

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

STATICKÉ ŘEŠENÍ VYBRANÝCH ŽELEZOBETONOVÝCH ČÁSTÍ OBJEKTU

DESIGN OF THE SELECTED PARTS OF THE CONCRETE OBJECT

P4) MODEL KROVU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARKÉTA HRVOLOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH

1. ÚVOD	4
2. POPIS KONSTRUKCE	4
3. VSTUPNÍ ÚDAJE	5
4. MATERIÁLY	5
5. PRŮŘEZY	5
6. GEOMETRIE	9
7. OKRAJOVÉ PODMÍNKY	11
8. PODPORY.....	12
9. ZATÍŽENÍ.....	12
9.1. ZS1 Vlastní tíha	12
9.2. ZS2 Stálé.....	13
9.3. ZS3 Sníh plný	14
9.4. Vítr.....	15
9.4.1. Vítr příčný shora	17
9.4.2. Vítr příčný zdola.....	17
9.4.3. Vítr podélný zleva	18
9.4.4. Vítr podélný zprava.....	18
10. Reakce.....	19
10.1. CO0 - ZS1 Vlastní tíha + ZS2 Stálé.....	19
10.1.1. Rx	20
10.1.2. Mx.....	20
10.1.3. My	20
10.2. ZS3 Sníh plný	21
10.2.1. Rz	21
10.2.2. Mx.....	21
10.2.3. My	22
10.3. ZS4 Vítr příčný shora	22
10.3.1. Rz	22
10.3.2. Mx.....	23
10.3.3. My	23
10.4. ZS5 Vítr příčný zdola.....	23
10.4.1. Rz	24
10.4.2. Mx.....	24

10.4.3.	My	24
10.5.	ZS6 Vítr podélný zleva	25
10.5.1.	Rz	25
10.5.2.	Mx	25
10.5.3.	My	26
10.6.	ZS7 Vítr podélný zprava	26
10.6.1.	Rz	26
10.6.2.	Mx	27
10.6.3.	My	27
11	ZÁVĚR	27

1. ÚVOD

Pro stanovení zatížení na řešenou železobetonovou stropní desku nad 1.NP zadaného rodinného domu je potřeba stanovit reakce od 6 sloupků, jenž se o ní bezprostředně opírají a od nárožní krokve, která je uložena na pozednici na části nadezdívky, která nelícuje s nosnými stěnami tvořícími podpory desky.

2. POPIS KONSTRUKCE

Jedná se o dřevo ocelovou konstrukci krovu nad 2.NP. Tvar je sedlový o konstantním sklonu 37° , se štítem na západní stranu, valbou s větším vikýřem o sklonu 37° na stranu východní a menším vikýřem o sklonu $41,2^\circ$ směřujícím na jih (viz výkresová dokumentace v příloze P1 Použité podklady).

Střecha je navržena z keramických tašek pokládaných na laťování (latě a kontralatě), pod nimi je větraná vzduchová mezera a difúzní fólie Jutadach D115. Konstrukce je zateplena mezikrokevní a podkrokevní tepelnou izolací Rockwool.

Konstrukce krovu je vaznicová, jedná se o stojatou stolici. Sestává z dřevěných krokví obdélníkového průřezu 100/180 mm uložených na dřevěné pozednici dimenze 140/140 mm a středové vaznici navržené z ocelových nosníků 2x U220, které jsou přivařeny k ocelovým sloupkům krovu, tvořených profily 2x U120. Ve stropní konstrukci jsou navrženy ocelové kotevní desky, ke kterým jsou sloupky přivařeny. Krokve jsou nad úrovní středové vaznice staženy dřevěnými kleštinami dimenze 2x 40/180 mm, které současně tvoří stropnice nad 2.NP. Pod hřebenem jsou krokve dodatečně staženy krátkými kleštinami stejného průřezu. Pozednice je kotvena do nadezdívky šrouby M16.

Vikýře jsou podporovány vlastními konstrukcemi obdobného složení jako hlavní část krovu. Středové vaznice jsou dřevěné dimenze 140/160 mm, podporovány hlavními vaznicemi na jedné straně a uloženy na obvodové stěně na straně druhé. Nárožní krokve jsou dřevěné průřezu 100/200 mm.

Byla použita ocel S235 a smrkové dřevo pevnostní třídy C24.

Pro vytvoření modelu, výpočet vnitřních sil a reakcí od krovu byla použita studentská verze výpočetního programu Scia Engineer 2013.0.

3. VSTUPNÍ ÚDAJE

Jedná se o prostorovou prutovou konstrukci, která je vytvořena jako obecná XYZ. Použité materiály jsou ocel S235 a dřevo C24. Výpočty jsou provedeny na základě metody konečných prvků za použití hodnot eurokódu a české národní přílohy.

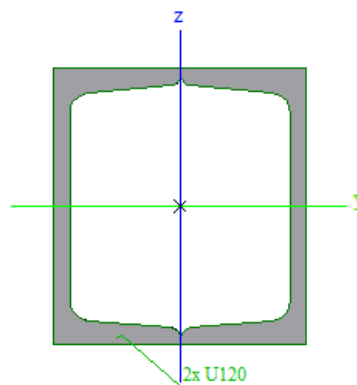
4. MATERIÁLY

Jméno	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa] G [Mpa]	ν [-] α [m/mK]	Dolní mez [mm]	Horní mez [mm]	f_y (rozsah) [MPa]	f_u (rozsah) [MPa]
S235	7850,0	$2,1000 \cdot 10^5$	0,30	0	40	235,0	360,0
		$8,0769 \cdot 10^4$	0,00	40	80	215,0	360,0

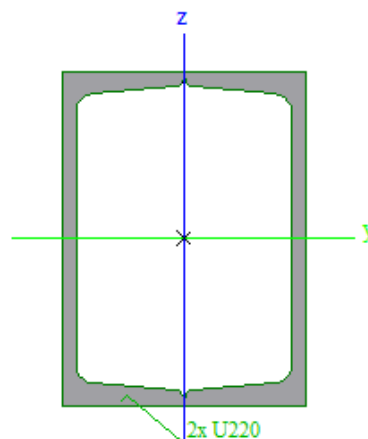
Jméno Typ Typ dřeva	Jednotková hmotnost [kg/m ³]	E [MPa] ν [-] G [Mpa]	α [m/mK]	Ohyb ($f_{m,k}$) [MPa] Tah ($f_{t,0,k}$) [MPa] Tah ($f_{t,90,k}$) [MPa]	Tlak ($f_{c,0,k}$) [MPa] Tlak ($f_{c,90,k}$) [MPa] Smyk ($f_{v,k}$) [MPa]
C24 Dřevo Rostlé dřevo	350,0	$1,1000 \cdot 10^4$	0,00	24,0	21,0
		0		14,0	2,5
		$6,9000 \cdot 10^2$		0,4	4,0

5. PRŮŘEZY

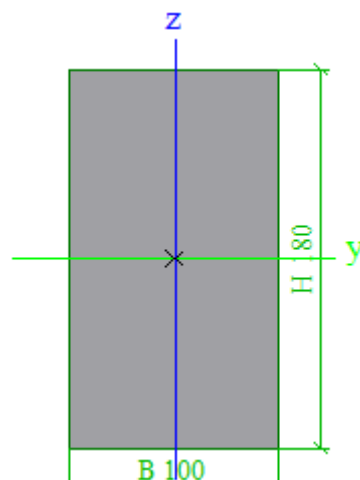
Sloupek		
Typ	2U komora	
Detailní	U120	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	Válcovaný	
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b
A [m ²]	$3,4522 \cdot 10^{-3}$	
A_y [m ²], A_z [m ²]	$1,8128 \cdot 10^{-3}$	$1,6874 \cdot 10^{-3}$
I_y [m ⁴], I_z [m ⁴]	$7,4281 \cdot 10^{-6}$	$6,0570 \cdot 10^{-6}$
W_{elz} [m ³], W_{ely} [m ³]	$1,1013 \cdot 10^{-4}$	$1,2380 \cdot 10^{-4}$
W_{plz} [m ³], W_{ply} [m ³]	$1,3365 \cdot 10^{-4}$	$1,4819 \cdot 10^{-4}$
I_w [m ⁶], I_t [m ⁴]	$2,4244 \cdot 10^{-10}$	$9,6510 \cdot 10^{-6}$
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]	55	60
α [deg]	0,00	
M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]	$3,48 \cdot 10^4$	$3,48 \cdot 10^4$
M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]	$3,14 \cdot 10^4$	$3,14 \cdot 10^4$
AL [m ² /m], AD [m ² /m]	$4,6000 \cdot 10^{-1}$	$8,4624 \cdot 10^{-1}$
β_y [mm], β_z [mm]	0	0



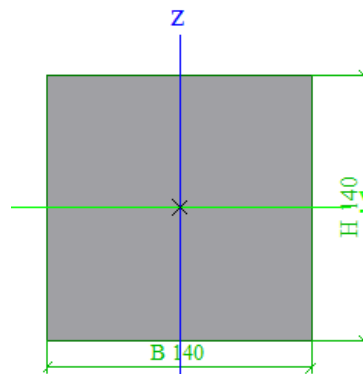
Středová vaznice		
Typ	2U komora	
Detailní	U220	
Typ tvaru	Tenkostěnný	
Materiál	S 235	
Výroba	Válcovaný	
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b
$A [m^2]$	$7,5930 \cdot 10^{-3}$	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$3,6957 \cdot 10^{-3}$	$3,9401 \cdot 10^{-3}$
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$5,4808 \cdot 10^{-5}$	$2,9776 \cdot 10^{-5}$
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$3,7219 \cdot 10^{-4}$	$4,9826 \cdot 10^{-4}$
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$4,4229 \cdot 10^{-4}$	$5,9310 \cdot 10^{-4}$
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$1,4988 \cdot 10^{-8}$	$5,6180 \cdot 10^{-5}$
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	80	110
$\alpha [deg]$	0,00	
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,39 \cdot 10^5$	$1,39 \cdot 10^5$
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$1,04 \cdot 10^5$	$1,04 \cdot 10^5$
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$4,6000 \cdot 10^{-1}$	1,4204
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0



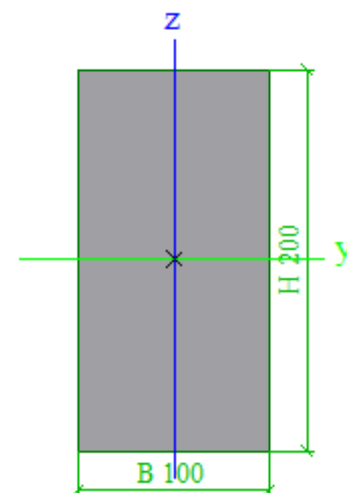
Krokv		
Typ	OBDEL	
Detailní	100; 180	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C24	
Výroba	dřevo	
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b
$A [m^2]$	$1,8000 \cdot 10^{-2}$	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$1,5000 \cdot 10^{-2}$	$1,5000 \cdot 10^{-2}$
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$4,8600 \cdot 10^{-5}$	$1,5000 \cdot 10^{-5}$
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$3,0000 \cdot 10^{-4}$	$5,4000 \cdot 10^{-4}$
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$3,6000 \cdot 10^{-4}$	$6,4800 \cdot 10^{-4}$
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$1,1514 \cdot 10^{-8}$	$3,9073 \cdot 10^{-5}$
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	50	90
$\alpha [deg]$	0,00	
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,36 \cdot 10^4$	$1,36 \cdot 10^4$
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$7,56 \cdot 10^3$	$7,56 \cdot 10^3$
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$5,6000 \cdot 10^{-1}$	$5,6000 \cdot 10^{-1}$
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0



