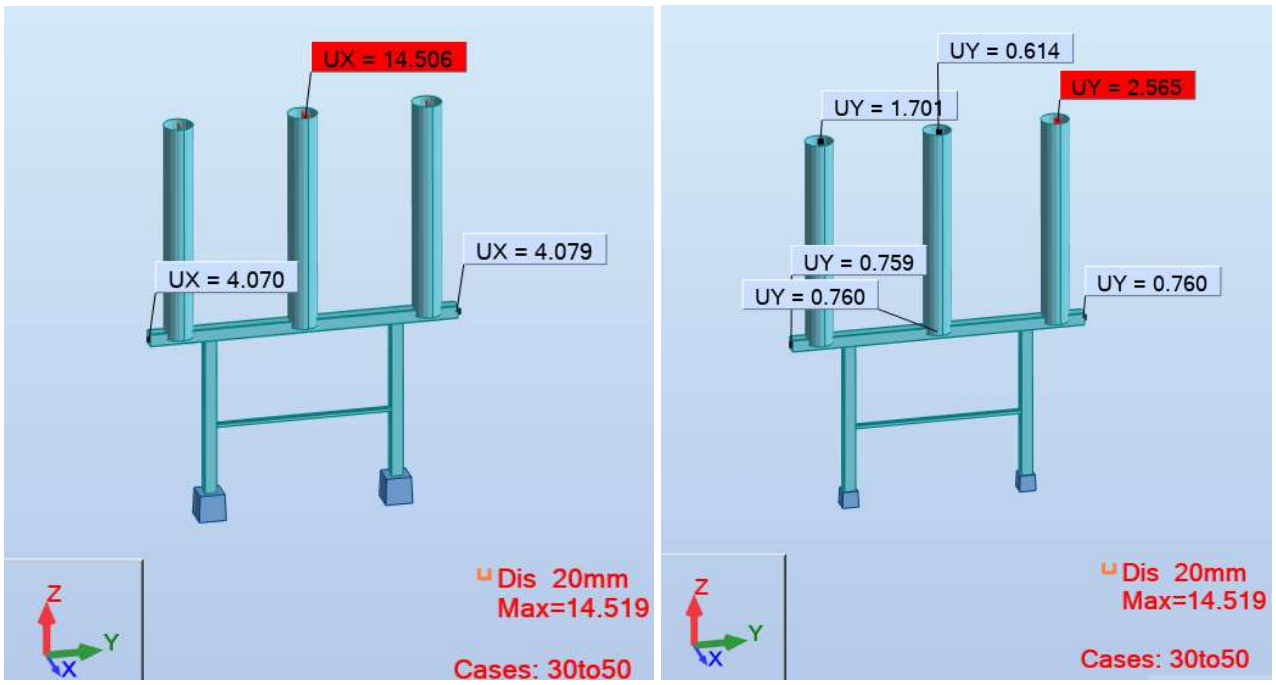
4.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos kolonos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 13 (C)	**-0.150>>**	0.118	6.548	-0.022	-0.787	-0.002
1/ 26 (C)	**-2.354<<**	-1.770	5.391	2.314	-7.119	0.066
1/ 19 (C)	-2.126	**0.160>>**	8.839	-0.030	-6.082	0.027
1/ 24 (C)	-0.378	**-1.812<<**	3.099	2.322	-1.824	0.038
1/ 19 (C)	-2.126	0.160	**8.839>>**	-0.030	-6.082	0.027
1/ 24 (C)	-0.378	-1.812	**3.099<<**	2.322	-1.824	0.038
1/ 24 (C)	-0.378	-1.812	3.099	**2.322>>**	-1.824	0.038
1/ 19 (C)	-2.126	0.160	8.839	**-0.030<<**	-6.082	0.027
1/ 13 (C)	-0.150	0.118	6.548	-0.022	**-0.787>>**	-0.002
1/ 26 (C)	-2.354	-1.770	5.391	2.314	**-7.119<<**	0.066
1/ 28 (C)	-2.302	-1.812	3.099	2.321	-6.844	**0.067>>**
1/ 10 (C)	-0.202	0.160	8.839	-0.030	-1.063	**-0.002<<**
5/ 25 (C)	**-0.129>>**	-1.467	8.409	1.549	-0.779	0.028
5/ 18 (C)	**-2.309<<**	-0.748	10.816	0.847	-7.101	-0.009
5/ 13 (C)	-0.150	**-0.118>>**	6.548	0.022	-0.788	0.002
5/ 26 (C)	-2.288	**-2.097<<**	12.678	2.374	-7.093	0.017
5/ 22 (C)	-0.365	-2.096	**12.678>>**	2.374	-2.074	0.046
5/ 21 (C)	-2.074	-0.119	**6.548<<**	0.022	-5.807	-0.027
5/ 26 (C)	-2.288	-2.097	12.678	**2.374>>**	-7.093	0.017
5/ 13 (C)	-0.150	-0.118	6.548	**0.022<<**	-0.788	0.002
5/ 25 (C)	-0.129	-1.467	8.409	1.549	**-0.779>>**	0.028
5/ 18 (C)	-2.309	-0.748	10.816	0.847	**-7.101<<**	-0.009
5/ 22 (C)	-0.365	-2.096	12.678	2.374	-2.074	**0.046>>**
5/ 21 (C)	-2.074	-0.119	6.548	0.022	-5.807	**-0.027<<**

4.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



4.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



4.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

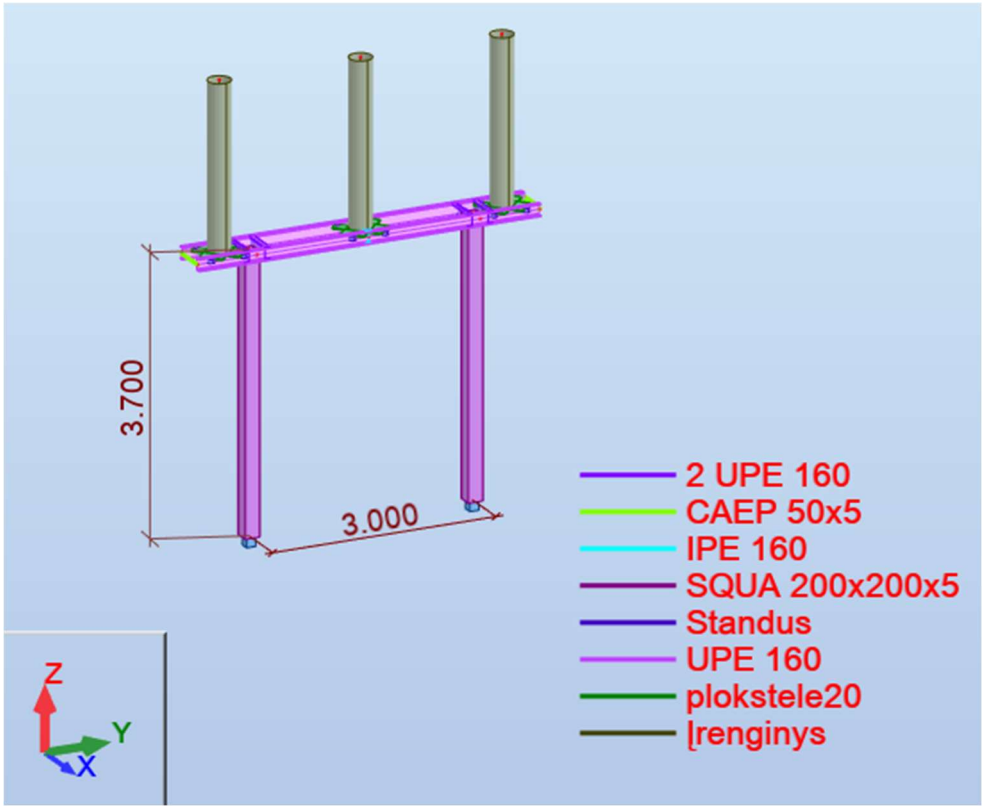
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos kolonos išnaudojimas yra ~19,2 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~14,5 mm < l / 100 (5,6 m / 100) =56 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

5. 110 KV ĮTAMPOS TRANSFORMATORIAUS ATRAMA A.106

5.1. Atramos A.106 geometrija

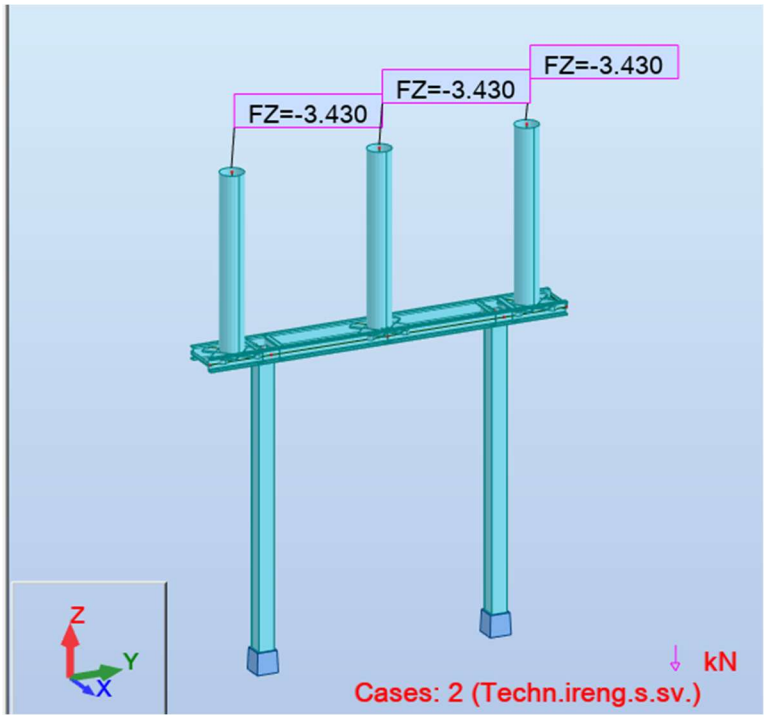


5.1 pav. Atrama A.106

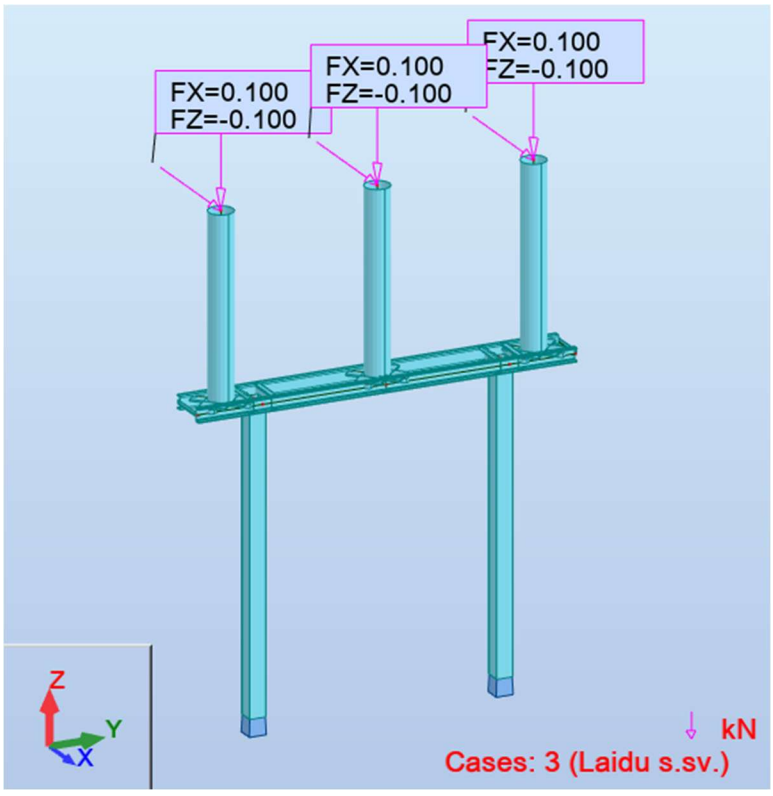
5.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

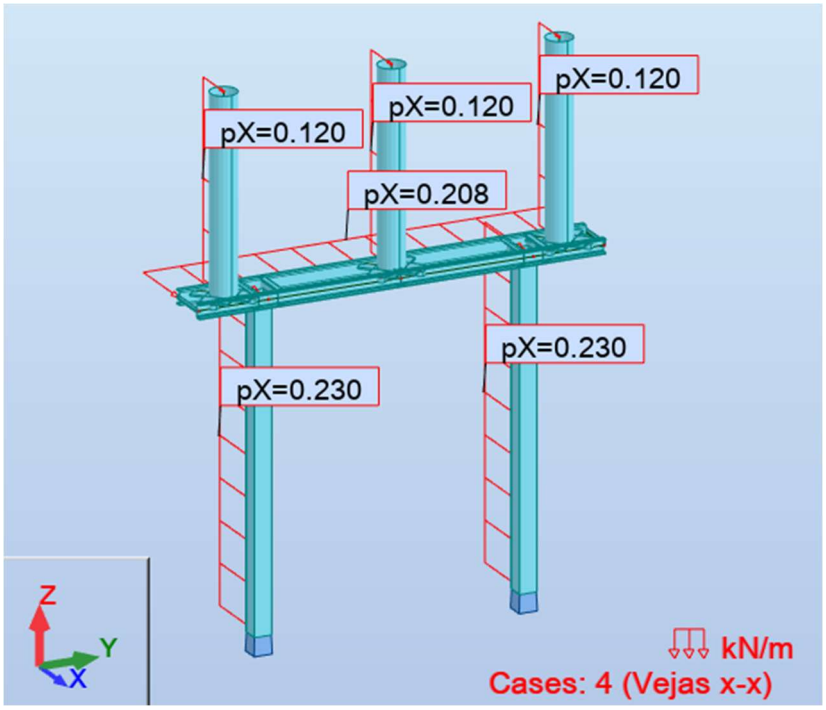
5.2 pav. Apkrovų lentelė



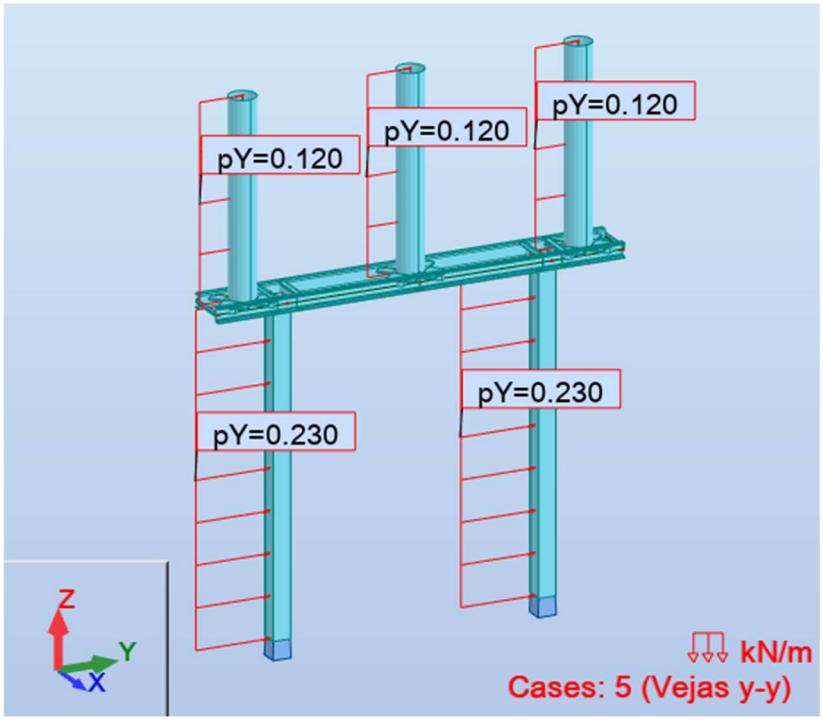
5.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



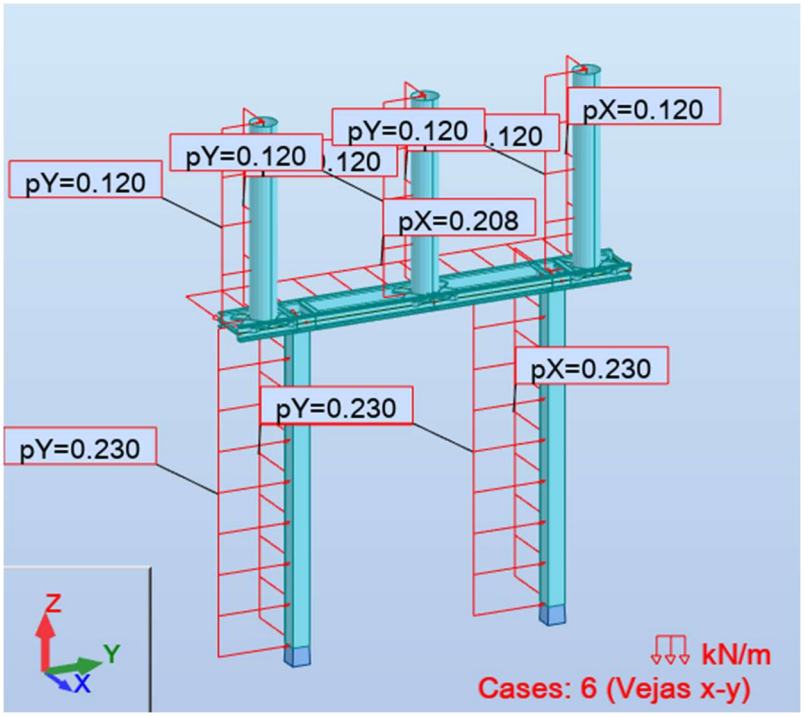
5.4 pav. Laidų sv. svoris



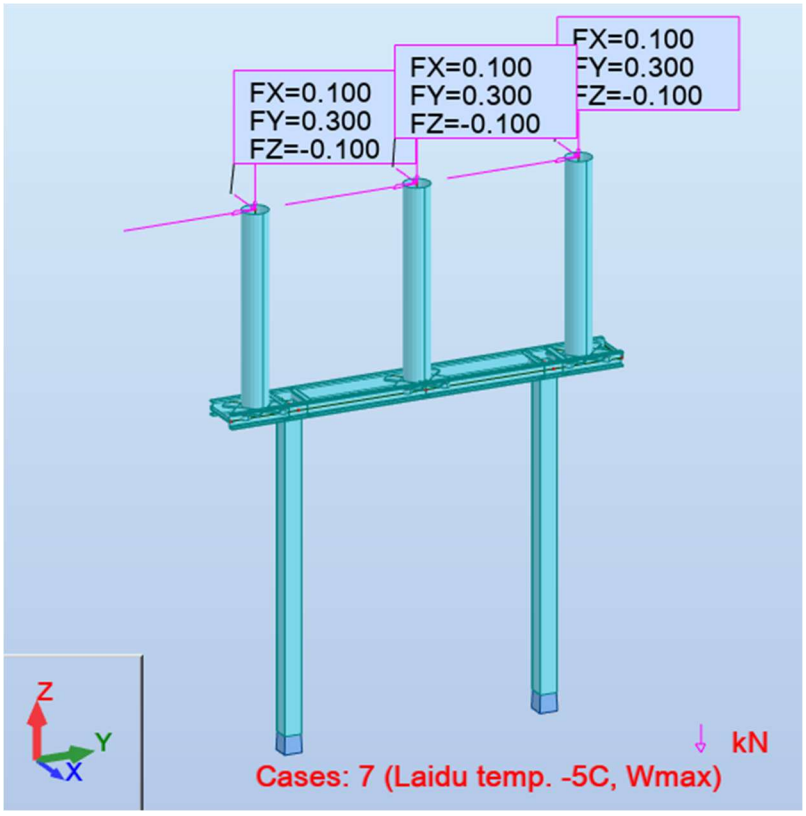
5.5 pav. Vėjas x-x



5.6 pav. Vėjas y-y



5.7 pav. Vėjas x-y



5.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

5.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:

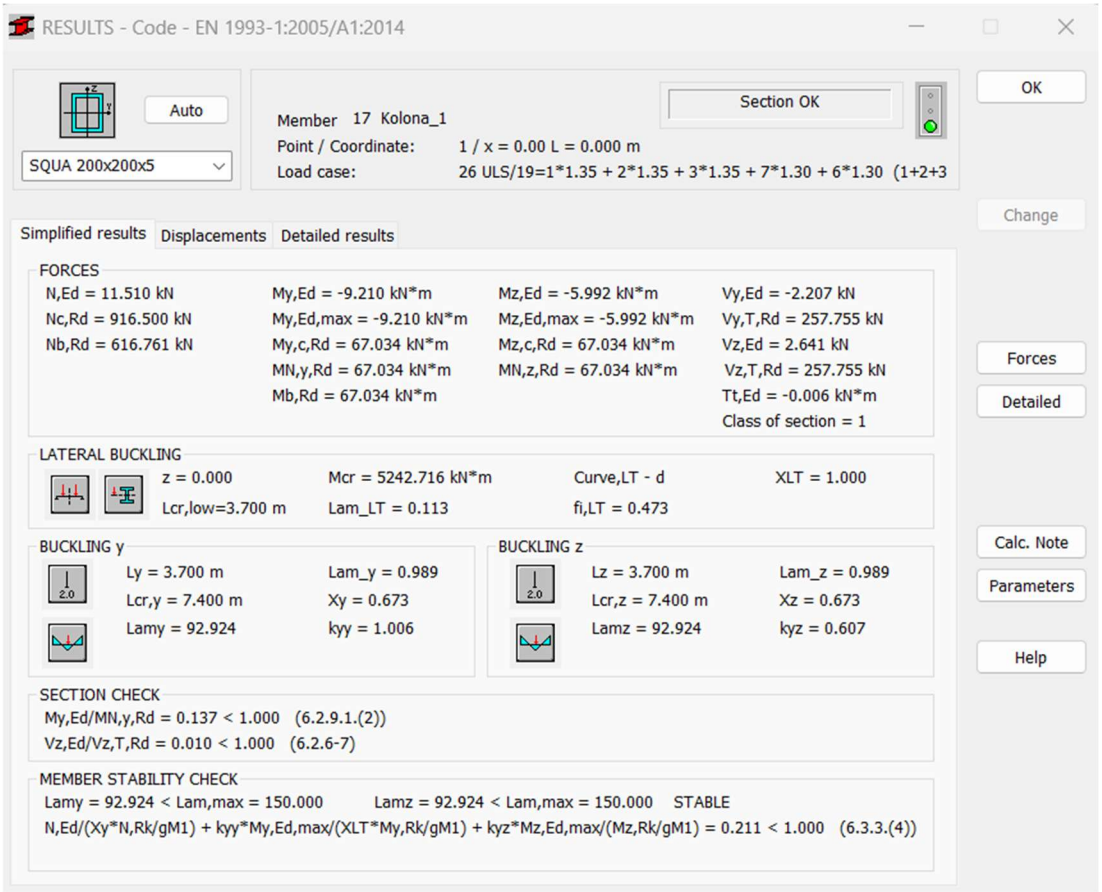
26 : ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 7*1.30 + 6*1.30

5.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1 17to19 22to26

Results Messages

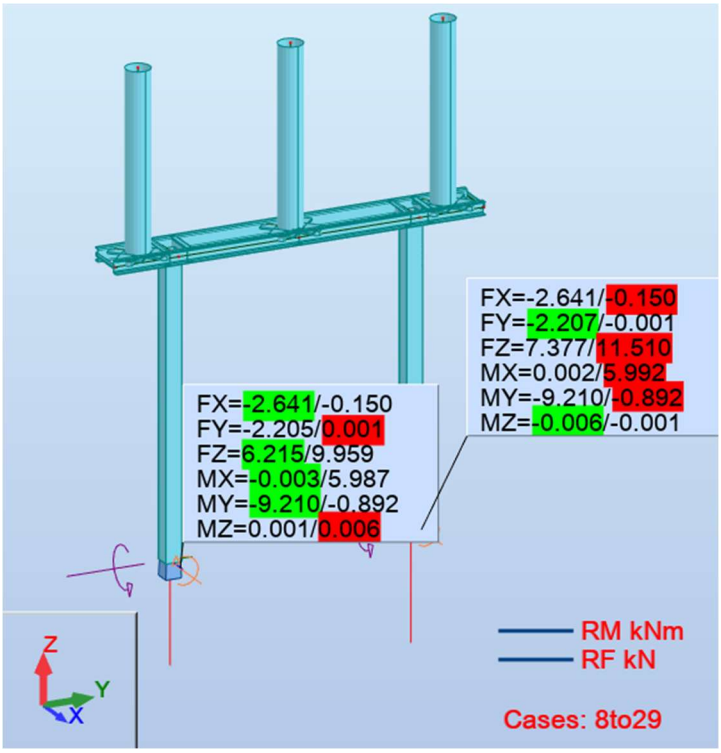
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
17 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	92.924	92.924	0.211	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.171	39 SLS:CHR/10=1*	0.099	39 SLS:CHR/10=1*
1 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	92.924	92.924	0.206	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.171	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.099	37 SLS:CHR/8=1*1.
18 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 235	46.301	67.551	0.142	26 ULS/19=1*1.35	0.009	39 SLS:CHR/10=1*	0.008	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
19 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 235	46.301	67.551	0.081	22 ULS/15=1*1.35	0.008	39 SLS:CHR/10=1*	0.005	37 SLS:CHR/8=1*1.	-	-	-	-
25 Sija_25	CAEP 50x5	S 235	23.654	46.248	0.038	26 ULS/19=1*1.35	0.004	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.006	37 SLS:CHR/8=1*1.	-	-	-	-
23 Sija_23	2 UPE 160	S 235	6.945	3.472	0.035	26 ULS/19=1*1.35	0.000	36 SLS:CHR/7=1*1.	0.002	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
22 Sija_22	2 UPE 160	S 235	6.945	3.472	0.030	18 ULS/11=1*1.35	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	0.001	36 SLS:CHR/7=1*1.	-	-	-	-
26 Sija_26	CAEP 50x5	S 235	23.654	46.248	0.019	19 ULS/12=1*1.35	0.002	32 SLS:CHR/3=1*1.	0.003	32 SLS:CHR/3=1*1.	-	-	-	-
24 Sija_24	IPE 160	S 235	6.841	24.404	0.015	22 ULS/15=1*1.35	0.005	39 SLS:CHR/10=1*	0.000	37 SLS:CHR/8=1*1.	-	-	-	-



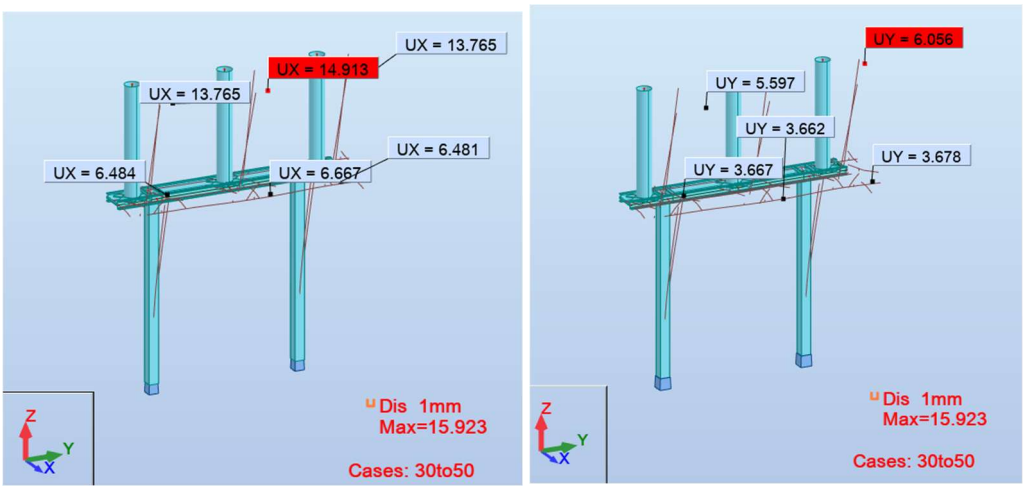
5.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos kolonos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 5	**0.000>>**	-1.247	-0.344	2.979	0.000	0.000
1/ 18 (C)	**-2.641<<**	-0.584	9.244	2.114	-9.210	0.006
1/ 1	0.000	**0.002>>**	2.082	-0.002	0.000	0.000
1/ 24 (C)	-0.345	**-2.205<<**	6.215	5.987	-2.053	0.002
1/ 10 (C)	-0.202	0.001	**9.959>>**	-0.003	-1.205	0.001
1/ 7	-0.150	-0.450	**-0.550<<**	1.628	-0.892	0.001
1/ 24 (C)	-0.345	-2.205	6.215	**5.987>>**	-2.053	0.002
1/ 19 (C)	-2.446	0.001	9.959	**-0.003<<**	-8.049	0.005
1/ 5	0.000	-1.247	-0.344	2.979	**0.000>>**	0.000
1/ 18 (C)	-2.641	-0.584	9.244	2.114	**-9.210<<**	0.006
1/ 26 (C)	-2.641	-2.205	8.797	5.986	-9.210	**0.006>>**
1/ 1	0.000	0.002	2.082	-0.002	0.000	**0.000<<**
29/ 1	**-0.000>>**	-0.002	2.082	0.002	0.000	0.000
29/ 26 (C)	**-2.641<<**	-2.207	11.510	5.992	-9.210	-0.006
29/ 2	-0.000	**0.001>>**	5.145	-0.000	-0.000	0.000
29/ 26 (C)	-2.641	**-2.207<<**	11.510	5.992	-9.210	-0.006
29/ 26 (C)	-2.641	-2.207	**11.510>>**	5.992	-9.210	-0.006
29/ 4	-1.725	-0.000	**0.000<<**	0.000	-5.265	-0.003
29/ 26 (C)	-2.641	-2.207	11.510	**5.992>>**	-9.210	-0.006
29/ 2	-0.000	0.001	5.145	**-0.000<<**	-0.000	0.000
29/ 1	-0.000	-0.002	2.082	0.002	**0.000>>**	0.000
29/ 26 (C)	-2.641	-2.207	11.510	5.992	**-9.210<<**	-0.006
29/ 5	-0.000	-1.247	0.344	2.979	-0.000	**0.000>>**
29/ 18 (C)	-2.641	-0.586	11.063	2.120	-9.210	**-0.006<<**

5.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



5.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



5.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

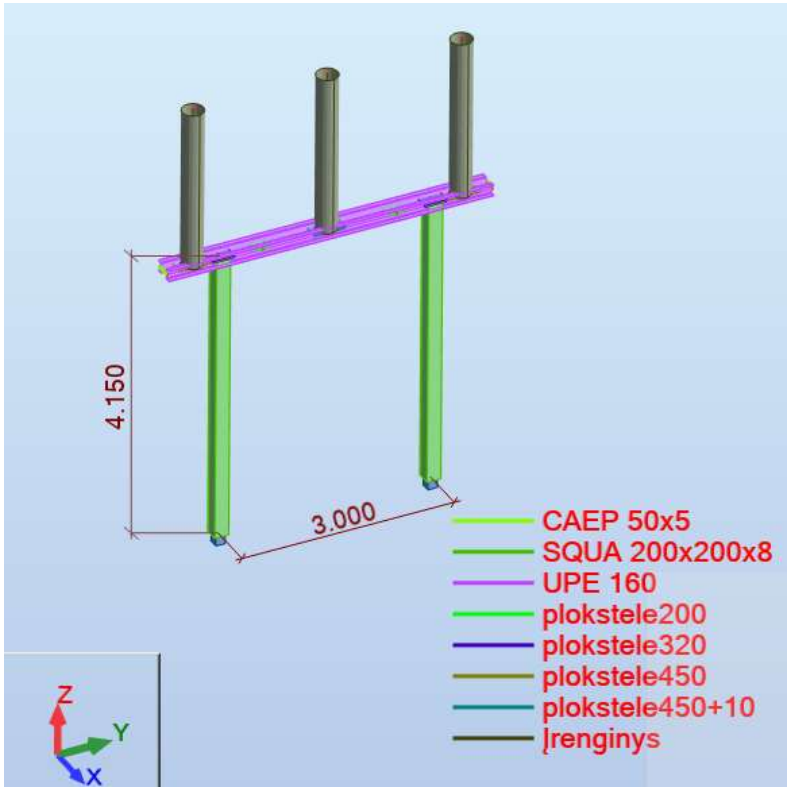
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos kolonos išnaudojimas yra ~21,1 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~14,9 mm < l / 100 (6,25 m / 100) =63 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

6. 110 KV SROVĖS TRANSFORMATORIAUS ATRAMA A.113

6.1. Atramos A.113 geometrija

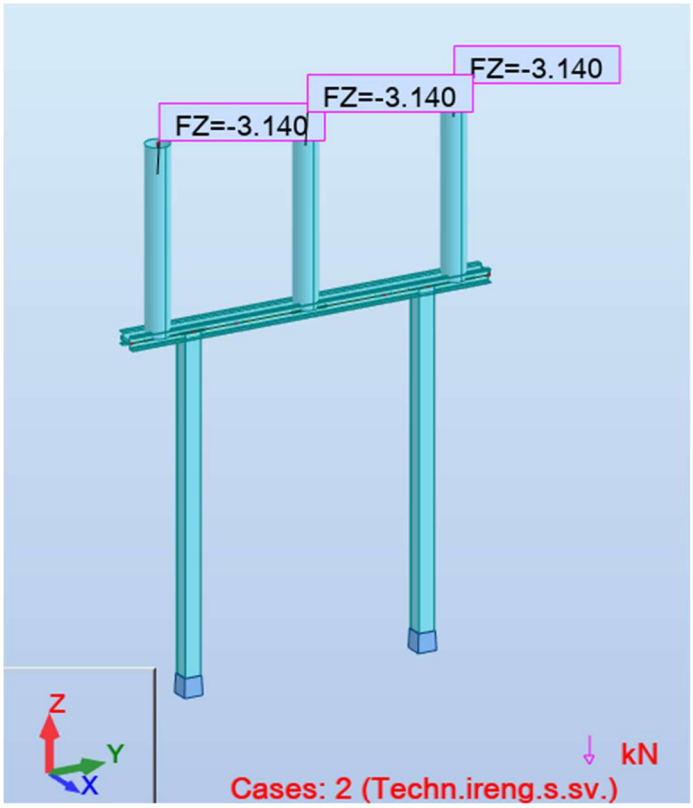


6.1 pav. Atrama A.113

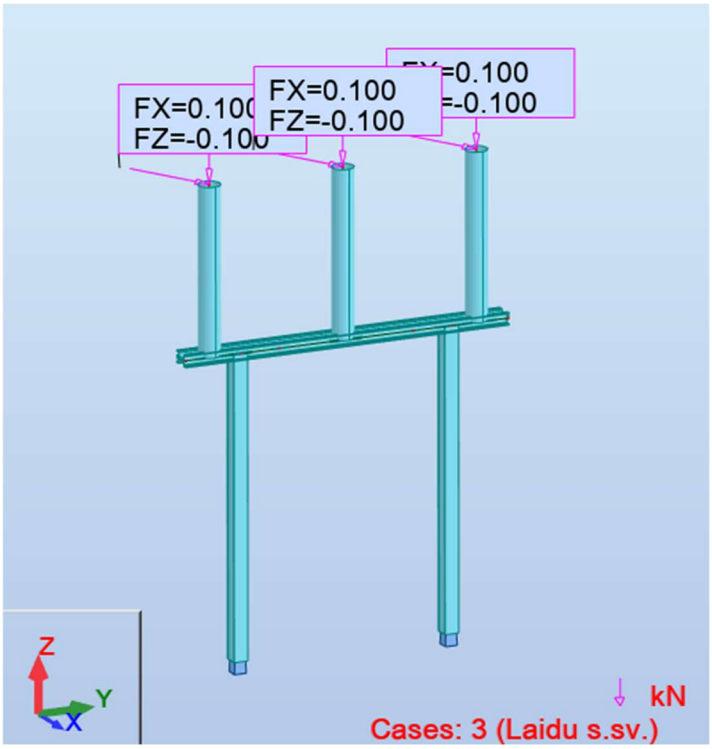
6.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

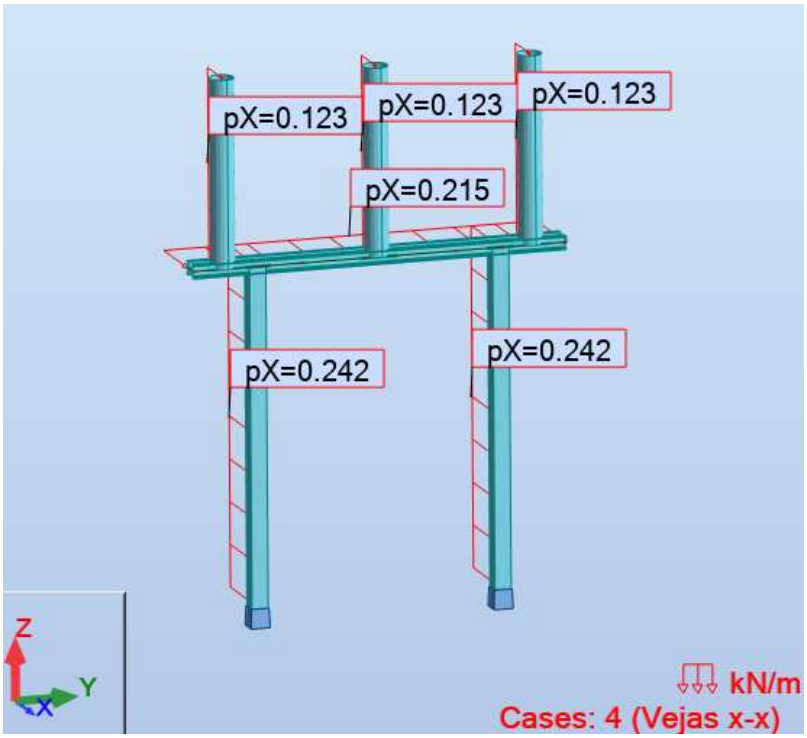
6.2 pav. Apkrovų lentelė



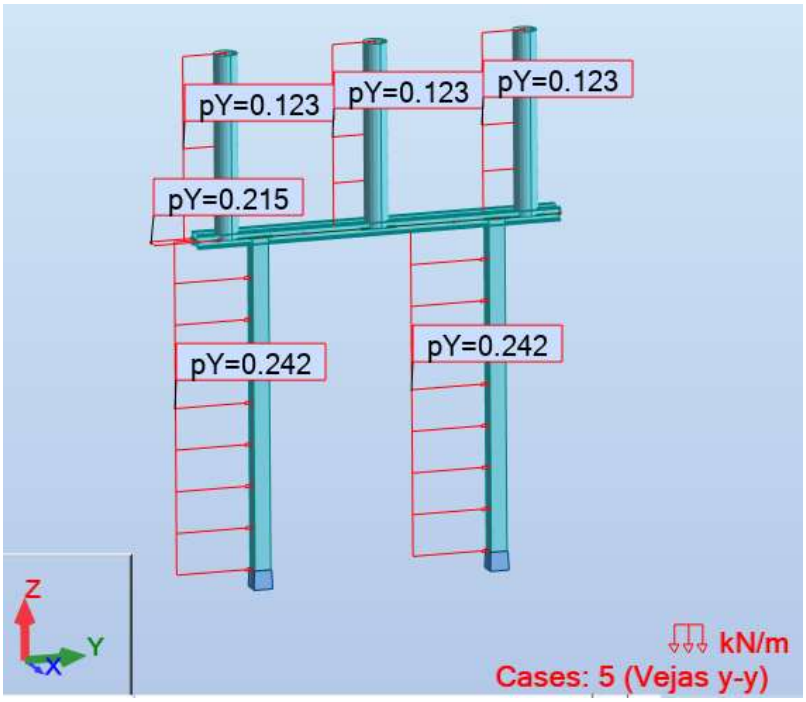
6.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



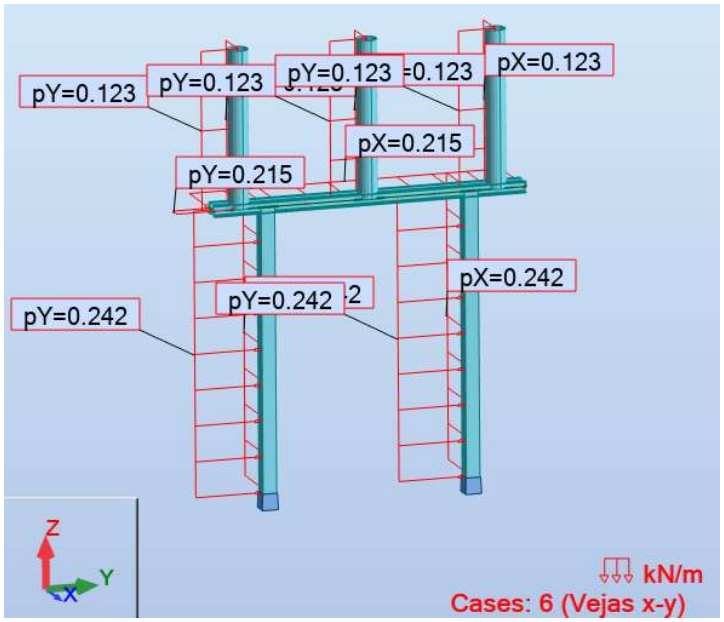
6.4 pav. Laidų sv. svoris



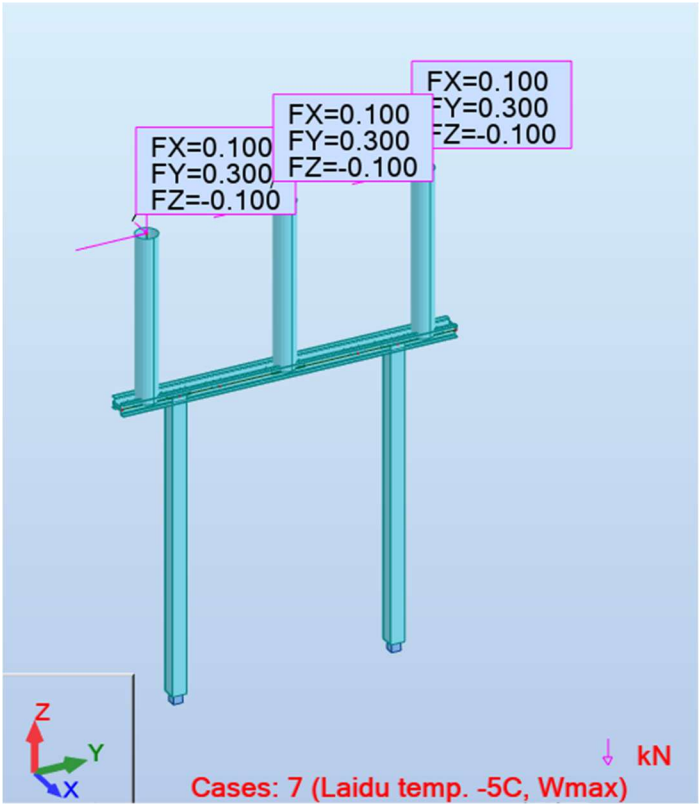
6.5 pav. Vėjas x-x



6.6 pav. Vėjas y-y



6.7 pav. Vėjas x-y



6.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

6.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

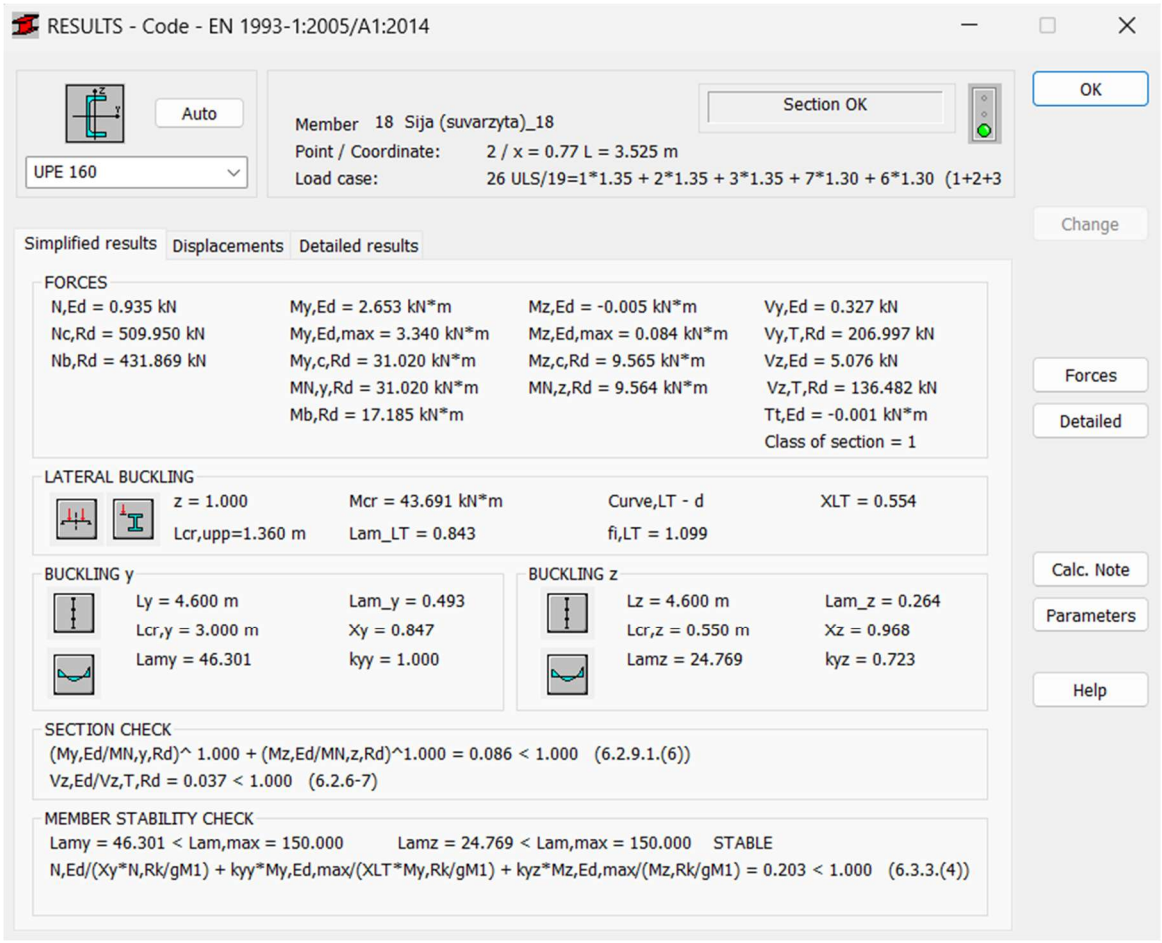
Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:
26 : ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 7*1.30 + 6*1.30

