

**ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA  
STAVEBNÍ**



**DIPLOMOVÁ  
PRÁCE**

**STATICKÉ  
VÝPOČTY**

**2021**

**MARTIN  
MOTTL**



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

## STATICKÁ ČÁST

### OCELOVÉ KONSTRUKCE

POSOUZENÍ OCELOVÉHO VAZNÍKU PO ZABUDOVÁNÍ DO KONSTRUKCE  
POSOUZENÍ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH SPOJŮ PO ZABUDOVÁNÍ DO KONSTRUKCE  
POSOUZENÍ ZBYTKOVÉ ÚNOSNOSTI OCELOVÉHO VAZNÍKU V NOVÉM STAVU  
POSOUZENÍ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH SPOJŮ V NOVÉM STAVU

## VÝPOČET ZATÍŽENÍ

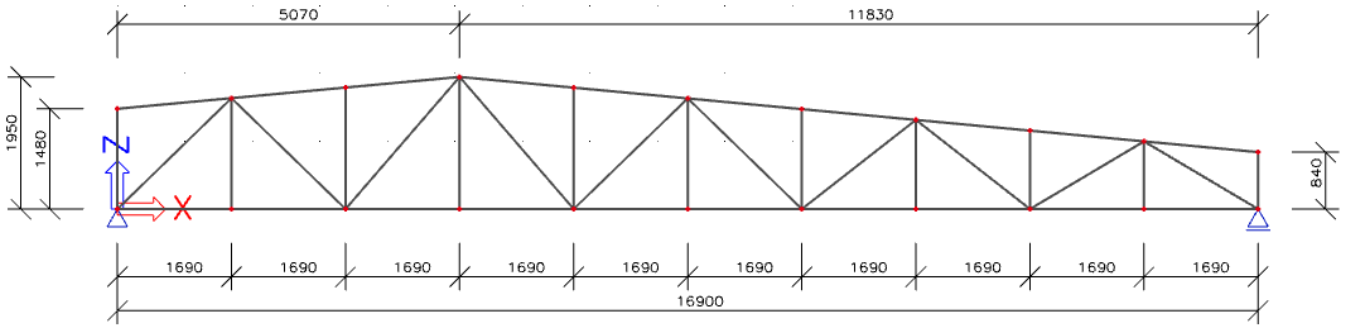
<b>ZATÍŽENÍ - PODHLED VAZNÍKU</b>						
	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m}^2)$		
Stálé	Jemná omítka 10 mm	0,200	1,35	0,270		
	Cementová omítka 20 mm	0,400	1,35	0,540		
	Betonové prefabrikované desky 25 mm	0,525	1,35	0,709		
	2 x korkové impregnované desky, 2x30 mm	0,100	1,35	0,135		
	Cementový potěr 20 mm	0,420	1,35	0,567		
	Zatížení celkem	1,645		2,221		
<b>ZATÍŽENÍ - NOSNÍK PODHLEDU</b>						
	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	zš	$f_k(\text{kN/m})$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m})$
Stálé	Podhled	1,645	1,690	2,780	1,35	3,753
	Nosník IPN 160			0,179	1,35	0,242
	Obetonávka IPN (0,134*0,195-0,00228)*2,25			0,054	1,35	0,073
	Zatížení celkem			3,013		4,068
<b>ZATÍŽENÍ STŘECHY</b>						
	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m}^2)$		
Stálé	Asfaltové pásy 3x4 mm	0,017	1,35	0,023		
	Plnoplošné prkenné bednění 25 mm	0,015	1,35	0,020		
	Celkem stálé	0,015	1,35	0,043		
Prom.	Sníh <sup>*)</sup>	0,560	1,5	0,840		
	Celkem proměnné	0,560	1,5	0,840		
	Zatížení celkem	0,575		0,883		
<b>ZATÍŽENÍ - VAZNICE</b>						
	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	zš	$f_k(\text{kN/m})$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m})$
Stálé	Střecha	0,015	1,690	0,025	1,35	0,034
	Dřevěné vazničky 120/140			0,020	1,35	0,027
	Nosník IPN 140			0,144	1,35	0,194
	Celkem stálé			0,189		0,256
Prom.	Sníh <sup>*)</sup>	0,560	1,69	0,946	1,5	1,420
	Celkem proměnné	0,560		0,946		1,420
	Zatížení celkem			1,136		1,675

\*) Zatížení sněhem: I. sněhová oblast  
 $S_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

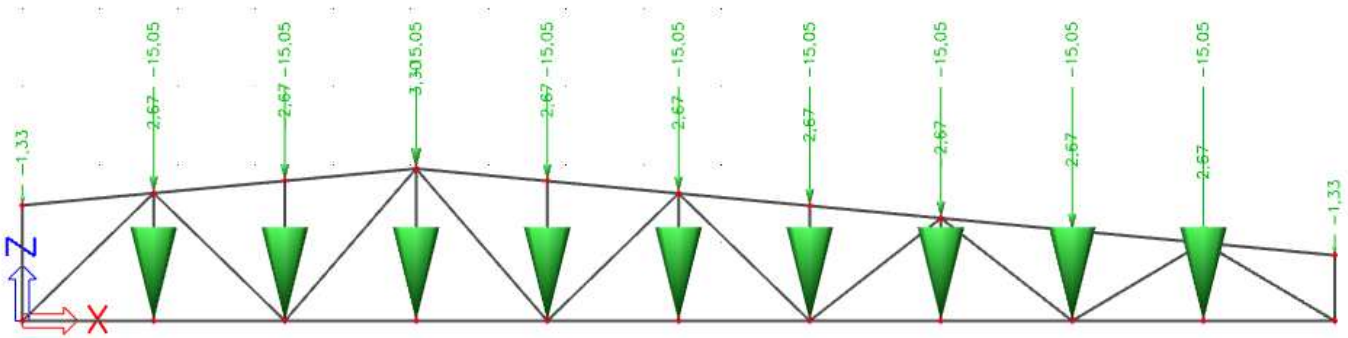
Zatížení větrem: Větrná zóna II  
 Výchozí hodnota zákł. rychlosti větru 25 m/s  
 Kategorie terénu III  
 Základní tlak větru  $0,39 \text{ kN/m}^2$

Výpočet zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3, větrem dle ČSN EN 1991-1-4.