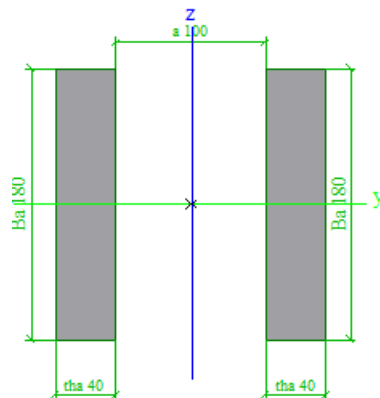
Pozednice		
Typ	OBDEL	
Detailní	140; 140	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C24	
Výroba	dřevo	
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b
$A [m^2]$	$1,9600 \cdot 10^{-2}$	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$1,6333 \cdot 10^{-2}$	$1,6333 \cdot 10^{-2}$
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$3,2013 \cdot 10^{-5}$	$3,2013 \cdot 10^{-5}$
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$4,5733 \cdot 10^{-4}$	$4,5733 \cdot 10^{-4}$
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$5,4880 \cdot 10^{-4}$	$5,4880 \cdot 10^{-4}$
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$9,4968 \cdot 10^{-10}$	$9,4968 \cdot 10^{-10}$
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	70	70
$\alpha [deg]$	0,00	
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,15 \cdot 10^4$	$1,15 \cdot 10^4$
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$1,15 \cdot 10^4$	$1,15 \cdot 10^4$
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$5,6000 \cdot 10^{-1}$	$5,6000 \cdot 10^{-1}$
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0



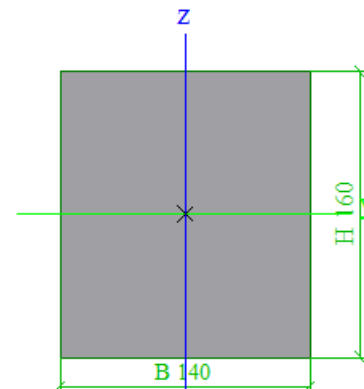
Náročný krok		
Typ	OBDEL	
Detailní	100; 180	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C24	
Výroba	dřevo	
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b
$A [m^2]$	$2,0000 \cdot 10^{-2}$	
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$1,6667 \cdot 10^{-2}$	$1,6667 \cdot 10^{-2}$
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$6,6667 \cdot 10^{-2}$	$1,6667 \cdot 10^{-5}$
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$3,3333 \cdot 10^{-4}$	$6,6667 \cdot 10^{-4}$
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$4,0000 \cdot 10^{-4}$	$8,0000 \cdot 10^{-4}$
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$2,0066 \cdot 10^{-8}$	$4,5653 \cdot 10^{-5}$
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	50	100
$\alpha [deg]$	0,00	
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,68 \cdot 10^4$	$1,68 \cdot 10^4$
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$8,40 \cdot 10^3$	$8,40 \cdot 10^3$
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$6,0000 \cdot 10^{-1}$	$6,0000 \cdot 10^{-1}$
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0



Kleštiny			
Typ	OBDEL		
Detailní	40; 180; 100		
Typ tvaru	Tlustostěnný		
Materiál	C24		
Výroba	dřevo		
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b	
$A [m^2]$	$1,440 \cdot 10^{-2}$		
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$1,2000 \cdot 10^{-2}$	$1,2000 \cdot 10^{-2}$	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$3,8880 \cdot 10^{-5}$	$7,2480 \cdot 10^{-5}$	
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$8,0533 \cdot 10^{-4}$	$4,3200 \cdot 10^{-4}$	
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$7,1040 \cdot 10^{-4}$	$5,1840 \cdot 10^{-4}$	
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$1,942 \cdot 10^{-7}$	$6,5610 \cdot 10^{-6}$	
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0	
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	90	90	
$\alpha [deg]$	0,00		
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,09 \cdot 10^4$	$1,09 \cdot 10^4$	
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$1,49 \cdot 10^4$	$1,49 \cdot 10^4$	
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$8,8000 \cdot 10^{-1}$	$8,8000 \cdot 10^{-1}$	
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0	



Vaznice 2			
Typ	OBDEL		
Detailní	140; 160		
Typ tvaru	Tlustostěnný		
Materiál	C24		
Výroba	dřevo		
Vzpěr y-y, Vzpěr z-z	b	b	
$A [m^2]$	$2,2400 \cdot 10^{-2}$		
$A_y [m^2], A_z [m^2]$	$1,8667 \cdot 10^{-2}$	$1,8667 \cdot 10^{-2}$	
$I_y [m^4], I_z [m^4]$	$4,7787 \cdot 10^{-5}$	$3,6587 \cdot 10^{-5}$	
$W_{elz} [m^3], W_{ely} [m^3]$	$5,2267 \cdot 10^{-4}$	$5,9733 \cdot 10^{-4}$	
$W_{plz} [m^3], W_{ply} [m^3]$	$6,2720 \cdot 10^{-4}$	$7,1680 \cdot 10^{-4}$	
$I_w [m^6], I_t [m^4]$	$2,7306 \cdot 10^{-9}$	$6,9856 \cdot 10^{-5}$	
$d_y [mm], d_z [mm]$	0	0	
$c_{YUSS} [mm], c_{ZUSS} [mm]$	70	80	
$\alpha [deg]$	0,00		
$M_{ply+} [Nm], M_{ply-} [Nm]$	$1,51 \cdot 10^4$	$1,51 \cdot 10^4$	
$M_{plz+} [Nm], M_{plz-} [Nm]$	$1,32 \cdot 10^4$	$1,32 \cdot 10^4$	
$AL [m^2/m], AD [m^2/m]$	$6,0000 \cdot 10^{-1}$	$6,0000 \cdot 10^{-1}$	
$\beta_y [mm], \beta_z [mm]$	0	0	



kde

A je plocha;

A_y / A_z je smyková plocha ve směru hlavní osy y/z;

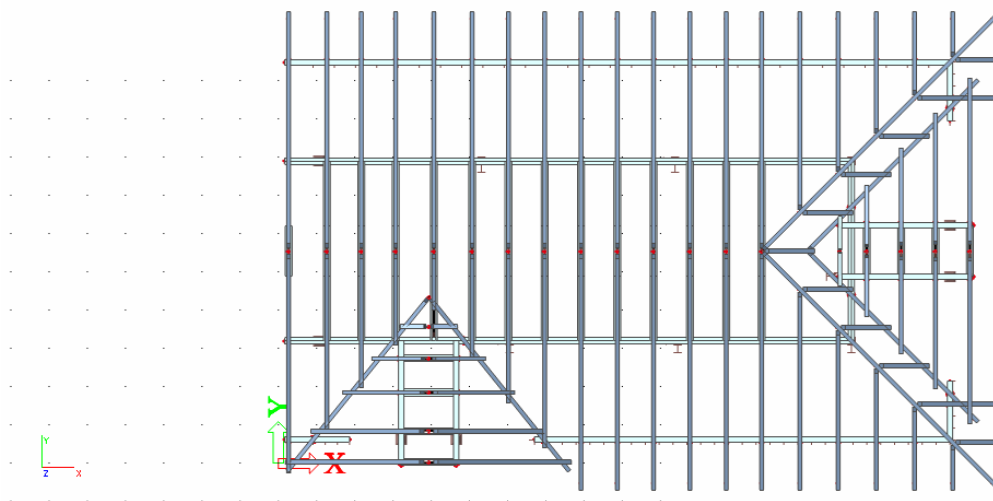
I_y / I_z je moment setrvačnosti kole hlavní osy y/z;

W_{elz} / W_{ely} je pružný modul průřezu k hlavní ose z/y;

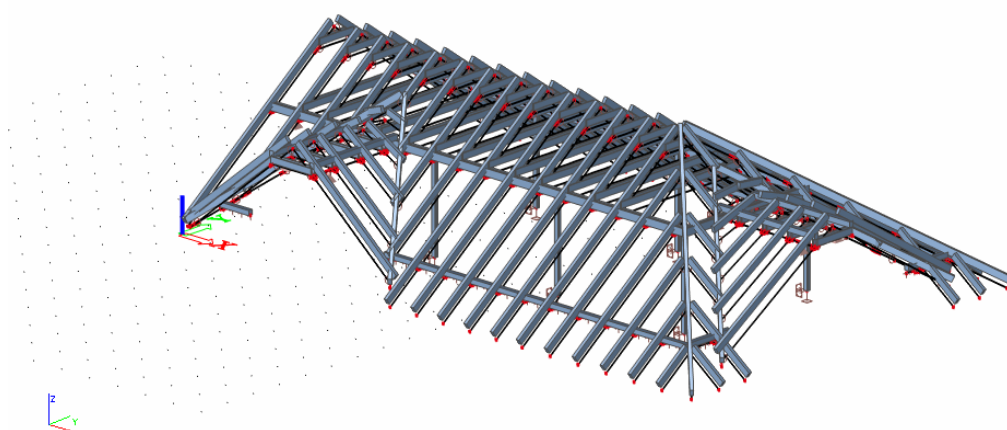
W_{plz}/W_{ply}	je plastický modul průřezu k hlavní ose z/y;
I_w	je výsečový moment setrvačnosti;
I_t	je moment setrvačnosti v prostém kroucení;
d_y/d_z	je souřadnice středu smyku ve směru hlavní osy y/z měřená od těžiště;
c_{yuss}/c_{zuss}	je souřadnice těžiště ve směru osy y/z zadávacího systému;
α	je úhel pootočení hlavní osy;
M_{ply+}	je plastický moment kolem hlavní osy y pro kladný moment M_y ;
M_{ply-}	je plastický moment kolem hlavní osy y pro záporný moment M_y ;
M_{plz+}	je plastický moment kolem hlavní osy z pro kladný moment M_z ;
M_{plz-}	je plastický moment kolem hlavní osy z pro záporný moment M_z ;
AL	je obvodový povrch na jednotku délky;
AD	je vysychající povrch na jednotku délky;
β_y/β_z	je mono-symetrická konstanta kolem hlavní osy y/z.

6. GEOMETRIE

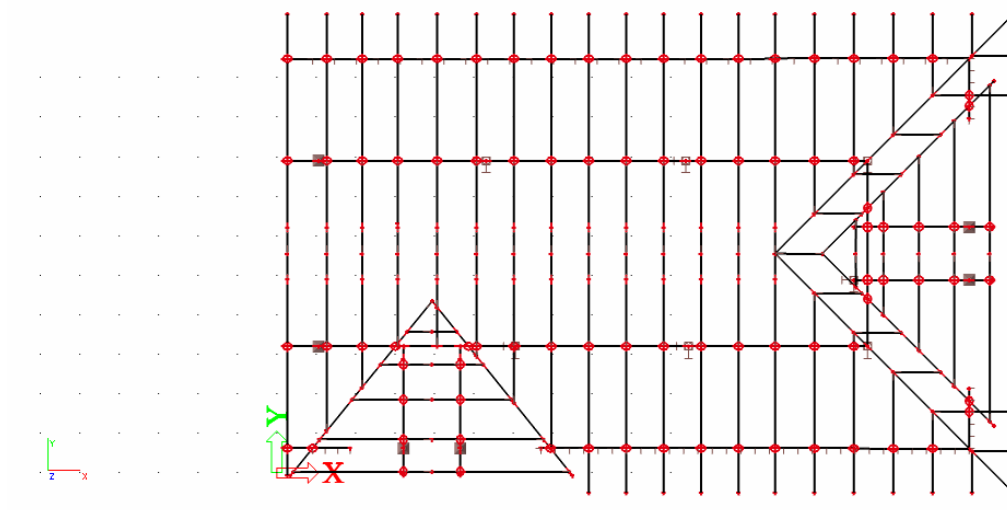
Geometrie konstrukce krovu byla vytvořena dle výkresové dokumentace (viz příloha P1 POUŽITÉ PODKLADY, výkres číslo P1-03).