6.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1 17to19 22to26 28 29 33 34

Results Messages

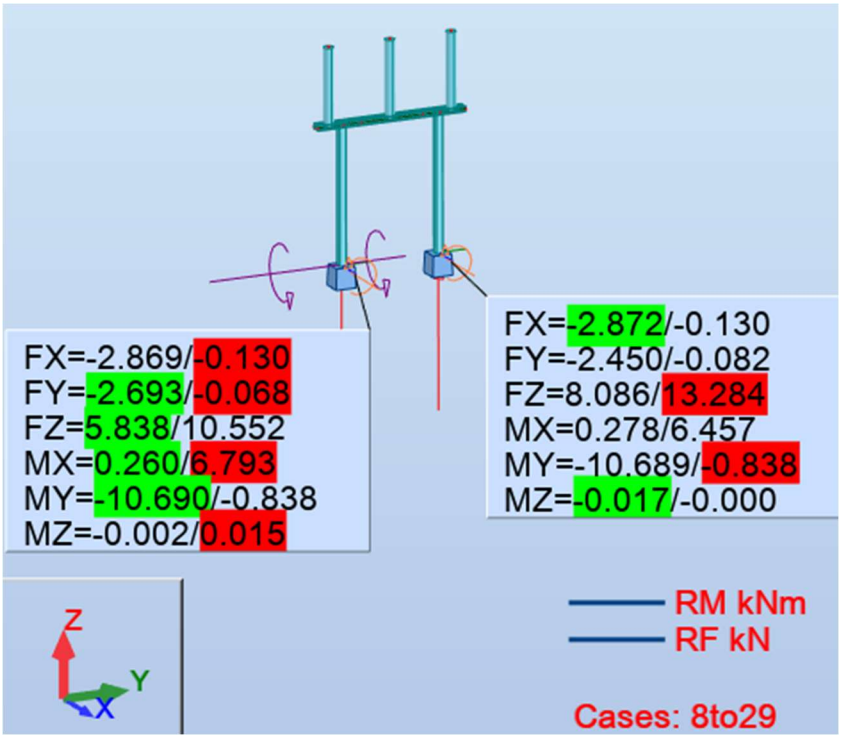
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
18 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 235	46.301	24.769	0.203	26 ULS/19=1*1.35	0.004	39 SLS:CHR/10=1*	0.021	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
23 Sija 0.5_23	plokstele450	S 235	21.651	0.770	0.185	26 ULS/19=1*1.35	0.000	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.045	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
17 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	105.798	105.798	0.157	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.143	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.071	39 SLS:CHR/10=1*
1 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	105.798	105.798	0.153	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.144	39 SLS:CHR/10=1*	0.071	37 SLS:CHR/8=1*1.
19 Sija (suvarzyt	UPE 160	S 235	46.301	42.782	0.137	28 ULS/21=1*1.00	0.004	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.017	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
28 Sija_28	plokstele450	S 235	43.301	1.540	0.110	26 ULS/19=1*1.35	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	0.021	35 SLS:CHR/6=1*1.	-	-	-	-
29 Sija_29	plokstele450	S 235	43.301	1.540	0.108	26 ULS/19=1*1.35	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	0.022	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
22 Sija 0.5_22	plokstele320	S 235	13.323	1.083	0.085	18 ULS/11=1*1.35	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	0.011	36 SLS:CHR/7=1*1.	-	-	-	-
24 Sija_24	plokstele450+	S 235	26.647	1.540	0.041	26 ULS/19=1*1.35	0.000	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.005	35 SLS:CHR/6=1*1.	-	-	-	-
25 Sija_25	CAEP 50x5	S 235	10.513	20.555	0.025	18 ULS/11=1*1.35	0.001	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.000	35 SLS:CHR/6=1*1.	-	-	-	-
26 Sija_26	CAEP 50x5	S 235	10.513	20.555	0.024	26 ULS/19=1*1.35	0.001	39 SLS:CHR/10=1*	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
33 Sija_33	plokstele200	S 235	69.282	3.464	0.013	26 ULS/19=1*1.35	0.000	39 SLS:CHR/10=1*	0.004	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
34 Sija_34	plokstele200	S 235	69.282	3.464	0.013	18 ULS/11=1*1.35	0.000	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.001	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-



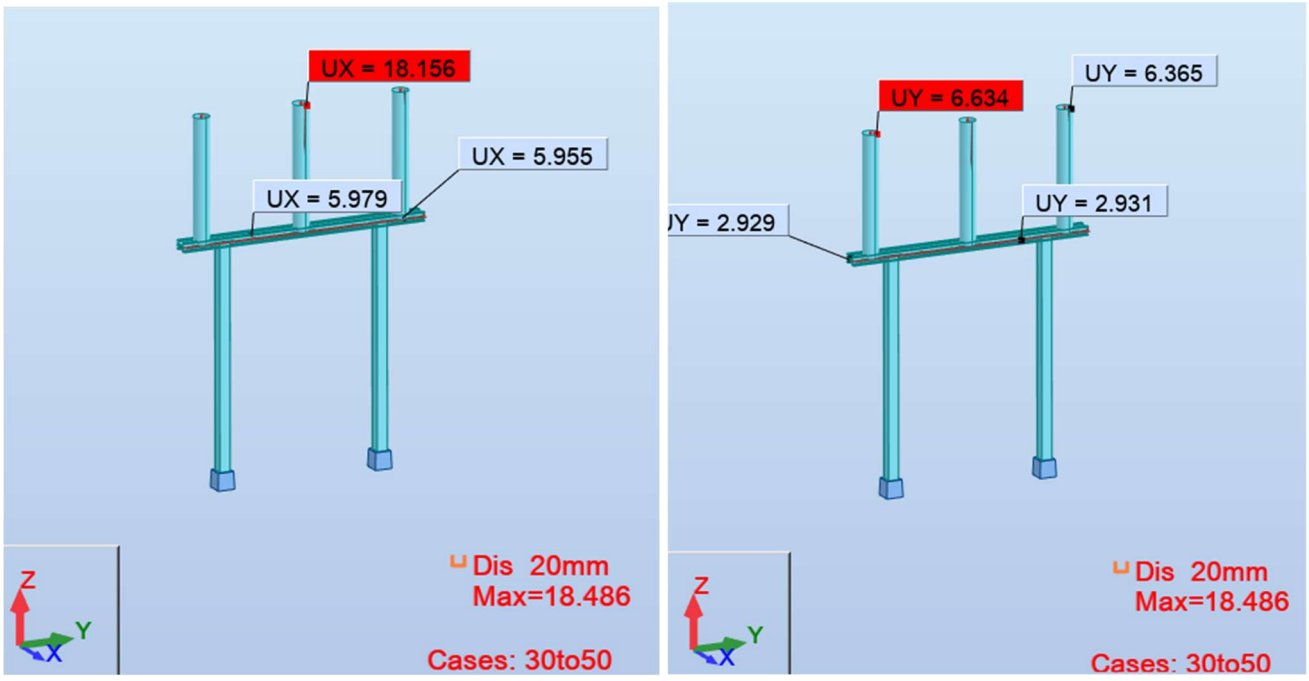
6.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos sijos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 13 (C)	**-0.130>>**	-0.068	7.816	0.260	-0.838	-0.001
1/ 26 (C)	**-2.869<<**	-2.693	8.574	6.793	-10.690	0.014
1/ 21 (C)	-2.629	**-0.068>>**	7.816	0.260	-9.139	0.015
1/ 22 (C)	-0.370	**-2.693<<**	8.574	6.793	-2.389	-0.002
1/ 19 (C)	-2.675	-0.092	**10.552>>**	0.351	-9.432	0.015
1/ 24 (C)	-0.324	-2.669	**5.838<<**	6.702	-2.096	-0.002
1/ 22 (C)	-0.370	-2.693	8.574	**6.793>>**	-2.389	-0.002
1/ 21 (C)	-2.629	-0.068	7.816	**0.260<<**	-9.139	0.015
1/ 13 (C)	-0.130	-0.068	7.816	0.260	**-0.838>>**	-0.001
1/ 26 (C)	-2.869	-2.693	8.574	6.793	**-10.690<<**	0.014
1/ 21 (C)	-2.629	-0.068	7.816	0.260	-9.139	**0.015>>**
1/ 22 (C)	-0.370	-2.693	8.574	6.793	-2.389	**-0.002<<**
29/ 25 (C)	**-0.130>>**	-1.881	9.073	4.428	-0.838	-0.000
29/ 18 (C)	**-2.872<<**	-0.651	12.297	2.307	-10.689	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	**-0.082>>**	8.086	0.278	-0.838	-0.000
29/ 26 (C)	-2.872	**-2.450<<**	13.284	6.457	-10.689	-0.017
29/ 22 (C)	-0.371	-2.450	**13.284>>**	6.457	-2.388	-0.000
29/ 21 (C)	-2.631	-0.082	**8.086<<**	0.278	-9.138	-0.017
29/ 26 (C)	-2.872	-2.450	13.284	**6.457>>**	-10.689	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	-0.082	8.086	**0.278<<**	-0.838	-0.000
29/ 25 (C)	-0.130	-1.881	9.073	4.428	**-0.838>>**	-0.000
29/ 18 (C)	-2.872	-0.651	12.297	2.307	**-10.689<<**	-0.017
29/ 13 (C)	-0.130	-0.082	8.086	0.278	-0.838	**-0.000>>**
29/ 26 (C)	-2.872	-2.450	13.284	6.457	-10.689	**-0.017<<**

6.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



6.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



6.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

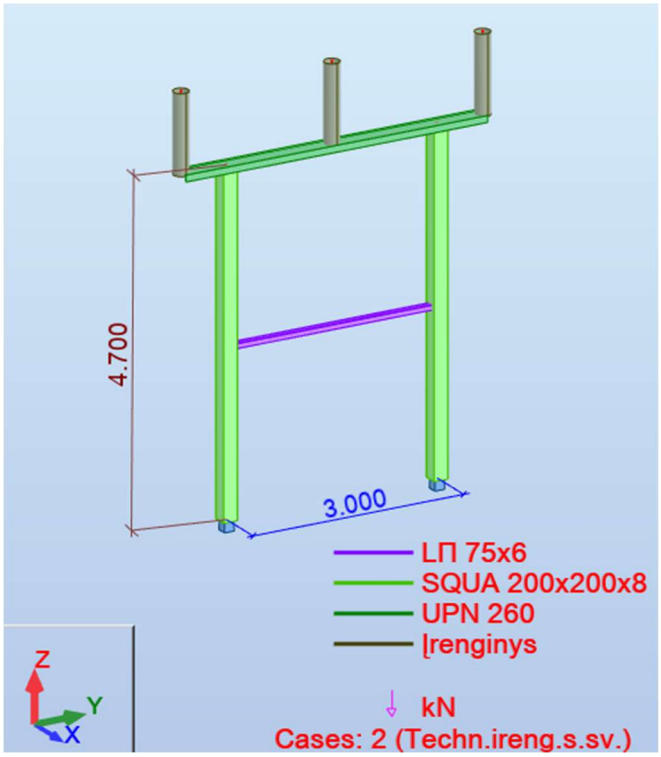
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos sijos išnaudojimas yra ~20,3 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~18,2 mm < l / 100 (6,8 m / 100) =68 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

7. 110 KV VIRŠĮTAMPIŲ RIBOTUVAS 2-OS IŠKROVOS KLASĖS SU VIRŠĮTAMPIŲ REGISTRATORIUMI ATRAMA A.121

7.1. Atramos A.121 geometrija

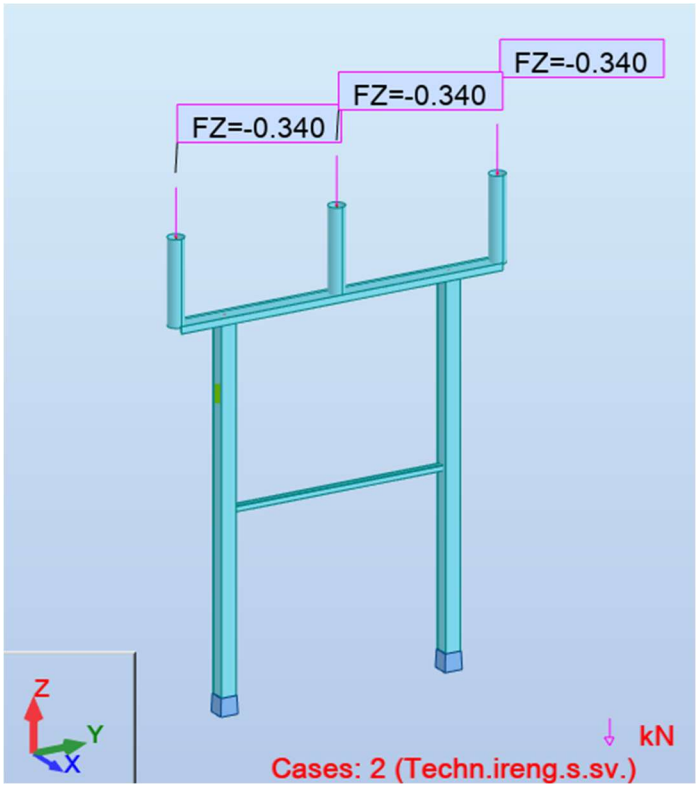


7.1 pav. Atrama A.121

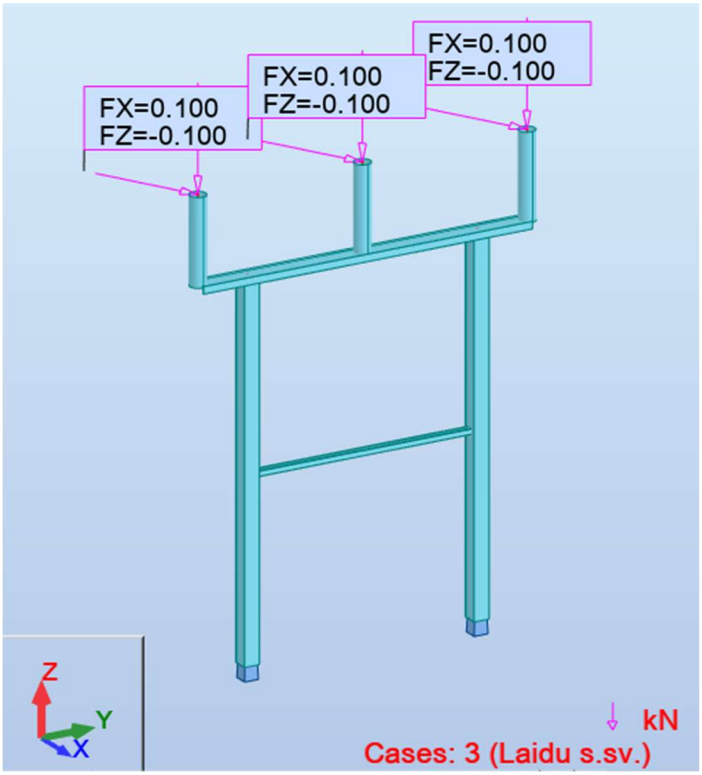
7.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

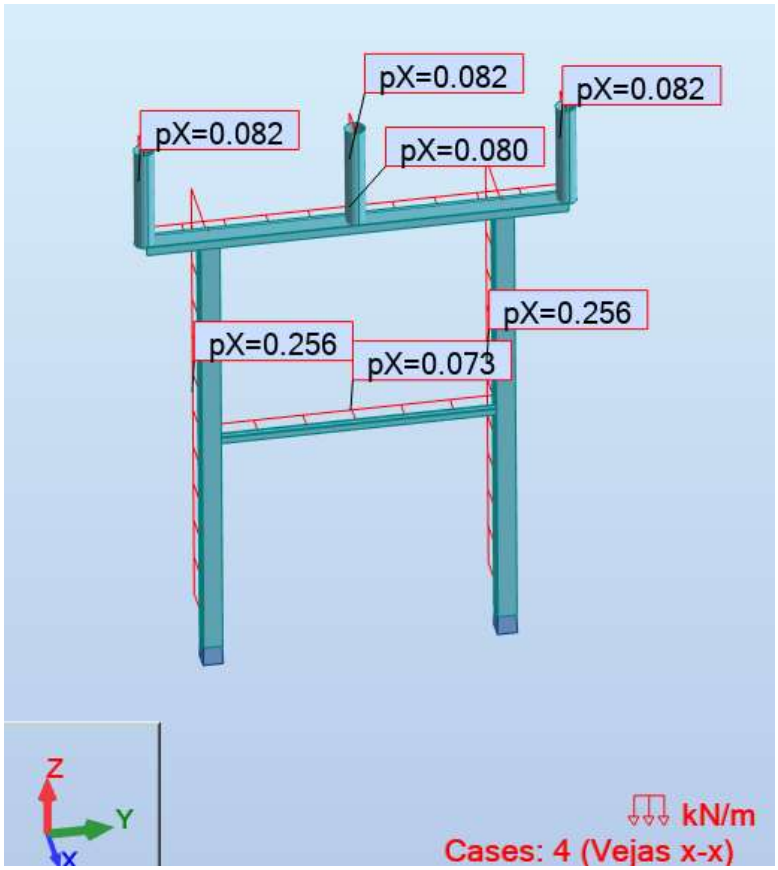
7.2 pav. Apkrovų lentelė



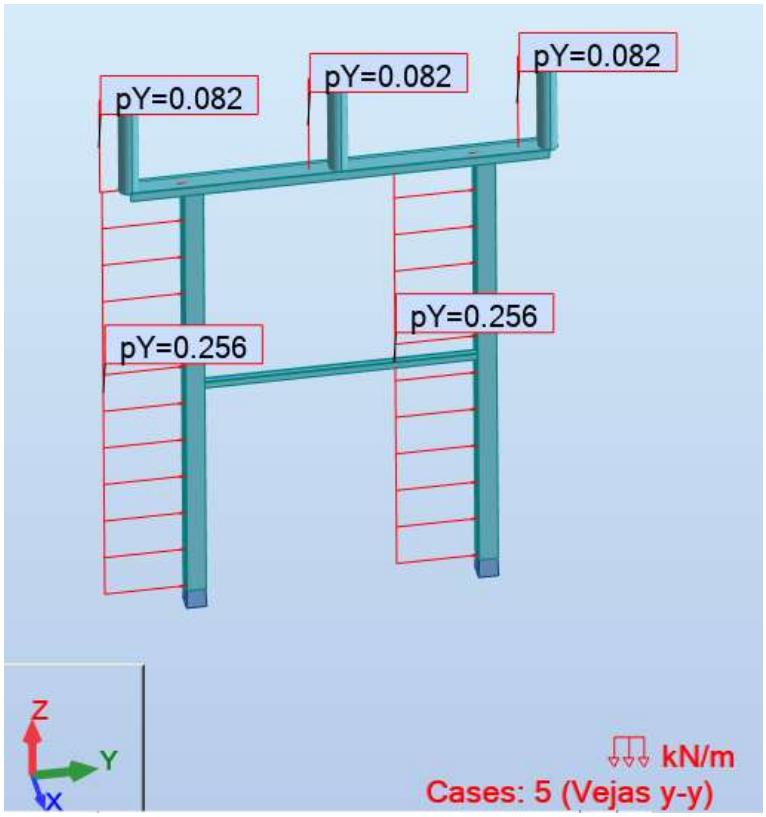
7.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



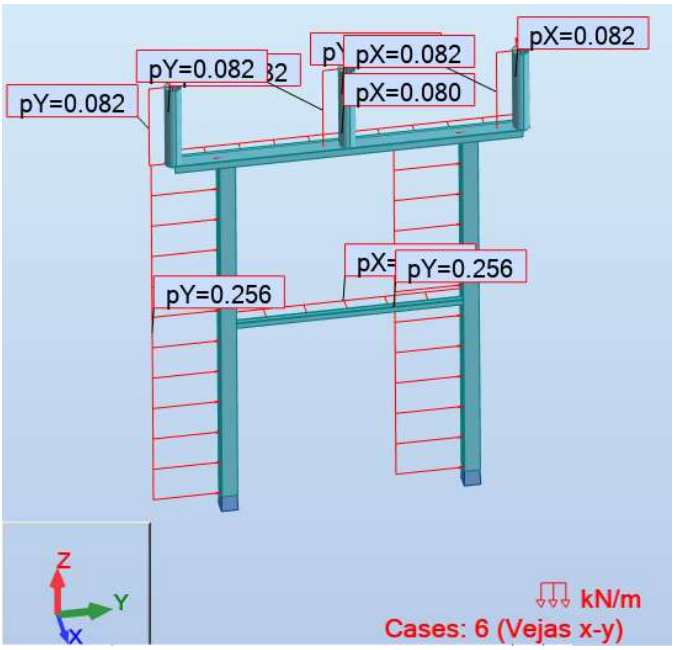
7.4 pav. Laidų sv. svoris



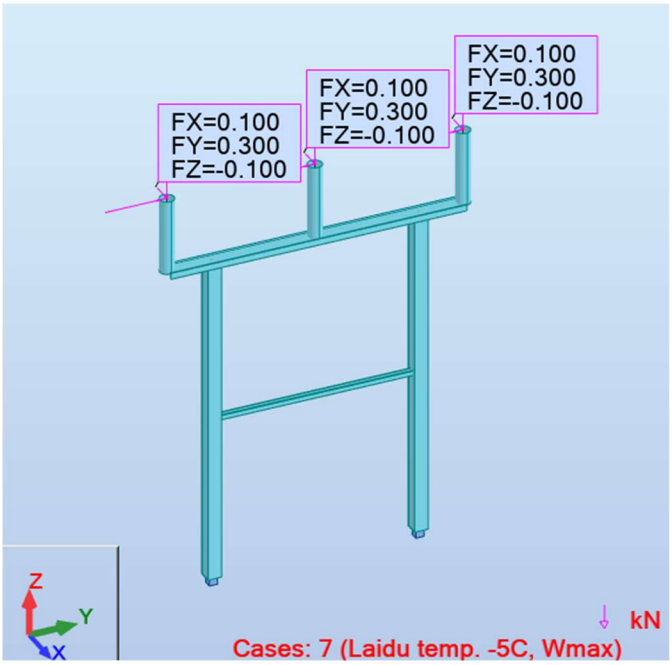
7.5 pav. Vėjas x-x



7.6 pav. Vėjas y-y



7.7 pav. Vėjas x-y



7.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

7.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);

- tinkamumo ribinius būvius:

- Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:

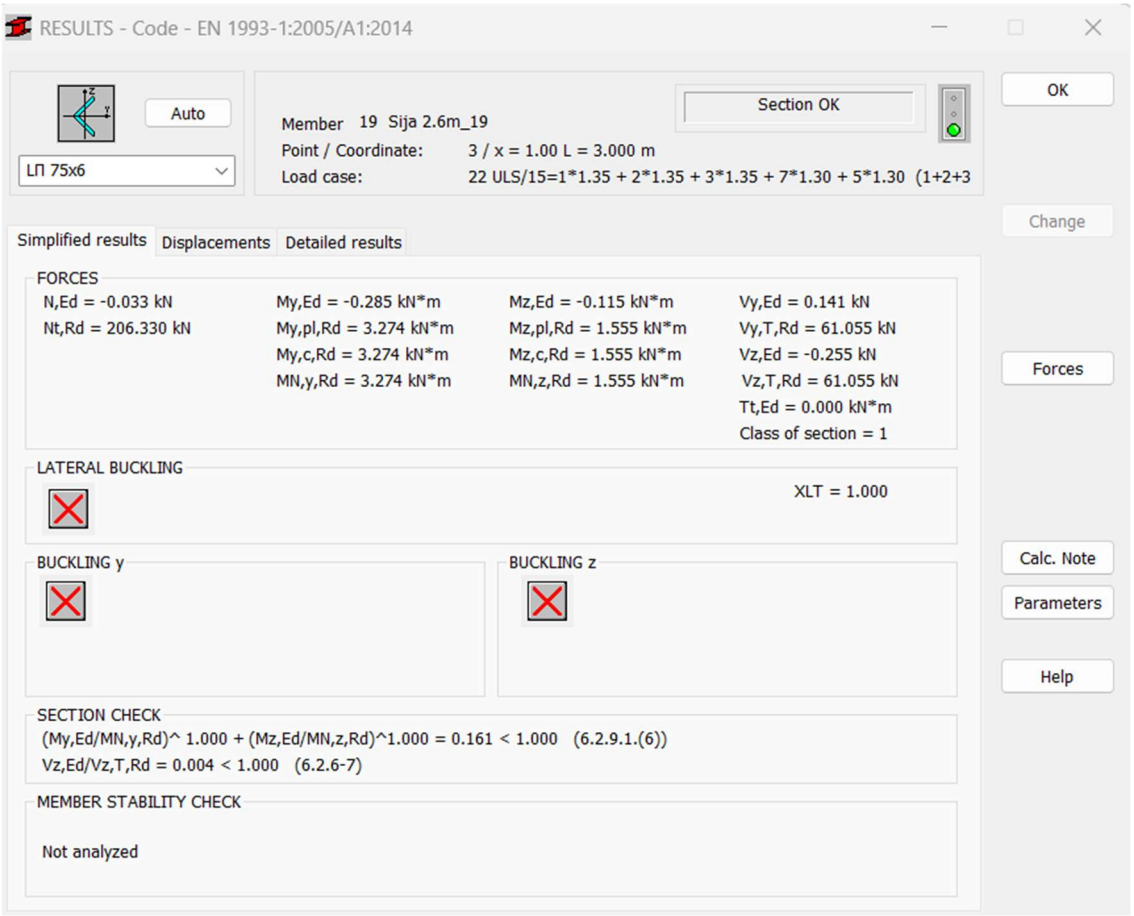
26 : ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 7*1.30 + 6*1.30

7.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1 17to19

Results Messages

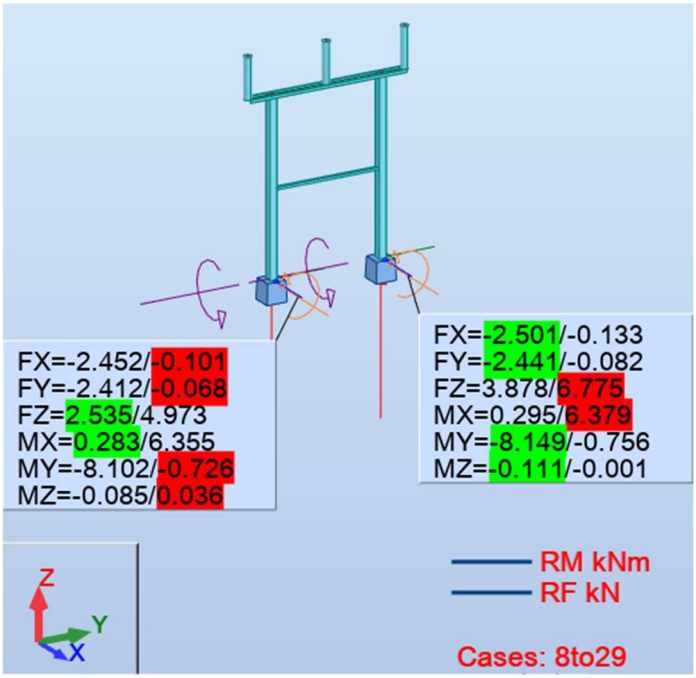
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
19 Sija 2.6m_19	ЛП 75x6	S 235	89.637	175.456	0.161	22 ULS/15=1*1.35	0.022	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.017	39 SLS:CHR/10=1*	-	-	-	-
18 Sija (suvarzyt	UPN 260	S 235	6.489	25.294	0.146	26 ULS/19=1*1.35	0.030	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.000	37 SLS:CHR/8=1*1.	-	-	-	-
17 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	119.819	119.819	0.103	18 ULS/11=1*1.35	-	-	-	-	0.110	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.073	39 SLS:CHR/10=1*
1 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	119.819	119.819	0.100	18 ULS/11=1*1.35	-	-	-	-	0.111	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.073	37 SLS:CHR/8=1*1.



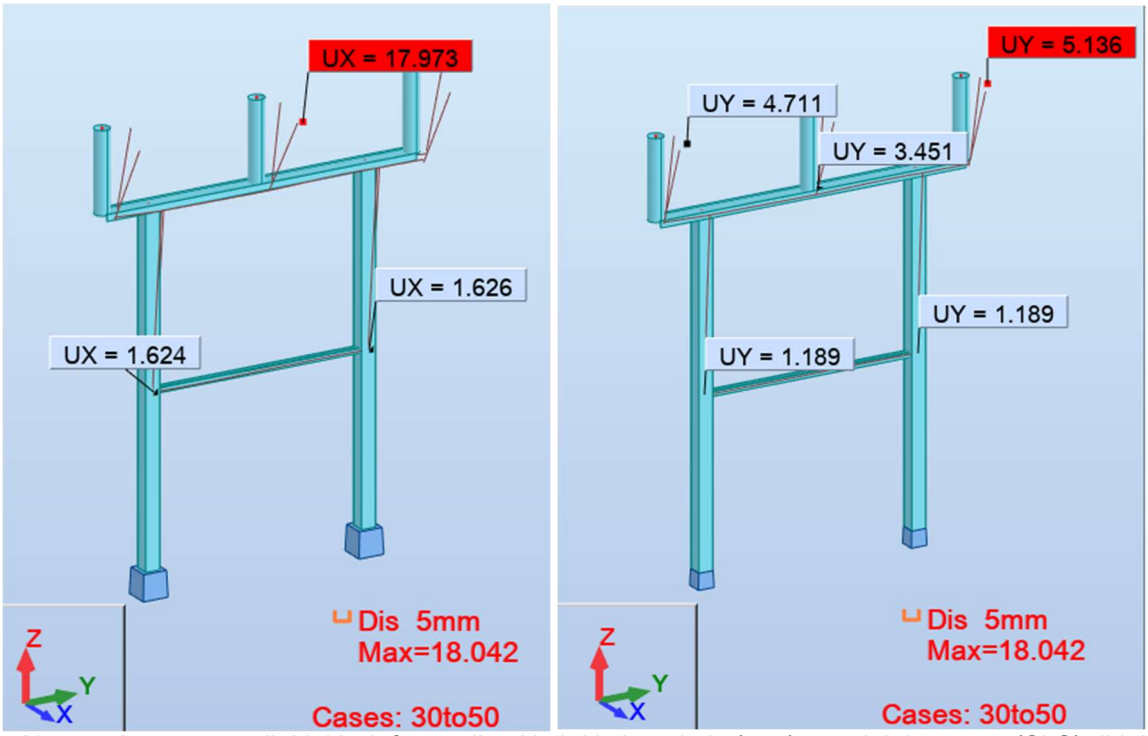
7.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos sijos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 25 (C)	**-0.101>>**	-1.808	3.098	4.003	-0.726	-0.047
1/ 18 (C)	**-2.452<<**	-0.672	4.410	2.634	-8.102	-0.002
1/ 13 (C)	-0.127	**-0.068>>**	3.684	0.283	-0.751	-0.007
1/ 26 (C)	-0.861	**-2.412<<**	3.824	6.355	-4.401	-0.042
1/ 10 (C)	-0.172	-0.092	**4.973>>**	0.382	-1.014	-0.009
1/ 24 (C)	-0.275	-2.388	**2.535<<**	6.255	-1.837	-0.083
1/ 26 (C)	-0.861	-2.412	3.824	**6.355>>**	-4.401	-0.042
1/ 13 (C)	-0.127	-0.068	3.684	**0.283<<**	-0.751	-0.007
1/ 25 (C)	-0.101	-1.808	3.098	4.003	**-0.726>>**	-0.047
1/ 18 (C)	-2.452	-0.672	4.410	2.634	**-8.102<<**	-0.002
1/ 21 (C)	-2.233	-0.068	3.684	0.283	-6.728	**0.036>>**
1/ 22 (C)	-0.319	-2.411	3.824	6.354	-2.099	**-0.085<<**
29/ 13 (C)	**-0.133>>**	-0.082	3.878	0.296	-0.756	-0.001
29/ 18 (C)	**-2.501<<**	-0.701	6.189	2.658	-8.149	-0.071
29/ 21 (C)	-2.239	**-0.082>>**	3.878	0.295	-6.734	-0.044
29/ 22 (C)	-0.422	**-2.441<<**	6.775	6.379	-2.197	-0.069
29/ 26 (C)	-0.964	-2.441	**6.775>>**	6.378	-4.499	-0.111
29/ 13 (C)	-0.133	-0.082	**3.878<<**	0.296	-0.756	-0.001
29/ 22 (C)	-0.422	-2.441	6.775	**6.379>>**	-2.197	-0.069
29/ 21 (C)	-2.239	-0.082	3.878	**0.295<<**	-6.734	-0.044
29/ 13 (C)	-0.133	-0.082	3.878	0.296	**-0.756>>**	-0.001
29/ 18 (C)	-2.501	-0.701	6.189	2.658	**-8.149<<**	-0.071
29/ 13 (C)	-0.133	-0.082	3.878	0.296	-0.756	**-0.001>>**
29/ 26 (C)	-0.964	-2.441	6.775	6.378	-4.499	**-0.111<<**

7.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



7.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



7.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

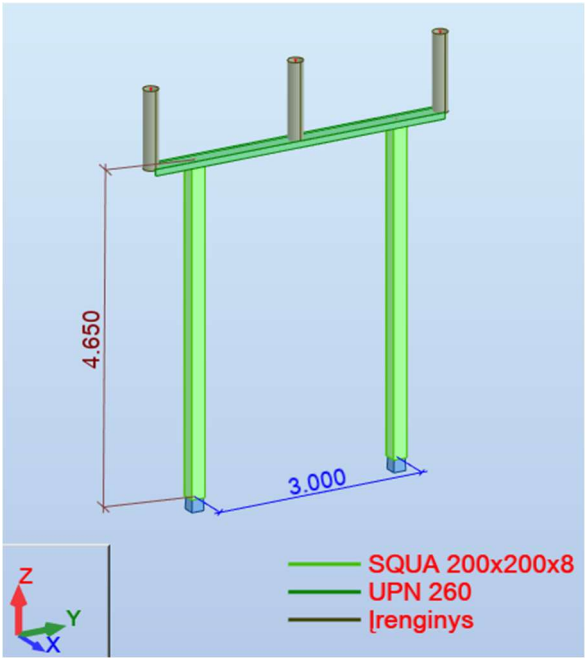
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos sijos išnaudojimas yra ~16,1 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~18,0 mm < l / 100 (6,15 m / 100) =62 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

8. 110 KV VIRŠĮTMPIŲ RIBOTUVO 3-IOS IŠKROVOS KLASĖS ATRAMA A.122

8.1. Atramos A.122 geometrija



8.1 pav. Atrama A.122

8.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

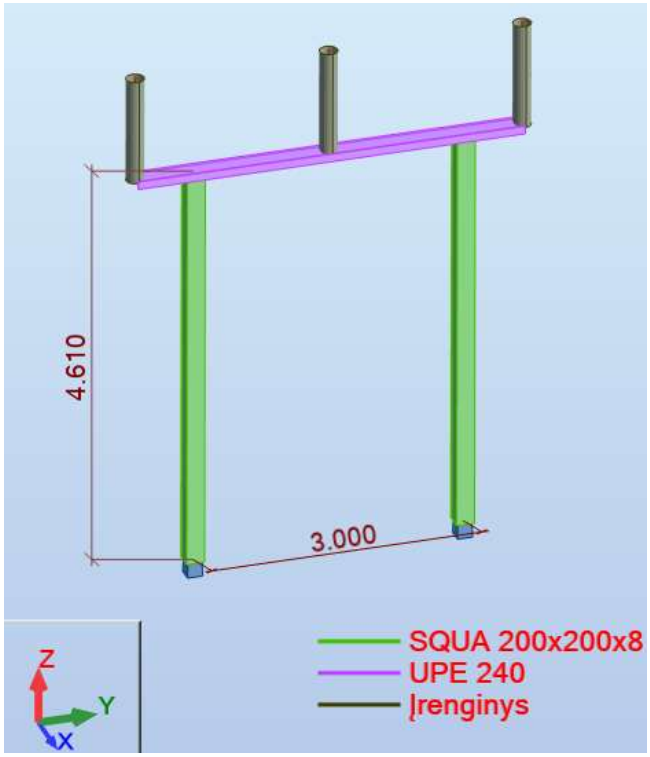
Kadangi A.122 atramos geometrija yra analogiška atramai A.121, o veikiančios apkrovos yra šiek tiek mažesnės, A.122 atramos skaičiavimai neatliekami ir skerspjūviai priimami analogiški atramai A.121.

IŠVADA:

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

9. 110 KV ATRAMINIO IZOLIATORIUS (VAMZDINĖS ŠYNOS) ATRAMA A.250

9.1. Atramos A.250 geometrija

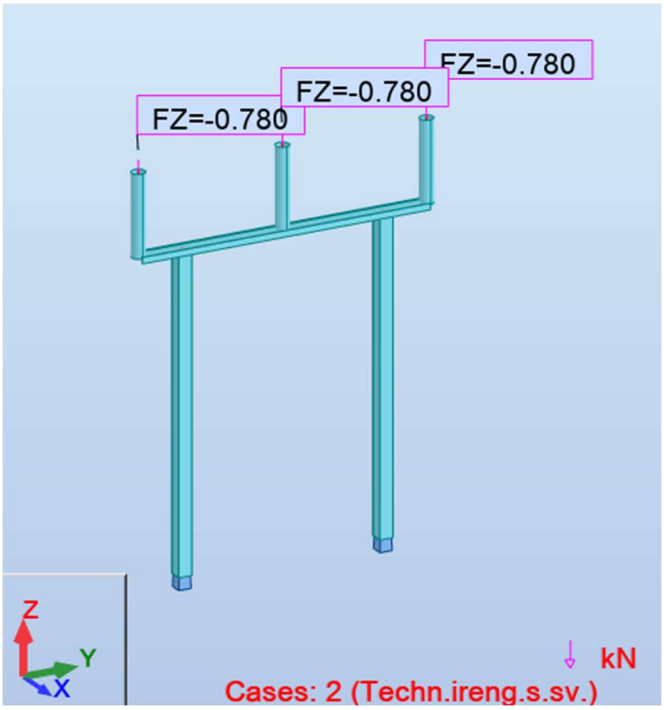


9.1 pav. Atrama A.250

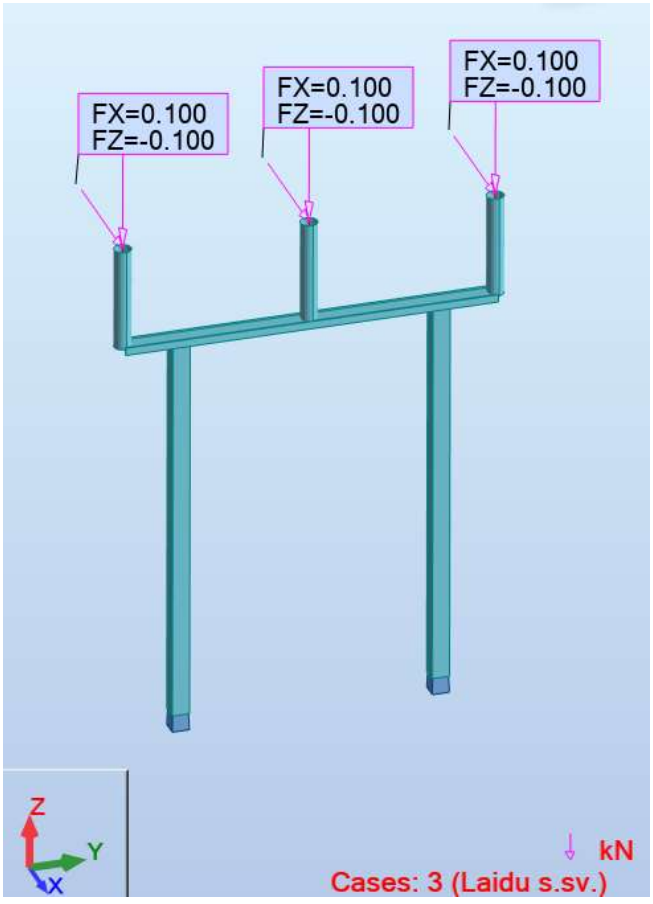
9.2. Apkrovos

Case	Label	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	K.s.sv.	Structural	Static - Linear
2	DL2	Techn.ireng.s.sv.	Structural	Static - Linear
3	DL3	Laidu s.sv.	Structural	Static - Linear
4	Wn1	Vejas x-x	wind	Static - Linear
5	Wn2	Vejas y-y	wind	Static - Linear
6	Wn3	Vejas x-y	wind	Static - Linear
7	LL1	Laidu temp. -5C, Wmax	Category A	Static - Linear

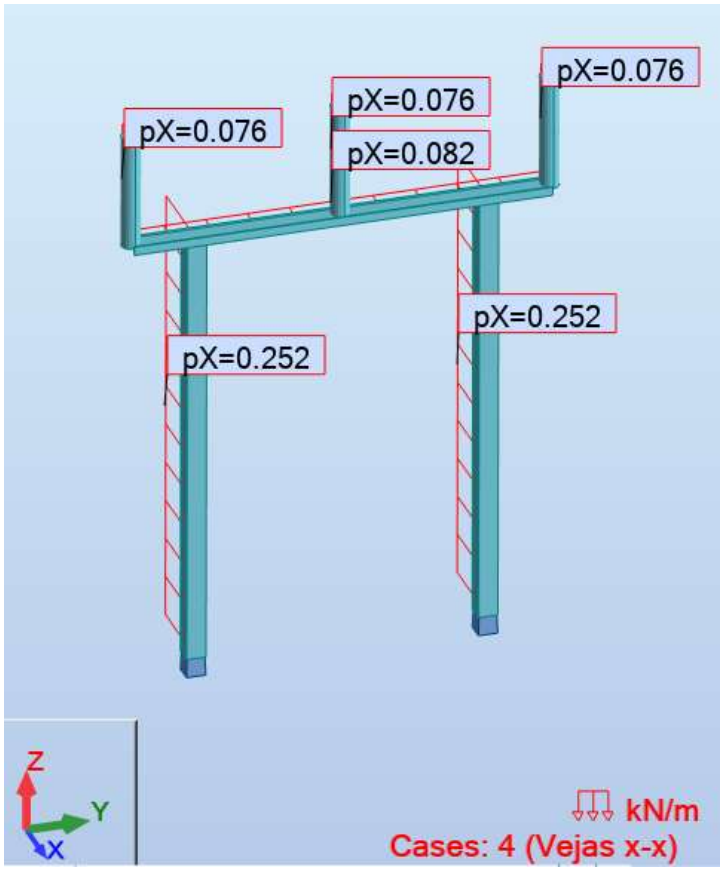
9.2 pav. Apkrovų lentelė



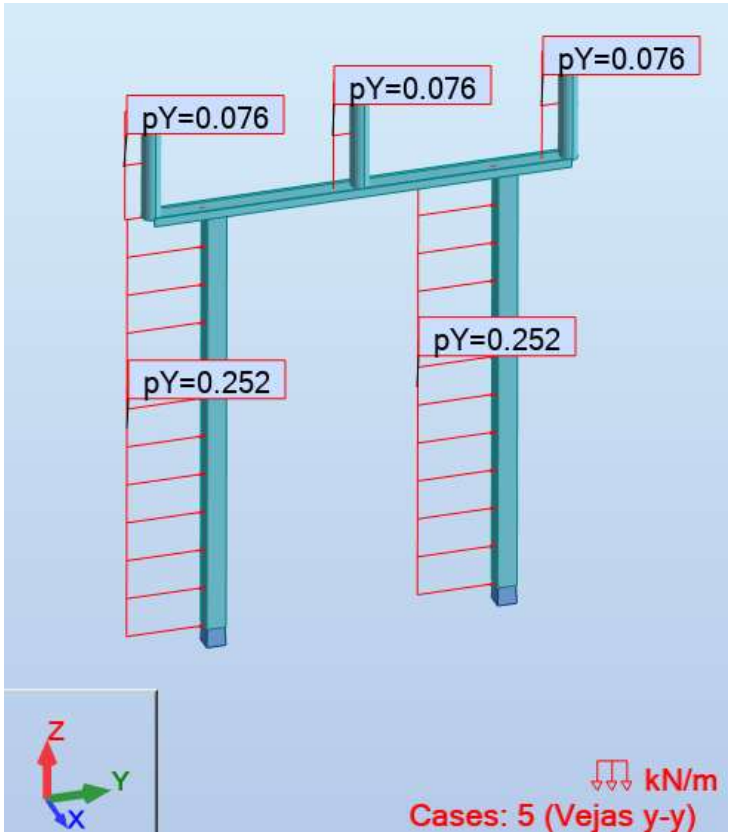
9.3 pav. Techn. įreng. sv. svoris



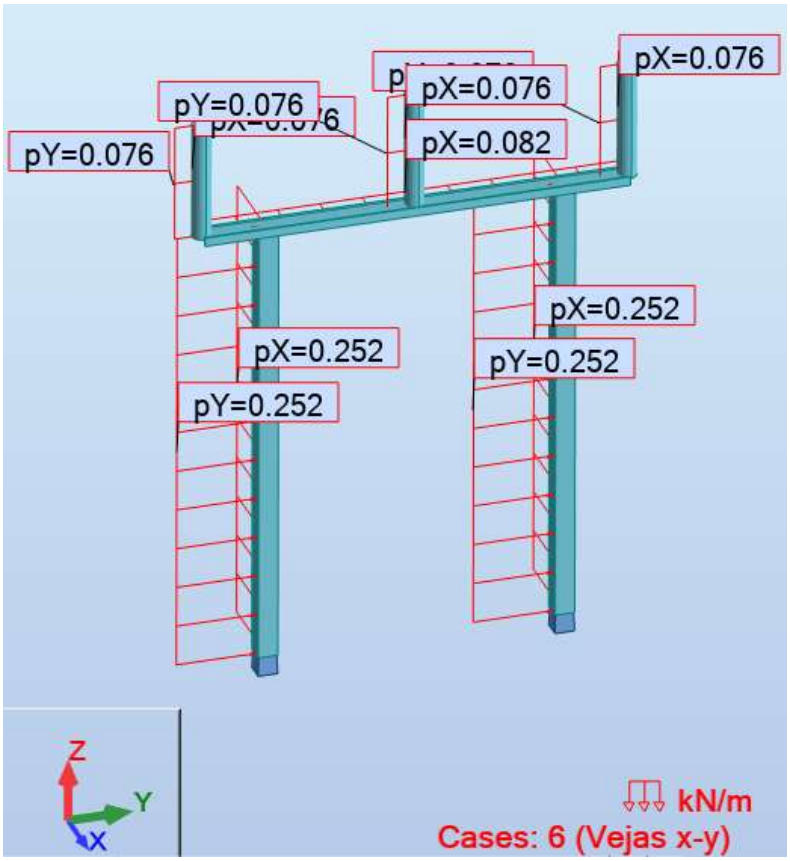
9.4 pav. Laidų sv. svoris



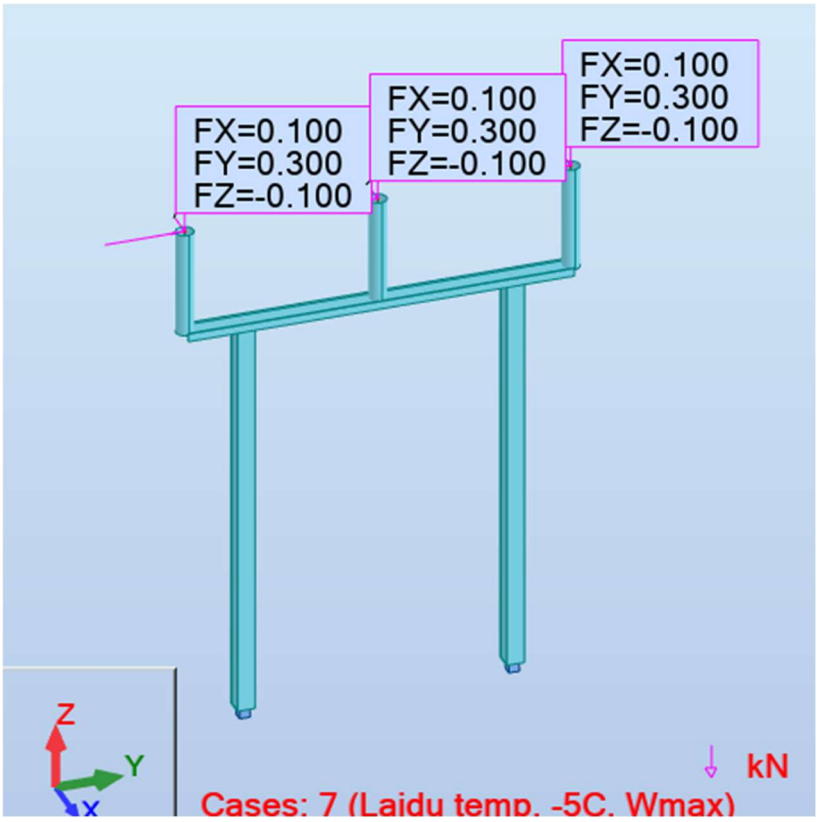
9.5 pav. Vėjas x-x



9.6 pav. Vėjas y-y



9.7 pav. Vėjas x-y



9.8 pav. Laidų temp. -5C, Wmax

9.3. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Nepalankiausias derinys, kuris sukelia didžiausius poveikius į konstrukcijas:

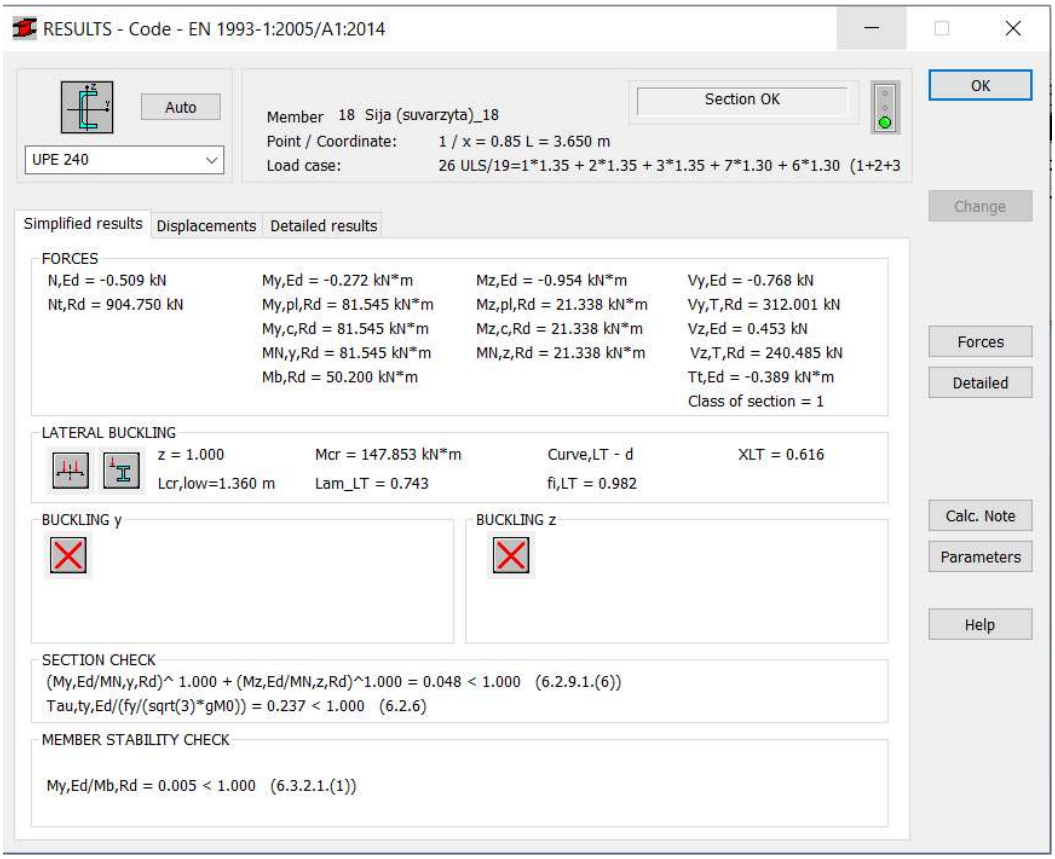
26 : ULS/19=1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.35 + 7*1.30 + 6*1.30

9.1. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

EN 1993-1:2005/A1:2014 - Member Verification (SLS ; ULS) 1 17 18

Results Messages

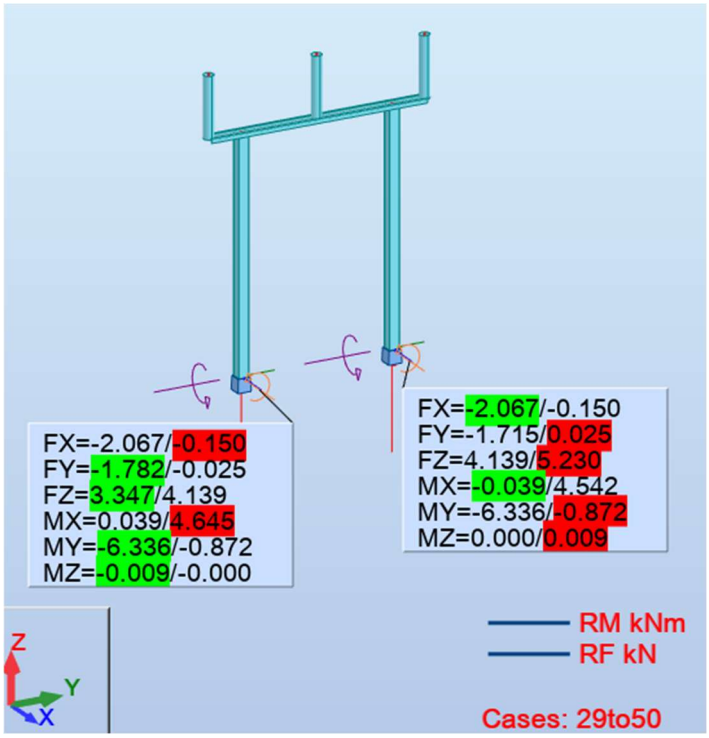
Member	Section	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratio(uy)	Case (uy)	Ratio(uz)	Case (uz)	Ratio(vx)	Case (vx)	Ratio(vy)	Case (vy)
18 Sija (suvarzyt	UPE 240	S 235	6.723	22.870	0.237	26 ULS/19=1*1.35	0.032	37 SLS:CHR/8=1*1.	0.001	31 SLS:CHR/2=1*1.	-	-	-	-
17 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	117.525	117.525	0.119	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.106	39 SLS:CHR/10=1*	0.068	39 SLS:CHR/10=1*
1 Kolona_1	SQUA 200x2	S 235	117.525	117.525	0.116	26 ULS/19=1*1.35	-	-	-	-	0.106	35 SLS:CHR/6=1*1.	0.068	39 SLS:CHR/10=1*



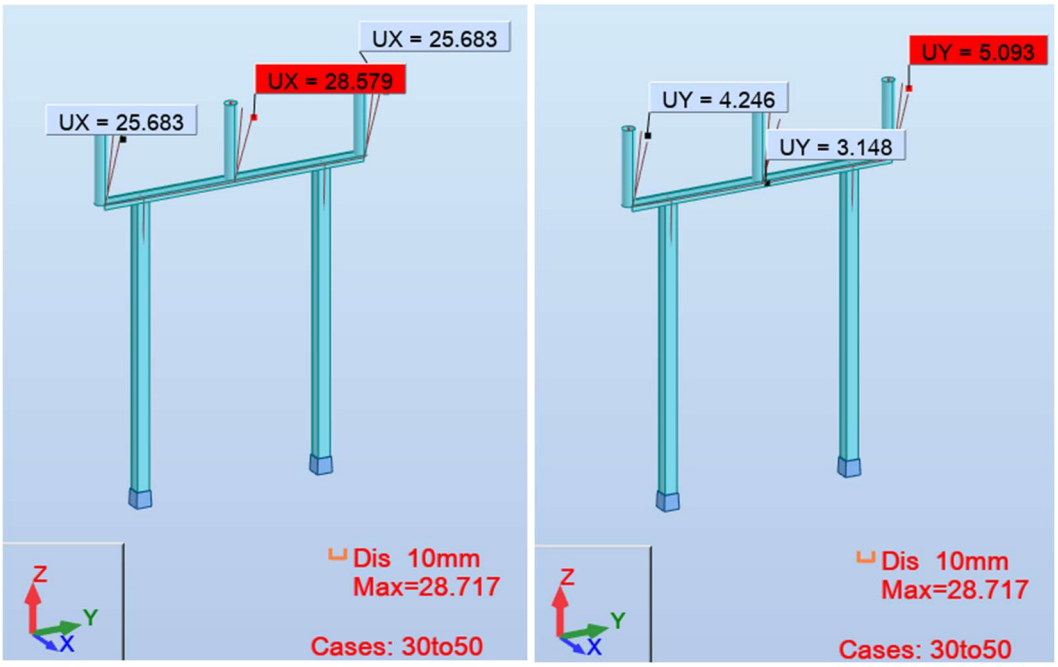
9.9 pav. Atramos elementų išnaudojimas pagal saugos (ULS) ribinį būvį: labiausiai apkrautos sijos skaičiavimo rezultatai

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 13 (C)	**-0.150>>**	-0.025	4.139	0.039	-0.872	-0.005
1/ 18 (C)	**-2.315<<**	-0.630	5.060	2.385	-7.774	-0.008
1/ 21 (C)	-2.067	**-0.025>>**	4.139	0.039	-6.336	-0.000
1/ 22 (C)	-0.398	**-2.318<<**	4.559	6.040	-2.309	-0.012
1/ 10 (C)	-0.203	-0.034	**5.587>>**	0.052	-1.177	-0.006
1/ 28 (C)	-2.262	-2.309	**3.110<<**	6.027	-7.469	-0.006
1/ 22 (C)	-0.398	-2.318	4.559	**6.040>>**	-2.309	-0.012
1/ 13 (C)	-0.150	-0.025	4.139	**0.039<<**	-0.872	-0.005
1/ 13 (C)	-0.150	-0.025	4.139	0.039	**-0.872>>**	-0.005
1/ 18 (C)	-2.315	-0.630	5.060	2.385	**-7.774<<**	-0.008
1/ 29 (C)	-2.067	-1.713	3.637	3.694	-6.336	**-0.000>>**
1/ 9 (C)	-0.398	-0.630	5.060	2.385	-2.309	**-0.012<<**
29/ 25 (C)	**-0.150>>**	-1.663	4.640	3.616	-0.872	0.005
29/ 26 (C)	**-2.315<<**	-2.228	7.006	5.902	-7.774	0.008
29/ 10 (C)	-0.203	**0.034>>**	5.587	-0.052	-1.177	0.006
29/ 24 (C)	-0.345	**-2.237<<**	5.557	5.916	-2.004	0.010
29/ 22 (C)	-0.398	-2.228	**7.006>>**	5.902	-2.309	0.012
29/ 13 (C)	-0.150	0.025	**4.139<<**	-0.039	-0.872	0.005
29/ 28 (C)	-2.262	-2.237	5.557	**5.916>>**	-7.469	0.006
29/ 10 (C)	-0.203	0.034	5.587	**-0.052<<**	-1.177	0.006
29/ 25 (C)	-0.150	-1.663	4.640	3.616	**-0.872>>**	0.005
29/ 26 (C)	-2.315	-2.228	7.006	5.902	**-7.774<<**	0.008
29/ 22 (C)	-0.398	-2.228	7.006	5.902	-2.309	**0.012>>**
29/ 21 (C)	-2.067	0.025	4.139	-0.039	-6.336	**0.000<<**

9.10 pav. Atraminių mazgų įrąžos pagal saugos (ULS) ribinį būvį



9.11 pav. Didžiausios/mažiausios atraminės reakcijos



9.12 pav. Atramos poslinkiai ir deformacijos Ux ir Uy kryptimis (mm) pagal tinkamumo (SLS) ribinį būvį

IŠVADA:

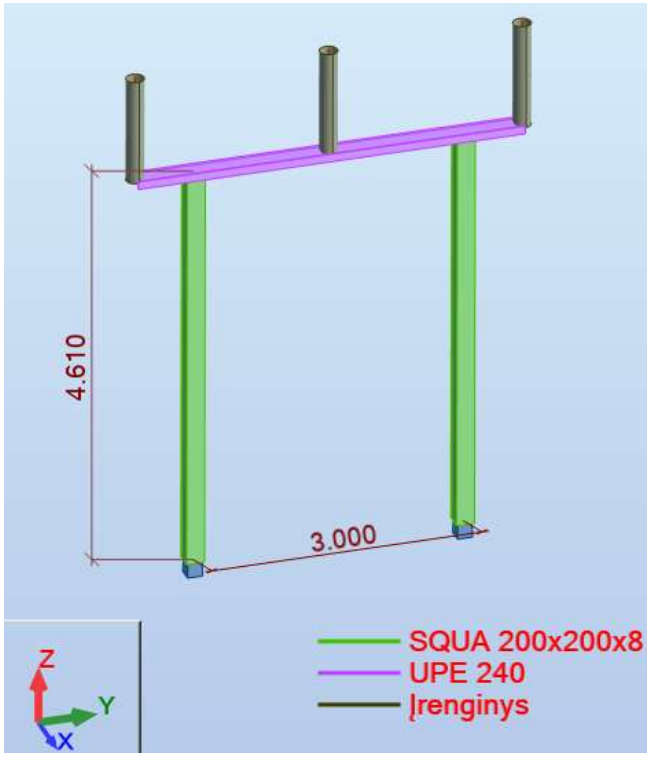
Eksploatacinio saugos ribinio būvio atveju atramos sijos išnaudojimas yra ~23,7 %.

Eksploatacinio tinkamumo ribinio būvio atveju atramos poslinkis ~28,6 mm < l / 100 (6,2 m / 100) =62 mm.

Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

10. 110 kV ATRAMINIO IZOLIATORIAUS (LAIDAI) ATRAMA A.251

10.1. Atramos A.251 geometrija



10.1 pav. Atrama A.251

10.2. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys

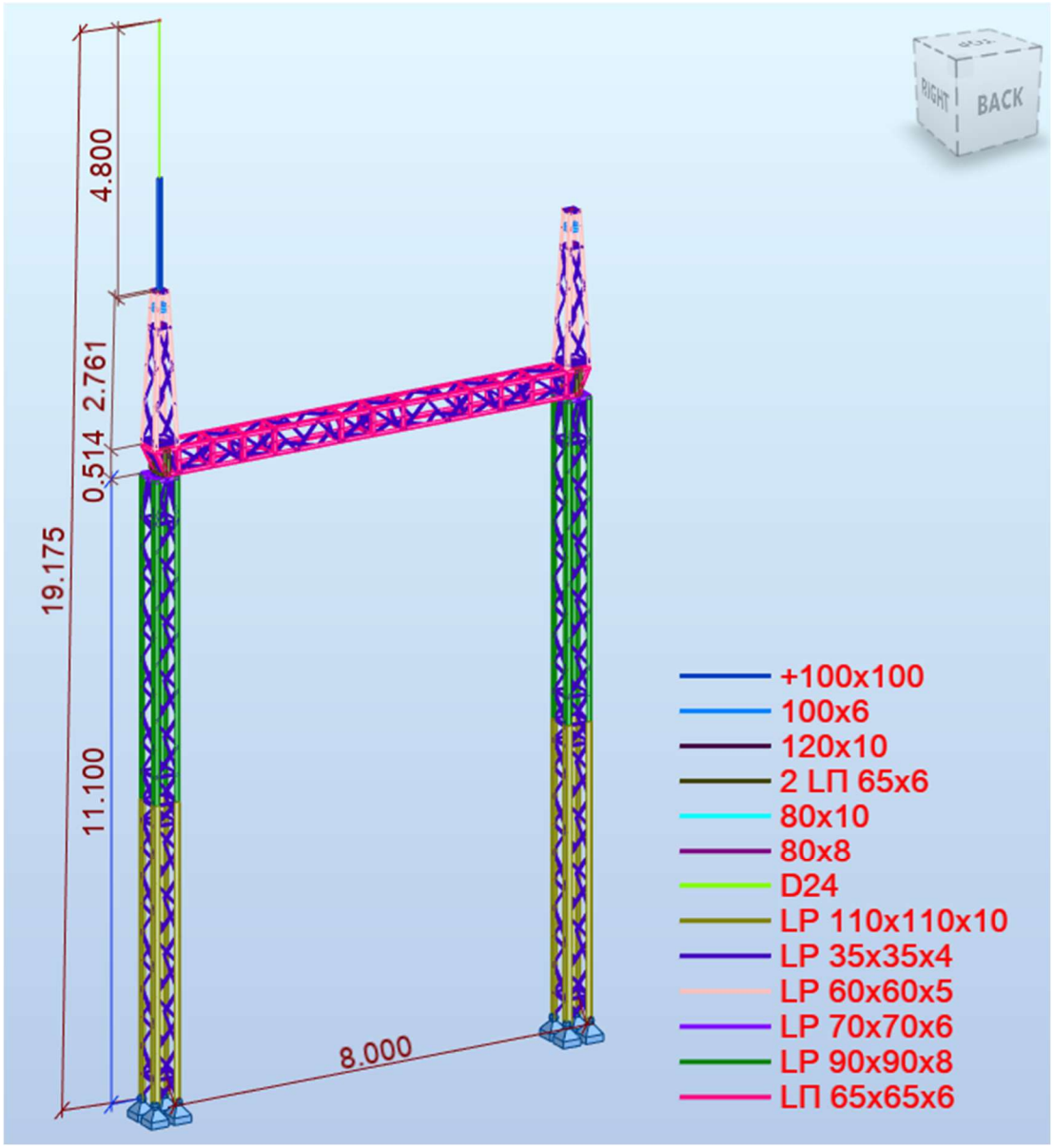
Kadangi A.251 atramos geometrija yra identiška atramai A.250, o veikiančios apkrovos yra šiek tiek mažesnės, A.251 atramos skaičiavimai neatliekami ir skerspjūviai priimami analogiški atramai A.250.

IŠVADA:

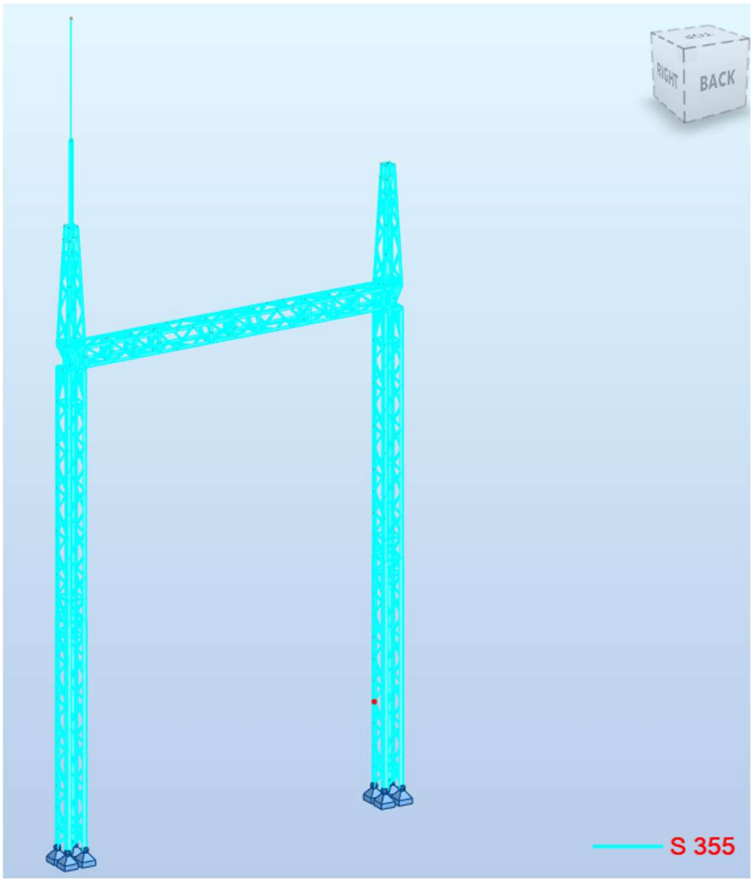
Atrama atitinka saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.

11. 110 KV LINIJINIO PORTALO SKAIČIAVIMAI

11.1.Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas



11.1 pav. Nagrinėjamos konstrukcijos geometrija ir skerspjūviai



11.2 pav. Metalinės konstrukcijos medžiagiškumas

11.2.Apkrovos

Apkrovos ir poveikiai skaičiuoti remiantis LST EN 1991 Poveikiai konstrukcijoms. Konstrukcijos projektuojamas taip, kad galimų deformacijų dydžiai neviršytų tinkamumo ribinių būvių. Pagrindinių apkrovų lentelė, pateikta žemiau.

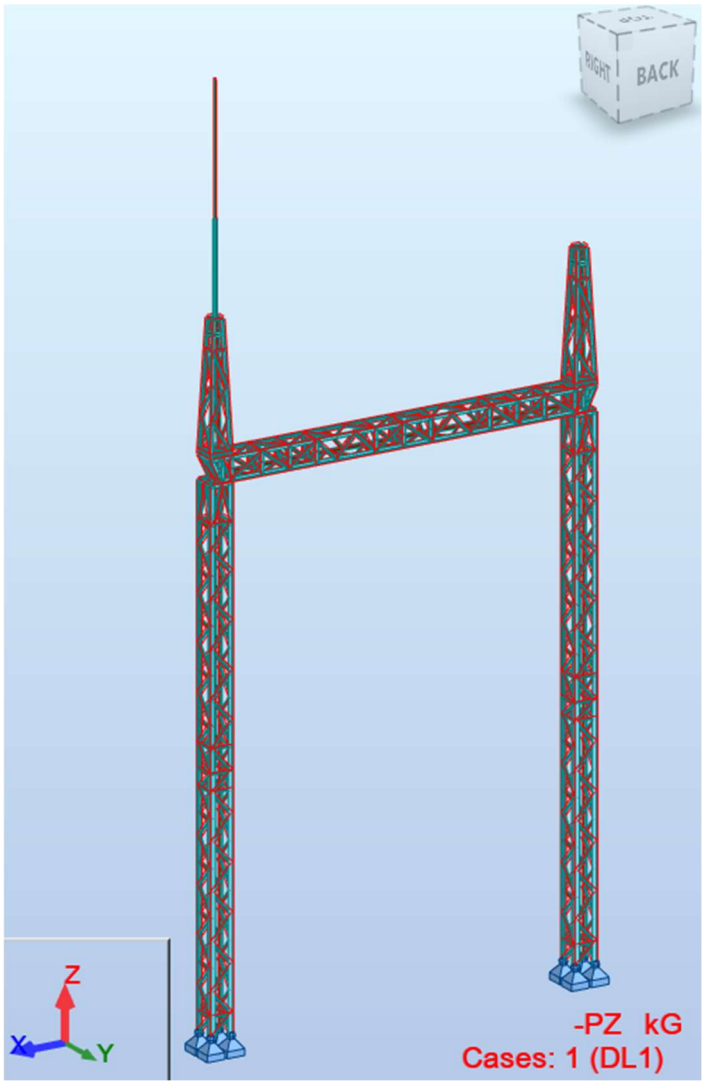
Case	Case name	Nature	Analysis type
1	DL1	Structural	Static - Linear
2	W0	Category A	Static - Linear
3	W90	Category A	Static - Linear
4	W45	Category A	Static - Linear
5	Apledejimas	Category A	Static - Linear
6	W0+apl	Category A	Static - Linear
7	W90+apl	Category A	Static - Linear
8	W45+apl	Category A	Static - Linear
9	T-5C	temperature	Static - Linear
10	Tmin(-35)	temperature	Static - Linear
11	T+35C	temperature	Static - Linear
12	Laidas Wmax, T-5C, be ledo	Category A	Static - Linear
13	Laidas ledas, T-5C, be vejo	Category A	Static - Linear
14	Laidas ledas, 0,25Wmax, T-5C	Category A	Static - Linear
15	Laidai Tmin(-35C)	Category A	Static - Linear
16	Laidai T+35C	Category A	Static - Linear

11.3 pav. Apkrovos

11.3. Nuolatinės apkrovos

Nuolatinės apkrovos ant metalinės konstrukcijos priimamos remiantis projektavimo normomis LST EN 1991-1-3. Pačios konstrukcijos nuosavas svoris įvertinamas skaičiavimo programoje. Laidų įrangos svoris priimamas pagal užduotį.

Nuolatinių apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,35.

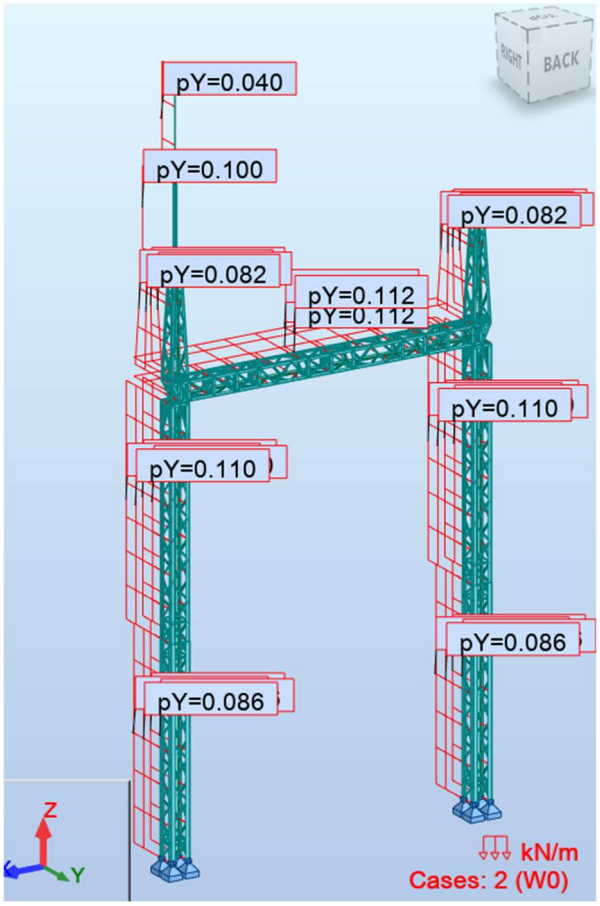


11.4 pav. Metalinės konstrukcijos nuosavas svoris

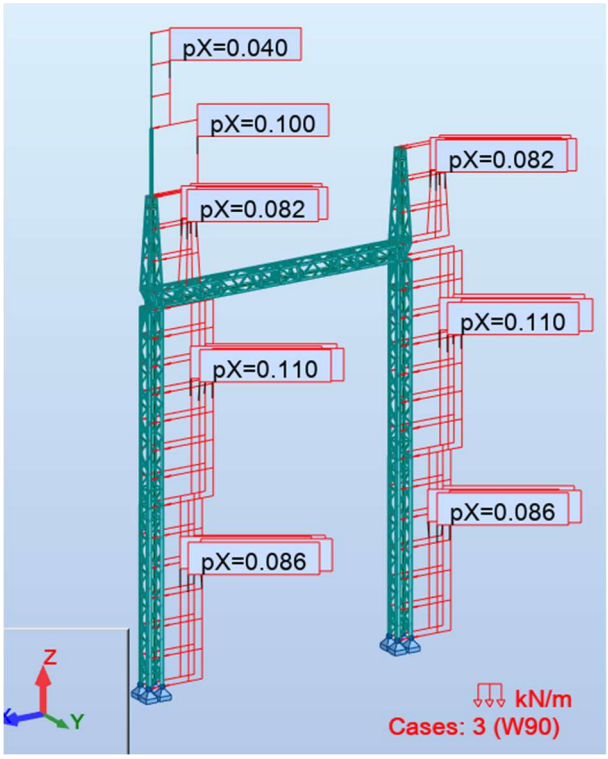
11.4.Vėjo apkrova

Vėjo apkrovos metalinėms konstrukcijoms perduodamos nuo sumontuotos įrangos ant jų. Apkrovos priimamos pagal projektavimo normas LST EN 1991-1-4. Pagal vietovę (Pakruojo r.), projektuojamos konstrukcijos priskiriamos I-ajam vėjo apkrovų rajonai. Pagal priskirtą rajoną charakteristinė vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė yra 24 m/s.

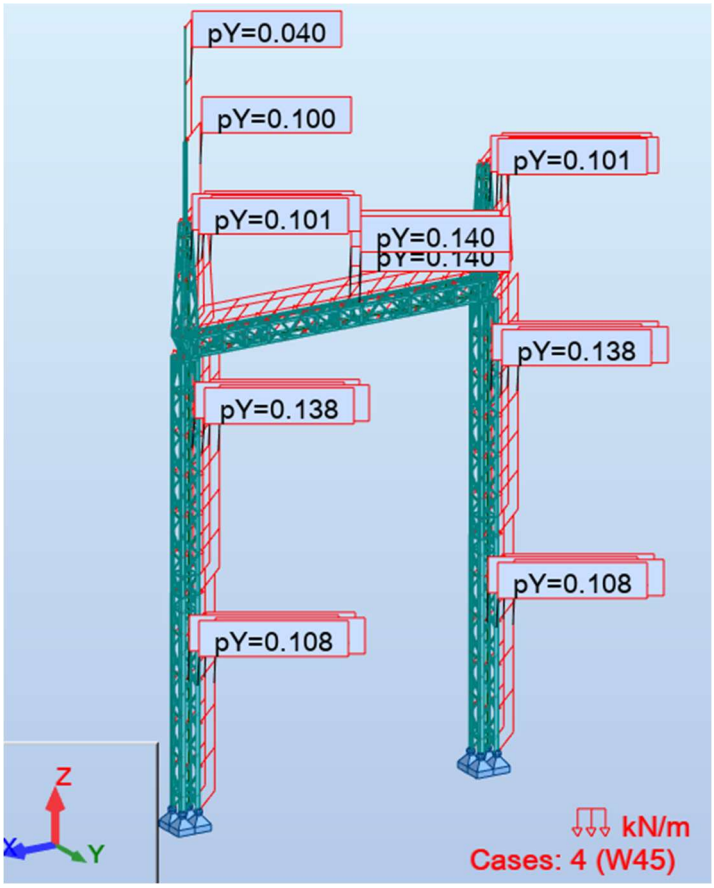
Vėjo apkrovos dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.



9.5 pav. Vėjo apkrova (0˚ kampu) veikianti metalinę konstrukciją



9.6 pav. Vėjo apkrova (90˚ kampu) veikianti metalinę konstrukciją

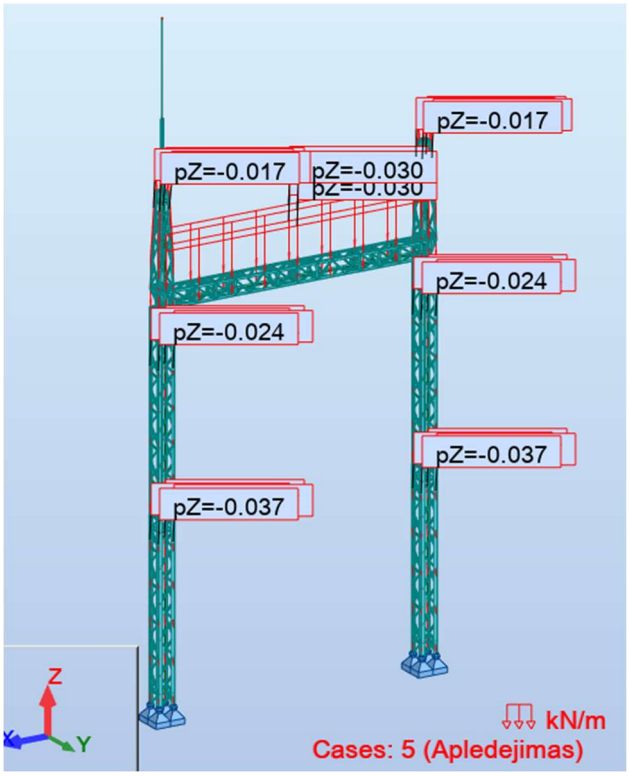


9.7 pav. Vėjo apkrova (45˚ kampu) veikianti metalinę konstrukciją

11.5.Apledėjimo apkrova

Apledėjimo apkrovos pagal PU. Apledėjimo storis 8,5mm.

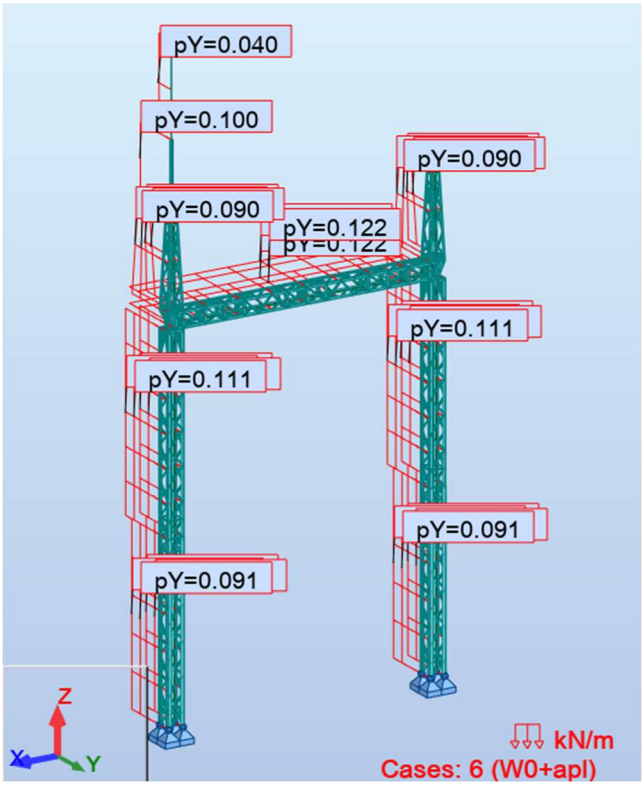
Apledėjimo apkrovos ir jų reikšmės į konstrukcija pagal STR 2.05.04:2003. Vėjo slėgis į apledėjusius elementus imamas lygus 25 % atskaitinio vėjo slėgio q_{ref}, nustatomo pagal Reglamento 189 punktą.



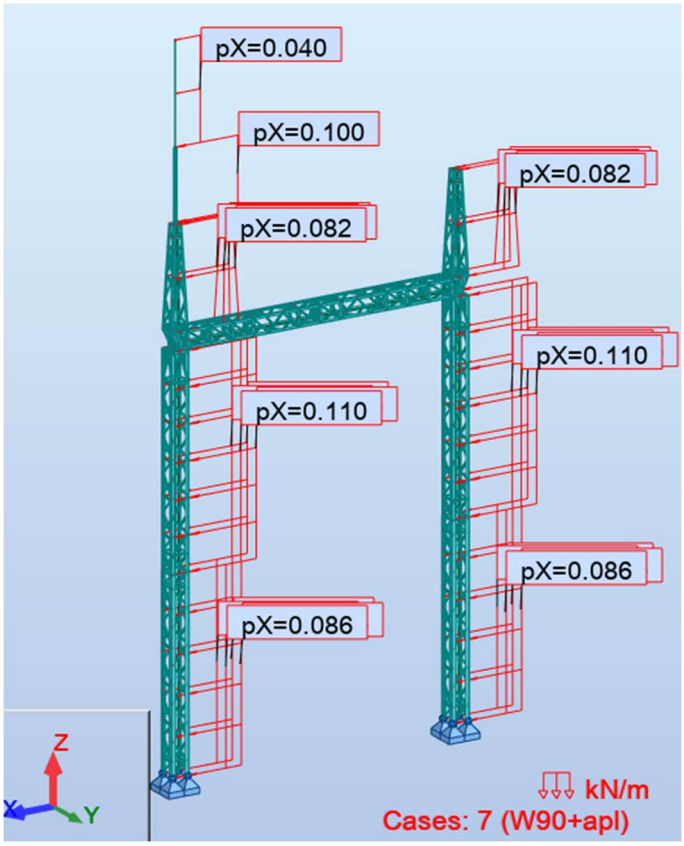
9.8 pav. Apledėjimo apkrova

11.6.Vėjo į apledėjusias konstrukcijas apkrova

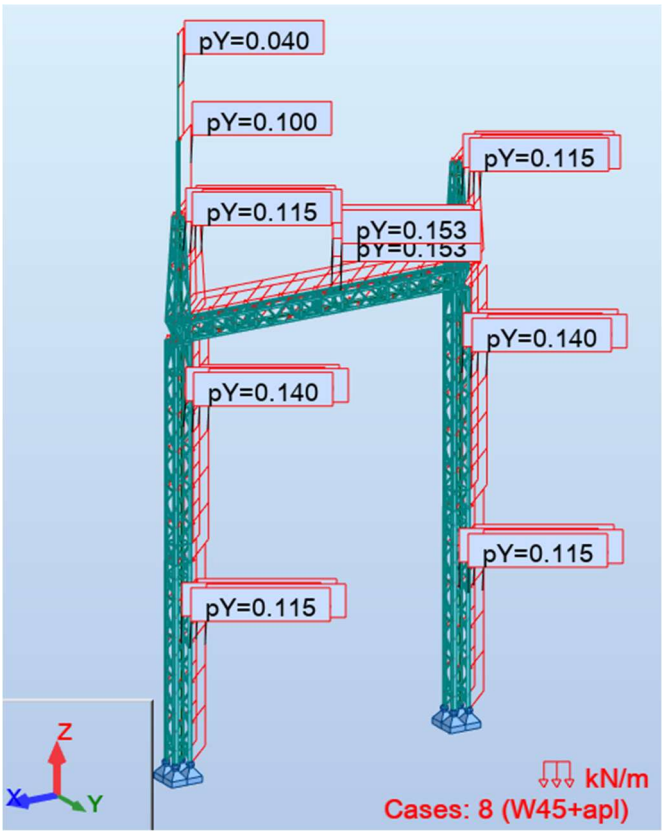
Vėjo apkrova į apledėjusias konstrukcijas apskaičiuojama analogiškai vėjo apkrovai, tik įvertinamas elementų paviršiaus ploto padidėjimas dėl ledo sienutės storio.



9.9 pav. Vėjo apkrova (0˚ kampu) į apledėjusius elementus



9.10 pav. Vėjo apkrova (90˚ kampu) į apledėjusius elementus

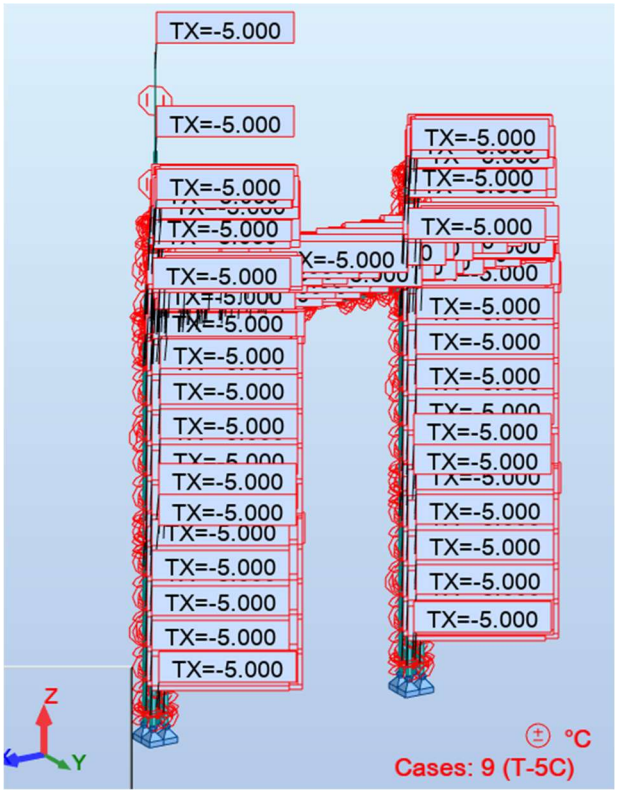


9.11 pav. Vėjo apkrova (45˚ kampu) į apledėjusius elementus

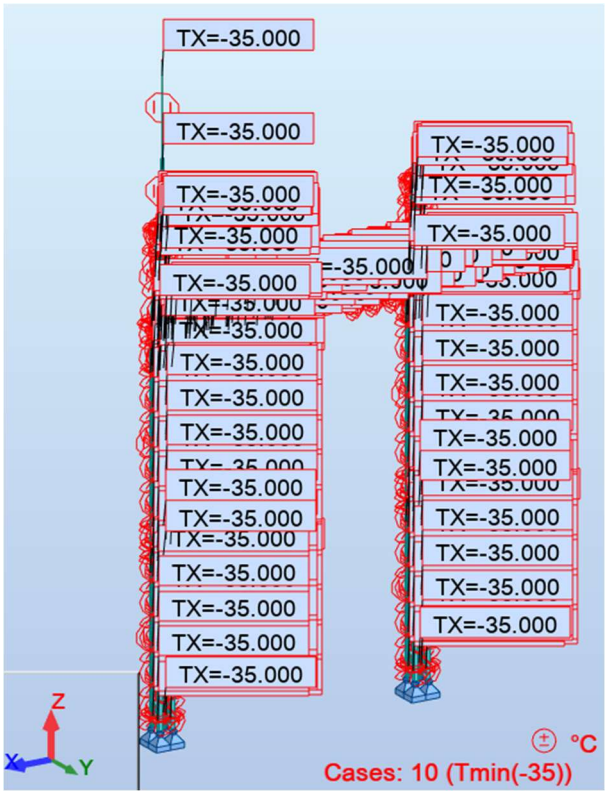
11.7.Temperatūrinės apkrovos

Temperatūrinės apkrovos įvertinamas skaičiavimo programoje.

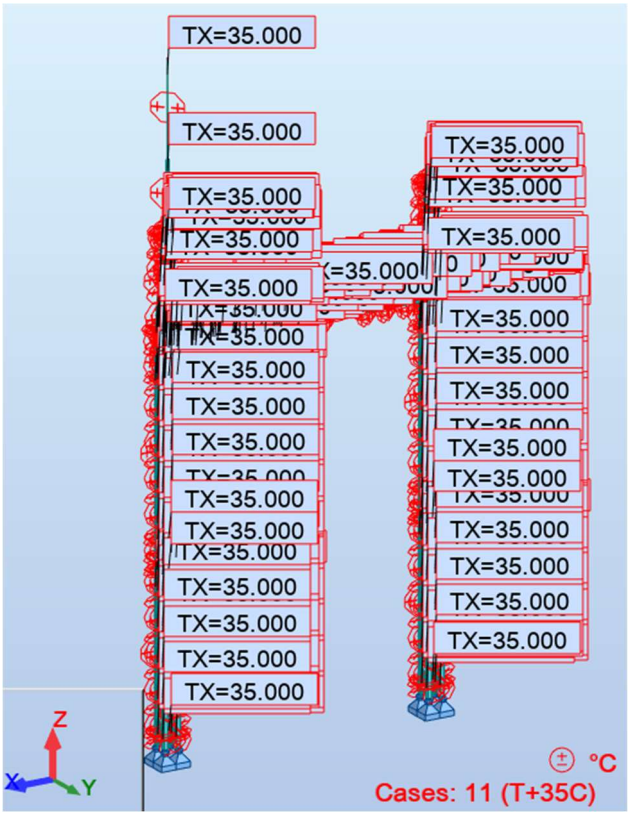
Temperatūrinių apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.