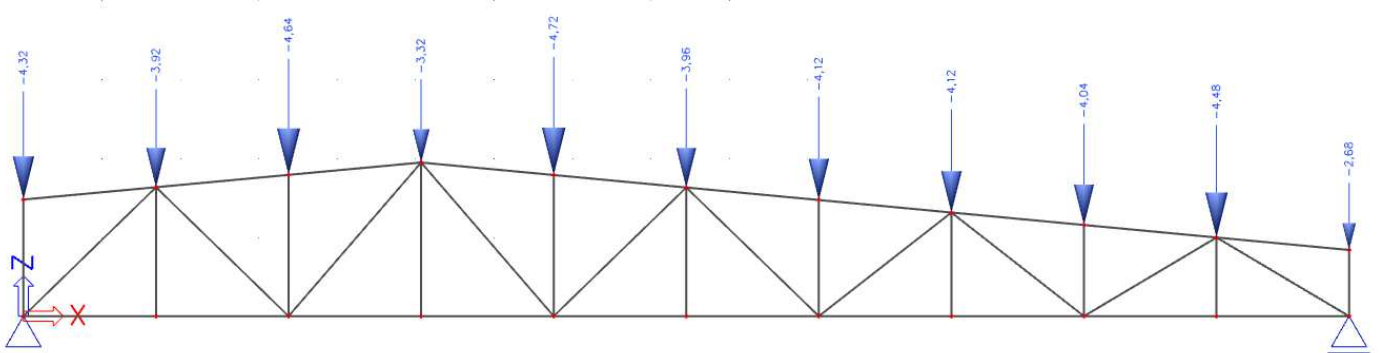
# VÝPOČETNÍ MODEL



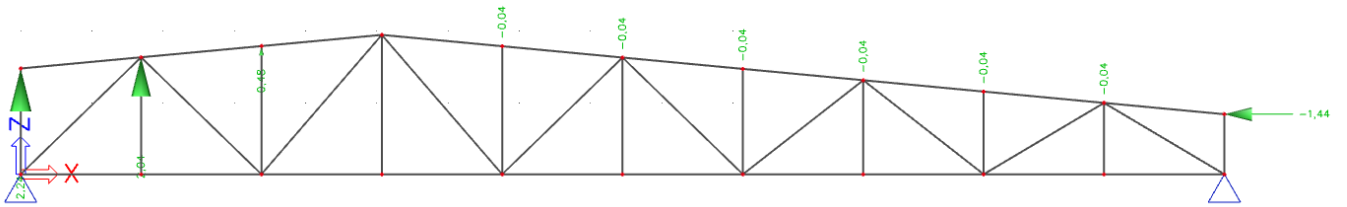
## STÁLÉ ZATÍŽENÍ



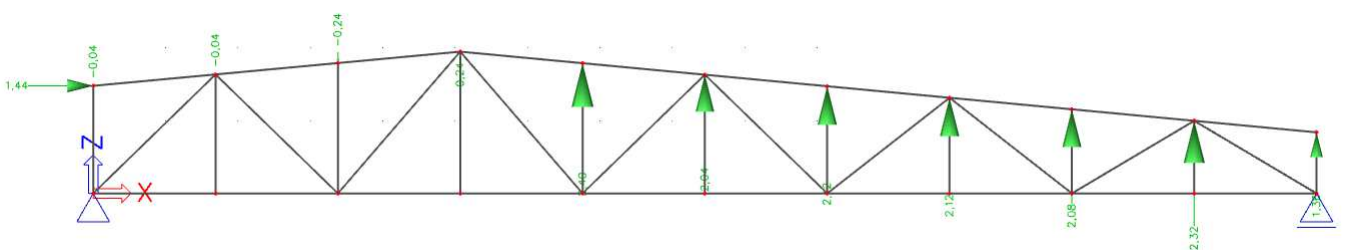
## ZATÍŽENÍ SNĚHEM



## ZATÍŽENÍ VĚTREM ZPRAVA



## ZATÍŽENÍ VĚTREM ZLEVA





## POSOUZENÍ HORNÍ PÁSNICE

$$N_{Ed} := 449.72 \text{ kN}$$

$$L := 1.697 \text{ m}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

#### PROFIL: 2 x 90x130x12

$$m := 39.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 8.4060 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 7.8423 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 5023.5 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 41 \text{ mm} \quad i_z := 40 \text{ mm}$$

$$L_{cr;y} := 0.9 \cdot L = 1527.3 \text{ mm}$$

$$L_{cr;z} := 0.9 \cdot L = 1527.3 \text{ mm}$$

$$N_{cr;y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr;y}^2} = 7468.953 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{y'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;y}}} = 0.31$$

$$N_{cr;z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr;z}^2} = 6968.091 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{z'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;z}}} = 0.32$$

$$\lambda' := \lambda'_{z'}$$

Křivka vzpěrné pevnosti: c

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2) = 0.579$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.94$$

### VZPĚRNÁ ÚNOSNOST

$$N_{b;Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 661.163 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b;Rd}} = 0.68$$

OK

## POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

$$N_{Ed} := 285.76 \text{ kN}$$

$$L := 1.963 \text{ m}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

#### PROFIL: 2 x 90x130x12

$$m := 39.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 8.4060 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 7.8423 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 5023.5 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 41 \text{ mm}$$

$$i_z := 40 \text{ mm}$$

$$L_{cr;y} := 0.75 \cdot L = 1472.25 \text{ mm}$$

$$L_{cr;z} := 0.75 \cdot L = 1472.25 \text{ mm}$$

$$N_{cr;y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr;y}^2} = 8037.95 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{y'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;y}}} = 0.3$$

$$N_{cr;z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr;z}^2} = 7498.931 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{z'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;z}}} = 0.31$$

$$\lambda' := \lambda'_{z'}$$

Křivka vzpěrné pevnosti: c

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2) = 0.573$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.946$$

### VZPĚRNÁ ÚNOSNOST

$$N_{b;Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 665.284 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b;Rd}} = 0.43$$

OK

## POSOUZENÍ DOLNÍ PÁSNICE

$$N_{Ed} := 437.42 \text{ kN}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

PROFIL: 2 x 80x120x12

$$m := 35.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 6.4555 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 5.7825 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 4538.44 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 38 \text{ mm}$$

$$i_z := 36 \text{ mm}$$

### TAHOVÁ ÚNOSNOST

$$N_{pl;Rd} := A \cdot f_{yd} = 635.382 \text{ kN}$$

$$N_{u;Rd} := 0.9 A \cdot f_{ud} = 571.843 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\min(N_{pl;Rd}, N_{u;Rd})} = 0.765 \quad \text{OK}$$

## POSOUZENÍ TAŽENÉ DIAGONÁLY

$$N_{Ed} := 153.59 \text{ kN}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

PROFIL: 2 x 60x90x8

$$m := 13.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := 140 \text{ MPa}$$

$$I_y := 1.8501 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 1.7998 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 2282.7 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 28 \text{ mm}$$

$$i_z := 28 \text{ mm}$$

### TAHOVÁ ÚNOSNOST

$$N_{pl;Rd} := A \cdot f_{yd} = 319.578 \text{ kN}$$

$$N_{u;Rd} := 0.9 A \cdot f_{ud} = 287.62 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\min(N_{pl;Rd}, N_{u;Rd})} = 0.534 \quad \text{OK}$$



## POSOUZENÍ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH PŘÍPOJŮ

### PŘÍPOJ KRAJNÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

#### VSTUPNÍ HODNOTY

Síla z diagonály:  $N_{Ed} := 285.76 \text{ kN}$

$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$

$f_u := f_{yd}$

**6 NÝTŮ 7/8"**

$n := 2$        $n_u := 6$

$f_{ur;b} := 100 \text{ MPa}$        $f_{ur} := 210 \text{ MPa}$

$e_1 := 40 \text{ mm}$        $p_1 := 100 \text{ mm}$        $e_2 := 40 \text{ mm}$

$d := 22.23 \text{ mm}$        $d_0 := 22.23 \text{ mm}$        $t := 15 \text{ mm}$        $A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 388.122 \text{ mm}^2$

$F_{v;Rd;1} := A \cdot n \cdot f_{ur;b} = 77.624 \text{ kN}$

$F_{v;Rd} := n_u \cdot F_{v;Rd;1} = 465.747 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v;Rd}} = 0.614 \quad \text{OK}$$

$$\alpha_b := \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}, \frac{f_{ur}}{f_u}, 1.0\right) = 0.6$$

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$F_{b;Rd;1} := k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ur} = 105 \text{ kN}$

$F_{b;Rd} := n_u \cdot F_{b;Rd;1} = 630 \text{ kN}$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0.454 \quad \text{OK}$$

## PŘÍPOJ VNITŘNÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

### VSTUPNÍ HODNOTY

Síla z diagonály:

$$N_{Ed} := 66.02 \text{ kN}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_u := f_{yd}$$

