

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



Diplomová práce

**STATICKÁ ANALÝZA STÁVAJÍCÍ NOSNÉ  
KONSTRUKCE PIVOVARU V DOMAŽLICÍCH**

**STATIC ANALYSIS OF EXISTING STRUCTURE OF  
BREWERY IN DOMAŽLICE**

Vedoucí práce: Ing. Karel Mikeš, Ph.D.

Vypracoval: Bc. František Randl

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 24. 5. 2020

Podpis.....

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval především panu Ing. Karlu Mikešovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace, věcné připomínky a odborné vedení.

## **Anotace**

Tématem diplomové práce je analýza dřevěné konstrukce pivovaru v Domažlicích v průběhu její existence. Práce se skládá z posudků od uvedení do provozu do současného stavu a návrhu zpevnění konstrukce. Součástí jsou i výkresy navrženého řešení. Výpočty byly provedeny dle platných norem ČSN EN.

## **Klíčová slova**

Dřevo, Ocel, Pivovar, Nosník, Ohyb, Tlak

## **Annotation**

The topic of the diploma thesis is the analysis of the wooden structure of the brewery in Domažlice during its existence. The thesis consist of reviews from commissioning to the current state and the design of the reinforcement of the structure. Drawings of the designed solution are also included. The calculations were performed according to the valid ČSN EN standards.

## **Keywords**

Wood, Steel, Brewery, Beam, Bending, Stress

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: RANDL Jméno: FRANTIŠEK Osobní číslo: 440861  
 Zadávající katedra: K 134 - KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
 Studijní program: STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ  
 Studijní obor: KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: STATICKÁ ANALÝZA STÁV. NOSNÉ KONSTRUKCE PIVOVARU v DOMAŽLICÍCH  
 Název diplomové práce anglicky: STATIC ANALYSIS OF EXISTING STRUCTURE OF BREWERY IN DOMAŽLICE  
 Pokyny pro vypracování: Vymacovat staticko-konstrukční analýzu stávající a nosné konstrukce v dřevěném skládce zejména v pivovaru v Domažlicích s ohledem na historii zatěžovací konstrukce a plánování nové využití kulturního centra.  
 Seznam doporučené literatury: PŘÍRUČKA 1 a 2 - Navrhování dřev. konstrukce podle Eurokódů, Pontoux, J - Kermani, A - Structural Timber Design  
 Jméno vedoucího diplomové práce: \_\_\_\_\_  
 Datum zadání diplomové práce: 17.2.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 24.5.2020  
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku  
 \_\_\_\_\_ Podpis vedoucího práce \_\_\_\_\_ Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

3.2.2020 \_\_\_\_\_  
 Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: FRANTIŠEK RAHDL

Název diplomové práce: STATICKÁ ANALÝZA STAV. NOSNÉ KONSTR. PIVOVARU v KOPAČKICÍCH

Základní část: DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE podíl: 100 %

Formulace úkolů: 

- vypracování staticko-konstrukční analýzy stáv. nosné konstrukce v tvrdém schodu ječmene pivovaru
- zohlednit při návrhu a posouzení konstrukce s ohledem na nový úhel využití historii zatížení
- navrhnout příslušná opatření pro zaplňení kapitola

Podpis vedoucího DP: \_\_\_\_\_ Datum: 3.2.2020

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: \_\_\_\_\_ podíl: \_\_\_\_\_ %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

3. Část: \_\_\_\_\_ podíl: \_\_\_\_\_ %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

4. Část: \_\_\_\_\_ podíl: \_\_\_\_\_ %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

## Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

# Obsah

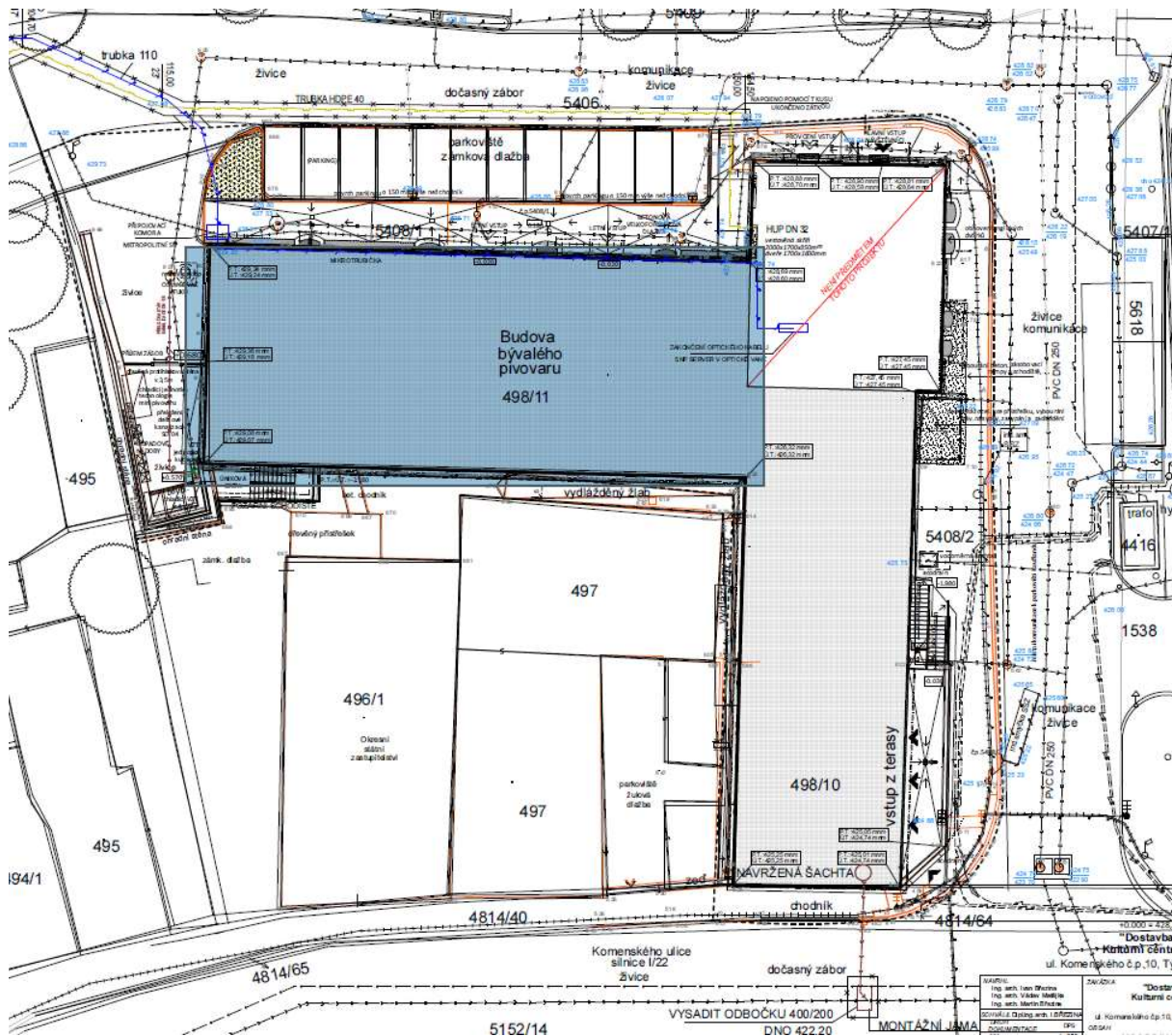
Předmět analýzy.....	3
Milníky stavby.....	6
Popis statického modelu .....	7
Zatížení sněhem.....	9
Zatížení větrem .....	12
Zatížení od skladeb .....	16
Porovnání reakcí sloupku krovu .....	22
Zatěžovací stavy 1.fáze.....	26
Stropnice 1.NP 1.fáze .....	39
Stropnice 2.NP 1.fáze .....	43
Stropnice 3.NP 1.fáze .....	47
Průvlak 1.NP 1.fáze.....	52
Průvlak 2.NP 1.fáze.....	55
Průvlak 3.NP 1.fáze.....	58
Tlak kolmo na vlákna 1.NP 1.fáze .....	61
Tlak kolmo na vlákna 2.NP 1.fáze.....	63
Tlak kolmo na vlákna 3.NP 1.fáze .....	65
Zatěžovací stavy 2.fáze.....	67
Stropnice 1.NP 2.fáze .....	70
Stropnice 2.NP 2.fáze .....	74
Stropnice 3.NP 2.fáze .....	78
Průvlak 1.NP 2.fáze.....	83
Průvlak 2.NP 2.fáze.....	86
Průvlak 3.NP 2.fáze.....	89
Tlak kolmo na vlákna 1.NP 2.fáze .....	92
Tlak kolmo na vlákna 2.NP 2.fáze.....	94
Tlak kolmo na vlákna 3.NP 2.fáze .....	96
Zatěžovací stavy 3.fáze.....	98
Stropnice 1.NP 3.fáze .....	106
Stropnice 2.NP 3.fáze .....	110
Stropnice 3.NP 3.fáze .....	114
Průvlak 1.NP 3.fáze.....	119

Průvlak 2.NP 3.fáze.....	122
Průvlak 3.NP 3.fáze.....	125
Zatěžovací stavy 4.fáze.....	128
Porovnání deformací .....	132
Stropnice 1.NP 4.fáze .....	140
Stropnice 2.NP 4.fáze .....	144
Stropnice 3.NP 4.fáze .....	148
Průvlak 1.NP 4.fáze.....	153
Průvlak 2.NP 4.fáze.....	156
Průvlak 3.NP 4.fáze.....	159
Tlak kolmo na vlákna 1.NP 4.fáze .....	162
Tlak kolmo na vlákna 2.NP 4.fáze .....	164
Tlak kolmo na vlákna 3.NP 4.fáze .....	166
Zatěžovací stavy 5.fáze.....	168
Stropnice 1.NP 5.fáze .....	174
Stropnice 2.NP 5.fáze .....	178
Stropnice 3.NP 5.fáze .....	182
Průvlak 1.NP 5.fáze.....	186
Průvlak 2.NP 5.fáze.....	189
Průvlak 3.NP 5.fáze.....	192
Příložky průvlaku 5.fáze .....	195
Příložky sloupu 5.fáze .....	200
Shrnutí výsledků.....	205
Zdroje a podklady.....	206



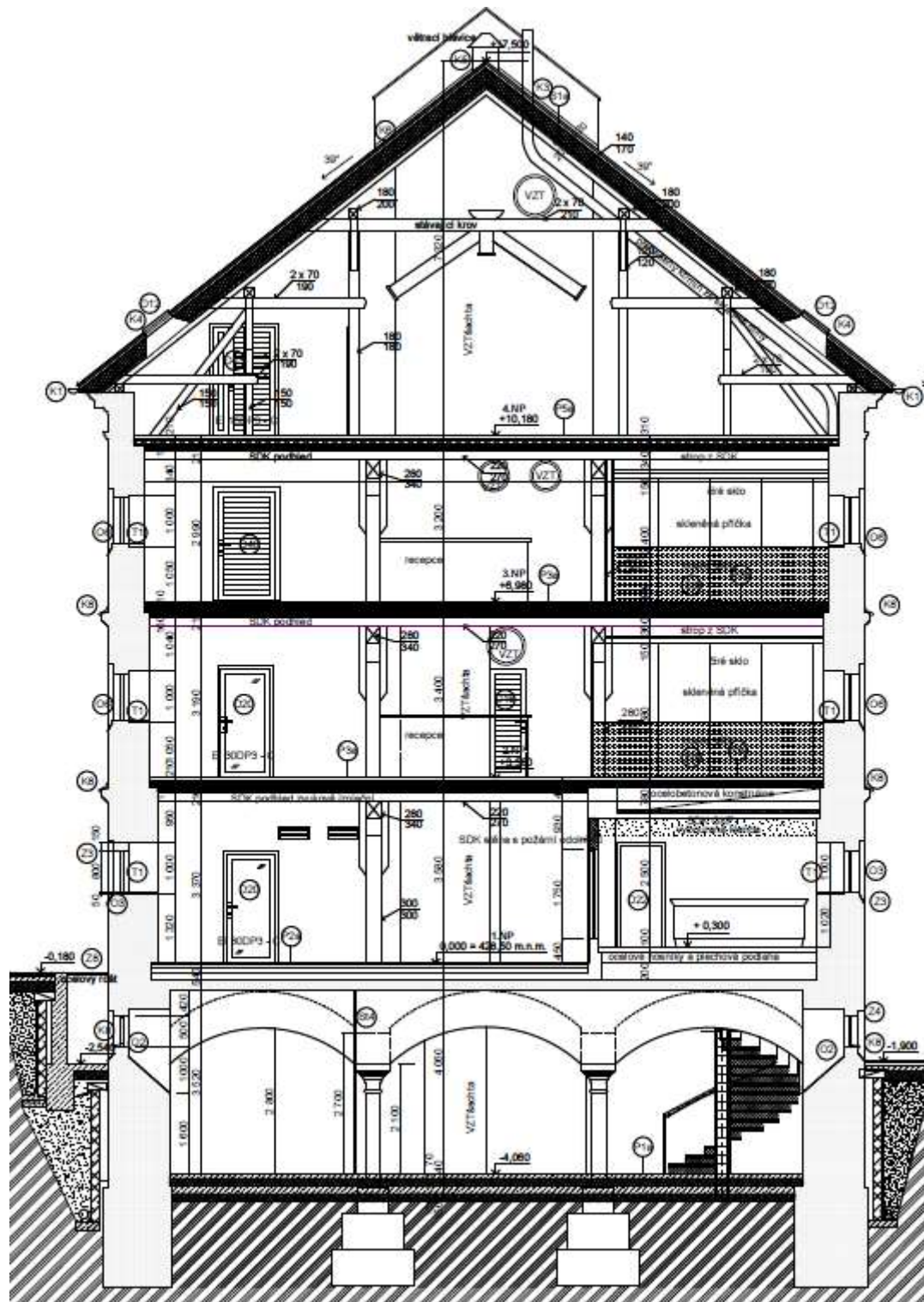
# Předmět analýzy

Předmětem statického posudku je dřevěná konstrukce západního křídla budovy pivovaru v Domažlicích. Tato část objektu má půdorys 36,7 x 14,6 m, výšku ve hřebeni 17,5 m a u okapu 11,2 m.

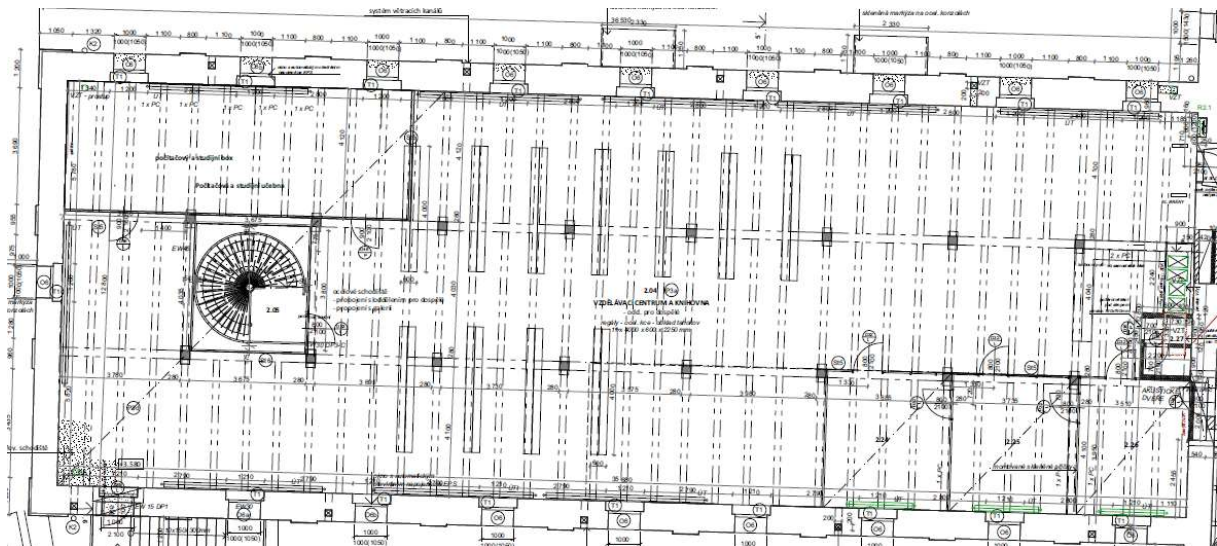


Obr. č. 1 - Řešená část konstrukce

Jedná se o třípatrovou budovu s nosnými obvodovými stěnami jedním podzemním podlažím tvořeným cihelným zaklenutým sklepem a třemi nadzemními podlažními zakončenými dřevěnou konstrukcí sedlového krovu se stojatou stolicí. Nosná konstrukce tří nadzemních podlaží je tvořena dřevěnými stropními konstrukcemi o třech podélných lodích se dvěma řadami podélně orientovaných sloupů, které podporují rovněž podélně orientované průvlaky, přes které jsou v kolmém směru orientovány jednotlivé stropnice. Pro roznášení reakcí z průvlaků do sloupů jsou ještě mezi průvlaky a sloupy vloženy dřevěná roznášecí sedla.



Obr. č. 2 – Příčný řez západním křídlem



Obr. č. 3 – Půdorys západního křídla

### **Nosné stropní konstrukce objektu na úrovni 1. - 3.NP**

Nosná konstrukce nadzemní části západního křídla budovy je tvořena masivními zděnými obvodovými stěnami tloušťky 1,0 – 0,7 m (tloušťka se zmenšuje v každém patře) a dřevěnou vnitřní konstrukcí.

Jednotlivá podlaží jsou tvořeny dřevěnými stropními trámy průřezu 220 x 270 mm pnutými vždy kolmo na podélné stěny, ve kterých jsou zazděny tzv. „do kapes“. Tyto stropní trámy jsou cca 13,5 m dlouhé a jsou provedeny z jednoho kusu smrkového řeziva. Osová vzdálenost stropních trámů je cca 1,0 m. Staticky působí jako spojitý nosník o třech polích, ve kterých obě vnitřní podpory zajišťují masivní dřevěné průvlaky.

Příčné stropní trámy jsou uloženy na dvě vnitřní podélné vazby tvořené dřevěnými průvlaky o průřezu 270 x 330 mm. Průvlaky jsou uloženy na sloupech s osovou vzdáleností 4,0 m a jsou provedeny jako spojitý nosníky přes dvě pole. V místě uložení na sloupy jsou provedeny tzv. „sedla“ ze stejných profilů, jako jsou vlastní průvlaky, tedy 270 x 330 mm. Celková délka sedel je cca 1,6 m.

Dřevěné sloupy mají profil v 1. NP průřez 290x290 mm, ve 2. NP 270x270 mm a ve třetím NP se průřez zmenšuje na 250x250 mm.

