

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

## Statický posudek krovu



Autor:

Đorđe Ljubisavljević

# VLOŽENNÉ ZATÍŽENÍ

## ANALIZA OPTEREČENJA

### OPĆI PODACI:

Vanjski gabariti (širina × dužina)	= 9,85 m × 10,32 m
Krovna streha (horiz.)	= 0,73 m
Nagib krovne konstrukcije	= 36,00° / 36,00° (dvostrešni krov)
Visina zidne plohe	= 4,85 m
Visina građevine do sljemena	= 8,43 m
Nadmorska visina	= 109,50 m.n.m.
Lokacija građevine	= Lokacija građevine?

### OPTEREČENJA:

#### 1. Stalno opterećenje (po kosini krova):

##### 1.1. Vlastita težina elemenata

- Uključena u pojedine statičke proračune.

##### 1.2. Stalno opterećenje od krovne konstrukcije

- Pokrov:

Lim trapezni 18mm

$$g = 0,05 \text{ kN/m}^2$$

Termopanel sa MV 12cm

$$g = 0,26 \text{ kN/m}^2$$

Termopanel sa MV 20cm

$$g = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

OSB ploče 12mm

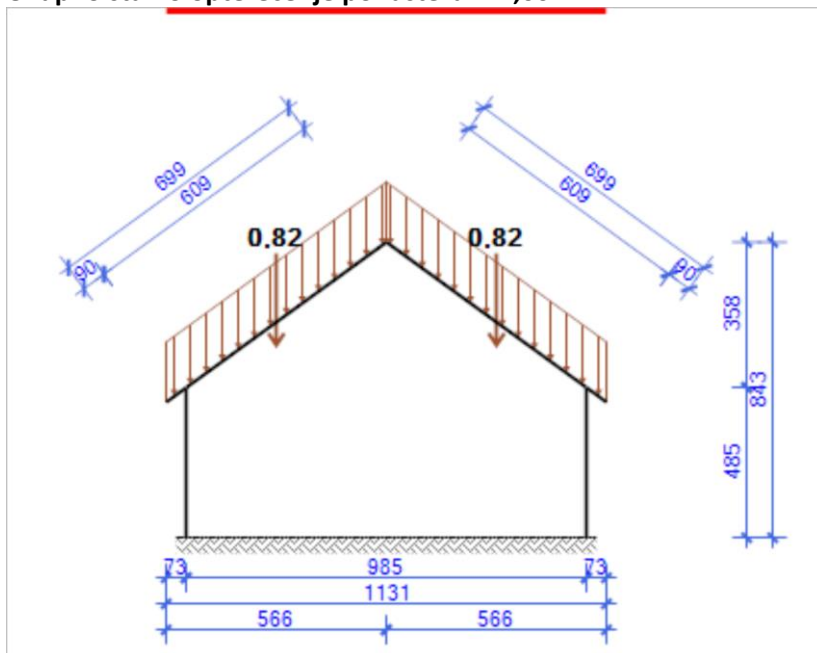
$$g = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

- Vjetrovni spregovi

$$g = 0,06 \text{ kN/m}^2$$

$$G = 0,82 \text{ kN/m}^2$$

#### Ukupno stalno opterećenje po rasteru r=1,00m:



#### 2. Promjenjiva opterećenja

##### Mjerodavna norma:

HRN EN 1991:2012

##### 2.1. Snijeg (po tlocrtu površine)

- NAD1:

3. područje

$$S_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

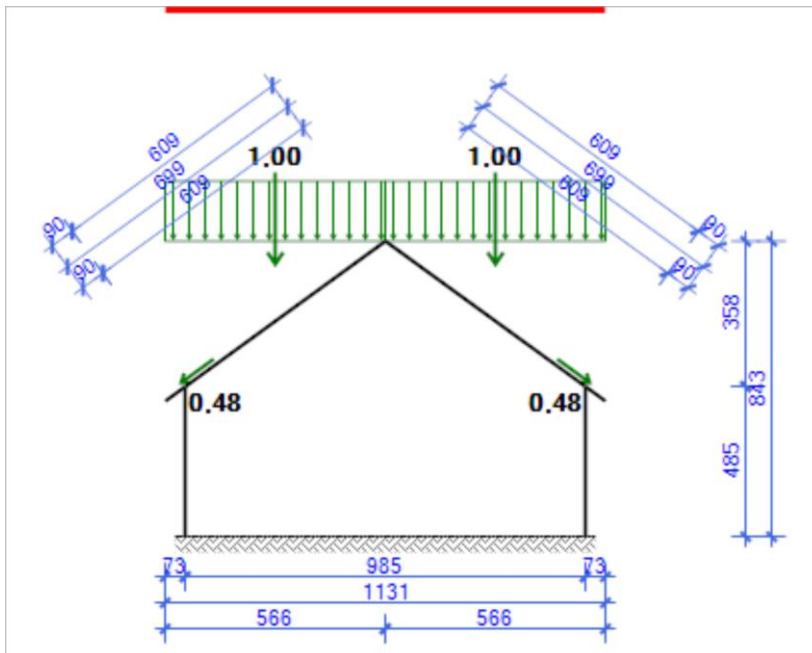
##### Opterećenja od djelovanja snijega po ploham i vrstama:

(S-Osnovno opt. snijegom [kN/m²]; Se-Snijeg što visi preko ruba krova [kN/m']; Fs-Snijeg na snjegobranima [kN/m'])