**3 NÝTY 3/4"**

$$n := 2$$

$$n_u := 3$$

$$f_{ur;b} := 100 \text{ MPa}$$

$$f_{ur} := 210 \text{ MPa}$$

$$e_1 := 40 \text{ mm}$$

$$p_1 := 50 \text{ mm}$$

$$e_2 := 37 \text{ mm}$$

$$d := 19.05 \text{ mm}$$

$$d_0 := 19.05 \text{ mm}$$

$$t := 15 \text{ mm}$$

$$A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 285.023 \text{ mm}^2$$

$$F_{v;Rd;1} := A \cdot n \cdot f_{ur;b} = 57.005 \text{ kN}$$

$$F_{v;Rd} := n_u \cdot F_{v;Rd;1} = 171.014 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v;Rd}} = 0.386$$

OK

$$\alpha_d := \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}, \frac{f_{ur}}{f_u}, 1.0\right) = 0.7$$

(krajní nýty)

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$F_{b;Rd;1} := k_1 \cdot \alpha_d \cdot d \cdot t \cdot f_{ur} = 105 \text{ kN}$$

$$F_{b;Rd} := n_u \cdot F_{b;Rd;1} = 315 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0.21$$

OK

**POSOUZENÍ ZBYTKOVÉ ÚNOSNOSTI**

**ZATÍŽENÍ**

**ZATÍŽENÍ STŘECHY - NOVÝ STAV**

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	zš	$f_k(\text{kN/m})$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m}^2)$
Stálé	Falcová krytina	0,050	1,090	0,055	1,35	0,068
	DHV - Asfaltové pásy	0,060	1,090	0,065	1,35	0,081
	Plnoplošné bednění OSB 36 mm	0,240	1,090	0,262	1,35	0,324
	Celkem stálé	0,350	1,090	0,382	1,35	0,473
Prom.	Sníh <sup>*)</sup>	0,560	1,090	0,610	1,5	0,840
	Celkem proměnné	0,560	1,090	0,610	1,5	0,840
	Zatížení celkem	0,910	1,090	0,992		1,313

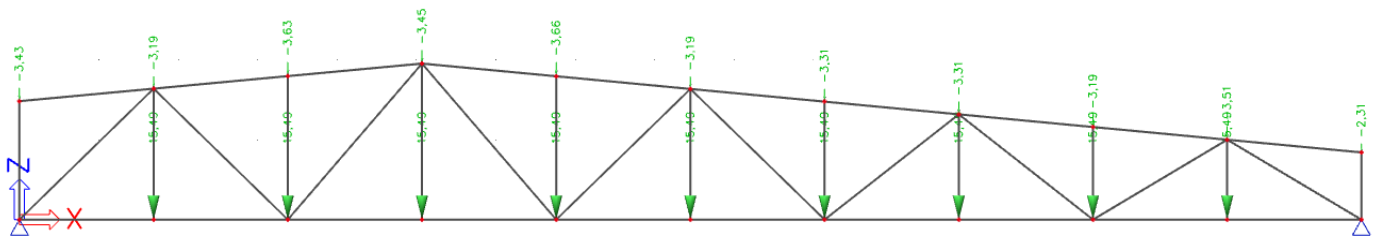
**ZATÍŽENÍ - PODHLED VAZNÍKU - NOVÝ STAV**

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m}^2)$
Stálé	Jutafol N Al 170	0,002	1,35	0,003
	Jemná omítka 10 mm	0,200	1,35	0,270
	Cementová omítka 20 mm	0,400	1,35	0,540
	Betonové prefabrikované desky 25 mm	0,525	1,35	0,709
	2 x korkové impregnované desky, 2x30 mm	0,100	1,35	0,135
	Cementový potěr 20 mm	0,420	1,35	0,567
	Isover Unirol profi 200+80 mm	0,059	1,35	0,080
	Zatížení celkem	1,706		2,303

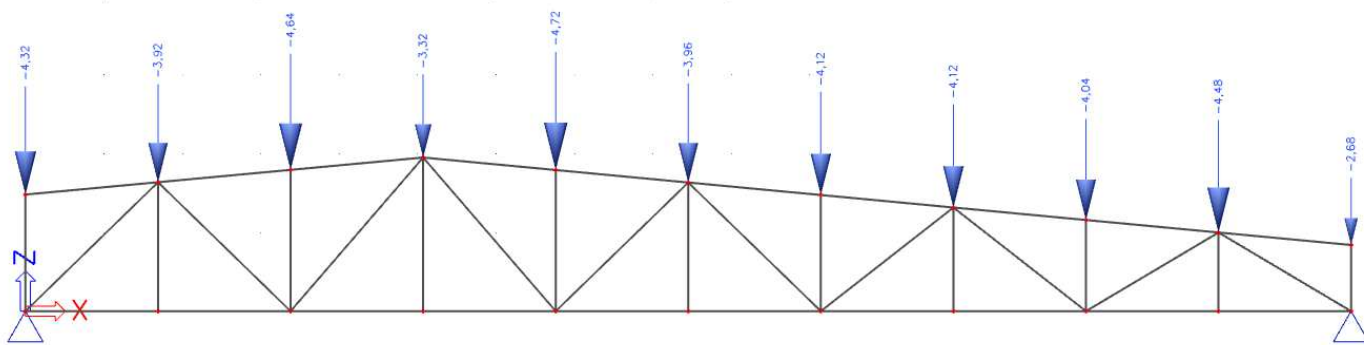
**ZATÍŽENÍ - NOSNÍK PODHLEDU - NOVÝ STAV**

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	zš	$f_k(\text{kN/m})$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m})$
Stálé	Podhled	1,706	1,690	2,883	1,35	3,892
	Nosník IPN 160			0,179	1,35	0,242
	Obetonávka IPN (0,134*0,195-0,00228)*21			0,500	1,35	0,675
	Zatížení celkem			3,562		4,809