### **Konstrukce krovu**

Konstrukce krovu je dřevěná stojatá stolice na rozpon cca 15 m se dvěma středními vaznicemi na každé polovině střechy. Jednotlivé plné vazby jsou podporovány celkem 4 sloupky, které jsou zakončeny na dřevěných stropních trámech nad 3.NP, jejichž rozmístění z polohy těchto plných vazeb vychází. Mezi plnými vazbami jsou vždy 3 vazby prázdné. Rozpětí vaznic je zkráceno pásky. Příčné ztužení krovu je doplněno šikmými vzpěrami v plných vazbách.

# Milníky stavby

Posudek byl rozdělen na pět fází během životnosti. V první fázi je modelována konstrukce bezprostředně po výstavbě a v provozu. Užitná funkce stropů byla skladování ječmene. Toto zatížení bylo reprezentováno v celé ploše hodnotou 5 kN/m<sup>2</sup>. Sloupy konstrukce jsou uloženy vždy až na stropních trámech a neprocházejí tedy konstrukcí bez přerušení. Mezi patou sloupků z jednoho podlaží se tak nachází celkem 3 dřevěné prvky, jež jsou namáhány ve směru kolmo na vlákna. Materiálové vlastnosti dřeva byly uvažovány jako třída C24, ale na základě zkoušek byla snížena pevnost v tlaku kolmo na vlákna a modul pružnosti kolmo na vlákna. To má za následek snížení tuhosti už tak měkké podpory. Dále byly indikovány výsušné trhliny ve vodorovném směru v rozsahu až 79 %.

Montáž dřevěných prvků byla uvažována v syrovém stavu, tudíž po vysušení na rovnovážnou vlhkost došlo k jejich seschnutí. To má za následek, že v příčném směru se zmenší rozměr až o 10 mm na 300 mm výšky při vysychání z vlhkostní meze, kdy začíná vysychat tzv. voda vázaná v buňkách dřevní hmoty (tato hranice je přibližně 30% relativní vlhkosti u smrkového dřeva) na rovnovážnou vlhkost, která se může pohybovat dle využití objektu cca mezi 12 – 15%. Tento jev je významný ve směru kolmo na vlákna dřeva, ve směru podél vláken je naopak poměrně zanedbatelný. V tomto případě pro výšku třech podlaží u této budovy 10,2 m (měřeno od paty sloupu v 1.NP po horní hranu trámu v 3.NP) se nachází příčné trámy v celkové mocnosti 3x 2x 330 + 3x 270 mm = 2790 mm dřeva, které je zabudováno v konstrukci ve směru orientovaném na ležato. Při předpokládaném vyschnutí na cca již uvedených 12 – 15% došlo tedy pravděpodobně k seschnutí z celkové tloušťky dřeva zabudovaného ve směru „na ležato“ 2790 mm cca o hodnotu 93 mm. Tím tedy dochází ze statického hlediska k poklesu podpor jednotlivých stropních trámů v konstrukci zejména pro strop nad 3.NP o tuto uvedenou a poměrně značnou hodnotu. Na poklesu podpor u stropních trámů ve 2.NP a dále ještě v 1. NP se podílí postupně menší počet dřevěných prvků uložených „na ležato“ a tudíž je i tento pokles podpor pro stropní trámy postupně směrem ke stropu nad 1.NP menší.

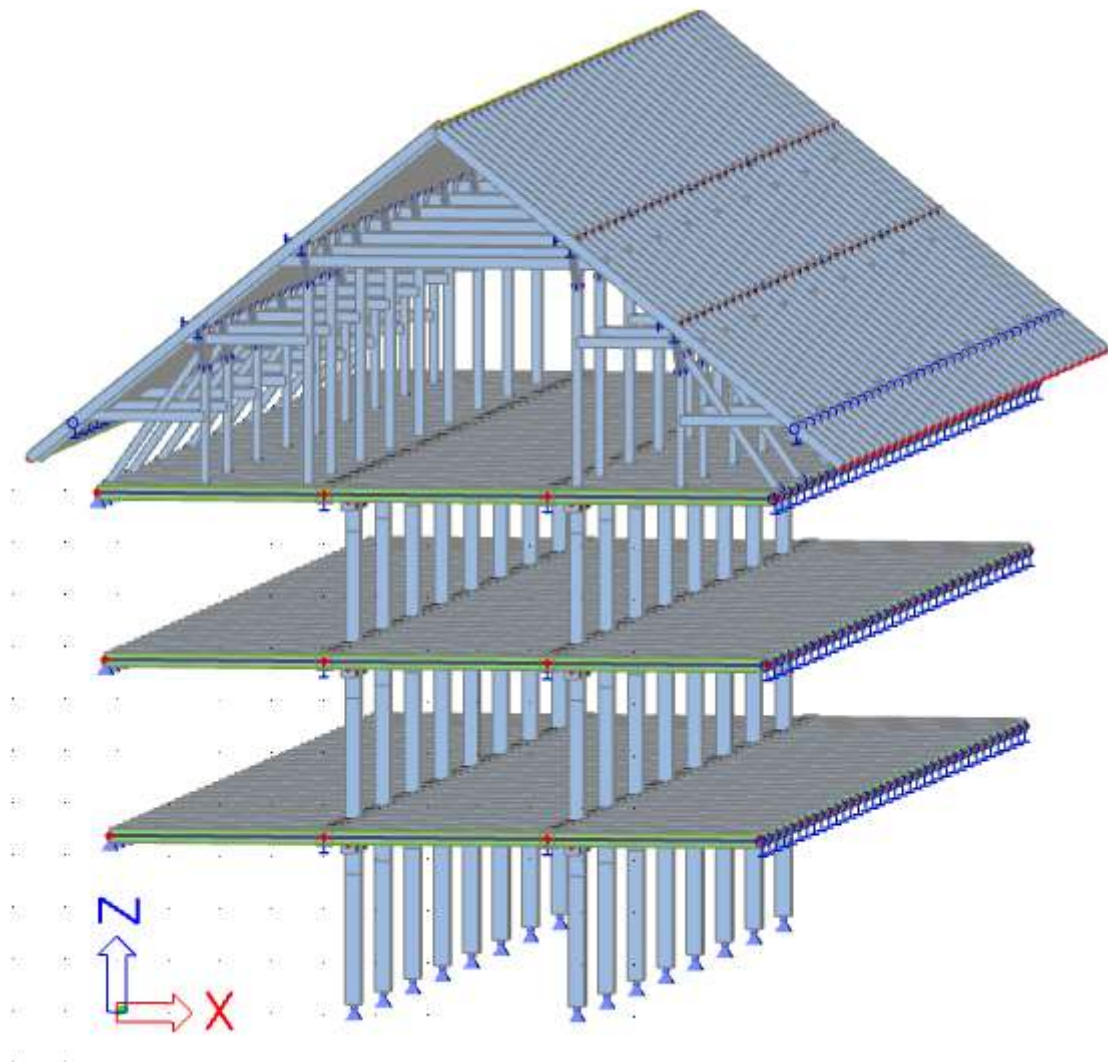
Ve třetí fázi došlo k degradaci paty sloupů 1.NP a konstrukce se začala chovat jako prostý nosník na rozpětí 13,1 m ve 3.NP, 12,8 m ve 2.NP a 12,6 v 1.NP. V tomto případě konstrukce nebyla v provozu a bylo uvažováno pouze zatížení údržby.

Dále byl zpracován projekt na nové využití objektu a došlo k zásahu do dřevěné konstrukce. Byly nahrazeny uhnílé sloupy v 1.NP, došlo k odstranění části konstrukce, protézování prvků napadených dřevomorkou domácí, příložkování trhlín, ztužení krovu a aktivaci sloupků krovu. Byly navrženy nové skladby podlah s užitným zatížením klasifikovaným jako C3. Během stavebních prací se na některých dřevěných trámech stropu objevily tahové trhliny, které směřují směrem od spodního povrchu cca do poloviny výšky průřezu těchto stropních trámů a jsou tedy orientovány kolmo na vlákna. Na základě těchto skutečností bylo zadáno přesné geodetické zaměření skutečného průřezu všech trámů stropní konstrukce. Zatížení, které se vyskytovalo na konstrukci v době, kdy k porušení došlo, bylo od části stálého zatížení od skladby podlah na stropní konstrukci nad 3.NP a 2.NP a běžného

užitného zatížení, které bylo vyvozeno pouze několika pracovníky, kteří stavbu prováděli. V této fázi došlo ke zkalibrování výsledků na základě předpokladů z předchozích úvah.

V páté fázi jsem se zabýval zpevněním konstrukce na plánované využití. Bylo uvažováno odtížení konstrukce až a prkenný záklop, nahrazení porušených stropnic a následné zpevnění.

## Popis statického modelu



Obr. č. 4 – Statické schéma nelineárního 3D modelu konstrukce ve fázi 1 a 2

Posudek konstrukce byl proveden na komplexním 3D nelineárním modelu analyzovaném pomocí metody konečných prvků. Výpočtový model se měnil pro různé fáze životnosti. Výše popsané skutečnosti, které mají zásadní vliv na průběh sil, reakcí a deformací celé konstrukce byly ze statického hlediska namodelovány vhodnými způsoby tak, aby co nejvíce realisticky postihly jednak pokles podpor vlivem vysychání dřeva a za druhé rozdílnou pružnost sloupů v místě, kde zatížení prochází dřevěnými trámy a zatěžuje dřevo vodorovně orientovaných prvků mezi sloupy namáhané kolmo na vlákna.

# ZATÍŽENÍ SNĚHEM

MÍSTO: OBEC DOMAŽLICE

SKLON STŘECHY:  $\alpha := 39^\circ$

SNĚHOVÁ OBLAST:  $s_k := 1 \frac{kN}{m^2}$

SOUČINITEL EXPOZICE:  $C_e := 1$

TEPELNÝ SOUČINITEL:  $C_t := 1$

INSTALOVÁNY ZACHYTÁVAČE SNĚHU: ANO

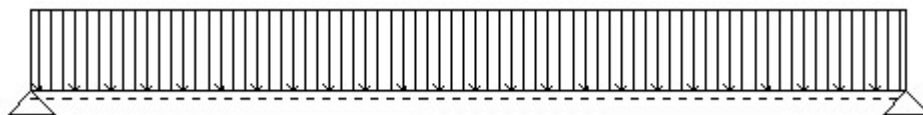
TVAROVÝ SOUČINITEL:  $\mu_1 := 0.8$

ZATÍŽENÍ SNĚHEM NA STŘEŠE:

$$s := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \frac{kN}{m^2}$$

PŘÍPAD I

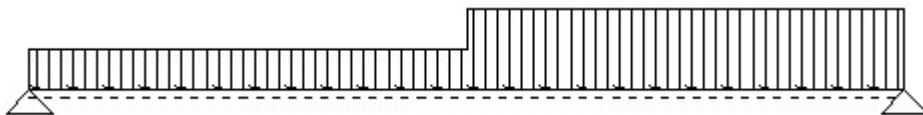
$$s_1 := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \frac{kN}{m^2}$$



PŘÍPAD II

$$s_2 := 0.5 \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.4 \frac{kN}{m^2}$$

$$s_1 := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \frac{kN}{m^2}$$



PŘÍPAD III

$$s_1 := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.8 \frac{kN}{m^2}$$

$$s_2 := 0.5 \cdot \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0.4 \frac{kN}{m^2}$$



NÁVĚJE

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

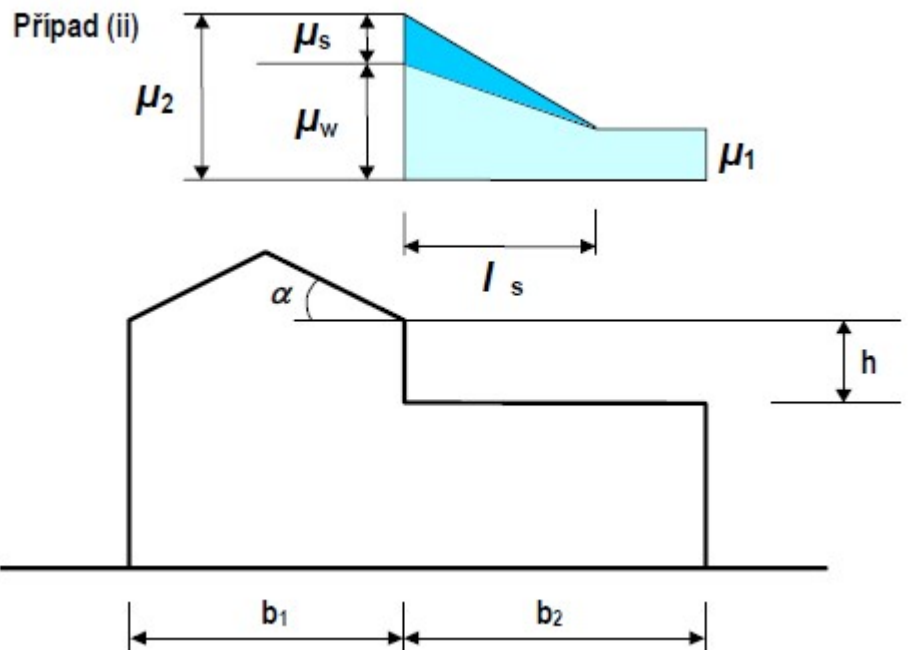
$$\mu_s = 0$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2)/2h \leq \gamma h/s_k$$

$$0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$

$$l_s = 2h$$

$$5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$$



$$\mu_{2,1} := 0,8$$

$$s_{2,1} := \mu_{2,1} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\mu_{2,2} := 2$$

$$s_{2,2} := \mu_{2,2} \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

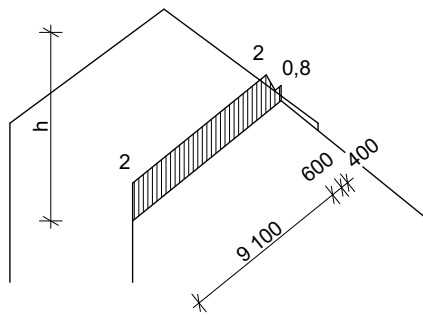
Sněhová oblast	I – IV	V – VI	VII – VIII
Max $\mu_w$	2,0	3,0	4,0

kde  $\gamma$  je objemová tíha sněhu, kterou lze pro tento výpočet uvažovat hodnotou  $2 \text{ kN/m}^3$ .

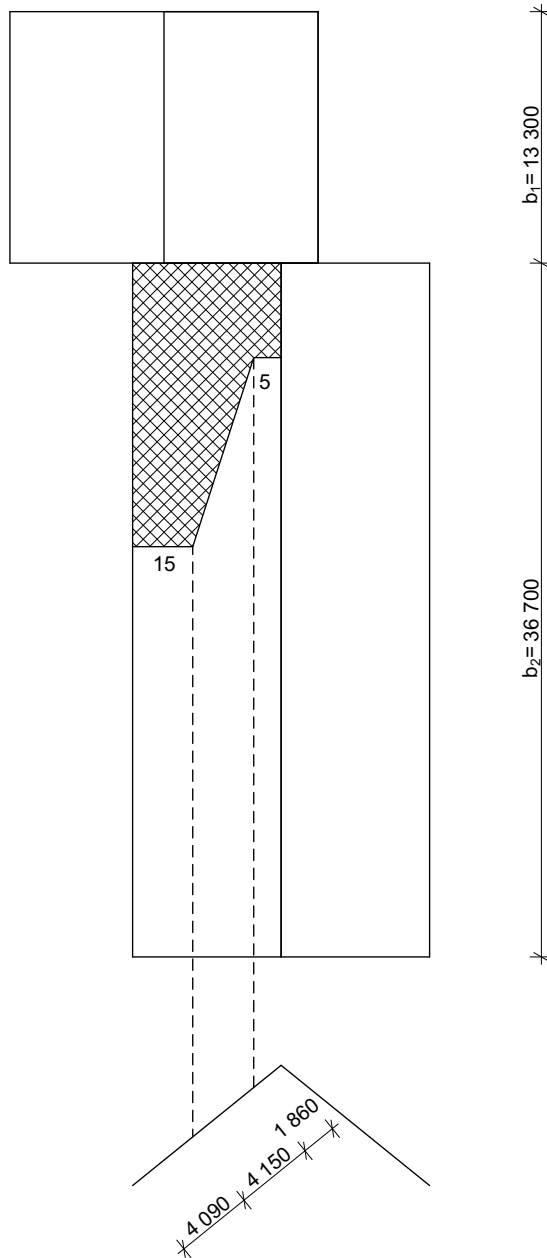


# ZATÍŽENÍ SNĚHEM

$\mu_w$  [-]:



$l_s$  [m]:



## ZATÍŽENÍ VĚTREM

### ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU

VÝCHOZÍ ZÁKLADNÍ RYCHLOST VĚTRU:  $v_{b,0} := 25 \frac{m}{s}$

SOUČINITEĽ SMĚRU VĚTRU:  $c_{dir} := 1$

SOUČINITEĽ ROČNÍHO OBDOBÍ:  $c_{season} := 1$

$$v_b := v_{b,0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} = 25 \frac{m}{s}$$

### DRSNOST TERÉNU

VÝŠKA HŘEBENE NAD TERÉNEM:  $z := 19.7 \text{ m}$

KATEGORIE TERÉNU: III

$$z_0 := 0.3 \text{ m}$$

$$z_{min} := 5 \text{ m}$$

$$z_{max} := 200 \text{ m}$$

$$z_{0,II} := 0.05 \text{ m}$$

SOUČINITEĽ TERÉNU:  $k_r := 0.19 \cdot \left( \frac{z_0}{z_{0,II}} \right)^{0.07} = 0.215$

SOUČINITEĽ DRSNOSTI:  $c_r := k_r \cdot \ln \left( \frac{z}{z_0} \right) = 0.901$

SOUČINITEĽ OROGRAFIE:  $c_0 := 1$

### STŘEDNÍ RYCHLOST VĚTRU

$$v_m := c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 22.533 \frac{m}{s}$$

### TURBULENCE VĚTRU

SOUČINITEĽ TURBULENCE:  $k_I := 1$

SMĚRODATNÁ ODCHYLKA TURBULENCE:  $\sigma_v := k_r \cdot v_b \cdot k_I = 5.385 \frac{m}{s}$

INTENZITA TURBULENCE:  $I_v := \frac{\sigma_v}{v_m} = 0.239$

# ZATÍŽENÍ VĚTREM

## ZÁKLADNÍ DYNAMICKÝ TLAK VĚTRU

MĚRNÁ HMOTNOST VZDUCHU:  $\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 390.625 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

## MAXIMÁLNÍ DYNAMICKÝ TLAK

$$q_p := (1 + 7 \cdot I_v) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2 = 848.167 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