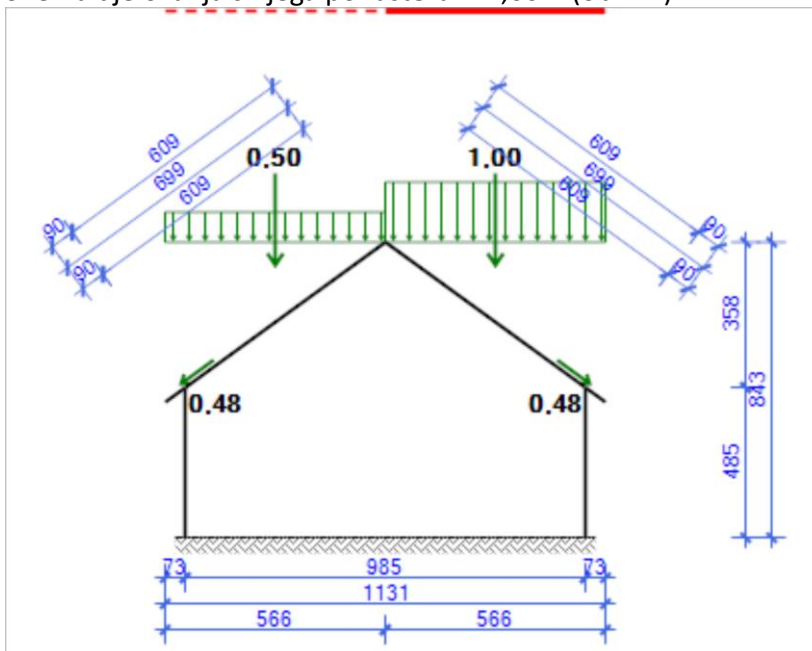
LIJEVA PLOHA: S<sub>1</sub> = 1,00 S<sub>2</sub> = 0,50 S<sub>3</sub> = 1,00 F<sub>s</sub> = 0,48

DESNA PLOHA: S<sub>1</sub> = 1,00 S<sub>2</sub> = 1,00 S<sub>3</sub> = 0,50 F<sub>s</sub> = 0,48

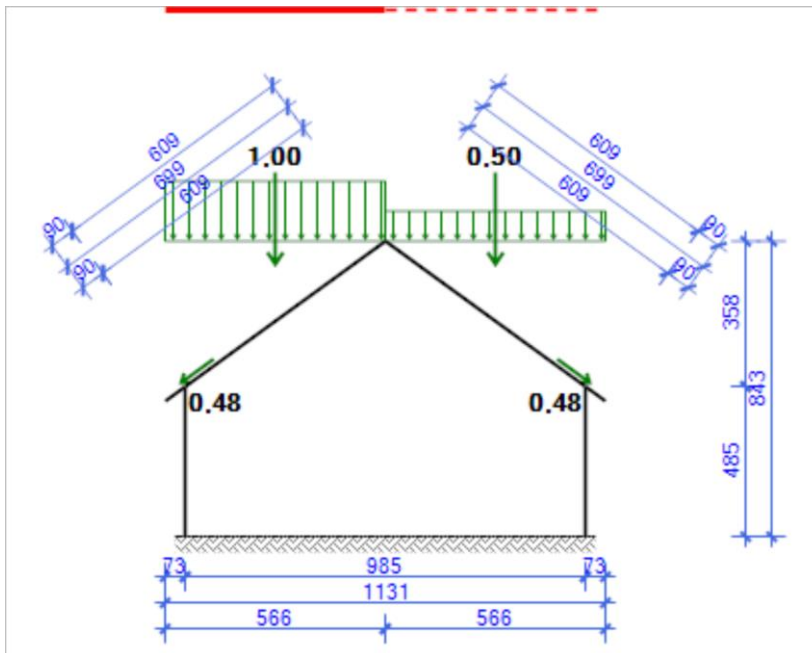
Schema djelovanja snijega po rasteru r=1,00m (oblik 1):



Shema djelovanja snijega po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (oblik 2):



Shema djelovanja snijega po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (oblik 3):



2.2. Vjetar (okomito na plohu)

- 2. područje
- 3. Predgrađa gradova ili industrijska područja i š...

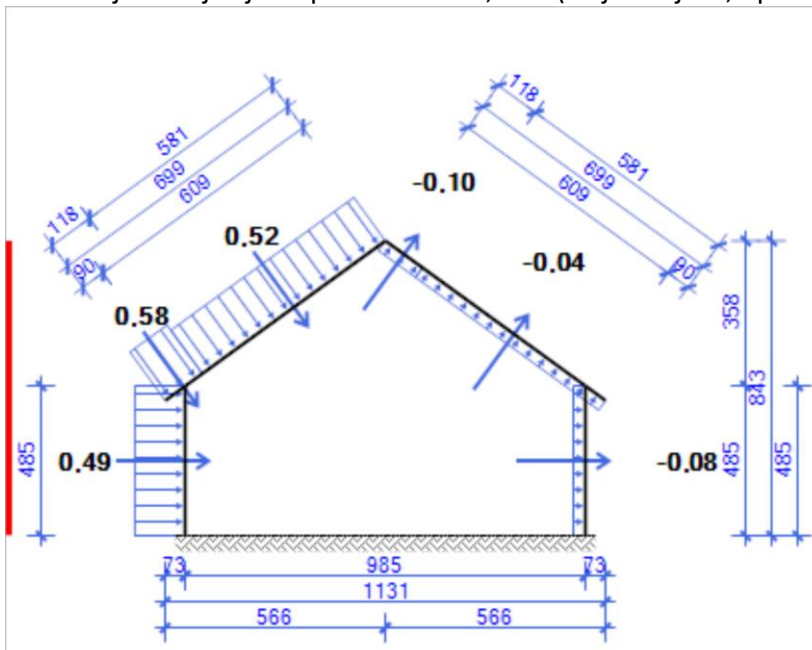
$v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$