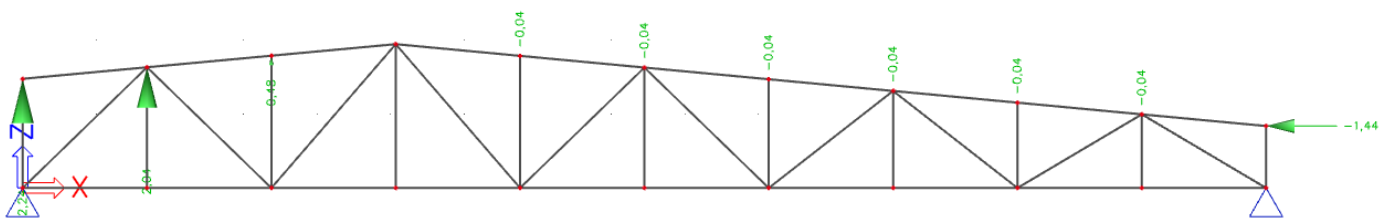
**ZATÍŽENÍ STÁLÉ**



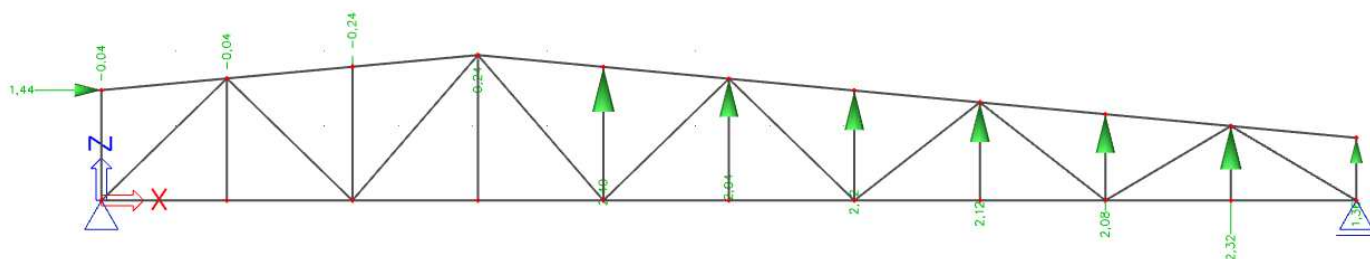
## ZATÍŽENÍ SNĚHEM



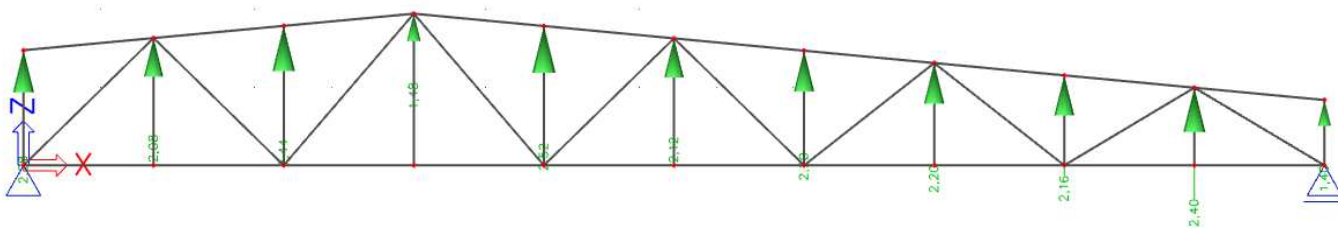
## ZATÍŽENÍ VĚTREM ZPRAVA



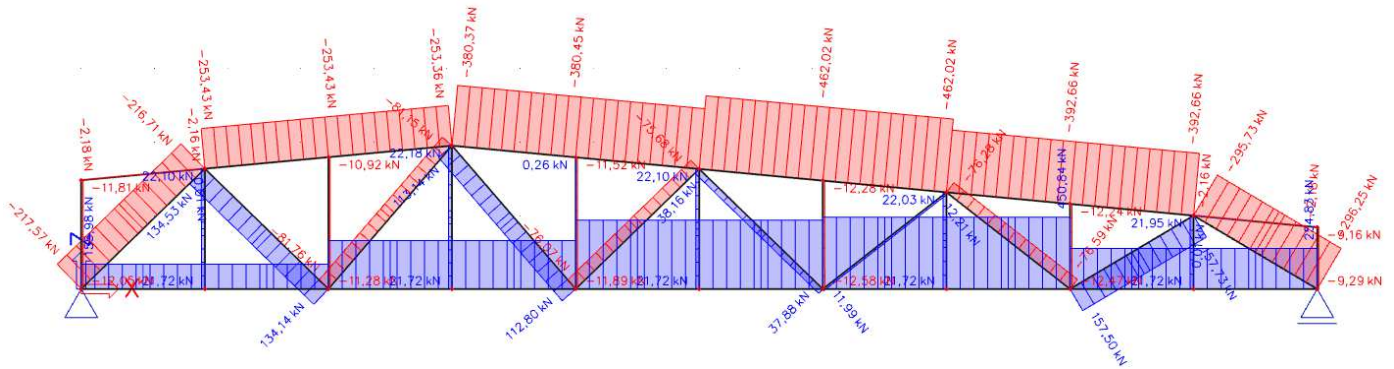
## ZATÍŽENÍ VĚTREM ZLEVA



## ZATÍŽENÍ PODÉLNÝM VĚTREM



## NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY (návrhová kombinace dle EN 1990, MSÚ Soubor B)



### POSOUZENÍ HORNÍ PÁSNIČE

$$N_{Ed} := 462.02 \text{ kN}$$

$$L := 1.697 \text{ m}$$

#### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Zjištěná nejmenší tloušťka prvku: 10,35 mm

PROFIL: 2 x 90x130x10,35

$$m := 39.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 7.2502 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 6.764 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 4332.77 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 41 \text{ mm}$$

$$i_z := 40 \text{ mm}$$

$$L_{cr;y} := 0.9 \cdot L = 566.302 \text{ mm}$$

$$L_{cr;z} := 0.9 \cdot L = 566.302 \text{ mm}$$

$$N_{cr;y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr;y}^2} = 46856.782 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{y'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;y}}} = 0.114$$

$$N_{cr;z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr;z}^2} = 43714.556 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{z'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr;z}}} = 0.118$$

$$\lambda' := \lambda'_{z'}$$

Křivka vzpěrné pevnosti: c

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2) = 0.487$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 1.043$$

### VZPĚRNÁ ÚNOSNOST

$$N_{b;Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 632.436 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b;Rd}} = 0.731$$

OK

## POSOUZENÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

$$N_{Ed} := 296.25 \text{ kN}$$

$$L := 1.963 \text{ m}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Nejmenší tloušťka prvku: 10,20 mm

### PROFIL: 2 x 90x130x10,2

$$m := 39.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 7.1451 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 6.666 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 4269.98 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 41 \text{ mm}$$

$$i_z := 40 \text{ mm}$$

$$L_{cr,y} := 0.75 \cdot L = 1472.25 \text{ mm} \quad L_{cr,z} := 0.75 \cdot L = 1472.25 \text{ mm}$$

$$N_{cr,y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr,y}^2} = 6832.257 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{y'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr,y}}} = 0.296$$

$$\lambda' := \lambda'_{z'}$$

$$N_{cr,z} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr,z}^2} = 6374.135 \text{ kN}$$

$$\lambda'_{z'} := \sqrt{\frac{A \cdot f_{yd}}{N_{cr,z}}} = 0.306$$

Křivka vzpěrné pevnosti: c

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2) = 0.487$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 1.043$$

### VZPĚRNÁ ÚNOSNOST

$$N_{b;Rd} := \chi \cdot A \cdot f_{yd} = 623.271 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b;Rd}} = 0.475$$

OK

## POSOUZENÍ DOLNÍ PÁSNICE

$$N_{Ed} := 450.84 \text{ kN}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Zjištěná nejmenší tloušťka prvku: 11,50 mm

PROFIL: 2 x 80x120x11,5

$$m := 35.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 6.1865 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 5.5416 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$A := 4349.34 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 38 \text{ mm} \quad i_z := 36 \text{ mm}$$

### TAHOVÁ ÚNOSNOST

$$N_{pl;Rd} := A \cdot f_{yd} = 608.908 \text{ kN}$$

$$N_{u;Rd} := 0.9 A \cdot f_{ud} = 548.017 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\min(N_{pl;Rd}, N_{u;Rd})} = 0.823 \quad \text{OK}$$

## POSOUZENÍ TAŽENÉ DIAGONÁLY

$$N_{Ed} := 157.73 \text{ kN}$$

### MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

Zjištěná nejmenší tloušťka prvku: 6,84 mm

PROFIL: 2 x 60x90x6,84

$$m := 13.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_{ud} := f_{yd}$$

$$I_y := 1.5818 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$$

$$E := 210 \text{ GPa}$$

$$G := 81 \text{ GPa}$$

$$I_z := 1.5388 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

$$A := 1951.71 \text{ mm}^2$$

$$i_y := 28 \text{ mm} \quad i_z := 28 \text{ mm}$$

### TAHOVÁ ÚNOSNOST

$$N_{pl;Rd} := A \cdot f_{yd} = 273.239 \text{ kN}$$

$$N_{u;Rd} := 0.9 A \cdot f_{ud} = 245.915 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\min(N_{pl;Rd}, N_{u;Rd})} = 0.641 \quad \text{OK}$$

## POSOUZENÍ NEJVÍCE NAMÁHANÝCH PŘÍPOJŮ

### PŘÍPOJ KRAJNÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

#### VSTUPNÍ HODNOTY

Síla z diagonály:

$$N_{Ed} := 296.25 \text{ kN}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_u := f_{yd}$$