## TLAK VĚTRU NA VNĚJŠÍ POVRCH

### STĚNY - PŘÍČNÝ VÍTR

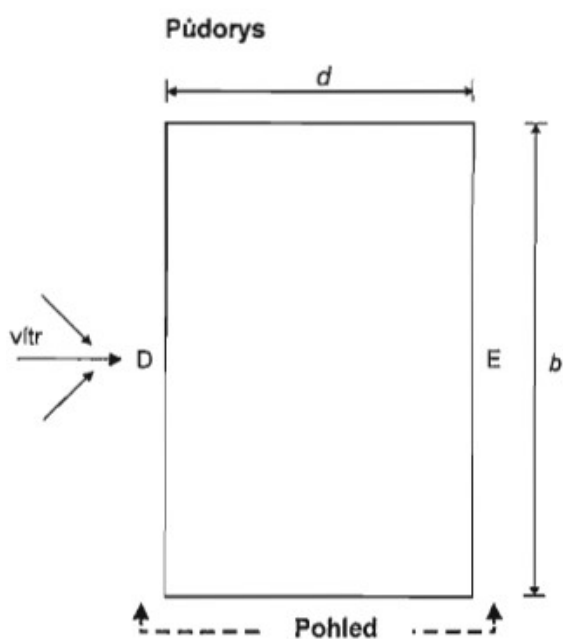
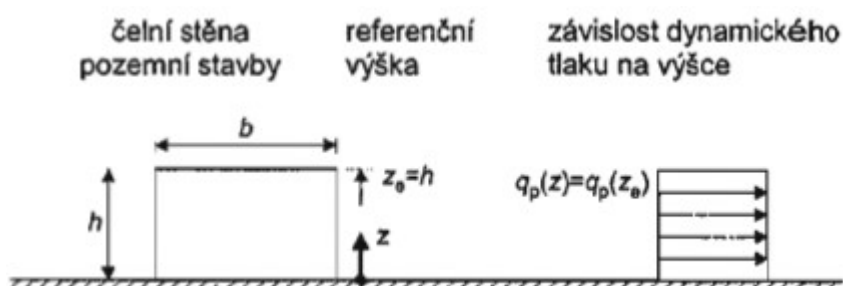
$$h \leq b$$

$$h_{s.k.v} := 13.4 \text{ m}$$

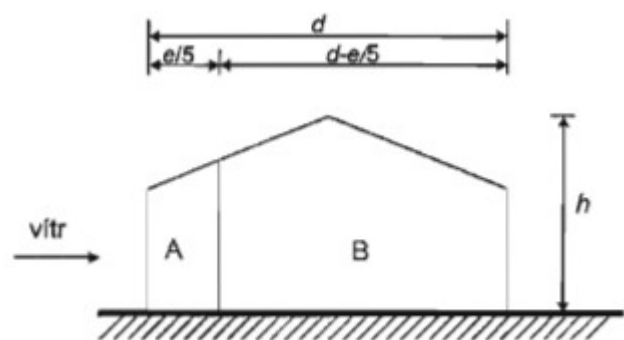
$$b_{s.k.v} := 36.7 \text{ m}$$

$$d_{s.k.v} := 14.6 \text{ m}$$

$$e_{s.k.v} := \min(2 h_{s.k.v}, b_{s.k.v}) = 26.8 \text{ m}$$



### Pohled pro $e \geq d$



$$\frac{e_{s.k.v}}{5} = 5.36 \text{ m}$$

$$\frac{4 \cdot e_{s.k.v}}{5} = 21.44 \text{ m}$$

## ZATÍŽENÍ VĚTREM

HODNOTY PRO INTERPOLACI MEZI SOUČINITELI VNĚJŠÍCH TLAKŮ NA SVISLOU STĚNU:

$$\frac{h_{s.k.v}}{d_{s.k.v}} = 0.918$$

SEDLOVÁ STŘECHA - PŘÍČNÝ VÍTR

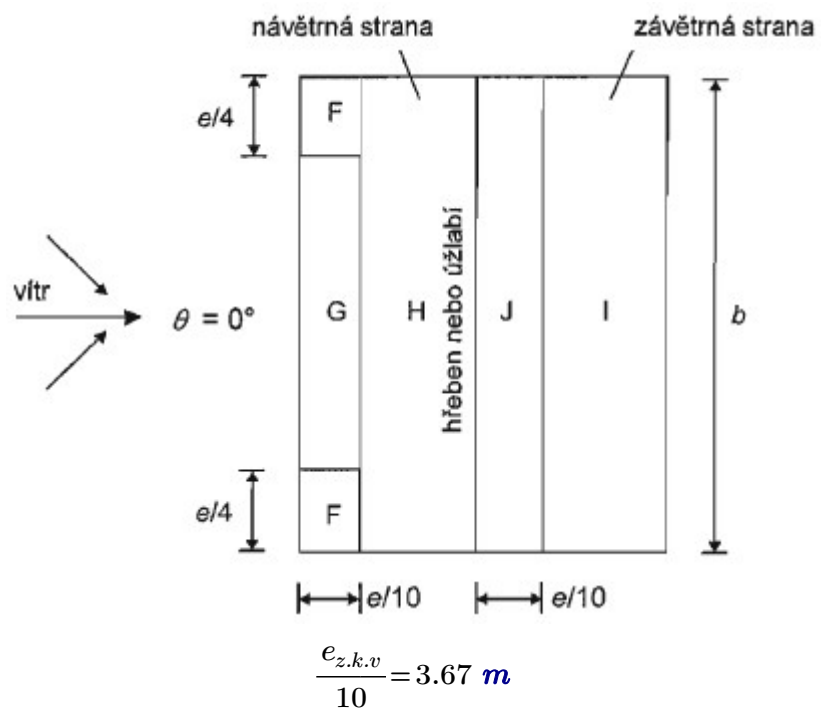
$$h_{z.k.v} := 19.7 \text{ m}$$

$$b_{z.k.v} := 36.7 \text{ m}$$

$$e_{z.k.v} := \min(2 h_{z.k.v}, b_{z.k.v}) = 36.7 \text{ m}$$

$$\frac{e_{z.k.v}}{4} = 9.175 \text{ m}$$

$$\frac{e_{z.k.v}}{4} = 9.175 \text{ m}$$



# ZATÍŽENÍ VĚTREM

## SOUČINITELE VNĚJŠÍHO TLAKU:

-/-

PŘÍČNÝ VÍTR		
OBLAST	$c_{pe,10}$	$w_e$ [N/m <sup>2</sup> ]
A	-1,20	-1017,80
B	-1,33	-1131,79
C	-0,50	-424,08
D	0,79	669,26
E	-0,48	-405,54
F	-0,20	-169,63
G	-0,20	-169,63
H	-0,08	-67,85
I	-0,28	-237,49
J	-0,38	-322,30

+/+

PŘÍČNÝ VÍTR		
OBLAST	$c_{pe,10}$	$w_e$ [N/m <sup>2</sup> ]
A	-1,20	-1017,80
B	-1,33	-1131,79
C	-0,50	-424,08
D	0,79	669,26
E	-0,48	-405,54
F	0,70	593,72
G	0,70	593,72
H	0,52	441,05
I	0,00	0,00
J	0,00	0,00

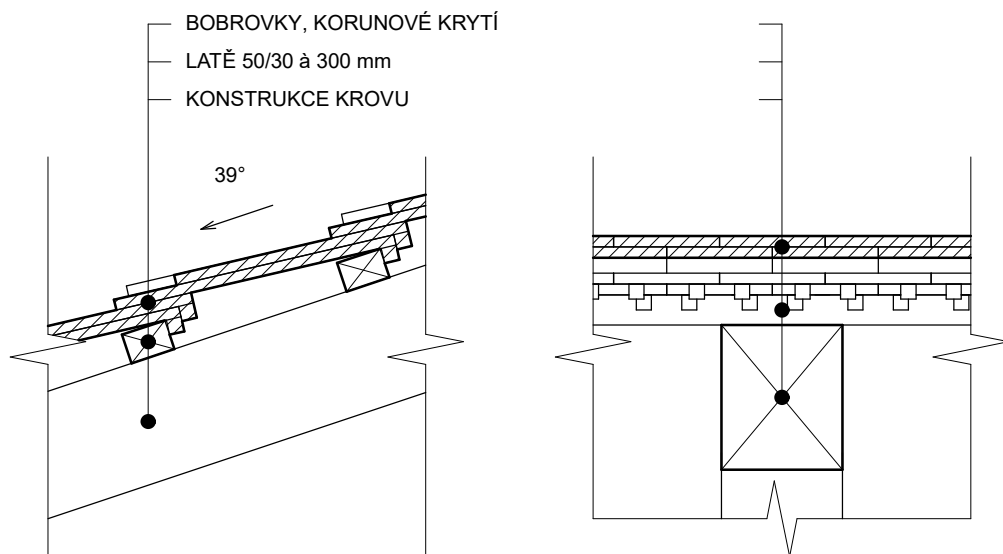
-/+

PŘÍČNÝ VÍTR		
OBLAST	$c_{pe,10}$	$w_e$ [N/m <sup>2</sup> ]
A	-1,20	-1017,80
B	-1,33	-1131,79
C	-0,50	-424,08
D	0,79	669,26
E	-0,48	-405,54
F	-0,20	-169,63
G	-0,20	-169,63
H	-0,08	-67,85
I	0,00	0,00
J	0,00	0,00

+/-

PŘÍČNÝ VÍTR		
OBLAST	$c_{pe,10}$	$w_e$ [N/m <sup>2</sup> ]
A	-1,20	-1017,80
B	-1,33	-1131,79
C	-0,50	-424,08
D	0,79	669,26
E	-0,48	-405,54
F	0,70	593,72
G	0,70	593,72
H	0,52	441,05
I	-0,28	-237,49
J	-0,38	-322,30

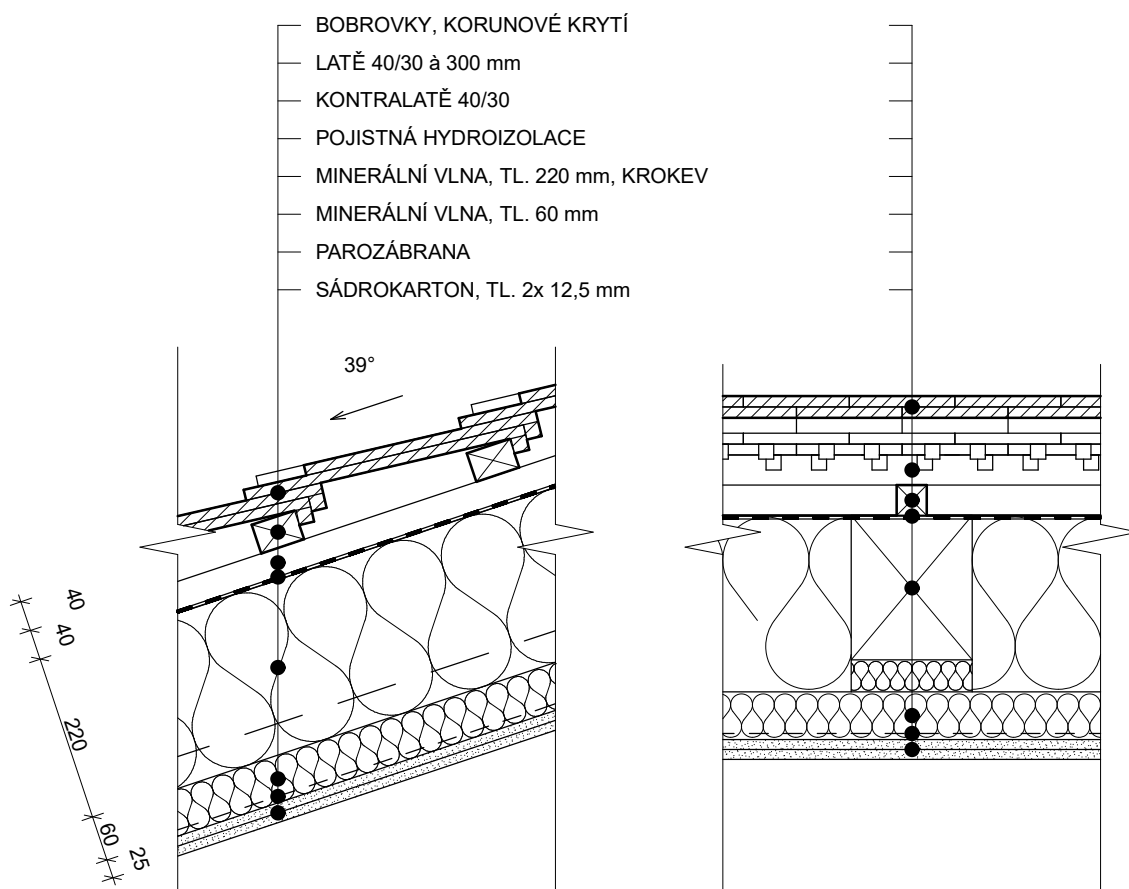
# PŮVODNÍ STŘEŠNÍ PLÁŠŤ



STŘEŠNÍ PLÁŠŤ		39 °	HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	VODOROVNÁ PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]
STÁLÉ	BOBROVKY	-	-	-	0,700	0,901
	LATĚ à 0,3 m	4,2	0,04 x 0,03	0,017	0,022	
STÁLÉ CELKEM (CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA)					0,717	0,922

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.

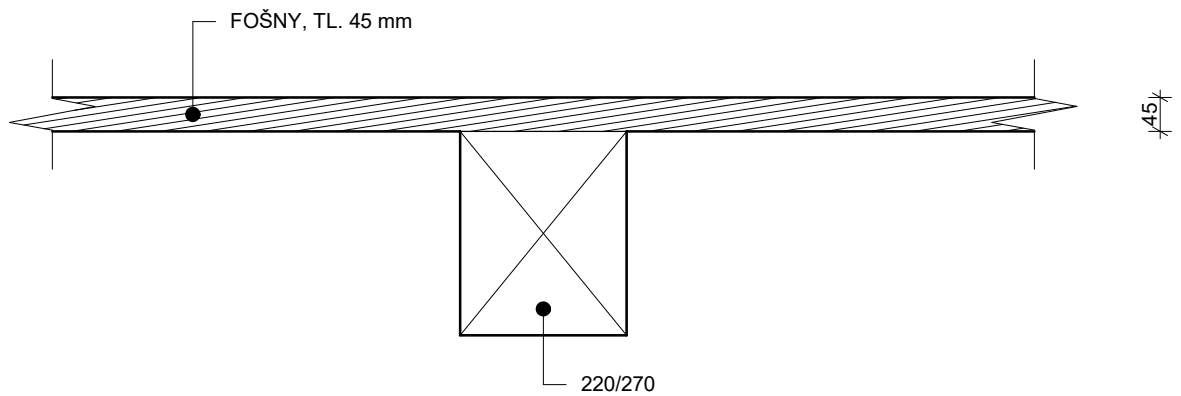
# NAVRHOVANÝ STŘEŠNÍ PLÁŠŤ



STŘEŠNÍ PLÁŠŤ		39 °	HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	VODOROVNÁ PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>STÁLÉ</b>	BOBROVKY		-	-	0,700	0,901
	LATĚ à	0,3 m	4,2	0,04 x 0,03	0,017	0,022
	KONTRALATĚ à	0,9 m	4,2	0,04 x 0,03	0,006	0,007
	MINERÁLNÍ VLNA		0,15	0,28	0,042	0,054
	SÁDROKARTON		8	0,025	0,200	0,257
<b>STÁLÉ CELKEM (CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA)</b>					<b>0,964</b>	<b>1,241</b>

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STŘEŠNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.

# PŮVODNÍ PODLAHA

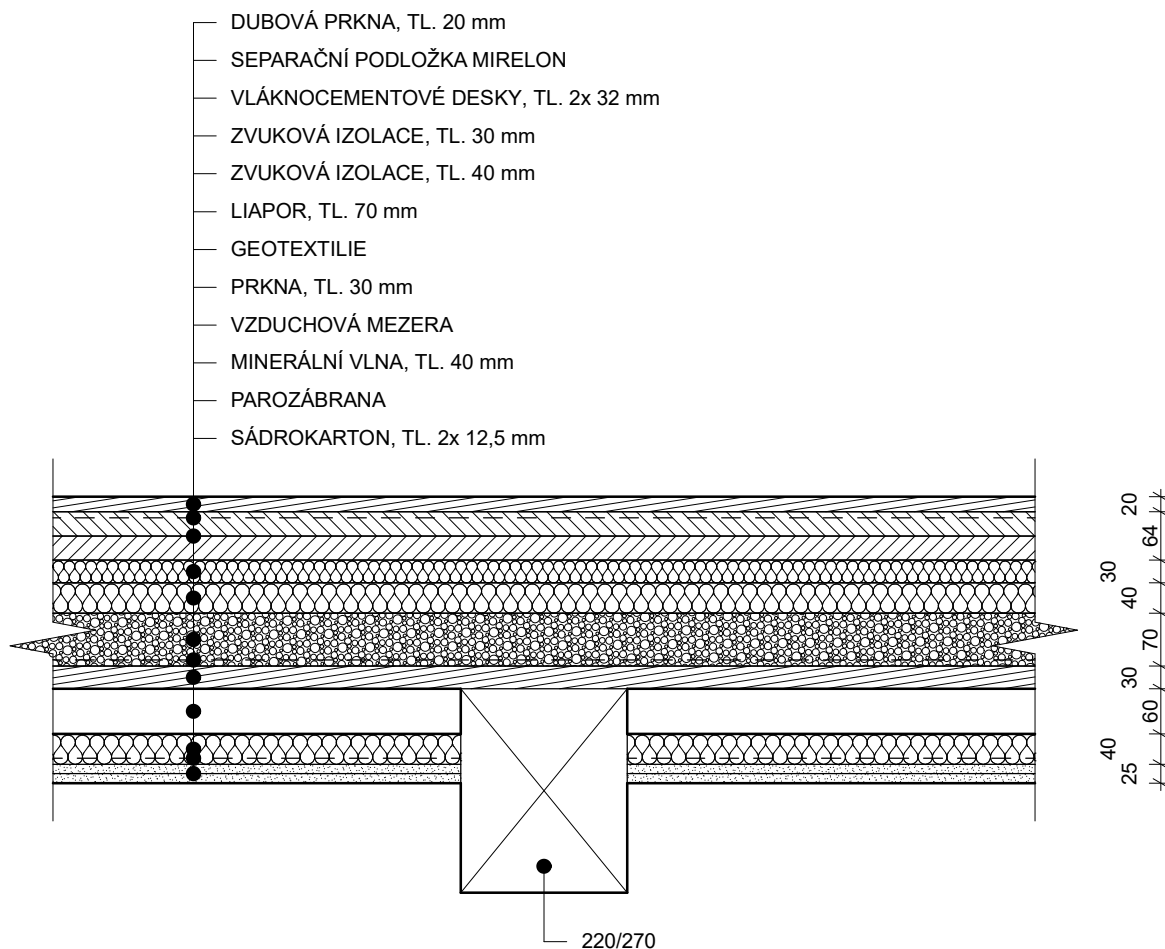


PODLAHA P3a		HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	γ	NÁVRHOVÉ HODNOTY [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>STÁLÉ</b>	FOŠNY	4,2	0,045	0,189	1,35	0,255
<b>STÁLÉ CELKEM</b>				$g_k = 0,189$	1,35	$g_d = 0,255$
<b>PROMĚNNÉ</b>	UŽITNÉ (SKLAD JEČMENE)			5	1,5	7,5
<b>PROMĚNNÉ CELKEM</b>				$q_k = 5$	1,5	$q_d = 7,5$

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STROPNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.