$C_{e(z)} = 1,57$

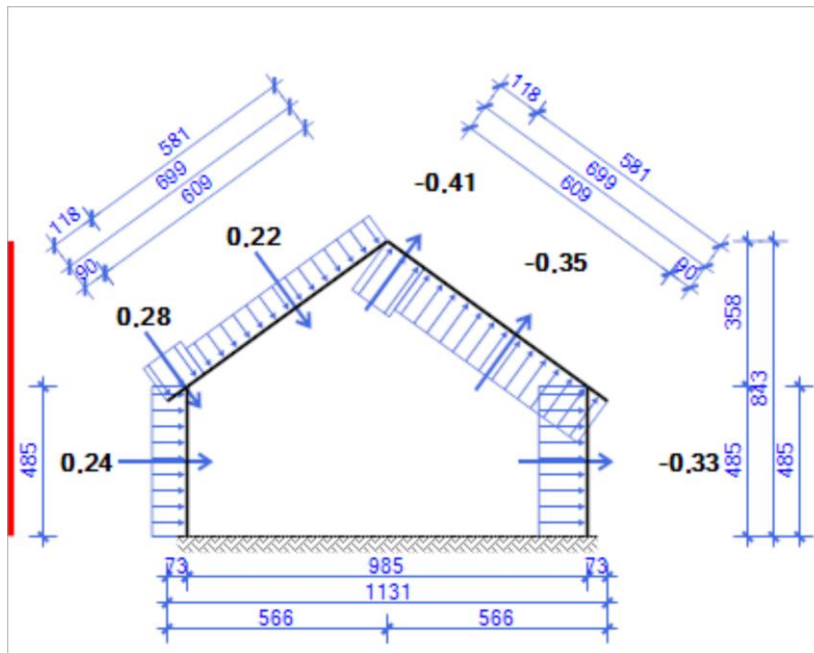
**Ref. pritisak srednje brzine vjetra:**

$q_B = 0,39 \text{ kN/m}^2$

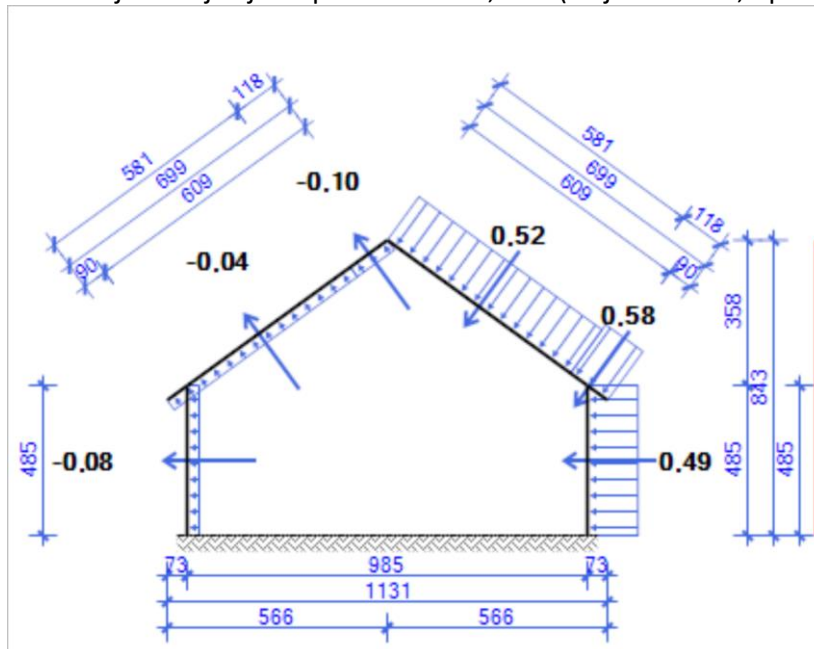
Shema djelovanja vjetra po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (smjer s lijeva,  $C_{pi}$  negativan):



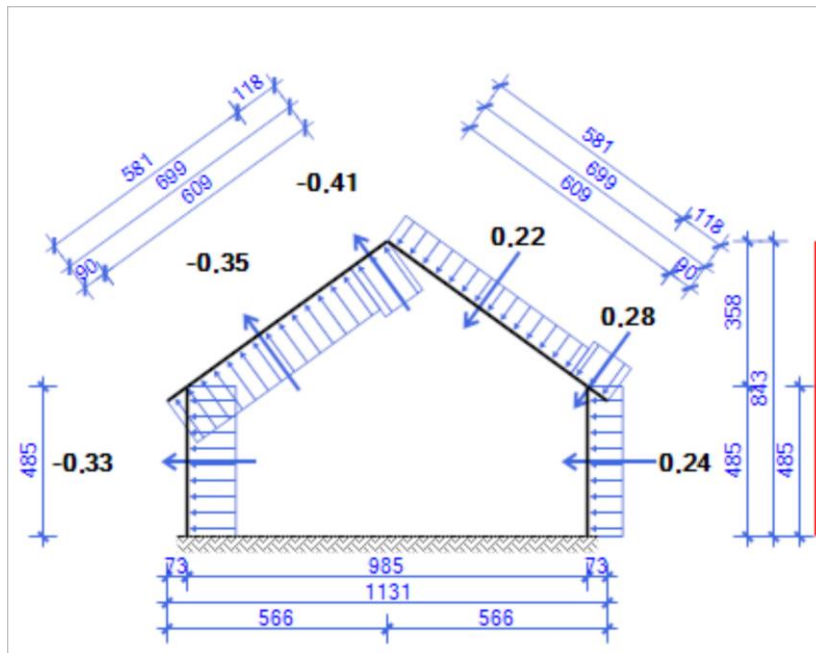
Shema djelovanja vjetra po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (smjer s lijeva,  $C_{pi}$  pozitivan):



