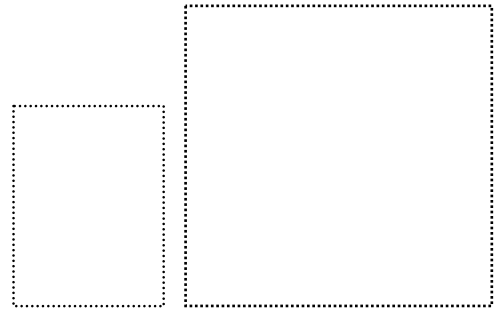


STATICKÝ VÝPOČET



Stavba	: Stavebné úpravy rodinného domu
Objekt	: SO 01 – Rodinný dom
Časť	: SO 01.2 Statika
Miesto	: k.ú. Višňové, č.p. 243/1,okres Žilina
Investor	: Mgr. Zuzana Jozeková, Na Kopci 652/3, 010 01 Žilina
Stupeň PD	: Dokumentácia pre stavebné povolenie
Vypracoval	: Ing. Roman Židek
Zodpovedný	: Ing. Roman Židek
Dátum	: 12/2021

Obsah

1	STATICKÝ VÝPOČET	2
1.1	ÚVOD.....	2
1.2	ZAŤAŽENIE	2
1.3	VIZUALIZÁCIA.....	4
1.3.1	<i>Priestorový model stavby</i>	4
1.3.2	<i>Pohľady</i>	4
1.3.3	<i>Pohľad zhora</i>	5
1.3.4	<i>Stužujúce vence a stĺpy</i>	5
1.3.5	<i>Podperný systém krovu</i>	6
1.4	PRIEREZY	6
1.5	MATERIÁLY	6
1.6	ZAŤAŽOVACIE SKUPINY.....	7
1.7	ZAŤAŽOVACIE STAVY.....	7
1.8	KOMBINÁCIE.....	7
1.9	ZAŤAŽENIE GRAFICKY	8
1.9.1	<i>Zaťaženie vrstvami strešného pláštá</i>	8
1.9.2	<i>Zaťaženie snehom</i>	8
1.9.3	<i>Zaťaženie vetrom</i>	10
2	POSÚDENIE DREVENÝCH NOSNÝCH PRVKOV	12
2.1	POSÚDENIE STREŠNEJ KROKVY	12
2.2	POSÚDENIE KROKVY NÁROŽIA, ÚŽĽABIA	14
2.3	POSÚDENIE VRCHOLOVEJ VÄZNICE KROVU.....	16
2.4	POSÚDENIE POMÚRNICE	18
3	POSÚDENIE ŽELEZOBETÓNOVÝCH PRVKOV	19
3.1	POSÚDENIE STUŽUJÚCEHO VENCA NADSTAVBY.....	19
3.2	POSÚDENIE ŠTARTOVACIEHO VENCA NADSTAVBY.....	20
3.3	POSÚDENIE VENCA STIEN ZÁDVERIA	21
3.4	POSÚDENIE STĹPA 1.NP	22

1 STATICKÝ VÝPOČET

1.1 Úvod

Pre riešenie statického výpočtu bol vypracovaný priestorový model objektu so stenovými a prúťovými prvkami. Na takto vytvorený model bolo aplikované zaťaženie s viacerými zaťažovacími stavmi od jednotlivých zaťažení pre získanie max. hodnôt vnútorných síl. Pri návrhu statického riešenia sa vychádzalo z noriem STN EN. Zaťaženie snehom je do výpočtu uvažované charakteristickou hodnotou $1,05 \text{ kN/m}^2$ – snehová zóna 2 v zmysle STN EN 1991-1-3/NA1. Zaťaženie vetrom je uvažované pre vetrovú oblasť II, $v_{\text{ref}} = 26 \text{ m.s}^{-1}$ v zmysle STN EN 1991-1-4. Umiestnenie navrhovaného objektu je v nechránenej veternej expozícii. Uvažovaná kategória terénu III.

Kombinácie zaťažení boli obsiahnuté vo výpočtovom programe. Na základe zistených vnútorných síl boli vybrané nosné prvky (navrhnuté v architektonickej časti projektu) posúdené. Posúdenie prebehlo podľa platných noriem STN EN.

1.2 Zaťaženie

STÁLE

Zaťaženie vrstiev zateplenej strechy

Názov vrstvy	hrúbka (m)	ζ (kN/m^3)	g_k (kN/m^2)
Fahká krytina (plech)	–	–	0,05
drevené debnenie	0,025	6,0	0,15
kontratovanie	–	–	0,05
tepelná izolácia	0,250	0,6	0,15
drevený rošt	–	–	0,10
sadrokartón	0,015	9,0	0,14

$$g_k = 0,64 \text{ kN/m}^2$$

Zaťaženie od obvodovej steny hr. 300 mm

Názov vrstvy	hrúbka (m)	ζ (kN/m^3)	g_k (kN/m^2)
vonkajšia tenkovrstvová omietka	0,003	20,0	0,06
lepiaca výstužná stierka	0,003	23,0	0,07
tepelná izolácia	0,150	0,6	0,09
lepiaca malta	0,010	23,0	0,23
murivo	0,300	5,5	1,65
vnútorná omietka	0,010	20,0	0,20

$$g_k = 2,30 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 2,00 \text{ m}$$

$$g_k = 4,60 \text{ kN/m}$$

Zat'azenie od deliacej priečky hr. 125 mm

Názov vrstvy	hrúbka (m)	ζ (kN/m ³)	g_k (kN/m ²)
sadrokartón	0,013	9,0	0,11
tepelná izolácia	0,100	0,6	0,06
vnútorná omietka	0,013	9,0	0,11

$$g_k = 0,29 \text{ kN/m}^2$$

$$h = 2,50 \text{ m}$$

$$g_k = 0,71 \text{ kN/m}$$

PREMENNÉ

Úžitkové zat'azenie - neprístupné strechy $\alpha < 20^\circ$ $q_{k1} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Zat'azenie snehom

sklon strechy : $\alpha_1 = 29^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,80$

tvarové súčinitele (lapače snehu na streche) $\rightarrow \min \mu = 0,8$ $\mu_1 = 0,80$

snehová zóna: 2 nadmorská výška: 450 m.n.m

súčiniteľ a: a = 0,425

súčiniteľ b: b = 505

$$s_0 = a + A/b = 1,32 \text{ kN/m}^2$$

súč.expozície : $C_e = 1$ typ krajín normálna

teplotný súčiniteľ : $C_t = 1$

zat'azenie na streche : $\rightarrow S_K = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 1,05 \text{ kN/m}^2$

Zat'azenie vetrom

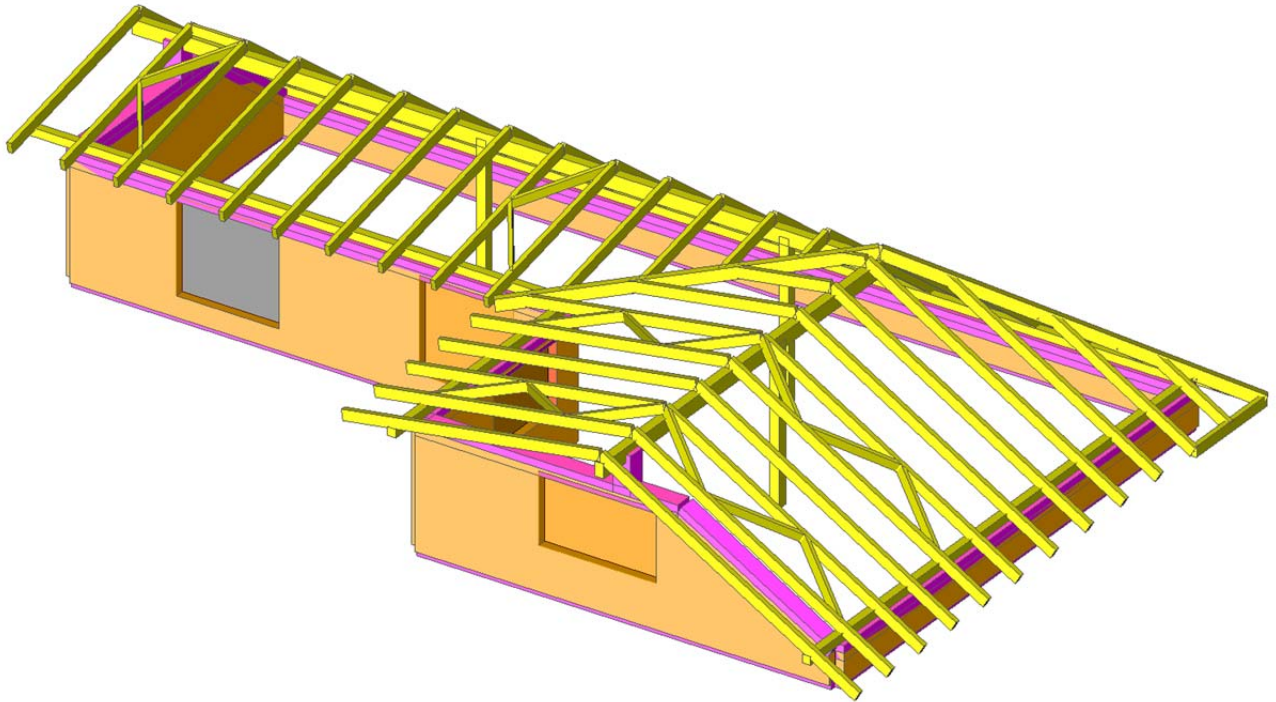
referenčná výška (výška budovy h) $h = 6,7 \text{ m}$

