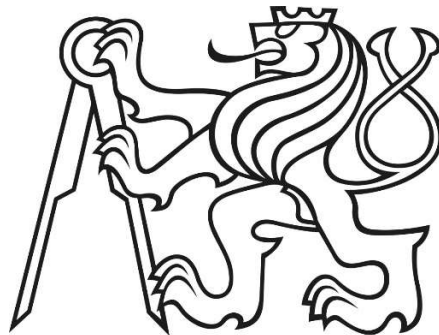


ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Příloha 1 – Stanovení prvků  
rámové konstrukce pomocí  
zjednodušeného přístupu**

Bc. Obr  
Vladimír

## Obsah

<b>1. Vypočet zatížení</b> .....	<b>3</b>
1.1. Proměnné zatížení .....	3
1.1.1. Zatížení sněhem .....	3
1.2. Stálé zatížení .....	4
1.2.1. Zatížení střešního nosníku .....	4
1.2.1.1. Schéma zatížení střešního nosníku .....	5
1.2.1.2. Výpočet $a(x)$ .....	5
1.2.2. Zatížení sloupu .....	6
1.2.2.1. Schéma zatížení sloupu .....	6
1.2.2.2. Výpočet $b(x)$ .....	7
<b>2. Statické výpočty</b> .....	<b>8</b>
2.1. Návrh a posouzení sloupu .....	8
2.2. Návrh a posouzení střešního nosníku .....	11
<b>3. Výstupy z programu SCIA Engineer</b> .....	<b>14</b>

# 1. VÝPOČET ZATÍŽENÍ

## 1.1. PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

PŘEDPOKLAD: ROZHODUJÍCÍ ZAT. KOMBINACÍ BUDE ZAT. KOMB. S VLIVEM ZATÍŽENÍ SNĚHEM, PROTO NEBUDE UVAŽOVÁNO S VLIVEM ZATÍŽENÍ OD VĚTRU

### 1.1.1. ZATÍŽENÍ SNĚHEM [12]

LOKALIZACE STAVBY: RAJSKÉ (OBEC NEPILKOV, OKRES KLATOVY)



II. SNĚHOVÁ KATEGORIE:  $\Delta_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

SOUČINITEL EXPOZICE:  $c_e = 1$

SOUČINITEL TEPLA:  $c_{st} = 1$

TVAROVÝ SOUČINITEL:  $\mu = 0,8$  (SKLON STŘECH DO  $30^\circ$ )

$$\Delta = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta_d = 1,5 \cdot \Delta = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

## 1.2. STAĚÉ ZATÍŽENÍ

### 1.2.1. ZATÍŽENÍ STŘEŠNÍHO NOSNÍKU

MATERIÁL KRYTINY	$g_k$ [kN/m]	$s_k$	$g_d$ [kN/m]
VLNITÝ PLECH PRECIT	$0,038 \cdot 4$	1,35	$0,205 = g_k$

NEZINOVANÉ TRÁMY	$g_k$ [kN]	$s_k$	$g_d$ [kN]
------------------	------------	-------	------------

KVH 100x150 mm (G24)  $s_{mem} \cdot V$

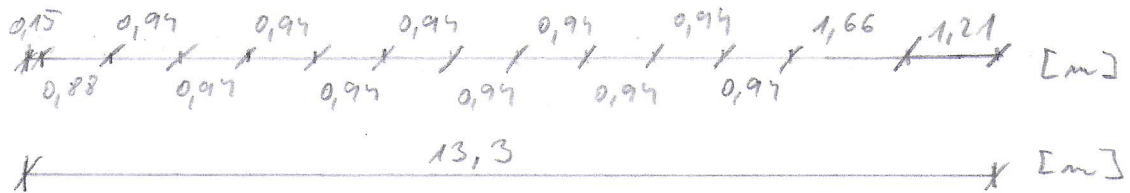
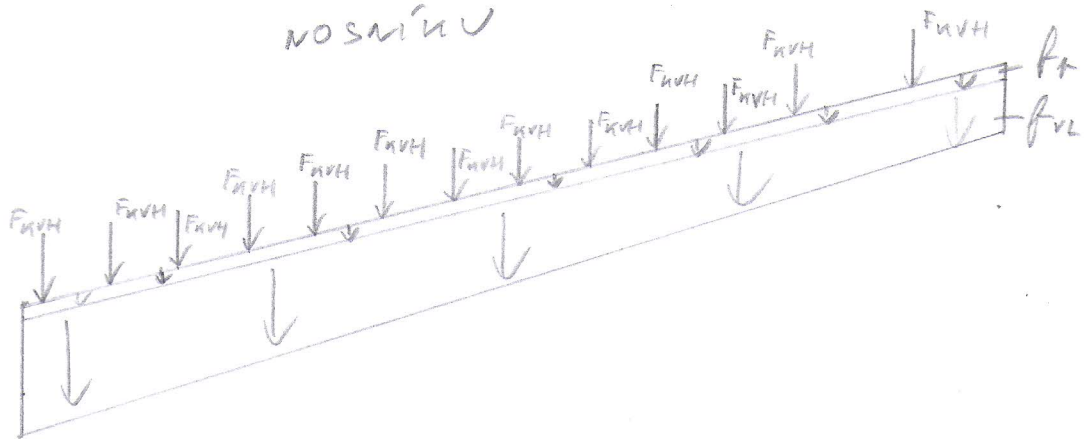
$$42 \cdot 3,74 \cdot 0,1 \cdot 0,15 \cdot 1,35 = 3,118 = F_{KVH}$$