Schema djelovanja vjetra po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (smjer s desna,  $C_{pi}$  negativan):



Schema djelovanja vjetra po rasteru  $r=1,00\text{m}$  (smjer s desna,  $C_{pi}$  pozitivan):



- Sila trenja uzdužno po krovnim ploham:

$F_{FR} = 0,51 | 0,51 \text{ kN}$

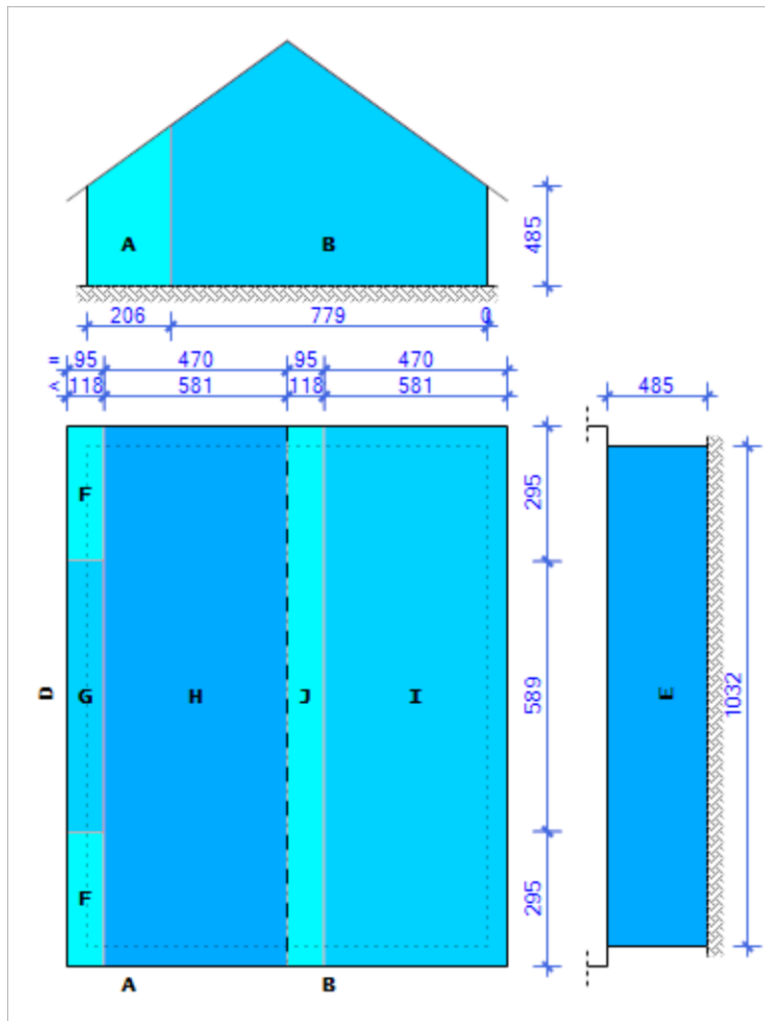
- Sila trenja uzdužno po zidnim ploham:

$F_{FR} = 0,62 | 0,62 \text{ kN}$

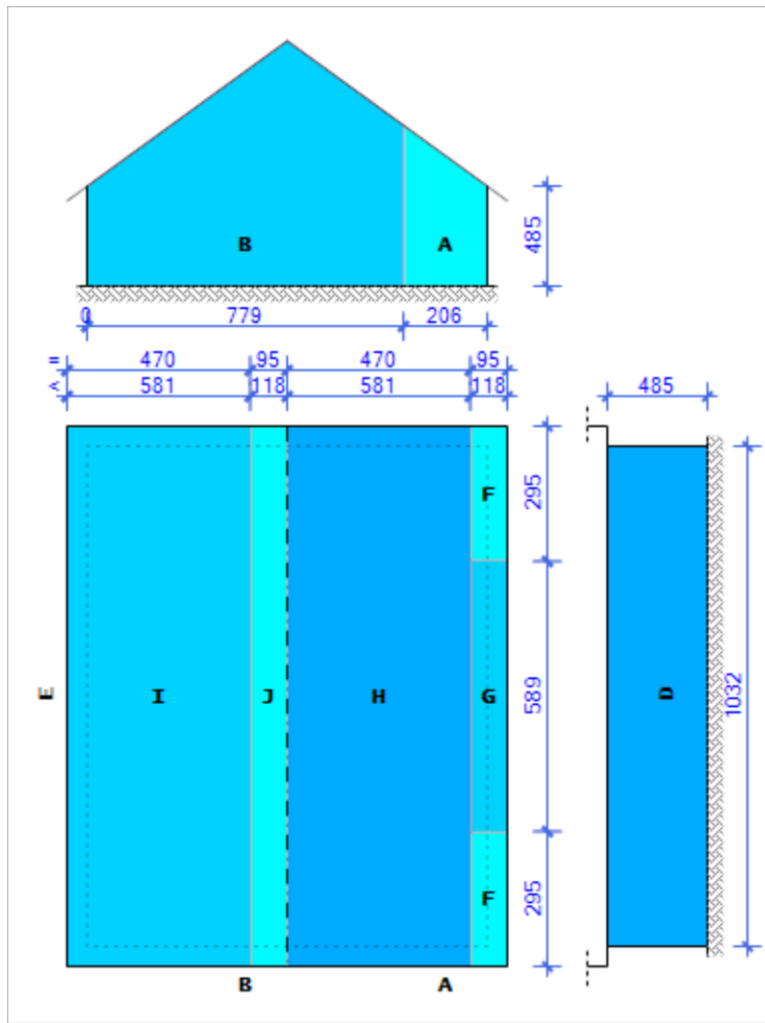
**Opterećenja od djelovanja vjetra po ploham i vrstama:**