**6 NÝTŮ 7/8"**

$$n := 2$$

$$n_u := 6$$

$$f_{ur;b} := 100 \text{ MPa}$$

$$f_{ur} := 210 \text{ MPa}$$

$$e_1 := 40 \text{ mm}$$

$$p_1 := 100 \text{ mm}$$

$$e_2 := 40 \text{ mm}$$

$$d := 22.23 \text{ mm}$$

$$d_0 := 22.23 \text{ mm}$$

$$t := 15 \text{ mm}$$

$$A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 388.122 \text{ mm}^2$$

$$F_{v;Rd;1} := A \cdot n \cdot f_{ur;b} = 77.624 \text{ kN}$$

$$F_{v;Rd} := n_u \cdot F_{v;Rd;1} = 465.747 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v;Rd}} = 0.636$$

NE

$$\alpha_b := \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}, \frac{f_{ur}}{f_u}, 1.0\right) = 0.6$$

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$F_{b;Rd;1} := k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ur} = 105 \text{ kN}$$

$$F_{b;Rd} := n_u \cdot F_{b;Rd;1} = 630 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0.47$$

OK



## PŘÍPOJ VNITŘNÍ TLAČENÉ DIAGONÁLY

### VSTUPNÍ HODNOTY

Síla z diagonály:

$$N_{Ed} := 75.68 \text{ kN}$$

$$f_{yd} := 140 \text{ MPa}$$

$$f_u := f_{yd}$$

**3 NÍTY 3/4"**

$$n := 2$$

$$n_u := 3$$

$$f_{ur;b} := 100 \text{ MPa}$$

$$f_{ur} := 210 \text{ MPa}$$

$$e_1 := 40 \text{ mm}$$

$$p_1 := 50 \text{ mm}$$

$$e_2 := 37 \text{ mm}$$

$$d := 19.05 \text{ mm}$$

$$d_0 := 19.05 \text{ mm}$$

$$t := 15 \text{ mm}$$

$$A := \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 285.023 \text{ mm}^2$$

$$F_{v;Rd;1} := A \cdot n \cdot f_{ur;b} = 57.005 \text{ kN}$$

$$F_{v;Rd} := n_u \cdot F_{v;Rd;1} = 171.014 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{v;Rd}} = 0.443$$

OK

$$\alpha_b := \min\left(\frac{e_1}{3 d_0}, \frac{f_{ur}}{f_u}, 1.0\right) = 0.7$$

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$F_{b;Rd;1} := k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t \cdot f_{ur} = 105 \text{ kN}$$

$$F_{b;Rd} := n_u \cdot F_{b;Rd;1} = 315 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{F_{b;Rd}} = 0.24$$

OK



České vysoké učení technické v Praze

---

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

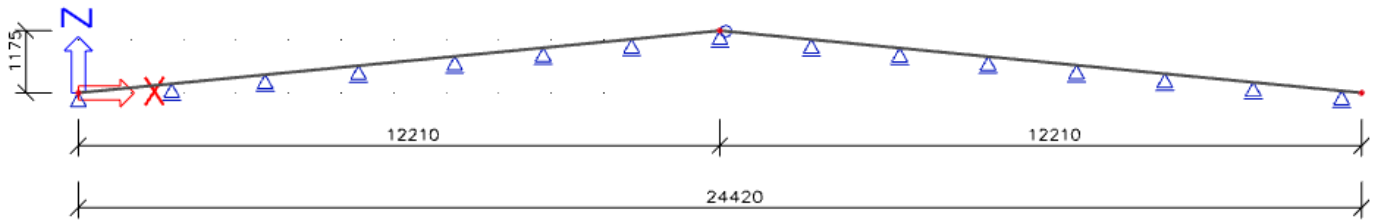
STATICKÁ ČÁST

DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE

NÁVRH STŘEŠNÍCH VAZNIČEK  
PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH SBÍJENÉHO VAZNÍKU

## NÁVRH VAZNIČKY

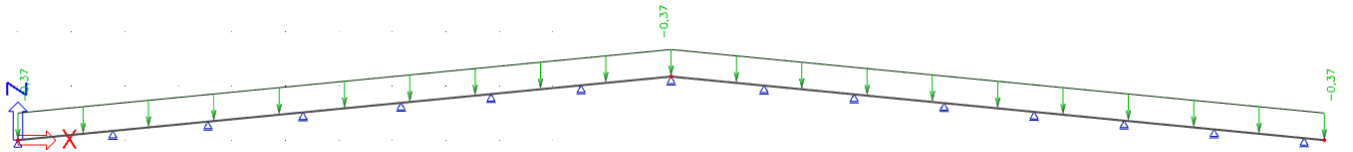
### VÝPOČTOVÝ MODEL



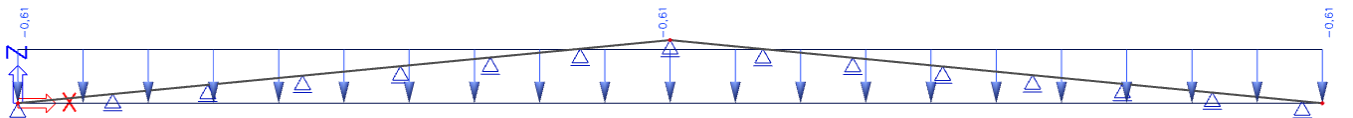
### ZATÍŽENÍ STŘECHY - NOVÝ STAV

	Zatížení	$f_k(\text{kN/m}^2)$	ZŠ	$f_k(\text{kN/m})$	$\gamma$	$f_d(\text{kN/m})$
Stálé	Falcová krytina	0,050	1,090	0,055	1,35	0,068
	DHV - asfaltové pasy	0,060	1,090	0,065	1,35	0,081
	Plnoplošné bednění OSB 36 mm	0,240	1,090	0,262	1,35	0,324
	Celkem stálé	0,350	1,090	0,382	1,35	0,473
Prom.	Sníh	0,560	1,090	0,610	1,5	0,840
	Celkem proměnné	0,560	1,090	0,610	1,5	0,840
Zatížení celkem		0,910	1,090	0,992		1,313