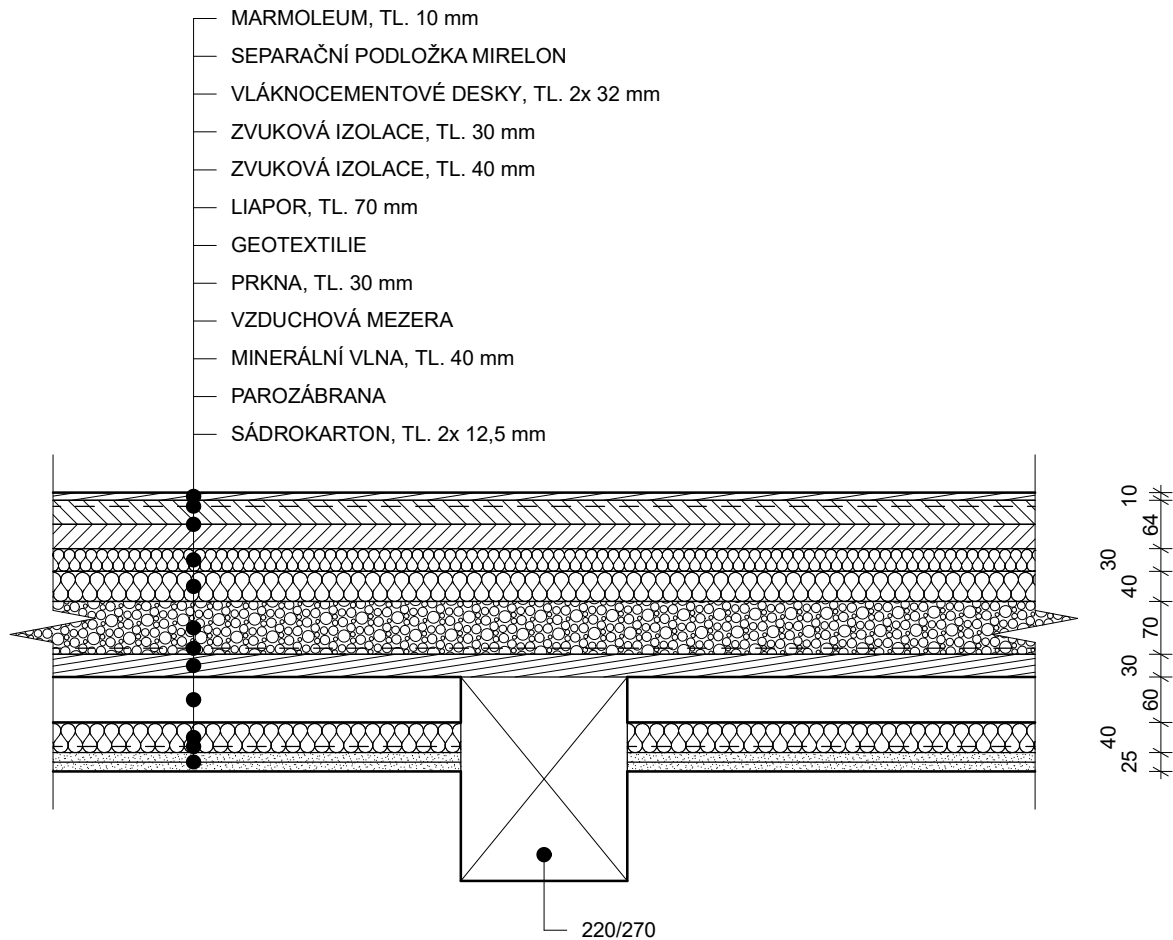
# NAVRHOVANÁ PODLAHA - P5a



PODLAHA P5a		HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$	NÁVRHOVÉ HODNOTY [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>STÁLÉ</b>	DUBOVÁ PRKNA	7	0,02	0,140	1,35	0,189
	VLÁKNOCEMENTOVÉ DESKY	12	0,064	0,768		1,037
	KROČEJOVÁ IZOLACE	3	0,07	0,210		0,284
	LIAPOR	9	0,07	0,630		0,851
	PRKNA	4,2	0,03	0,126		0,170
	MINERÁLNÍ VLNA	1,5	0,04	0,060		0,081
	SÁDROKARTON	8	0,025	0,200		0,270
<b>STÁLÉ CELKEM</b>				$g_k = 2,134$	1,35	$g_d = 2,881$
<b>PROMĚNNÉ</b>	UŽITNÉ C3			5	1,5	7,5
<b>PROMĚNNÉ CELKEM</b>				$q_k = 5$	1,5	$q_d = 7,5$

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STROPNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.

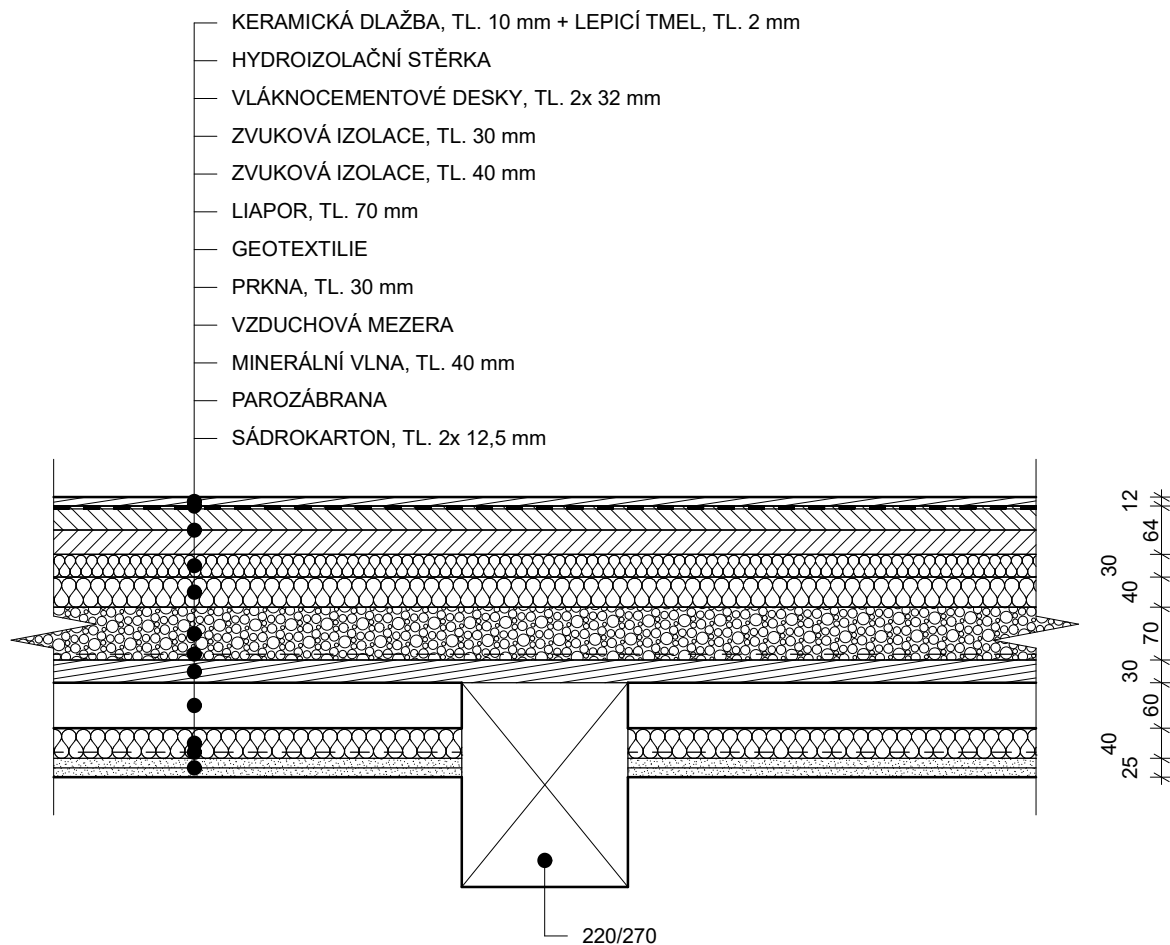
# NAVRHOVANÁ PODLAHA - P3a



PODLAHA P3a		HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	γ	NÁVRHOVÉ HODNOTY [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>STÁLÉ</b>	MARMOLEUM	14	0,01	0,140	1,35	0,189
	VLÁKNOCEMENTOVÉ DESKY	12	0,064	0,768		1,037
	KROČEJOVÁ IZOLACE	3	0,07	0,210		0,284
	LIAPOR	9	0,07	0,630		0,851
	PRKNA	4,2	0,03	0,126		0,170
	MINERÁLNÍ VLNA	1,5	0,04	0,060		0,081
	SÁDROKARTON	8	0,025	0,200		0,270
<b>STÁLÉ CELKEM</b>			$g_k = 2,134$		1,35	$g_d = 2,881$
<b>PROMĚNNÉ</b>	UŽITNÉ C3			5	1,5	7,5
	PŘEMÍSTITELNÉ PŘÍČKY			0,8		1,2
<b>PROMĚNNÉ CELKEM</b>				$q_k = 5,8$	1,5	$q_d = 8,7$

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STROPNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.

# NAVRHOVANÁ PODLAHA - P3e

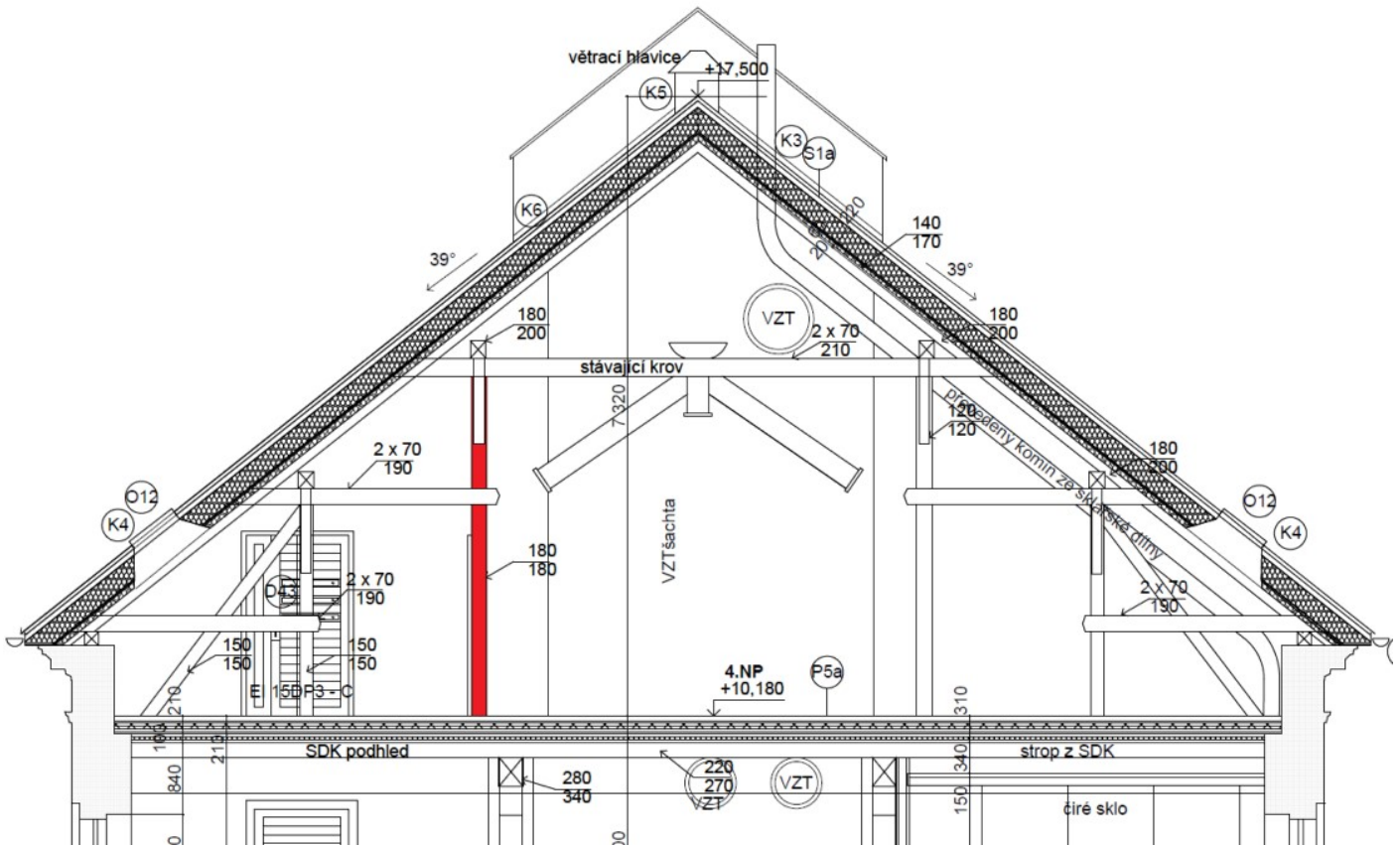


PODLAHA P3e		HMOT. [kN/m <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	PL. HMOT. [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma$	NÁVRHOVÉ HODNOTY [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>STÁLÉ</b>	KERAMICKÁ DLAŽBA	23	0,012	0,276	1,35	0,373
	VLÁKNOCEMENTOVÉ DESKY	12	0,064	0,768		1,037
	KROČEJOVÁ IZOLACE	3	0,07	0,210		0,284
	LIAPOR	9	0,07	0,630		0,851
	PRKNA	4,2	0,03	0,126		0,170
	MINERÁLNÍ VLNA	1,5	0,04	0,060		0,081
	SÁDROKARTON	8	0,025	0,200		0,270
<b>STÁLÉ CELKEM</b>			$\bar{g}_k =$ 2,270	1,35	$\bar{g}_d =$ 3,065	
<b>PROMĚNNÉ</b>	UŽITNÉ A			2	1,5	3
	PŘEMÍSTITELNÉ PŘÍČKY			0,8		1,2
<b>PROMĚNNÉ CELKEM</b>			$q_k =$ 2,8	1,5	$q_d =$ 4,2	

POZN.: VLASTNÍ TÍHA STROPNÍ KONSTRUKCE JE ZAHRNUTA V SW.

# POROVNÁNÍ REAKCÍ SLOUPKU KROVU

## ZATÍŽENÍ NA ZATĚŽOVACÍ PLOŠE

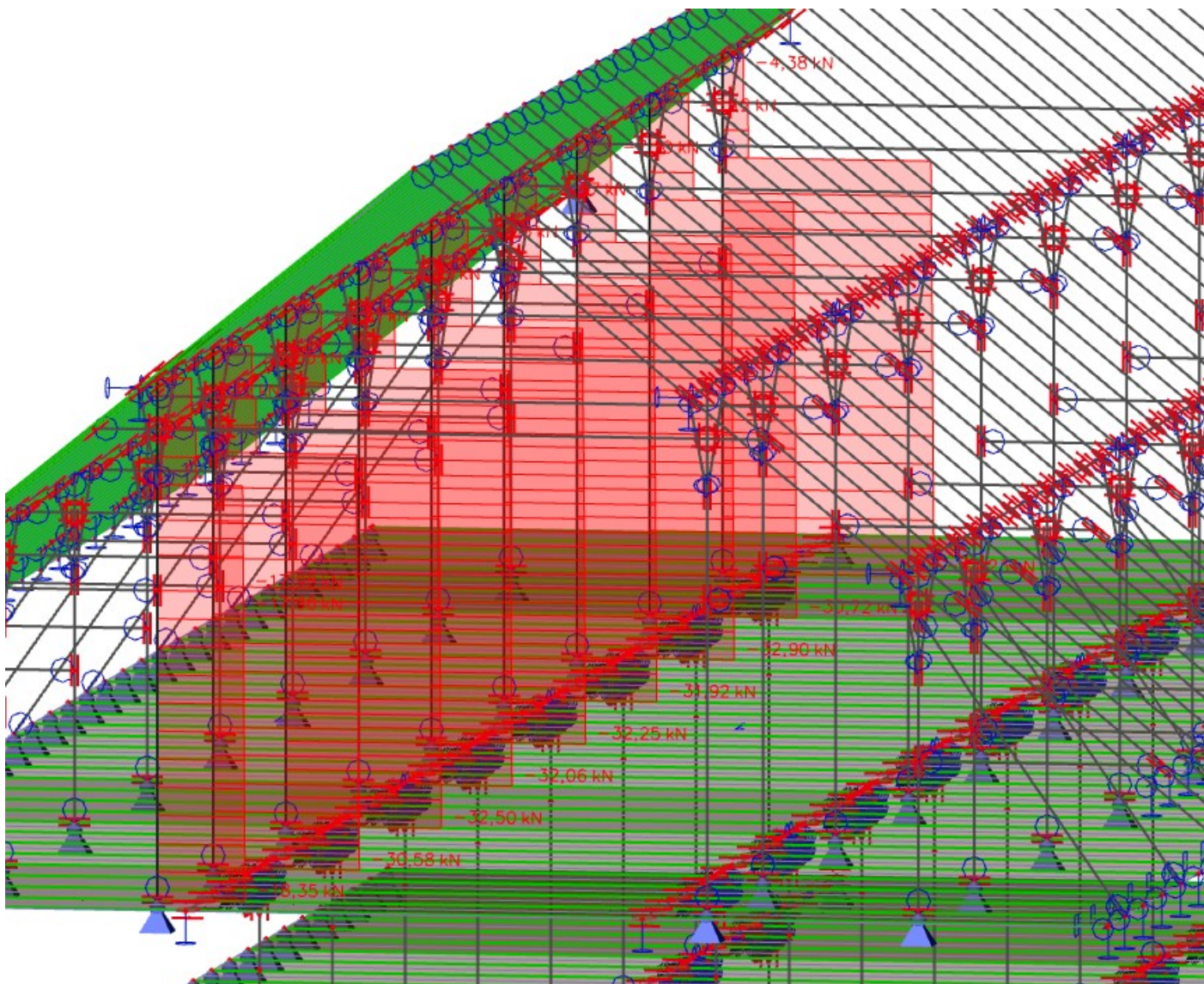


SKLON STŘECHY	39 °	OBJ. HMOT. [kNm <sup>3</sup> ]	TL. [m] / ROZMĚRY [m]	ŠIKMÉ PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ [kN/m <sup>2</sup> ]	VODOROVNÉ PL. ZATÍŽENÍ [kN/m <sup>2</sup> ]	1. ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA [m]	2. ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKA [m]	DĚLKA [m]	SÍLA [kN]
STÁLÉ	BOBROVKY	-	-	0,700	0,901	3,789	3,99		13,616
	LATĚ à 0,3 m	4,2	0,05 x 0,03	0,021	0,027	3,789	3,99		0,408
	KROKVE	4,2	0,18 x 0,2	0,151	0,195	3,789	3,99		2,941
	VAZNICE	4,2	0,18 x 0,2	-	-	-	-	3,99	0,603
	SLOUPEK	4,2	0,18 x 0,18	-	-	-	-	4,9	0,667
	KLEŠTINY	4,2	0,07 x 0,21	-	-	-	-	3,2	0,395
	KLEŠTINY	4,2	0,07 x 0,19	-	-	-	-	1,23	0,137
	PÁSKY	4,2	0,12 x 0,12	-	-	-	-	1,4	0,169
STÁLÉ CELKEM (CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA)									<b>18,937</b>
PROMĚNNÉ	SNĚH (MIMO NÁVĚJ)				0,800	3,789	3,99		12,093
	VÍTR +/- (POUZE OBLAST H)				0,441	3,789	3,99		6,667
PROMĚNNÉ CELKEM (CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA)									<b>18,760</b>
CELKEM (CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA)									<b>37,697</b>