kategória terénu: III . $V_b = 26 \text{ m/s}$

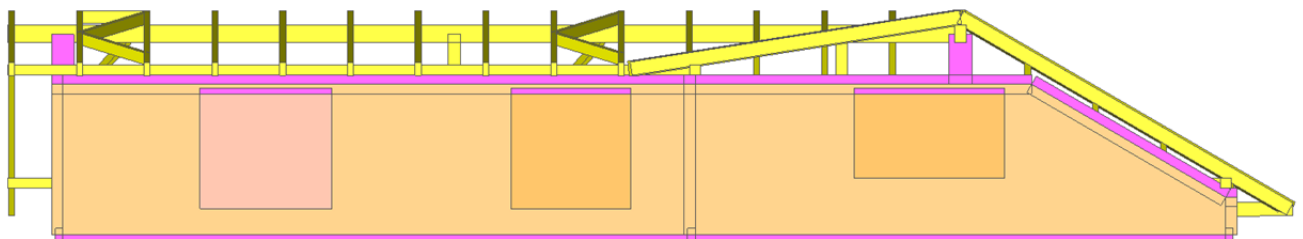
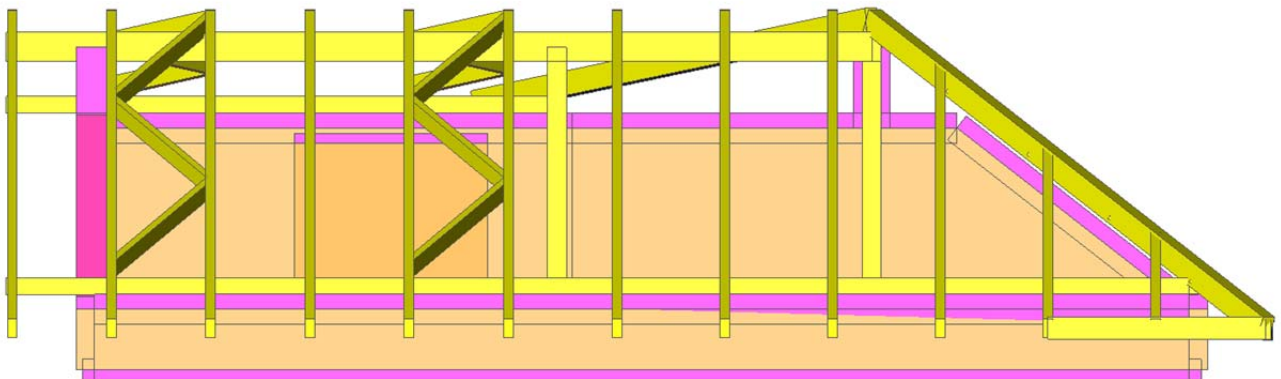
maxodynamický flak vetra $q_{pz} = 0,603 \text{ kN/m}^2$