### SVĚTLÍK CURVO XL (WOLF SYSTEM) [31]

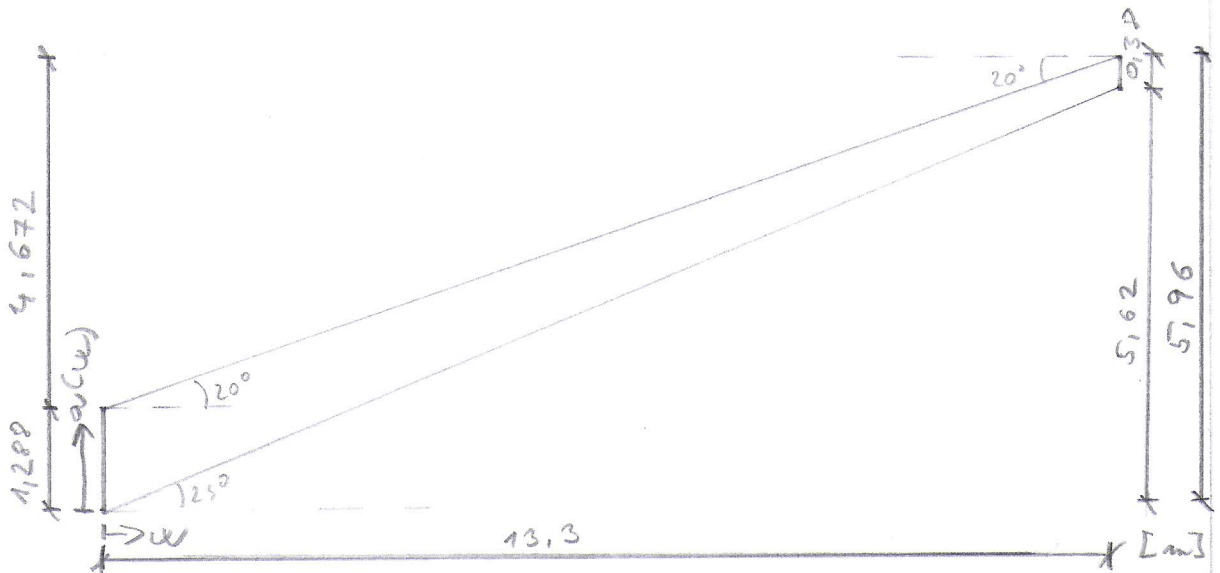
ZJEDNODUŠENÍ: OBLAST SVĚTLÍKU NAHRAZENA STEJNÝM ZATÍŽENÍM, KTERÉ JE NA ZBYTKU STŘECHY  $\Rightarrow$  TZN. VLNITÝM PLECHEM PRECIT A JEDNOU ŘADOU KVH 100x150 mm NÁPOJENÝCH NA STŘEŠNÍ NOSNÍKY V MÍSTECH KOTVENÍ PODPŮRNÝCH SLOUPKŮ SVĚTLÍKU PŘÍMO KE STŘEŠNÍM NOSNÍKŮM

VLASTNÍ TÍHA NOSNÍKU	$g_k$ [kN/m]	$s_k$	$g_d$ [kN/m]
LEPENÉ KOMBINOVANÉ LAPELOVÉ DŘEVO GL 32c	$41 \cdot 0,3 \cdot a(w)$	1,35	$f_{v2} = 16,6 \cdot a(w)$