9.12 pav. Temperatūrinė apkrova, kai T=-5˚C



9.13 pav. Temperatūrinė apkrova, kai T=-35˚C

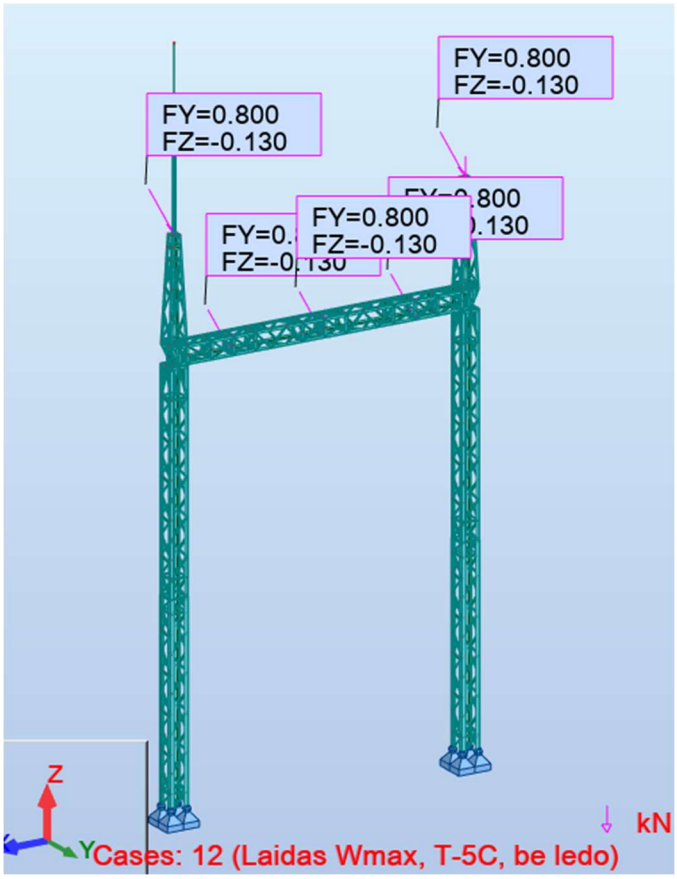


9.14 pav. Temperatūrinė apkrova, kai T=35˚C

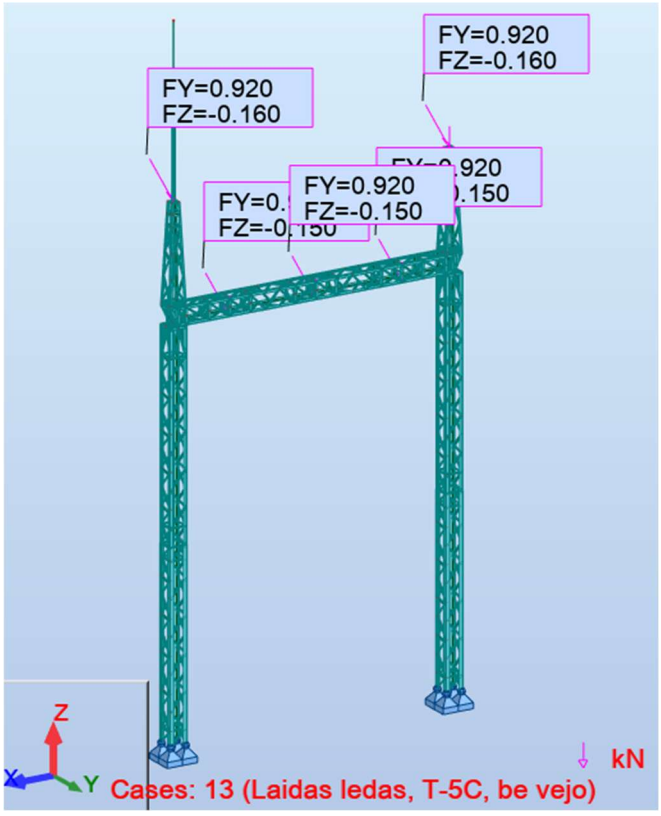
11.8.Laidų ir trosų tempimo apkrovos

Laidų ir troso tempimo jėgos priimtos pagal PU ir PV išduotą užduotį.

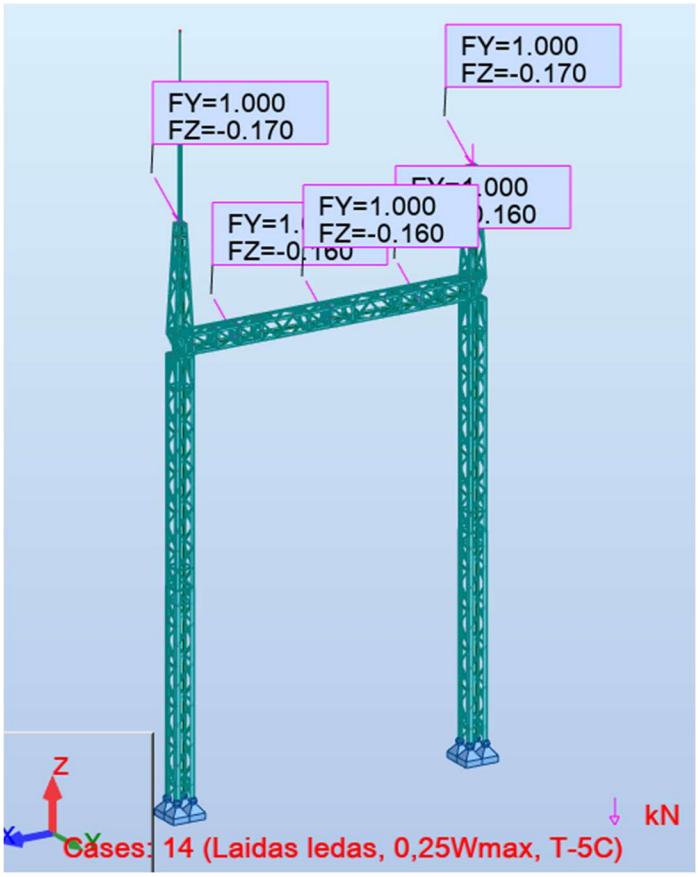
Poveikių į portalą suskirstymas ir sugrupavimas atliekamas taip, kad būtų galima sudaryti derinius pagal jų galimą veikimą vienu metu.



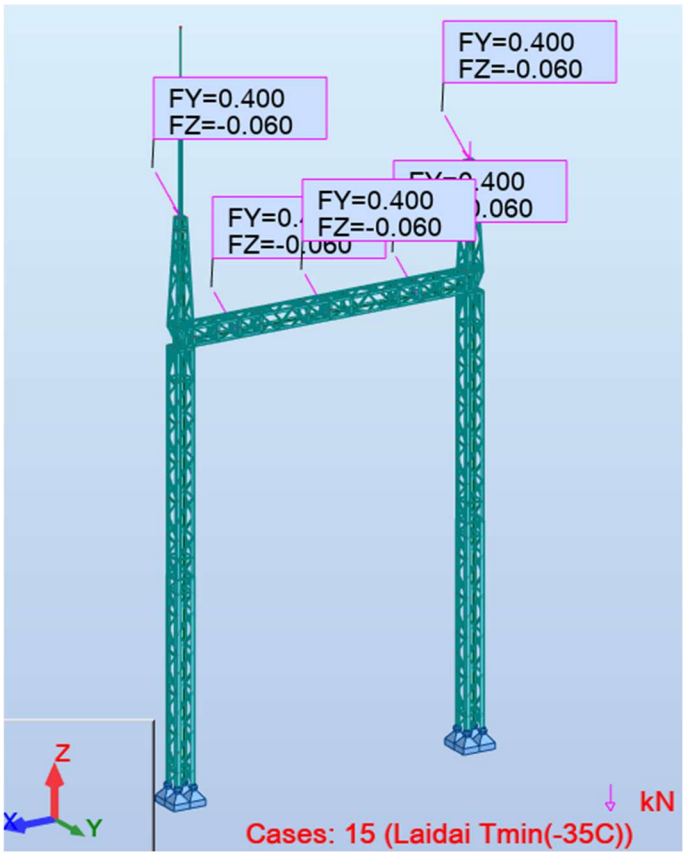
9.15 pav. Laidų įtempimai, kai maksimalus vėjas, apšalo nėra, t=-5˚C



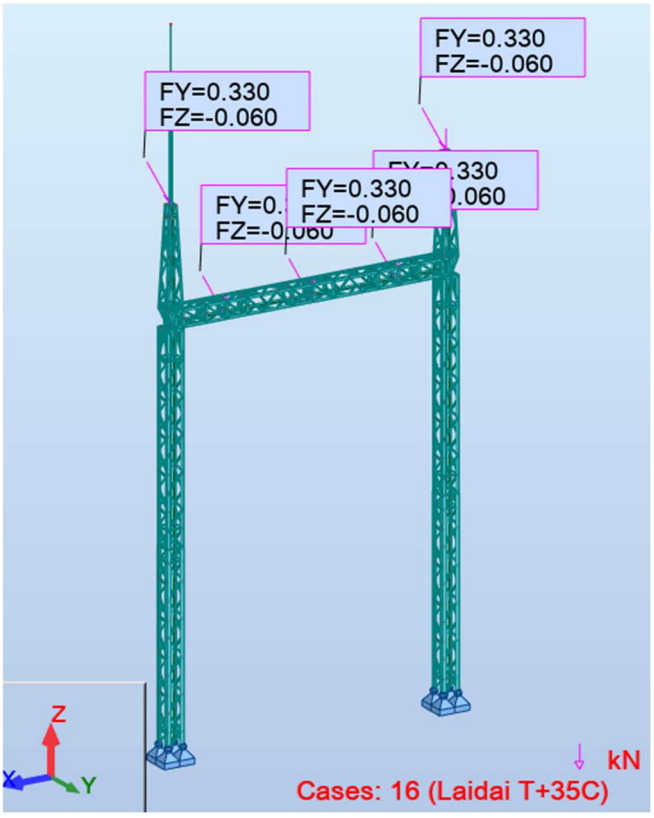
9.16 pav. Laidų įtempimai, kai vėjo nėra, apšalas, t=-5˚C



9.17 pav. Laidų įtempimai, kai vėjas 0,25max, apšalas, t=-5˚C



9.18 pav. Laidų įtempimai, kai t=-35˚C



9.19 pav. Laidų įtempimai, kai t=35˚C

11.9.Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0

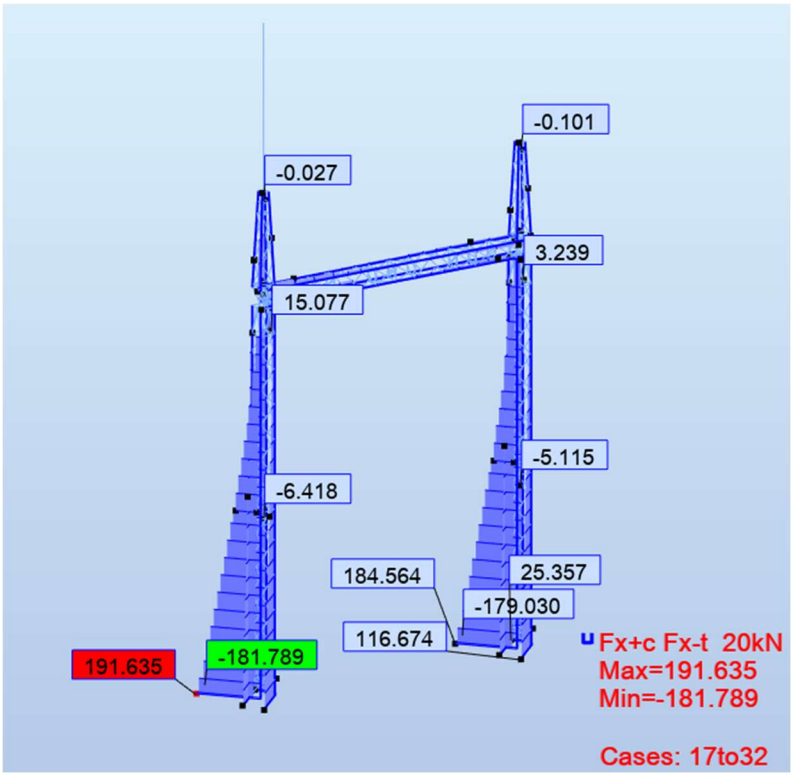
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

11.10. ULS ir SLS apkrovų deriniai

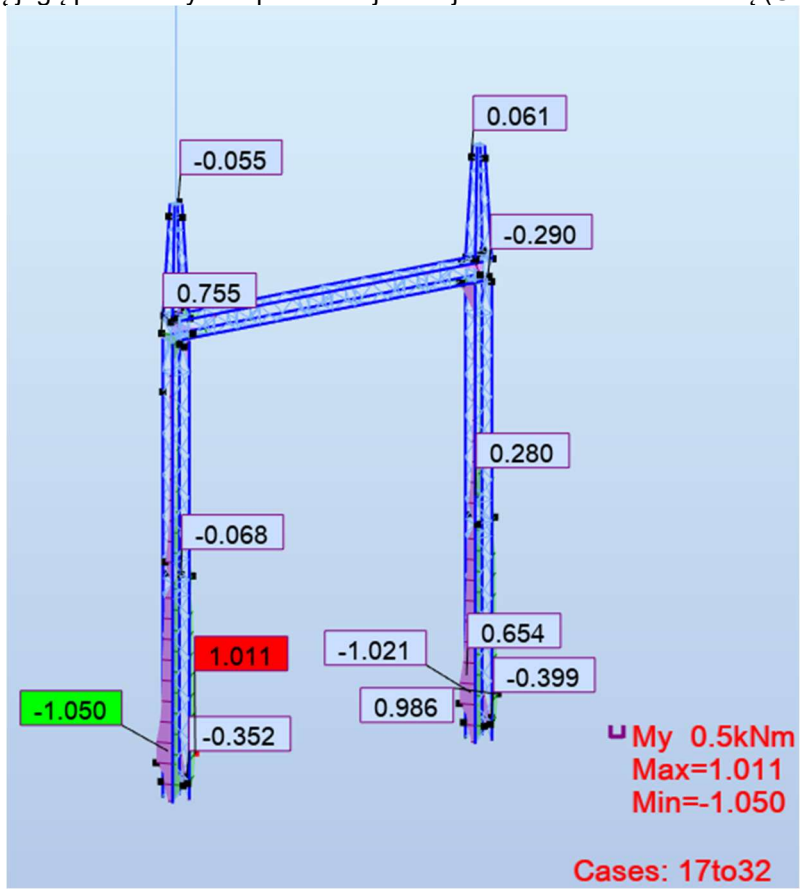
Combinations	Name	Combination	Definition
17 (C)	ULS (STR) W0 max, T-5C	ULS	1*1.350+(2+12)*1.300+9*0.780
18 (C)	ULS (STR) W90 max, T-5C	ULS	1*1.350+(3+12)*1.300+9*0.780
19 (C)	ULS (STR) W45 max, T-5C	ULS	1*1.350+(4+12)*1.300+9*0.780
20 (C)	ULS (STR) Apledejimas, laidai ledas, T-5C	ULS	1*1.350+(5+13)*1.300+9*0.780
21 (C)	ULS (STR) laidai ledas, T-5C	ULS	1*1.350+13*1.300+9*0.780
22 (C)	ULS (STR) 0.25W0+apl, apl., T-5C, laidai	ULS	1*1.350+6*0.330+14*1.300+9*0.780+5*1.000
23 (C)	ULS (STR) 0.25W90+apl, apl., T-5C, laidai	ULS	1*1.350+7*0.330+14*1.300+9*0.780+5*1.000
24 (C)	ULS (STR) 0.25W45+apl, apl., T-5C, laidai	ULS	1*1.350+8*0.330+14*1.300+9*0.780+5*1.000
25 (C)	ULS (STR) apl., 0.25W0+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+6*0.200+(14+9)*0.780+5*1.000
26 (C)	ULS (STR) apl., 0.25W90+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+7*0.200+(14+9)*0.780+5*1.000
27 (C)	ULS (STR) apl., 0.25W45+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+8*0.200+(14+9)*0.780+5*1.000
28 (C)	ULS (STR) 0.25W0+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+6*0.330+14*1.300+9*0.780
29 (C)	ULS (STR) 0.25W90+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+7*0.330+14*1.300+9*0.780
30 (C)	ULS (STR) 0.25W45+apl, T-5C, laidai	ULS	1*1.350+8*0.330+14*1.300+9*0.780
31 (C)	ULS (STR) Tmin(-35C), laidai	ULS	1*1.350+(10+15)*1.300
32 (C)	ULS (STR) T+35C, laidai	ULS	1*1.350+(11+16)*1.300
33 (C)	SLS W0 max, T-5C	SLS	(1+2+12)*1.000+9*0.600
34 (C)	SLS W90 max, T-5C	SLS	(1+3+12)*1.000+9*0.600
35 (C)	SLS W45 max, T-5C	SLS	(1+4+12)*1.000+9*0.600
36 (C)	SLS Apledejimas, laidai ledas, T-5C	SLS	(1+5+13)*1.000+9*0.600
37 (C)	SLS laidai ledas, T-5C	SLS	(1+13)*1.000+9*0.600
38 (C)	SLS 0.25W0+apl, apl., T-5C, laidai	SLS	(1+14+5)*1.000+6*0.250+9*0.600
39 (C)	SLS 0.25W90+apl, apl., T-5C, laidai	SLS	(1+14+5)*1.000+7*0.250+9*0.600
40 (C)	SLS 0.25W45+apl, apl., T-5C, laidai	SLS	(1+14+5)*1.000+8*0.250+9*0.600
41 (C)	SLS apl., 0.25W0+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+5)*1.000+6*0.150+(14+9)*0.600
42 (C)	SLS apl., 0.25W90+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+5)*1.000+7*0.150+(14+9)*0.600
43 (C)	SLS apl., 0.25W45+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+5)*1.000+8*0.150+(14+9)*0.600
44 (C)	SLS 0.25W0+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+14)*1.000+6*0.250+9*0.600
45 (C)	SLS 0.25W90+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+14)*1.000+7*0.250+9*0.600
46 (C)	SLS 0.25W45+apl, T-5C, laidai	SLS	(1+14)*1.000+8*0.250+9*0.600
47 (C)	SLS Tmin(-35C), laidai	SLS	(1+10+15)*1.000
48 (C)	SLS T+35C, laidai	SLS	(1+11+16)*1.000

9.20 pav. Apkrovų deriniai

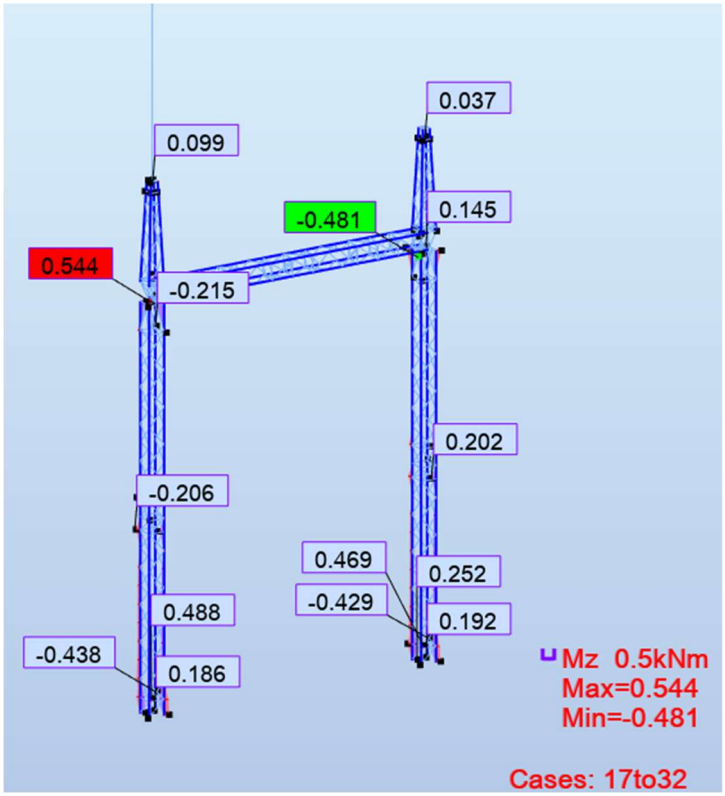
11.11. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys



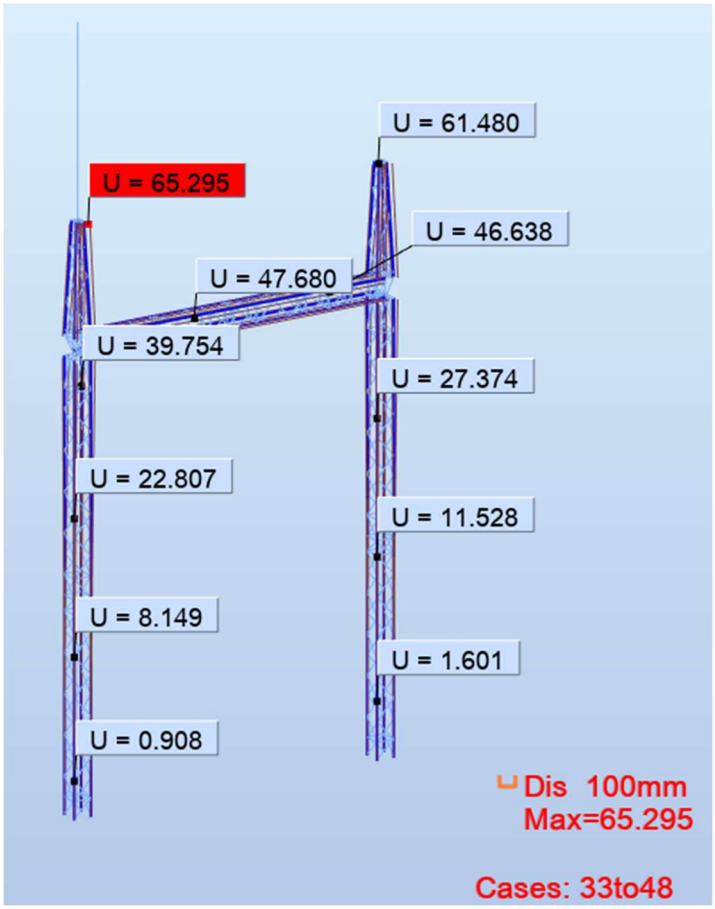
9.21 pav. Ašinių jėgų pasiskirstymas portalo kojose ir juostose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



9.22 pav. Lenkimo momentų My pasiskirstymas portalo juostose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



9.23 pav. Lenkimo momentų Mz pasiskirstymas portalo juostose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



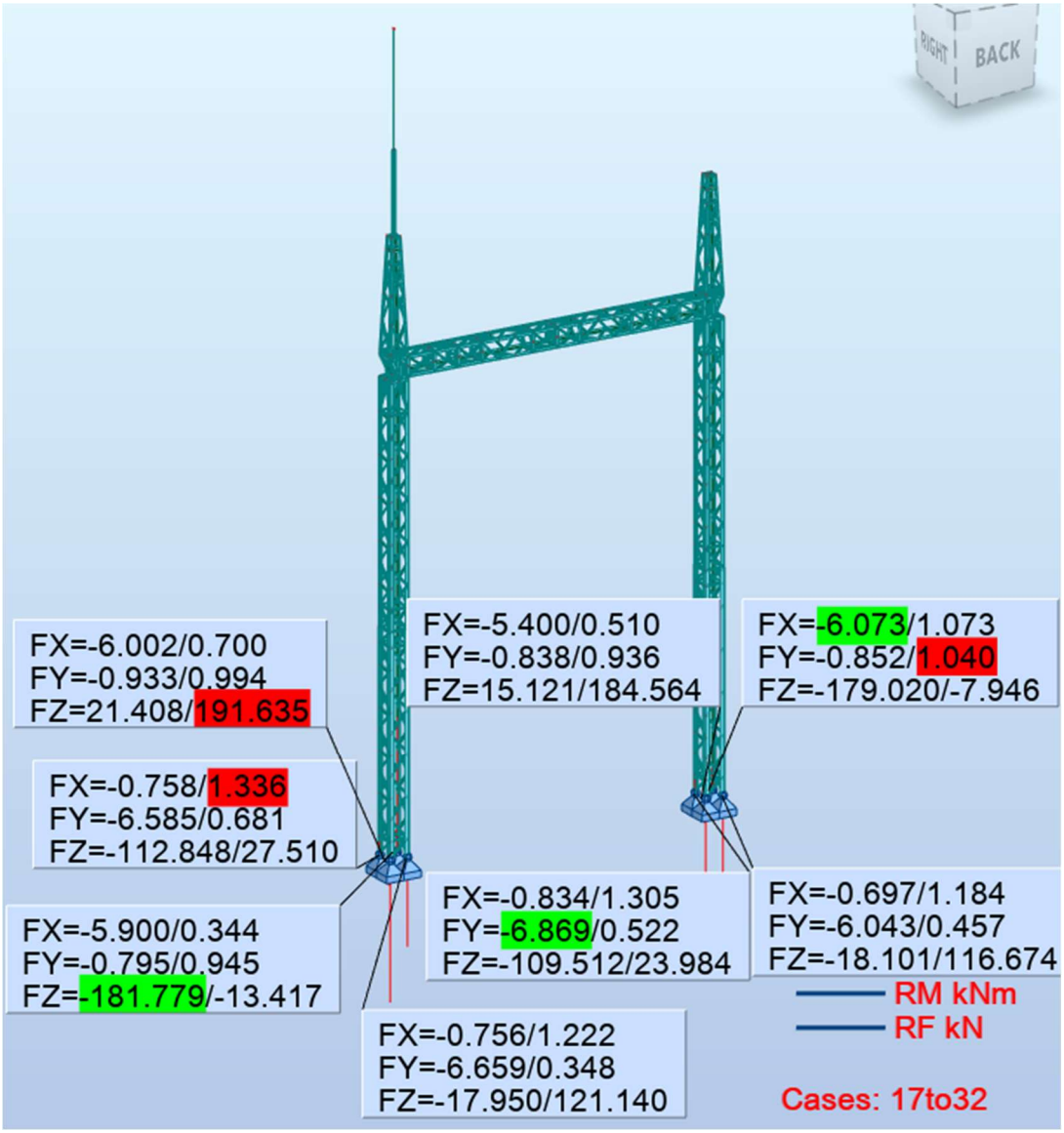
9.24 pav. Mazgų poslinkiai nuo charakteristinių (SLS) apkrovos derinių

Oro linijų, atviros skirstomosios įrangos, transporto linijų kontaktinių tinklų konstrukcijų ribiniai poslinkiai ir įlinkiai

Konstrukcijos apibudinimas ir nuokrypio kryptis	Atramų santykinės nuokrypos	Santykiniai traversų įlinkiai (tarpatramio arba gembės ilgiui)			
		Vertikalieji		Horizontalieji	
		tarpatramyje	gembėje	tarpatramyje	gembėje
1. Galinės ir kampinės inkarinio tipo oro linijų atramos iki 60 m aukščio išilgai laidų	1/120	1/200	1/70	Neribojama	Neribojama
				Neribojama	Neribojama
2. Inkarinio tipo oro linijų atramos iki 60 m aukščio išilgai laidų	1/100	1/200	1/70	Neribojama	Neribojama
3. Tarpinės oro linijų atramos (išskyrus pereinamąsias) išilgai laidų	Neribojama	1/150	1/50	Neribojama	Neribojama
				1/200	1/70
4. Pereinamosios visų tipų oro linijų atramos, aukštesnės nei 60 m išilgai laidų	1/140	1/200	1/70		
				Neribojama	Neribojama
5. Atviros skirstomosios įrangos atramos išilgai laidų	1/100	1/200	1/70	-	-
				-	-
6. Atviros skirstomosios įrangos atramos skersai laidų	1/70	Neribojama	Neribojama		
		-	-		
7. Įrangos atramos	1/100	1/300	1/250		
8. Įrangos sijos	-				

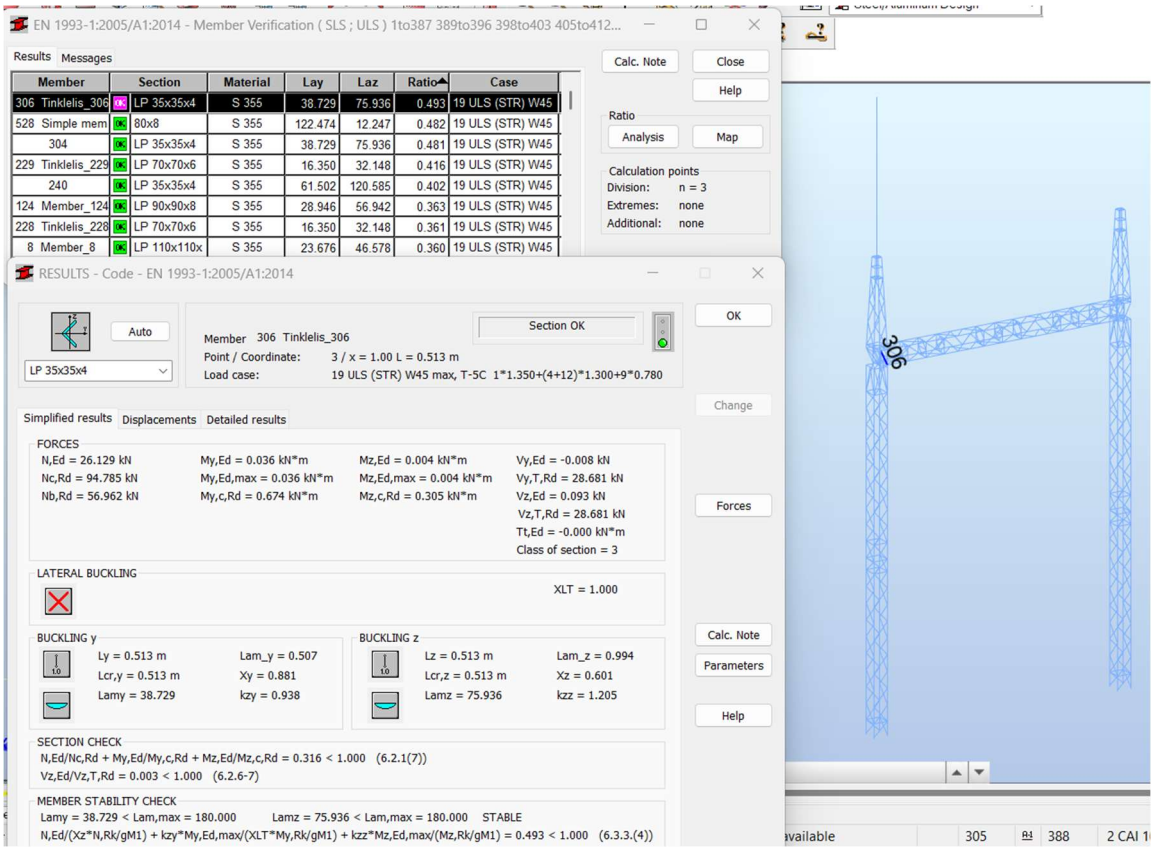
Pastabos: 1. Kai yra avariniai ir montažiniai režimai, atviros skirstomosios įrangos atramų ir oro linijų traversų atramų nuokrypiai nenormuojami.

2. Nuokrypiai ir įlinkiai, pateikti 7 ir 8 poz., turi būti sumažinti, jei įrangos eksploatacijos techninės sąlygos numato griežtesnius apribojimus.

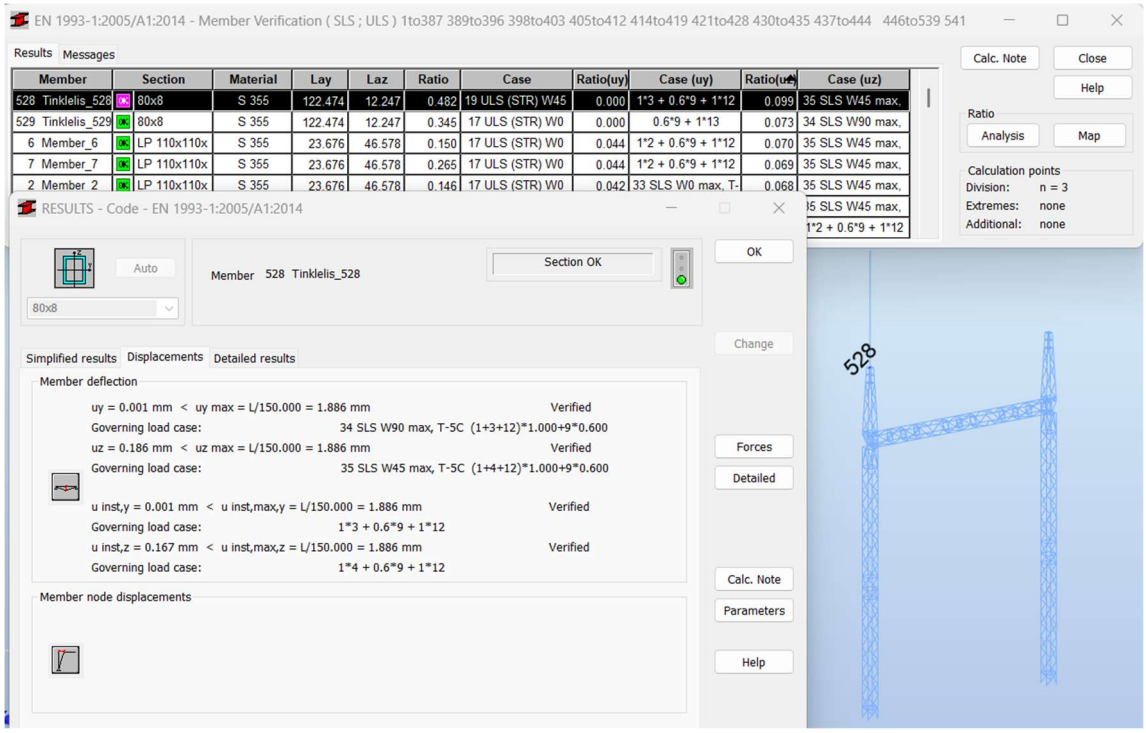


9.25 pav. Atraminės reakcijos į pamatus

11.12. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas



9.26 pav. Didžiausias elemento laikomosios galios išnaudojimas saugos ribiniam būviui

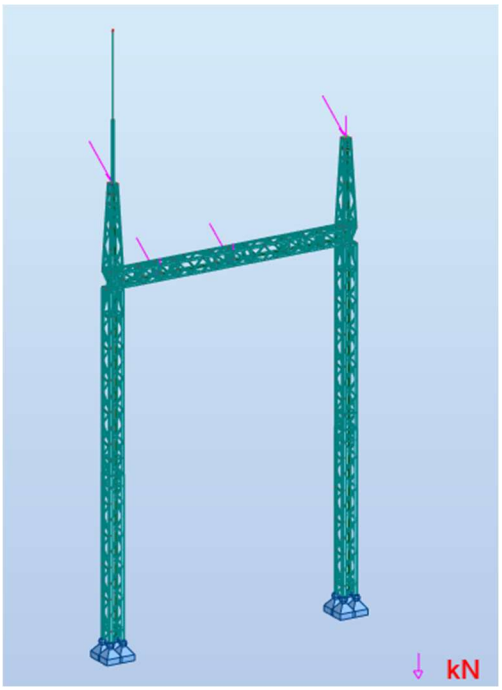


9.27 pav. Didžiausias elemento laikomosios galios išnaudojimas tinkamumo ribiniam būviui

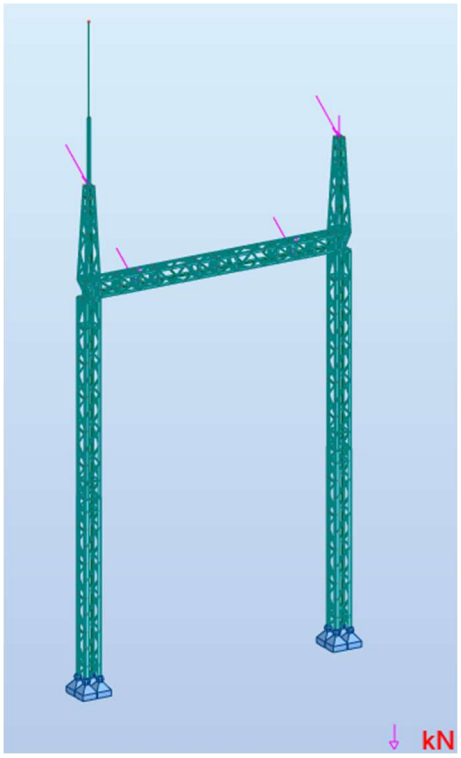
11.13. Avarinių situacijų įvertinimas

Kadangi portalas yra simetriškas ir laidų tvirtinimas prie konstrukcijų taip pat simetriškas, todėl skaičiuojant avarines situacijas, įvertinami tokie atvejai:

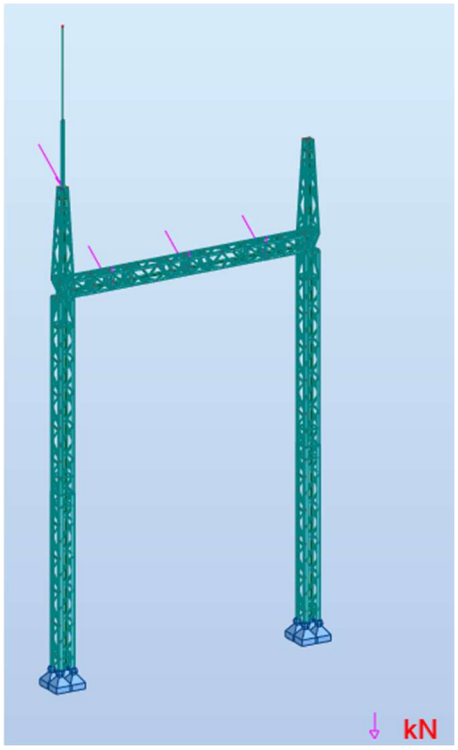
1. Nutrūkęs pirmas laidas
2. Nutrūkęs antras laidas
3. Nutrūkęs trosas.



9.28 pav. Avarinė situacija. Nutrūkęs pirmas laidas



9.29 pav. Avarinė situacija. Nutrūkęs antras laidas



9.30 pav. Avarinė situacija. Nutrūkęs trosas

Elementų laikomosios galios išnaudojimas, esant skirtingoms avarinėms situacijoms

	Tarpatramis išilgai laidams - 19,5 m
Nutrūkęs pirmas laidas	0,482
Nutrūkęs antras laidas	0,482
Nutrūkęs trosas	0,482
Laidai nenutrūkę	**0,493**

Atlikus elementų laikomosios galios skaičiavimus pagal saugos ribinį būvį, matome, jog esant avarinėms situacijoms, portalo elementų išnaudojimas yra ne didesnis, nei esant įprastai eksploatacinei situacijai.

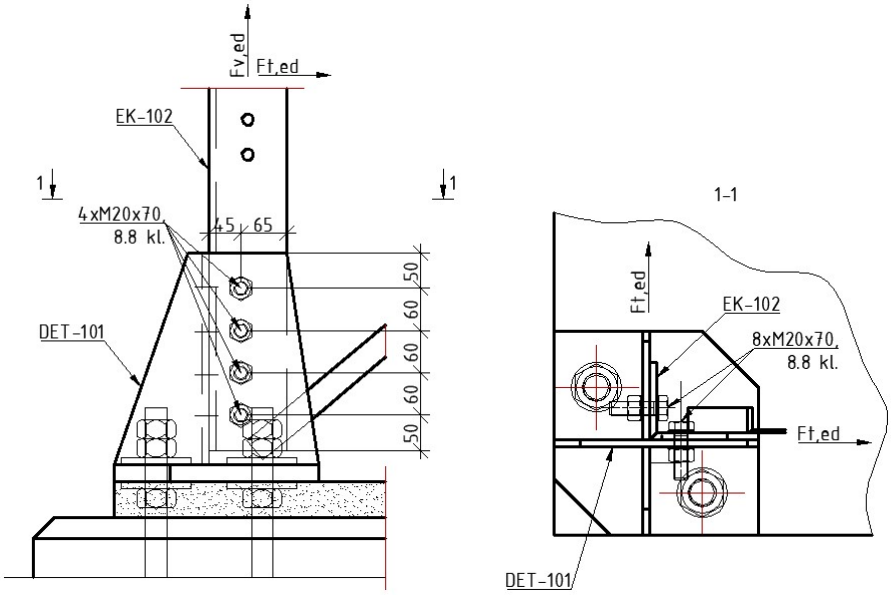
11.14. Mazgų skaičiavimas

Portalo mazgai apskaičiuojami remiantis EN 1993-1-8: 2005. Skaičiuojami portalo mazgų tipai:

- Atraminis pamato (1 mazgas)
- Traversos ir bokštelio jungimo (2 mazgas)
- Bokštelio juostų jungimo mazgas (3 mazgas)
- Tinklelio prie juostų jungimo mazgas (4 mazgas)

11.14.1. Atraminio mazgo skaičiavimas

Atraminio mazgo schema pateikta 9.31 paveiksle.



9.31 pav. Atraminio mazgo (1) schema

Šio tipo mazgams tikrinama:

- varžtų kirpimas (2.1 formulė).
- plokštės glemžimas dėl kirpimo (2.2 formulė)
- varžtų tempimas (2.5 formulė)
- plokštės praspaudimas dėl tempimo (2.6 formulė)
- mazgo kirpimas ir tempimas kartu (2.9 formulė)
- virintinės siūlės stiprumas (2.10 formulė)

Inkarinių ir neinkarinių varžtų skaičiavimas

A laikomojo tipo kerpamosioms jungtims turi būti patikrintos šios sąlygos:

$$F_{v,Ed} \le F_{v,Rd}; \quad (2.1)$$

$$F_{v,Ed} \le F_{b,Rd}; \quad (2.2)$$

čia: $F_{b,Rd}$ – glemžiamojo galia;

$F_{v,Rd}$ – kerpamoji galia.

Kerpamoji galia vienai kirpimo plokštumai $F_{v,Rd}$ nustatoma pagal išraišką:

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{m2}} \cdot n; \quad (2.3)$$

čia: $\alpha_v = 0,6$ kai varžtai 8.8 klasės;

f_{ub} – varžto (strypo) tempiamoji stiprio riba;

A – bendras varžto skerspjūvio plotas, kur d-varžto skersmuo;

γ_{M2} – dalinis patikimumo koeficientas 1,25;

n – varžtų (strypų) kiekis.

Varžtų kirpimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{v,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \le F_{v,Rd}$;
1	20	8	800	192	752,4	26	OK

Glemžiamoji galia $F_{b,Rd}$ nustatoma pagal išraišką:

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} \cdot n; \quad (2.4)$$

čia: k_1 – mažiausia iš reikšmių $2,8\frac{e_2}{d_o} - 1,7$ arba 2,5;

a_b – mažiausia iš reikšmių $a_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1$, kur ($a_d = \frac{e_1}{3d_0}$, galiniams ir $a_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$ vidiniams varžtams);

f_u – plieno stiprio riba;

d – varžto (strypo) diametras;

t – glemžiamos plokštelės storis;

γ_{M2} - dalinis patikimumo koeficientas 1,25;

n – varžtų (strypų) kiekis.

Plokštės glemžimo dėl kirpimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	t, mm	$n, vnt.$	$e_1; e_2; p_1 mm$	f_u, MPa	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{b,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \le F_{b,Rd}$;
1	10	8	50; 45; 60	490	192	1072	18	OK

Pagal EN 1993-1-8: 2005 D tipo tempiamosioms jungtims turi būti patikrintos šios sąlygos:

$$F_{t,Ed} \le F_{t,Rd}; \quad (2.5)$$

$$F_{t,Ed} \le B_{p,Rd}; \quad (2.6)$$

čia: $F_{t,Rd}$ – tempiamoji galia;

$B_{p,Rd}$ – praspaudžiamoji kerpamoji galia;

Tempiamoji galia $F_{t,Rd}$ nustatoma pagal išraišką:

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} \cdot n; \quad (2.7)$$

čia: k_2 – 0,9; kai varžtas su nepaslepiamaja galvute;

f_{ub} – varžto tempiamoji stiprio riba;

A_s – varžto arba inkarinio varžto tempiamųjų įtempių plotas, kur d-varžto skersmuo;

γ_{M2} – dalinis patikimumo koeficientas 1,25;

n – varžtų (strypų) kiekis.

Varžtų tempimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \le F_{t,Rd}$;
1	20	8	800	4,4	1129	0	OK

Praspaudžiamoji kerpamoji galia $B_{p,Rd}$:

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_b f_u}{\gamma_{M2}} \cdot n; \quad (2.8)$$

čia: d_m – atstumo tarp varžto galvutės ar veržlės (kuri mažesnė) šoninių briaunų arba plokštumų vidurkis;

t_b – plokštelės storis;

f_u – plieno stiprio riba;

γ_{M2} – dalinis patikimumo koeficientas 1,25;

n – varžtų (strypų) kiekis.

Jungiamų elementų praspaudimo dėl tempimo/kirpimo tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai

Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d_m, mm	$n, vnt.$	t_b, mm	f_u, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$B_{p,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \le B_{p,Rd}$;
1	32	8	10	490	4,4	1915	0	OK

Pagal EN 1993-1-8: 2005 turi būti patikrinta kirpimo ir tempimo kartu sąlyga:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \le 1, \quad (2.9)$$

čia

$F_{v,Ed}$ - veikianti skaičiuotinė kirpimo jėga;

$F_{v,Rd}$ - kerpamoji galia vienai kirpimo plokštumai;

$F_{t,Rd}$ - tempiamoji galia;

$F_{t,Ed}$ - veikianti skaičiuotinė tempamoji jėga;

Mazgo kirpimo ir tempimo kartu tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Apkrova	Apkrova	Laikomoji galia	Laikomoji galia		Sąlyga
	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{v,Rd}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$
1	192	4,4	752,6	1129	26	OK

Virintinės siūlės skaičiavimas

Skaičiuotinė kertinės virintinės siūlės laikomoji galia gali buti laikoma pakankama, jei bet kuriame jos taške visų siūlės perduodamųjų jėgų vienetinio ilgio atstojamoji atitinka šį kriterijų:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}; \quad (2.10)$$

čia: $F_{w,Ed}$ – skaičiuotinė virintinės siūlės vienetinį ilgį veikiančios jėgos reikšmė;

$F_{w,Rd}$ – skaičiuotinė vienetinio ilgio virintinės siūlės laikomoji galia.

Skaičiuotinė vienetinio ilgio virintinės siūlės laikomoji galia $F_{w,Rd}$. pateiktą formulę:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a; \quad (2.11)$$

čia: $f_{vw,d}$ – skaičiuotinis siūlės kerpamasis stipris;

a – pasirenkamas siūlės storis.