1.3 Vizualizácia

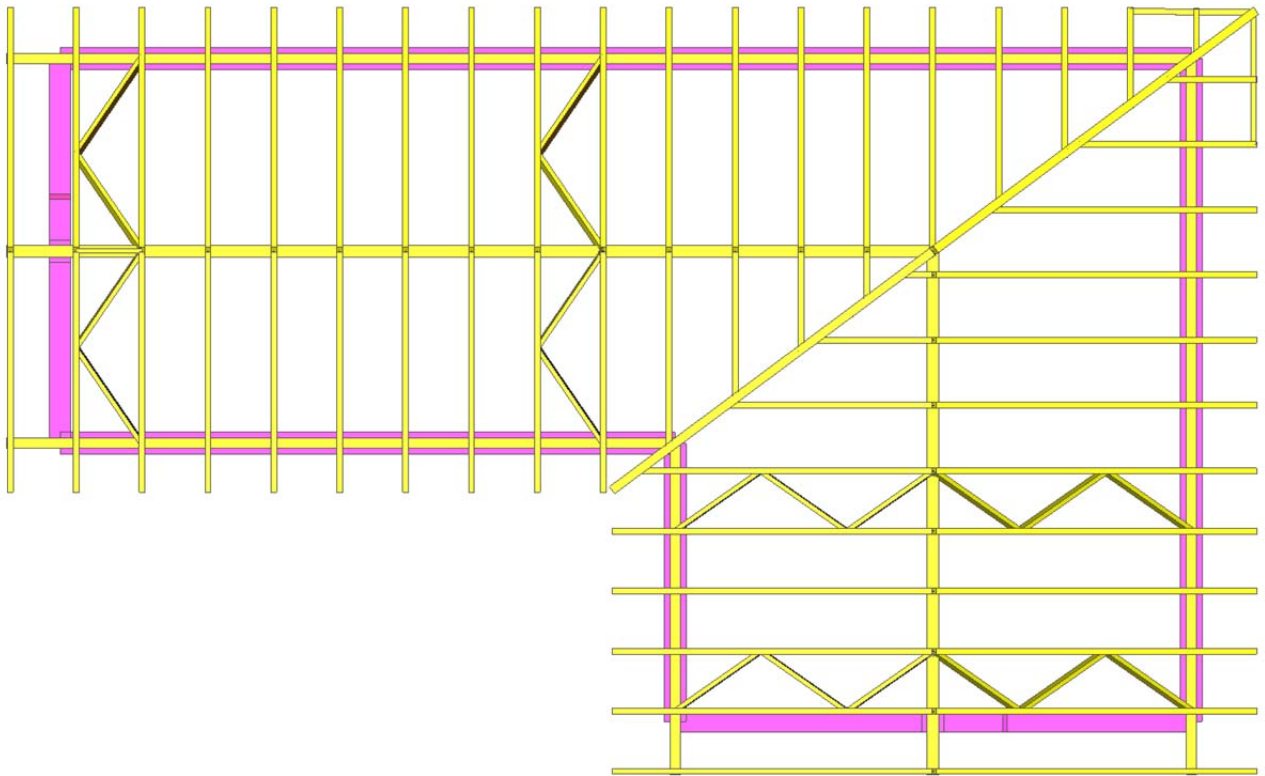
1.3.1 Priestorový model stavby



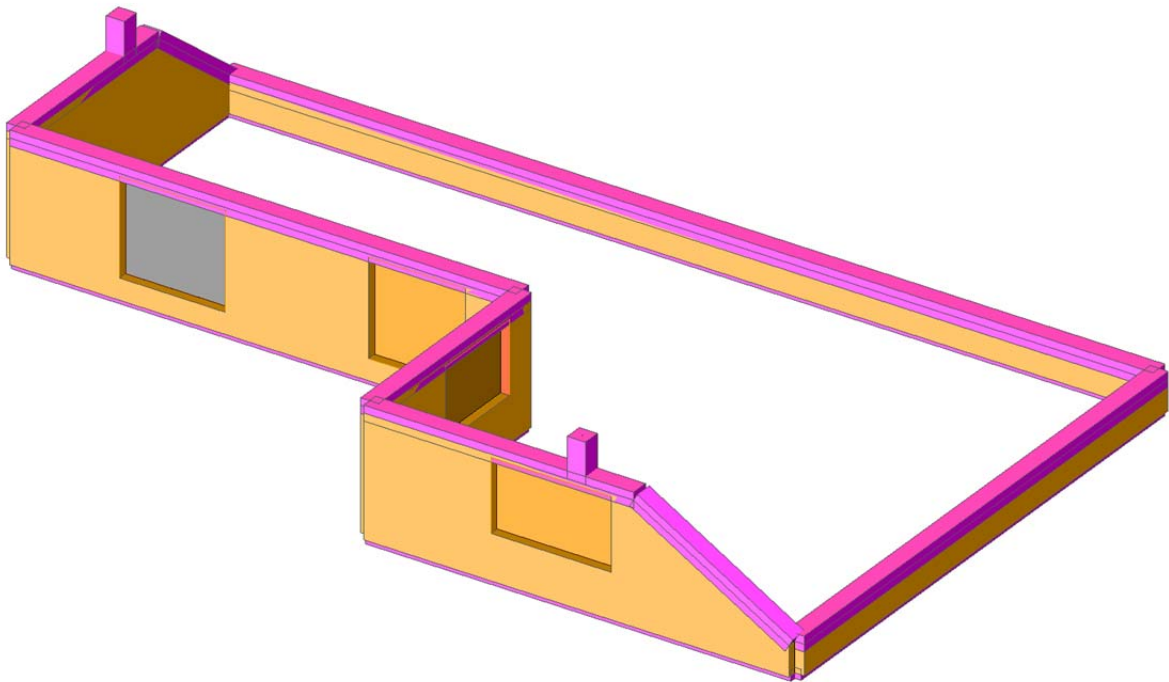
1.3.2 Pohľady



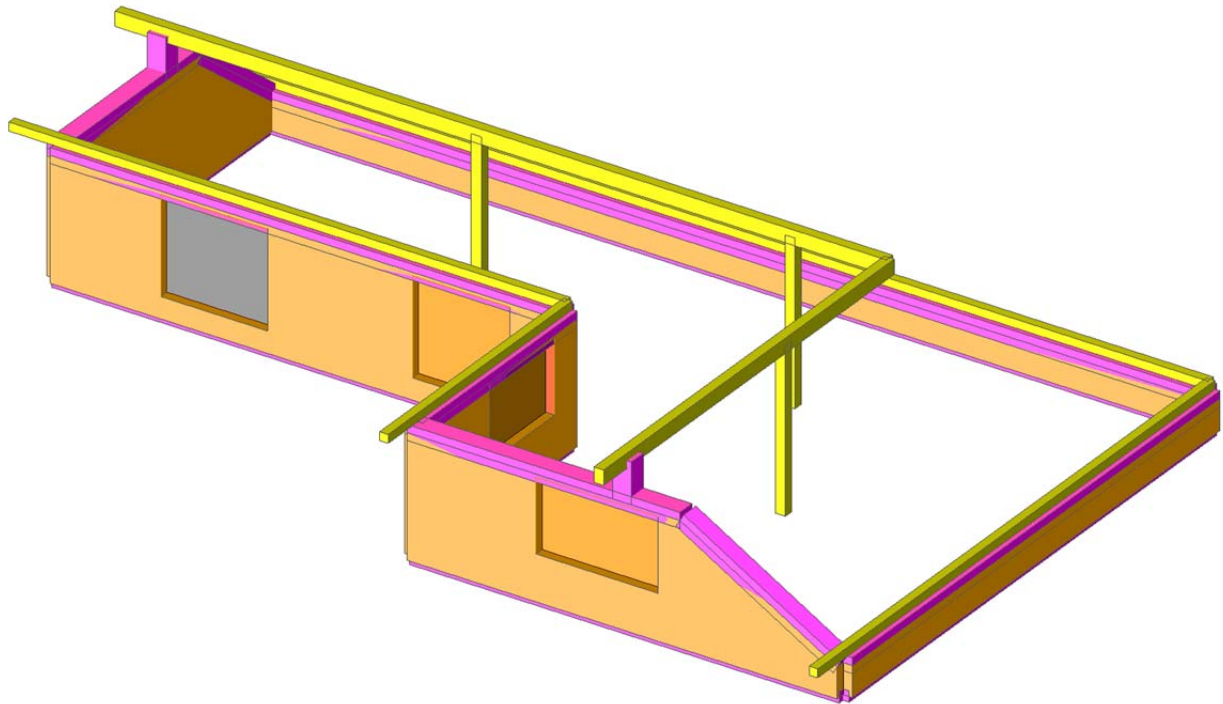
1.3.3 Pohľad zhora



1.3.4 Stožujúce vence a stĺpy



1.3.5 Podperný systém krovu



1.4 Prierezy

Drevené prvky, materiál drevo C24

- krokvy strechy 80/180 mm
- vrcholové väznice krovu 160/240 mm
- pomúrnice krovu 140/140 mm
- stĺpiky krovu 160/160 mm
- diagonálne stuženie strechy 60/160 mm

Železobetónové prvky, materiál betón C20/25, výstuž B 500B

- veniec stien nadstavby hr. 300 mm 300/250 mm
- štartovací veniec nadstavby 300/250 mm
- stĺpy pod väznicami krovu 300/300 mm
- veniec stien zádveria hr. 300 mm 300/250 mm

Murované prvky, materiál pórobetónové tvarovky Ytong

- nosné steny, P3-450 hr. 300 mm

1.5 Materiály

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Typ dreva
C24	Drevo	350,00	1,1000e+04	6,9000e+02	0,01e-003	Teleso

Názov	Typ	Merná hmotnosť [kg/m ³]	E modul [MPa]	G modul [MPa]	Tepel. rozťažnosť [m/mK]	Charakteristická valcová pevnosť v tlaku f _{ck} (28) [MPa]
C20/25	Betón	2500,00	3,0000e+04	1,2500e+04	0,01e-003	20,00

1.6 Zaťažovacie skupiny

Názov	Zaťaženie	Špecifikácia	koef. 2
VLASTNA	Stále		
STALE	Stále		
SNEH	Premenné	Výberová	Zaťaženie snehom H < 1000 m n.m.
VIETOR	Premenné	Výberová	Vietor

1.7 Zaťažovacie stavy

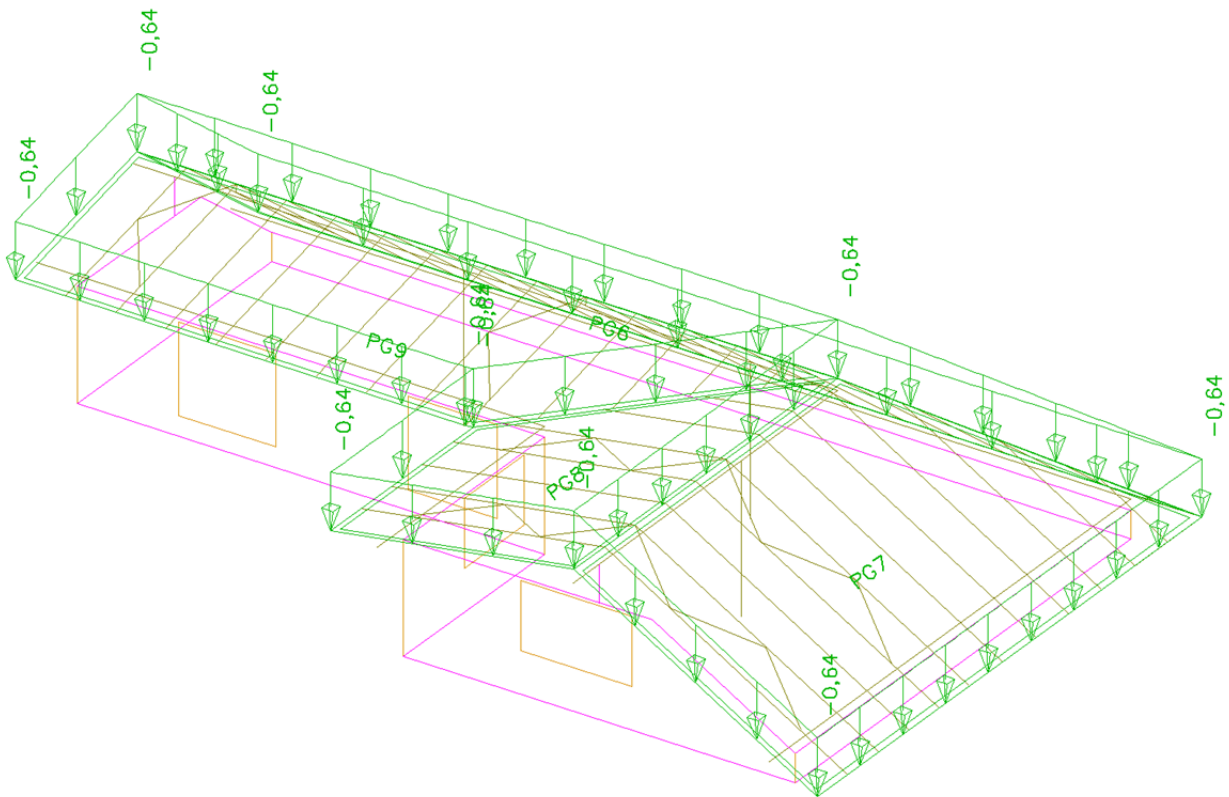
Názov	Typ pôsobenia	Zaťažovacia skupina	Typ zaťaženia	Dĺžka trvania
vlastna	Stále	VLASTNA	Vlastná tiaž	
strecha	Stále	STALE	Štandard	
panely	Premenné	PANELY	Statické	Dlhodobé
sneh1	Premenné	SNEH	Statické	Strednodobé
sneh2	Premenné	SNEH	Statické	Strednodobé
sneh3	Premenné	SNEH	Statické	Strednodobé
vietor1	Premenné	VIETOR	Statické	Krátkodobé
vietor2	Premenné	VIETOR	Statické	Krátkodobé
vietor3	Premenné	VIETOR	Statické	Krátkodobé
vietor4	Premenné	VIETOR	Statické	Krátkodobé