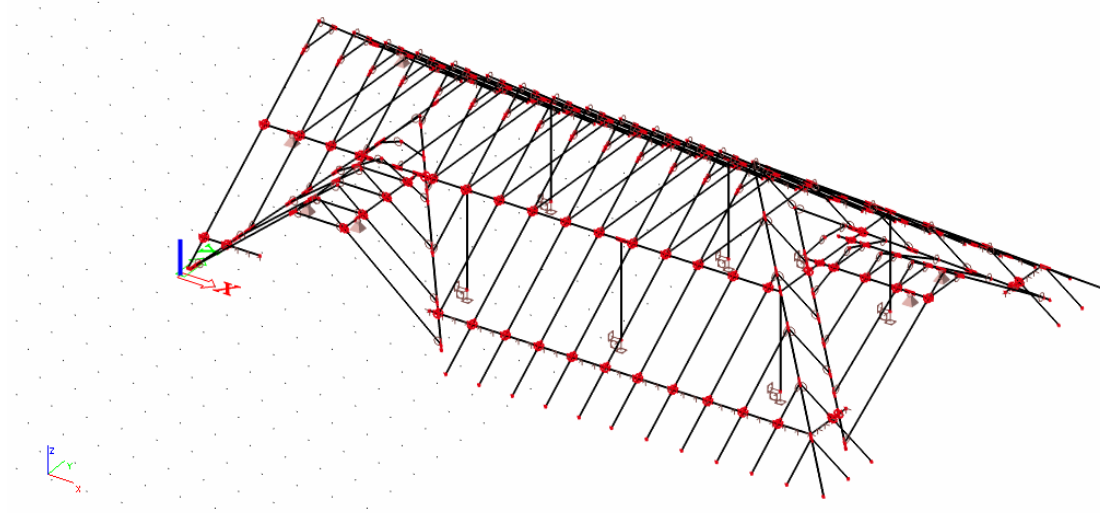
Model krovu včetně vykreslení dimenzí jednotlivých prvků - půdorys



Model krovu včetně vykreslení dimenzí jednotlivých prvků - axonometrie



Konstrukční model, osové schéma – půdorys

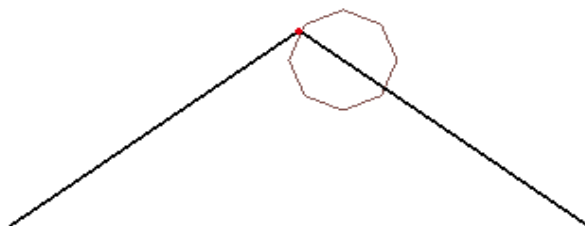
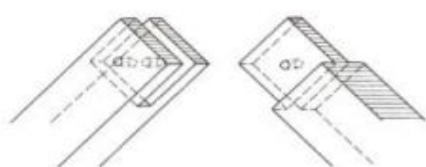


Konstrukční model, osové schéma – axonometrie

7. OKRAJOVÉ PODMÍNKY

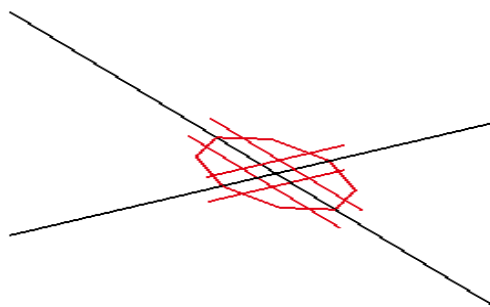
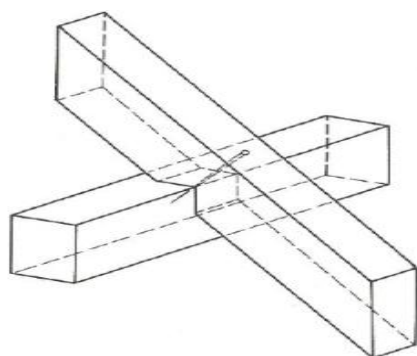
Okrajové podmínky modelu byly voleny na základě statického působení a skutečného provedení konstrukce krovu.

Spojení krokví ve vrcholu střechy je provedeno ostřihem dle obr., což je namodelováno jako kloubové spojení.

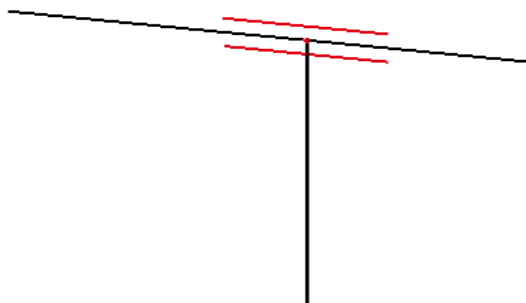
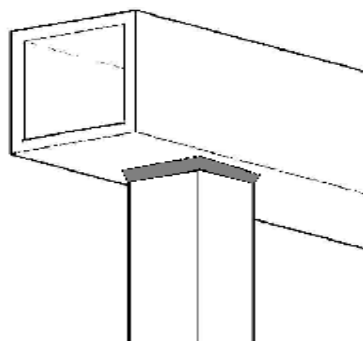


Krokve jsou nad středovou vaznicí a pod hřebenem staženy párem kleštin, spoj je zajištěn hřebíky a pojistným svorníkem. Toto spojení je také modelováno jako kloubové.

Na pozednici a středovou vaznici jsou krokve uloženy osedláním. Toto spojení vykazuje menší tuhost, kvůli oslabení průřezu krokve, a je idealizováno jako kloubové křížení.



Ocelové profily středové vaznice a sloupku jsou k sobě přivařeny z důvodu stability rámu při montáži celé konstrukce. Toto spojení vykazuje vysokou tuhost a modeluje se jako tuhý styčník.



8. PODPORY

Ve stropní konstrukci jsou navrženy ocelové kotevní desky, ke kterým jsou sloupky přivařeny, spoj je modelován jako plné vetknutí. Pozednice je kotvena do nadezdívky ocelovými šrouby M16 po 1,5 m. Nadezdávka je železobetonová, vytvořena ze systému ztraceného bednění Velox a díky jejímu účinnému provázání se stropní konstrukcí lze uvažovat liniovou podporu tuhou ve všech směrech. Středové vaznice jsou uloženy na obvodové zdi volně na pružné podložce, proto jsou tyto podpory modelovány jako kloubové.

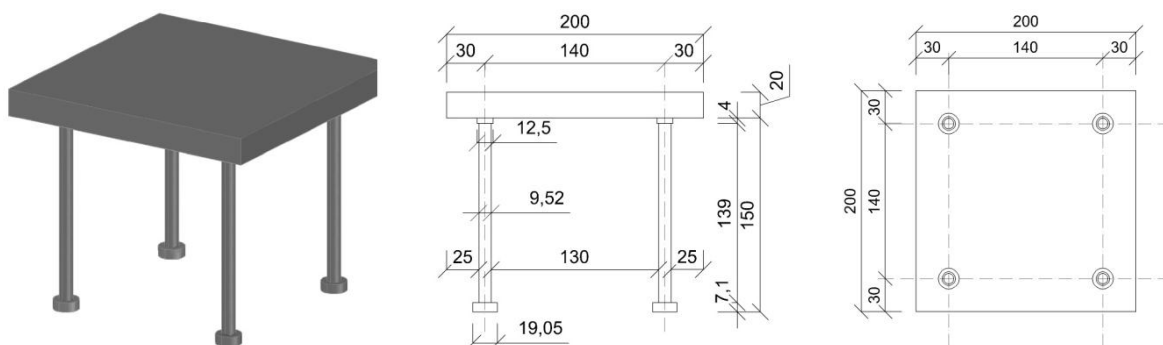


Schéma kotevní desky – axonometrie, pohled, půdorys

9. ZATÍŽENÍ

Bylo vytvořeno 7 zatěžovacích stavů rozdělených do 3 skupin zatížení.

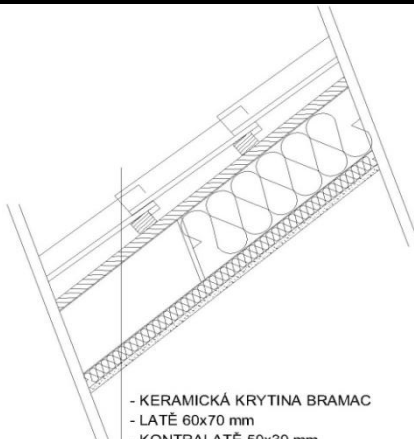
Název	Popis	Typ	Skupina	Popis
ZS1	Vlastní tíha	stálé	LG1	Stálé
ZS2	Stálé	stálé		
ZS3	Sníh plný	nahodilé	LG2	Nahodilé
ZS4	Vítr příčný shora	nahodilé	LG3	Nahodilé výběrové
ZS5	Vítr příčný zdola	nahodilé		
ZS6	Vítr podélný zleva	nahodilé		
ZS7	Vítr podélný zprava	nahodilé		

9.1.ZS1 Vlastní tíha

Vlastní tíhu konstrukce nebylo třeba zadávat, výpočetní program Scia Engineer 2013.0 ji automaticky sám generuje na základě zvolených materiálů a zadaných průřezových charakteristik.