( $W$ -Osnovno opterećenje vjetrom [ $\text{kN/m}^2$ ];  $C_e$ -Koeficijent izloženosti)

$W_{L \text{ MAX}}$	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
$C_{e(4,85)}$	-0,48	-0,28	-	0,49	-0,08	$C_{e(8,43)}$	0,58	0,58	0,52	-0,04	-0,10
$W_{L \text{ MIN}}$											
$C_{e(4,85)}$	-0,73	-0,53	-	0,24	-0,33	$C_{e(8,43)}$	0,28	0,28	0,22	-0,35	-0,41

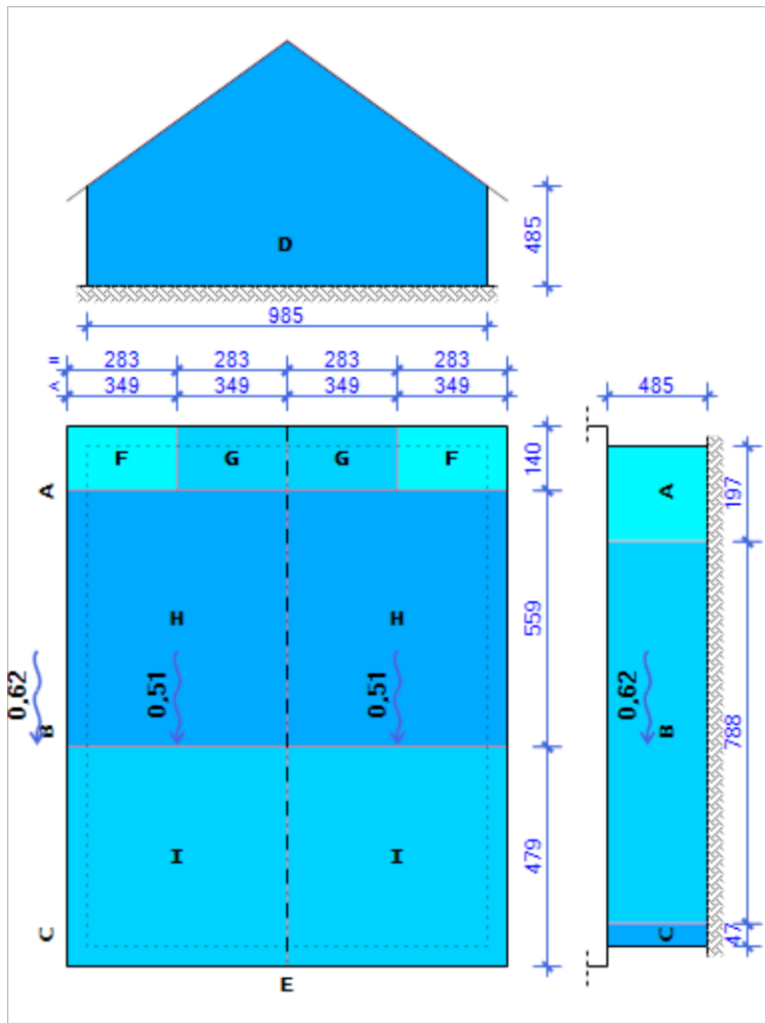


$W_{DE} \text{ MAX}$	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
$C_{e(4,85)}$	-0,48	-0,28	-	0,49	-0,08	$C_{e(8,43)}$ 0,58	0,58	0,52	-0,04	-0,10
$W_{DE} \text{ MIN}$										
$C_{e(4,85)}$	-0,73	-0,53	-	0,24	-0,33	$C_{e(8,43)}$ 0,28	0,28	0,22	-0,35	-0,41