# 1. 2. 1. 1. SCHEMA ZATÍŽENÍ STŘEŠNÍHO NOSNÍKU



## 1. 2. 1. 2. VÝPOČET $\alpha(w)$



$$V(w) = [w \cdot 5,96 - w \cdot w \cdot \tan 24^\circ \cdot 0,5 - 4,672 \cdot 13,3 \cdot 0,5 + (13,3 - w)^2 \cdot \tan 20^\circ \cdot \frac{1}{2}] \cdot b$$

$b = 0,3 \text{ m} \dots$  šířka průřezu

$$\alpha(w) = 5,96 - w \cdot \tan 24^\circ \cdot \frac{1}{2} - 4,672 \cdot 13,3 \cdot \frac{1}{2w} + \frac{(13,3 - w)^2 \cdot \tan 20^\circ}{2w}$$

### 1.2.2. ZATÍŽENÍ SLOUPU

DŘEVĚNÁ PRHNA P+D	$g_k$ [kN/m]	$\psi_n$	$g_d$ [kN/m]
BOROVICE (C 24) 24 x 120 mm	$41 \cdot 4 \cdot 0,024$	1,35	$5,31 = f_{pr}$

### STĚNOVÝ VĚTRACÍ SYSTÉM - WOLF SYSTÉM

ODHAD TÍHY  $G_k = 4,72 \text{ kN}$   $\psi_n = 1,35$   $Q_{d1} = 6,36 \text{ kN}$

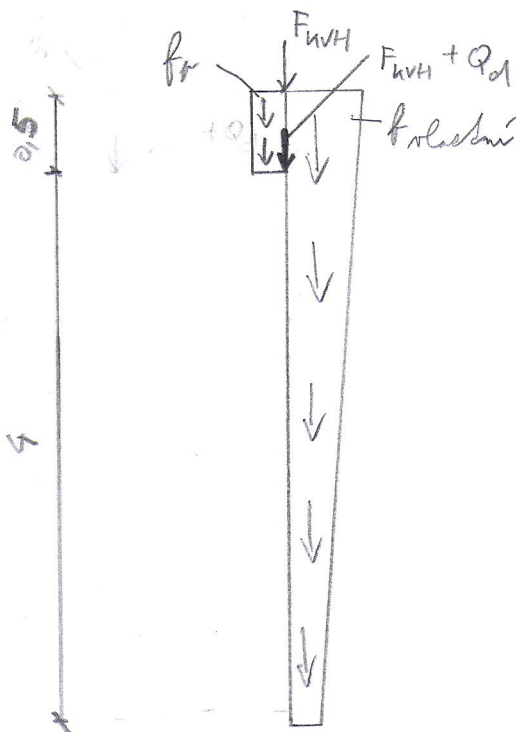
PEZI SLOUPOVÉ TRÁMIT	$g_k$ [kN]	$\psi_n$	$g_d$ [kN]
----------------------	------------	----------	------------

KVH 100 x 150 mm (C 24)  $42 \cdot 3,75 \cdot 0,1 \cdot 0,15$   $1,35$   
 $F_{kvh} = 3,18$

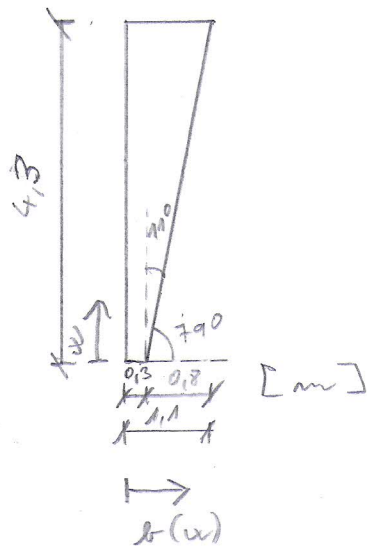
VLASTNÍ TÍHA SLOUPU	$g_k$ [kN/m]	$\psi_n$	$g_d$ [kN/m]
---------------------	--------------	----------	--------------

LEPENÉ HOUB. LAFL. DŘEVO GL 32c  $41 \cdot 0,3 \cdot h(w)$   $1,35$   $f_{deskn} = 16,6 \cdot h(w)$