REAKCE 3D ANALÝZOU

- UVAŽOVÁNO POUZE STÁLÉ A KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ

SLOUPKY MAJÍ TUHOU PODPORU



REAKCE MIMO OBLAST NÁVĚJE

$$R_{1,1} := 30.58 \text{ kN}$$

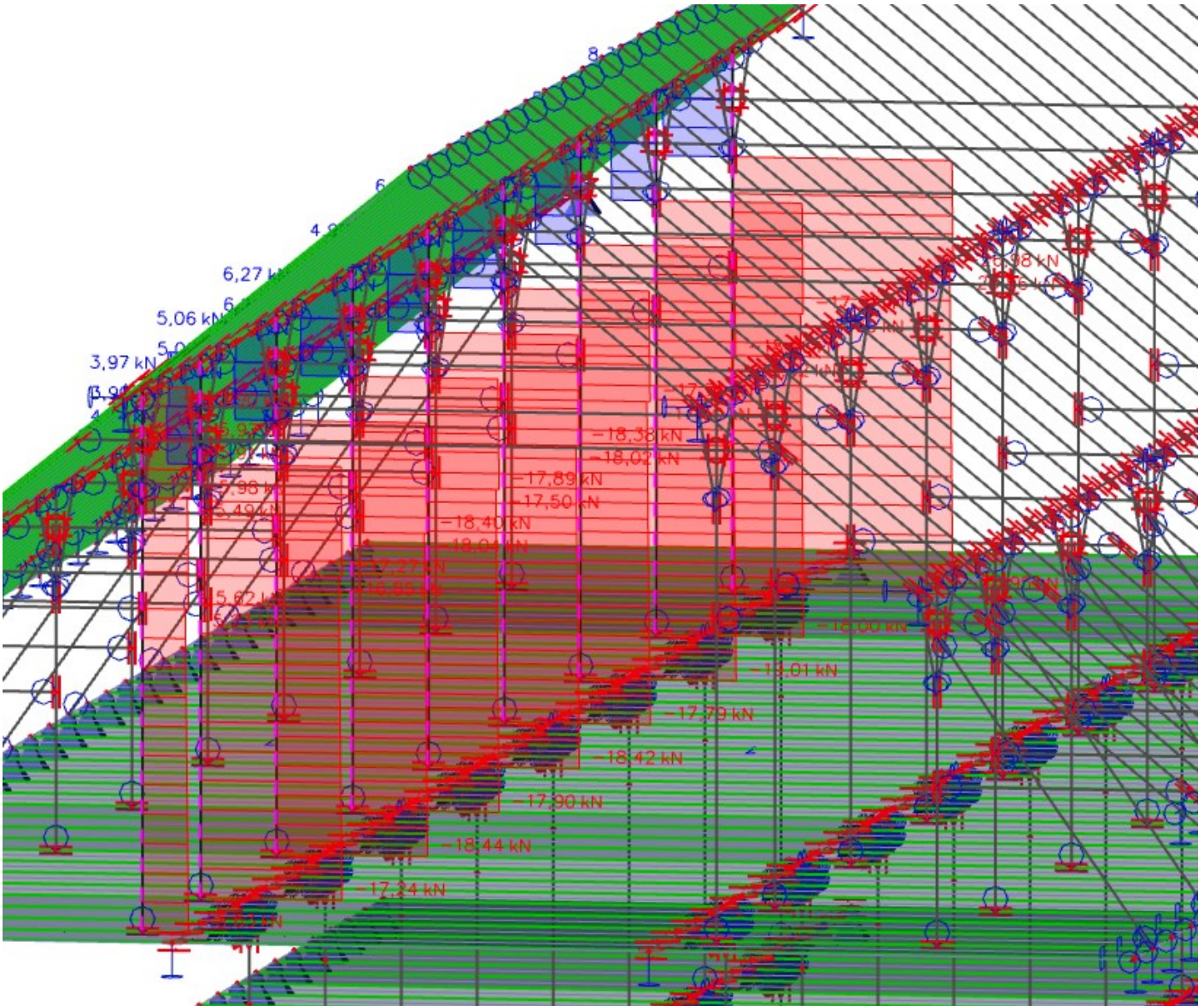
$$R_{1,2} := 32.50 \text{ kN}$$

$$R_{1,3} := 32.06 \text{ kN}$$

$$R_{1,4} := 32.25 \text{ kN}$$

$$R_1 := \text{mean}(R_{1,1}, R_{1,2}, R_{1,3}, R_{1,4}) = 31.848 \text{ kN}$$

SLOUPKY MAJÍ PRUŽNOU PODPORU



REAKCE MIMO OBLAST NÁVĚJE

$$R_{2,1} := 17.24 \text{ kN}$$

$$R_{2,2} := 18.44 \text{ kN}$$

$$R_{2,3} := 17.90 \text{ kN}$$

$$R_{2,4} := 18.42 \text{ kN}$$

$$R_2 := \text{mean}(R_{2,1}, R_{2,2}, R_{2,3}, R_{2,4}) = 18 \text{ kN}$$

CHYBOVOST

3D S PEVNÝMI PODPORAMI / ZATĚŽOVACÍ PLOCHA

$$\frac{R_1}{37.697 \text{ kN}} = 0.845$$

NEPŘESNOST JE ZPŮSOBENA ZATĚŽOVACÍ PLOCHOU NA NÁVĚTRNÉ STRANĚ STŘECHY, KDE SE NACHÁZÍ TLAK VĚTRU. NA ZÁVĚTRNÉ STRANĚ JE V TĚTO KOMBINACI TLAK NULOVÝ A PROTO SE ČÁST ZATÍŽENÍ PŘEROZDĚLÍ NA SOUSEDNÍ SLOUPEK. DÁLE SE POMOCÍ VZPĚR A HORNÍCH KLEŠTIN ČÁSTEČNĚ VYTVOŘÍ VZPĚRADLO, KTERÉ ČÁST ZATÍŽENÍ TAKÉ PŘEVEZME.

3D S PRUŽNÝMI PODPORAMI / ZATĚŽOVACÍ PLOCHA

$$\frac{R_2}{37.697 \text{ kN}} = 0.477$$

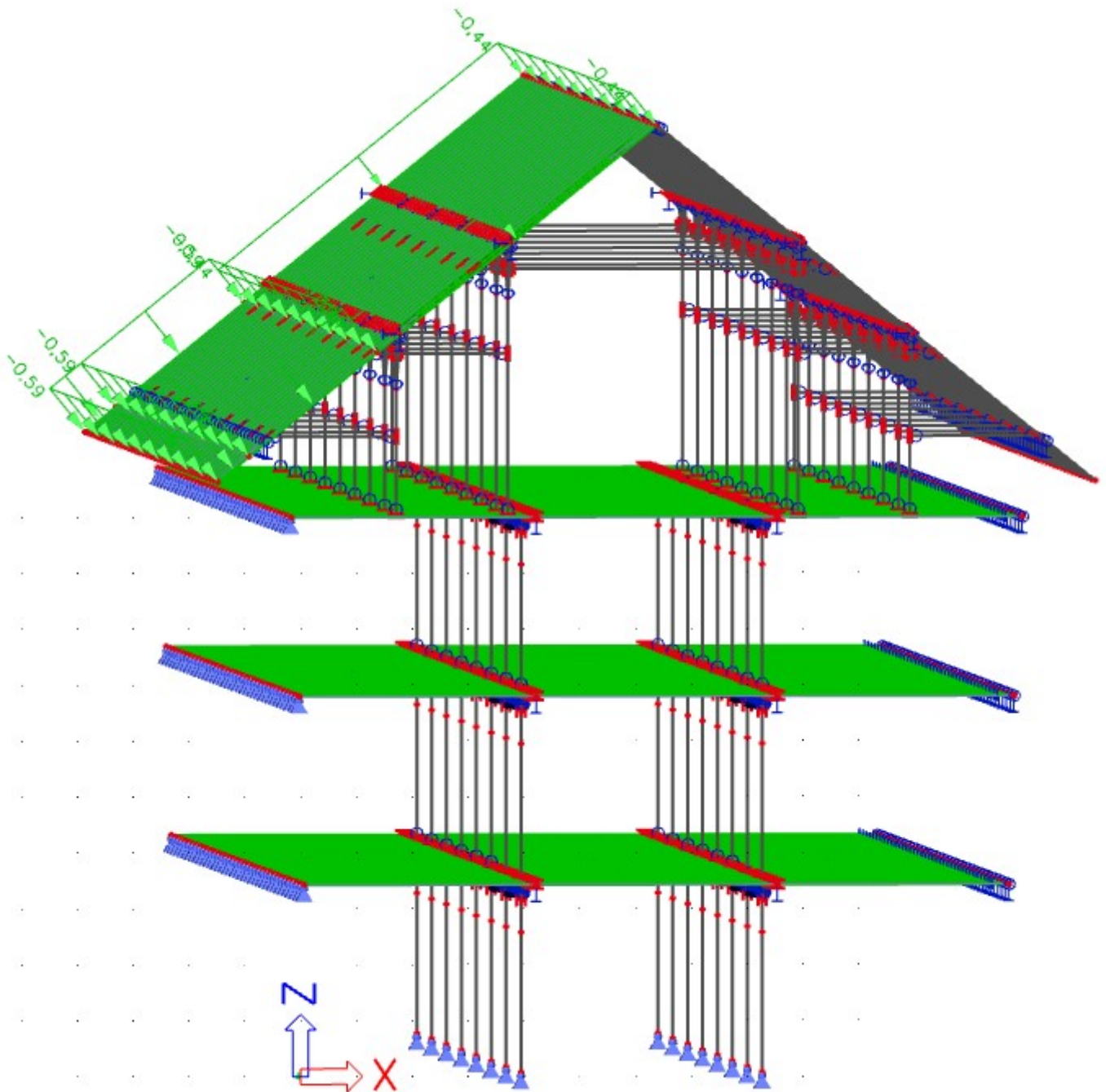
DELŠÍ SLOUPKY JSOU PODPOROVÁNY NEPŘÍLIŠ TUHOU KONSTRUKCÍ STROPU OPROTI VZPĚRÁM ULOŽENÝM NAD STĚNOU. ZATÍŽENÍ JE KONCENTROVÁNO DO TOHOTO VZPĚRADLA TVOŘENÝM VZPĚRAMI, KROKVEMI A PÁREM KLEŠTIN.

3D MODEL VYHODNOCUJI JAKO VĚROHODNÝ, BEZ ZÁVAŽNÝCH CHYB.