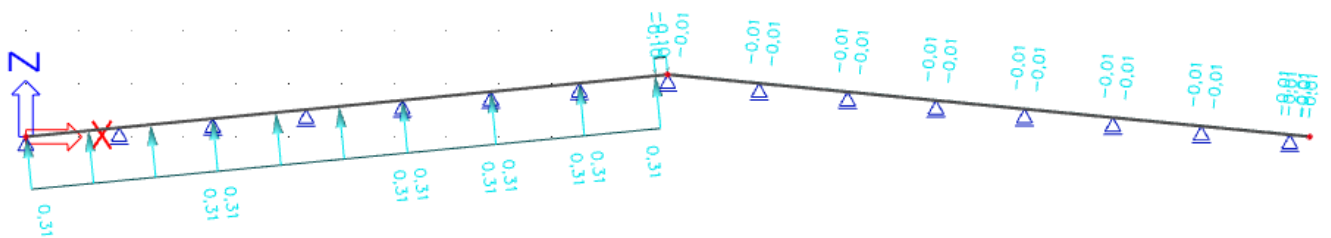
### ZATÍŽENÍ STÁLÉ



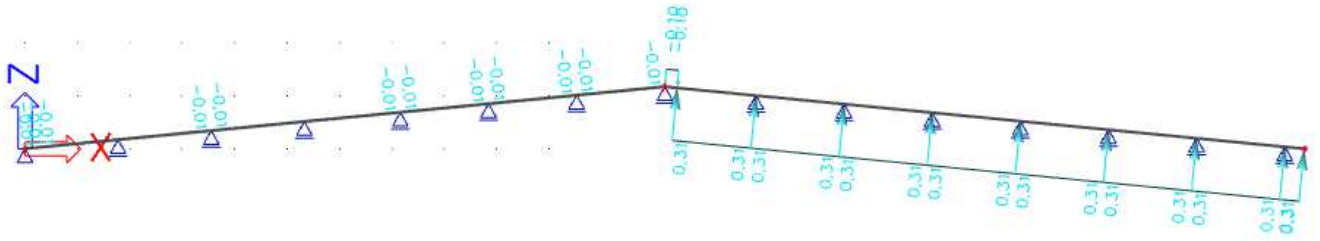
### ZATÍŽENÍ SNĚHEM



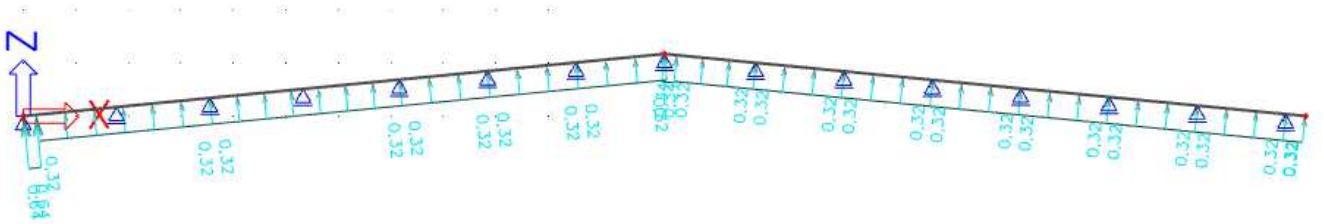
### VÍTR ZPRAVA



VÍTR ZLEVA

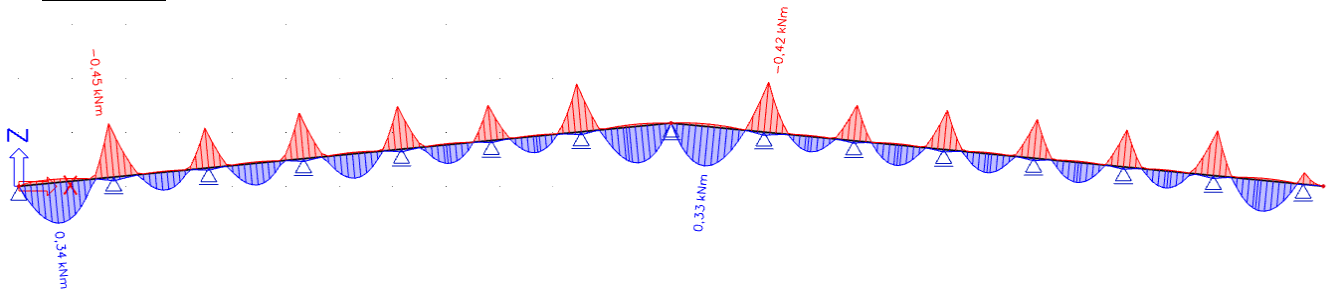


PODÉLNÝ VÍTR

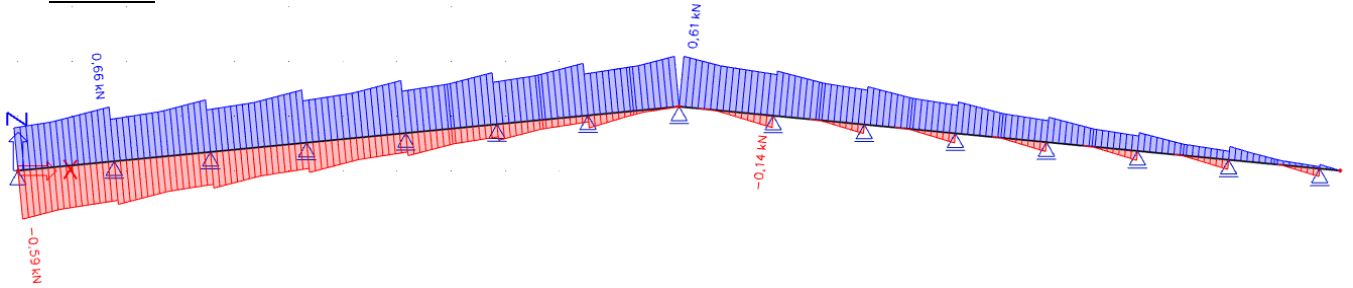


VNITŘNÍ SÍLY (návrhová kombinace dle EN 1990, MSÚ Soubor B)

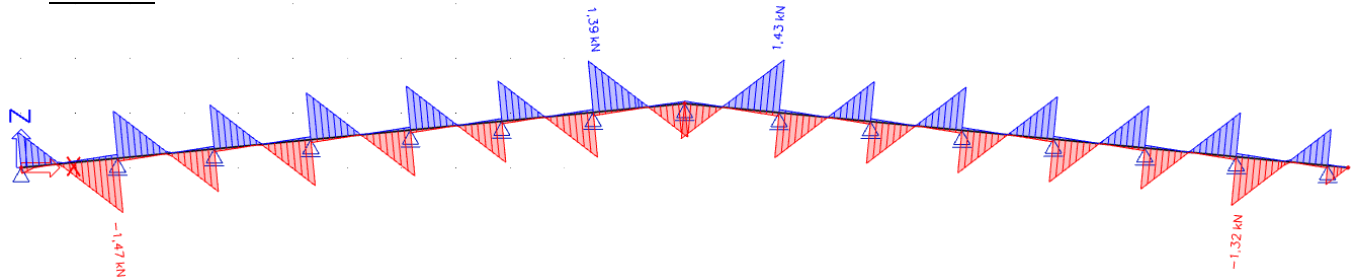
M (kNm)



N (kN)



V (kN)



## VSTUPNÍ HODNOTY, VNITŘNÍ SÍLY

$$L := 1785 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} := 0.45 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{Ed} := 0.52 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 1.47 \text{ kN}$$

$$F_{c;90;d} := N_{Ed}$$

## PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Profil KVH-NSi

$$f_{m;k} := 24 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$k_{mod} := 0.8$$

$$f_{m;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m;k}}{\gamma_M} = 14.769 \text{ MPa}$$

$$f_{v;k} := 2.5 \text{ MPa}$$

$$f_{v;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v;k}}{\gamma_M} = 1.538 \text{ MPa}$$

$$f_{c;90;k} := 2.5 \text{ MPa}$$

$$f_{c;90;d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c;90;k}}{\gamma_M} = 1.538 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} := 11 \text{ MPa}$$

$$E_{0;05} := 7.4 \text{ GPa}$$

**Průřez:**

$$b := 40 \text{ mm}$$

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

$$A := b \cdot h = (5.6 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$k_{cr} := 0.67$$

$$b_{eff} := k_{cr} \cdot b = 26.8 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{1}{12} b \cdot h^3 = (9.147 \cdot 10^6) \text{ mm}^4$$

$$A_{eff} := b_{eff} \cdot h = (3.752 \cdot 10^3) \text{ mm}^2$$

$$W_y := \frac{1}{6} b \cdot h^2 = (1.307 \cdot 10^5) \text{ mm}^3$$

$$\psi_{2;1} := 0.3 \quad k_{def} := 0.6$$

## POSOUZENÍ

### 1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

#### a) Ohyb s vlivem klopení

$$l_{eff} := 1.607 \text{ m}$$

$$\sigma_{m,crit} := \frac{0.78 \cdot b^2}{h \cdot l_{eff}} \cdot E_{0;05} = 41.049 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} := \sqrt{\frac{f_{m;k}}{\sigma_{m,crit}}} = 0.765$$

$$k_{crit} := 1.56 - 0.75 \lambda_{rel,m} = 0.987$$

$$\sigma_{m;d} := \frac{M_{Ed}}{W_y} = 3.444 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{m;d}}{k_{crit} \cdot f_{m;d}} = 0.236 \quad \text{OK}$$

b) Tlak  $k_{c;90} := 1.0$   $A_{ef} := (120 \text{ mm} + 30 \text{ mm}) \cdot b = 6000 \text{ mm}^2$

$$\sigma_{c;90;d} := \frac{F_{c;90;d}}{A_{ef}} = 0.087 \text{ MPa} \qquad \frac{\sigma_{c;90;d}}{k_{c;90} \cdot f_{c;90;d}} = 0.056 \qquad \text{OK}$$

c) Smyk  $\tau_{v;d} := \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = (5.877 \cdot 10^5) \text{ Pa}$   $\frac{\tau_{v;d}}{f_{v;d}} = 0.382 \qquad \text{OK}$

d) Tlak za ohybu

$$\left( \frac{\sigma_{m;d}}{k_{crit} \cdot f_{m;d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c;90;d}}{f_{c;90;d}} = 0.112 \qquad \text{OK}$$