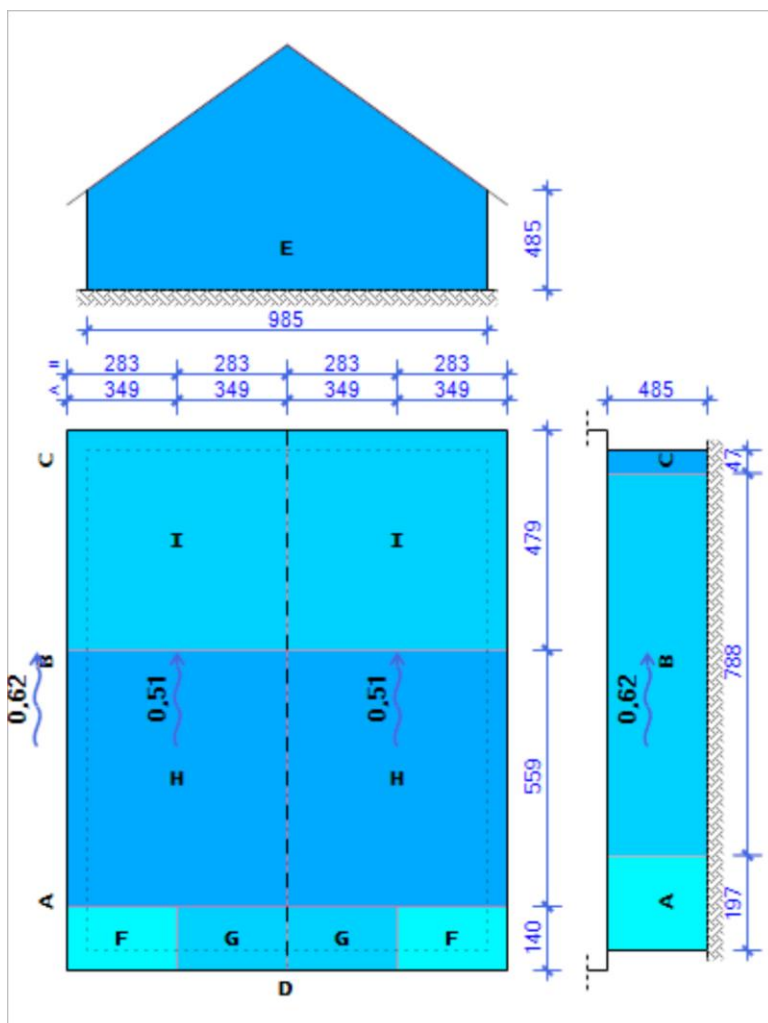


$W_{GO\ MAX}$	A	B	C	D	E	$C_{e(8,43)}$	$F_{LJ}$	$F_{DE}$	$G_{LJ}$	$G_{DE}$	$H_{LJ}$	$H_{DE}$	$I_{LJ}$	$I_{DE}$
$C_{e(8,43)}$	-0,59	-0,34	-0,15	0,60	-0,10	$C_{e(8,43)}$	-0,60	-0,60	-0,82	-0,82	-0,36	-0,36	-0,15	-0,15
$W_{GO\ MIN}$														
$C_{e(8,43)}$	-0,89	-0,65	-0,46	0,29	-0,41	$C_{e(8,43)}$	-0,91	-0,91	-1,13	-1,13	-0,67	-0,67	-0,46	-0,46





<b>W<sub>DO</sub> MAX</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F<sub>LJ</sub></b>	<b>F<sub>DE</sub></b>	<b>G<sub>LJ</sub></b>	<b>G<sub>DE</sub></b>	<b>H<sub>LJ</sub></b>	<b>H<sub>DE</sub></b>	<b>I<sub>LJ</sub></b>	<b>I<sub>DE</sub></b>	
<i>C<sub>e(8,43)</sub></i>	-0,59	-0,34	-0,15	0,60	-0,10	<i>C<sub>e(8,43)</sub></i>	-0,60	-0,60	-0,82	-0,82	-0,36	-0,36	-0,15	-0,15
<b>W<sub>DO</sub> MIN</b>														
<i>C<sub>e(8,43)</sub></i>	-0,89	-0,65	-0,46	0,29	-0,41	<i>C<sub>e(8,43)</sub></i>	-0,91	-0,91	-1,13	-1,13	-0,67	-0,67	-0,46	-0,46



### **KOMBINACIJE OPTEREĆENJA NA KONSTRUKCIJU:**

*(VT-Vlastita težina; G-Stalno opterećenje; S-Snijeg; W-Vjetar)*

1. GSU  $1,00 VT + 1,00 G + 1,00 S_{1,3}$
2. GSU  $1,00 VT + 1,00 G + 1,00 W_{MAX L,D}$
3. GSN  $1,35 VT + 1,35 G$
4. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,50 S_{1,3}$
5. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,50 S_{2,4}$
6. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,50 W_{MAX L,D}$
7. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,50 W_{MIN L,D}$
8. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,35 S_{1,3} + 1,35 W_{MAX L,D}$
9. GSN  $1,35 VT + 1,35 G + 1,35 S_{2,4} + 1,35 W_{MIN L,D}$

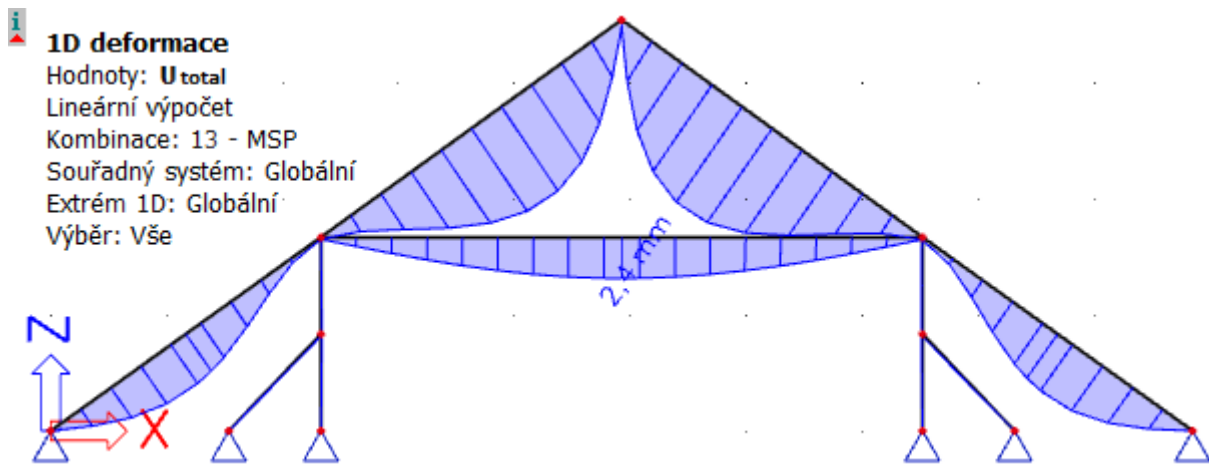
Analiza opterećenja izrađena programskim paketom ©RF Opterećenja v.3.2.1.6

Smederevska Palanka, červen 2018.