### 1.2.2.1. SCHEMA ZATÍŽENÍ SLOUPU



1. 2. 2. 2. VÝPOČET  $b(u)$



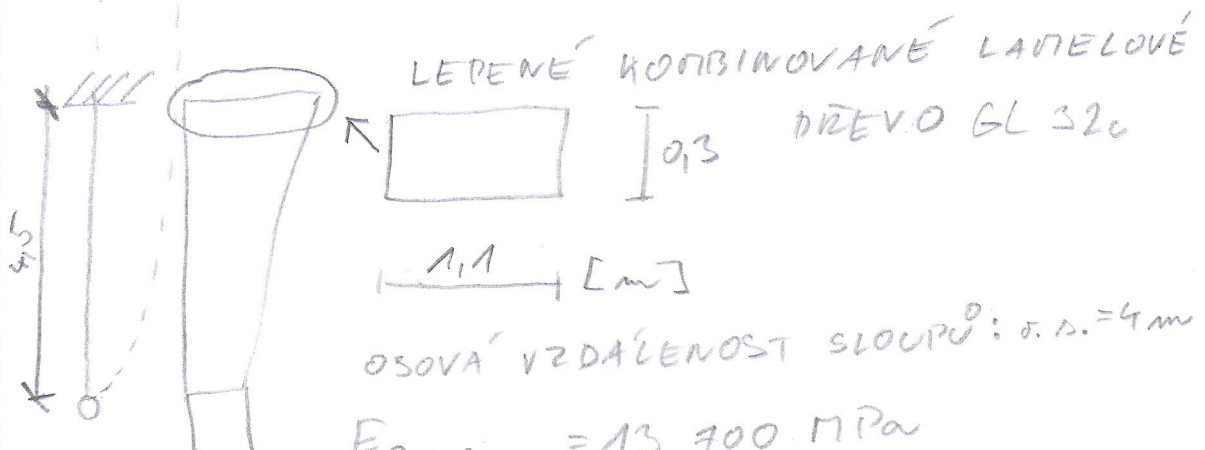
$$V(u) = (0,5 u^2 \cdot \tan 11^\circ + 0,3 u) \cdot b \text{ [m}^3\text{]}$$

$$b(u) = \frac{V(u)}{u \cdot b} = 0,3 + \frac{1}{2} u \cdot \tan 11^\circ \text{ [m]}$$

## 2. STATICKÉ VÝPOČTY

### 2.1. NÁVRH A POSOUZENÍ SLOUPU [13]

NEBYL PROVEDEN STABILITNÍ VÝPOČET,  
TUDIŽ UVAŽUJI ZJEDNODUŠENĚ  $\beta = 2,0$



$$E_{0,mean} = 13\,700 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 32 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 19,5 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 26,5 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 11\,100 \text{ MPa}$$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ NA 1 SLOUP:

$$F_s = 136,12 \text{ kN (viz. SCIA - STR. 15)}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST V TLAKU:

$\gamma_M = 1,25$  - LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO

$k_{POD} = 0,8$  - STŘEDNĚ DOBŘÍ ZATÍŽENÍ

$$f_{c,0,d} = k_{POD} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{26,5}{1,25} = 16,96 \text{ MPa}$$



NÁVRHOVÁ PEVNOST V OHYBU:

$$k_{\pi} = 1,25 - \text{LLD}$$

$$k_{\text{pod}} = 0,8 - \text{STŘEDNĚDOBĚ ZATÍŽENÍ}$$

$$f_{m,d} = k_{\text{pod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{k_{\pi}} = 0,8 \cdot \frac{32}{1,25} = 20,48 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V TLAKU:

$$\sigma_{c,d} = \frac{F_s}{A} = \frac{136,12 \cdot 10^3}{300 \cdot 1100} = 0,413 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ V OHYBU:

$$M_{Ed} = 299,04 \text{ kNm (viz SCIA - STR. 16)}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{M_{Ed}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} = \frac{299,04 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 1,1 \cdot 0,3^2} = 18,12 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ NA VZPĚR A OHYB:

$$I_m = \frac{1}{12} b \cdot h^3$$

VZPĚRNÁ DÉLKA:

$$L_{ov} = \beta \cdot L = 2 \cdot 4,5 = 9 \text{ m}$$

$$A = b \cdot h$$

STÍHLOSTNÍ POMĚR VE SMĚRU  $m$ :

$$\lambda_m = \frac{L_{ov}}{i_m} = \frac{L_{ov}}{\sqrt{\frac{I_m}{A}}} = \frac{L_{ov}}{\sqrt{\frac{1}{12} h^2}} = \frac{L_{ov}}{\frac{1}{\sqrt{12}} \cdot h} = \frac{\sqrt{12} \cdot L_{ov}}{h}$$

$$\lambda_m = \frac{\sqrt{12} \cdot 9}{0,3} = 103,9$$

$$\sigma_{c, \text{crit}} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda_N^2} = \pi^2 \cdot \frac{11100}{103,9^2} = 10,15 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{\text{rel}, n} = \sqrt{\frac{f_{c,0,2}}{\sigma_{c, \text{crit}}}} = \sqrt{\frac{26,5}{10,15}} = 1,616$$