## 2. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

$$w_{inst;1} := 0 \text{ mm} + 0.3 \text{ mm} = 0.3 \text{ mm} \qquad w_{inst;2} := 0.5 \text{ mm} \qquad w_{inst;3} := 0 \text{ mm}$$

$$w_{inst} := w_{inst;1} + w_{inst;2} + w_{inst;3} = 0.8 \text{ mm}$$

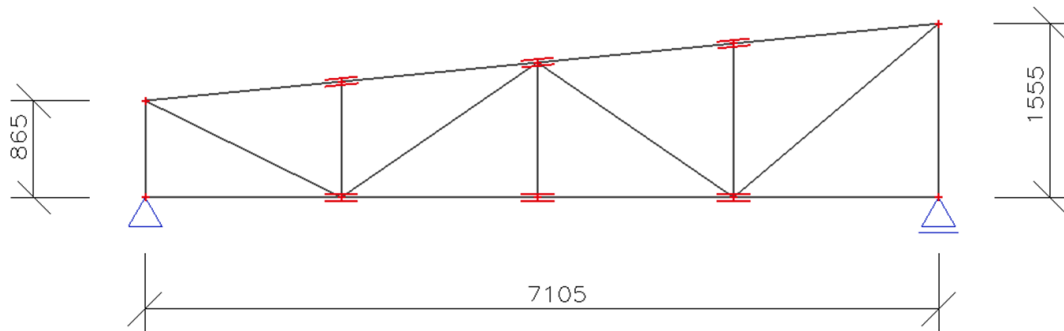
$$w_{inst;lim} := \frac{L}{300} = 5.95 \text{ mm} \qquad w_{inst} \leq w_{inst;lim} = 1 \qquad \text{OK}$$

$$w_{net;fin} := w_{inst;1} \cdot (1 + k_{def}) + w_{inst;2} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) + w_{inst;3} \cdot (1 + \psi_{2;1} \cdot k_{def}) = 1.07 \text{ mm}$$

$$w_{net;fin;lim} := \frac{L}{300} = 5.95 \text{ mm} \qquad w_{net;fin} \leq w_{net;fin;lim} = 1 \qquad \text{OK}$$