Projektant:  
Ljubisavljević Đorđe

# MSP

Dle ČSN EN 1993-1-1 je mezní průhyb  $L/250$ . Z mých výpočtů vychází maximální průhyb 2,4mm na krově. (viditelné na obrázku níže).



Konečný průhy:  $w_{net,fin} = 2,4\text{mm}$ .

Limitní průhyb:  $L/250 = 3,202/250 = 0,012808\text{m} = 12,8\text{mm}$

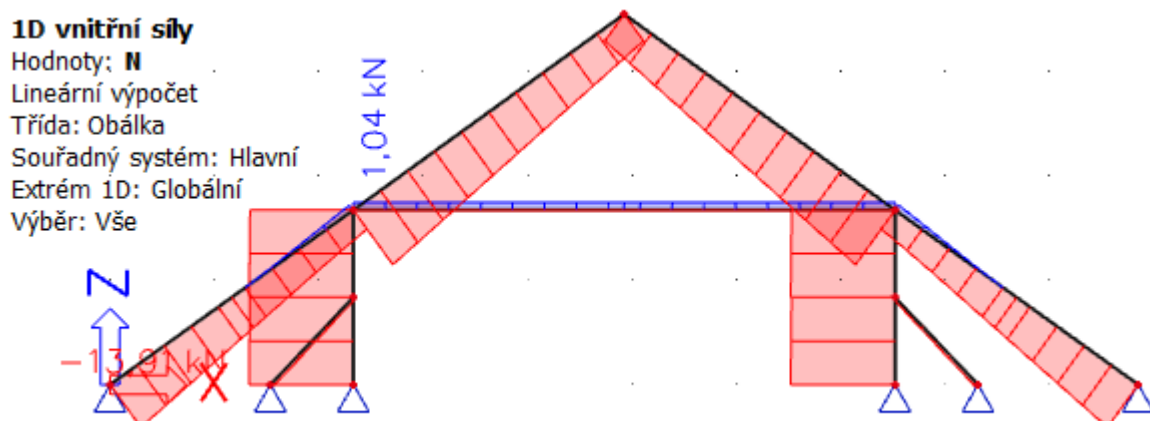
$w_{net,fin} < L/250$   
 $2,4 < 12,8 \text{ [mm]}$

**VYHOVUJE**

# MSÚ

## Posudek sloupku tlak

Obálka normálových sil z mého výpočtu udává maximální hodnotu 13,91kN (tlak) a 1,04kN (tah).



Maximální normální síla vychází v patě sloupku.

Průřez sloupku: 160x160 mm

Maximální normálová síla v patě sloupku:  $N_{tlak,max} = 13,91 \text{ kN} = 0,0139 \text{ MN}$

třída provozu: 1  $\rightarrow k_{mod} = 0,9$

délka  $l = 1,67 \text{ m}$

třída dřeva: C24

$E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$

$f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$

$$A = 0,16 * 0,16 = 0,0256 \text{ m}^2$$

$$I_y = I_z = \frac{1}{12} * a^4 = \frac{1}{12} * 0,16^4 = 5,4613e^{-5} \text{ m}^4$$

$$I_{,min} = 5,4613e^{-5} \text{ m}^4$$

$$i_{,min} = \sqrt{\frac{I_{,min}}{A}} = \sqrt{\frac{5,4613e^{-5}}{0,0256}} = 0,0462 \text{ m} = 46,2 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{,min}} = \frac{1670}{46,2} = 36,15$$

$$\sigma_{c,crit} = \frac{\pi^2 * E_{0,05}}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 * 7400}{36,15^2} = 55,88 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{55,88}} = 0,613$$

$$k = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2)$$

$$k = 0,5 * (1 + 0,2 * (0,613 - 0,3) + 0,613^2)$$

$$k = 0,719$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{0,719 + \sqrt{0,719^2 - 0,613^2}} = 0,913$$