1.8 Kombinácie

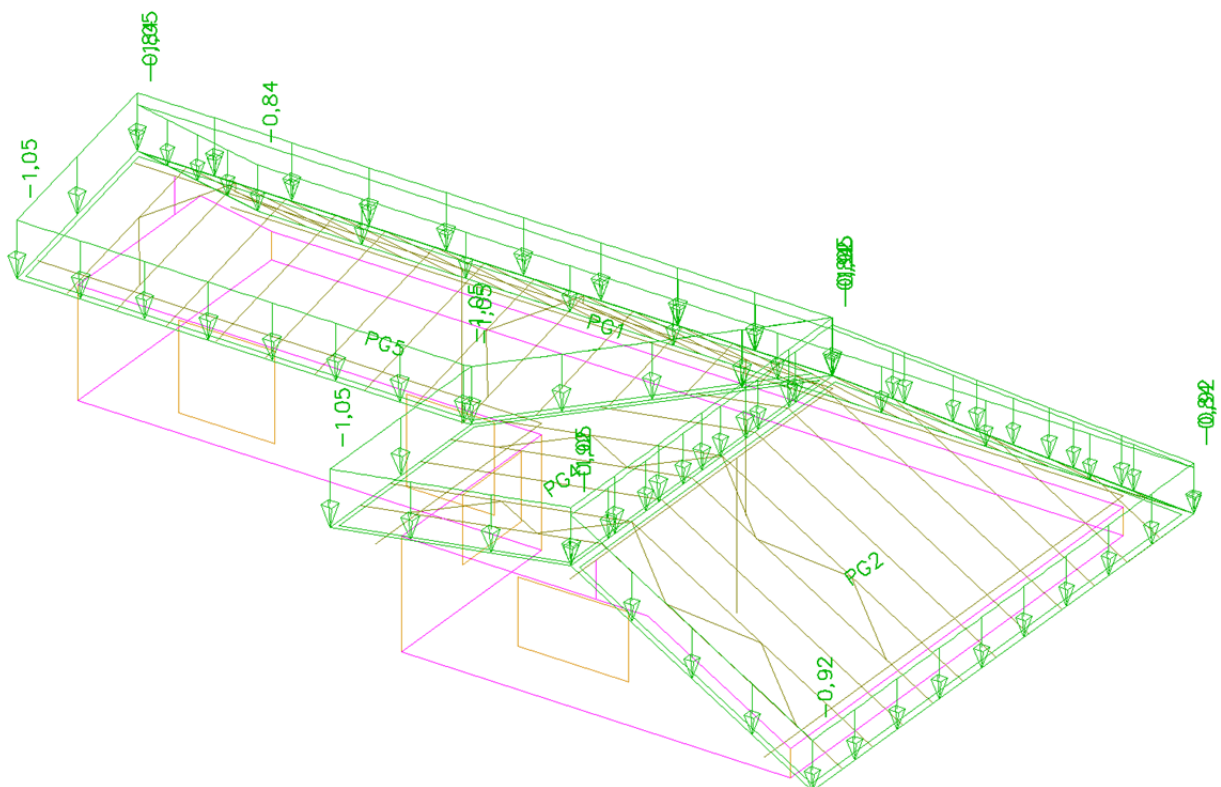
Názov	Typ	Zaťažovacie stavy	Súč. [-]
CO-unosn	EN - MSÚ (STR)	vlastna strecha panely sneh1 sneh2 sneh3 vietor1 vietor2 vietor3 vietor4	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00
CO-pouz	EN-MSP char.	vlastna strecha panely sneh1 sneh2 sneh3 vietor1 vietor2 vietor3 vietor4	1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