1.ZS - VLASTNÍ TÍHA

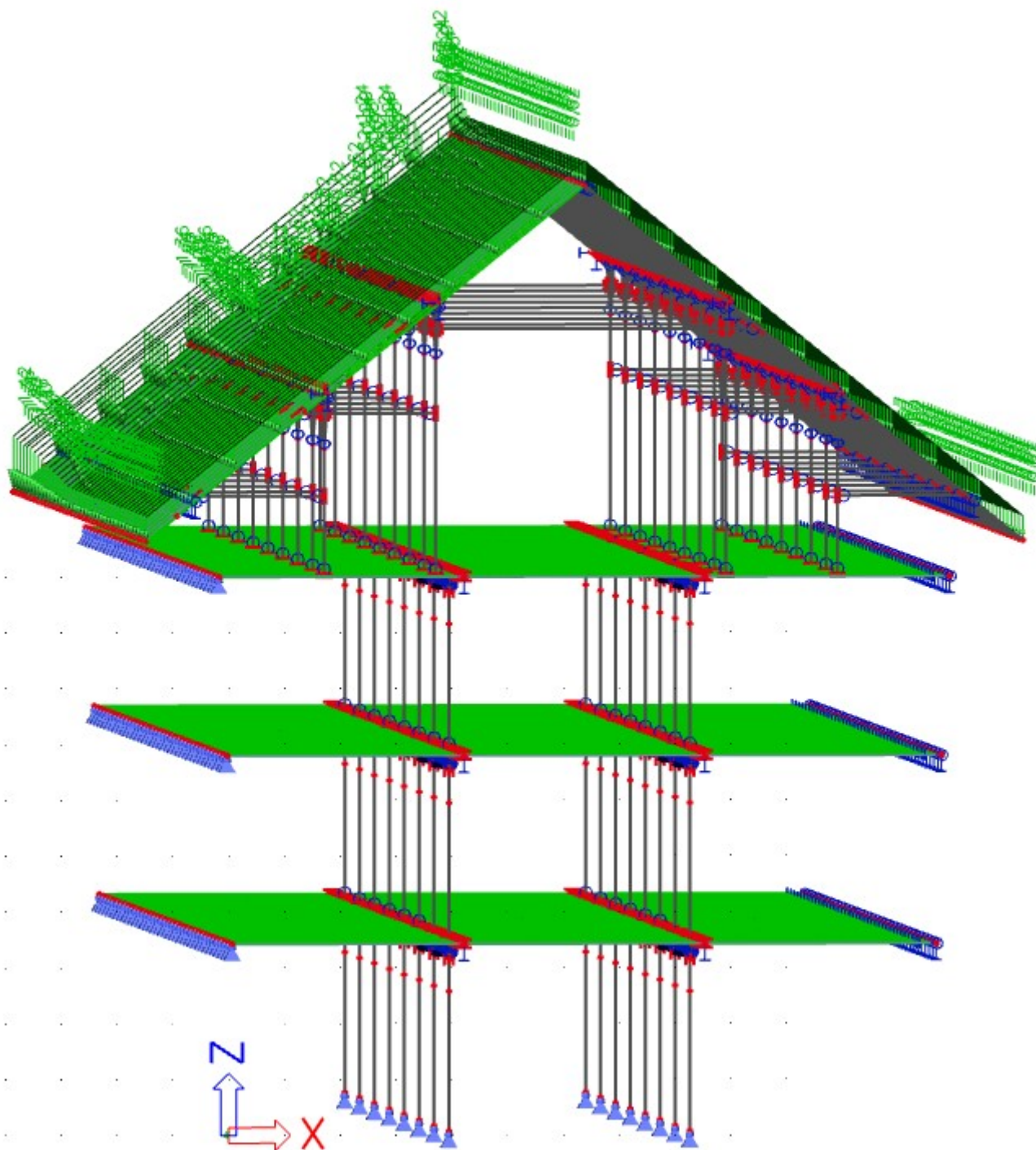
2.ZS - OSTATNÍ STÁLÉ

3.ZS - PŘÍČNÝ VÍTR +/-



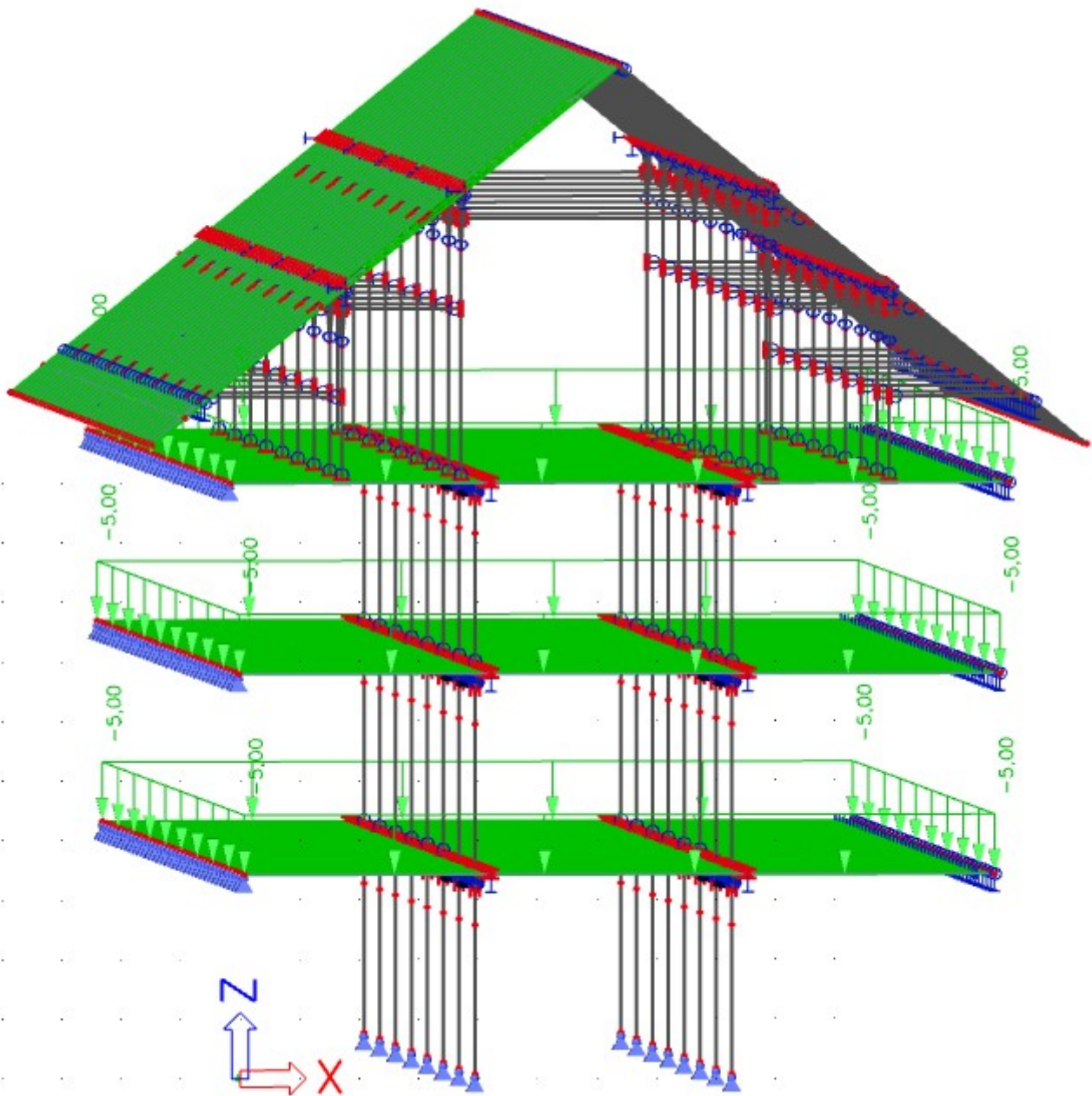


4.ZS - SNÍH



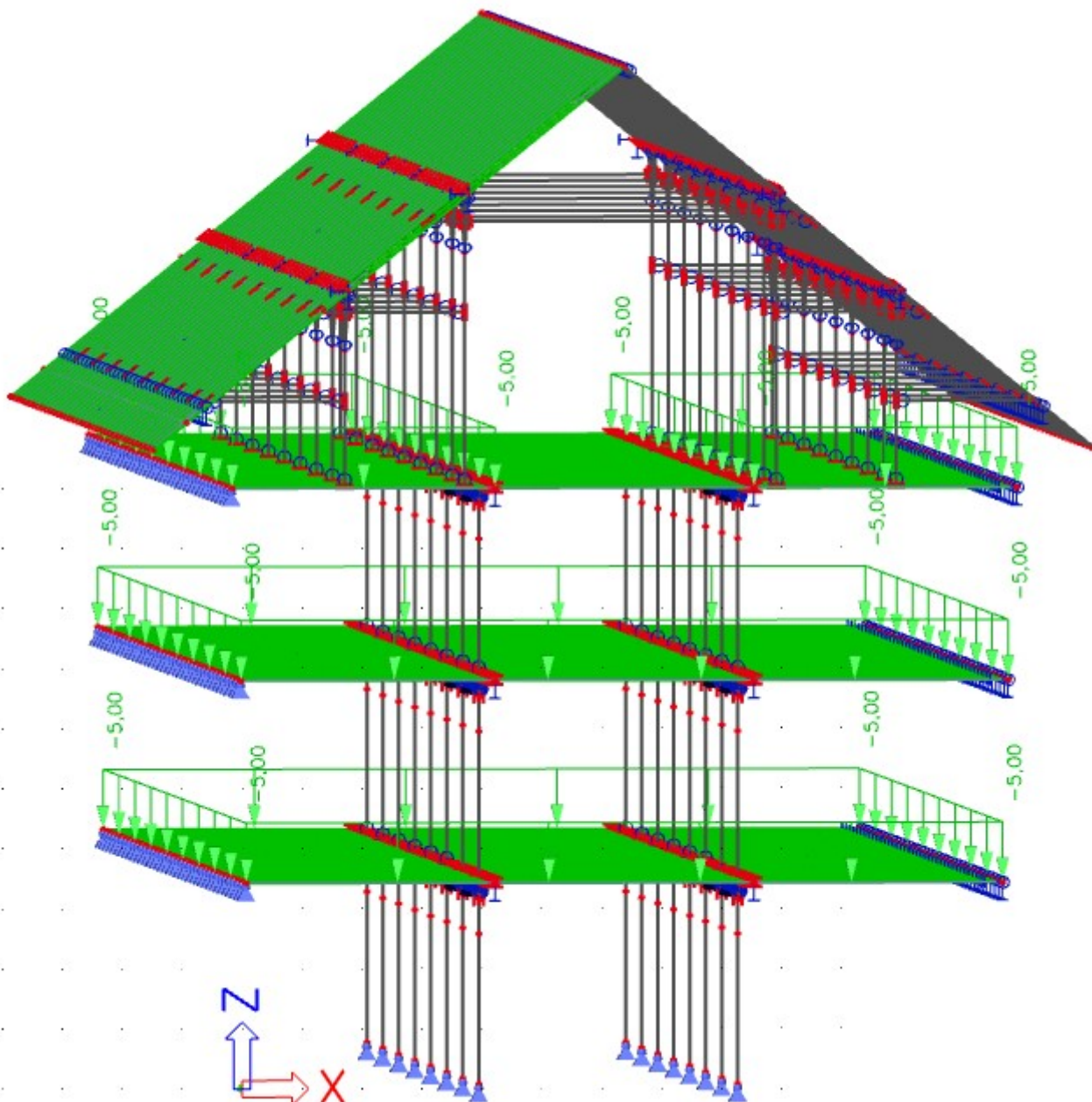
5.ZS - UŽITNÉ I

- PLNÉ ZATÍŽENÍ



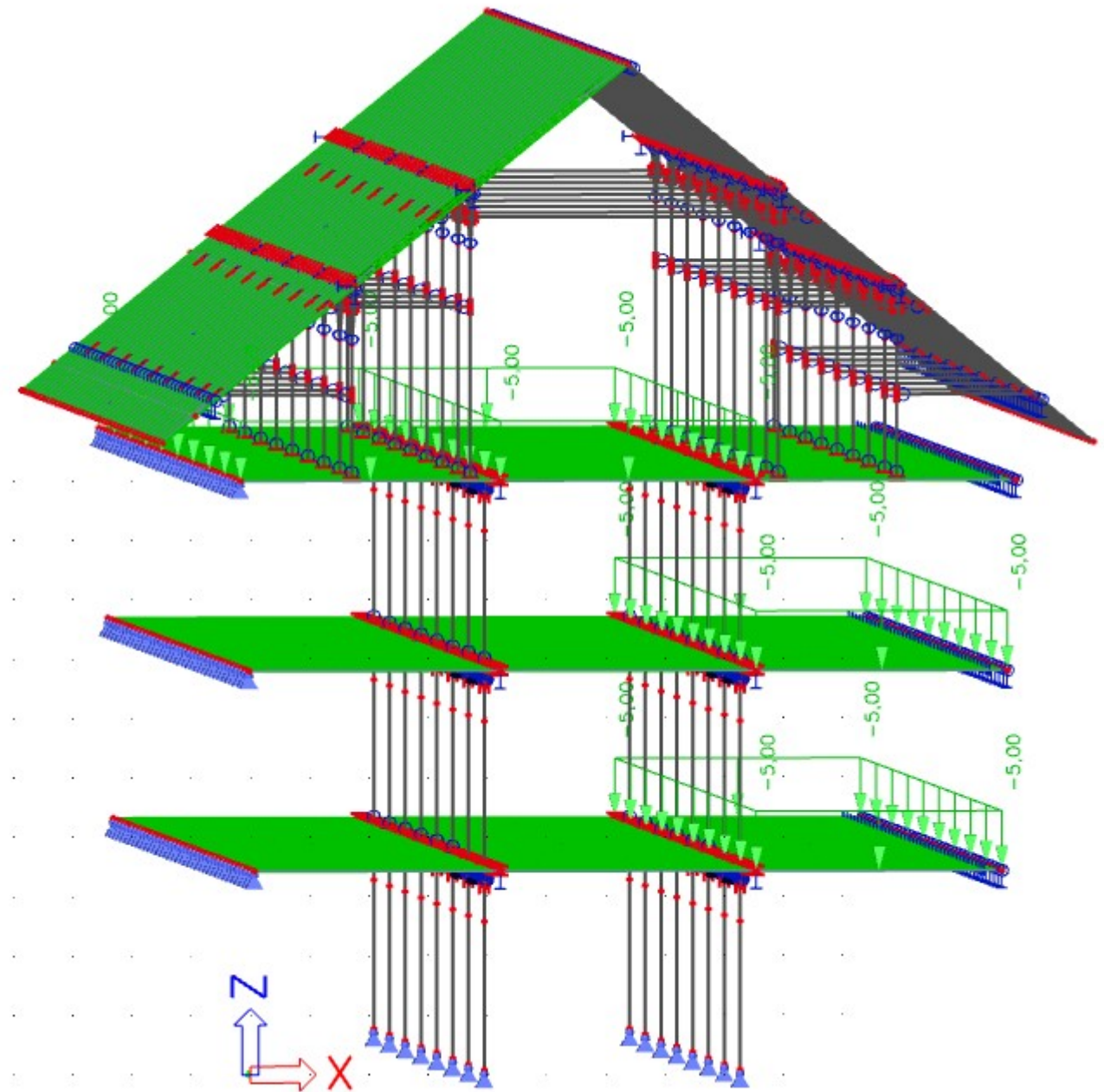
6.ZS - UŽITNÉ II

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V KRAJNÍM POLI STROPNICE 3.NP



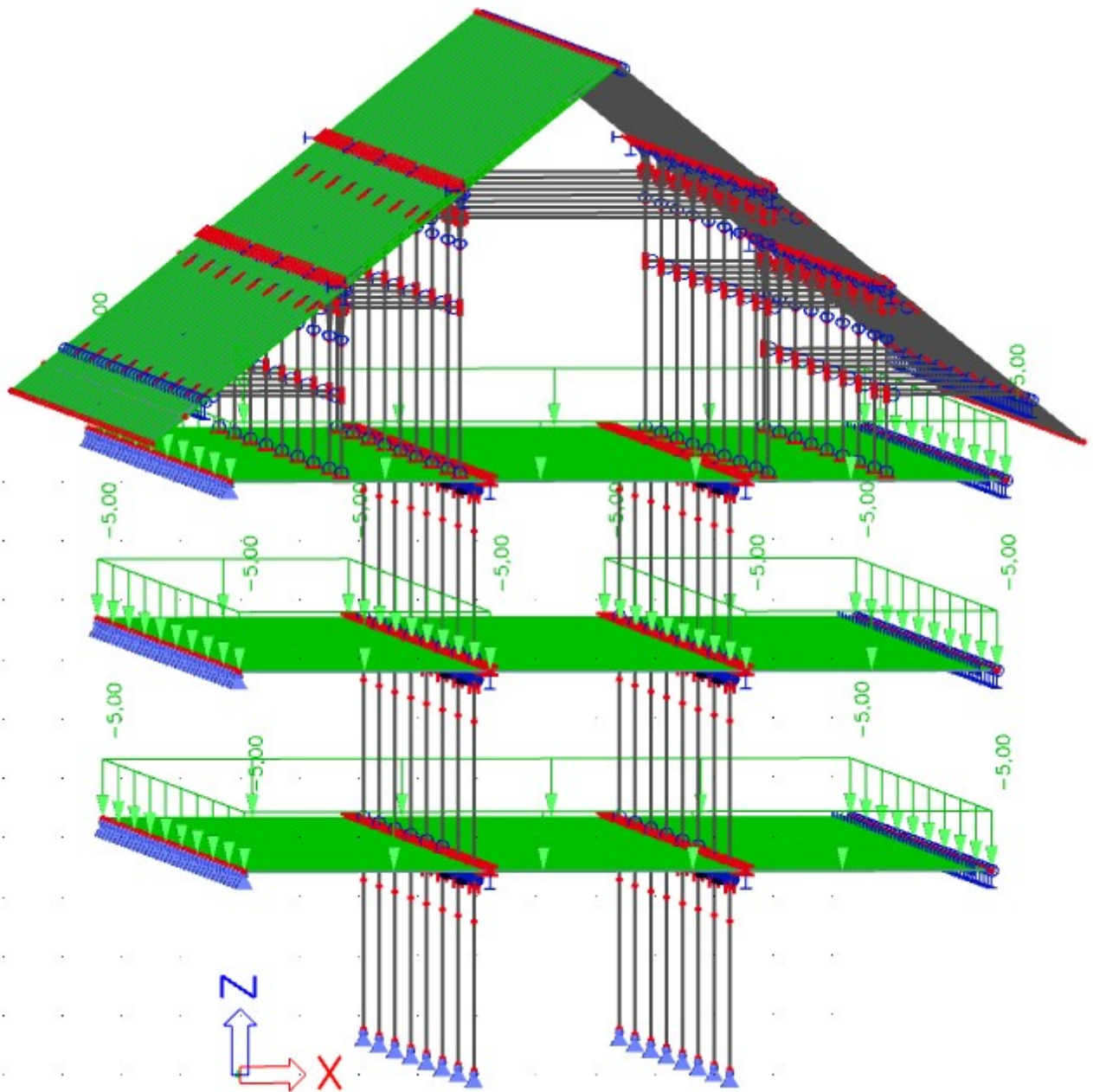
7.ZS - UŽITNÉ III

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPOROU STROPNICE 3.NP  
 A NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPOROU PRŮVLAKU 3.NP



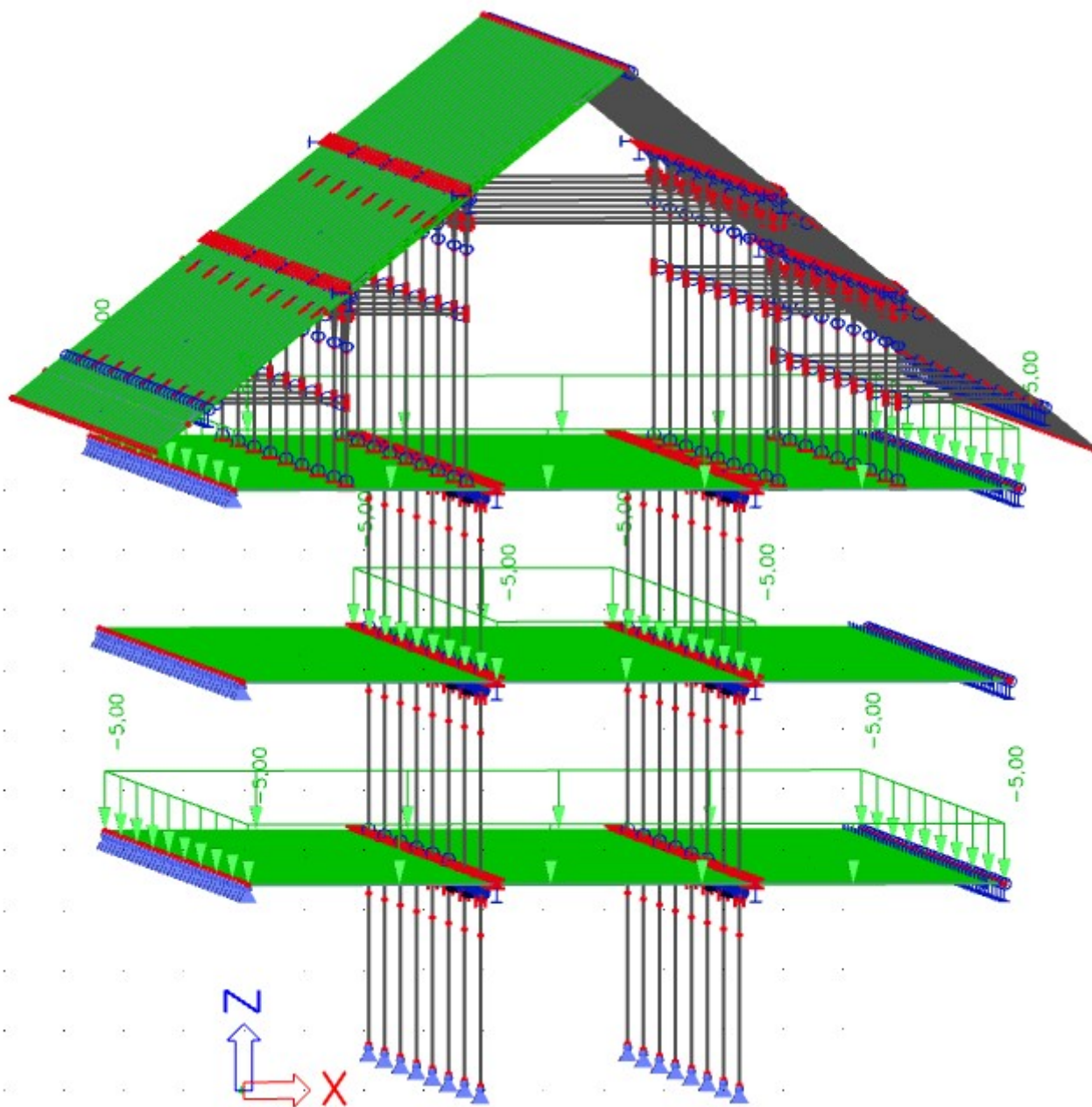
8.ZS - UŽITNÉ IV

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V KRAJNÍM POLI STROPNICE 2.NP



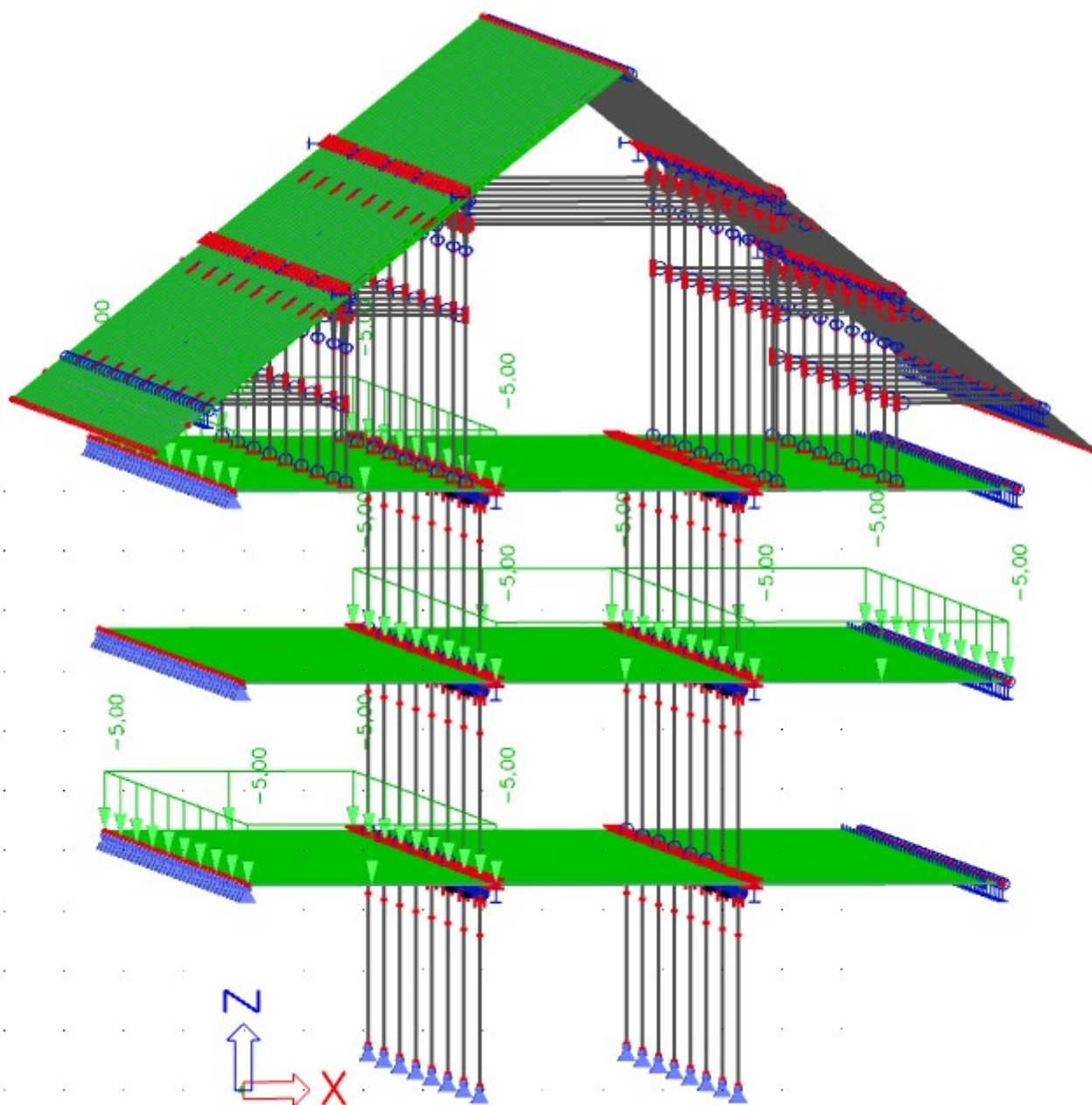
9.ZS - UŽITNÉ V

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT VE STŘEDNÍM POLI STROPNICE 2.NP