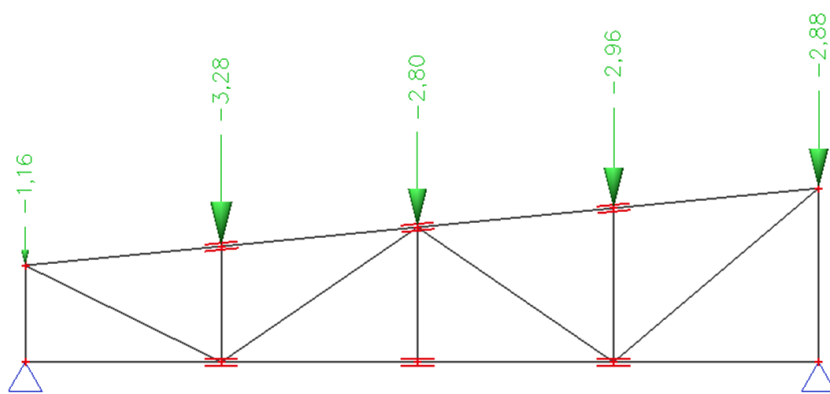
## 1. Výpočtový model

Studentská verze



## 2. Stálé zatížení

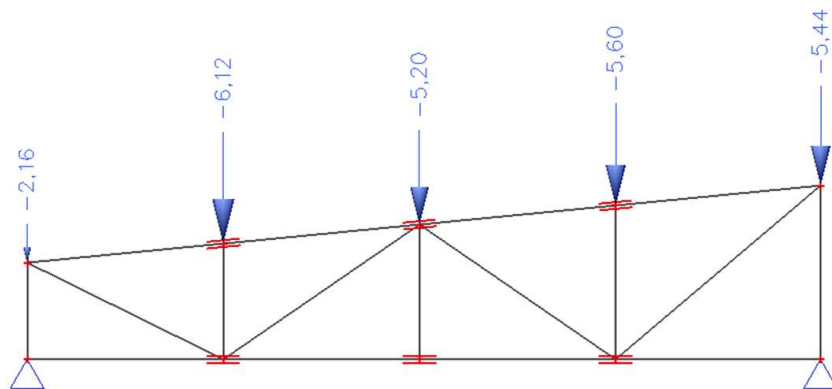
Studentská verze



Studentská verze

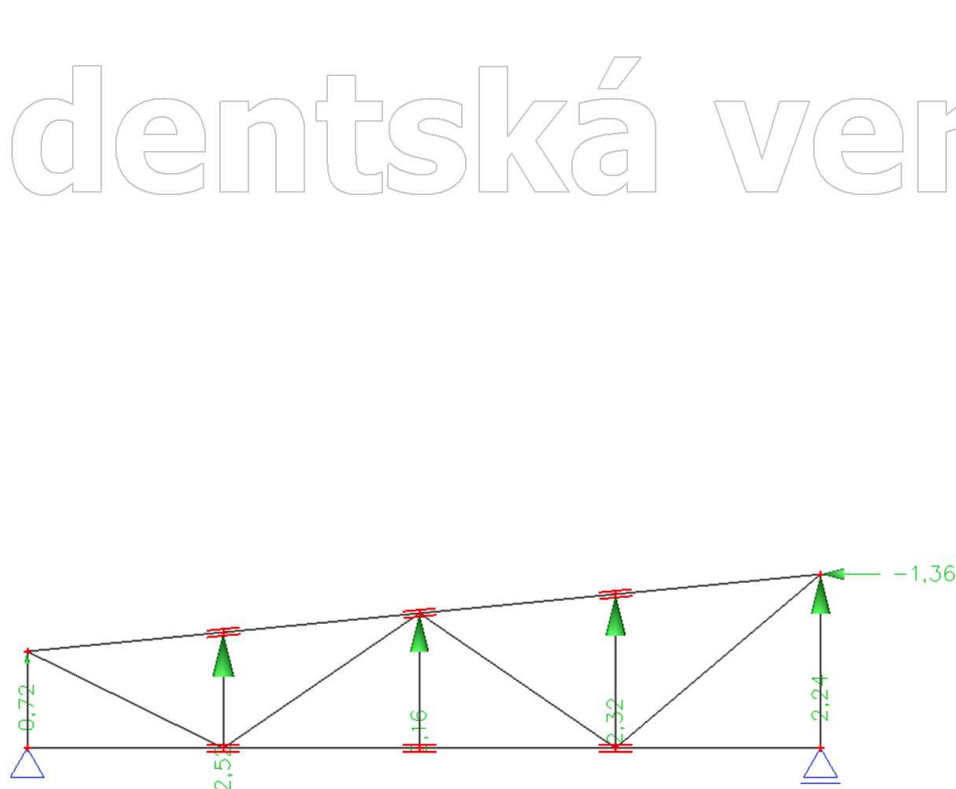
### 3. Zatížení sněhem

Studentská verze



Studentská verze

### 4. Vitr zprava

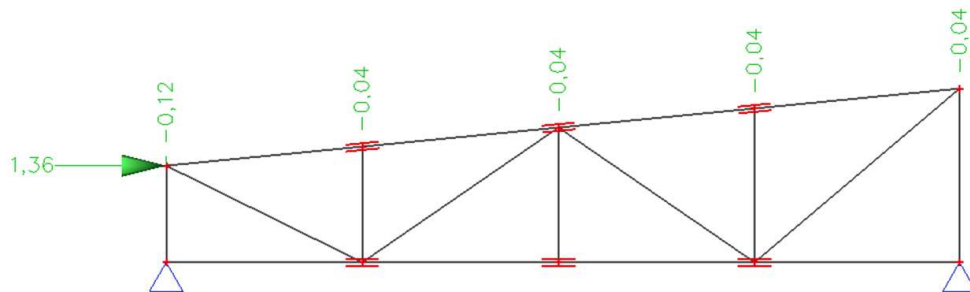


Studentská verze



## 5. Vítr zleva

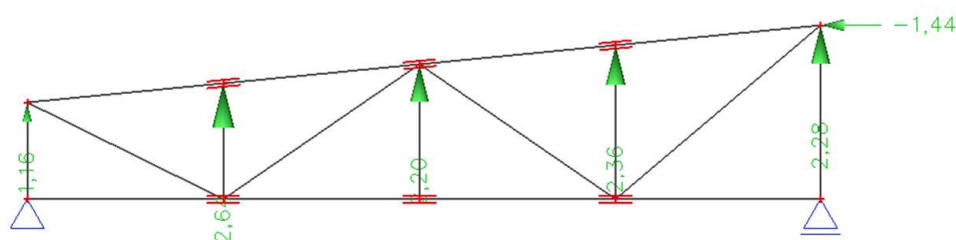
Studentská verze



Studentská verze

## 6. Podélný vítr

Studentská verze



Studentská verze

## 7. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

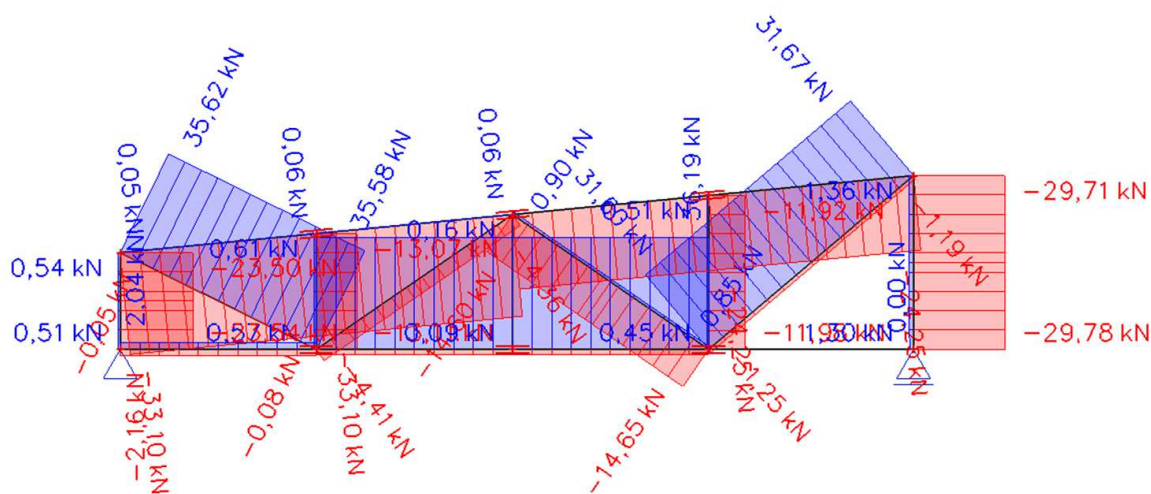
Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

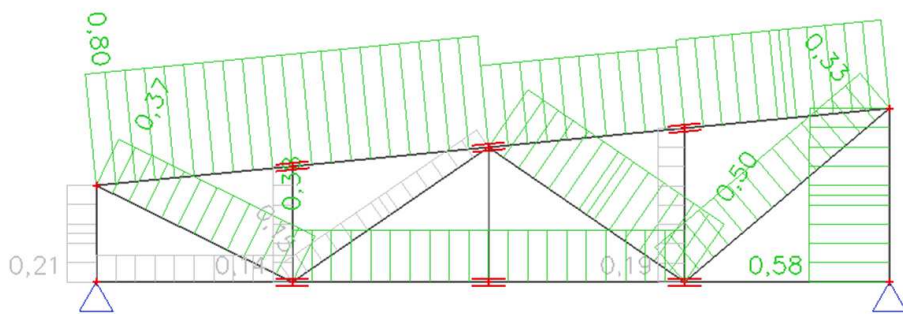
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 8. Posudek dřeva podle MSÚ



Studentská verze

## Posudek dřeva podle MSÚ

Lineární výpočet, Extrém : Dílec

Výběr : B4

Kombinace : MSÚ-Sada B (auto)

### EN 1995-1-1 posudek

Nosník B4	7,138 m	CS1 - OBDEL (60; 160)	C24 (EN 338)	MSÚ-Sada B (auto)	0,80 -
-----------	---------	-----------------------	--------------	-------------------	--------

<b>Klíč kombinace</b>
MSÚ-Sada B (auto) / 1.15*ZS1 + 1.15*ZS2 + 1.50*ZS3 + 1.05*ZS5

<b>Základní data</b>	
Dílčí součinitel spolehlivosti $\gamma_M$ for rostlé dřevo	1,30

<b>Údaje o materiálu</b>		
Ohyb (fm,k)	24,0	MPa
Tah (ft,0,k)	14,5	MPa
Tah (ft,90,k)	0,4	MPa
Tlak (fc,0,k)	21,0	MPa
Tlak (fc,90,k)	2,5	MPa
Smyk (fv,k)	4,0	MPa
Typ dřeva	Celistvý	

Kritický posudek je v místě **0,000** m.

<b>Vnitřní síly</b>		
NEd	-33,10	kN
Vy,Ed	0,00	kN
Vz,Ed	0,00	kN
TEd	0,00	kNm
My,Ed	0,00	kNm
Mz,Ed	0,00	kNm

<b>Součinitel modifikace</b>	
Třída vlhkosti	1
Doba trvání zatížení	Krátkodobé
Součinitel modifikace kmod	0,90

...: **POSUDEK ŘEZU** ...:

#### Tlak rovnoběžně s vláknem

Podle EN 1995-1-1 článku 6.1.4 a rovnice (6.2)

$\sigma_{c,0,d}$	3,4	MPa
$f_{c,0,d}$	14,5	MPa
Jedn. posudek	0,24	-

Prvek splňuje podmínky posudku průřezu.

...: **POSUDEK STABILITY** ...:

#### Sloupy zatížené tlakem nebo kombinací tlaku a ohybu

Podle EN 1995-1-1 článku 6.3.2 a rovnice (6.23), (6.24)

Parametry vzpěru	yy	zz	
Typ posuvných styčnic	posuvné	posuvné	
Systémová délka L	1,765	1,765	m
Součinitel vzpěru k	1,00	1,00	
Vzpěrná délka Lcr	1,765	1,765	m
Štíhlost $\lambda$	38,21	101,89	-
Poměrná štíhlost $\lambda$	0,65	1,73	-
Mezní štíhlost	0,30	0,30	-
Imperfekce $\beta_c$	0,20	0,20	-
redukční součinitel kc	0,90	0,29	-

Jednotkový posudek (6.23) = 0,26 + 0,00 + 0,00 = 0,26 -

Jednotkový posudek (6.24) = 0,80 + 0,00 + 0,00 = 0,80 -

Prvek splňuje podmínky stabilitního posudku.

Studentská verze