9.2. ZS2 Stálé

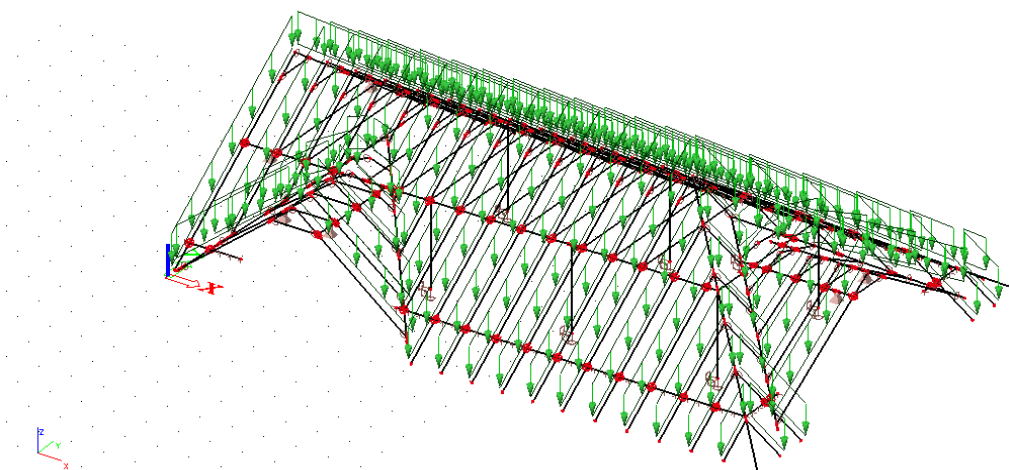
Střešní plášť	mm	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Keramická krytina BRAMAC			0,4500
Latě	60 x 40	0,750	0,0450
Kontralatě	50 x 30	0,750	0,0375
Difúzní fólie Jutadach D115			0,0012
Tepelná izolace ROCKWOOL - mezikrokevní	180	0,304	0,0547
Tepelná izolace ROCKWOOL - podkrokevní	40	0,304	0,0122
SDK podhled KNAUF GKF 15			0,1600
Celkem Σg_k =			0,7606



- KERAMICKÁ KRYTINA BRAMAC
- LATĚ 60x70 mm
- KONTRALATĚ 50x30 mm
- DIFÚZNÍ FÓLIE JUTADACH D115 tl. 2 mm
- MEZIKROKEVNÍ IZOLACE ROCKWOOL tl. 180 mm
- PAROZÁBRANA JUTAFOL N 140
- PODKROKEVNÍ IZOLACE ROCKWOOL tl. 40 mm
- SDK PODHLED

Pro výpočet liniového zatížení na krokev uvažujeme nejkritičtější zatěžovací šířku, a to 1m. Nepřesnosti vzniklé tímto zjednodušením jsou minimální a vedou k výpočtům na stranu bezpečnou.

$$G_k = \Sigma g_k \cdot 1 \text{ m} = 0,7606 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,7606 \text{ kN/m}}$$



9.3.ZS3 Sníh plný

- *Zatížení sněhem na zemi*

II. sněhová oblast $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

- *Zatížení sněhem na střeších*

Předpokládáme zatížení nenavátým sněhem pro trvalé/dočasné návrhové situace podle vztahu :

$$s' = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k,$$

kde μ_i je tvarový součinitel zatížení sněhem

$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 \quad \text{pro } 30^\circ < \alpha < 60^\circ;$$

s_k chrakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi;

C_e součinitel expozice ($C_e = 1,0$);

C_t tepelný součinitel ($C_t = 1,0$).

a) Hlavní část střechy - sklon 37°

$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,8 \cdot (60 - 37) / 30 = 0,613,$$

$$s' = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,613 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,613 \text{ kN/m}^2,$$

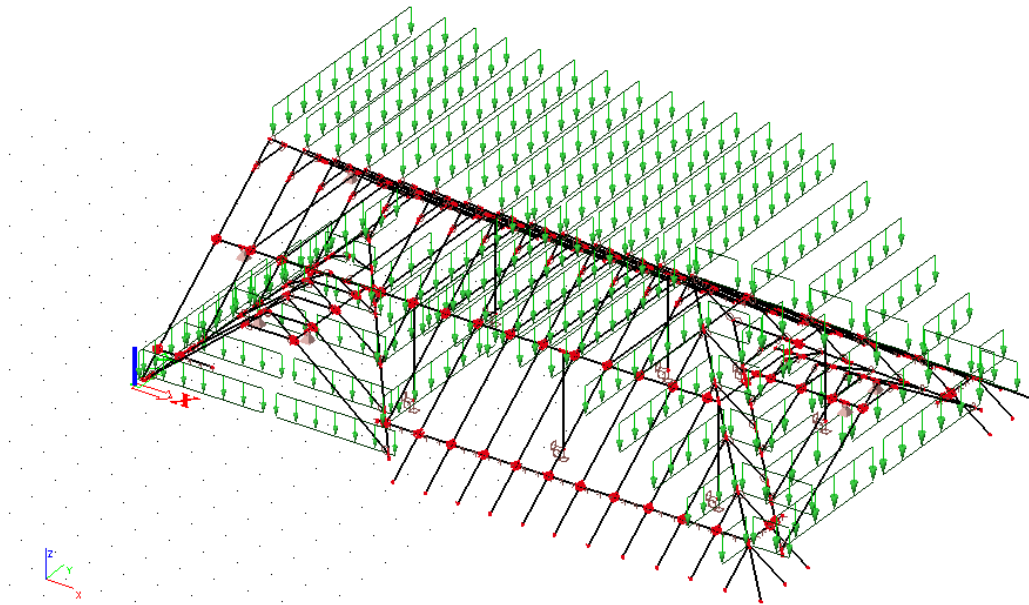
$$s = s' \cdot 1 \text{ m} = 0,613 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,613 \text{ kN/m}},$$

b) Vikýř - sklon $41,2^\circ$

$$\mu_1 = 0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30 = 0,8 \cdot (60 - 41,2) / 30 = 0,501,$$

$$s' = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,501 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,501 \text{ kN/m}^2,$$

$$s = s' \cdot 1 \text{ m} = 0,501 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,501 \text{ kN/m}},$$



9.4. Vítr

II. větrná oblast

III. kategorie terénu

- *Základní rychlost větru*

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = 25 \text{ m/s} ,$$

kde c_{dir} je součinitel směru větru (obecně $c_{dir} = 1,0$);

c_{season} je součinitel ročního období (obecně $c_{season} = 1,0$);

$v_{b,0}$ je charakteristická desetiminutová střední rychlost větru.

- *Charakteristická střední rychlost větru*

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b = 0,703 \cdot 1,0 \cdot 25 = 17,575 \text{ m/s} ,$$

kde $c_r(z)$ je součinitel drsnosti terénu

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,215 \cdot \ln(7,9/0,3) = 0,703 ,$$

pro $z_{min} < z < z_{max}$

$$5 \text{ m} < 7,9 \text{ m} < 200 \text{ m} ;$$

k_r je součinitel terénu

$$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \cdot (0,3/0,05)^{0,07} = 0,215 ;$$

$c_0(z)$ je součinitel orografie (pro většinu návrhových situací $c_0(z) = 1,0$)

- *Maximální dynamický tlak*

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,306] \cdot 0,5 \cdot 1,25 \cdot 17,575^2 = 606,564 \text{ Pa} ,$$

kde $[1+7 \cdot I_v(z)]$ je vliv turbulencí

$$I_v(z) = \frac{k_1}{c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)} \quad \text{pro} \quad z_{\min} < z < z_{\max}$$

$$5 \text{ m} < 7,9 \text{ m} < 200 \text{ m};$$

k_1 je součinitel turbulence (doporučená hodnota 1,0);

ρ je měrná hmotnost vzduchu (doporučená hodnota $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$).

- *Tlak větru*

a) Vítr příčný

$$w_{eF} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot 0,7 = 0,425 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,425 \text{ kN/m}}$$

$$w_{eG} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot 0,7 = 0,425 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,425 \text{ kN/m}}$$

$$w_{eH} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot 0,493 = 0,299 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0,299 \text{ kN/m}}$$

$$w_{eI} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot 0 = 0 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{0 \text{ kN/m}}$$

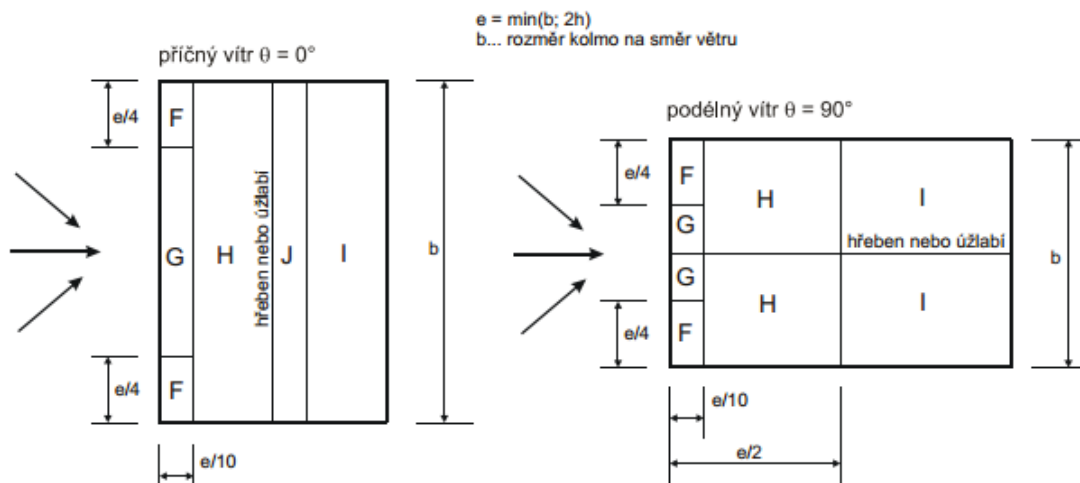
b) Vítr podélný

$$w_{eF} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot (-1,1) = -0,667 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{-0,667 \text{ kN/m}}$$

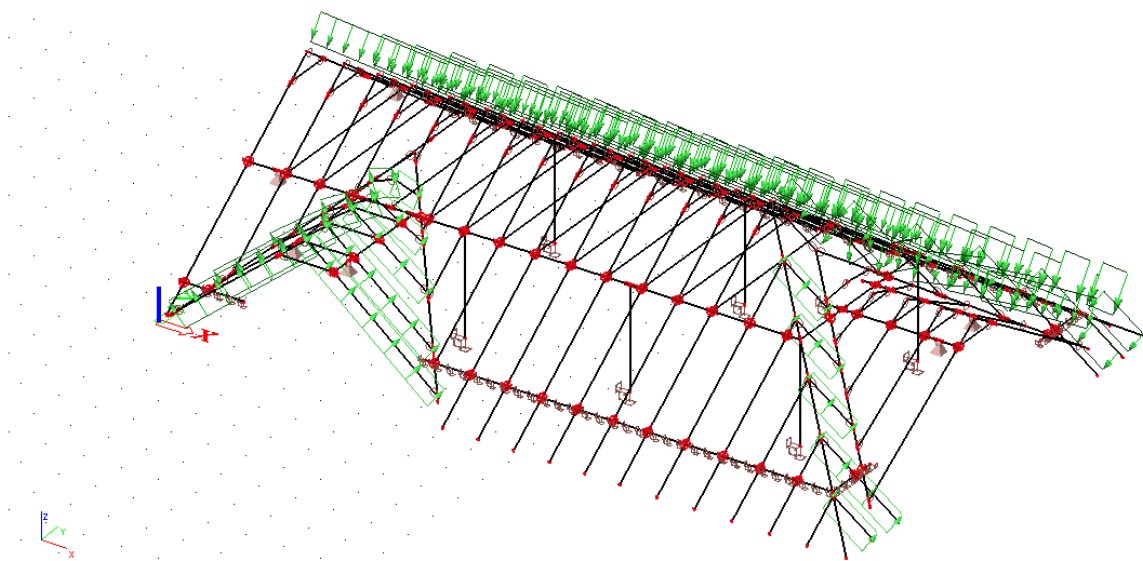
$$w_{eG} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot (-1,4) = -0,849 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{-0,849 \text{ kN/m}}$$

$$w_{eH} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot (-0,85) = -0,516 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{-0,516 \text{ kN/m}}$$