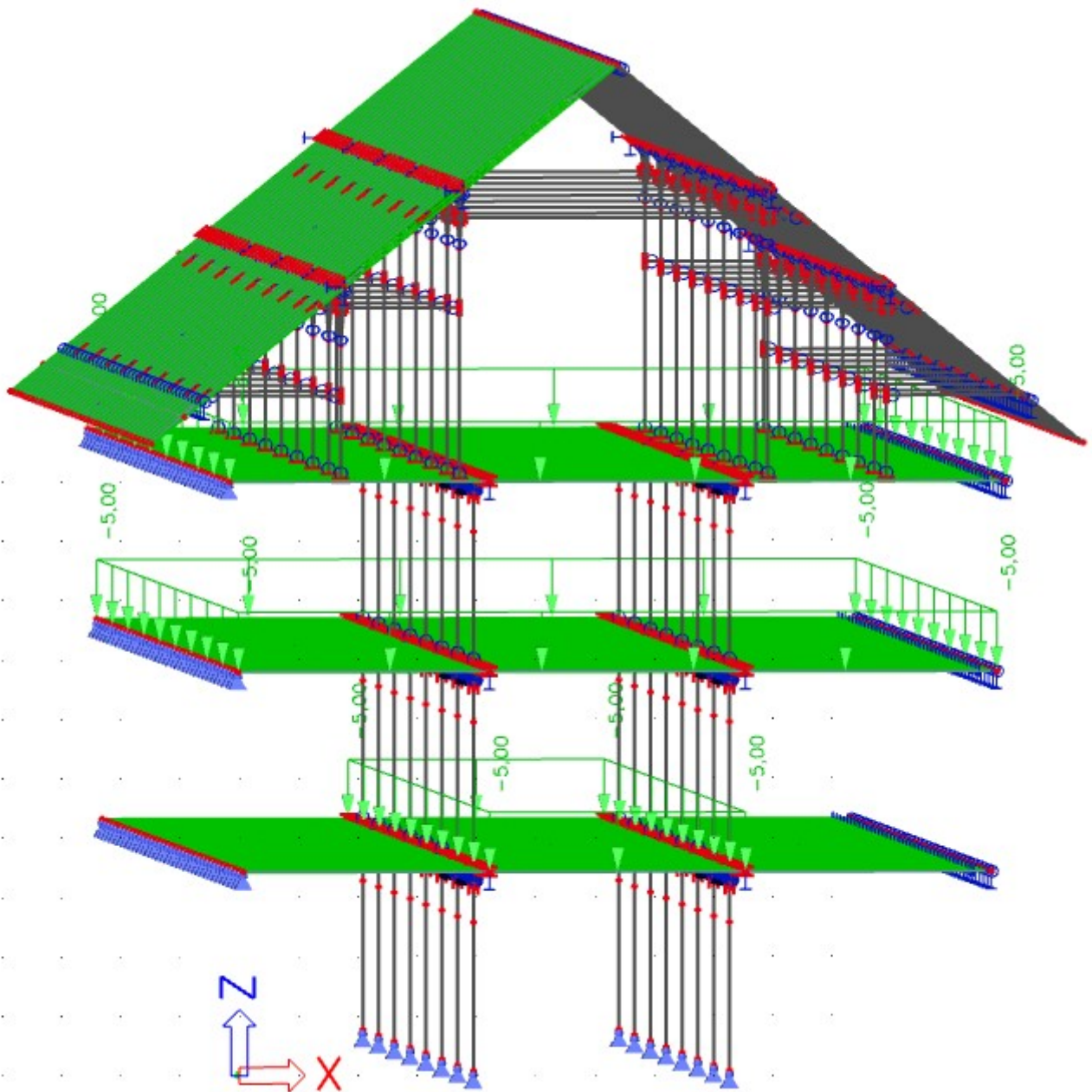
10.ZS - UŽITNÉ VI

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPOROU STROPNICE 2.NP  
 A NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPORU PRŮVLAKU 2.NP



11.ZS - UŽITNÉ VII

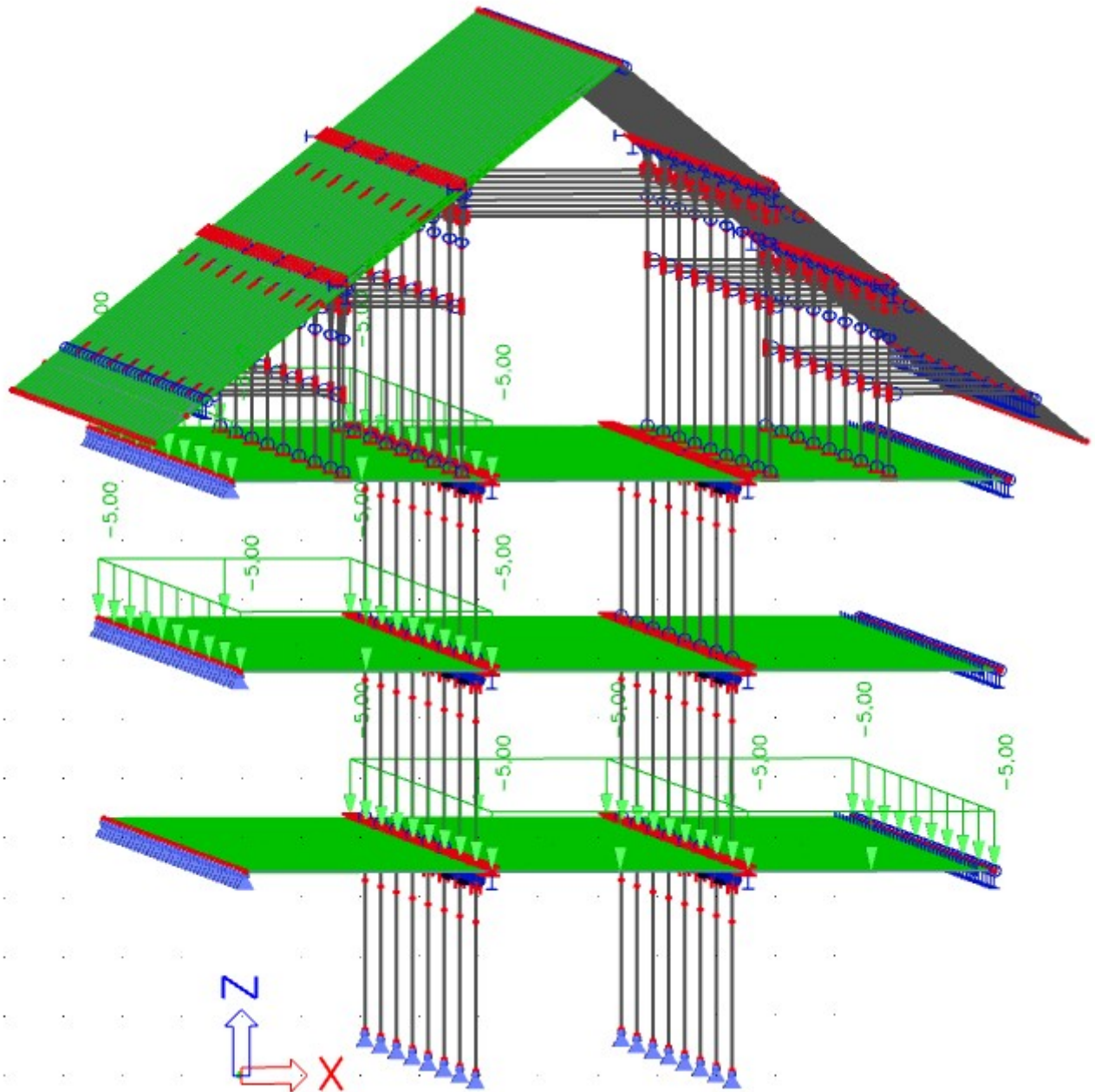
- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT VE STŘEDNÍM POLI STROPNICE 1.NP





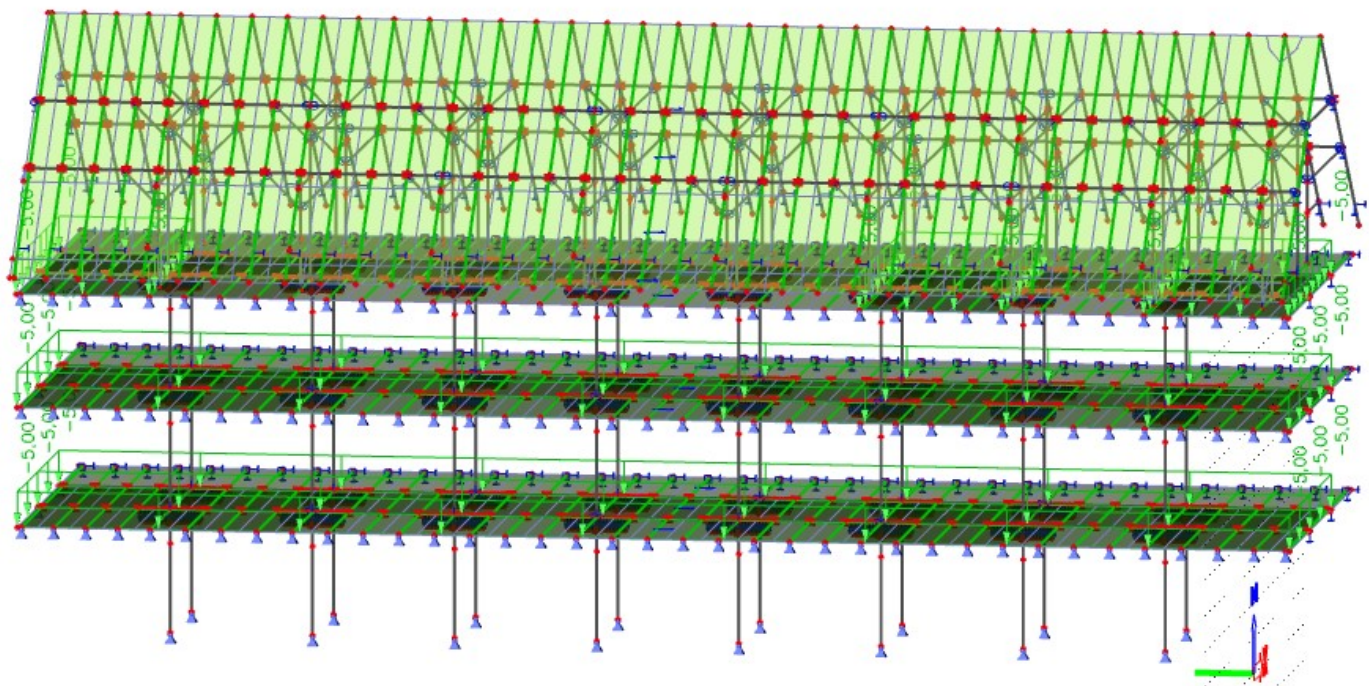
12.ZS - UŽITNÉ VIII

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPOROU STROPNICE 1.NP  
 A NA OHYBOVÝ MOMENT NAD PODPOROU PRŮVLAKU 1.NP