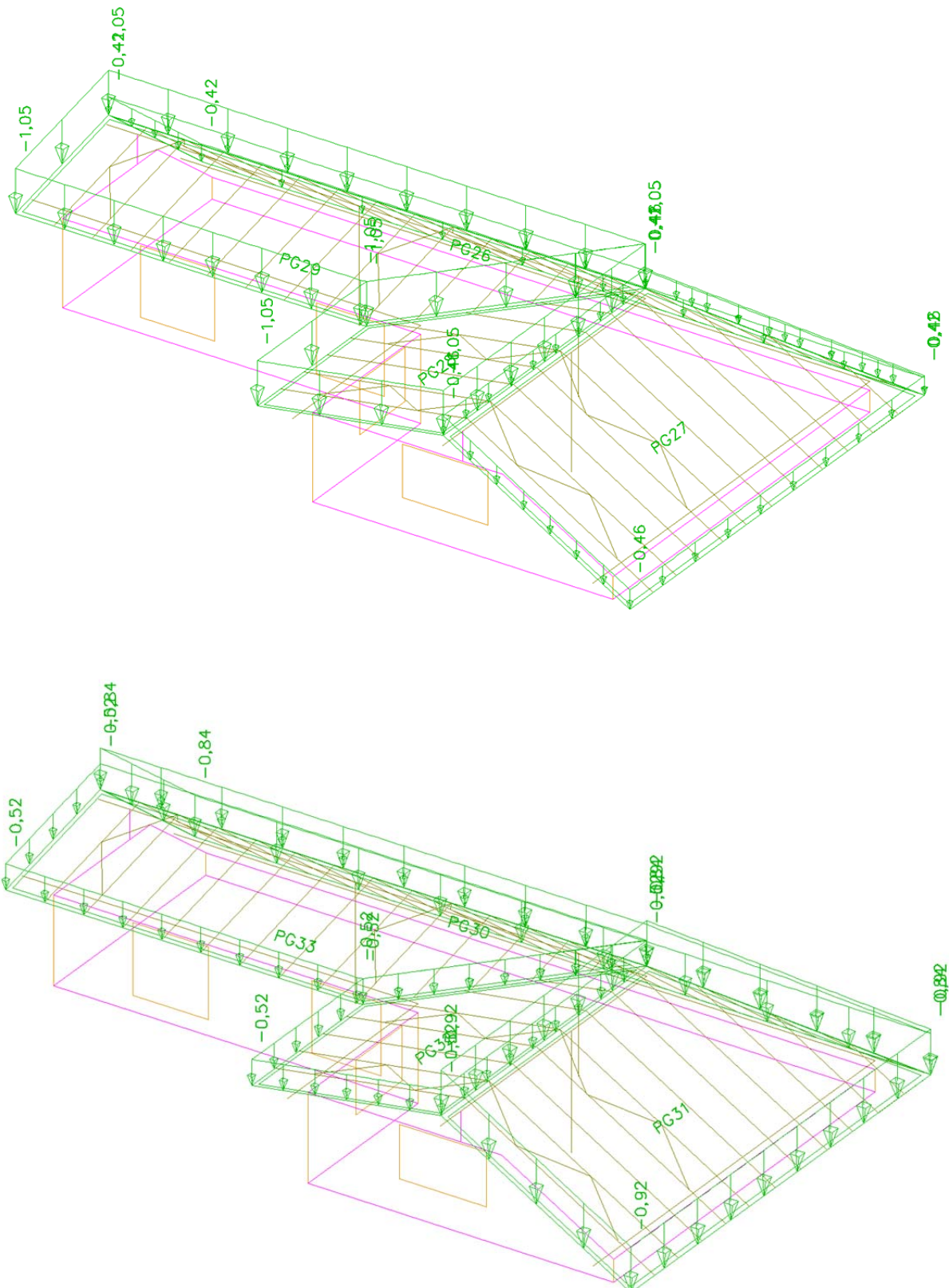
1.9 Zat'azenie graficky

1.9.1 Zat'azenie vrstvami strešného plášťa

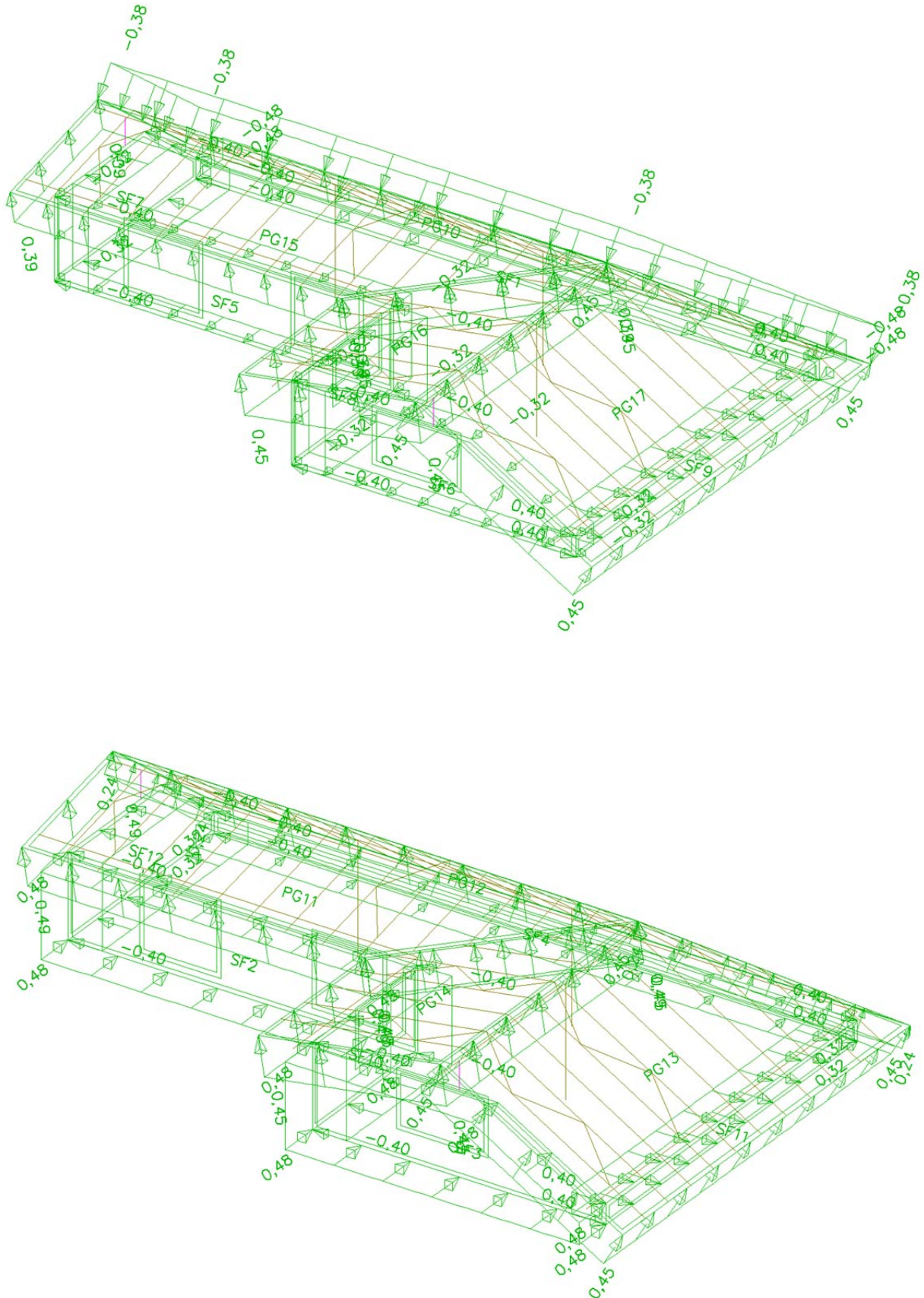


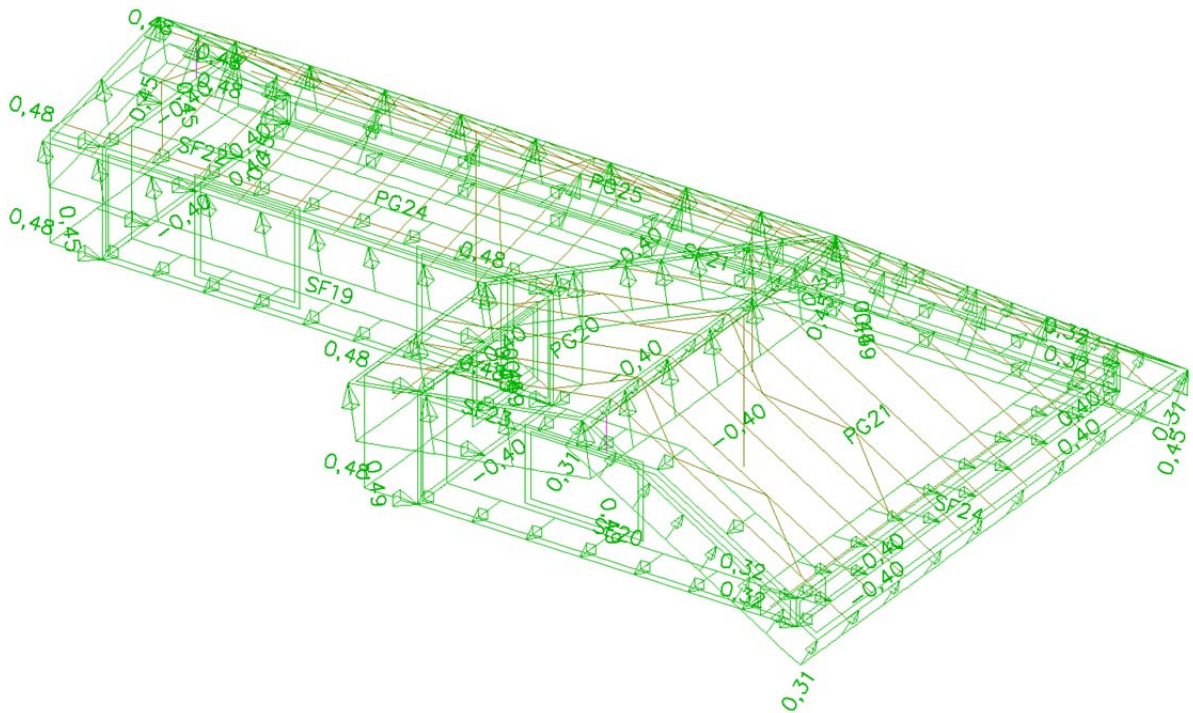
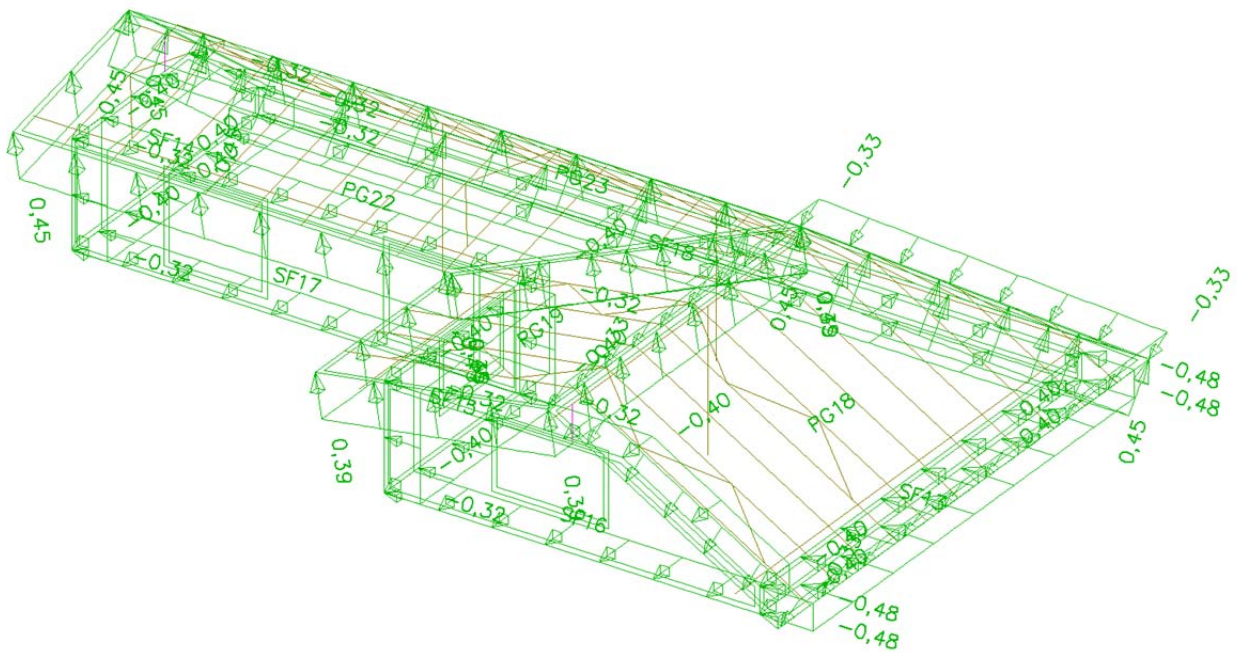
1.9.2 Zat'azenie snehom





1.9.3 Zat'azenie vetrom





2 POSÚDENIE DREVENÝCH NOSNÝCH PRVKOV

2.1 Posúdenie strešnej krokvy

$$M_{yd} = 4,3 \text{ kNm} \quad M_{zd} = 0 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = 5,2 \text{ kN} \quad V_{Ed} = 4,6 \text{ kN}$$

$$L = 4100 \text{ mm}$$

RD - PEVNOSTI C 24

$$f_{mk} = 24 \text{ MPa} \quad f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa} \quad f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa} \quad f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa} \quad E_{0,mean} = 11 \text{ GPa} \quad G_{mean} = 0,69 \text{ GPa}$$

$$\text{Trieda trvania zaťaženia :strednodobé} \quad k_{mod} = 0,8$$

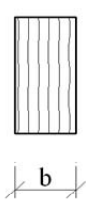
$$\text{parciálny súčiniteľ spoľahlivosti} \quad \gamma_m = 1,3$$

Návrhové hodnoty

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 14,77 \text{ MPa} \quad f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 12,92 \text{ MPa} \quad f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_m} = 1,54 \text{ MPa}$$

Prierezové charakteristiky



$$h = 180 \text{ mm} \quad I_y = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = 0,000039 \text{ m}^4 \quad W_y = \frac{1}{6} b \cdot h^2 = 0,00043 \text{ m}^3$$

$$b = 80 \text{ mm} \quad I_z = \frac{1}{12} b^3 \cdot h = 0,000008 \text{ m}^4 \quad W_z = \frac{1}{6} b^2 \cdot h = 0,00019 \text{ m}^3$$

$$A = b \cdot h = 0,0144 \text{ m}^2$$

$$\text{Návrhové napätie za ohybu} \quad \sigma_{myd} = \frac{M_{yd}}{W_y} = 9,95 \text{ MPa} \quad \sigma_{mzd} = \frac{M_{zd}}{W_z} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\text{Návrhové napätie v tlaku} \quad \sigma_{cod} = \frac{N_{Ed}}{A} = 0,36 \text{ MPa}$$

$$\text{Vplyv stability pre vybočenie v smere osi z (vybočenie kolmo na os y)} \quad l_{efy} = 4100 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = l_{efy} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_y}} = 78,9 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 11,7 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 1,339$$