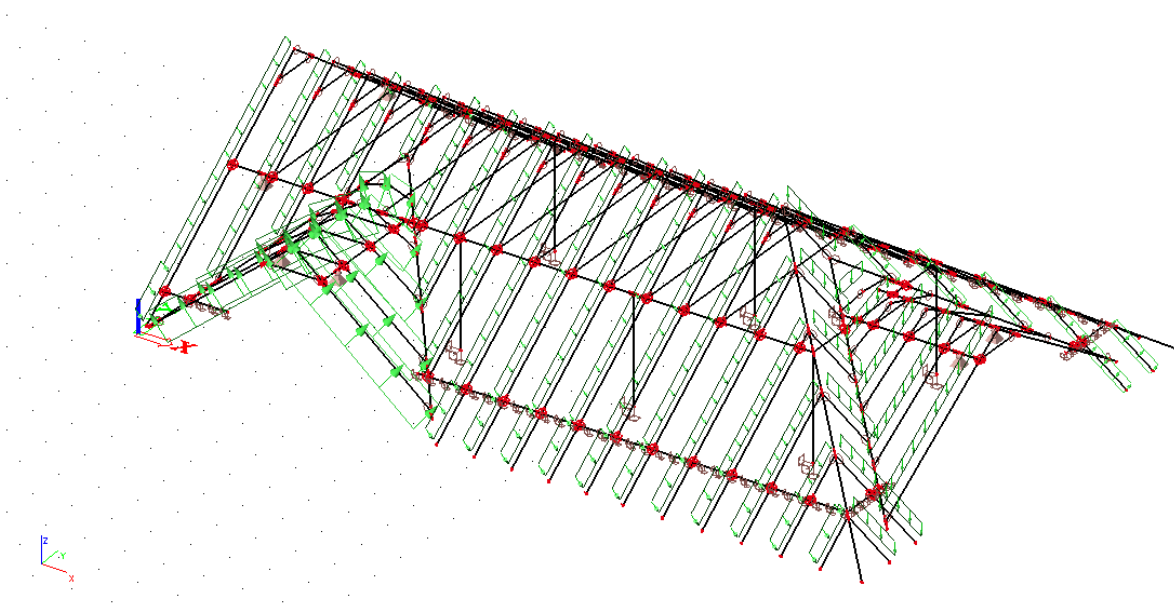
$$w_{eI} = q_p(z) \cdot c_{pe,10} = 0,6066 \cdot (-0,5) = -0,303 \text{ kN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{-0,303 \text{ kN/m}}$$



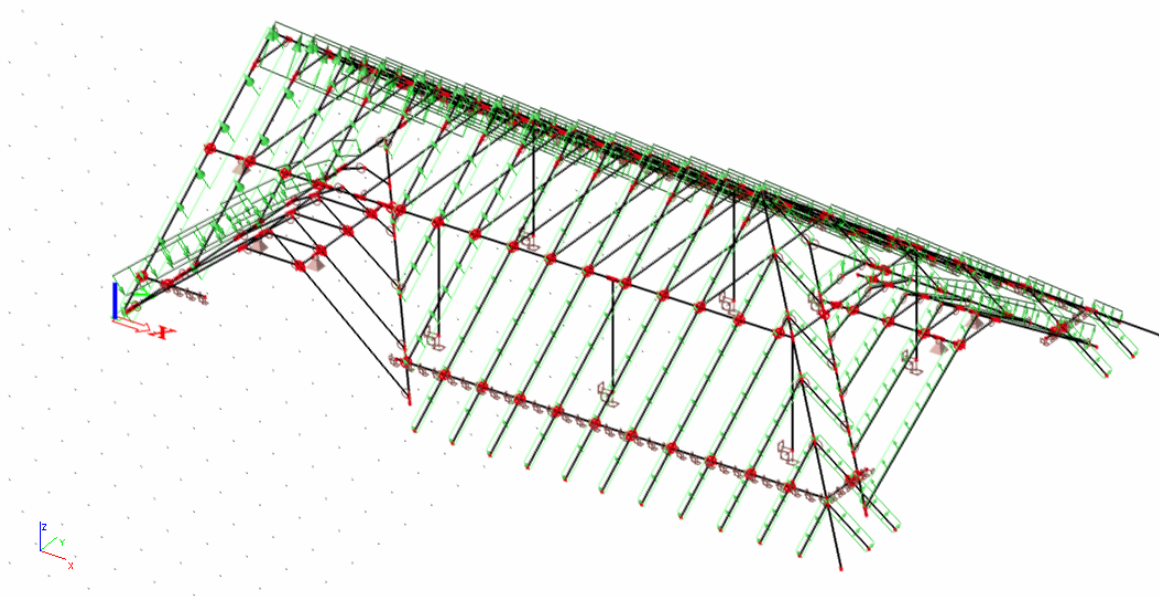
9.4.1. Vítr příčný shora



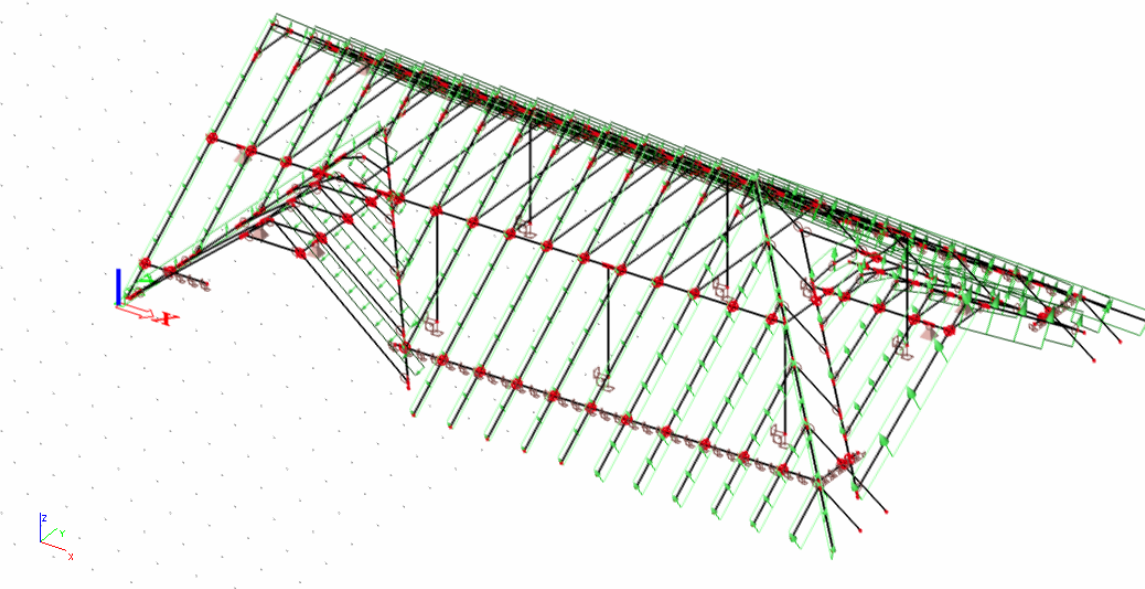
9.4.2. Vítr příčný zdola



9.4.3. Vítr podélný zleva



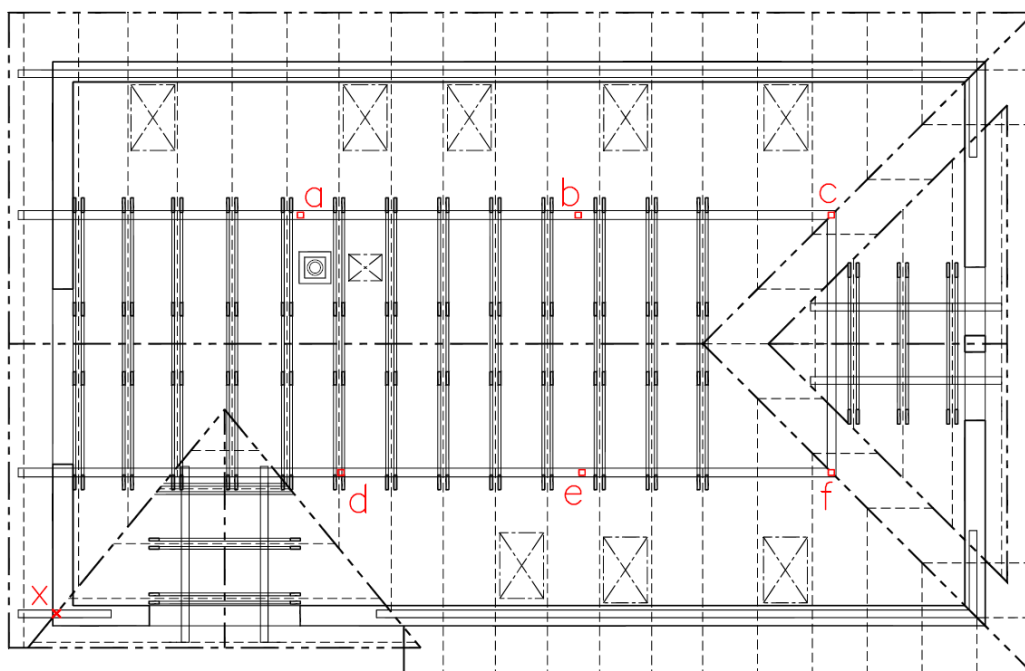
9.4.4. Vítr podélný zprava



10. Reakce

Pro stanovení zatížení na řešenou stropní desku jsou podstatné reakce sloupků a nárožní krokve menšího vikýře od jednotlivých zatěžovacích stavů v charakteristických hodnotách, není proto nutné vytvářet kombinace. Pro větší přehlednost byly tyto podpory pojmenovány dle schématu.

Stěžejní je reakce R_z , vzhledem k vetknutí se přenáší do stropní desky i ohybové momenty M_x a M_y . Hodnoty zbylých reakcí R_x , R_y a M_z jsou zanedbatelné, v řádech setin až desetin kN, popř. kNm, a pro stropní konstrukci nedůležité.