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} * k_c$$

$$\frac{Nd}{A} \leq \frac{k_{mod} * f_{c,0,k}}{\gamma_M} * k_c$$

$$Nd \leq \frac{k_{mod} * f_{c,0,k}}{\gamma_M} * k_c * A$$

$$Nd \leq \frac{0,9 * 21}{1,3} * 0,913 * 0,0256$$

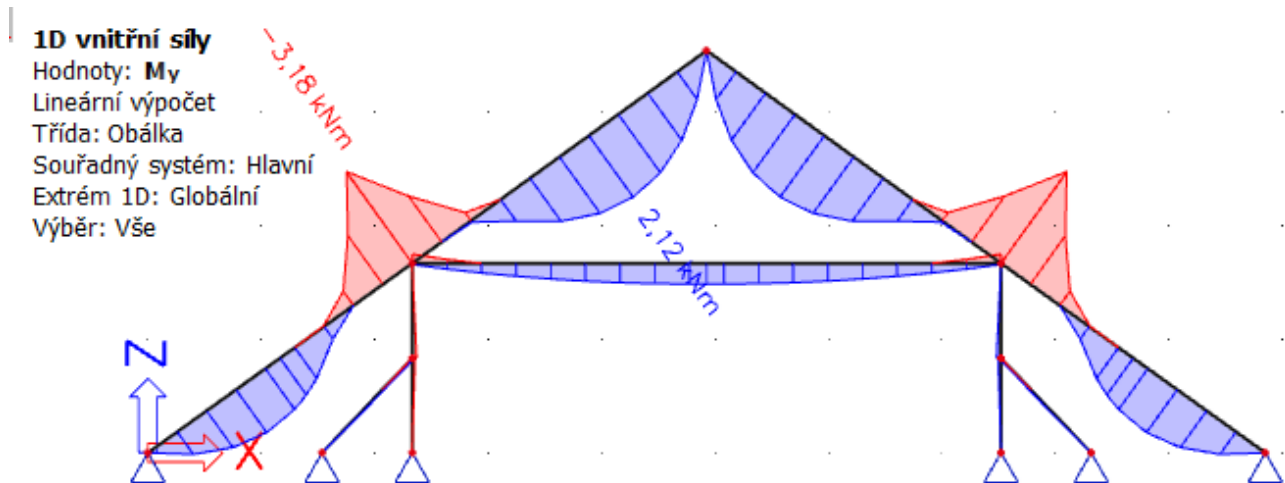
$$0,0139 \leq 0,3398 [MN]$$

$$13,9 \leq 339,8 [kN]$$

Sloupek průřezu 160x160mm **VYHOVUJE**

## Posudek na ohyb

Obálka ohybových momentů z mého výpočtu udává maximální hodnotu 3,18 kNm, který vychází na krokvi.



Maximální moment:  $M_{\max} = 3,18 \text{ kNm}$

Průřez krokve: 130x160 mm

třída provozu: 2  $\rightarrow k_{\text{mod}} = 0,9$

délka  $l = 6,069 \text{ m}$

třída dřeva: C24

$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0,9 \cdot 24000}{1,3} = 16615,4 = 16,62 \text{ MPa}$$

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,13 \cdot 0,16^2 = 5,5466 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{ed}}{W_y} = \frac{3,18}{5,5466 \cdot 10^{-4}} = 5733,2 \text{ kPa} = 5,73 \text{ MPa}$$

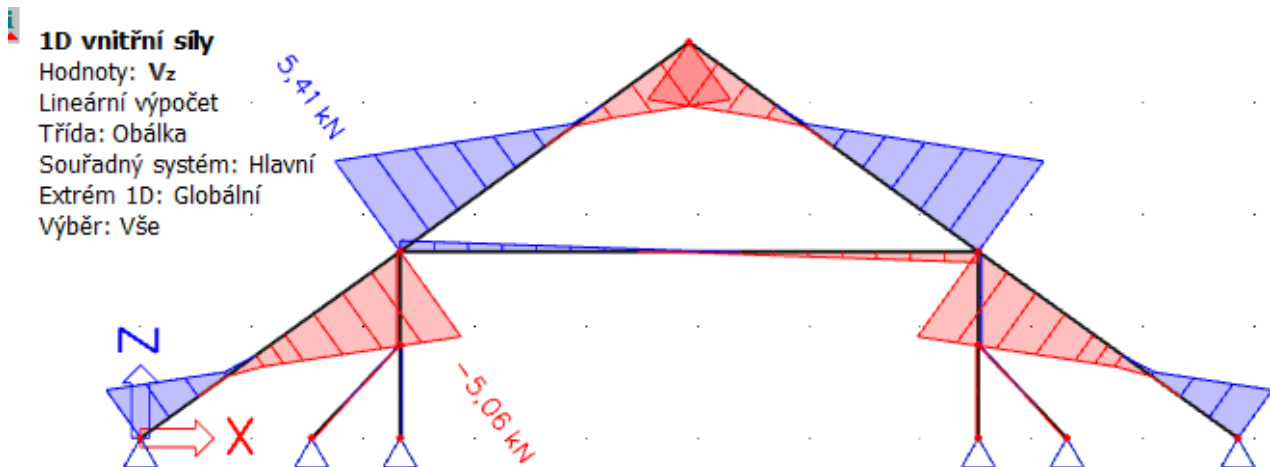
$$\sigma_{md} \leq f_{m,d}$$

$$5,73 \leq 16,62 [\text{MPa}]$$

Krokv průřezu 130x160mm **VYHOVUJE** na ohyb

## Posudek na smyk

Obálka smykových sil z mého výpočtu udává maximální hodnotu 5,41 kN, který vychází na krokvi.



Maximální smyková síla:  $V_z = 5,41 \text{ kN}$

Průřez krokve: 130x160 mm

Průřezová plocha:  $A = 0,13 \cdot 0,16 = 0,0208 \text{ m}^2$

třída provozu: 2  $\rightarrow k_{mod} = 0,9$

třída dřeva: C24

$f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$

$$f_{v,d} = k_{mod} * f_{v,\frac{k}{\gamma_m}} = 0,9 * \frac{4}{1,3} = 2,769 \text{ MPa}$$

$$T_v = \frac{S * V_z}{b * I} = \frac{3}{2} * \frac{V_z}{A} = \frac{3}{2} * \frac{5,41}{0,0208} = 390,14 \text{ kPa} = 0,39 \text{ MPa}$$

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

$$0,39 \leq 2,769 [\text{MPa}]$$

Krokev průřezu 130x160mm **VYHOVUJE** na smyk.

## Závěr

Nejnepříznivěji namáhané prvky krovu byly posouzeny a vyhověly.