Skaičiuotinis siūlės kerpamasis stipris randamas pagal formulę:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{m2}}; \quad (2.12)$$

čia: f_u – vardinė silpnesnės iš sujungtų dalių tempiamoji stiprio riba;

β_w – atitinkamas koreliacijos koeficientas, kai plieno klasė S355, β_w =0,9;

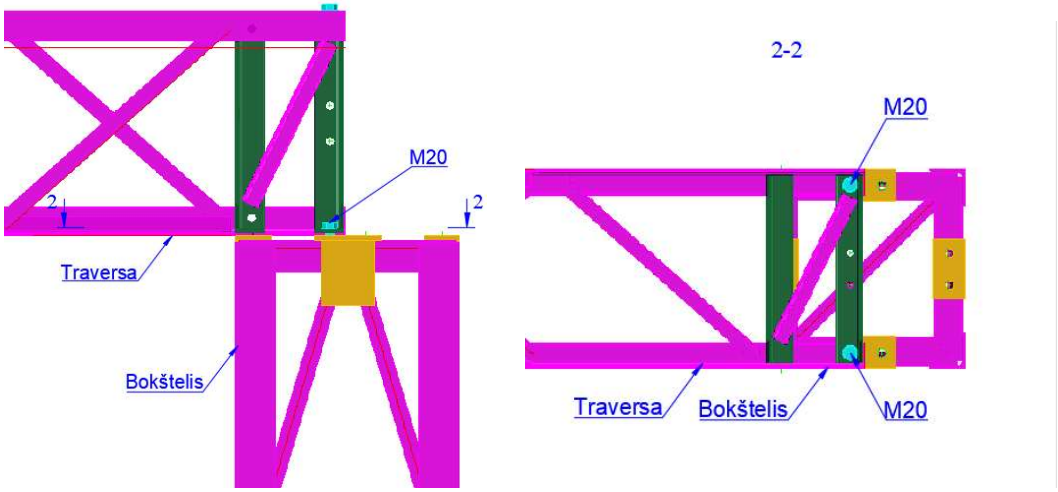
γ_{M2} – dalinis patikimumo koeficientas 1,25.

Virintinės siūlės stiprumo tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Siūlės stipris	Laikomoji galia		Sąlyga
	a, mm	l, mm	f_u, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$f_{vw,d}, MPa$	$F_{w,Rd}, N/mm$	Išnaudojimas	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$
1	8	1120	490	192	251,5	2011	8,5	OK

11.14.2. Traversos ir bokštelio tvirtinimo mazgo skaičiavimas

Traversos ir bokštelio tvirtinimo mazgo (2) schema pateikta 9.32 paveiksle.



9.32 pav. Mazgo 2 schema

Šiam mazgui patikrinta:

- varžtų kirpimas (2.1 formulė)
- plokštelės glemžimas (2.2 formulė)
- varžtų tempimas (2.5 formulė)
- plokštės praspaudimas dėl tempimo (2.6 formulė)
- mazgo kirpimas ir tempimas kartu (2.9 formulė)

Varžtų kirpimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	F_{Ed}, kN	$F_{v,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$;
2	20	1	800	16,5	94	18	OK

Plokštelės glemžimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	t, mm	$n, vnt.$	e_1, mm	f_u, MPa	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{b,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$;
2	6	1	40;	490	16,5	49,5	33	OK

Varžtų tempimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \le F_{t,Rd}$;
2	20	1	800	4	141	2	OK

Plokštės praspaudimo dėl varžtų tempimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

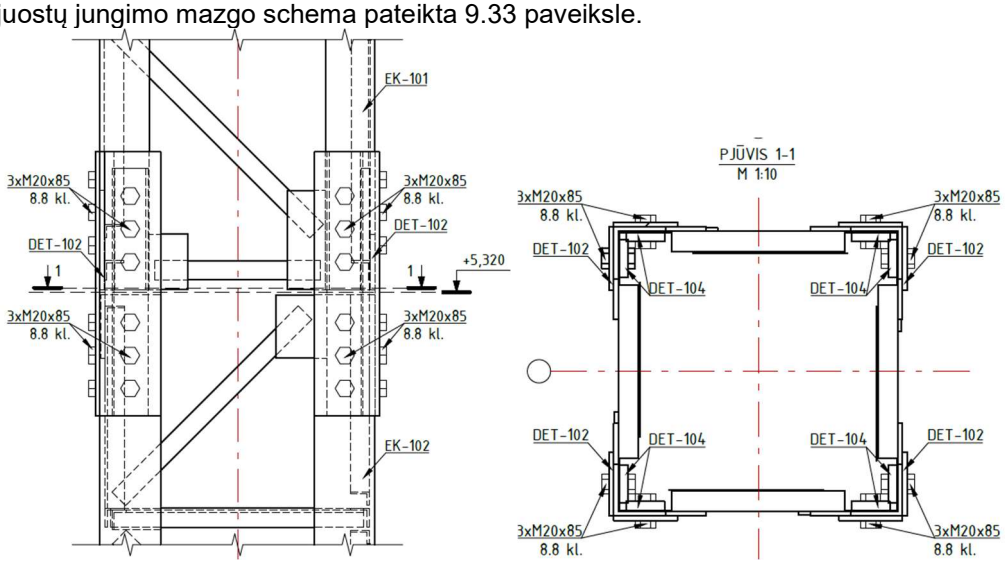
Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d_m, mm	$n, vnt.$	t_b, mm	f_u, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$B_{p,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \le B_{p,Rd}$;
2	32	1	6	490	4	143,6	2	OK

Mazgo kirpimo ir tempimo kartu tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Apkrova	Apkrova	Laikomoji galia	Laikomoji galia		Sąlyga
	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{v,Rd}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \le 1$
2	16,5	4	94	141	19	OK

11.14.3. Bokštelio juostų jungimo mazgo skaičiavimas

Bokštelio juostų jungimo mazgo schema pateikta 9.33 paveiksle.



9.33 pav. Mazgo (3) schema

Šio tipo mazgams tikrinama:

- varžtų kirpimas (2.1 formulė).
- plokštės glemžimas dėl kirpimo (2.2 formulė)
- varžtų tempimas (2.5 formulė)
- plokštės praspaudimas dėl tempimo (2.6 formulė)
- mazgo kirpimas ir tempimas kartu (2.9 formulė)

Varžtų kirpimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{v,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$;
3 (viršus)	20	6	800	74,5	564,5	13	OK
3 (apačia)	20	6	800	82,3	564,5	15	OK

Jungiamų elementų glemžimo dėl kirpimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	t, mm	$n, vnt.$	$e_1; e_2; p_1 mm$	f_u, MPa	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{b,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$;
3 (viršus)	8	6	80; 35; 60	490	75,5	726,98	10	OK
3 (apačia)	10	6	50; 55; 60	490	82,3	813,7	10	OK

Varžtų tempimo tarpinės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d, mm	$n, vnt.$	f_{ub}, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$;
3 (viršus)	20	6	800	1,3	846,7	0	OK
3 (apačia)	20	6	800	0	846,7	0	OK

Jungiamų elementų praspaudimo dėl tempimo/kirpimo tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai

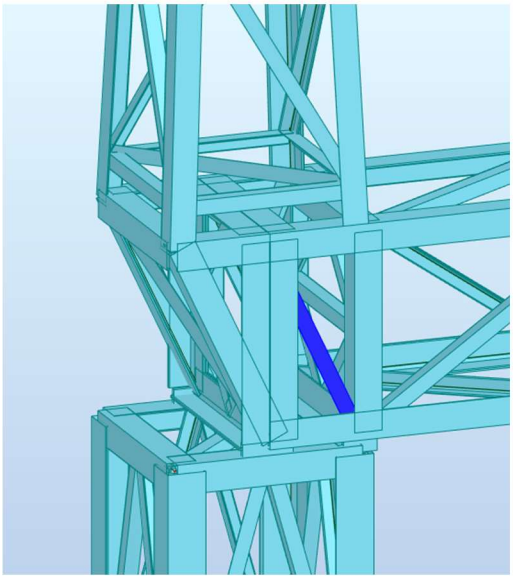
Mazgas	Geometrija			Medžiaga	Apkrova	Laikomoji galia		Sąlyga
	d_m, mm	$n, vnt.$	t_b, mm	f_u, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$B_{p,Rd}, kN$	Išnaud., %	$F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$;
3 (viršus)	32	6	8	490	1,3	1149	0	OK
3 (apačia)	32	6	10	490	0	1436	0	OK

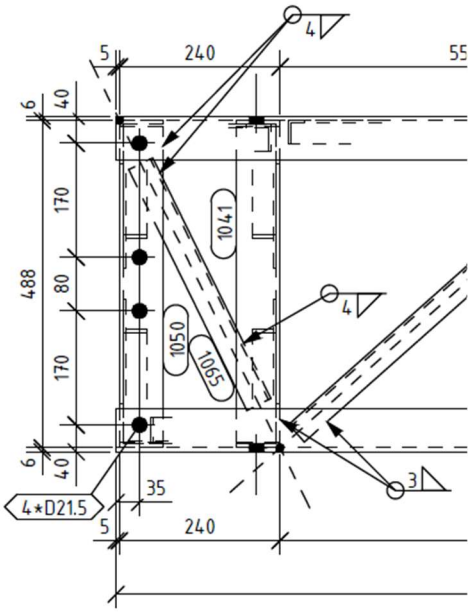
Mazgo kirpimo ir tempimo kartu tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Apkrova	Apkrova	Laikomoji galia	Laikomoji galia		Sąlyga
	$F_{v,Ed}, kN$	$F_{t,Ed}, kN$	$F_{v,Rd}, kN$	$F_{t,Rd}, kN$	Išnaud., %	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$
3 (viršus)	74,5	1,3	564,5	846,7	13	OK
3 (apačia)	82,3	0	564,5	846,7	15	OK

11.14.1. Tinklelio prie juostų jungimo mazgo (4 mazgas) skaičiavimas

Atraminio mazgo schema pateikta 9.34 paveiksle.





9.34 pav. Mazgo (4) schema

Šio tipo mazgams tikrinama:

- virintinės siūlės stiprumas (2.10 formulė)

Virintinės siūlės stiprumo tarpininės skaičiavimų reikšmės ir rezultatai.

Mazgas	Geometrija		Medžiaga	Apkrova	Siūlės stipris	Laikomoji galia		Sąlyga
	a, mm	l, mm	f_u, MPa	$F_{t,Ed}, kN$	$f_{vw,d}, MPa$	$F_{w,Rd}, N/mm$	Išnaudojimas	$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$
4	4	190	490	27	251,47	1005,87	14	OK

11.14.2. Portalo skaičiavimo išvados

Projektuojamas 110 kV linijinis portalas tenkina ULS ir SLS ribinių būvių sąlygas:

- 0,49 < 1,0 – skerspjūvio stiprumo/stabilumo sąlyga;
- 0,10 < 1,0 – elemento išlinkio sąlyga;
- 65,3 mm < 143 mm – portalo viršūnės poslinkis pagal ribinio poslinkio sąlygą L/100;
- 33 % < 100 % - didžiausias elementų mazgų išnaudojimas.

12. IŠVADOS

Skaičiavimų išvados dėl rezultatų atitikties projekto rengimo dokumentų reikalavimams, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimams ir dėl konstrukcinių elementų ir jungčių laikomosios galios išnaudojimo:

- Skaičiavimų rezultatai atitinka projekto rengimo dokumentų reikalavimus, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus bei konstrukcijoms keliamus saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų laikomoji galia yra pakankama ir suprojektuoti elementai tenkina jiems keliamus stiprumo (pastovumo) ir tinkamumo būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų jungčių laikomoji galia yra pakankama ir tenkina jungtims keliamus stiprumo ir tinkamumo būvių reikalavimus bei užtikrina bendrą stiprumą ir stabilumą.

CONNECTO LIETUVA

PASTOTĖS VALDYMO PULTO (PVP)
SPRENDINIUS PAGRINDŽIANTYS INŽINERINIAI SKAIČIAVIMAI

TURINYS

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI 2
   1.1. Projektuojamos konstrukcijos 2
   1.2. Pagrindinės projektavimo prielaidos 2
   1.3. Skaičiavimo metodai 2
   1.4. Skaičiuojamosios situacijos aprašas 2
   1.5. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms 2
2. PVP COKOLINĖS DALIES KOLONŲ IR SIJŲ SKAIČIAVIMAI 4
   2.1. Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas 4
   2.2. Apkrovos 4
   2.3. Nuolatinės apkrovos 5
   2.4. Naudojimo apkrova 6
   2.5. Vėjo apkrova 7
   2.6. Sniego apkrova 8
   2.7. Apkrovų deriniai 8
   2.8. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys 9
   2.9. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas 13
   2.10. Mazgų skaičiavimas 15
   2.10.1. Sijos-sijos jungimo mazgas trumpesniaja pastato kryptimi (web connection) 15
   2.10.2. Sijos-sijos jungimo mazgas ilgesniaja pastato kryptimi (splice connection) 22
   2.11. Skaičiavimų išvados 30
3. PAMATINĖS PLOKŠTĖS SKAIČIAVIMAS 30
   3.1. Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas 30
   3.2. Pagrindo aprašymas 31
   3.3. Apkrovos 32
   3.4. Nuolatinės apkrovos 33
   3.5. Naudojimo apkrova 33
   3.6. Apkrovų deriniai 34
   3.1. ULS ir SLS apkrovų deriniai 34
   3.2. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas 35
   3.3. Skaičiavimų išvados 37
4. PAGRINDO SKAIČIAVIMAS 37
   4.1. Pamato ir pagrindo aprašymas 37
   4.2. Pamato pagrindo skaičiavimas 38
   4.3. Skaičiavimų išvados 39
   4.4. Inkarinių varžtų skaičiavimas 39
5. IŠVADOS 39

0	2025.07.10	Statybą leidžiančio dokumento gavimui
Laida	Išleidimo data	Laidos statusas. Keitimų priežastis (jei taikoma)

1. PRIELAIDOS, METODAI IR REIKALAVIMAI

1.1. Projektuojamos konstrukcijos

Šioje skaičiavimų ataskaitoje pateikiami inžineriniai skaičiavimai sekančioms projektuojamoms konstrukcijoms:

- valdymo pulto PVP cokolinei daliai.

1.2. Pagrindinės projektavimo prielaidos

Projekte yra numatyta įrengti 1 vnt. pastotės valdymo pultą. Statinio matmenys plane – 8,6x5,7x6,68 m. Skaičiavimuose nagrinėjami PVP cokolinės kabelių pogrindžio dalies metalinių sijų ir kolonų, ant kurių montuojamas modulinis pastatas, laikomųjų galių tikrinimai. Modulinis pastatas komplektuojamas kaip atskiras gaminys, todėl skaičiavimuose nenagrinėjamas. Taip pat pateikiami gelžbetoninės pamatinės plokštės bei inkarinių varžtų skaičiavimai.

1.3. Skaičiavimo metodai

Konstrukcijų statiniai skaičiavimai atlikti baigtinių elementų metodu naudojant Autodesk Robot Structural Analysis 2025 kompiuterinę programą. Kolonų ir sijų elementų analizei taikyti „bar“ tipo elementai, pamatinei plokštei – „shell“ tipo elementai. Plokštės pagrindo skaičiavimai atlikti naudojant GEO5 kompiuterinę programą. Inkariniai varžtai skaičiuojami Hilti kompiuterine programa.

1.4. Skaičiuojamosios situacijos aprašas

Projektuojamą pastotės valdymo pulto cokolinę dalį veikia konstrukcijų nuosavo svorio apkrova, PVP svoris, vėjo, sniego bei kintama naudojimo apkrovos.

1.5. Bendrieji reikalavimai konstrukcijoms

Eil. Nr.	Aprašymas	Reikšmės	Matavimo vnt.	Pastabos
	Tinkamumo reikalavimai			
1.	Didžiausiasis leistinas g/b plokštės, g/b sijų ir kompozitinių sijų įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
2.	Didžiausiasis leistinas metalinių sijų ir struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	L/250		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
3.	Didžiausiasis leistinas konsolinės dalies metalinės struktūros įlinkis atsižvelgiant į konstrukcijos išvaizdą ir bendrą tinkamumą.	2L/300		Tariamai nuolatinis apkrovų derinys
4.	Didžiausiasis leistinas metalinių ir g/b konstrukcijų išankstinis išlinkis.	L/250		Charakteristinis derinys
5.	Didžiausias leistinas pastato horizontalusis poslinkis.	H/500		Charakteristinis derinys
6.	Didžiausias pastato vieno aukšto leistinas horizontalusis poslinkis.	h/500		Charakteristinis derinys
7.	Pamato ribinis bendras nuosėdis	40	mm	Charakteristinis derinys
8.	Gretimų pamatų santykinis nuosėdžių skirtumas	$\Delta s/L \leq 0{,}002$		Charakteristinis derinys

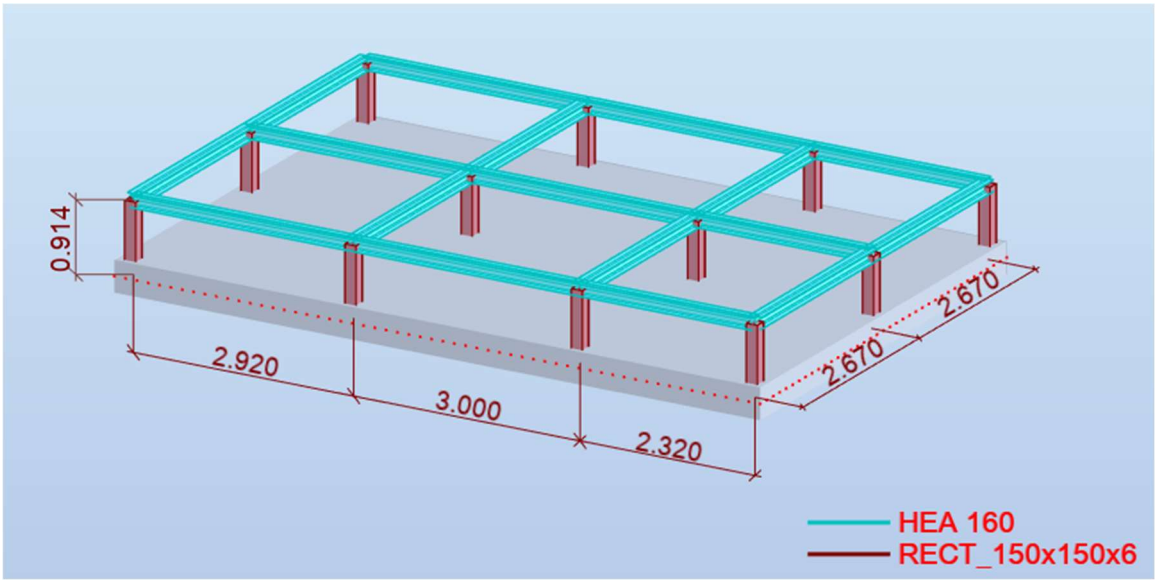
9.	Ribinis perdangos laisvųjų svyravimų dažnis	3,0	Hz	Dažninis derinys
10.	Pastato ribinis laisvųjų svyravimo dažnis	0,95	Hz	Dažninis derinys
Saugos ribinių būvių apkrovų daliniai koeficientai				
1.	Nuolatinių poveikių γ_G	1,1		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU
		0,9		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (EQU)
		1,35		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
		1,0		Mažiausiajai skaičiuotinei reikšmei (STR)
2.	Kintamųjų poveikių γ_Q	1,3		Didžiausiajai skaičiuotinei reikšmei, kai poveikis nepalankus
		0,0		Kai poveikis palankus
Saugos ribinių būvių medžiagų daliniai koeficientai				
1.	Betono γ_c	1,5		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
2.		1,2		Ypatingajai projektavimo situacijai
3.	Armatūros γ_s	1,15		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
4.		1,0		Ypatingajai projektavimo situacijai
5.	Plieno γ_s	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
6.	Tempiamosios irties laikomajai galiai	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
7.	Metalinių konstrukcijų mazgų daliniai koeficientai:			
	Varžtų ir virintinių siūlių laikomoji galia γ_{M2}	1,25		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Struktūros mazgų laikomoji galia γ_{M5}	1,0		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai
	Stipriųjų varžtų išankstinis įtempimas γ_{M7}	1,1		Nuolatinei ir laikinajai projektavimo situacijai

Ribinės leistinosios gelžbetoninių elementų plyšių atsivėrimo pločių w_{lim1} ir w_{lim2} reikšmės, mm

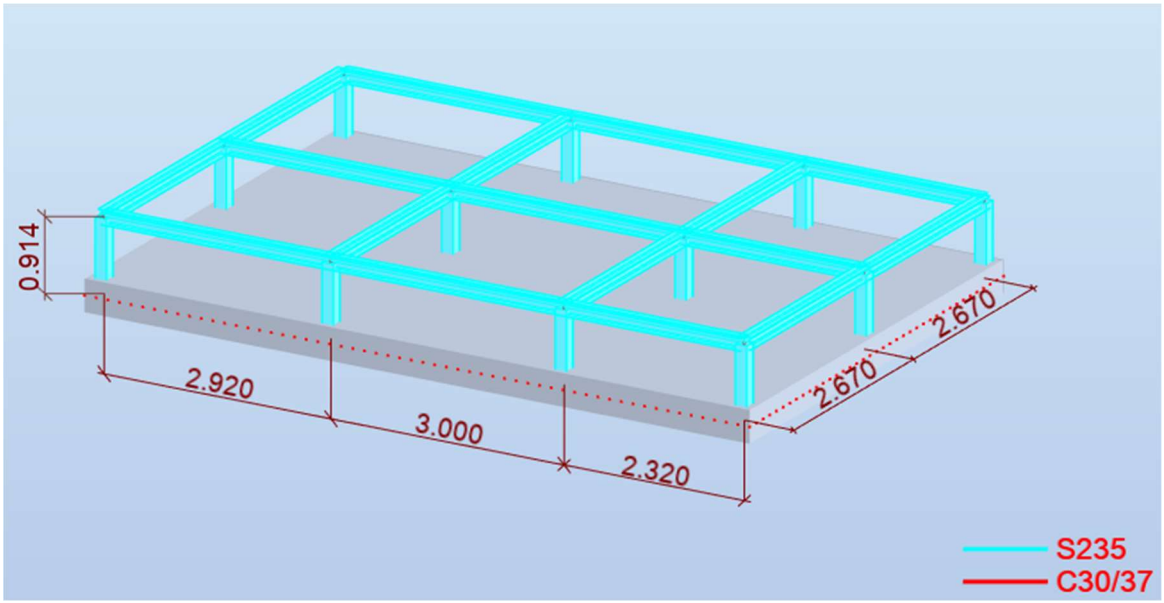
Konstrukcijos eksploatacijos sąlygos	**Iš anksto neįtempti elementai, kai armatūros takumo įtempiai $\sigma_y \leq 500$ MPa**	**Iš anksto įtempti elementai, kai armatūra**	
		strypinė ($\sigma_y \leq 1000$ MPa), lynai, kurių paviršiuje vielų skersmuo d ≥ 3,5 mm	**vielinė ($\sigma_y \leq 1500$ MPa), lynai, kurių d < 3,5 mm**
Elementai yra uždarose (šildomose) patalpose (XO, XC1)	w_{lim1}=0,40 w_{lim2}=0,30	w_{lim1}=0,30 w_{lim2}=0,20	w_{lim1}=0,20 w_{lim2}=0,10
Elementai yra atvirame ore ir grunte (XC2, XC3, XC4, XF1, XF3)		Plyšiai neleidžiami	
Elementai veikiami dujinės ir kintamosios agresyvios aplinkos (XA1, XA2, XD1, XF2, XF4, XS1)	w_{lim1}=0,20 w_{lim2}=0,15		
Elementai veikiami skystosios agresyvios aplinkos (XA1, XA2, XD1, XS2, XS3)	w_{lim1}=0,20 w_{lim2}=0,15		

2. PVP COKOLINĖS DALIES KOLONŲ IR SIJŲ SKAIČIAVIMAI

2.1. Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas



2.1 pav. Nagrinėjamos konstrukcijos geometrija ir skerspjūviai



2.2 pav. Konstrukcijos medžiagiškumas

2.2. Apkrovos

Apkrovos ir poveikiai skaičiuoti remiantis LST EN 1991 Poveikiai konstrukcijoms. Konstrukcijos projektuojamas taip, kad galimų deformacijų dydžiai neviršytų tinkamumo ribinių būvių. Pagrindinių apkrovų lentelė, pateikta žemiau.

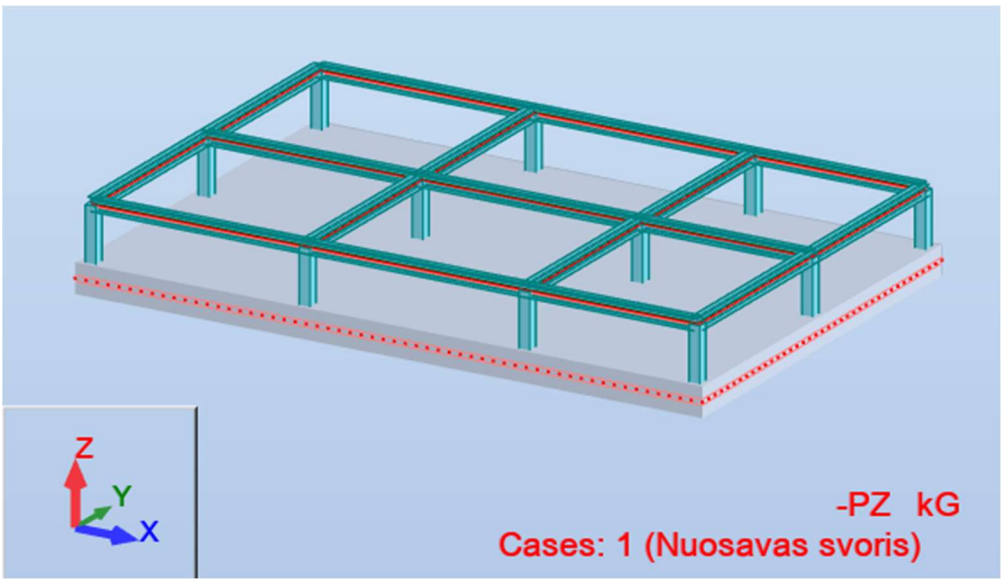
Case	Case name	Nature	Analysis type
1	Nuosavas svoris	Structural	Static - Linear
2	Namelio svoris	Structural	Static - Linear
3	Naudojimo namelyje	Structural	Static - Linear
4	Vejas	Category A	Static - Linear
5	Sniegas	Category A	Static - Linear
6	Naudojimo ant stogo	Category A	Static - Linear
7	Saules moduliai	Category A	Static - Linear
8	Naudojimo ant plokstes	Category A	Static - Linear

2.3 pav. Apkrovos

2.3. Nuolatinės apkrovos

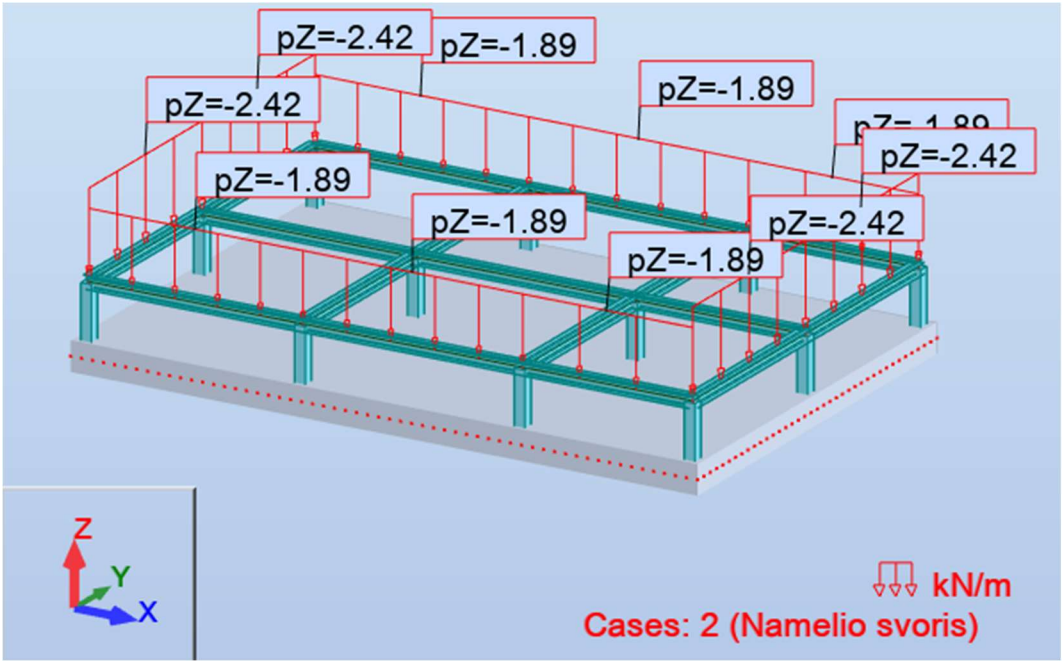
Nuolatinės apkrovos ant konstrukcijos priimamos remiantis projektavimo normomis LST EN 1991-1-3. Pačios konstrukcijos nuosavas svoris įvertinamas skaičiavimo programoje.

Nuolatinių apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,35.



2.4 pav. Cokolinės konstrukcijos nuosavas svoris

Modulinio pastato konstrukcijų svoris priimamas ~1 kN/m^2.

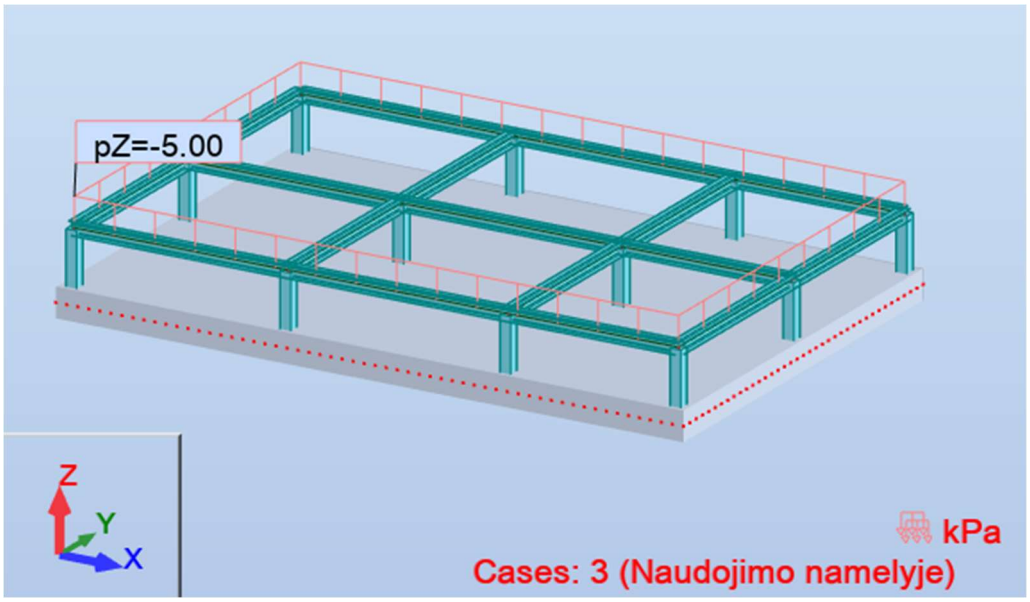


2.5 pav. Modulinio pastato konstrukcijų nuosavas svoris

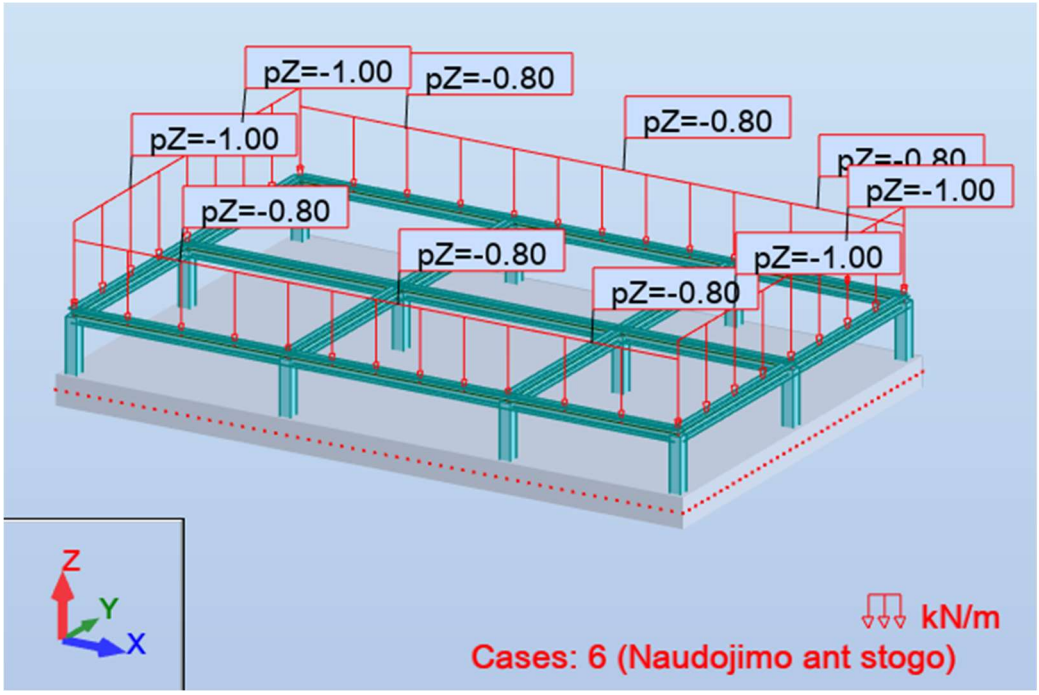
2.4. Naudojimo apkrova

Apkrova priskiriama prie kintamųjų poveikių. Ją sudaro numatoma įrangos, žmonių ir baldų apkrova. Naudojimo apkrova ant pastato stogo priimta 0,4 kN/m^2.

Naudojimo apkrovai patikimumo koeficientas priimtas 1,30.



2.6 pav. Naudojimo apkrova modulinio pastato viduje



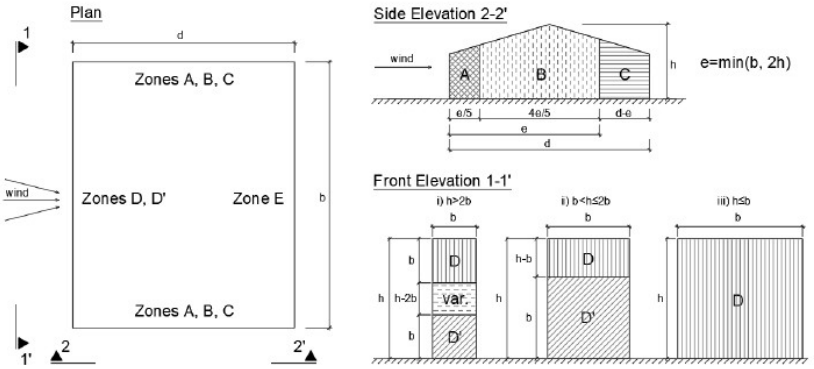
2.7 pav. Naudojimo apkrova ant modulinio pastato stogo

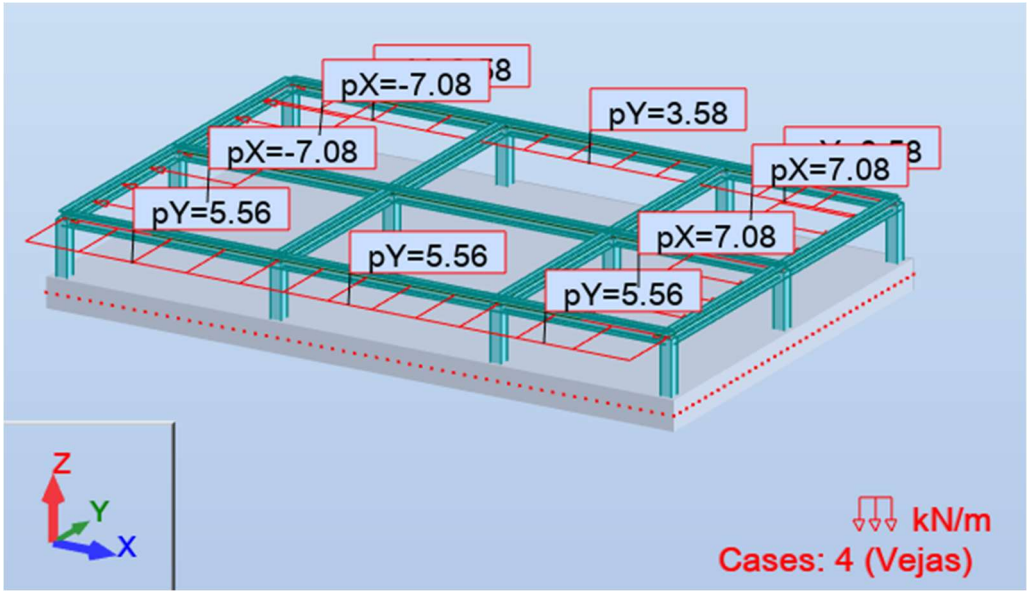
2.5. Vėjo apkrova

Apkrova priskiriama prie kintamųjų poveikių. Vėjo apkrovos priimamos pagal projektavimo normas LST EN 1991-1-4. Pagal vietovę (Pakruojo r.), projektuojamos konstrukcijos priskiriamos I-ajam vėjo apkrovų rajonai. Pagal priskirtą rajoną charakteristinė vėjo greičio pagrindinė atskaitinė reikšmė yra 24 m/s.

Vėjo apkrovos dalinis patikimumo koeficientas yra 1,3.

Net wind pressure on zone A	$w_{net,A}$ = -1.059 kN/m^2
Net wind pressure on zone B	$w_{net,B}$ = -0.757 kN/m^2
Net wind pressure on zone C	$w_{net,C}$ = N/A
Net wind pressure on zone D	$w_{net,D}$ = 0.832 kN/m^2
Net wind pressure on zone D'	$w_{net,D'}$ = N/A
Net wind pressure on zone E	$w_{net,E}$ = -0.536 kN/m^2

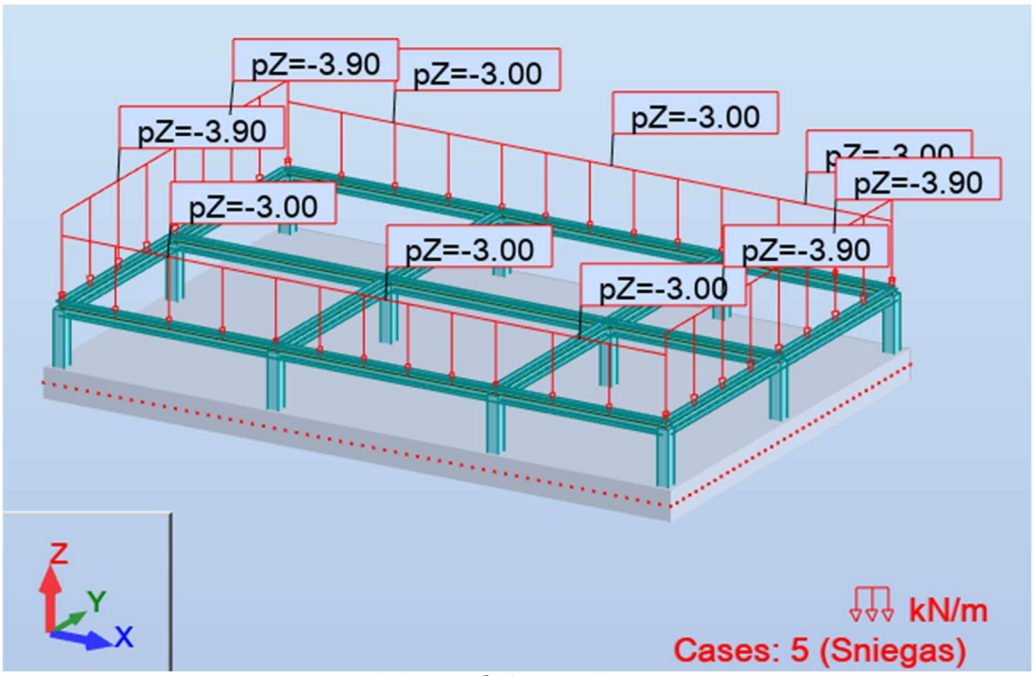




2.8 pav. Vėjo apkrova

2.6. Sniego apkrova

Apkrova priskiriama prie kintamųjų poveikių. Pagal teritorinį paskirstymą statinys yra I-ame sniego rajone, tačiau pagal TU priimama sniego antžeminės apkrovos charakteristinė reikšmė sk = 1,6 kN/m^2. Sniego apkrovos patikimumo koeficientas priimtas 1,3.