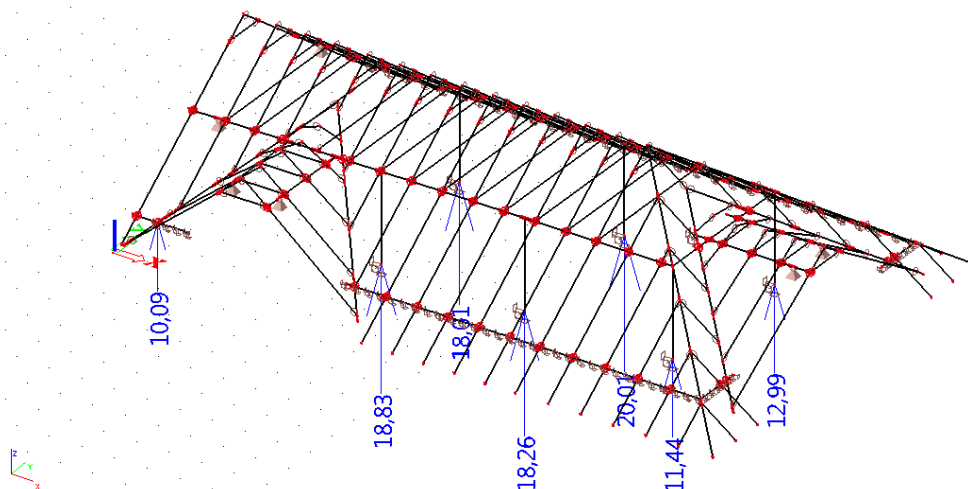


10.1. CO0 - ZS1 Vlastní tíha + ZS2 Stálé

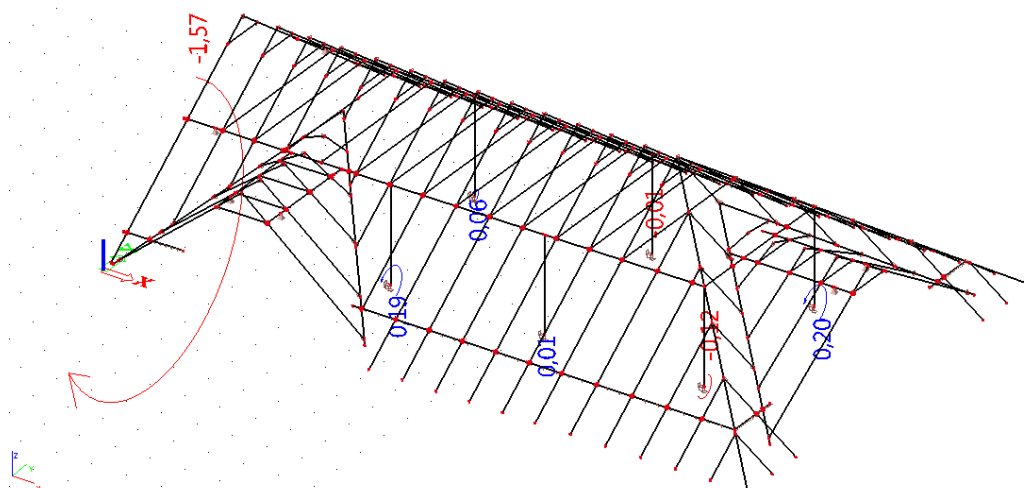
Vzhledem k tomu, že vypočtenými reakcemi je potřeba zatížit následně stropní konstrukci a vlastní tíha krovu se hodnotí jako stálé zatížení na desku, byla vytvořena pomocná kombinace CO0, která sčítá zatěžovací stavy ZS1 a ZS2 bez kombinačních součinitelů, resp. hodnoty koeficientů pro jednotlivé stavy byly voleny 1,0. Jde tudíž o pouhý součet účinků.

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	18,01	0,06	0,07
b	20,01	-0,01	-0,04
c	12,99	0,20	-0,36
d	18,83	0,19	-0,25
e	18,26	0,01	0,04
f	11,44	-0,12	-0,45
x	10,09	-1,57	2,77

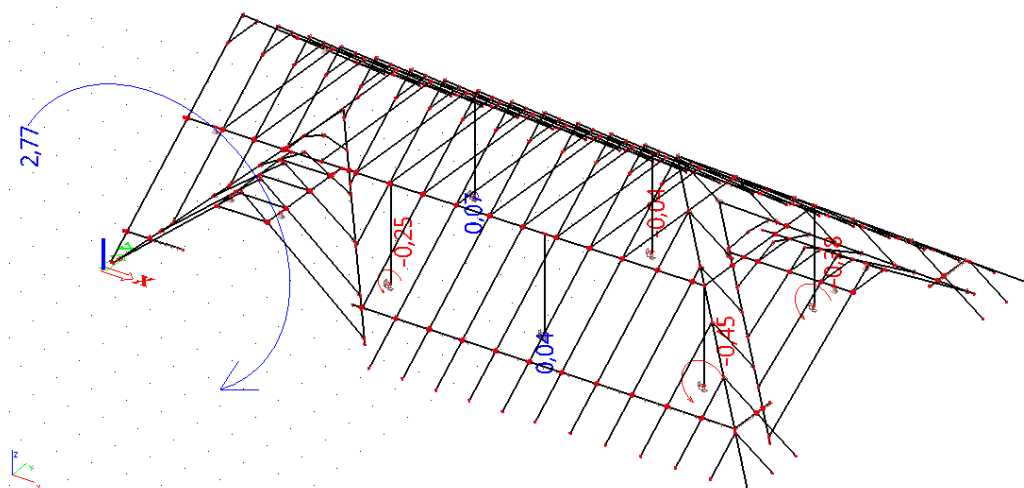
10.1.1. Rx



10.1.2. Mx



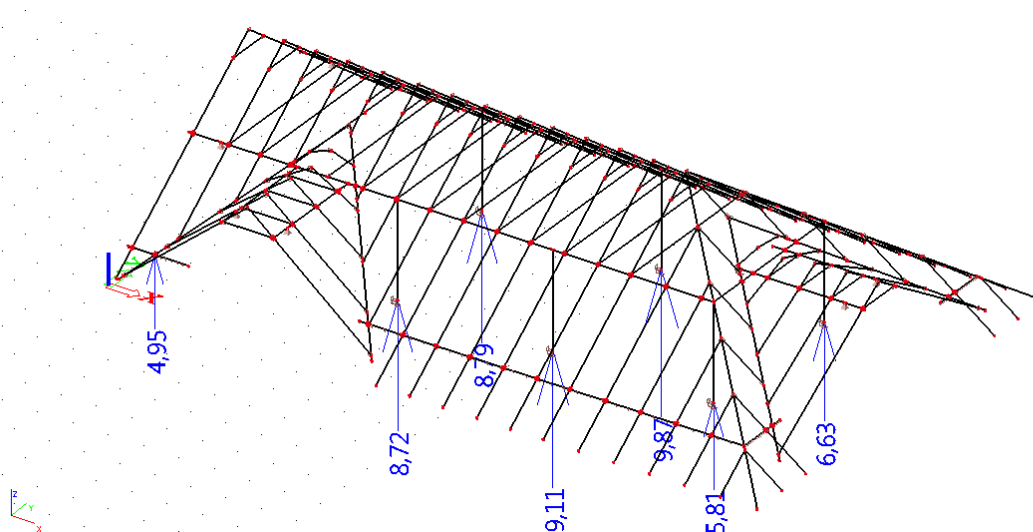
10.1.3. My



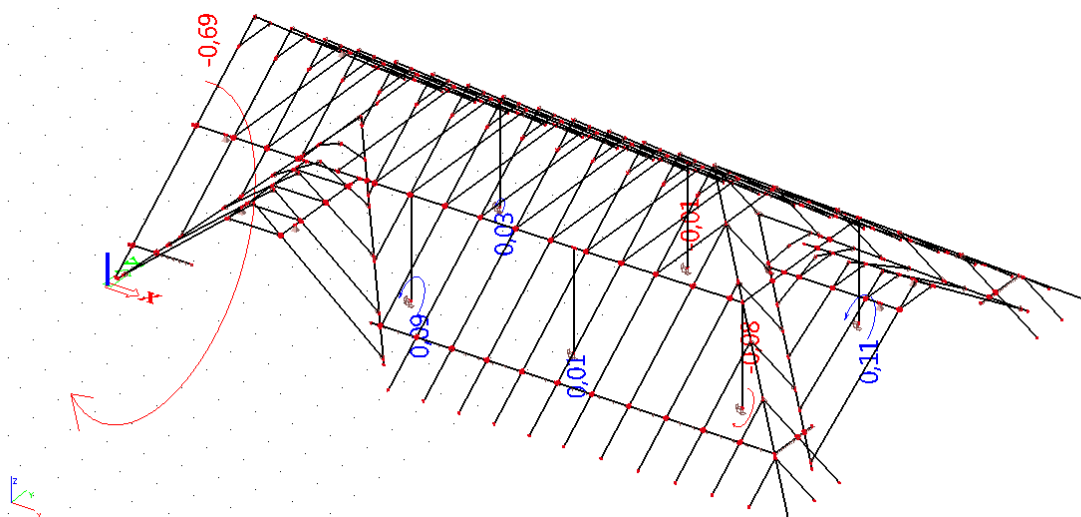
10.2. ZS3 Sníh plný

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	8,79	0,03	0,03
b	9,87	-0,01	-0,02
c	6,63	0,11	-0,18
d	8,72	0,09	-0,09
e	9,11	0,01	0,02
f	5,81	-0,03	-0,21
x	4,95	-0,69	1,43