SOUDINITEL VZPĚRNOSTI:

$$K = 0,5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel}, n} - 0,3) + \lambda_{\text{rel}, n}^2]$$

$\beta_c = 0,1$  - PRO LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO

$$K = 0,5 [1 + 0,1 \cdot (1,616 - 0,3) + 1,616^2] = 1,872$$

$$K_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel}, n}^2}} = \frac{1}{1,872 + \sqrt{1,872^2 - 1,616^2}}$$

$$K_c = 0,355$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{K_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1,0$$

$$\frac{0,413}{0,355 \cdot 16,96} + \frac{18,12}{20,48} \leq 1,0$$

$$0,95 \leq 1,0 \quad \text{SPLNĚNO} \checkmark$$

NAVŘZENÝ SLOUP VYHOVUJE NA VZPĚR A OHYB

PRŮHYB

$$w_{rel} = 7,8 \text{ mm (viz SCIA - STR. 17) 1121}$$

$$w_{lim} = \frac{L}{150} = \frac{4500}{150} = 30 \text{ mm} > 7,8 \text{ mm}$$

SPLNĚNO ✓

NAVŘZENÝ SLOUP VYHOVUJE NA PRŮHYB

## 2.2. NAVRHI A POSOUZENÍ STŘEŠNÍHO NOSNÍKU [13]

V PRŮŘEZU V KÁPOVĚTI ROHU VYCHAZÍ Vnitřní síly téměř totožné jako při posouzení sloupů, proto posuzují střešní nosník v průřezu ve vrcholu



LEPENÉ LAPELOVÉ DŘEVO GL 32c

$\eta_{II} = 1,25$  - LEPENÉ LAM. DŘEVO

$$f_{m,k} = 32 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 11000 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 13700 \text{ MPa}$$

$$k_{pod} = 0,8 \text{ - STŘEDNĚDOBÉ ZATÍŽENÍ}$$

NAVROHOVÁ PEVNOST V OHYBU:

$$f_{m,d} = k_{\text{pod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{32}{1,25} = 20,48 \text{ MPa}$$

NAVROHOVÁ PEVNOST VE SPYKUV:

$$f_{v,d} = k_{\text{pod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,8 \cdot \frac{3,2}{1,25} = 2,048 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ ZA OHYBU:

(NOSNÍK ZAJIŠTĚN PROTI PŘÍČNÉ A TORZNÍ STABILITĚ STŘEŠNÍM PLAŠTĚM A PEZINOSNÍKOVÝPI TRÁTY)

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{36,92 \cdot 10^3}{\frac{1}{6} \cdot 0,3 \cdot 0,382^2} = 5,114 \text{ MPa}$$

$$M_{Ed} = 36,92 \text{ kNm (viz SCIA - STR. 16)}$$

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

$$5,114 \text{ MPa} \leq 20,48 \text{ MPa} \quad \text{SPLŇUJE} \checkmark$$

SPYKOVÉ NAPĚTÍ

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{v,d} = 0,5 \text{ MPa (viz SCIA - STR. 17)}$$

$$0,5 \text{ MPa} \leq 2,048 \text{ MPa} \quad \text{SPLŇUJE} \checkmark$$

NAVROZENÝ NOSNÍK VYHOVUJE NA POSOUZENÍ V OHYBU A VE SPYKUV - 12-

POSOUZENÍ NA PRŮHYB - MSP:

$$w_{inst} \leq w_{lim}$$

$$w_{inst} = 21,9 \text{ mm} \quad (\text{viz SCIA - VÝPOČET MMS})$$

$$w_{lim} = \frac{L}{300} = \frac{14100}{300} = 47 \text{ mm}$$

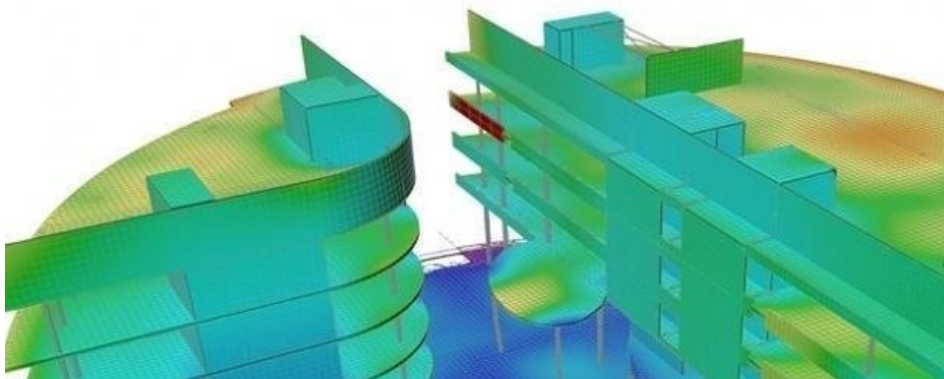
$$21,9 \text{ mm} \leq 47 \text{ mm} \quad \text{SPLŇUJE} \checkmark$$

NAVRŽENÝ NOSNÍK VYHOVUJE NA PRŮHYB

### 3. Výstupy z programu SCIA Engineer

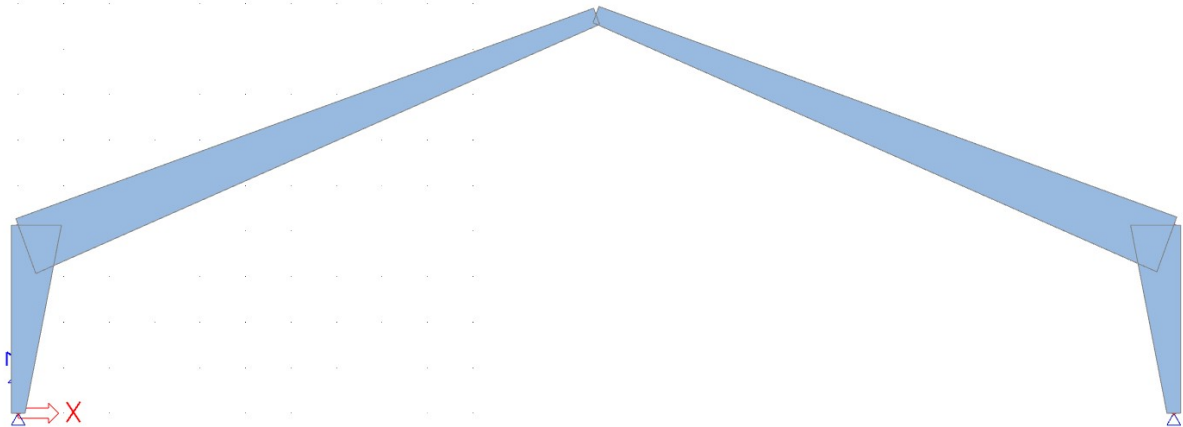


# SCIAENGINEER



## MODEL KONSTRUKCE ZADANÉ DO PROGRAMU SCIA ENGINEER 17.01:

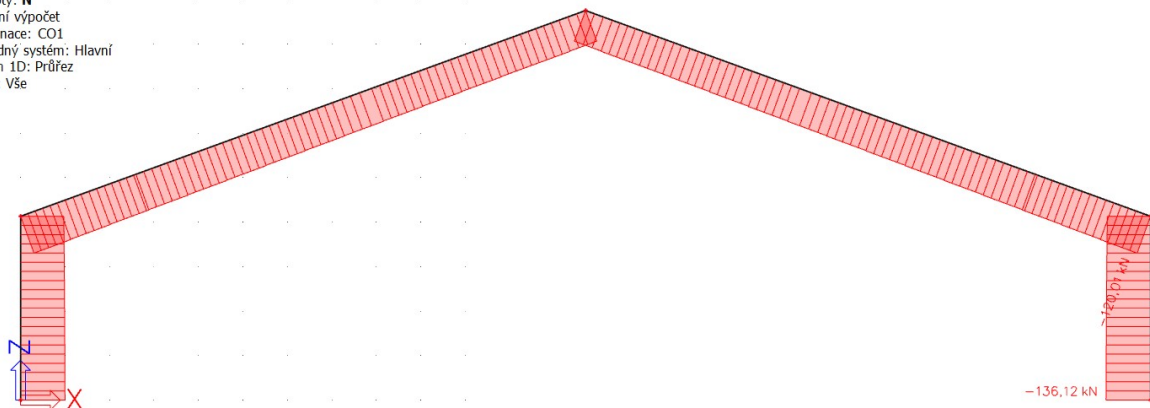
Zjednodušení zadávané konstrukce - rámový roh, vrchol rámové konstrukce.



## VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL:

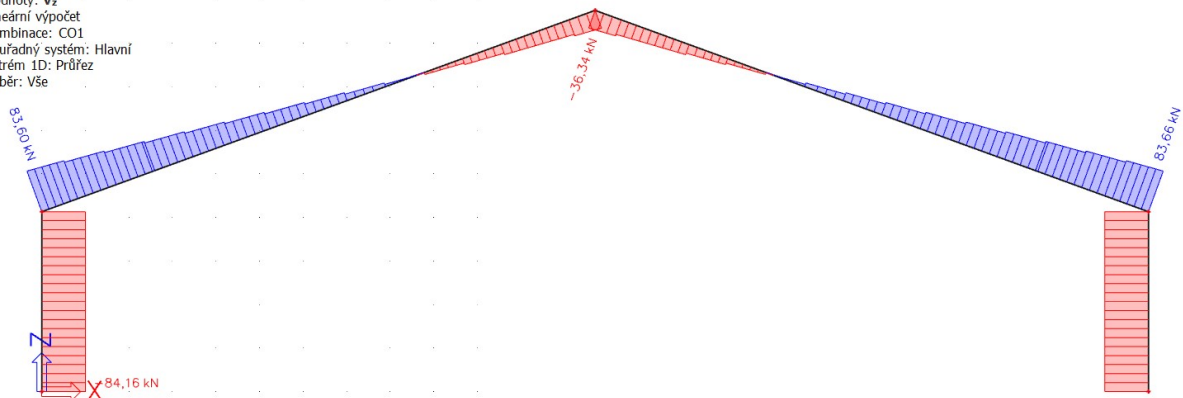
Normálová síla:

**1D vnitřní síly**  
Hodnoty: N  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše



Posouvající síla:

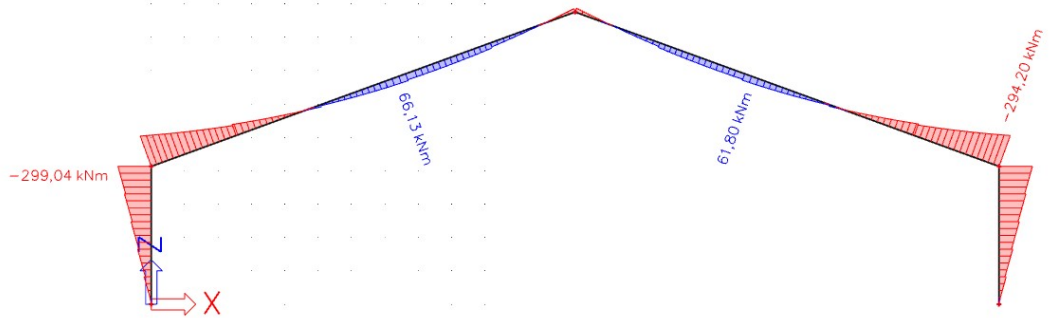
**1D vnitřní síly**  
Hodnoty: Vz  
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Průřez  
Výběr: Vše



## Moment:

### 1D vnitřní síly

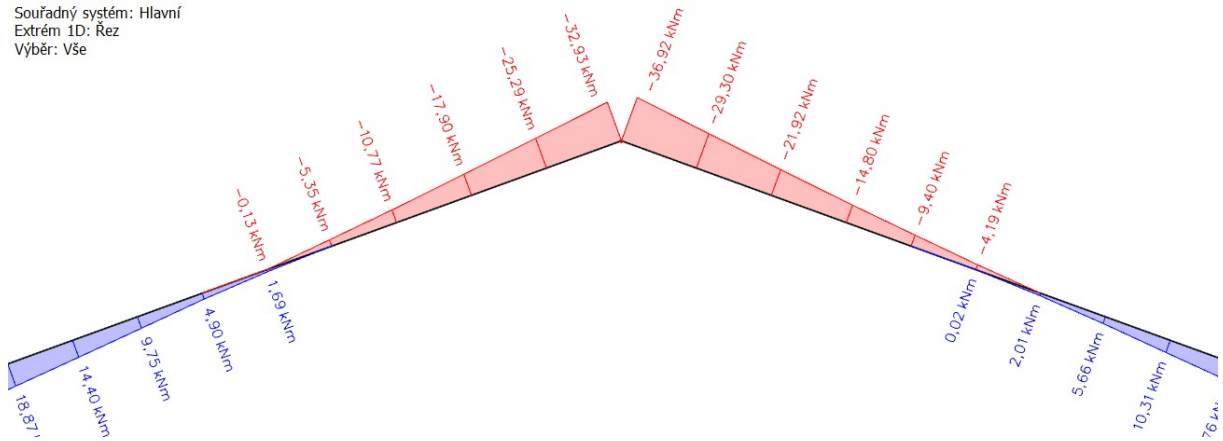
Hodnoty:  $M_y$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: CO1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Průřez  
 Výběr: Vše