2.9 pav. Sniego apkrova

2.7. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

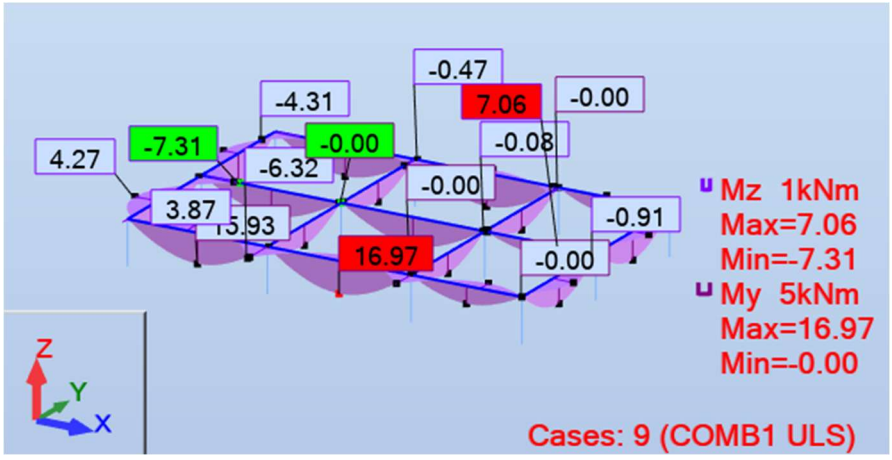
Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

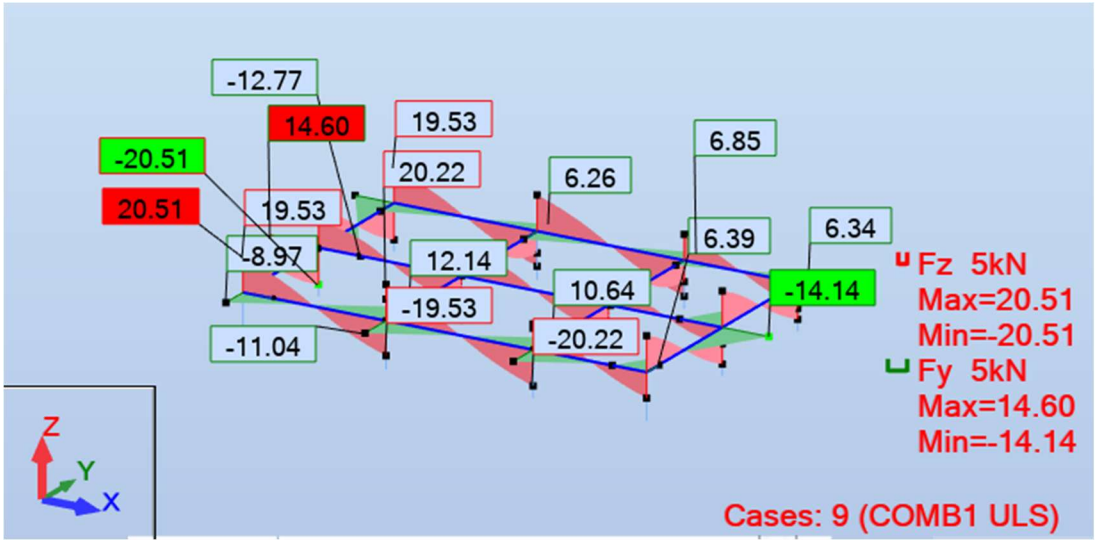
Combinations	Name	Analysis type	Definition
9 (C)	COMB1 ULS	Linear Combinati	(1+2+7)*1.35+(3+4+5+6+8)*1.30
10 (C)	COMB2 SLS	Linear Combinati	(1+2+3+4+5+6+7+8)*1.00

2.10 pav. Apkrovų deriniai

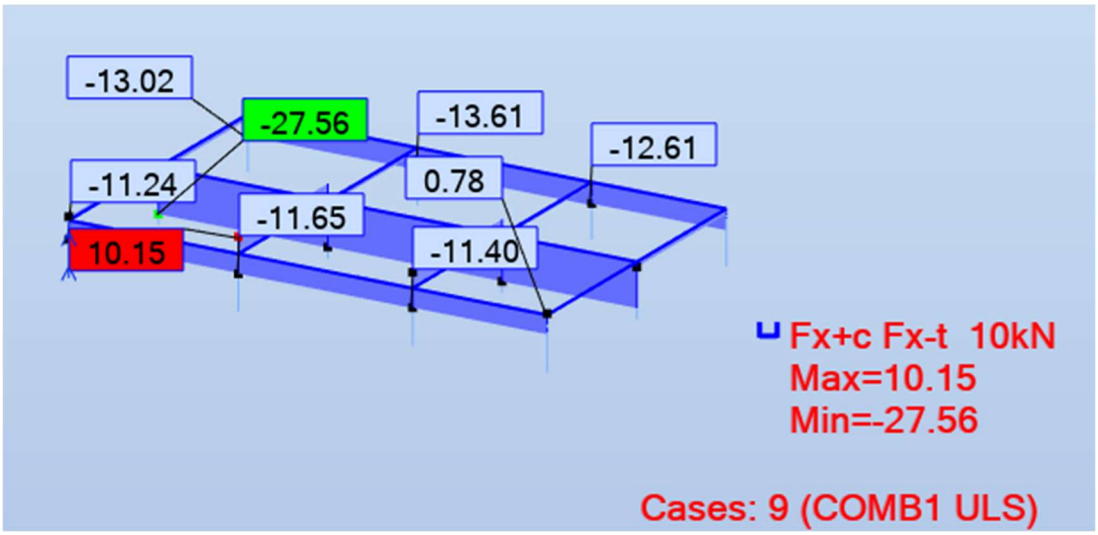
2.8. Inžinerinių skaičiavimų išvesties duomenys



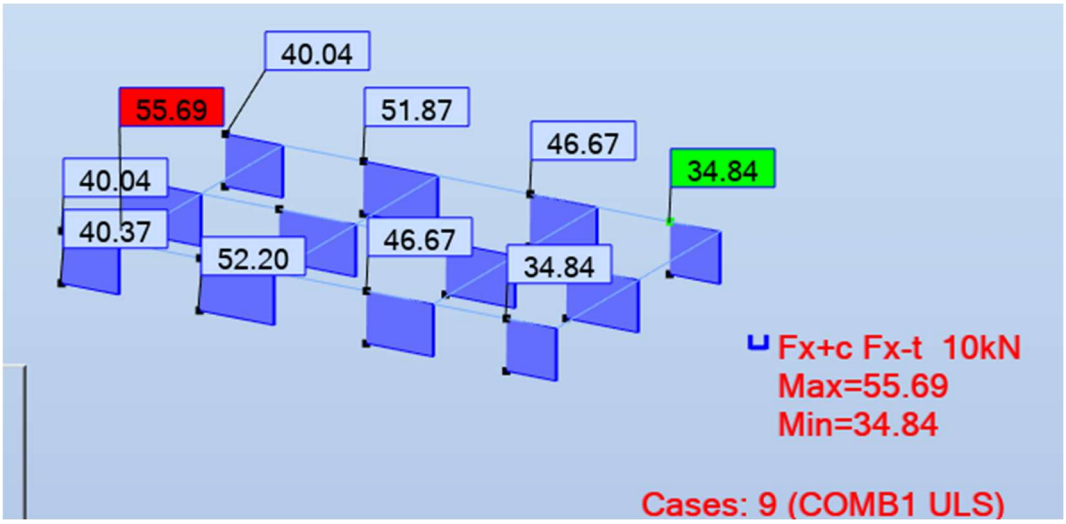
2.11 pav. Lenkimo momentų pasiskirstymas metalinėse sijose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



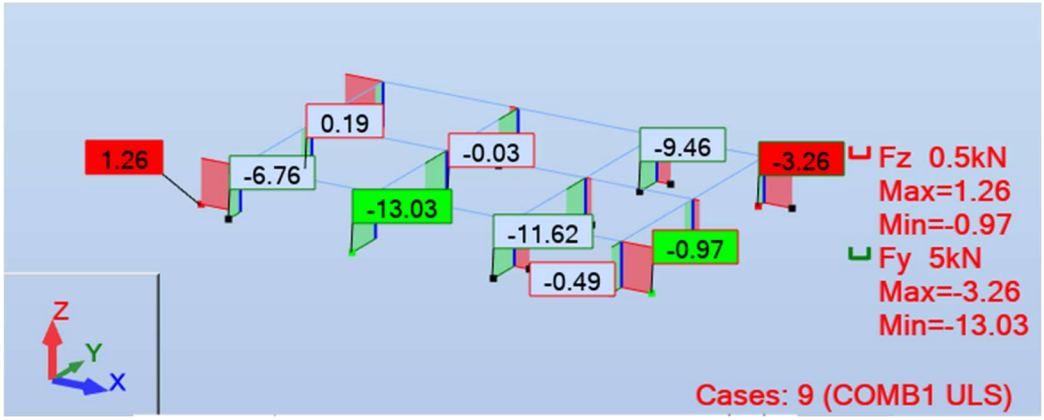
2.12 pav. Skersinių jėgų pasiskirstymas metalinėse sijose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



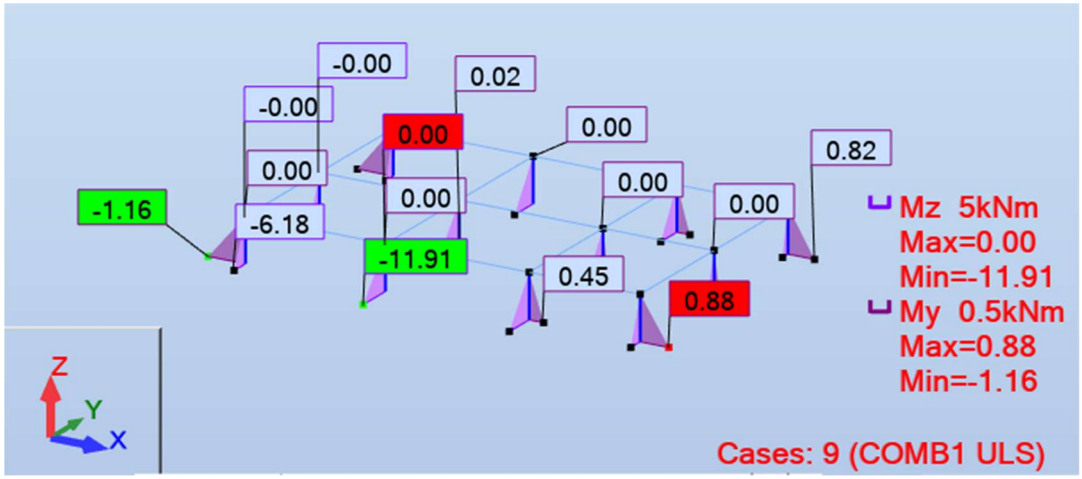
2.13 pav. Ašinių jėgų pasiskirstymas metalinėse sijose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių



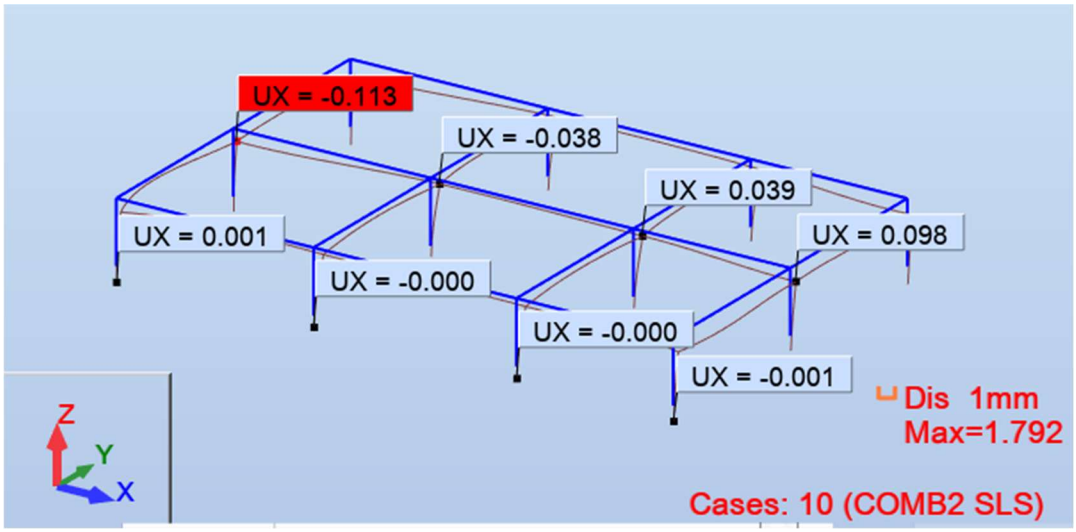
2.14 pav. Ašinių jėgų pasiskirstymas kolonose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių

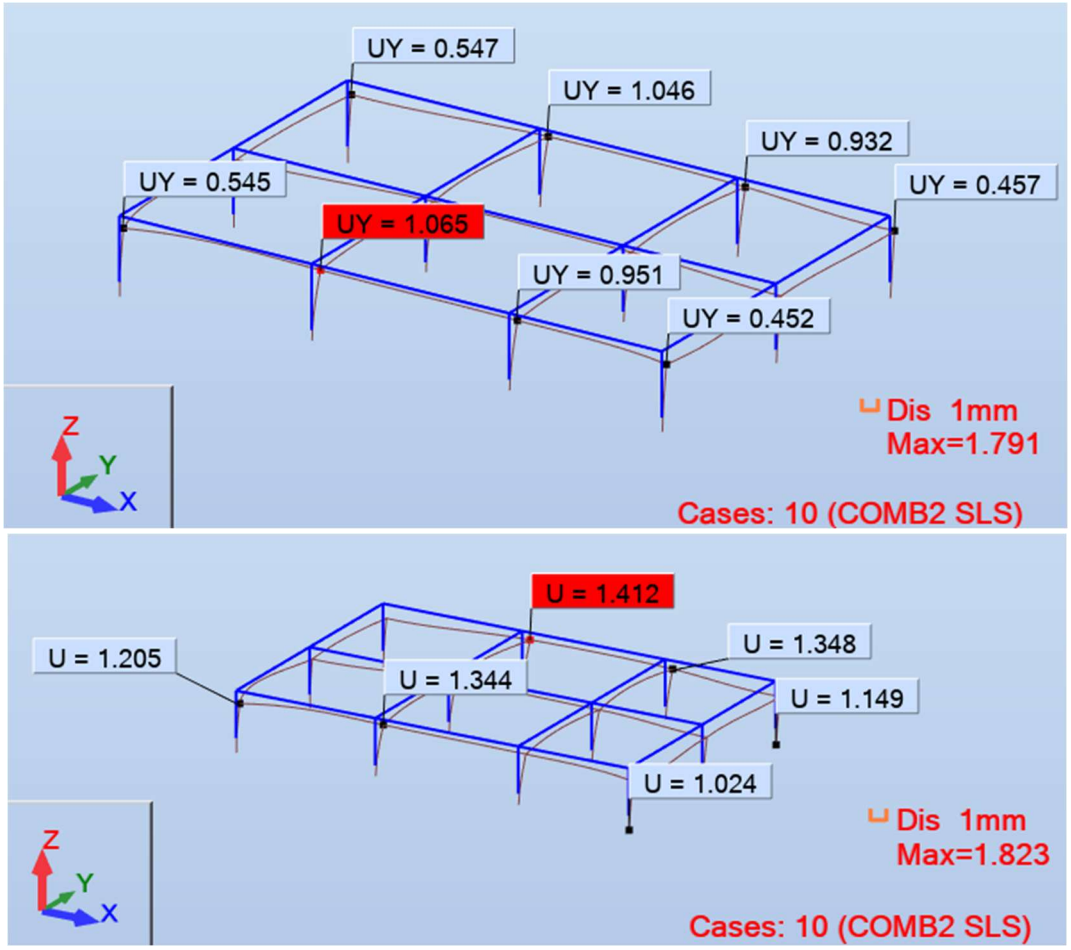


2.15 pav. Skersinių jėgų pasiskirstymas kolonose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių

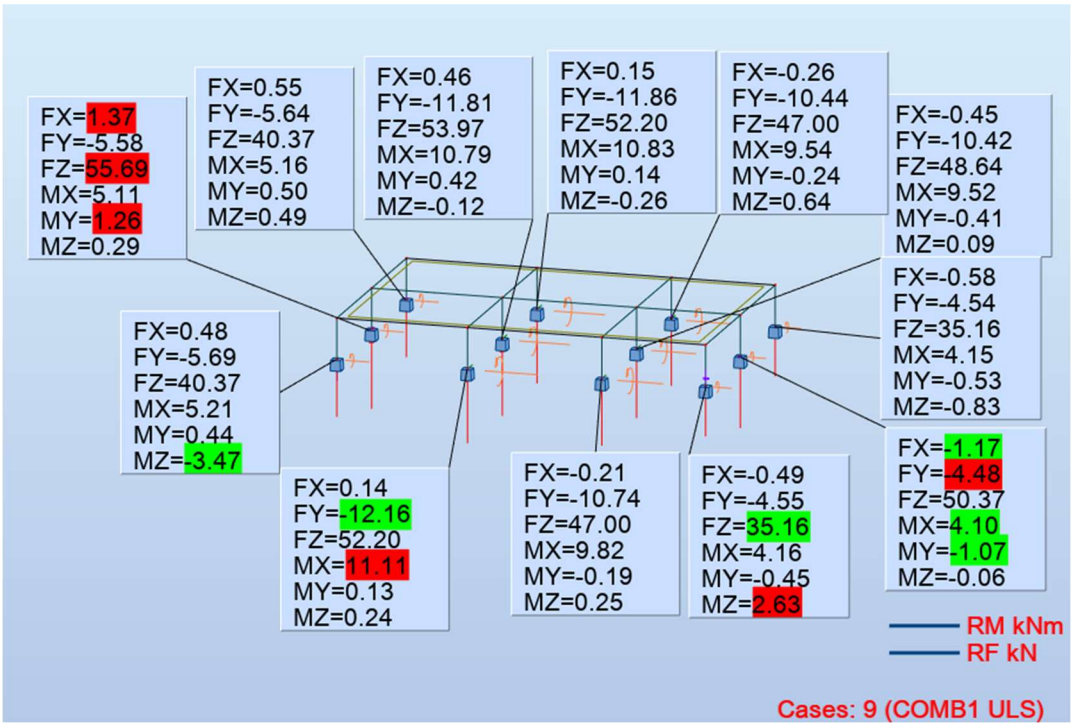


2.16 pav. Lenkimo momentų pasiskirstymas kolonose nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių

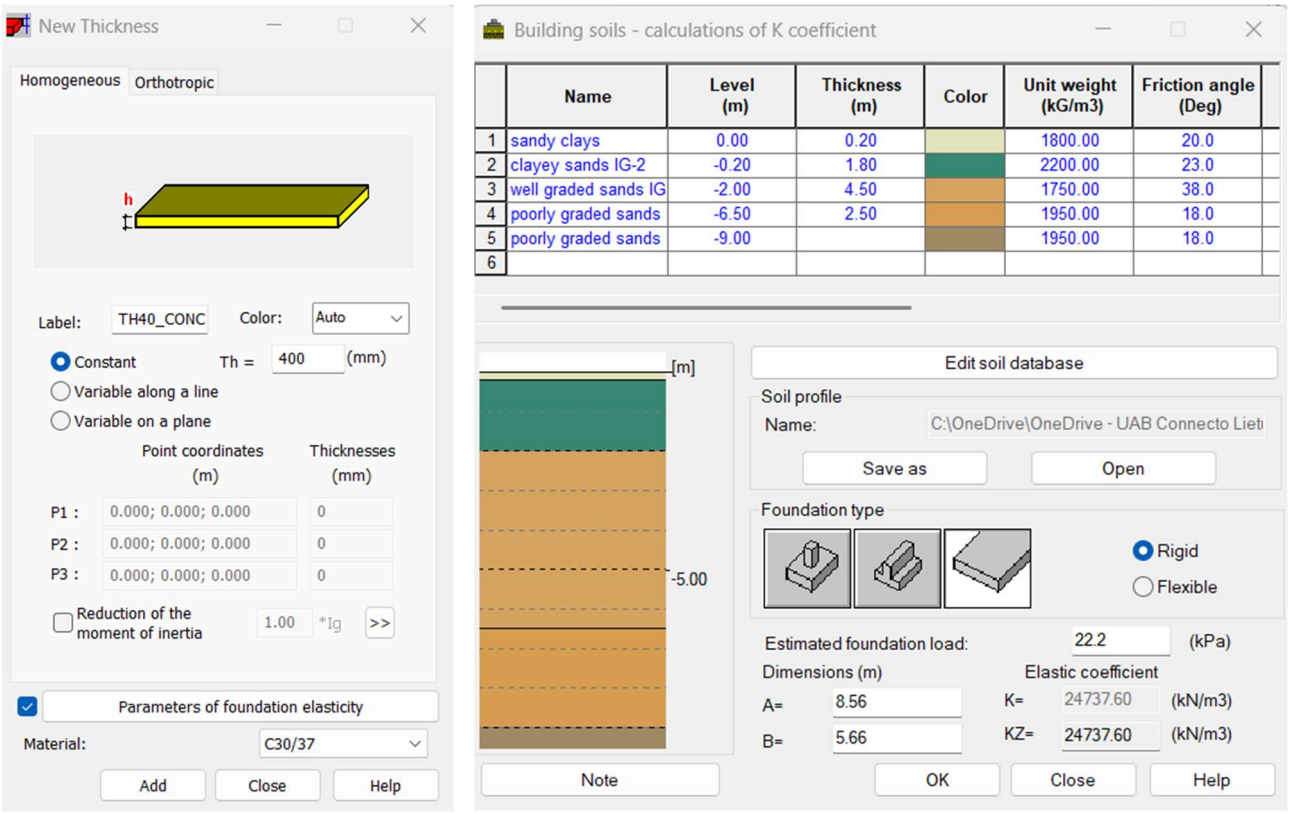




2.17 pav. Mazgų poslinkiai nuo charakteristinių (SLS) apkrovos derinių

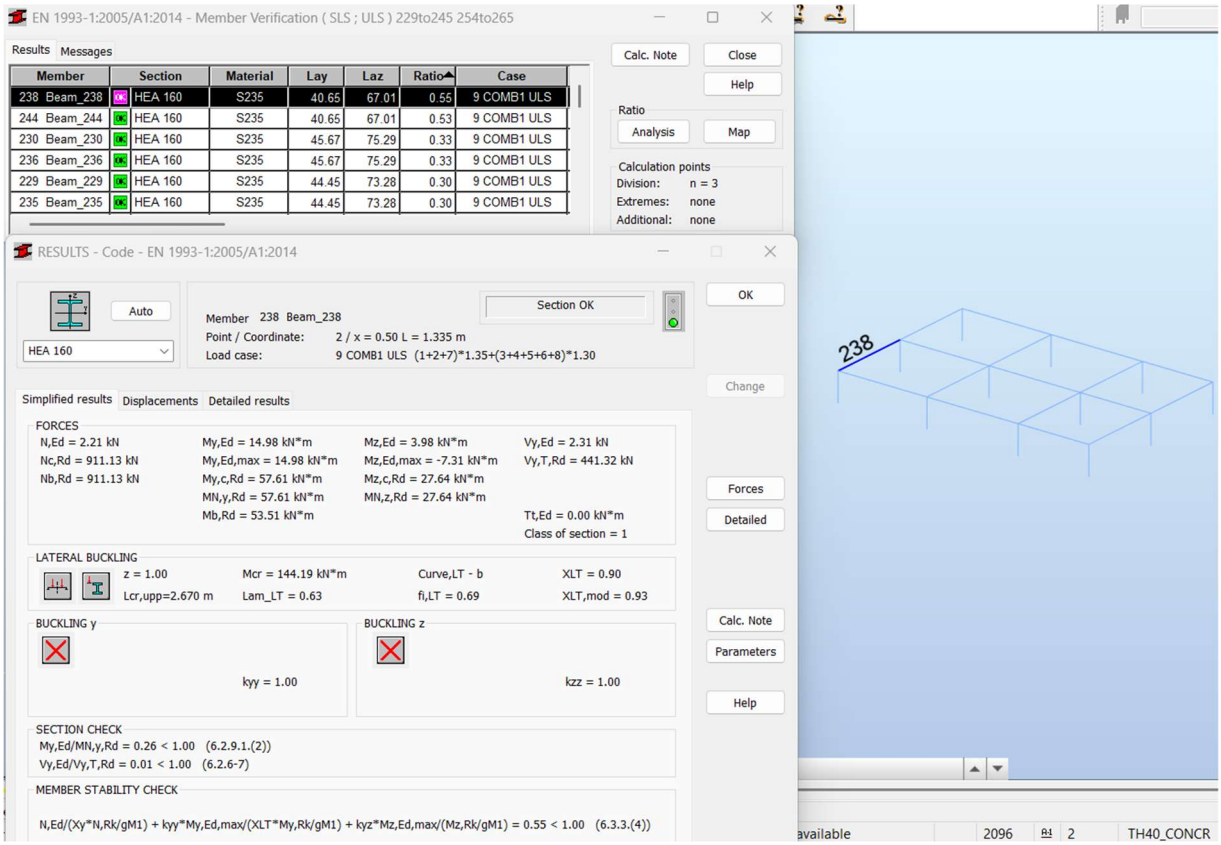


2.18 pav. Atraminės reakcijos nuo skaičiuotinių (ULS) apkrovos derinių

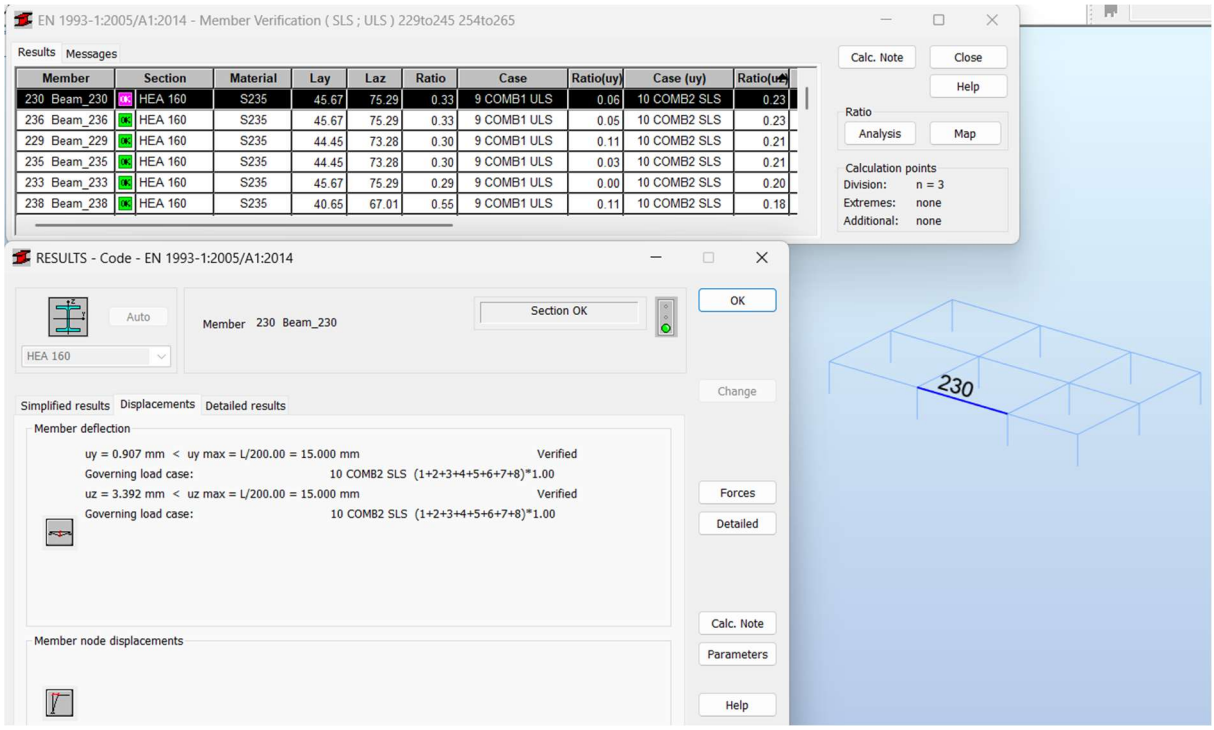


2.19 pav. Pamato plokštės duomenys

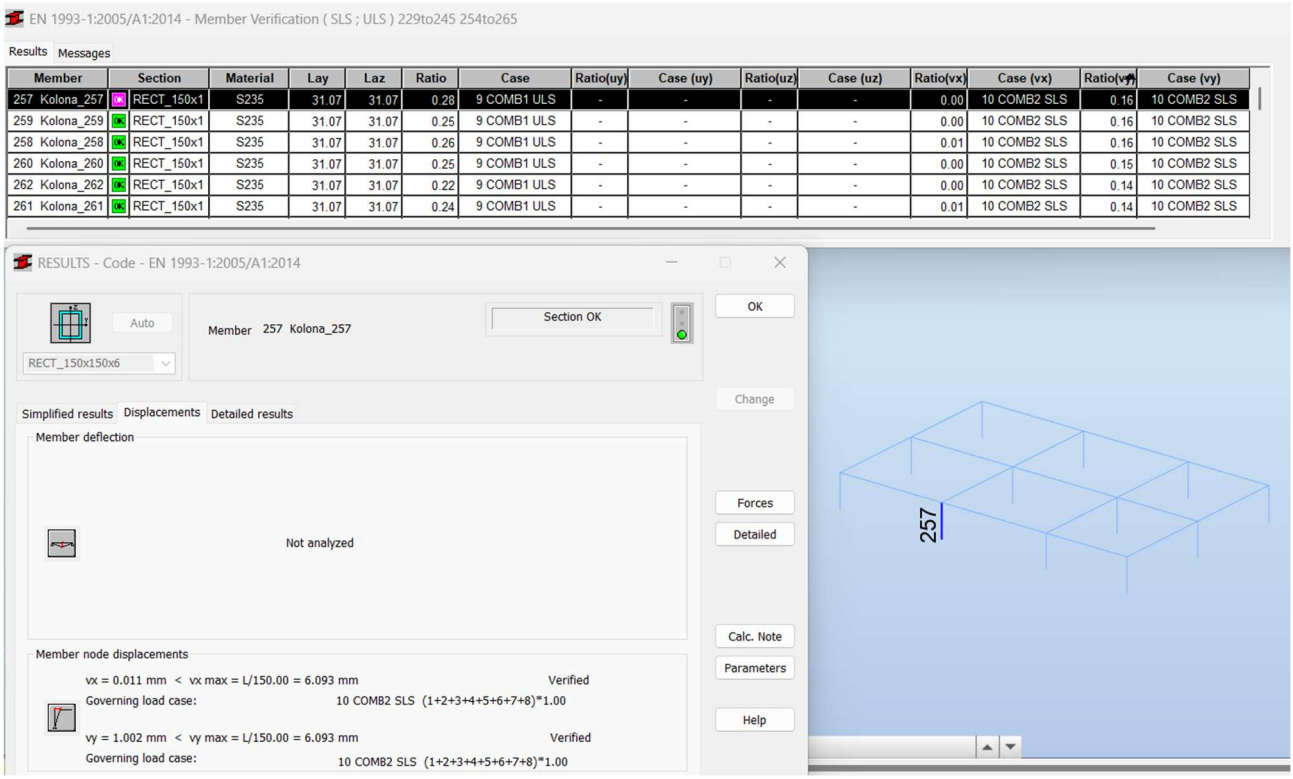
2.9. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas



2.20 pav. Didžiausias elemento laikomosios galios išnaudojimas saugos ribiniam būviui



2.21 pav. Didžiausias elemento laikomosios galios išnaudojimas tinkamumo ribiniam būviui



2.22 pav. Didžiausias kolonos laikomosios galios išnaudojimas tinkamumo ribiniam būviui

2.10.Mazgų skaičiavimas

Metalinių sijų jungimo mazgai apskaičiuojami remiantis EN 1993-1-8: 2005. Skaičiuojami sijų mazgų tipai:

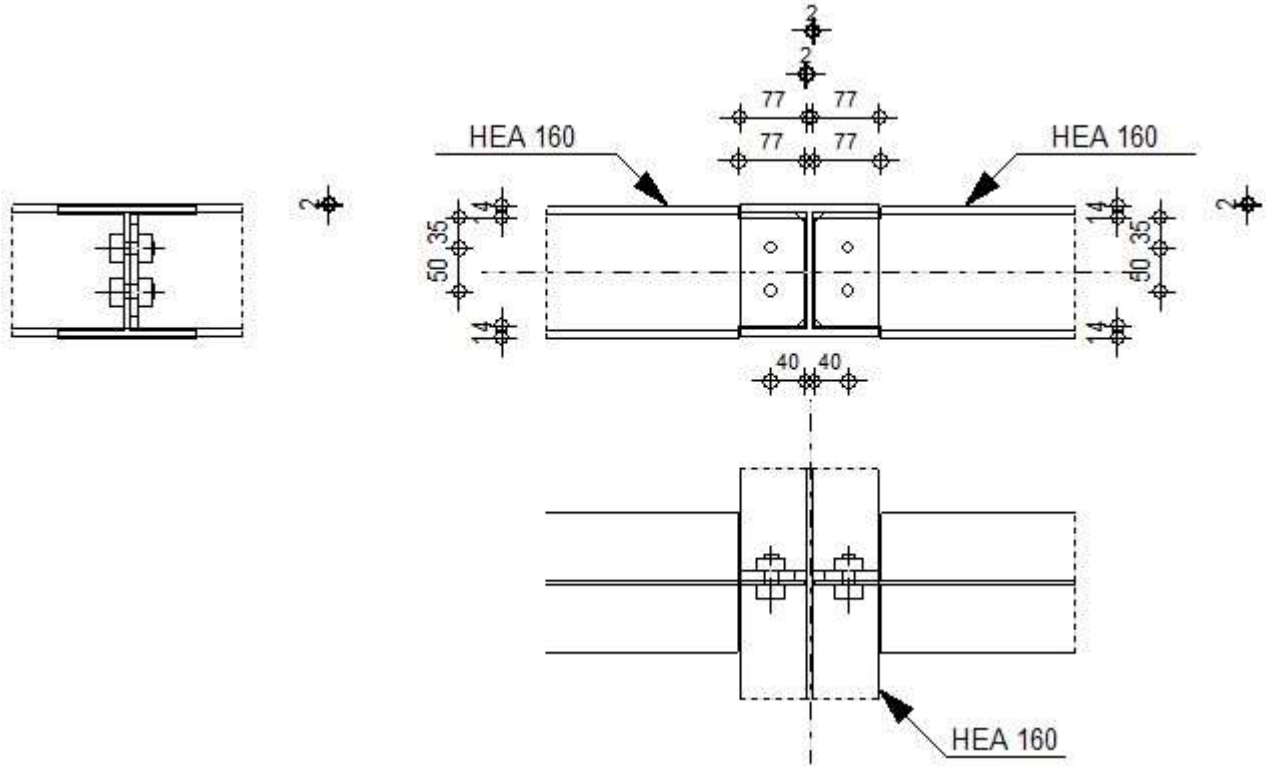
- Sijos-sijos jungimo mazgas trumpesniaja pastato kryptimi (web connection);
- Sijos-sijos jungimo mazgas ilgesniaja pastato kryptimi (splice connection).

2.10.1. Sijos-sijos jungimo mazgas trumpesniaja pastato kryptimi (web connection)

Robot Structural Analysis Professional 2025
Calculation of the beam-to-beam (web) connection
EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio
0.44



1.1 General

Connection no.: 1
Connection name: Beam-beam (web)

1.2 Geometry

1.3 <u>Principal beam</u>

Section: HEA 160

a =	-90.0	[Deg]	Inclination angle
h_g =	152	[mm]	Height of the principal beam section
b_{fg} =	160	[mm]	Width of the flange of the principal beam section
t_{wg} =	6	[mm]	Thickness of the web of the principal beam section
t_{fg} =	9	[mm]	Thickness of the flange of the principal beam section
r_g =	15	[mm]	Fillet radius of the web of the principal beam section
A_p =	3880	[mm^2]	Cross-sectional area of a principal beam

Section: HEA 160
a = -90.0 [Deg] Inclination angle
I_{yp} = 16730000 [mm^4] Moment of inertia of the principal beam section
Material: S 235
f_{yg} = 235.00 [MPa] Design resistance
f_{ug} = 360.00 [MPa] Tensile resistance

1.4 Left side

1.5 Beam

Section: HEA 160

a =	0.0	[Deg]	Inclination angle
h_{bl} =	152	[mm]	Height of beam section
b_{bl} =	160	[mm]	Width of beam section
t_{wbl} =	6	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbl} =	9	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{bl} =	15	[mm]	Radius of beam section fillet
A_b =	3880	[mm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{ybl} =	16730000	[mm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 235

f_{ybl} =	235.00	[MPa]	Design resistance
f_{ubl} =	360.00	[MPa]	Tensile resistance

1.6 Beam cut

h_1 =	14	[mm]	Top cut-out
h_2 =	14	[mm]	Bottom cut-out
l =	77	[mm]	Cut-out length

1.7 Stiffener

l_s =	77	[mm]	Stiffener length
h_s =	134	[mm]	Stiffener height
t_s =	10	[mm]	Stiffener thickness

Material: S 235

f_{ys} =	235.00	[MPa]	Design resistance
f_{us} =	360.00	[MPa]	Tensile resistance

1.8 Bolts

1.9 Bolts connecting beam with stiffener

The shear plane passes through the THREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Bolt class
d =	16	[mm]	Bolt diameter
d_0 =	18	[mm]	Bolt opening diameter
A_s =	157	[mm^2]	Effective section area of a bolt
A_v =	201	[mm^2]	Area of bolt section
f_{ub} =	800.00	[MPa]	Tensile resistance
k =	1		Number of bolt columns
w =	2		Number of bolt rows
p_1 =	35	[mm]	Level of first bolt
p_1 =	50	[mm]	Vertical spacing

1.10 Right side

1.11 Beam

Section: HEA 160

a =	0.0	[Deg]	Inclination angle
h_{br} =	152	[mm]	Height of beam section
b_{br} =	160	[mm]	Width of beam section

a =	0.0	[Deg]	Inclination angle
t_{wbr} =	6	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fbr} =	9	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{br} =	15	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{br} =	3880	[mm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{ybr} =	16730000	[mm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 235

f_{ybr} =	235.00	[MPa]	Design resistance
f_{ubr} =	360.00	[MPa]	Tensile resistance

1.12 Beam cut

h_1 =	14	[mm]	Top cut-out
h_2 =	14	[mm]	Bottom cut-out
l =	77	[mm]	Cut-out length

1.13 Stiffener

l_s =	77	[mm]	Stiffener length
h_s =	134	[mm]	Stiffener height
t_s =	10	[mm]	Stiffener thickness

Material: S 235

f_{ys} =	235.00	[MPa]	Design resistance
f_{us} =	360.00	[MPa]	Tensile resistance

1.14 Bolts

1.15 Bolts connecting beam with stiffener

The shear plane passes through the THREADED portion of the bolt.

Class =	8.8		Bolt class
d =	16	[mm]	Bolt diameter
d_0 =	18	[mm]	Bolt opening diameter
A_s =	157	[mm^2]	Effective section area of a bolt
A_v =	201	[mm^2]	Area of bolt section
f_{ub} =	800.00	[MPa]	Tensile resistance
k =	1		Number of bolt columns
w =	2		Number of bolt rows
e_1 =	35	[mm]	Level of first bolt
p_1 =	50	[mm]	Vertical spacing

1.16 Material factors

g_{M0} =	1.00	Partial safety factor	[2.2]
g_{M2} =	1.25	Partial safety factor	[2.2]

1.17 Loads

Case: Manual calculations.

1.18 Left side

$N_{b2,Ed}$ =	2.21	[kN]	Axial force
$V_{b2,Ed}$ =	-20.51	[kN]	Shear force
$M_{b2,Ed}$ =	0.00	[kN*m]	Bending moment

1.19 Right side

$N_{b1,Ed}$ =	2.21	[kN]	Axial force
$V_{b1,Ed}$ =	20.51	[kN]	Shear force
$M_{b1,Ed}$ =	0.00	[kN*m]	Bending moment

1.20 Results

1.21 Left side

1.22 Bolts connecting beam with stiffener

1.23 Bolt capacities

$F_{v,Rd}$ = 60.29 [kN] Shear bolt resistance in the threaded portion of a bolt $F_{v,Rd}= 0.6*f_{ub}*A_s*m/g_{M2}$

Bolt bearing on the beam

Direction x

k_{1x} = 2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	k_{1x} = min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]
k_{1x} > 0.0		2.19 > 0.00	verified
a_{bx} = 0.74		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	a_{bx}=min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]
a_{bx} > 0.0		0.74 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1x}$ = 44.83	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1x}=k_{1x}*a_{bx}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Direction z

k_{1z} = 2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	k_{1z}=min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]
k_{1z} > 0.0		2.50 > 0.00	verified
a_{bz} = 0.65		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	a_{bz}=min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]
a_{bz} > 0.0		0.65 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1z}$ = 44.80	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1z}=k_{1z}*a_{bz}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Bolt bearing on the stiffener

Direction x

k_{1x} = 2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	k_{1x}=min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]
k_{1x} > 0.0		2.19 > 0.00	verified
a_{bx} = 0.65		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	a_{bx}=min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]
a_{bx} > 0.0		0.65 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2x}$ = 65.37	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2x}=k_{1x}*a_{bx}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Direction z

k_{1z} = 2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	k_{1z}=min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]
k_{1z} > 0.0		2.50 > 0.00	verified
a_{bz} = 0.68		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	a_{bz}=min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]
a_{bz} > 0.0		0.68 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2z}$ = 77.87	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2z}=k_{1z}*a_{bz}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

1.24 Forces acting on bolts in the stiffener - beam connection

Bolt shear

e = 45	[mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of the principal beam web	
M_0 = -0.92	[kN*m]	Real bending moment	$M_0=M_{b2,Ed}+V_{b2,Ed}*e$
F_{Nx} = 1.10	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force	$F_{Nx}=\|N_{b2,Ed}\|/n$
F_{Vz} = 10.26	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force	$F_{Vz}=\|V_{b2,Ed}\|/n$
F_{Mx} = 18.46	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the x direction	$F_{Mx}=\|M_0\|*z_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
F_{Mz} = 0.00	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the z direction	$F_{Mz}=\|M_0\|*x_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
$F_{x,Ed}$ = 19.56	[kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{x,Ed} = F_{Nx} + F_{Mx}$
$F_{z,Ed}$ = 10.26	[kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{z,Ed} = F_{Vz} + F_{Mz}$
F_{Ed} = 22.09	[kN]	Resultant shear force in a bolt	F_{Ed} = Ö($F_{x,Ed}^2$ + $F_{z,Ed}^2$)
F_{Rdx} = 44.83	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	F_{Rdx}=min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})

e =	45	[mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of the principal beam web		
F_{Rdz} =	44.80	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z		$F_{Rdz}=\min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$
$\lvert F_{x,Ed}\rvert \le F_{Rdx}$			$\lvert 19.56\rvert < 44.83$	verified	(0.44)
$\lvert F_{z,Ed}\rvert \le F_{Rdz}$			$\lvert 10.26\rvert < 44.80$	verified	(0.23)
$F_{Ed} \le F_{v,Rd}$			$22.09 < 60.29$	verified	(0.37)

1.25 Verification of the section due to block tearing (axial force)

1.26 Stiffener

A_{nt} =	320	[mm²]	Net area of the section in tension		
A_{nv} =	520	[mm²]	Area of the section in shear		
V_{effRd} =	162.71	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings		$V_{effRd}=f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
$\lvert N_{b2,Ed}\rvert \le V_{effRd}$			$\lvert 2.21\rvert < 162.71$	verified	(0.01)

1.27 Beam

A_{nt} =	192	[mm²]	Net area of the section in tension		
A_{nv} =	372	[mm²]	Area of the section in shear		
V_{effRd} =	105.77	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings		$V_{effRd}=f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
$\lvert N_{b2,Ed}\rvert \le V_{effRd}$			$\lvert 2.21\rvert < 105.77$	verified	(0.02)

1.28 Verification of the section due to block tearing (shear force)

1.29 Stiffener

A_{nt} =	330	[mm²]	Net area of the section in tension		
A_{nv} =	650	[mm²]	Area of the section in shear		
V_{effRd} =	135.71	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings		$V_{effRd}=0.5*f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
$\lvert V_{b2,Ed}\rvert \le V_{effRd}$			$\lvert -20.51\rvert < 135.71$	verified	(0.15)

1.30 Beam

A_{nt} =	186	[mm²]	Net area of the section in tension		
A_{nv} =	372	[mm²]	Area of the section in shear		
V_{effRd} =	77.26	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings		$V_{effRd}=0.5*f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
$\lvert V_{b2,Ed}\rvert \le V_{effRd}$			$\lvert -20.51\rvert < 77.26$	verified	(0.00)

1.31 Verification of stiffener weakened by openings

A_t =	706	[mm²]	Area of tension zone of the gross section	
$A_{t,net}$ =	526	[mm²]	Net area of the section in tension	
$0.9*(A_{t,net}/A_t) \ge (f_y*\gamma_{M2})/(f_u*\gamma_{M0})$			$0.67 < 0.82$	
W_{net} =	28811	[mm³]	Elastic section modulus	
$M_{c,Rdnet}$ =	6.77	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	$M_{c,Rdnet} = W_{net}*f_{yp}/\gamma_{M0}$
$\lvert M_0\rvert \le M_{c,Rdnet}$			$\lvert -0.92\rvert < 6.77$	verified (0.14)
A_v =	1340	[mm²]	Effective section area for shear	$A_v = h_s*t_s$
$A_{v,net}$ =	980	[mm²]	Net area of a section effective for shear	$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0$
$V_{pl,Rd}$ =	181.81	[kN]	Design plastic resistance for shear	$V_{pl,Rd}=(A_v*f_y)/(\sqrt{3}*\gamma_{M0})$

$V_{b2,Ed} \le V_{pl,Rd}$		|-20.51| < 181.81	verified	(0.11)

1.32 Verification of a beam section weakened by openings

A_t =	390	[mm²]	Area of tension zone of the gross section	
$A_{t,net}$ =	282	[mm²]	Net area of the section in tension	
$0.9*(A_{t,net}/A_t) \ge (f_y*g_{M2})/(f_u*g_{M0})$			0.65 < 0.82	
W_{net} =	14949	[mm³]	Elastic section modulus	
$M_{c,Rdnet}$ =	3.51	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	$M_{c,Rdnet} = W_{net}*f_{yp}/g_{M0}$
$\|M_0\| \le M_{c,Rdnet}$			|-0.92| < 3.51	verified (0.26)
A_v =	744	[mm²]	Effective section area for shear	
$A_{v,net}$ =	528	[mm²]	Net area of a section effective for shear	$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0$
$V_{pl,Rd}$ =	100.94	[kN]	Design plastic resistance for shear	$V_{pl,Rd}=(A_v*f_y)/(Ö3*g_{M0})$
$V_{b2,Ed} \le V_{pl,Rd}$			|-20.51| < 100.94	verified (0.20)

1.33 Right side

1.34 Bolts connecting beam with stiffener

1.35 Bolt capacities

$F_{v,Rd}$ = 60.29 [kN] Shear bolt resistance in the threaded portion of a bolt $F_{v,Rd}= 0.6*f_{ub}*A_s*m/g_{M2}$

Bolt bearing on the beam

Direction x

k_{1x} =	2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$			2.19 > 0.00	verified
a_{bx} =	0.74		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$a_{bx}=\min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$a_{bx} > 0.0$			0.74 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1x}$ =	44.83	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1x}=k_{1x}*a_{bx}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Direction z

k_{1z} =	2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z}=\min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$			2.50 > 0.00	verified
a_{bz} =	0.65		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$a_{bz}=\min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$a_{bz} > 0.0$			0.65 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1z}$ =	44.80	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1z}=k_{1z}*a_{bz}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Bolt bearing on the stiffener

Direction x

k_{1x} =	2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x}=\min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]$
$k_{1x} > 0.0$			2.19 > 0.00	verified
a_{bx} =	0.65		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$a_{bx}=\min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
$a_{bx} > 0.0$			0.65 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2x}$ =	65.37	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2x}=k_{1x}*a_{bx}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

Direction z

k_{1z} =	2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z}=\min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]$
$k_{1z} > 0.0$			2.50 > 0.00	verified
a_{bz} =	0.68		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$a_{bz}=\min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
$a_{bz} > 0.0$			0.68 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2z}$ =	77.87	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2z}=k_{1z}*a_{bz}*f_u*d*t_i/g_{M2}$

1.36 Forces acting on bolts in the stiffener - beam connection

Bolt shear

e =	45	[mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of the principal beam web	
M_0 =	0.92	[kN*m]	Real bending moment	$M_0=M_{b1,Ed}+V_{b1,Ed}*e$
F_{Nx} =	1.10	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force	$F_{Nx}=\|N_{b1,Ed}\|/n$

Bolt shear

e =	45	[mm]	Distance between centroid of a bolt group and center of the principal beam web	
F_{Vz} =	10.26	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force	$F_{Vz}=\|V_{b1,Ed}\|/n$
F_{Mx} =	18.46	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the x direction	$F_{Mx}=\|M_0\|*z_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
F_{Mz} =	0.00	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment on the z direction	$F_{Mz}=\|M_0\|*x_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
$F_{x,Ed}$ =	19.56	[kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{x,Ed} = F_{Nx} + F_{Mx}$
$F_{z,Ed}$ =	10.26	[kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{z,Ed} = F_{Vz} + F_{Mz}$
F_{Ed} =	22.09	[kN]	Resultant shear force in a bolt	$F_{Ed} = Ö(F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2)$
F_{Rdx} =	44.83	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	$F_{Rdx}=\min(F_{bRd1x}, F_{bRd2x})$
F_{Rdz} =	44.80	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z	$F_{Rdz}=\min(F_{bRd1z}, F_{bRd2z})$

$\|F_{x,Ed}\| \le F_{Rdx}$	|19.56| < 44.83	verified	(0.44)
$\|F_{z,Ed}\| \le F_{Rdz}$	|10.26| < 44.80	verified	(0.23)
$F_{Ed} \le F_{v,Rd}$	22.09 < 60.29	verified	(0.37)

1.37 Verification of the section due to block tearing (axial force)

1.38 Stiffener

A_{nt} =	320	[mm^2]	Net area of the section in tension	
A_{nv} =	520	[mm^2]	Area of the section in shear	
V_{effRd} =	162.71	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings	$V_{effRd}=f_u*A_{nt}/g_{M2} + (1/Ö3)*f_y*A_{nv}/g_{M0}$

$\|N_{b1,Ed}\| \le V_{effRd}$	|2.21| < 162.71	verified	(0.01)

1.39 Beam

A_{nt} =	192	[mm^2]	Net area of the section in tension	
A_{nv} =	372	[mm^2]	Area of the section in shear	
V_{effRd} =	105.77	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings	$V_{effRd}=f_u*A_{nt}/g_{M2} + (1/Ö3)*f_y*A_{nv}/g_{M0}$

$\|N_{b1,Ed}\| \le V_{effRd}$	|2.21| < 105.77	verified	(0.02)

1.40 Verification of the section due to block tearing (shear force)

1.41 Stiffener

A_{nt} =	260	[mm^2]	Net area of the section in tension	
A_{nv} =	650	[mm^2]	Area of the section in shear	
V_{effRd} =	125.63	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings	$V_{effRd}=0.5*f_u*A_{nt}/g_{M2} + (1/Ö3)*f_y*A_{nv}/g_{M0}$

$\|V_{b1,Ed}\| \le V_{effRd}$	|20.51| < 125.63	verified	(0.16)

1.42 Beam

A_{nt} =	186	[mm^2]	Net area of the section in tension	
A_{nv} =	348	[mm^2]	Area of the section in shear	
V_{effRd} =	74.00	[kN]	Design capacity of a section weakened by openings	$V_{effRd}=0.5*f_u*A_{nt}/g_{M2} + (1/Ö3)*f_y*A_{nv}/g_{M0}$

$\|V_{b1,Ed}\| \le V_{effRd}$	$\|20.51\| < 74.00$	verified	(0.28)	

1.43 Verification of stiffener weakened by openings

A_t =	706	[mm²]	Area of tension zone of the gross section	
$A_{t,net}$ =	526	[mm²]	Net area of the section in tension	
$0.9*(A_{t,net}/A_t) \ge (f_y*g_{M2})/(f_u*g_{M0})$	$0.67 < 0.82$			
W_{net} =	28811	[mm³]	Elastic section modulus	
$M_{c,Rdnet}$ =	6.77	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	$M_{c,Rdnet} = W_{net}*f_{yp}/g_{M0}$
$\|M_0\| \le M_{c,Rdnet}$	$\|0.92\| < 6.77$	verified	(0.14)	
A_v =	1340	[mm²]	Effective section area for shear	$A_v = h_s*t_s$
$A_{v,net}$ =	980	[mm²]	Net area of a section effective for shear	$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0$
$V_{pl,Rd}$ =	181.81	[kN]	Design plastic resistance for shear	$V_{pl,Rd}=(A_v*f_y)/(Ö3*g_{M0})$
$\|V_{b1,Ed}\| \le V_{pl,Rd}$	$\|20.51\| < 181.81$	verified	(0.11)	

1.44 Verification of a beam section weakened by openings

A_t =	390	[mm²]	Area of tension zone of the gross section	
$A_{t,net}$ =	282	[mm²]	Net area of the section in tension	
$0.9*(A_{t,net}/A_t) \ge (f_y*g_{M2})/(f_u*g_{M0})$	$0.65 < 0.82$			
W_{net} =	14949	[mm³]	Elastic section modulus	
$M_{c,Rdnet}$ =	3.51	[kN*m]	Design resistance of the section for bending	$M_{c,Rdnet} = W_{net}*f_{yp}/g_{M0}$
$\|M_0\| \le M_{c,Rdnet}$	$\|0.92\| < 3.51$	verified	(0.26)	
A_v =	744	[mm²]	Effective section area for shear	
$A_{v,net}$ =	528	[mm²]	Net area of a section effective for shear	$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0$
$V_{pl,Rd}$ =	100.94	[kN]	Design plastic resistance for shear	$V_{pl,Rd}=(A_v*f_y)/(Ö3*g_{M0})$
$\|V_{b1,Ed}\| \le V_{pl,Rd}$	$\|20.51\| < 100.94$	verified	(0.20)	

Connection conforms to the code	Ratio	0.44

2.10.2. Sijos-sijos jungimo mazgas ilgesniaja pastato kryptimi (splice connection)

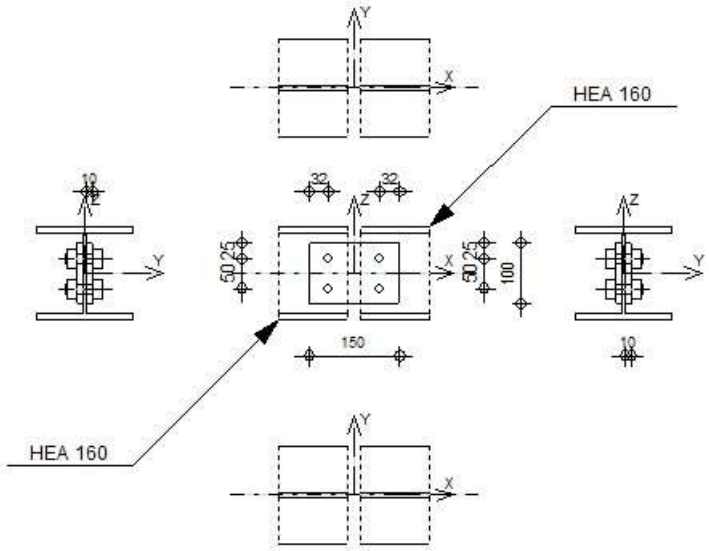
Robot Structural Analysis Professional 2025

Calculation of the beam-to-beam splice connection

EN 1993-1-8:2005/AC:2009

OK

Ratio **0.71**



General

Connection no.: 2

Connection name: Beam Splice

Right beam

Section: HEA 160

h_{b1} =	152	[mm]	Height of beam section
b_{fb1} =	160	[mm]	Width of beam section
t_{wb1} =	6	[mm]	Thickness of the web of beam section
t_{fb1} =	9	[mm]	Thickness of the flange of beam section
r_{b1} =	15	[mm]	Radius of beam section fillet
A_{b1} =	3880	[mm^2]	Cross-sectional area of a beam
I_{yb1} =	16730000	[mm^4]	Moment of inertia of the beam section

Material: S 235

f_{yb1} =	235.00	[MPa]	Resistance
f_{ub1} =	360.00	[MPa]	

Left beam

Section: HEA 160

h_{b2} =	152	[mm]	Height of beam section
b_{fb2} =	160	[mm]	Width of beam section
t_{wb2} =	6	[mm]	Thickness of the web of beam section

h_{b2} = 152 [mm] Height of beam section

t_{fb2} = 9 [mm] Thickness of the flange of beam section

r_{b2} = 15 [mm] Radius of beam section fillet

A_{b2} = 3880 [mm^2] Cross-sectional area of a beam

I_{yb2} = 16730000 [mm^4] Moment of inertia of the beam section

Material: S 235

f_{yb2} = 235.00 [MPa] Resistance

f_{ub2} = 360.00 [MPa]

Splice plate

Type: bilateral

l_{pw} = 150 [mm] Plate length

h_{pw} = 100 [mm] Plate height

t_{pw} = 10 [mm] Plate thickness

Material: S 235

f_{ypw} = 235.00 [MPa] Design resistance

f_{upw} = 360.00 [MPa] Tensile resistance

Right side

Bolts connecting a splice plate with the beam web

The shear plane passes
through the UNTHREADED
portion of the bolt.