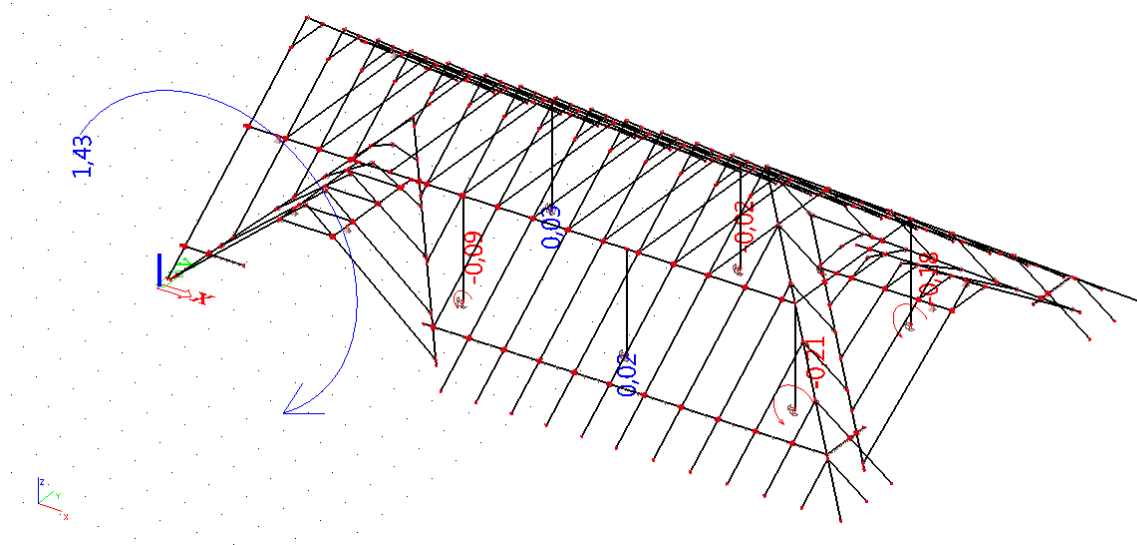
10.2.1. R_z



10.2.2. M_x



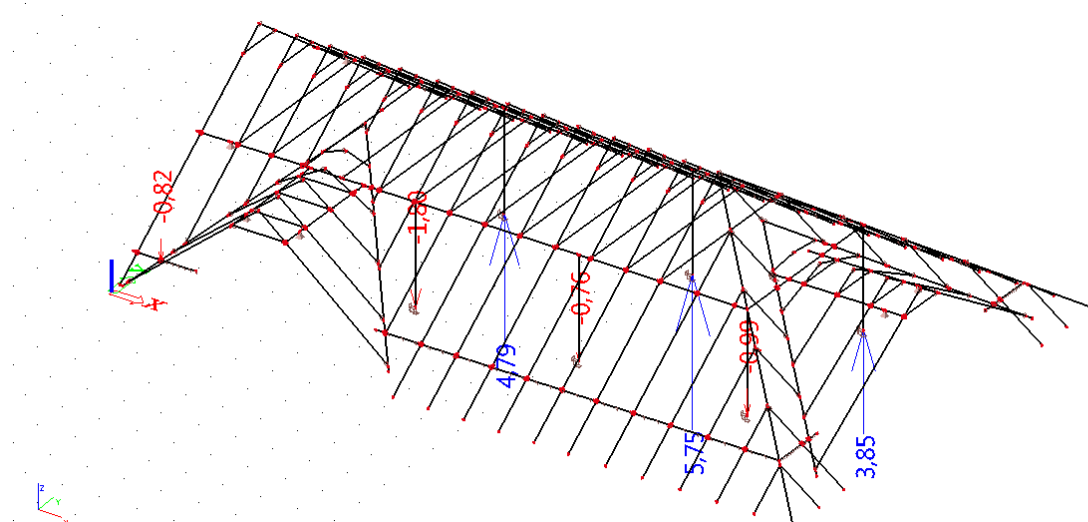
10.2.3. M_y



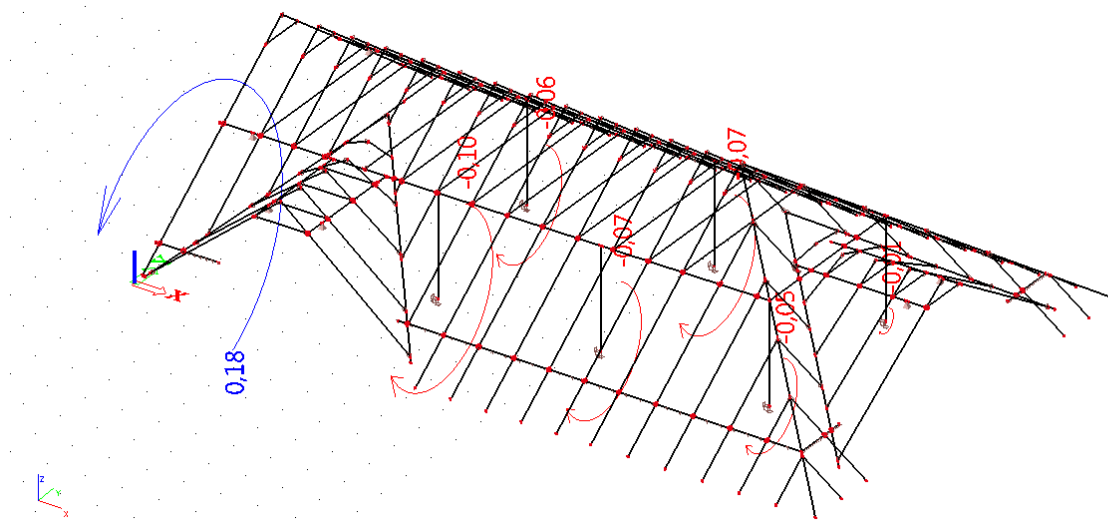
10.3. ZS4 Vítr přičný shora

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	4,79	-0,06	0,02
b	5,75	-0,07	-0,01
c	3,85	-0,01	-0,11
d	-1,00	-0,10	0,05
e	-0,76	-0,07	0,01
f	-0,99	-0,05	0,01
x	-0,82	0,18	-0,14

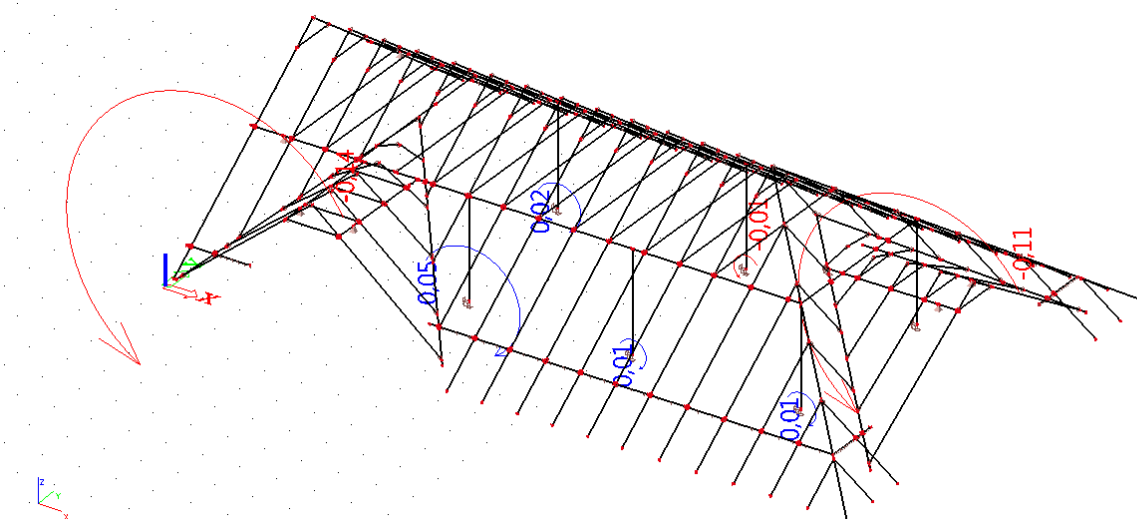
10.3.1. R_z



10.3.2. M_x



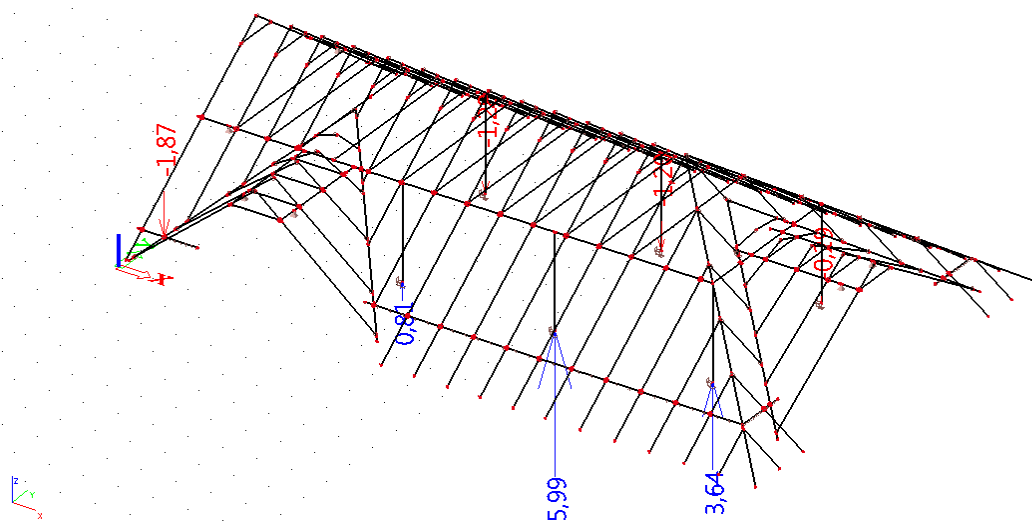
10.3.3. M_y



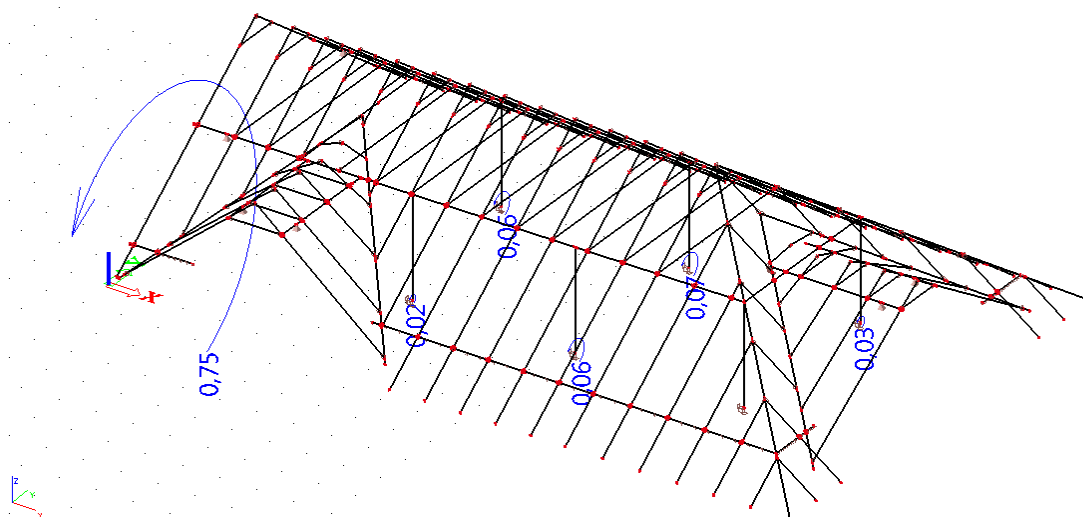
10.4. ZS5 Vítr příčný zdola

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	-1,28	0,06	-0,05
b	-1,20	0,07	0,02
c	-0,29	0,03	0,00
d	0,81	0,02	0,20
e	5,99	0,06	0,00
f	3,64	0,00	-0,08
x	-1,87	0,75	-0,32