## Detail momentu ve vrcholu rámu:

### 1D vnitřní síly

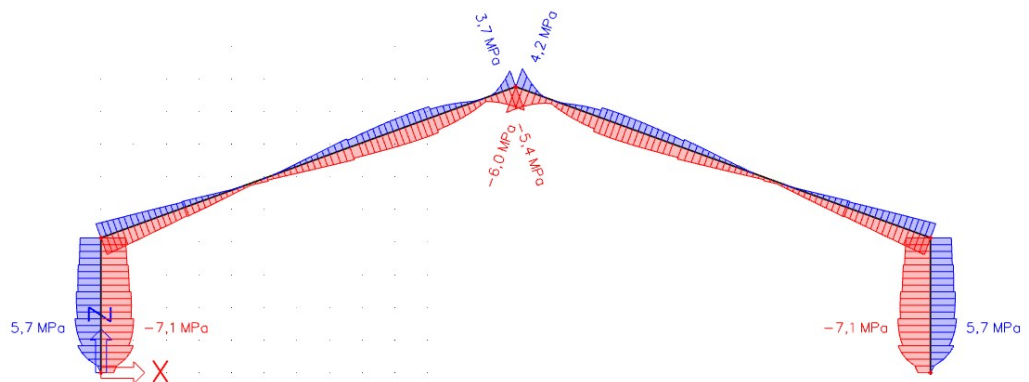
Hodnoty:  $M_y$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: CO1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Řez  
 Výběr: Vše



## Normálové napětí:

### 1D napětí

Hodnoty:  $\sigma_x$   
 Lineární výpočet  
 Kombinace: CO1  
 Souřadný systém: Hlavní  
 Extrém 1D: Dílec  
 Výběr: Vše

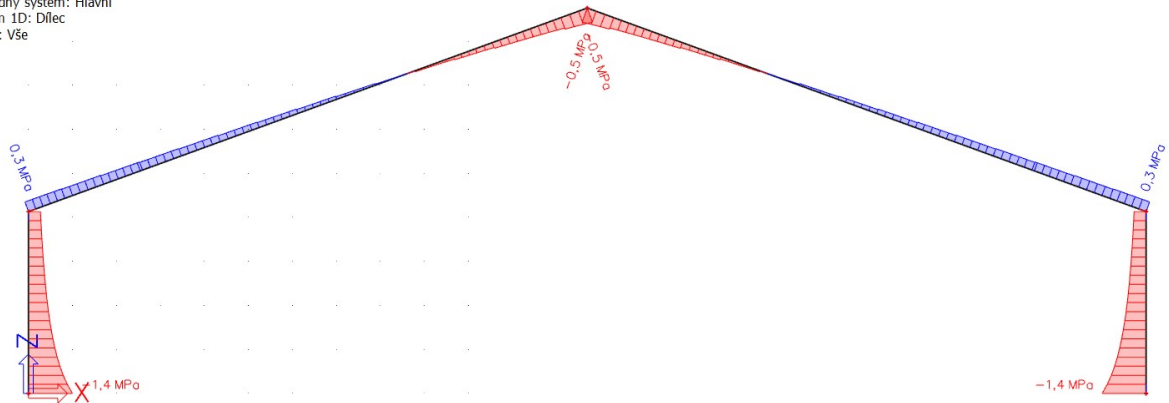




## Torzní napětí:

### 1D napětí

Hodnoty:  $T_{xz} / T_{xs}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše



## Průhyb konstrukce:

### 1D deformace

Hodnoty:  $U_{total}$   
Lineární výpočet  
Kombinace: CO1  
Souřadný systém: Globální  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše