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 1,500 \quad k_{cy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel_y}^2}} = 0,46$$

$$\text{Vplyv stability pre vybočenie v smere osi y (vybočenie kolmo na os z)} \quad l_{efz} = 4100 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = l_{efz} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_z}} = 177,5 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 2,31 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 3,012$$

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 5,307 \quad k_{cz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,1$$

Vplyv priečnej stability

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times b^2}{h \times l_{eff}} \times E_{0,05} = 50,06 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{mk}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,692$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,04$$

$$k_{crit} = 1 / (\lambda_{rel,m}^2) = 2,09$$

$$k_{crit} = 1,00$$

$$k_{crit} = \mathbf{1,00}$$

Posúdenie na interakciu tlaku a ohybu $k_m = 0,7$ (obdĺžnikové prierezy)

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cz} \cdot f_{cod}} + \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + k_m \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,74 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cy} \cdot f_{cod}} + k_m \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,73 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

Posúdenie na šmyk

$$\text{súčiniteľ trhlín} \quad k_{cr} = 0,67 \quad b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 53,6 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b_{ef} \cdot h = 0,01 \text{ m}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A_{ef}} = 0,72 \text{ MPa} \leq f_{vd} = 1,54 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

Prierez strešnej krokvy 80/180 mm, materiál C24 vyhovuje!

2.2 Posúdenie krokvy nárožia, úžľabia

$$M_{yd} = 7,5 \text{ kNm} \quad M_{zd} = 0 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = 8,7 \text{ kN} \quad V_{Ed} = 9,5 \text{ kN}$$

$$L = 4900 \text{ mm}$$

RD - PEVNOSTI C 24

$$f_{tk,k} = 24 \text{ MPa} \quad f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa} \quad f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa} \quad f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa} \quad E_{0,mean} = 11 \text{ GPa} \quad G_{mean} = 0,69 \text{ GPa}$$

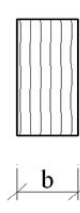
Trieda trvania zaťaženia :strednodobé $k_{mod} = 0,8$
 partiálny súčiniteľ spoľahlivosti $\gamma_m = 1,3$

Návrhové hodnoty

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 14,77 \text{ MPa} \quad f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 12,92 \text{ MPa} \quad f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{vd} = \frac{k_{mod} \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 1,54 \text{ MPa}$$

Prierezové charakteristiky



$$h = 200 \text{ mm} \quad I_y = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = 0,000080 \text{ m}^4 \quad W_y = \frac{1}{6} b \cdot h^2 = 0,00080 \text{ m}^3$$

$$b = 120 \text{ mm} \quad I_z = \frac{1}{12} b^3 \cdot h = 0,000029 \text{ m}^4 \quad W_z = \frac{1}{6} b^2 \cdot h = 0,00048 \text{ m}^3$$

$$A = b \cdot h = 0,0240 \text{ m}^2$$

Návrhové napätie za ohybu $\sigma_{myd} = \frac{M_{yd}}{W_y} = 9,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{mzd} = \frac{M_{zd}}{W_z} = 0,00 \text{ MPa}$

Návrhové napätie v tlaku $\sigma_{cod} = \frac{N_{Ed}}{A} = 0,36 \text{ MPa}$

Vplyv stability pre vybočenie v smere osi z (vybočenie kolmo na os y) $l_{efy} = 4900 \text{ mm}$

$$\lambda_y = l_{efy} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_y}} = 84,87 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_y} = \frac{\pi^2 E_{005}}{\lambda_y^2} = 10,1 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 1,440$$

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 1,651 \quad k_{cy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel_y}^2}} = 0,41$$

Vplyv stability pre vybočenie v smere osi y (vybočenie kolmo na os z) $l_{efz} = 4900 \text{ mm}$

$$\lambda_z = l_{efz} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_z}} = 141,5 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_z} = \frac{\pi^2 E_{005}}{\lambda_z^2} = 3,65 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 2,400$$

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 3,589 \quad k_{cz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,16$$

Vplyv priečnej stability

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times b^2}{h \times l_{eff}} \times E_{0,05} = 84,81 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{mk}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,532$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,16$$

$$k_{crit} = 1 / (\lambda_{rel,m}^2) = 3,53$$

$$k_{crit} = 1,00$$

$$k_{crit} = \mathbf{1,00}$$

Posúdenie na interakciu tlaku a ohybu $k_m = 0,7$ (obdĺžnikové prierezy)

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cz} \cdot f_{cod}} + \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + k_m \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,62 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cy} \cdot f_{cod}} + k_m \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,70 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

Posúdenie na šmyk

$$\text{súčiniteľ trhlín} \quad k_{cr} = 0,67 \quad b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 80,4 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b_{ef} \cdot h = 0,016 \text{ m}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A_{ef}} = 0,89 \text{ MPa} \leq f_{vd} = 1,54 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

Prierez krokvy 120/200 mm, materiál C24 vyhovuje!

2.3 Posúdenie vrcholovej väznice krovu

$$M_{yd} = 16,8 \text{ kNm} \quad M_{zd} = 1,8 \text{ kNm} \quad N_{Ed} = 2,3 \text{ kN} \quad V_{Ed} = 22,6 \text{ kN}$$

$$L = 5200 \text{ mm}$$

RD - PEVNOSTI C 24

$$f_{tk,k} = 24 \text{ MPa} \quad f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa} \quad f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa} \quad f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 7,4 \text{ GPa} \quad E_{0,mean} = 11 \text{ GPa} \quad G_{mean} = 0,69 \text{ GPa}$$

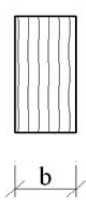
Trieda trvania zaťaženia :strednodobé $k_{mod} = 0,8$
 parciálny súčiniteľ spoľahlivosti $\gamma_m = 1,3$

Návrhové hodnoty

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 14,77 \text{ MPa} \quad f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 12,92 \text{ MPa} \quad f_{t,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 8,62 \text{ MPa}$$

$$f_{vd} = \frac{k_{mod} \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 1,54 \text{ MPa}$$

Prierezové charakteristiky



$$h = 240 \text{ mm} \quad I_y = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = 0,000184 \text{ m}^4 \quad W_y = \frac{1}{6} b \cdot h^2 = 0,00154 \text{ m}^3$$

$$b = 160 \text{ mm} \quad I_z = \frac{1}{12} b^3 \cdot h = 0,000082 \text{ m}^4 \quad W_z = \frac{1}{6} b^2 \cdot h = 0,00102 \text{ m}^3$$

$$A = b \cdot h = 0,0384 \text{ m}^2$$

Návrhové napätie za ohybu $\sigma_{myd} = \frac{M_{yd}}{W_y} = 10,94 \text{ MPa} \quad \sigma_{mzd} = \frac{M_{zd}}{W_z} = 1,76 \text{ MPa}$

Návrhové napätie v tlaku $\sigma_{cod} = \frac{N_{Ed}}{A} = 0,06 \text{ MPa}$

Vplyv stability pre vybočenie v smere osi z (vybočenie kolmo na os y) $l_{efy} = 5200 \text{ mm}$

$$\lambda_y = l_{efy} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_y}} = 75,06 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_y} = \frac{\pi^2 \cdot E_{005}}{\lambda_y^2} = 13,0 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 1,273$$

$$k_y = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 1,408 \quad k_{cy} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel_y}^2}} = 0,50$$

Vplyv stability pre vybočenie v smere osi y (vybočenie kolmo na os z) $l_{efz} = 5200 \text{ mm}$

$$\lambda_z = l_{efz} \cdot \sqrt{\frac{A}{I_z}} = 112,6 \quad \beta_c = 0,2$$

$$\sigma_{crit_z} = \frac{\pi^2 \cdot E_{005}}{\lambda_z^2} = 5,8 \text{ MPa} \quad \lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{cok}}{\sigma_{crit}}} = 1,910$$

$$k_z = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = 2,485 \quad k_{cz} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel}^2}} = 0,25$$

Vplyv priečnej stability

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \times b^2}{h \times l_{eff}} \times E_{0,05} = 118,40 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{mk}}{\sigma_{m,crit}}} = 0,450$$

$$k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,22$$

$$k_{crit} = 1 / (\lambda_{rel,m}^2) = 4,93$$

$$k_{crit} = 1,00$$

$$k_{crit} = \mathbf{1,00}$$

Posúdenie na interakciu tlaku a ohybu $k_m = 0,7$ (obdĺžnikové prierezy)

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cz} \cdot f_{cod}} + \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + k_m \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,66 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

$$\frac{\sigma_{cod}}{k_{cy} \cdot f_{cod}} + k_m \frac{\sigma_{mzd}}{k_{crit} \times f_{md}} + \frac{\sigma_{myd}}{k_{crit} \times f_{md}} = 0,83 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

Posúdenie na šmyk

súčiniteľ trhlín $k_{cr} = 0,67$ $b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 107,2 \text{ mm}$

$$A_{ef} = b_{ef} \cdot h = 0,026 \text{ m}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V}{A_{ef}} = 1,32 \text{ MPa} \leq f_{vd} = 1,54 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

Prierez vrcholovej väznice 160/240 mm, materiál C24 vyhovuje!

2.4 Posúdenie pomúrnic

$$M_{yd} = 2,6 \text{ kNm} \quad M_{zd} = 0,8 \text{ kNm} \quad V_{y,Ed} = 0,6 \text{ kN} \quad L = 1000 \text{ mm}$$

$$M_{tor,d} = 0,2 \text{ kNm} \quad V_{z,Ed} = 3,8 \text{ kN}$$

$$\text{RD - PEVNOSTI C 24} \quad f_{mk} = 24 \text{ MPa} \quad f_{vk} = 2,5 \text{ MPa}$$

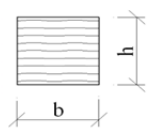
$$\text{Trieda trvania zaťaženia :strednodobé} \quad k_{mod} = 0,8$$

$$\text{parciálny súčiniteľ spoľahlivosti} \quad \gamma_m = 1,3$$

Návrhové hodnoty

$$f_{md} = \frac{k_{mod} \cdot f_{mk}}{\gamma_m} = 14,77 \text{ MPa} \quad f_{vd} = \frac{k_{mod} \cdot f_{vk}}{\gamma_m} = 1,54 \text{ MPa}$$

Prierezové charakteristiky



$$h = 140 \text{ mm}$$

$$b = 140 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{12} b \cdot h^3 = 0,00003 \text{ m}^4 \quad W_y = \frac{1}{6} b \cdot h^2 = 0,00046 \text{ m}^3$$

$$I_z = \frac{1}{12} b^3 \cdot h = 0,000032 \text{ m}^4 \quad W_z = \frac{1}{6} b^2 \cdot h = 0,00046 \text{ m}^3$$

$$A = b \cdot h = 0,020 \text{ m}^2$$

$$\text{Návrhové napätie za ohybu} \quad \sigma_{myd} = \frac{M_{yd}}{W_y} = 5,69 \text{ MPa} \quad \sigma_{mzd} = \frac{M_{zd}}{W_z} = 1,75 \text{ MPa}$$

Posúdenie na ohyb

$$k_m = 0,7 \quad (\text{obdĺžnikové prierezy})$$

$$\frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} + k_m \frac{\sigma_{mzd}}{f_{md}} = 0,47 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

$$k_m \frac{\sigma_{myd}}{f_{md}} + \frac{\sigma_{mzd}}{f_{md}} = 0,39 \leq 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

Posúdenie na šmyk

$$\text{súčiniteľ trhlín} \quad k_{cr} = 0,67 \quad b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 93,8 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = b_{ef} \cdot h = 0,013 \text{ m}^2 \leq f_{vd} = 1,54 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

$$\tau_{y,d} = \frac{3}{2} \frac{V_{y,Ed}}{A_{ef}} = 0,07$$

$$\tau_{z,d} = \frac{3}{2} \frac{V_{z,Ed}}{A_{ef}} = 0,43$$

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{y,d}^2 + \tau_{z,d}^2} = 0,44 \text{ MPa} < f_{vd} = 1,54 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

Posúdenie na krútenie

$$M_{tor,d} = 0,2 \text{ kNm} \quad h/b = 1 \rightarrow k_{tor} = 0,215$$

Návrhová pevnosť v krútení

$$k_{shape} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 h/b = 1,15 \\ 2 \end{array} \right. \rightarrow k_{shape} = 1,15 \quad f_{tor,d} = k_{shape} \cdot f_{vd} = 1,77 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tor,d} = \frac{M_{tor,d}}{k_{tor} \cdot h \cdot b^2} = 0,34 < f_{tor,d} = 1,77 \text{ MPa} \quad \text{vyhovuje!}$$

Interakcia šmyku a krútenia

$$\frac{\tau_{tor,d}}{f_{tor,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{vd}} \right)^2 \leq 1,0$$

$$0,27 < 1 \quad \text{vyhovuje!}$$

Pomúrnic prierezu 140/140 mm, materiál C24 vyhovuje!

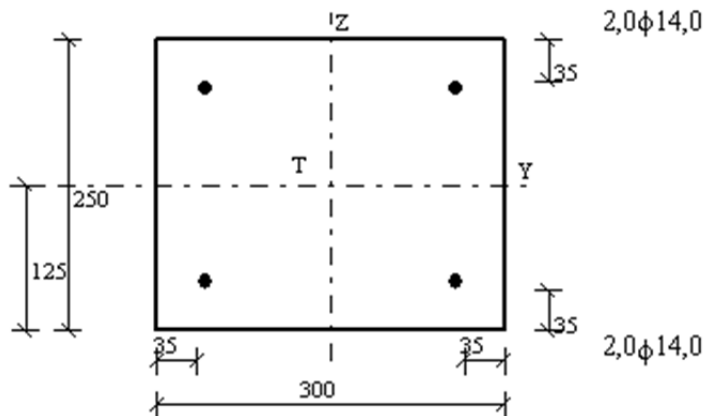
3 POSÚDENIE ŽELEZOBETÓNOVÝCH PRVKOV

3.1 Posúdenie stužujúceho venca nadstavby

Posúdenie na ohyb:

Prierez:	Veniec 300/250 mm (veniec stien hr. 300 mm)			
Norma:	EN 1992-1-1			
Betón:	C20/25	$f_{ck}=20,0$ MPa	$f_{ctm}=2,20$ MPa	$E_{cm}=30000$ MPa
Oceľ:	10505 R	$f_{yk}=490$ MPa		$E_s=200000$ MPa
Súčiniteľ:	$\gamma_c=1,500$	$\gamma_s=1,150$	$\alpha_{cc}=1,000$	

Zat'azenie:	$N_{Ed}=0,00$ kN	$M_{Ed,y}=6,80$ kNm	$M_{Ed,z}=14,60$ kNm
Prierez:	$A_b=0,075$ m ²	$A_s=615,8$ mm ²	



Odolnosť prierezu:

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 0,00/1262,36 = 0,00 \quad a=1,00$$

$$(M_{Edy}/M_{Rdy})^a + (M_{Edz}/M_{Rdz})^a < 1$$

$$(6,80/25,15)^{1,00} + (14,60/31,23)^{1,00} < 1$$

$$0,738 < 1$$

Prierez vyhovuje !

Posúdenie na šmyk:

Norma:	EN 1992-1-1			
Betón:	C20/25	$f_{ck}=20,0$ MPa	$f_{ctm}=2,20$ MPa	$E_{cm}=30000$ MPa
Oceľ:	10505 R	$f_{yk}=490$ MPa		$E_s=200000$ MPa
Strmene:	10505 R	$f_{ywk}=490$ MPa		$E_s=200000$ MPa

Zat'azenie:	$V_{Ed}=15,60$ kN	$T_{Ed}=7,60$ kNm	$N_{Ed}=0,00$ kN	$M_{Ed}=14,60$ kNm
Súčiniteľ:	$\gamma_c=1,500$	$\gamma_s=1,150$	$\alpha_{cc}=1,000$	
Prierez:	$b_w=0,250$ m	$h=0,300$ m	$d=0,258$ m	$z_b=0,232$ m
Strmene:	$\phi_s=8,0$ mm	2-strižný	$s_s=170$ mm	$\alpha_s=90,0^\circ$
	$A_{sw}=100,5$ mm ² (šmyk)		$A_{swt}=100,5$ mm ² (krútenie)	

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

výstuž	z [mm]	A_s [mm ²]
2 x φ14,0	258	307,9
2 x φ14,0	42	307,9

Plocha hlavnej ťahovej výstuže:

$$A_{sl,main} = 307,9 \text{ mm}^2$$

Plocha výstuže na krútenie:

$$A_{sl} = 615,8 \text{ mm}^2$$

Plocha výstuže v jednej účinnej zvislej stene:

$$A_{sl,w} = 0,0 \text{ mm}^2$$

Šmyková odolnosť prvku so šmykovou výstužou:

Priemerné tlakové napätie v priereze od N_{Ed} :	$\sigma_{cp}=0,0$ kPa
Súčiniteľ inerakcie:	$\alpha_{cw}=1,0$
Maximálna šmyková odolnosť:	$V_{Rd,max} = 210,4$ kN

Odolnosť v krútení:

Účinná šírka steny:	$t_{ef} = 83,3$ mm
Maximálna odolnosť v krútení:	$T_{Rd,max} = 21,8$ kNm

Ťahová sila vo výstuži:

Celková dodatočná sila od šmykových účinkov a krútenia:	$F_{td,1} = 114,7$ kN
- z toho sila v jednej účinnej zvislej stene:	$H_{Ed,h} = 0,0$ kN
- z toho sila v jednej účinnej vodorovnej stene:	$H_{Ed,b} = 57,4$ kN
Dodatočná sila bude prenášaná všetkou výstužou.	
Sila v hlavnej pozdĺžnej výstuži od ohybových účinkov:	$F_{td,2} = 0,0$ kN
Celková sila v hlavnej pozdĺžnej výstuži:	$F_{td} = H_{Ed,b} + F_{td,2} = 57,4$ kN

Odolnosť prierezu:

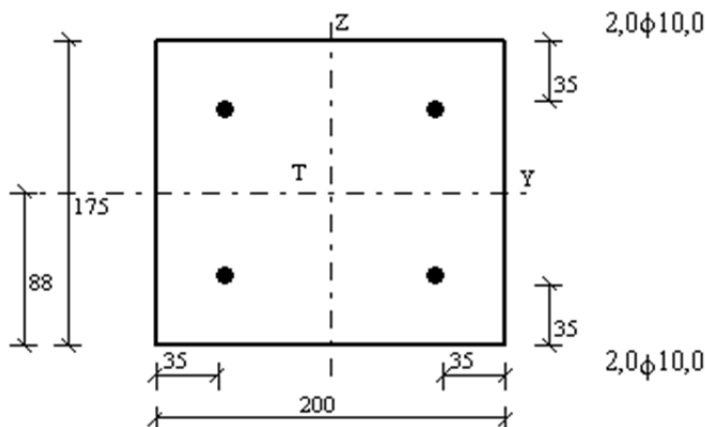
Porušenie tlakovej diagonály:		
$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} < 1$	$0,423 < 1$	vyhovuje
Napätie v šmykovej výstuži:		
$\sigma_{swd} < f_{ywd}$	$196,98 < 426,09$ MPa	vyhovuje
Ťahaný pás - hlavná ťahová výstuž:		
$F_{td} < A_{sl,main} f_{yd}$	$57,4 < 131,2$ kN	vyhovuje
Stupeň vystuženia:		
$\rho_w > \rho_{w,min}$	$0,00237 > 0,00073$	vyhovuje

Prierez vyhovuje !

3.2 Posúdenie štartovacieho venca nadstavby

Posúdenie na ohyb:

Prierez:	Veniec 300/250 mm (budovaný do U tvaroviek)			
Norma:	EN 1992-1-1			
Betón:	C20/25	$f_{ck}=20,0$ MPa	$f_{ctm}=2,20$ MPa	$E_{cm}=30000$ MPa
Oceľ:	10505 R	$f_{yk}=490$ MPa		$E_s=200000$ MPa
Súčiniteľ:	$\gamma_c=1,500$	$\gamma_s=1,150$	$\alpha_{cc}=1,000$	
Zaťaženie:	$N_{Ed}=0,00$ kN	$M_{Ed,y}=2,70$ kNm	$M_{Ed,z}=4,60$ kNm	
Prierez:	$A_b=0,035$ m ²	$A_s=314,2$ mm ²		



Odolnosť prierezu:

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 0,00/600,53 = 0,00 \quad a=1,00$$

$$(M_{Edy}/M_{Rdy})^a + (M_{Edz}/M_{Rdz})^a < 1$$

$$(2,70/8,32)^{1,00} + (4,60/9,79)^{1,00} < 1$$

$$0,794 < 1$$

Prierez vyhovuje !

Šmyková výstuž:

Dvojstrižné strmienka $\varnothing 6$ mm, á 150 mm, materiál B 500B

3.3 Posúdenie venca stien zádveria

Posúdenie na ohyb:

Prierez: Veniec 300/250 mm

Norma: EN 1992-1-1

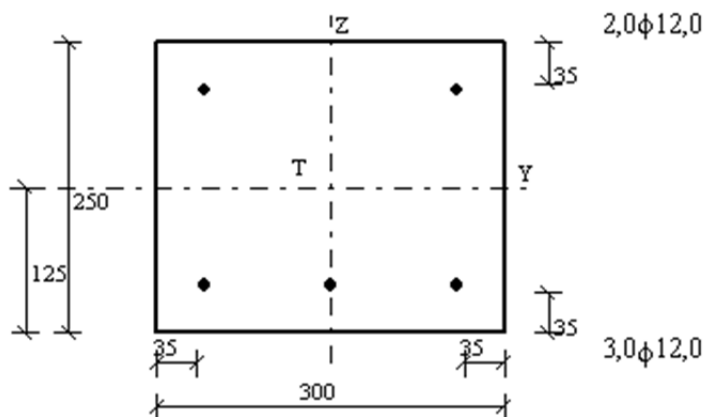
Betón: C20/25 $f_{ck}=20,0$ MPa $f_{ctm}=2,20$ MPa $E_{cm}=30000$ MPa

Oceľ: 10505 R $f_{yk}=490$ MPa $E_s=200000$ MPa

Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$ $\alpha_{cc}=1,000$

Zaťaženie: $N_{Ed}=0,00$ kN $M_{Ed,y}=9,30$ kNm $M_{Ed,z}=5,80$ kNm

Prierez: $A_b=0,075$ m² $A_s=565,5$ mm²



Odolnosť prierezu:

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 0,00/1240,95 = 0,00 \quad a=1,00$$

$$(M_{Edy}/M_{Rdy})^a + (M_{Edz}/M_{Rdz})^a < 1$$

$$(9,30/27,57)^{1,00} + (5,80/23,62)^{1,00} < 1$$

$$0,583 < 1$$

Prierez vyhovuje !

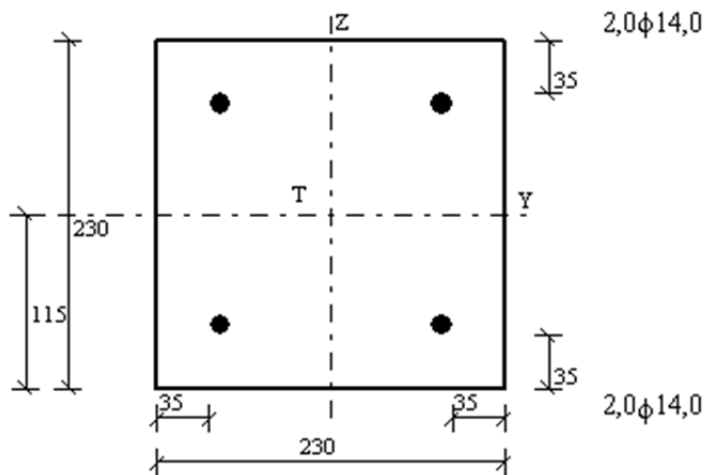
Šmyková výstuž:

Dvojstrižné strmienka $\varnothing 8$ mm, á 170 mm, materiál B 500B

3.4 Posúdenie stĺpa 1.NP

Posúdenie na tlak + ohyb:

Prierez:	Stĺp 300/300 mm (stĺp pod stĺpikom krovu)			
Norma:	EN 1992-1-1			
Betón:	C20/25	$f_{ck}=20,0$ MPa	$f_{ctm}=2,20$ MPa	$E_{cm}=30000$ MPa
Oceľ:	10505 R	$f_{yk}=490$ MPa		$E_s=200000$ MPa
Súčiniteľ:	$\gamma_c=1,500$	$\gamma_s=1,150$	$\alpha_{cc}=1,000$	
Dĺžka:	$l=3,00$ m	$l_{0,y}=6,00$ m	$\lambda_y=90,4$	$\lambda_{lim,y}=51,2$
		$l_{0,z}=6,00$ m	$\lambda_z=90,4$	$\lambda_{lim,z}=51,2$
Excentricita:	$e_{1z}=0,100$ m	$e_{iz}=0,015$ m	$e_{2z}=0,113$ m	
	$e_{0z}=\max(e_{1z}+e_{iz}, b/30, 0.02)=0,115$ m		$e_{tot,z}=e_{0z}+e_{2z}=0,228$ m	
	$e_{1y}=0,129$ m	$e_{iy}=0,015$ m	$e_{2y}=0,113$ m	
	$e_{0y}=\max(e_{1y}+e_{iy}, h/30, 0.02)=0,144$ m		$e_{tot,y}=e_{0y}+e_{2y}=0,257$ m	
Zat'azenie:	$N_{Ed}=-45,00$ kN	$M_y=4,50$ kNm	$M_{Ed,y}=N_{Ed} \cdot e_{tot,z}=10,27$ kNm	
		$M_z=5,80$ kNm	$M_{Ed,z}=N_{Ed} \cdot e_{tot,y}=11,57$ kNm	
Prierez:	$A_b=0,053$ m ²	$A_s=615,8$ mm ²		



Odolnosť prierezu:

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 45,00/967,70 = 0,05 \quad a=1,00$$

$$(M_{Edy}/M_{Rdy})^a + (M_{Edz}/M_{Rdz})^a < 1$$

$$(10,27/25,14)^{1,00} + (11,57/25,14)^{1,00} < 1$$

$$0,869 < 1$$

Prierez vyhovuje !

Šmyková výstuž:

Dvojstrižné strmienka $\varnothing 6$ mm, á 150 mm, materiál B 500B