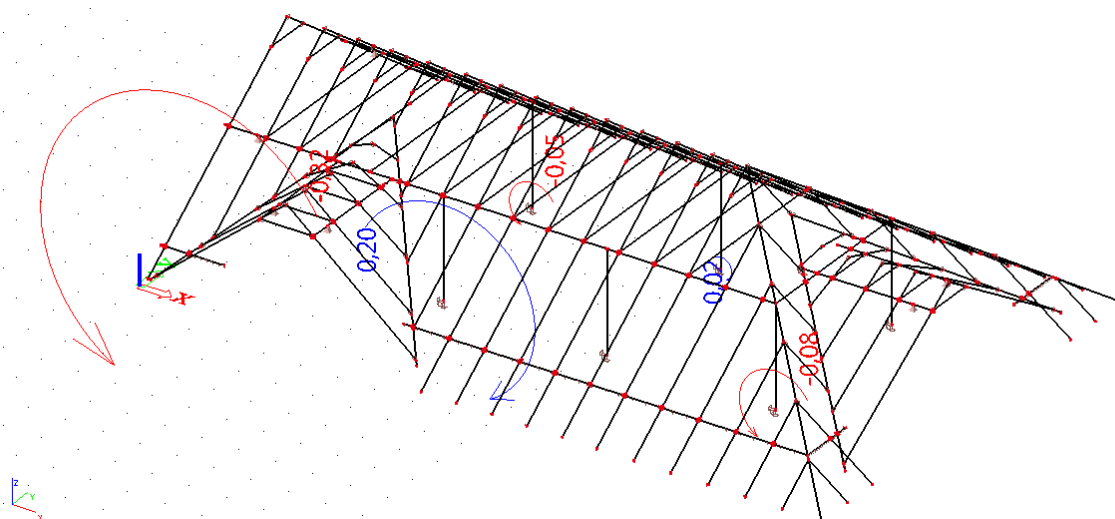
10.4.1. R_z



10.4.2. M_x



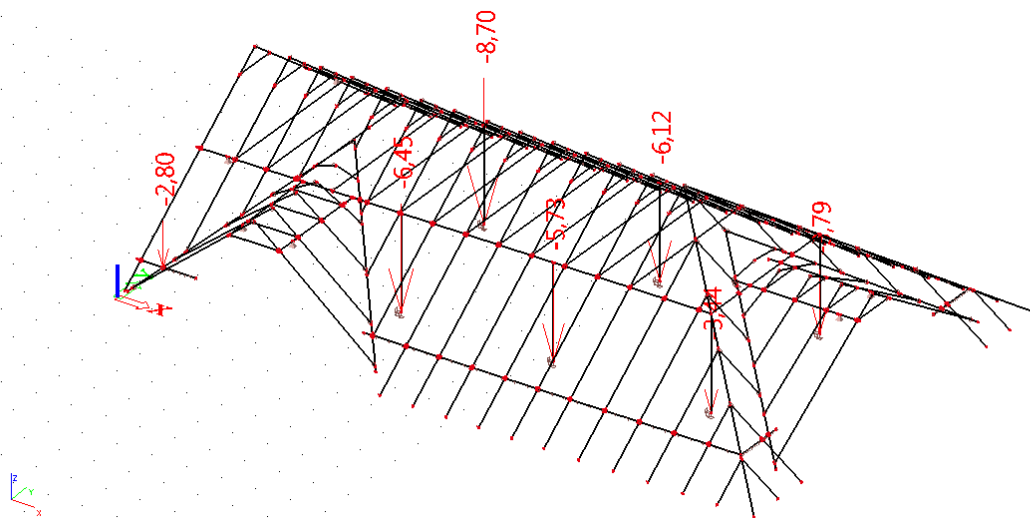
10.4.3. M_y



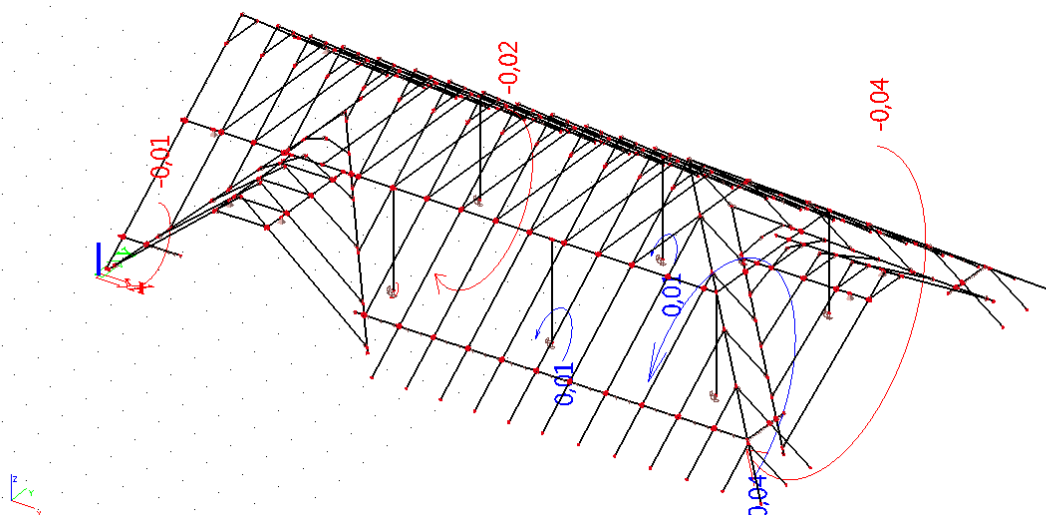
10.5. ZS6 Vítr podélný zleva

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	-8,70	-0,02	-0,02
b	-6,12	0,01	0,02
c	-3,79	-0,04	0,11
d	-6,45	0,00	-0,03
e	-5,73	0,01	-0,02
f	-3,44	0,04	0,11
x	-2,80	-0,01	-1,03

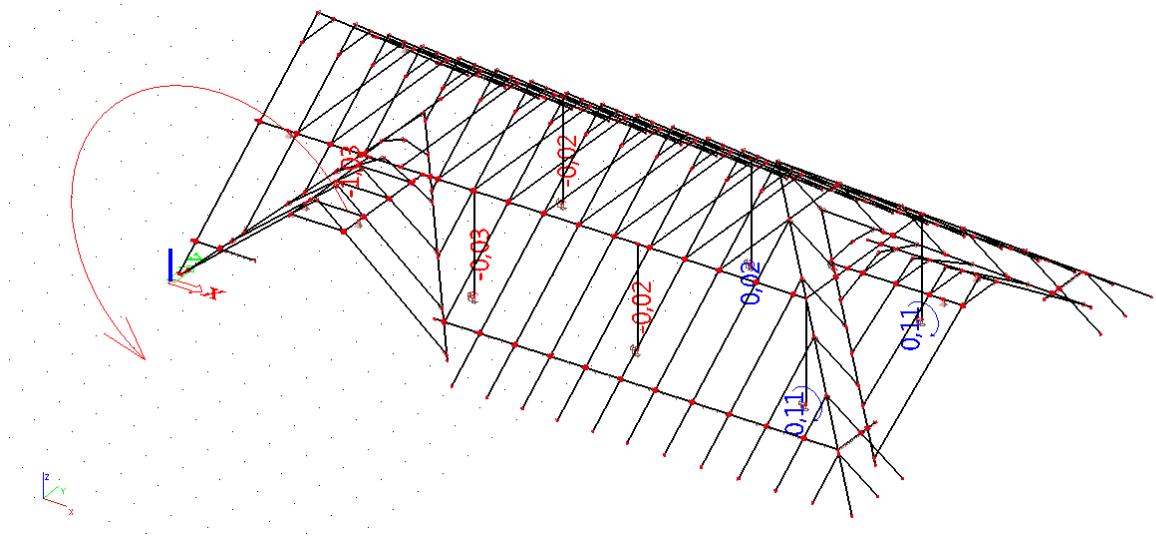
10.5.1. R_z



10.5.2. M_x



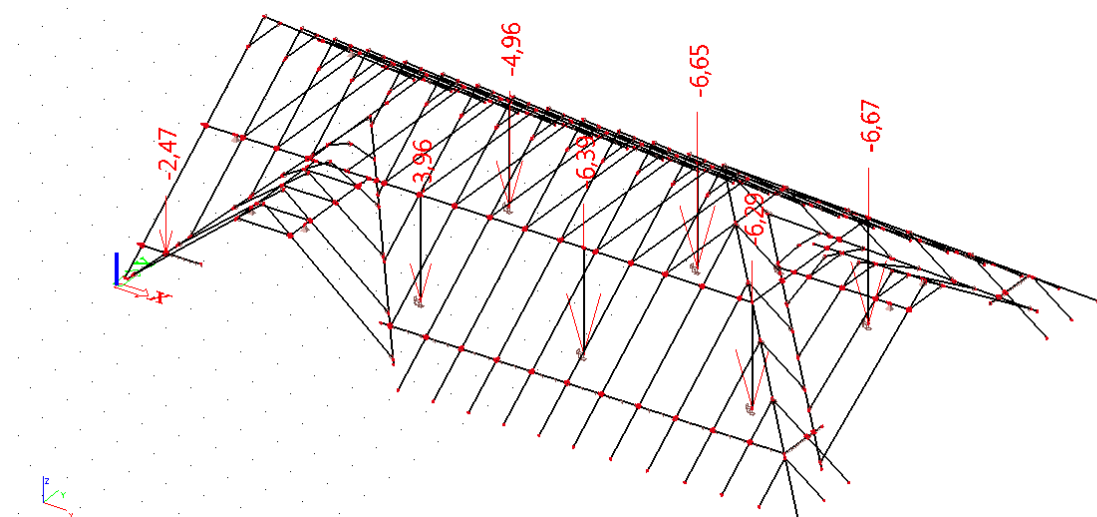
10.5.3. M_y



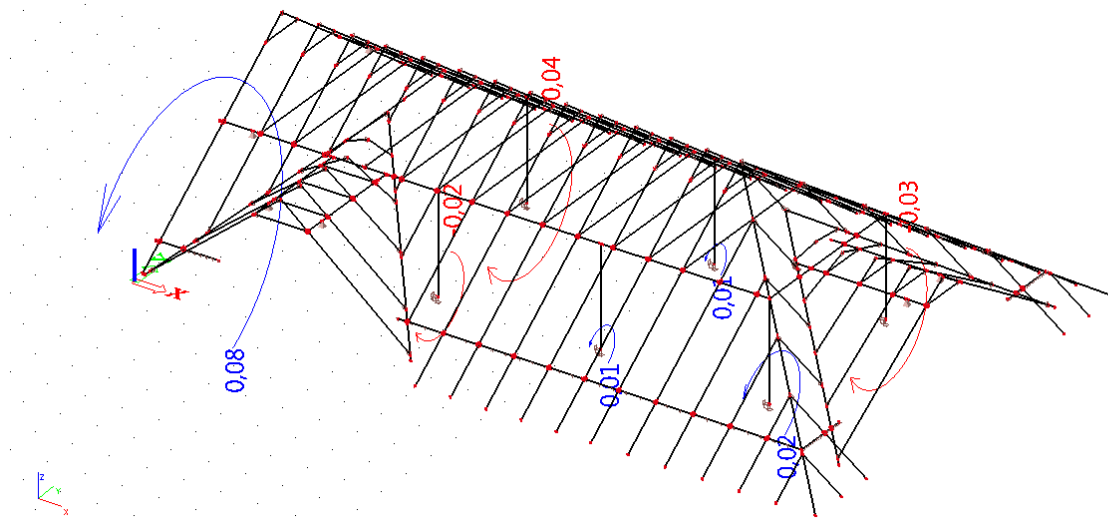
10.6. ZS7 Vítr podélný zprava

Podpora	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]
a	-4,96	-0,04	0,00
b	-6,65	0,01	-0,04
c	-6,67	-0,03	0,23
d	-3,96	-0,02	0,01
e	-6,39	0,01	-0,05
f	-6,29	0,02	0,23
x	-2,47	0,08	-0,51

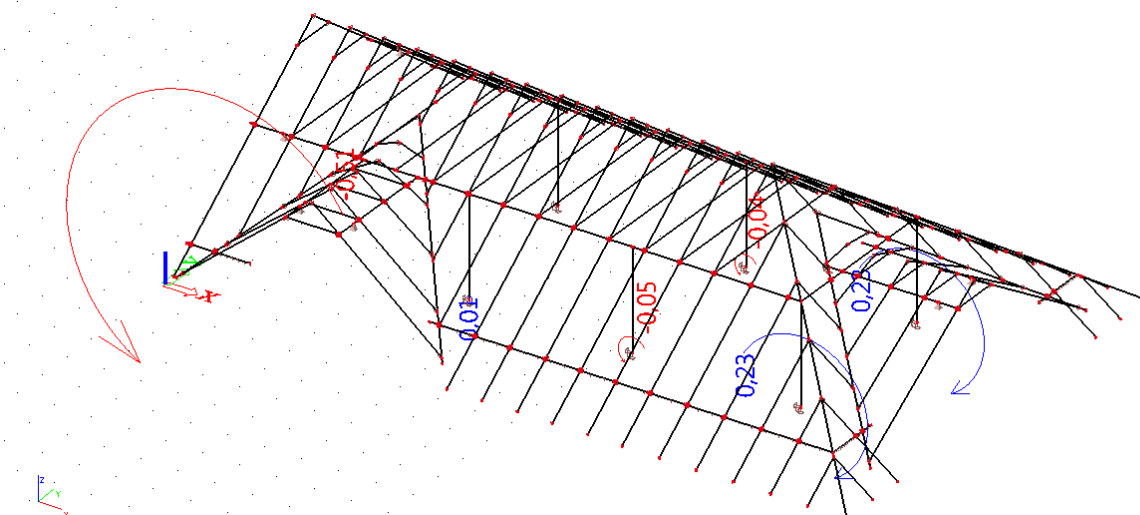
10.6.1. R_z



10.6.2. M_x



10.6.3. M_y



11 ZÁVĚR

Výsledné hodnoty relevantních reakcí od jednotlivých zatěžovacích stavů od celkem šesti ocelových sloupků krovu a jedné nárožní krokve byly vneseny v charakteristických hodnotách do modelu stropní desky ve formě zatížení. Vzhledem k zanedbatelným hodnotám posouvajících sil a ohybového momentu působícího kolem svislé osy nebyly tyto reakce uvažovány, jak již bylo zmíněno výše v textu. Taktéž další možná působení větru (s převažujícím sáním) nebyla uvažována, protože pro konstrukci stropní desky není jejich kombinace kritická.