Connection category B

Class = 8.8 Bolt class

d = 16 [mm] Bolt diameter

d_0 = 18 [mm] Bolt opening diameter

A_s = 157 [mm^2] Effective section area of a bolt

A_v = 201 [mm^2] Area of bolt section

k_s = 1.00 Coefficient for calculation of $F_{s,Rd}$

μ = 0.50 Friction coefficient

f_{yb} = 640.00 [MPa] Yield strength of bolt

f_{ub} = 800.00 [MPa] Bolt tensile resistance

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

n_h =	1		Number of bolt columns
n_v =	2		Number of bolt rows
e_1 =	25	[mm]	Level of first bolt
p_1 =	50	[mm]	Vertical spacing

Left side

Bolts connecting a splice plate with the beam web

The shear plane passes through the UNTHREADED portion of the bolt.

Connection category B

Class =	8.8		Bolt class
d =	16	[mm]	Bolt diameter
d_0 =	18	[mm]	Bolt opening diameter
A_s =	157	[mm^2]	Effective section area of a bolt
A_v =	201	[mm^2]	Area of bolt section
k_s =	1.00		Coefficient for calculation of $F_{s,Rd}$
μ =	0.50		Friction coefficient
f_{yb} =	640.00	[MPa]	Yield strength of bolt
f_{ub} =	800.00	[MPa]	Bolt tensile resistance
n_h =	1		Number of bolt columns
n_v =	2		Number of bolt rows
e_1 =	25	[mm]	Level of first bolt
p_1 =	50	[mm]	Vertical spacing

Material factors

γ_{M0} =	1.00	Partial safety factor	[2.2]
γ_{M2} =	1.25	Partial safety factor	[2.2]
$\gamma_{M3,ser}$ =	1.10	Partial safety factor	[2.2]

Loads

Case: Manual calculations.

Ultimate limit state

N_{Ed1} = 27.60 [kN] Axial force

$V_{z,Ed1}$ = 14.34 [kN] Shear force

$M_{y,Ed1}$ = 0.00 [kN*m] Bending moment

N_{Ed2} = 27.60 [kN] Axial force

$V_{z,Ed2}$ = 14.34 [kN] Shear force

$M_{y,Ed2}$ = 0.00 [kN*m] Bending moment

Serviceability limit state

$N_{Ed,ser1}$ = 21.20 [kN] Axial force

$V_{z,ser1}$ = 11.00 [kN] Shear force

$M_{y,Edser1}$ = 0.00 [kN*m] Bending moment

$N_{Ed,ser2}$ = 21.20 [kN] Axial force

$V_{z,Ed,ser2}$ = 11.00 [kN] Shear force

$M_{y,Ed,ser2}$ = 0.00 [kN*m] Bending moment

Results

Results for one side of connection (geometry and loads are symmetrical)

Axial force

Ultimate limit state

Plate	A_i [mm2]	EQUIVALENT FORCES N_i [kN]	EQUIVALENT FORCES $N_i(M_{y,Ed})$ [kN]	Resultant force $N_{Ed,i}$ [kN]
	A_{pw}= 2000	27.60	-	**$N_{Ed,pw}$= 27.60**

$N_i=(N_{Ed}*A_i)/(2*A_{wp})$

$N_{Ed,i} = N_i+N_i(M_{y,Ed})$

Serviceability limit state

Plate	A_i [mm2]	EQUIVALENT FORCES N_i [kN]	EQUIVALENT FORCES $N_i(M_{y,Ed,ser})$ [kN]	Resultant force $N_{Ed,ser,i}$ [kN]
	A_{pw}= 2000	21.20	-	**$N_{Ed,ser,pw}$= 21.20**

$N_i=(N_{Ed,ser}*A_i)/(2*A_{pw})$

$N_{Ed,ser,i} = N_i+N_i(M_{y,Ed,ser})$

Shear force Z

Plate	A_i [mm2]	$V_{zEd,i}$ [kN]	$V_{zEd,ser,i}$ [kN]
	$A_{z,pw}$= 2000	$V_{z,Ed,pw}$= 14.34	$V_{z,Ed,ser,pw}$= 11.00

Bending moment Y

Plate	$I_{y,i}$ [mm4]	EQUIVALENT FORCES $M_{y,i}$ [kN*m]	Resultant force $M_{y,Ed,i}$ [kN*m]	EQUIVALENT FORCES $M_{y,i,ser}$ [kN*m]	Resultant force $M_{y,Ed,ser,i}$ [kN*m]
	$I_{y,pw}$= 1666667	0.00	**$M_{y,Ed,pw}$= 0.00**	0.00	**$M_{y,Ed,ser,pw}$= 0.00**

$M_{y,i}=(M_{y,Ed}*I_{y,i})/(2*I_{pw})$

$M_{y,i,ser}=(M_{y,Ed,ser}*I_{y,i})/(2*I_{pw})$

Bolts connecting a splice plate with the beam web

Bolt capacities

$F_{v,Rd}$ =	154.42	[kN]	Shear bolt resistance in the unthreaded portion of a bolt	$F_{v,Rd}= 0.6*f_{ub}*A_v*m/\gamma_{M2}$
$F_{p,c}$ =	87.92	[kN]	Prestressing force in a bolt	$F_{p,c} = 0.7*f_{ub}*A_s$
$F_{s,Rd,ser}$ =	79.93	[kN]	Slippage resistance of a bolt	$F_{s,Rd,ser}=(k_s*m*\mu/\gamma_{M3,ser})*F_{p,c}$

Bolt bearing on the beam

Direction x

k_{1x} =	2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x} = \min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]$
k_{1x} > 0.0			2.19 > 0.00	verified
α_{bx} =	0.60		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bx}=\min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
α_{bx} > 0.0			0.60 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1x}$ =	36.42	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1x}=k_{1x}*\alpha_{bx}*f_u*d*\sum t_i/\gamma_{M2}$

Direction z

k_{1z} =	2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z}=\min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]$
k_{1z} > 0.0			2.50 > 0.00	verified
α_{bz} =	0.68		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz}=\min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
α_{bz} > 0.0			0.68 > 0.00	verified
$F_{b,Rd1z}$ =	46.72	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd1z}=k_{1z}*\alpha_{bz}*f_u*d*\sum t_i/\gamma_{M2}$

Bolt bearing on the plate

Direction x

k_{1x} =	2.19		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1x}=\min[2.8*(e_1/d_0)-1.7, 1.4*(p_1/d_0)-1.7, 2.5]$
k_{1x} > 0.0			2.19 > 0.00	verified
α_{bx} =	0.60		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bx}=\min[e_2/(3*d_0), f_{ub}/f_u, 1]$
α_{bx} > 0.0			0.60 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2x}$ =	121.41	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2x}=k_{1x}*\alpha_{bx}*f_u*d*\sum t_i/\gamma_{M2}$

Direction z

k_{1z} =	2.50		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$k_{1z}=\min[2.8*(e_2/d_0)-1.7, 2.5]$
k_{1z} > 0.0			2.50 > 0.00	verified
α_{bz} =	0.46		Coefficient for calculation of $F_{b,Rd}$	$\alpha_{bz}=\min[e_1/(3*d_0), p_1/(3*d_0)-0.25, f_{ub}/f_u, 1]$
α_{bz} > 0.0			0.46 > 0.00	verified
$F_{b,Rd2z}$ =	106.67	[kN]	Bearing resistance of a single bolt	$F_{b,Rd2z}=k_{1z}*\alpha_{bz}*f_u*d*\sum t_i/\gamma_{M2}$

Ultimate limit state

Bolt shear

e_0 =	42	[mm]	Shear force eccentricity relative to the center of gravity of a bolt group	$e_0 = e_{2b}+0.5*(s_1+(c-1)*p_2)$
M_y =	0.61	[kN*m]	Real bending moment	$M_y=V_{z,Ed,pw}*e_0$
$F_{x,N}$ =	13.80	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force on the x direction	$F_{x,N}=\lvert N_{Ed,pw}\rvert/n_b$
$F_{z,Vz}$ =	7.17	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force Vz on the z direction	$F_{z,Vz}=\lvert V_{z,Ed,pw}\rvert/n_b$
$F_{x,My}$ =	12.19	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment My on the x direction	$F_{x,My}=\lvert M_y\rvert*z_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
$F_{x,Ed}$ =	25.99	[kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{x,Ed} = F_{x,N}+F_{x,My}$
$F_{z,Ed}$ =	7.17	[kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{z,Ed} = F_{z,Vz}$
F_{Ed} =	26.96	[kN]	Resultant shear force in a bolt	$F_{Ed} = \sqrt{(F_{x,Ed}^2 + F_{z,Ed}^2)}$
$F_{Rd,x}$ =	36.42	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	$F_{Rdx}=\min(F_{bRd1,x}, F_{bRd2,x})$
$F_{Rd,z}$ =	46.72	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z	$F_{Rdz}=\min(F_{bRd1,z}, F_{bRd2,z})$

e_0 =	42 [mm]	Shear force eccentricity relative to the center of gravity of a bolt group		$e_0 = e_{2b}+0.5*(s_1+(c-1)*p_2)$
$\|F_{x,Ed}\| \le F_{Rd,x}$	|25.99| < 36.42		verified	(0.71)
$\|F_{z,Ed}\| \le F_{Rd,z}$	|7.17| < 46.72		verified	(0.15)
$F_{Ed} \le F_{v,Rd}$	26.96 < 154.42		verified	(0.17)

Serviceability limit state

Bolt shear

e_0 =	42	[mm]	Shear force eccentricity relative to the center of gravity of a bolt group	$e_0 = e_{2b}+0.5*(s_1+(c-1)*p_2)$
M_y =	0.61	[kN*m]	Real bending moment	$M_y = V_{z,Ed,ser,pw}*e_0$
$F_{x,N}$ =	10.60	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the longitudinal force on the x direction	$F_{x,N} = \|N_{Ed,ser,pw}\|/n_b$
$F_{z,Vz}$ =	5.50	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the shear force Vz on the z direction	$F_{z,Vz} = \|V_{z,Ed,ser,pw}\|/n_b$
$F_{x,My}$ =	9.35	[kN]	Component force in a bolt due to influence of the moment My on the x direction	$F_{x,My} = \|M_y\|*z_i/\sum(x_i^2+z_i^2)$
$F_{x,Ed,ser}$ =	19.95	[kN]	Design total force in a bolt on the direction x	$F_{x,Ed,ser} = F_{x,N}+F_{x,My}$
$F_{z,Ed,ser}$ =	5.50	[kN]	Design total force in a bolt on the direction z	$F_{z,Ed} = F_{z,Vz}$
$F_{Ed,ser}$ =	20.69	[kN]	Resultant shear force in a bolt	$F_{Ed,ser} = \sqrt{(F_{x,Ed,ser}^2 + F_{z,Ed,ser}^2)}$
$F_{x,Rd}$ =	36.42	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction x	$F_{z,Rd} = min(F_{x,bRd1}, F_{x,bRd2})$
$F_{z,Rd}$ =	46.72	[kN]	Effective design capacity of a bolt on the direction z	$F_{z,Rd} = min(F_{z,bRd1},$

Bolt shear

e_0 =	42	[mm]	Shear force eccentricity relative to the center of gravity of a bolt group	$e_0 = e_{2b} + 0.5*(s_1 + (c-1)*p_2)$

$\|F_{x,Ed,ser}\| \le F_{x,Rd}$	|19.95| < 36.42	verified	(0.55)
$\|F_{z,Ed,ser}\| \le F_{z,Rd}$	|5.50| < 46.72	verified	(0.12)
$F_{Ed,ser} \le F_{s,Rd,ser}$	20.69 < 79.93	verified	(0.26)

Verification of the section due to block tearing - [3.10]

Beam

Nr	Model	A_{nv} [mm2]	A_{nt} [mm2]	V_0 [kN]	$V_{eff,Rd}$ [kN]	$\|V_0\|/V_{eff,Rd}$	Status
1		444	141	14.34 (*1)	80.54 (*)	0.18	verified
2		141	2280	27.60 (*2)	675.65 (**)	0.04	verified
3		141	2280	27.60 (*2)	675.65 (**)	0.04	verified
4		282	192	27.60 (*2)	93.56 (**)	0.30	verified

(*1) $V_0 = V_{zEd1}$
(*2) $V_0 = N_{wEd}$
(*) $V_{effRd} = 0.5*f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
(**) $V_{effRd} = f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$

Splice plate

Nr	Model	A_{nv} [mm2]	A_{nt} [mm2]	V_0 [kN]	$V_{eff,Rd}$ [kN]	$\|V_0\|/V_{eff,Rd}$	Status
1		480	235	7.17 (*1)	98.97 (*)	0.07	verified
2		235	480	13.80 (*2)	170.12 (**)	0.08	verified
3		235	480	13.80 (*2)	170.12 (**)	0.08	verified
4		470	320	13.80 (*2)	155.93 (**)	0.09	verified

(*1) $V_0 = 0.5*V_{zEd1}$
(*2) $V_0 = 0.5*N_{wEd}$
(*) $V_{effRd} = 0.5*f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$
(**) $V_{effRd} = f_u*A_{nt}/\gamma_{M2} + (1/\sqrt{3})*f_y*A_{nv}/\gamma_{M0}$

Verification of sections weakened by openings - [5.4]

Beam

A =	3880	[mm²]	Area of tension zone of the gross section	$A=h_{pi}*t_{pi}$
A_{net} =	3664	[mm²]	Net cross-sectional area	$A_{net}=A-n_v*d_0*t_{pi}$
$N_{pl,Rd}$ =	911.80	[kN]	Design plastic resistance of the gross section	$N_{pl,Rd}=A*f_y/\gamma_{M0}$
$N_{u,Rd}$ =	949.71	[kN]	Design ultimate resistance to normal force of the net section	$N_{u,Rd}=0.9*A_{net}*f_u/\gamma_{M2}$
F_{Ed} =	27.60	[kN]		$A=h_{pi}*t_{pi}$

$\|F_{Ed}\| \le N_{u,Rd}$	|27.60| < 949.71	verified	(0.03)
$\|F_{Ed}\| \le N_{pl,Rd}$	|27.60| < 911.80	verified	(0.03)

A_v =	912	[mm²]	Effective section area for shear		$A_v = h_p*t_p$
$A_{v,net}$ =	696	[mm²]	Net area of a section effective for shear		$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0*t_p$
$V_{pl,Rd}$ =	123.74	[kN]	Design plastic resistance for shear		$V_{pl,Rd}=(A_v*f_{yp})/(\sqrt{3}*\gamma_{M0})$
$\|V_0\| \le V_{pl,Rd}$			|14.34| < 123.74	verified	(0.12)

Splice plate

A_t =	877	[mm²]	Area of tension zone of the gross section		
$A_{t,net}$ =	517	[mm²]	Net area of the section in tension		
$0.9*(A_{t,net}/A_t) \ge (f_y*\gamma_{M2})/(f_u*\gamma_{M0})$			0.53 < 0.82		
W =	16667	[mm³]	Elastic section modulus		
W_{net} =	11972	[mm³]	Elastic section modulus		
$M_{c,Rdnet}$ =	2.81	[kN*m]	Design resistance of the section for bending		$M_{c,Rdnet} = W_{net}*f_{yp}/\gamma_{M0}$
$\|M_0\| \le M_{c,Rdnet}$			|0.30| < 2.81	verified	(0.11)
A =	1000	[mm²]	Area of tension zone of the gross section		$A=h_{pi}*t_{pi}$
A_{net} =	640	[mm²]	Net cross-sectional area		$A_{net}=A-n_v*d_0*t_{pi}$
$N_{pl,Rd}$ =	235.00	[kN]	Design plastic resistance of the gross section		$N_{pl,Rd}=A*f_y/\gamma_{M0}$
$N_{u,Rd}$ =	165.89	[kN]	Design ultimate resistance to normal force of the net section		$N_{u,Rd}=0.9*A_{net}*f_u/\gamma_{M2}$
F_{Ed} =	13.80	[kN]			$F_{Ed} = N_{Ed,pw}$
$\|F_{Ed}\| \le N_{u,Rd}$			|13.80| < 165.89	verified	(0.08)
$\|F_{Ed}\| \le N_{pl,Rd}$			|13.80| < 235.00	verified	(0.06)
A_v =	1000	[mm²]	Effective section area for shear		$A_v = h_p*t_p$
$A_{v,net}$ =	640	[mm²]	Net area of a section effective for shear		$A_{vnet}=A_v-n_v*d_0*t_p$
$V_{pl,Rd}$ =	86.83	[kN]	Design plastic resistance for shear		$V_{pl,Rd}=(A_{v,net}*f_{yp})/(\sqrt{3}*\gamma_{M0})$
$\|V_0\| \le V_{pl,Rd}$			|7.17| < 86.83	verified	(0.08)

Connection conforms to the code	Ratio	0.71

2.11. Skaičiavimų išvados

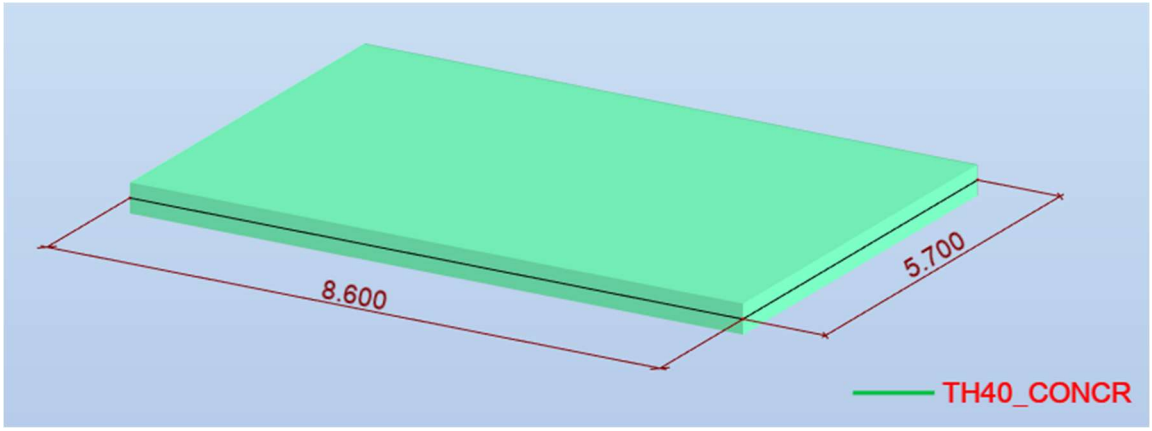
Projektuojama PVP cokolinės dalies konstrukcija tenkina ULS ir SLS ribinių būvių sąlygas:

- 0,55 < 1,0 – metalinių sijų/kolonų skerspjūvio stiprumo/stabilumo sąlyga;
- 0,23 < 1,0 – metalinių sijų/kolonų išlinkio sąlyga;
- 0,44 < 1,0 – Sijos-sijos jungimo mazgo trumpesniaja pastato kryptimi (Web connection) laikomosios galios išnaudojimas;
- 0,71 < 1,0 – Sijos-sijos jungimo mazgo ilgesniaja pastato kryptimi (Splice connection) laikomosios galios išnaudojimas.

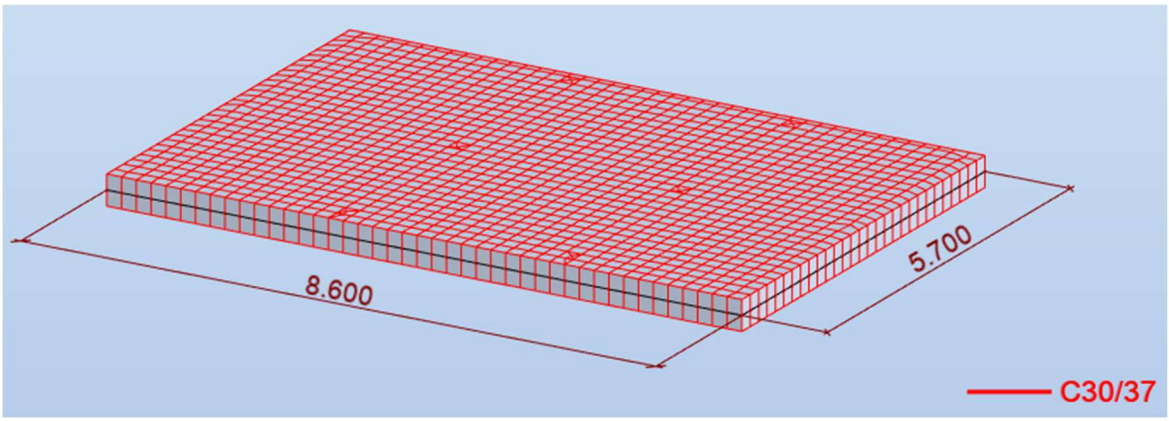
3. PAMATINĖS PLOKŠTĖS SKAIČIAVIMAS

3.1. Nagrinėjamos konstrukcijos aprašymas

Pamatinė plokštė konstrukciškai sujungta su metalinėmis kolonomis, todėl skaičiuojama kaip sistemos elementas. Pamatinę plokštę veiks nuosavas svoris, poveikiai nuo PVP ir cokolinės dalies bei naudojimo ant plokštės (žmonių) apkrovos.



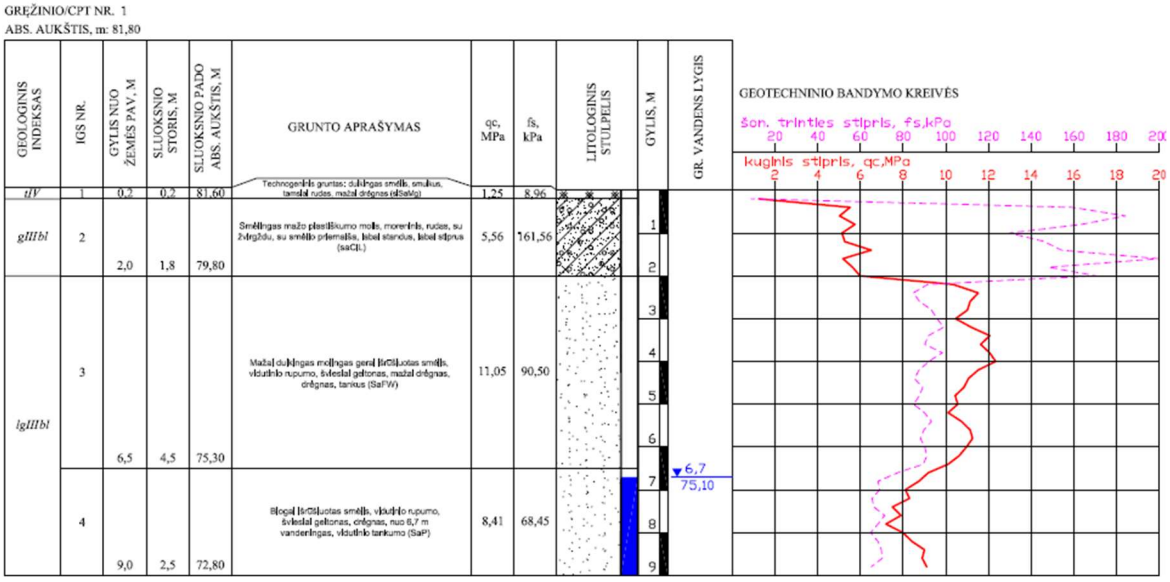
3.1 pav. Pamatinės plokštės matmenys



3.2 pav. Pamatinės plokštės medžiagiškumas

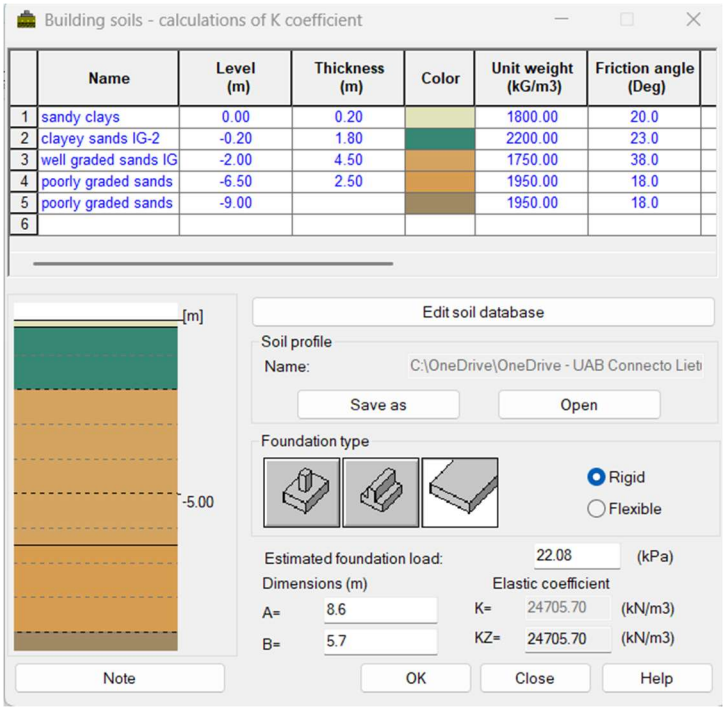
3.2. Pagrindo aprašymas

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 1.



IGS Nr.	Geol. indeksas	Grunto pavadinimas pagal LST EN ISO 14688-2:2018, IGGT gruntų klasifikacija 2019	Kūginis stipris, qc,MPa	Šon. trinties stipris, fs,kPa	Grunto gamtinis tankis, ρ,Mg/m^3	Grunto dalelių tankis, ρ_s, Mg/m^3	Grunto drėgnis, W_n, %	Pralaidumo koeficientas, m/s (sutankinto)	Deformacijos modulis, E, MPa	Jautrio šalčiui klasė
1	t IV	Technogeninis gruntas: dulkingas smėlis (siSaMg)	2,04	14,91	1,87	2,67	12,4	1,99E-06	2,04	F3
2	g III bl	Smėlingas mažo plastiškumo molis, moreninis, labai stiprus (saClL)	5,73	154,44	2,24	2,68	9,5	-	48,50	F3
3	lg III bl	Mažai dulkingas molingas gerai išrūšiuotas smėlis, tankus (SaFW)	11,89	101,15	1,76	2,67	4,8	1,03E-05	45,23	F2
4	lg III bl	Blogai išrūšiuotas smėlis, vidutinio tankumo (SaP)	8,06	64,47	1,97	2,66	17,0	-	34,32	F1

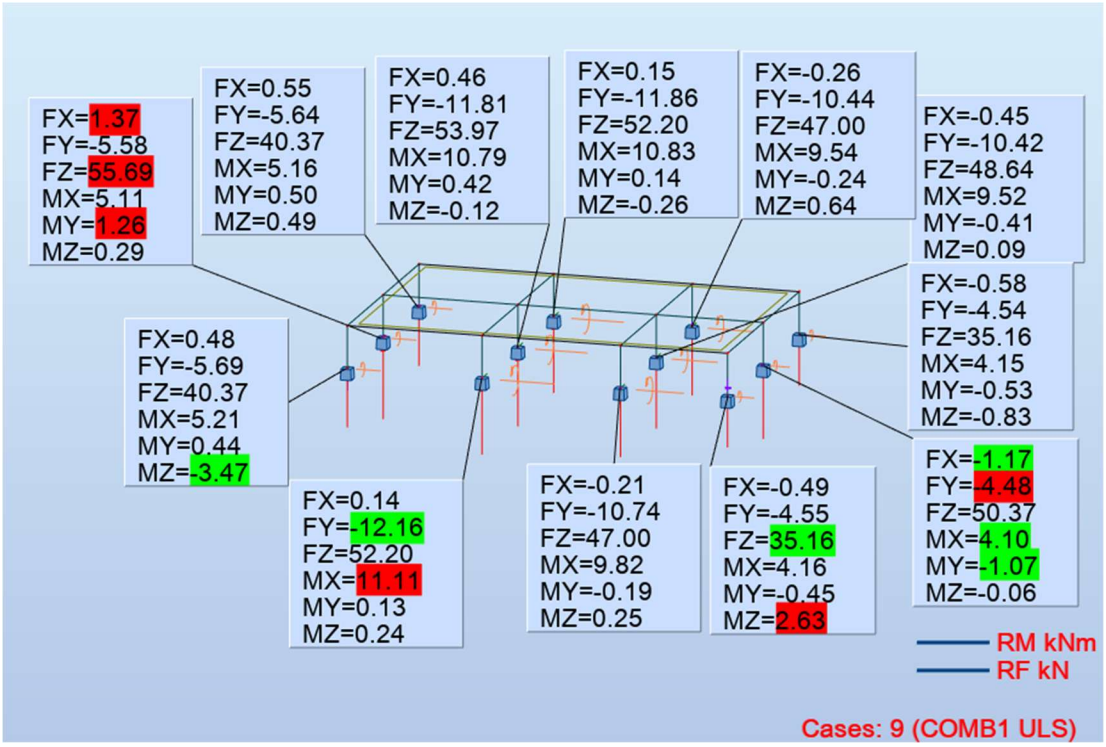
3.3 pav. Gruntų duomenys



3.4 pav. Pagrindo standumas pagal gruntų duomenis

3.3. Apkrovos

Apkrovos ir poveikiai skaičiuoti remiantis LST EN 1991 Poveikiai konstrukcijoms. Konstrukcijos projektuojamas taip, kad galimų deformacijų dydžiai neviršytų tinkamumo ribinių būvių. Poveikis, nuo apkrovų į valdymo pultą ir cokolinę dalį tiesiogiai per kolonas perduodamas plokštei. Pagrindinių apkrovų lentelė, pateikta žemiau.

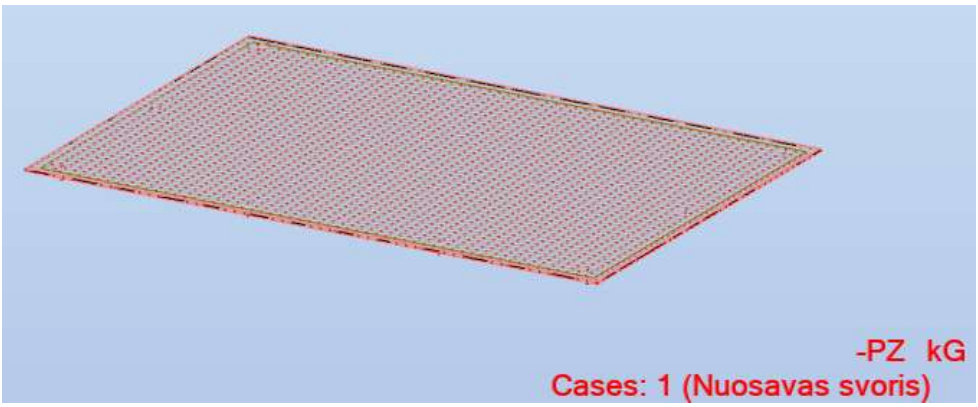


3.5 pav. Apkrovos

3.4. Nuolatinės apkrovos

Nuolatinės apkrovos ant metalinės konstrukcijos priimamos remiantis projektavimo normomis LST EN 1991-1-3. Pačios konstrukcijos nuosavas svoris įvertinamas skaičiavimo programoje.

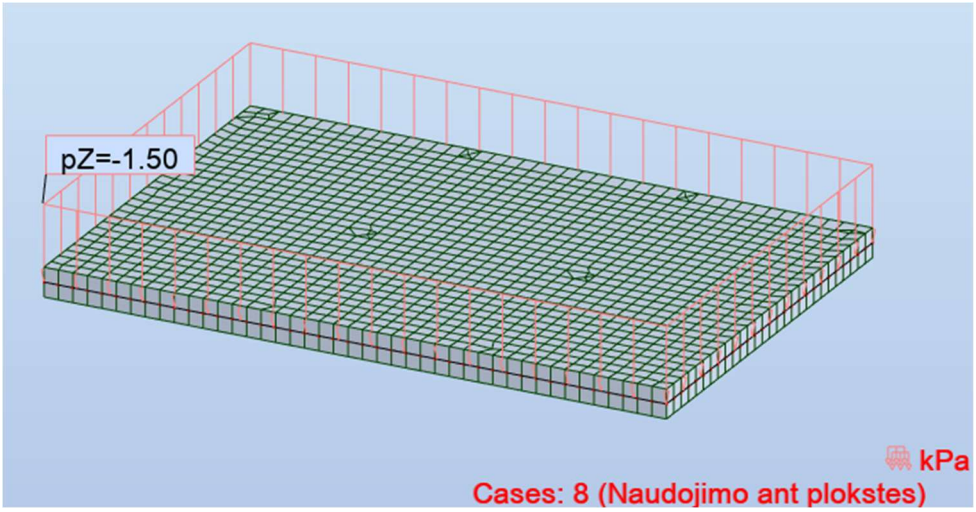
Nuolatinių apkrovų dalinis patikimumo koeficientas yra 1,35.



3.6 pav. Nuosavas svoris

3.5. Naudojimo apkrova

Apkrova priskiriama prie kintamųjų poveikių. Naudojimo apkrova ant plokštės priimta lygi 1,5 kN/m^2. Ją sudaro numatoma žmonių ir įrangos apkrova. Naudojimo apkrovai patikimumo koeficientas priimtas 1,30.



3.7 pav. Naudojimo apkrova

3.6. Apkrovų deriniai

Apkrovų deriniai sudaromi vadovaujantis projektavimo normomis LST EN 1990/A1.

Poveikių skaičiuotinės reikšmės (STR/GEO – B grupė) $\gamma_{G,sup}$=1,35 (nuolatinėms apkrovoms), $\gamma_{Q,1}$=1,3 (kintamoms apkrovoms).

Konstrukcijos patikrintos pagal:

- saugos ribinius būvius:
  - Saugos ribinių būvių nuolatinių ir trumpalaikių skaičiuotinų situacijų poveikių skaičiuotinės reikšmės turi atitikti pateiktas NA2.4(B) lentelėje (LST EN 1990:2004);
- tinkamumo ribinius būvius:
  - Ribinių tinkamumo būvių dalinius koeficientus reikia imti lygius 1,0.

Statybos metu atsirandančios apkrovos nuo statybinių mechanizmų, medžiagų sandėliavimo ir kt. neturi viršyti pagrindinių laikančiųjų konstrukcijų leistinų apkrovų, kurios betarpiškai veikia jas eksploatacijos metu.

Rekomenduojamos Ψ koeficientų reikšmės

Poveikis	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Statinių naudojimo apkrovos, kategorija (žr. EN 1991-1-1)			
A kategorija: namų ir gyvenamieji plotai	0,7	0,5	0,3
B kategorija: įstaigų plotai	0,7	0,5	0,3
C kategorija: susibūrimų plotai	0,7	0,7	0,6
D kategorija: parduotuvių plotai	0,7	0,7	0,6
E kategorija: saugyklų plotai	1,0	0,9	0,8
F kategorija: eismo plotai, transporto priemonių svoris ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
G kategorija: eismo plotai, 30 kN < transporto priemonių svoris ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
H kategorija: stogai	0	0	0
Statinių sniego apkrovos (žr. EN 1991-1-3)	0,7	0,5	0,2
Statinių vėjo apkrova (žr. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatūra (ne gaisro) statiniuose (žr. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

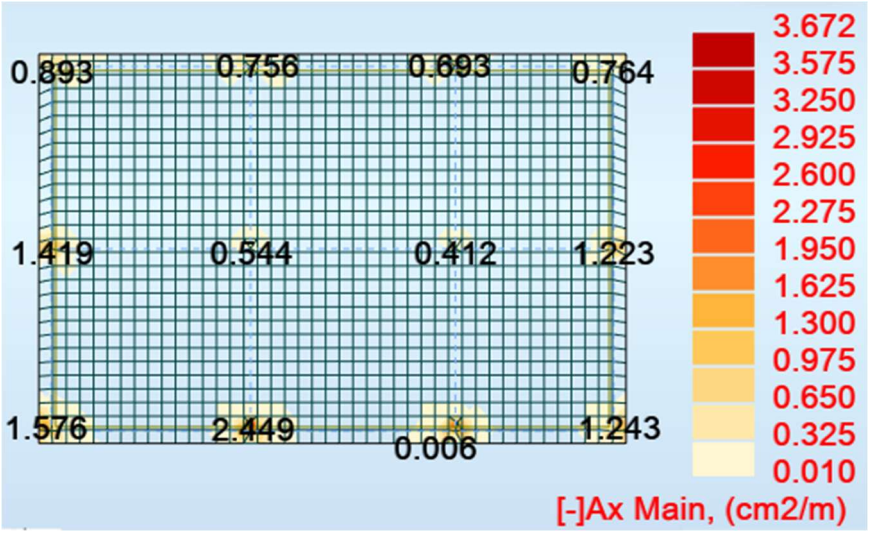
3.1. ULS ir SLS apkrovų deriniai

Case	Case name	Nature	Analysis type
1	Nuosavas svoris	Structural	Static - Linear
2	Namelio svoris	Structural	Static - Linear
3	Naudojimo namelyje	Structural	Static - Linear
4	Vejas	Category A	Static - Linear
5	Sniegas	Category A	Static - Linear
6	Naudojimo ant stogo	Category A	Static - Linear
7	Saules moduliai	Category A	Static - Linear
8	Naudojimo ant plokstes	Category A	Static - Linear

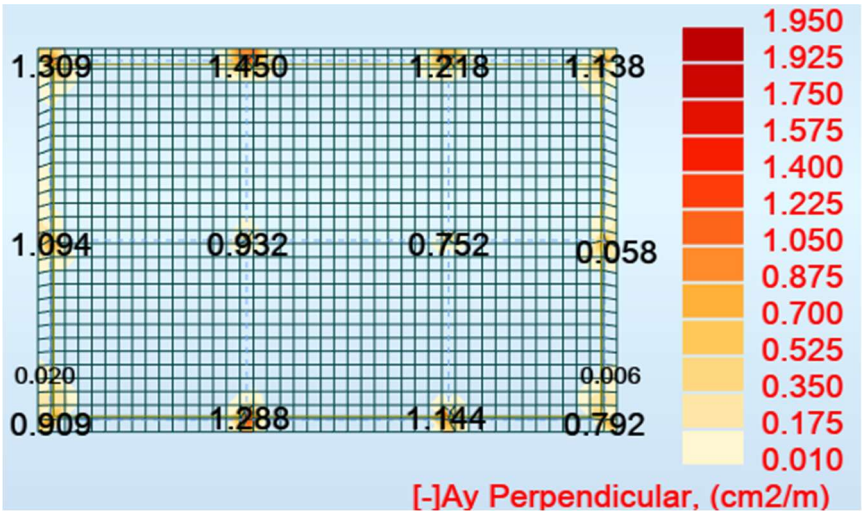
Combinations	Name	Definition
9 (C)	COMB1 ULS	(1+2+7)*1.35+(3+4+5+6+8)*1.30
10 (C)	COMB2 SLS	(1+2+3+4+5+6+7+8)*1.00

3.8 pav. Apkrovų deriniai

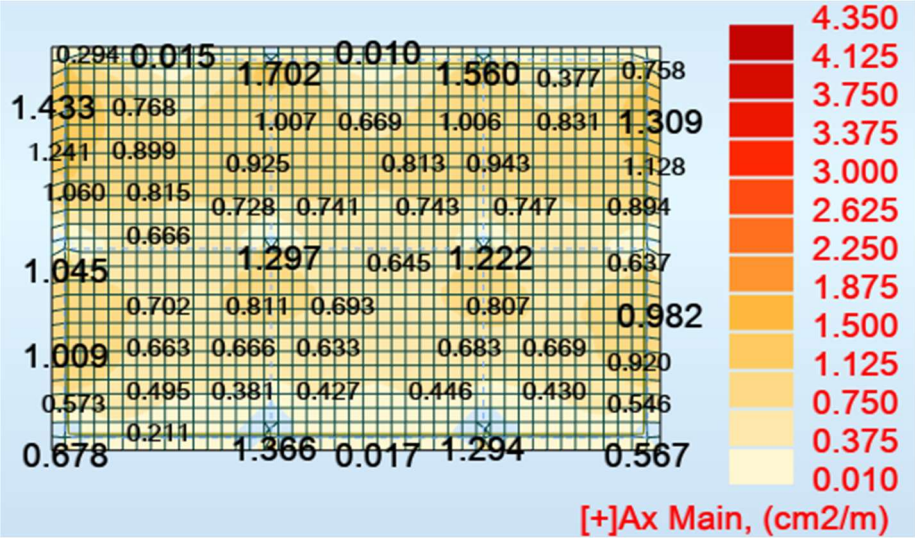
3.2. Konstrukcinių elementų laikomosios galios patikrinimas



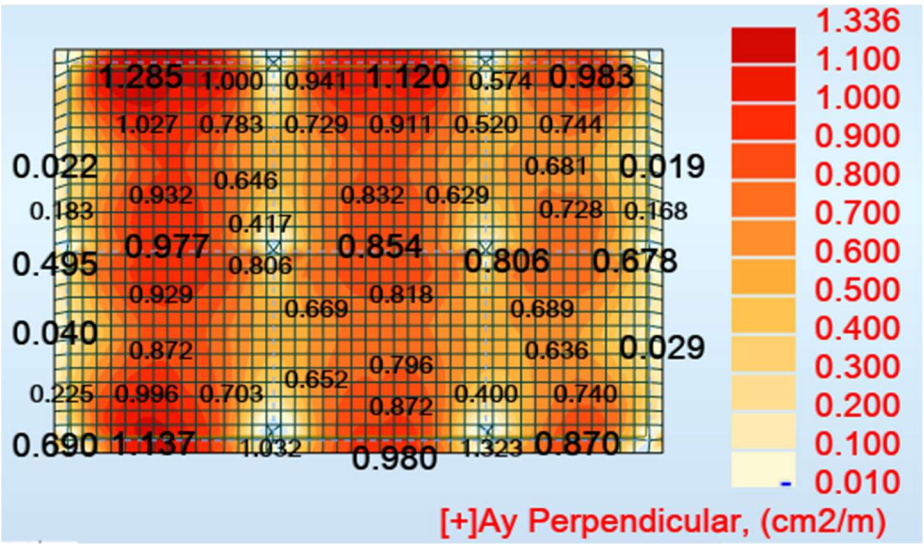
3.9 pav. Apatinio armatūros tinklo reikalingas armatūros kiekis X kryptimi į tiesinį metrą



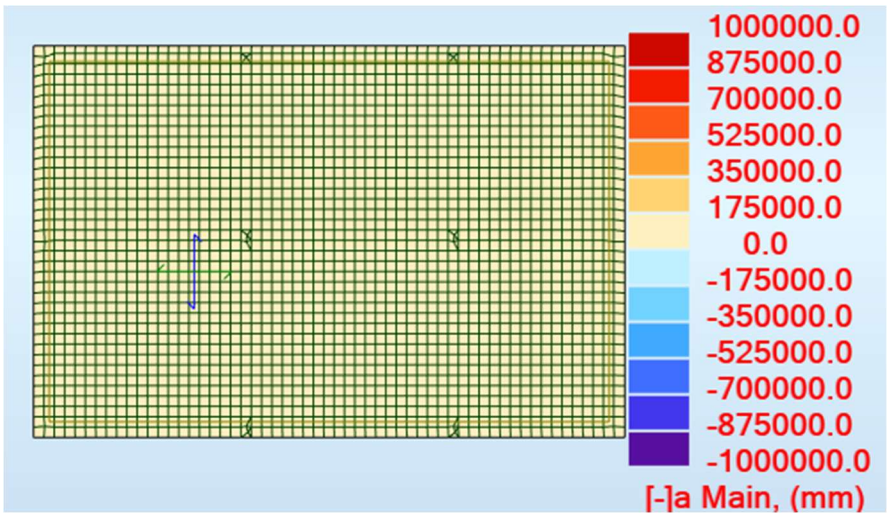
3.10 pav. Apatinio armatūros tinklo reikalingas armatūros kiekis Y kryptimi į tiesinį metrą



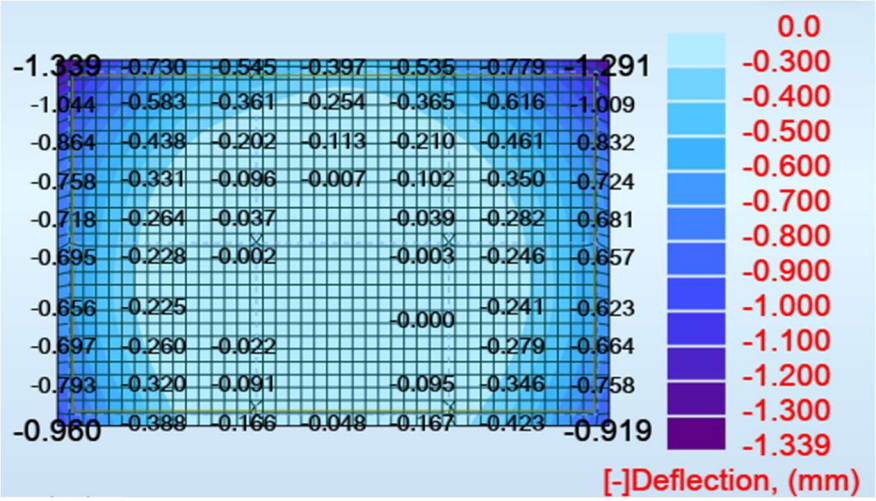
3.11 pav. Viršutinio armatūros tinklo reikalingas armatūros kiekis X kryptimi į tiesinį metrą



3.12 pav. Viršutinio armatūros tinklo reikalingas armatūros kiekis Y kryptimi į tiesinį metrą



3.12 pav. Plokštės betono plyšių plotis



3.13 pav. Plokštės įlinkis (nuosėdis)

3.3. Skaičiavimų išvados

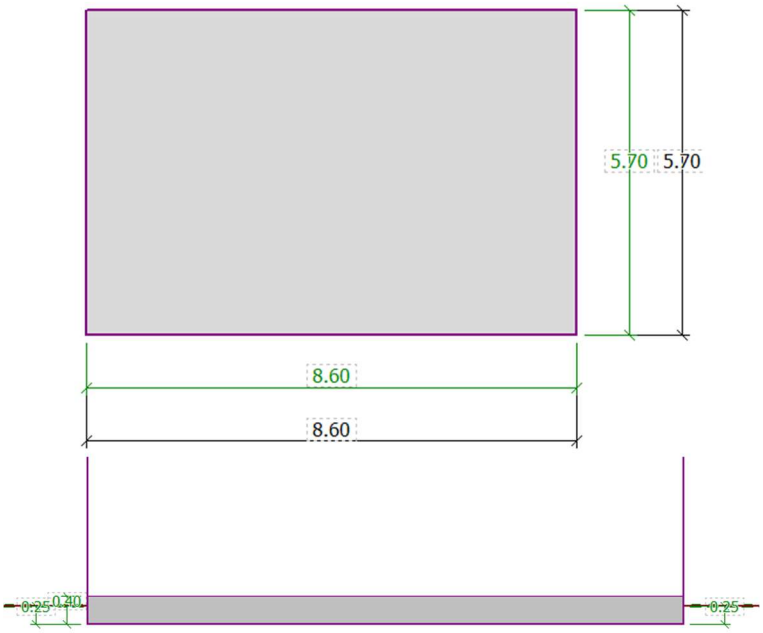
Remiantis skaičiavimų rezultatais, atliktais pagal geologinius tyrinėjimus ir apkrovas:

- Veikiant pavojingiausiam apkrovų deriniui–maksimalus pamatinės plokštės nuosėdis 1,34mm < L/250=34,4.
- Pagal skaičiavimų rezultatus gaunama, kad plokštei reikalingas armavimas. Priimamas armavimas – du armatūros tinklai Ø16/Ø16/200/200 S500B. Apsauginis betono sluoksnis 70mm apačioje ir 70mm viršuje.

4. PAGRINDO SKAIČIAVIMAS

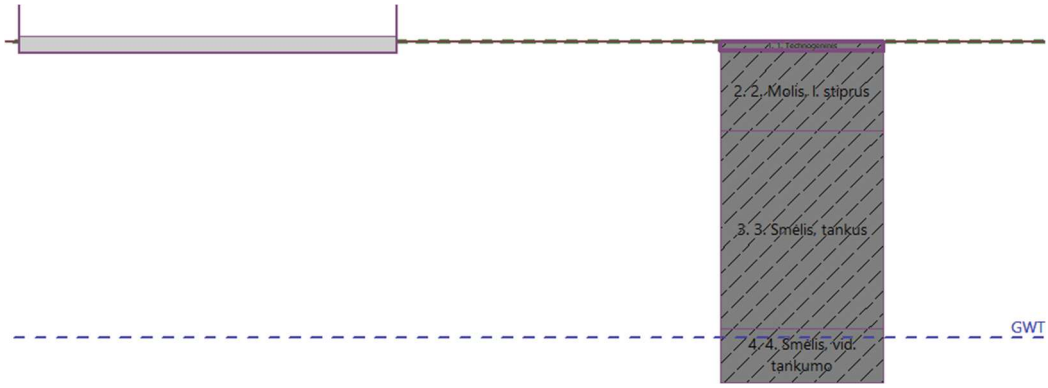
4.1. Pamato ir pagrindo aprašymas

Skaičiuojama gelžbetoninė pamato plokštė ant grunto.



4.1 pav. Pamato geometrija

Gruntų duomenys imami pagal gręžinį Nr. 1.



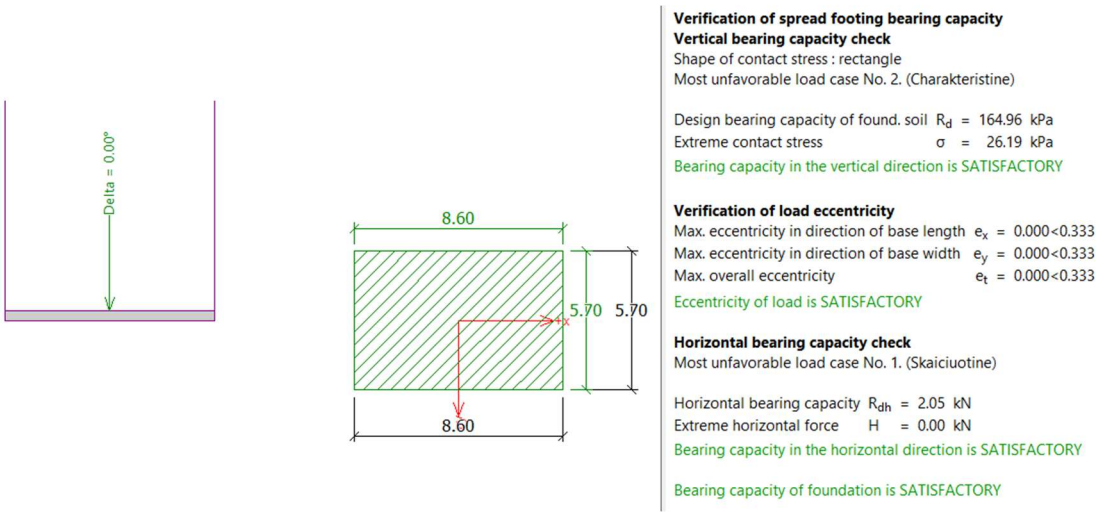
No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_u [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
1	1. Technogeninis		29.00	0.01	18.30	10.00	
2	2. Molis, l. stiprus		27.00	100.00	21.90	12.38	
3	3. Smėlis, tankus		37.00	0.01	17.26	10.11	
4	4. Smėlis, vid. tankumo		36.00	0.01	19.30	10.11	

4.2 pav. Gruntų duomenys

4.2. Pamato pagrindo skaičiavimas

No.	Load		Name	N	M_x	M_y	H_x	H_y	Type
	new	edit		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1	Yes		Skaiciuotine	1083.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Design
2	Yes		Charakteristine	833.08	0.00	0.00	0.00	0.00	Service

4.3 pav. Apkrovos



4.4 pav. Pagrindo laikomoji galia

4.3. Skaičiavimų išvados

Remiantis skaičiavimų rezultatais, atliktais pagal geologinius tyrinėjimus ir apkrovas:

- Pagrindo laikomoji galia neviršija veikiančios apkrovos. Išnaudojimas 15,9%.

4.4. Inkarinių varžtų skaičiavimas

Inkarinių varžtų laikomoji galia patikrinta kompiuterine programa Hilti. Skaičiavimai pateikti prieduose.

5. IŠVADOS

Skaičiavimų ataskaitoje pateikta pastotės valdymo pulto (PVP) cokolinės dalies metalinių sijų, kolonų, gelžbetoninės pamatinės plokštės laikomosios galios patikrinimai.

Konstrukcijos tenkina ULS ir SLS ribinių būvių sąlygas:

- 0,55 < 1,0 – metalinių sijų/kolonų skerspjūvio stiprumo/stabilumo sąlyga;
- 0,23 < 1,0 – metalinių sijų įlinkio sąlyga;
- 0,16 < 1,0 – metalinių kolonų horizontalaus poslinkio sąlyga;
- 0,44 < 1,0 – Sijos-sijos jungimo mazgo trumpesniaja pastato kryptimi (Web connection) laikomosios galios išnaudojimas;
- 0,71 < 1,0 – Sijos-sijos jungimo mazgo ilgesniaja pastato kryptimi (Splice connection) laikomosios galios išnaudojimas.
- Veikiant pavojingiausiam apkrovų deriniui–maksimalus pamatinės plokštės nuosėdis 1,34mm L/250=34,4.
- Pagal skaičiavimų rezultatus gaunama, kad plokštei reikalingas armavimas. Priimamas armavimas – du armatūros tinklai Ø16/Ø16/200/200 S500B. Apsauginis betono sluoksnis 70mm apačioje ir 70mm viršuje.
- pagrindo laikomoji galia neviršija veikiančios apkrovos. Išnaudojimas 15,9%.
- Inkarinių varžtų laikomoji galia pakankama. Išnaudojimas 98 %.

Skaičiavimų išvados dėl rezultatų atitikties projekto rengimo dokumentų reikalavimams, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimams ir dėl konstrukcinių elementų ir jungčių laikomosios galios išnaudojimo:

- Skaičiavimų rezultatai atitinka projekto rengimo dokumentų reikalavimus, normatyvinių statybos techninių dokumentų reikalavimus bei konstrukcijoms keliamus saugos ir tinkamumo ribinių būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų laikomoji galia yra pakankama ir suprojektuoti elementai tenkina jiems keliamus stiprumo (pastovumo) ir tinkamumo būvių reikalavimus.
- Konstrukcinių elementų jungčių laikomoji galia yra pakankama ir tenkina jungtims keliamus stiprumo ir tinkamumo būvių reikalavimus bei užtikrina bendrą stiprumą ir stabilumą.

PRIEDAI

Company:		Page:	1
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

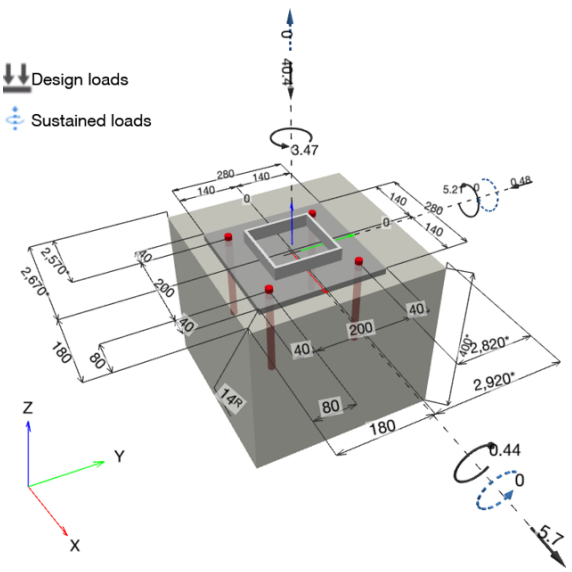
Specifier's comments:

1 Input data

Anchor type and diameter:	**HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 HDG M16**
Return period (service life in years):	50
Item number:	2223911 HAS-U 8.8 HDG M16x300 (element) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (adhesive)
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 threaded rod with HIT-HY 200-A V3 injection mortar with 190 mm embedment hef, M16, Hot dip galvanized, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601
Effective embedment depth:	$h_{ef,act}$ = 190.0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Material:	8.8
Evaluation Service Report:	ETA 19/0601
Issued I Valid:	2025-09-08 | -
Proof:	SOFA based on EN 1992-4, Chemical
Stand-off installation:	e_b = 0.0 mm (no stand-off); t = 14.0 mm
Anchor plate[R]:	l_x x l_y x t = 280.0 mm x 280.0 mm x 14.0 mm; (Recommended plate thickness: not calculated)
Profile:	Square hollow, 150 x 150 x 6,3; (L x W x T) = 150.0 mm x 150.0 mm x 6.3 mm
Base material:	uncracked concrete, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30.00 N/mm^2; h =400.0 mm, Temp. short/long: 40/24 °C, partial material safety factor γ_c = 1.500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1.500
Installation:	**Hammer drilled hole, Installation condition: Dry**
Reinforcement:	no reinforcement or reinforcement spacing >= 150 mm (any Ø) or >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	no longitudinal edge reinforcement

[R] - The anchor calculation is based on a rigid anchor plate assumption.

Geometry [mm] & Loading [kN, kNm]

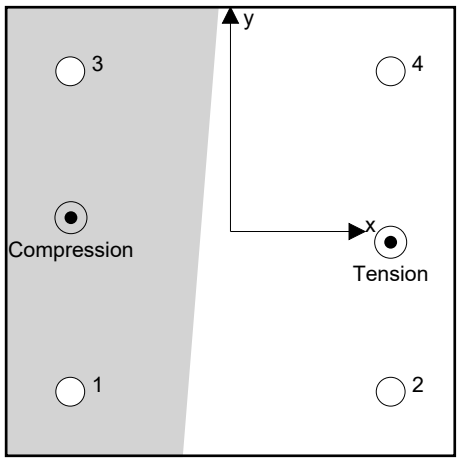


1.1 Load combination

Case	Description	Forces [kN] / Moments [kNm]	Seismic	Fire	Max. Util. Anchor [%]
1	Combination 1	N = -40.400; V_x = 5.700; V_y = -0.480; M_x = -0.440; M_y = -5.210; M_z = 3.470; N_{sus} = 0.000; $M_{x,sus}$ = 0.000; $M_{y,sus}$ = 0.000;	no	no	98
2	Combination 2	N = -40.400; V_x = -5.700; V_y = 0.480; M_x = 0.440; M_y = 5.210; M_z = 3.470; N_{sus} = 0.000; $M_{x,sus}$ = 0.000; $M_{y,sus}$ = 0.000;	no	no	72

2 Load case/Resulting anchor forces

Controlling load case: 1 Combination 1



Anchor reactions [kN]
Tension force: (+Tension, -Compression)

Anchor	Tension force	Shear force	Shear force x	Shear force y
1	0.000	7.285	5.763	-4.458
2	3.175	7.141	5.763	4.218
3	0.000	5.325	-2.913	-4.458
4	2.777	5.125	-2.913	4.218

Max. concrete compressive strain: 0.10 [‰]
Max. concrete compressive stress: 2.99 [N/mm^2]
Resulting tension force in (x/y)=(100.0/-6.7): 5.952 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-99.6/8.6): 46.352 [kN]

Anchor forces are calculated based on the assumption of a rigid anchor plate.

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	3
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

3 Tension load (EN 1992-4, Section 7.2.1)

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_N [%]	Status
Steel Strength*	3.175	83.733	4	OK
Combined pullout-concrete cone failure**	5.952	65.234	10	OK
Concrete Breakout Failure**	5.952	51.160	12	OK
Splitting failure**	5.952	91.095	7	OK

* highest loaded anchor **anchor group (anchors in tension)

3.1 Steel Strength

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
125.600	1.500	83.733	3.175

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

3.2 Combined pullout-concrete cone failure

$N_{Ed} \le N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$ EN 1992-4, Eq. (7.13)

$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$ EN 1992-4, Eq. (7.14)

$\psi_{sus} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.14a)

$s_{cr,Np} = 7.3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$ EN 1992-4, Eq. (7.15)

$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.17)

$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.18)

$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$ EN 1992-4, Eq. (7.19)

$\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.20)

$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
172,987	245,560	18.00	495.5	247.8	80.0	30.00

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1.041	18.74	11.000	16.52	1.000	1.000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0.0	1.000	6.7	0.974	0.797	1.000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0.800	0.000	1.000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
179.021	97.851	1.500	65.234	5.952

Group anchor ID
2, 4

PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

3.3 Concrete Breakout Failure

$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
206,225	324,900	285.0	570.0	30.00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0.0	1.000	6.7	0.977	0.784	1.000	200.1

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1.000	11.000	157.792	1.500	51.160	5.952

Group anchor ID
2, 4

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

3.4 Splitting failure

$N_{Ed} \le N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,sp} = N^0_{Rk,sp} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp}$ EN 1992-4, Eq. (7.23)

$N^0_{Rk,sp} = \min\left(N^0_{Rk,p}, N^0_{Rk,c}\right)$

$A^0_{c,N} = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} \le \max\left\{1; \left(\frac{h_{ef} + 1.5 \cdot c_1}{h_{min}}\right)^{2/3}\right\} \le 2.00$ EN 1992-4, Eq. (7.24)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
126,900	144,400	190.0	380.0	226.0	1.235	30.00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0.0	1.000	6.7	0.966	0.826	1.000	11.000

$N^0_{Rk,sp}$ [kN]	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
157.792	1.500	91.095	5.952

Group anchor ID
2, 4

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	7
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

4 Shear load (EN 1992-4, Section 7.2.2)

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_V [%]	Status
Steel Strength (without lever arm)*	7.285	50.240	15	OK
Steel failure (with lever arm)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Pryout Strength*	7.141	16.913	43	OK
Concrete edge failure in direction x+**	14.282	14.677	98	OK

* highest loaded anchor **anchor group (relevant anchors)

4.1 Steel Strength (without lever arm)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
62.800	1.000	62.800	1.250	50.240	7.285

4.2 Pryout Strength (Concrete Breakout Strength controls)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
33,306	324,900	285.0	570.0	2.000	30.00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0.0	1.000	0.0	1.000	0.784	1.000	1.000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11.000	157.792	1.500	16.913	7.141

Group anchor ID
2

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	8
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

4.3 Concrete edge failure in direction x+

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$ EN 1992-4, Eq. (7.40)

$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.41)

$\alpha = 0.1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.42)

$\beta = 0.1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$ EN 1992-4, Eq. (7.43)

$A^0_{c,V} = 4.5 \cdot c_1^2$ EN 1992-4, Eq. (7.44)

$\psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c_2}{1.5 \cdot c_1} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.45)

$\psi_{h,V} = \left(\frac{1.5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.46)

$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.47)

$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \ge 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
190.0	16.00	2.400	0.154	0.072	30.00	80.0

$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
48,000	28,800	0.900	1.000	80.7	0.598

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
36.20	1.164	1.000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
21.093	1.500	14.677	14.282

Group anchor ID
2, 4

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	9
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

5 Combined tension and shear loads (EN 1992-4, Section 7.2.3)

Steel failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.038	0.142	2.000	3	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1.0$

Concrete failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.116	0.973	1.000	91	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1.0$

6 Displacements (highest loaded anchor)

Short term loading:

N_{Sk} = 0.000 [kN]
V_{Sk} = 5.397 [kN]

δ_N = 0.0000 [mm]
δ_V = 0.2159 [mm]
δ_{NV} = 0.2159 [mm]

Long term loading:

N_{Sk} = 0.000 [kN]
V_{Sk} = 5.397 [kN]

δ_N = 0.0000 [mm]
δ_V = 0.3238 [mm]
δ_{NV} = 0.3238 [mm]

Comments: Tension displacements are valid with half of the required installation torque moment for uncracked concrete! Shear displacements are valid without friction between the concrete and the anchor plate! The gap due to the drilled hole and clearance hole tolerances are not included in this calculation!

The acceptable anchor displacements depend on the fastened construction and must be defined by the designer!

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

7 Warnings

- The anchor design methods in PROFIS Engineering require rigid anchor plates per current regulations (EN1992-4, AS5216, etc.). This means load re-distribution on the anchors due to elastic deformations of the anchor plate are not considered - the anchor plate is assumed to be sufficiently stiff, in order not to be deformed when subjected to the design loading. PROFIS Engineering calculates the minimum required anchor plate thickness with FEM to limit the stress of the anchor plate based on the assumptions explained above. The proof if the rigid anchor plate assumption is valid is not carried out by PROFIS Engineering. Input data and results must be checked for agreement with the existing conditions and for plausibility!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- Checking the transfer of loads into the base material is required in accordance with EN 1992-4, Annex A!
- The design is only valid if the clearance hole in the fixture is not larger than the value given in Table 6.1 of EN 1992-4! For larger diameters of the clearance hole see section 6.2.2 of EN 1992-4!
- The accessory list in this report is for the information of the user only. In any case, the instructions for use provided with the product have to be followed to ensure a proper installation.
- For the determination of the $\psi_{re,v}$ (concrete edge failure) the minimum concrete cover defined in the design settings is used as the concrete cover of the edge reinforcement.
- Bore hole cleaning must be performed according to instructions for use (blow 4 times with the hand pump, brush 4 times, blow again 4 times with the hand pump).
- Characteristic bond resistances depend on short- and long-term temperatures.
- Edge reinforcement is not required to avoid splitting failure
- The characteristic bond resistances depend on the return period (service life in years): 50

Fastening meets the design criteria!

PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	11
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Kampinė_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

8 Installation data

Anchor plate, steel: S 235; E = 210,000.00 N/mm^2; f_{yk} = 235.00 N/mm^2

Profile: Square hollow, 150 x 150 x 6,3; (L x W x T) = 150.0 mm x 150.0 mm x 6.3 mm

Hole diameter in the fixture (pre-setting) : d_f = 18.0 mm

Hole diameter in the fixture (through fastening) : d_f = 20.0 mm

Plate thickness (input): 14.0 mm

Recommended plate thickness: not calculated

Drilling method: Hammer drilled

Cleaning: Manual cleaning of the drilled hole according to instructions for use is required.

Anchor type and diameter: HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 HDG M16

Item number: 2223911 HAS-U 8.8 HDG M16x300 (element) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (adhesive)

Maximum installation torque: 80 Nm

Hole diameter in the base material: 18.0 mm

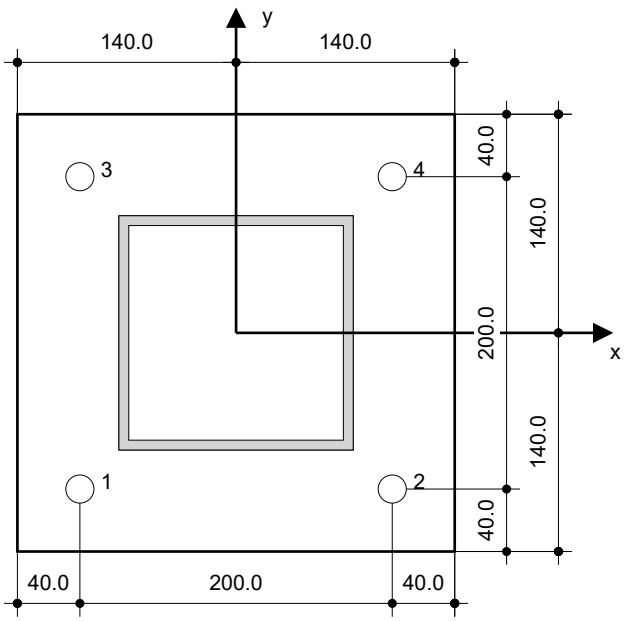
Hole depth in the base material: 190.0 mm

Minimum thickness of the base material: 226.0 mm

Hilti HAS-U 8.8 threaded rod with HIT-HY 200-A V3 injection mortar with 190 mm embedment hef, M16, Hot dip galvanized, Hammer drill bit installation per ETA 19/0601

8.1 Recommended accessories

Drilling	Cleaning	Setting
• Suitable Rotary Hammer • Properly sized drill bit	• Manual blow-out pump • Proper diameter wire brush	• Dispenser including cassette and mixer • For deep installations, a piston plug is necessary • Torque wrench



Coordinates Anchor [mm]

Anchor	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-100.0	-100.0	2,570.0	280.0	80.0	3,020.0
2	100.0	-100.0	2,770.0	80.0	80.0	3,020.0
3	-100.0	100.0	2,570.0	280.0	280.0	2,820.0
4	100.0	100.0	2,770.0	80.0	280.0	2,820.0

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

9 Remarks; Your Cooperation Duties

- Any and all information and data contained in the Software concern solely the use of Hilti products and are based on the principles, formulas and security regulations in accordance with Hilti's technical directions and operating, mounting and assembly instructions, etc., that must be strictly complied with by the user. All figures contained therein are average figures, and therefore use-specific tests are to be conducted prior to using the relevant Hilti product. The results of the calculations carried out by means of the Software are based essentially on the data you put in. Therefore, you bear the sole responsibility for the absence of errors, the completeness and the relevance of the data to be put in by you. Moreover, you bear sole responsibility for having the results of the calculation checked and cleared by an expert, particularly with regard to compliance with applicable norms and permits, prior to using them for your specific facility. The Software serves only as an aid to interpret norms and permits without any guarantee as to the absence of errors, the correctness and the relevance of the results or suitability for a specific application.
- You must take all necessary and reasonable steps to prevent or limit damage caused by the Software. In particular, you must arrange for the regular backup of programs and data and, if applicable, carry out the updates of the Software offered by Hilti on a regular basis. If you do not use the AutoUpdate function of the Software, you must ensure that you are using the current and thus up-to-date version of the Software in each case by carrying out manual updates via the Hilti Website. Hilti will not be liable for consequences, such as the recovery of lost or damaged data or programs, arising from a culpable breach of duty by you.

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	1
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Krastine_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

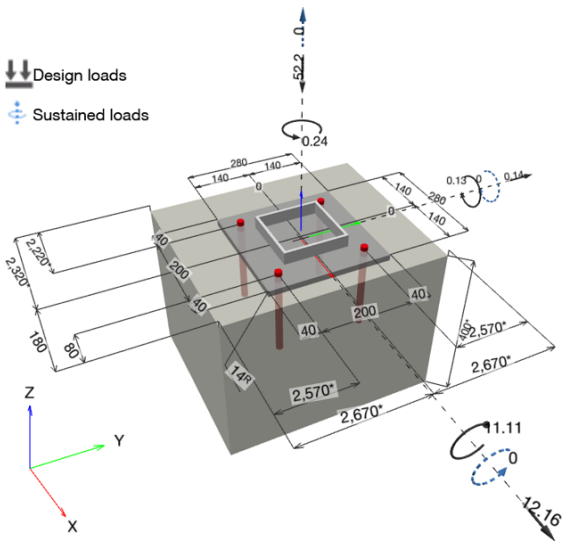
Specifier's comments:

1 Input data

Anchor type and diameter:	**HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 HDG M16**
Return period (service life in years):	50
Item number:	2223911 HAS-U 8.8 HDG M16x300 (element) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (adhesive)
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 threaded rod with HIT-HY 200-A V3 injection mortar with 190 mm embedment hef, M16, Hot dip galvanized, SAFEset - automatic cleaning installation per ETA 19/0601
Effective embedment depth:	$h_{ef,act}$ = 190.0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Material:	8.8
Evaluation Service Report:	ETA 19/0601
Issued I Valid:	2025-09-08 | -
Proof:	SOFA based on EN 1992-4, Chemical
Stand-off installation:	e_b = 0.0 mm (no stand-off); t = 14.0 mm
Anchor plate[R]:	l_x x l_y x t = 280.0 mm x 280.0 mm x 14.0 mm; (Recommended plate thickness: not calculated)
Profile:	Square hollow, 150 x 150 x 6,3; (L x W x T) = 150.0 mm x 150.0 mm x 6.3 mm
Base material:	uncracked concrete, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30.00 N/mm^2; h =400.0 mm, Temp. short/long: 40/24 °C, partial material safety factor γ_c = 1.500; $\gamma_{c,seismic}$ = 1.500
Installation:	**automatic cleaned drilled hole, Installation condition: Dry**
Reinforcement:	no reinforcement or reinforcement spacing >= 150 mm (any Ø) or >= 100 mm (Ø <= 10 mm) no longitudinal edge reinforcement

[R] - The anchor calculation is based on a rigid anchor plate assumption.

Geometry [mm] & Loading [kN, kNm]



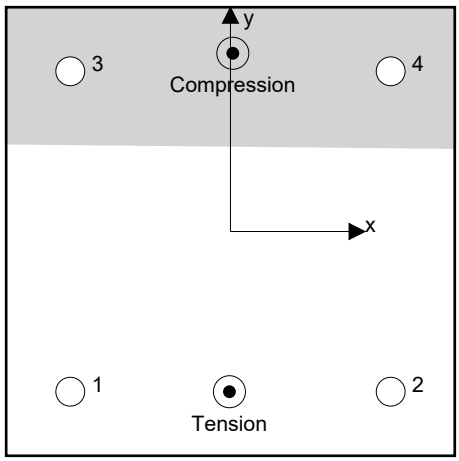
Company:		Page:	2
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Krastine_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

1.1 Load combination

Case	Description	Forces [kN] / Moments [kNm]	Seismic	Fire	Max. Util. Anchor [%]
1	Combination 1	N = -52.200; V_x = 12.160; V_y = 0.140; M_x = -11.110; M_y = 0.130; M_z = 0.240; N_{sus} = 0.000; $M_{x,sus}$ = 0.000; $M_{y,sus}$ = 0.000;	no	no	54
2	Combination 2	N = -55.700; V_x = 1.370; V_y = 5.580; M_x = -5.110; M_y = 1.260; M_z = 0.290; N_{sus} = 0.000; $M_{x,sus}$ = 0.000; $M_{y,sus}$ = 0.000;	no	no	12

2 Load case/Resulting anchor forces

Controlling load case: 1 Combination 1



Anchor reactions [kN]
Tension force: (+Tension, -Compression)

Anchor	Tension force	Shear force	Shear force x	Shear force y
1	12.630	3.350	3.340	-0.265
2	12.471	3.357	3.340	0.335
3	0.000	2.753	2.740	-0.265
4	0.000	2.760	2.740	0.335

Max. concrete compressive strain:	0.22 [‰]
Max. concrete compressive stress:	6.50 [N/mm^2]
Resulting tension force in (x/y)=(-0.6/-100.0):	25.100 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(1.5/111.3):	77.300 [kN]

Anchor forces are calculated based on the assumption of a rigid anchor plate.

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	3
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Krastine_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

3 Tension load (EN 1992-4, Section 7.2.1)

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_N [%]	Status
Steel Strength*	12.630	83.733	16	OK
Combined pullout-concrete cone failure**	25.100	101.031	25	OK
Concrete Breakout Failure**	25.100	81.590	31	OK
Splitting failure**	25.100	132.285	19	OK

* highest loaded anchor **anchor group (anchors in tension)

3.1 Steel Strength

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
125.600	1.500	83.733	12.630

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

3.2 Combined pullout-concrete cone failure

$$N_{Ed} \le N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$$ EN 1992-4, Table 7.1

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$$ EN 1992-4, Eq. (7.13)

$$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$$ EN 1992-4, Eq. (7.14)

$$\psi_{sus} = 1$$ EN 1992-4, Eq. (7.14a)

$$s_{cr,Np} = 7.3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$$ EN 1992-4, Eq. (7.15)

$$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.17)

$$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.18)

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$$ EN 1992-4, Eq. (7.19)

$$\psi_{s,Np} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.20)

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
261,531	245,560	18.00	495.5	247.8	80.0	30.00

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1.041	18.74	11.000	16.52	1.000	1.000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0.6	0.997	0.0	1.000	0.797	1.000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0.800	0.000	1.000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
179.021	151.547	1.500	101.031	25.100

Group anchor ID
1, 2

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	5
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Krastine_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

3.3 Concrete Breakout Failure

$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
322,050	324,900	285.0	570.0	30.00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0.6	0.998	0.0	1.000	0.784	1.000	211.3

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1.000	11.000	157.792	1.500	81.590	25.100

Group anchor ID
1, 2

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

3.4 Splitting failure

$N_{Ed} \le N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$ EN 1992-4, Table 7.1

$N_{Rk,sp} = N^0_{Rk,sp} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp}$ EN 1992-4, Eq. (7.23)

$N^0_{Rk,sp} = \min\left(N^0_{Rk,p}, N^0_{Rk,c}\right)$

$A^0_{c,N} = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} \le \max\left\{1; \left(\frac{h_{ef} + 1.5 \cdot c_1}{h_{min}}\right)^{2/3}\right\} \le 2.00$ EN 1992-4, Eq. (7.24)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
178,600	144,400	190.0	380.0	226.0	1.235	30.00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0.6	0.997	0.0	1.000	0.826	1.000	11.000

$N^0_{Rk,sp}$ [kN]	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
157.792	1.500	132.285	25.100

Group anchor ID
1, 2

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

Company:		Page:	7
Address:		Specifier:	
Phone I Fax:	|	E-Mail:	
Design:	Krastine_Lygumų	Date:	2025-12-18
Fastening point:			

4 Shear load (EN 1992-4, Section 7.2.2)

	Load [kN]	Capacity [kN]	Utilization β_V [%]	Status
Steel Strength (without lever arm)*	3.357	50.240	7	OK
Steel failure (with lever arm)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Pryout Strength**	12.161	206.453	6	OK
Concrete edge failure in direction x+**	12.178	23.851	52	OK

* highest loaded anchor **anchor group (relevant anchors)

4.1 Steel Strength (without lever arm)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
62.800	1.000	62.800	1.250	50.240	3.357

4.2 Pryout Strength (Concrete Breakout Strength controls)

$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Table 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \leq 1.00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
435,050	324,900	285.0	570.0	2.000	30.00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0.2	0.999	19.7	0.935	0.784	1.000	1.000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11.000	157.792	1.500	206.453	12.161

Group anchor ID
1-4

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

4.3 Concrete edge failure in direction x+

$$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$ EN 1992-4, Table 7.2

$$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$$ EN 1992-4, Eq. (7.40)

$$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$ EN 1992-4, Eq. (7.41)

$$\alpha = 0.1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$$ EN 1992-4, Eq. (7.42)

$$\beta = 0.1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$$ EN 1992-4, Eq. (7.43)

$$A^0_{c,V} = 4.5 \cdot c_1^2$$ EN 1992-4, Eq. (7.44)

$$\psi_{s,V} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c_2}{1.5 \cdot c_1} \le 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.45)

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1.5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.46)

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.47)

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.5 \cdot \sin \alpha_V)^2}} \ge 1.00$$ EN 1992-4, Eq. (7.48)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
190.0	16.00	2.400	0.154	0.072	30.00	80.0

$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
52,800	28,800	1.000	1.000	9.9	0.924

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
3.15	1.001	1.000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
21.093	1.500	23.851	12.178

Group anchor ID
2, 4

PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

5 Combined tension and shear loads (EN 1992-4, Section 7.2.3)

Steel failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.151	0.067	2.000	3	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

Concrete failure

β_N	β_V	α	Utilization $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.308	0.511	1.500	54	OK

$\beta_N^\alpha + \beta_V^\alpha \leq 1.0$

6 Displacements (highest loaded anchor)

Short term loading:

N_{Sk} = 9.355 [kN] δ_N = 0.0392 [mm]

V_{Sk} = 2.482 [kN] δ_V = 0.0993 [mm]

δ_{NV} = 0.1067 [mm]

Long term loading:

N_{Sk} = 9.355 [kN] δ_N = 0.0784 [mm]

V_{Sk} = 2.482 [kN] δ_V = 0.1489 [mm]

δ_{NV} = 0.1683 [mm]

Comments: Tension displacements are valid with half of the required installation torque moment for uncracked concrete! Shear displacements are valid without friction between the concrete and the anchor plate! The gap due to the drilled hole and clearance hole tolerances are not included in this calculation!

The acceptable anchor displacements depend on the fastened construction and must be defined by the designer!

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

7 Warnings

- The anchor design methods in PROFIS Engineering require rigid anchor plates per current regulations (EN1992-4, AS5216, etc.). This means load re-distribution on the anchors due to elastic deformations of the anchor plate are not considered - the anchor plate is assumed to be sufficiently stiff, in order not to be deformed when subjected to the design loading. PROFIS Engineering calculates the minimum required anchor plate thickness with FEM to limit the stress of the anchor plate based on the assumptions explained above. The proof if the rigid anchor plate assumption is valid is not carried out by PROFIS Engineering. Input data and results must be checked for agreement with the existing conditions and for plausibility!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- Checking the transfer of loads into the base material is required in accordance with EN 1992-4, Annex A!
- The design is only valid if the clearance hole in the fixture is not larger than the value given in Table 6.1 of EN 1992-4! For larger diameters of the clearance hole see section 6.2.2 of EN 1992-4!
- The accessory list in this report is for the information of the user only. In any case, the instructions for use provided with the product have to be followed to ensure a proper installation.
- For the determination of the $\psi_{re,v}$ (concrete edge failure) the minimum concrete cover defined in the design settings is used as the concrete cover of the edge reinforcement.
- Characteristic bond resistances depend on short- and long-term temperatures.
- Edge reinforcement is not required to avoid splitting failure
- The characteristic bond resistances depend on the return period (service life in years): 50

Fastening meets the design criteria!

PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

8 Installation data

Anchor plate, steel: S 235; E = 210,000.00 N/mm^2; f_{yk} = 235.00 N/mm^2

Profile: Square hollow, 150 x 150 x 6,3; (L x W x T) = 150.0 mm x 150.0 mm x 6.3 mm

Hole diameter in the fixture (pre-setting) : d_f = 18.0 mm

Hole diameter in the fixture (through fastening) : d_f = 20.0 mm

Plate thickness (input): 14.0 mm

Recommended plate thickness: not calculated

Drilling method: SafeSet - automatic cleaning

Cleaning: Automatically performed while drilling

Anchor type and diameter: HIT-HY 200-A V3 + HAS-U 8.8 HDG M16

Item number: 2223911 HAS-U 8.8 HDG M16x300 (element) / 2378171 HIT-HY 200-A V3 (adhesive)

Maximum installation torque: 80 Nm

Hole diameter in the base material: 18.0 mm

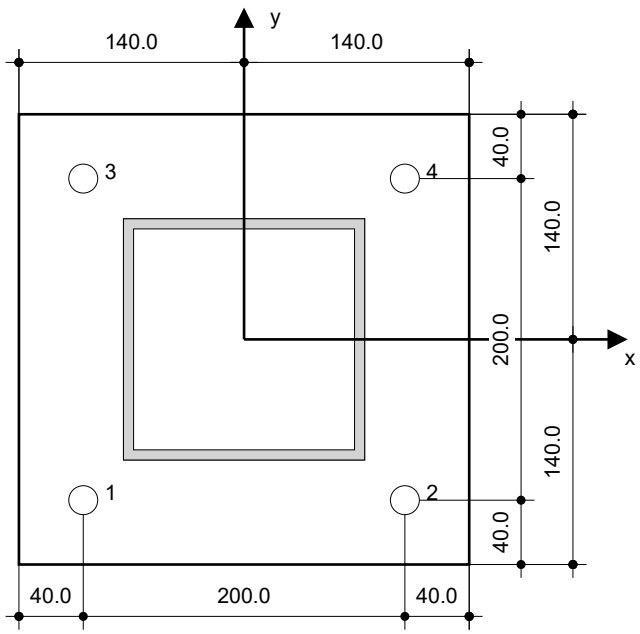
Hole depth in the base material: 190.0 mm

Minimum thickness of the base material: 226.0 mm

Hilti HAS-U 8.8 threaded rod with HIT-HY 200-A V3 injection mortar with 190 mm embedment hef, M16, Hot dip galvanized, SAFEset - automatic cleaning installation per ETA 19/0601

8.1 Recommended accessories

Drilling	Cleaning	Setting
• Suitable Rotary Hammer • Properly sized drill bit for SAFEset - automatic cleaning (TE-CD / TE-YD) • Vacuum cleaner	• No accessory required	• Dispenser including cassette and mixer • For deep installations, a piston plug is necessary • Torque wrench



Coordinates Anchor [mm]

Anchor	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-100.0	-100.0	2,220.0	280.0	2,570.0	2,770.0
2	100.0	-100.0	2,420.0	80.0	2,570.0	2,770.0
3	-100.0	100.0	2,220.0	280.0	2,770.0	2,570.0
4	100.0	100.0	2,420.0	80.0	2,770.0	2,570.0

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan

9 Remarks; Your Cooperation Duties

- Any and all information and data contained in the Software concern solely the use of Hilti products and are based on the principles, formulas and security regulations in accordance with Hilti's technical directions and operating, mounting and assembly instructions, etc., that must be strictly complied with by the user. All figures contained therein are average figures, and therefore use-specific tests are to be conducted prior to using the relevant Hilti product. The results of the calculations carried out by means of the Software are based essentially on the data you put in. Therefore, you bear the sole responsibility for the absence of errors, the completeness and the relevance of the data to be put in by you. Moreover, you bear sole responsibility for having the results of the calculation checked and cleared by an expert, particularly with regard to compliance with applicable norms and permits, prior to using them for your specific facility. The Software serves only as an aid to interpret norms and permits without any guarantee as to the absence of errors, the correctness and the relevance of the results or suitability for a specific application.
- You must take all necessary and reasonable steps to prevent or limit damage caused by the Software. In particular, you must arrange for the regular backup of programs and data and, if applicable, carry out the updates of the Software offered by Hilti on a regular basis. If you do not use the AutoUpdate function of the Software, you must ensure that you are using the current and thus up-to-date version of the Software in each case by carrying out manual updates via the Hilti Website. Hilti will not be liable for consequences, such as the recovery of lost or damaged data or programs, arising from a culpable breach of duty by you.

Input data and results must be checked for conformity with the existing conditions and for plausibility!
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti is a registered Trademark of Hilti AG, Schaan