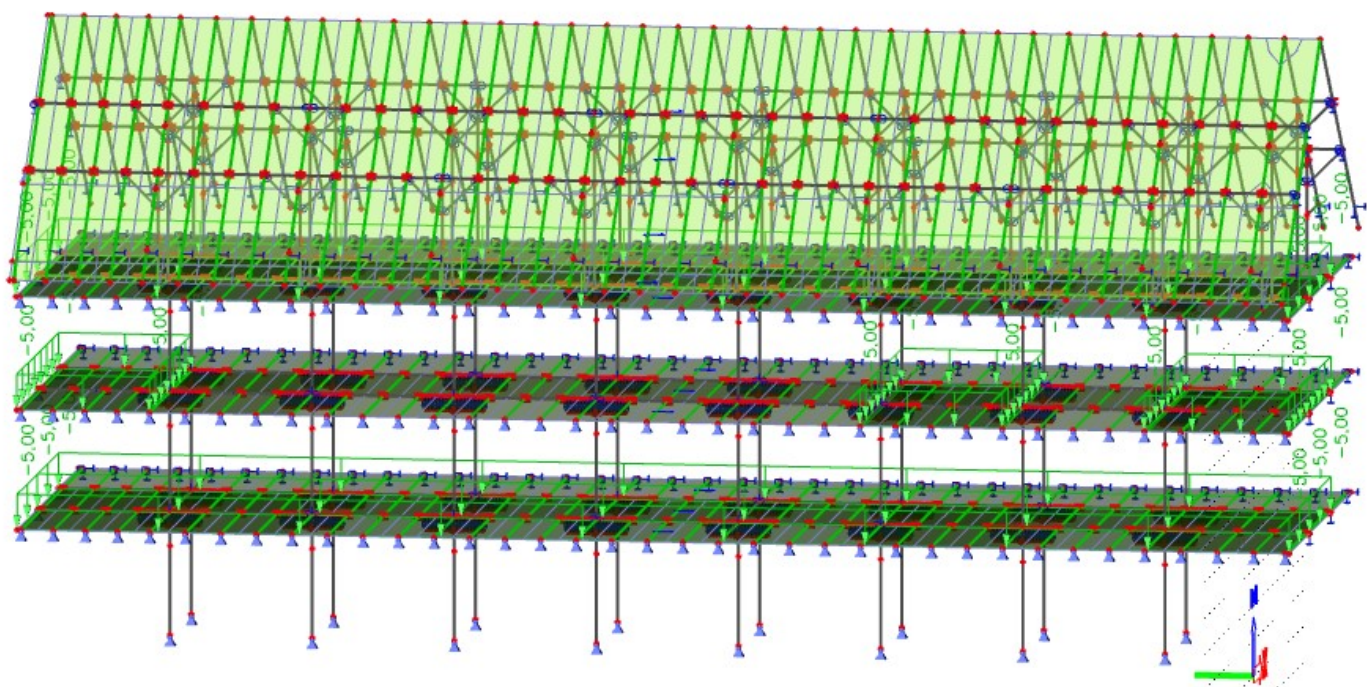
13.ZS - UŽITNÉ IX

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V PRVNÍM POLI PRŮVLAKU 3.NP



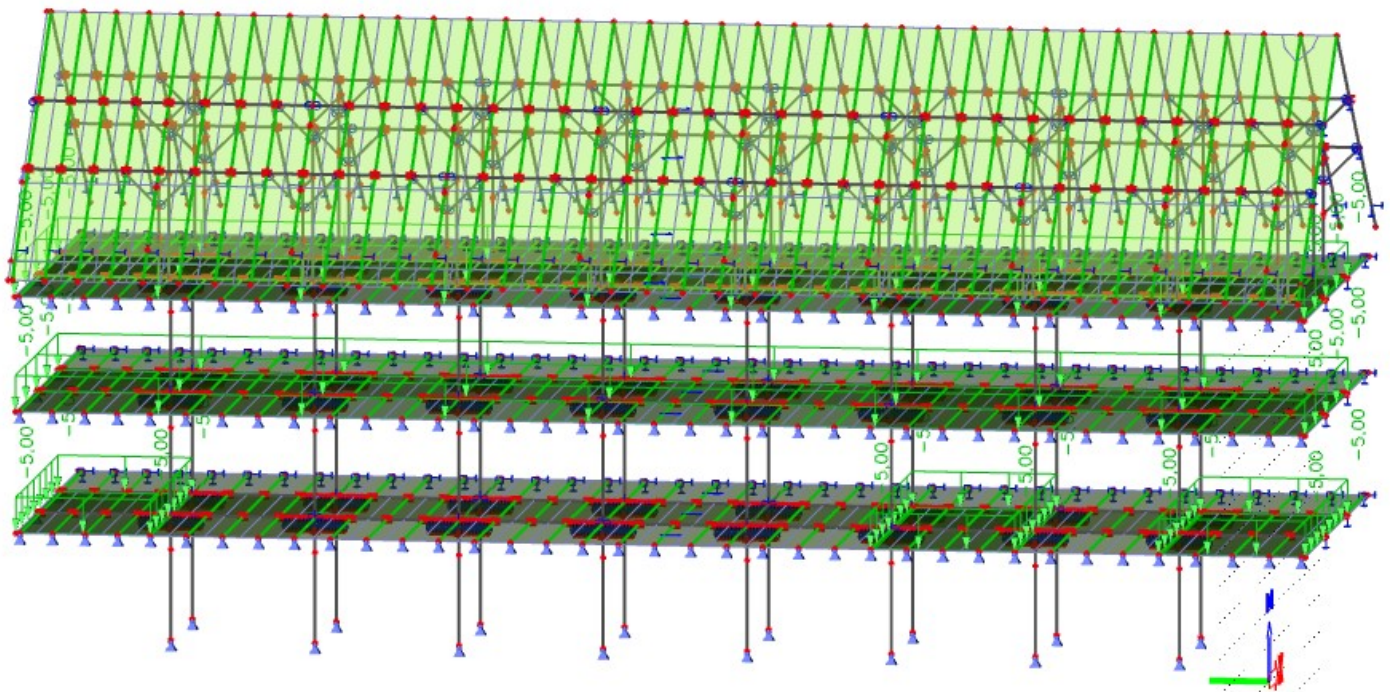
14.ZS - UŽITNÉ X

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V PRVNÍM POLI PRŮVLAKU 2.NP



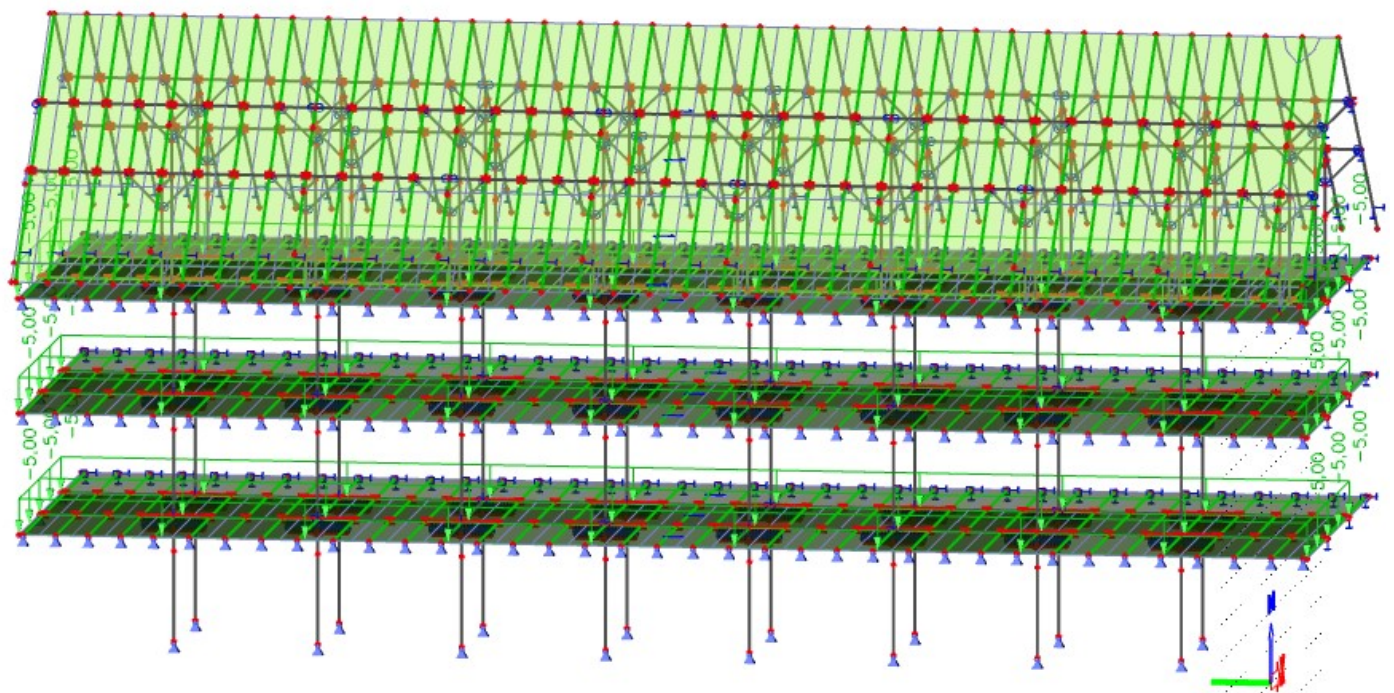
15.ZS - UŽITNÉ XI

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V PRVNÍM POLI PRŮVLAKU 1.NP



16.ZS - UŽITNÉ XII

- ZATÍŽENÍ CÍLENÉ NA SÍLU VE SLOUPKU



## UVAŽOVANÉ KOMBINACE - PRO NELINEÁRNÍ ANALÝZU

## - KOMBINACE PODLE VZTAHU 6.10

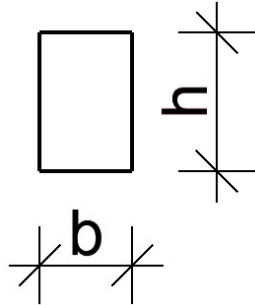
(PRO  $K_{mod} = 0,9$ )

NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné I  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné II  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné III  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné IV  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné V  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné VI  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné VII  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné VIII  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné IX  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné X  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné XI  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vítr+1,5\*1\*úžitné XII

(PRO  $K_{mod} = 0,7$ )

NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné I  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné II  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné III  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné IV  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné V  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné VI  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné VII  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné VIII  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné IX  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné X  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné XI  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*úžitné XII

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

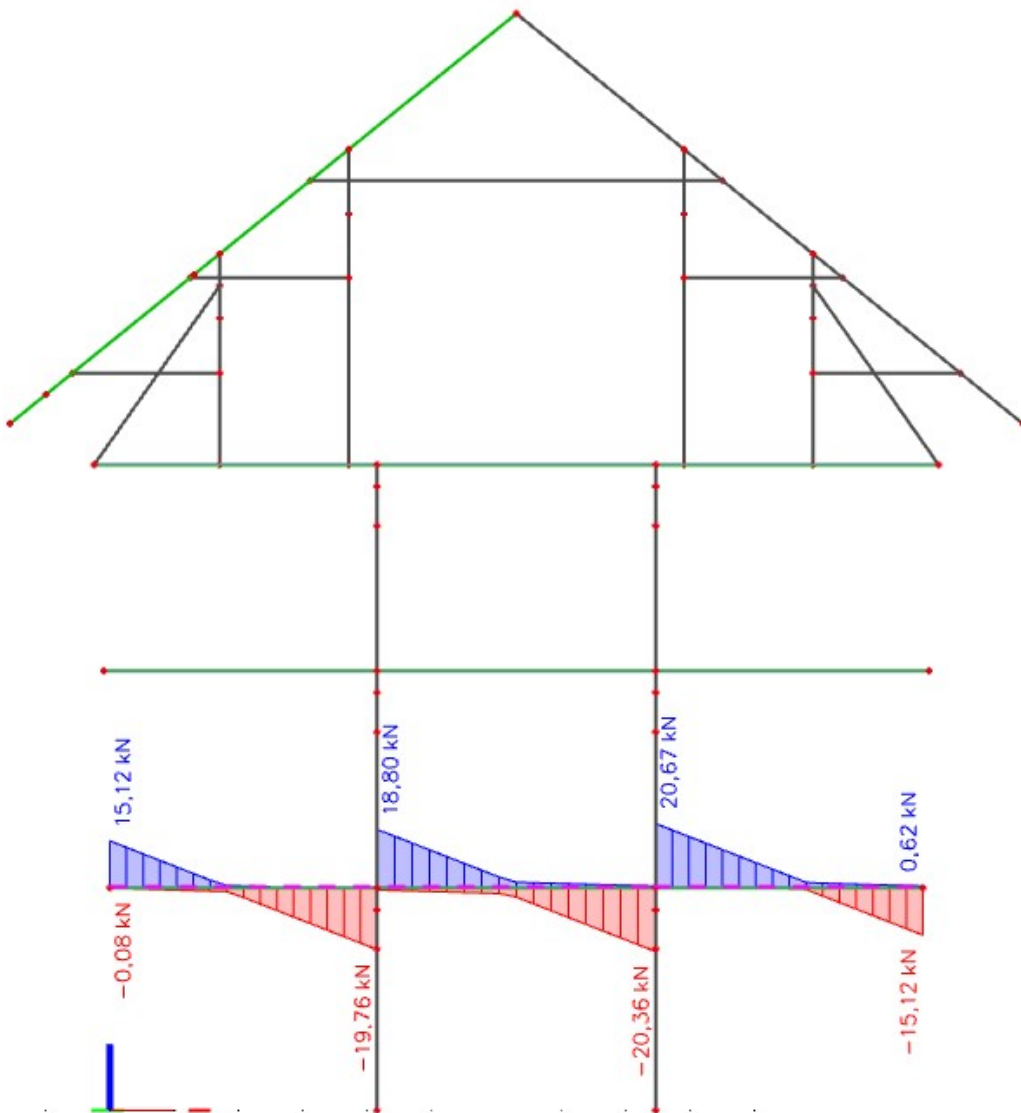
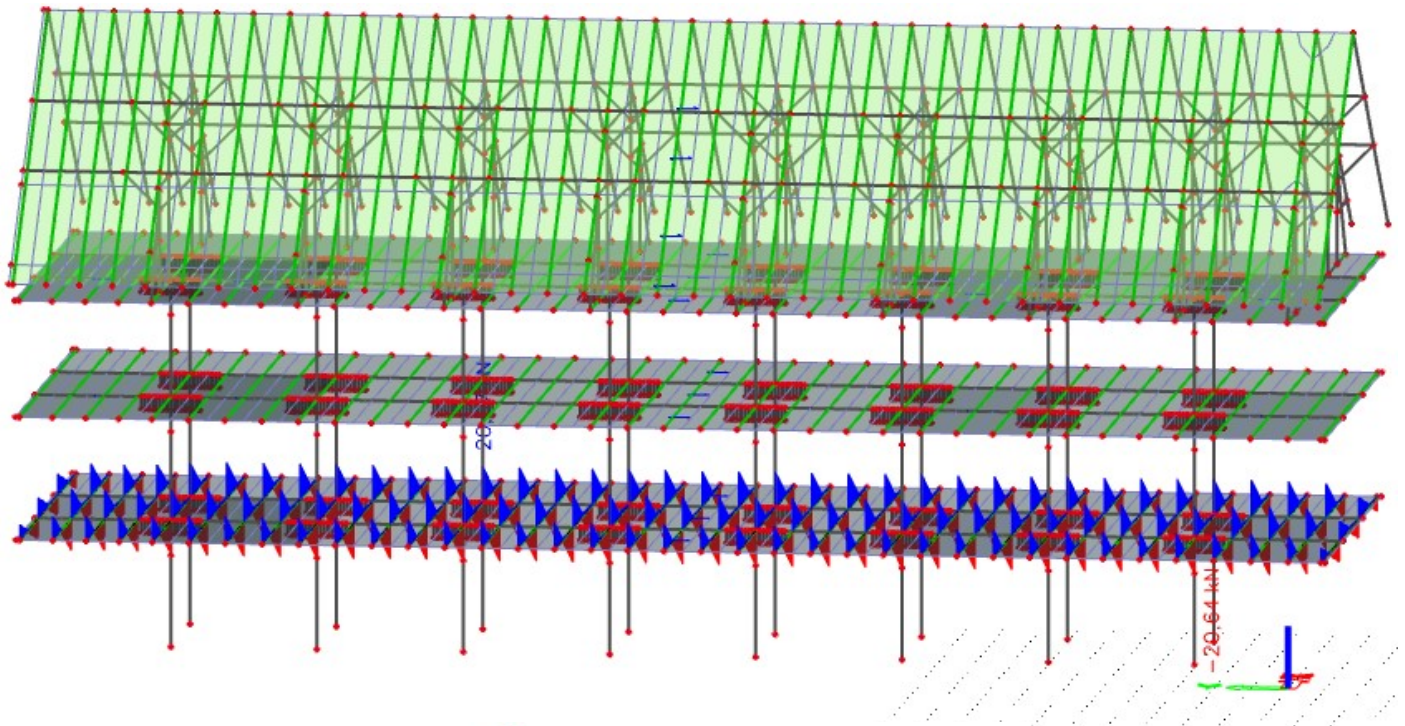
PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

# STROPNICE 1.NP 1. FÁZE

VNITŘNÍ SÍLY

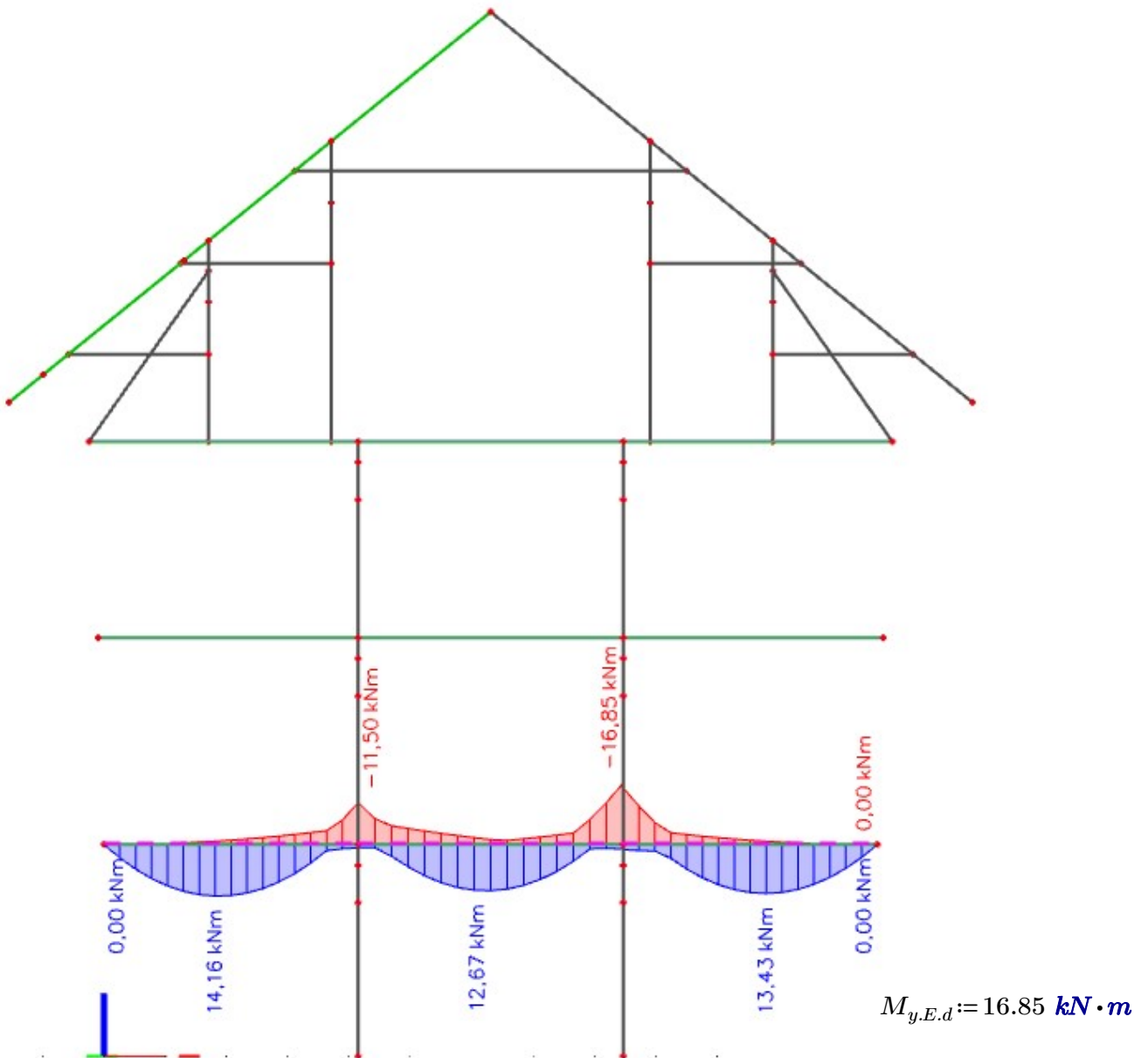
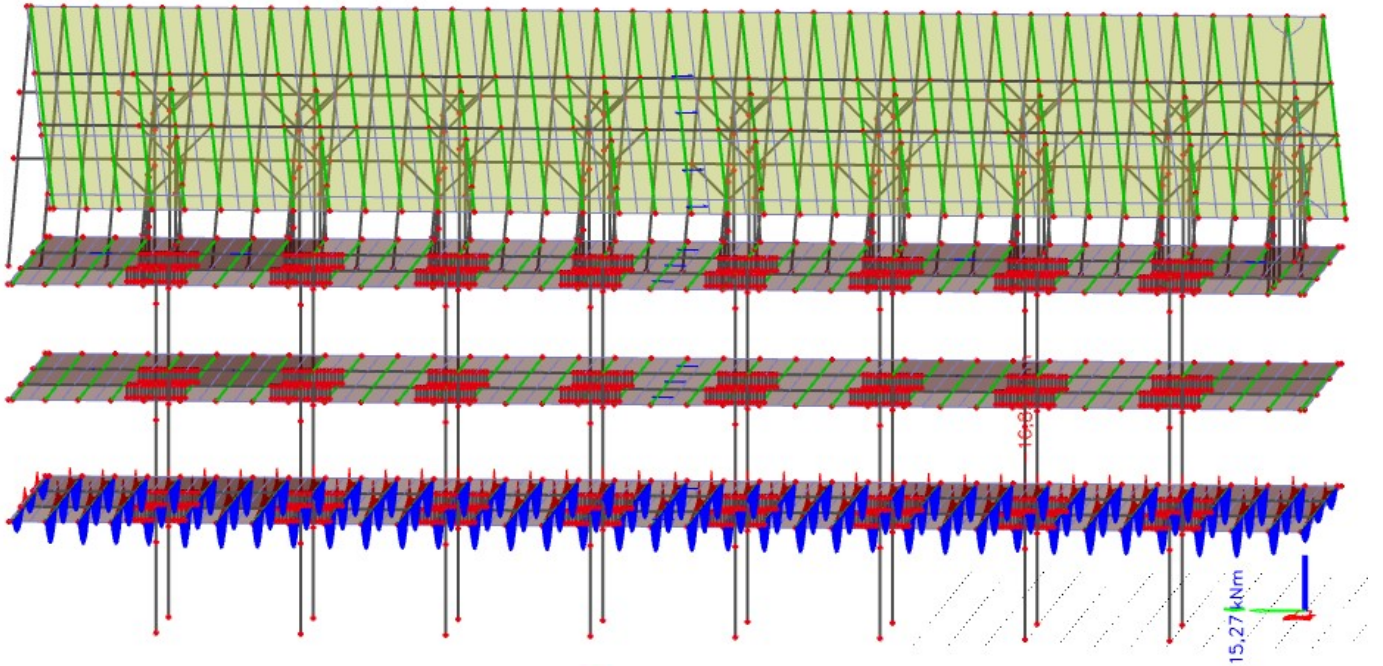
POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 20.67 \text{ kN}$$

STROPNICE 1.NP 1. FÁZE

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

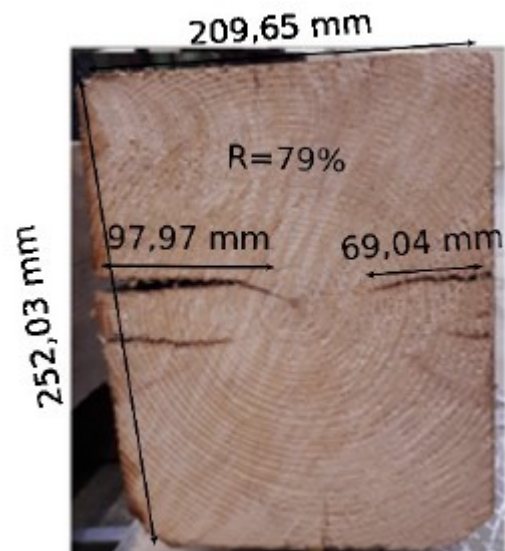
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 6.304 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.486 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

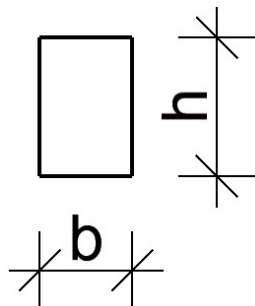
MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.488 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.154 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 35 Z 37 (VYHOVUJÍ KRAJNÍ)}$$



V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

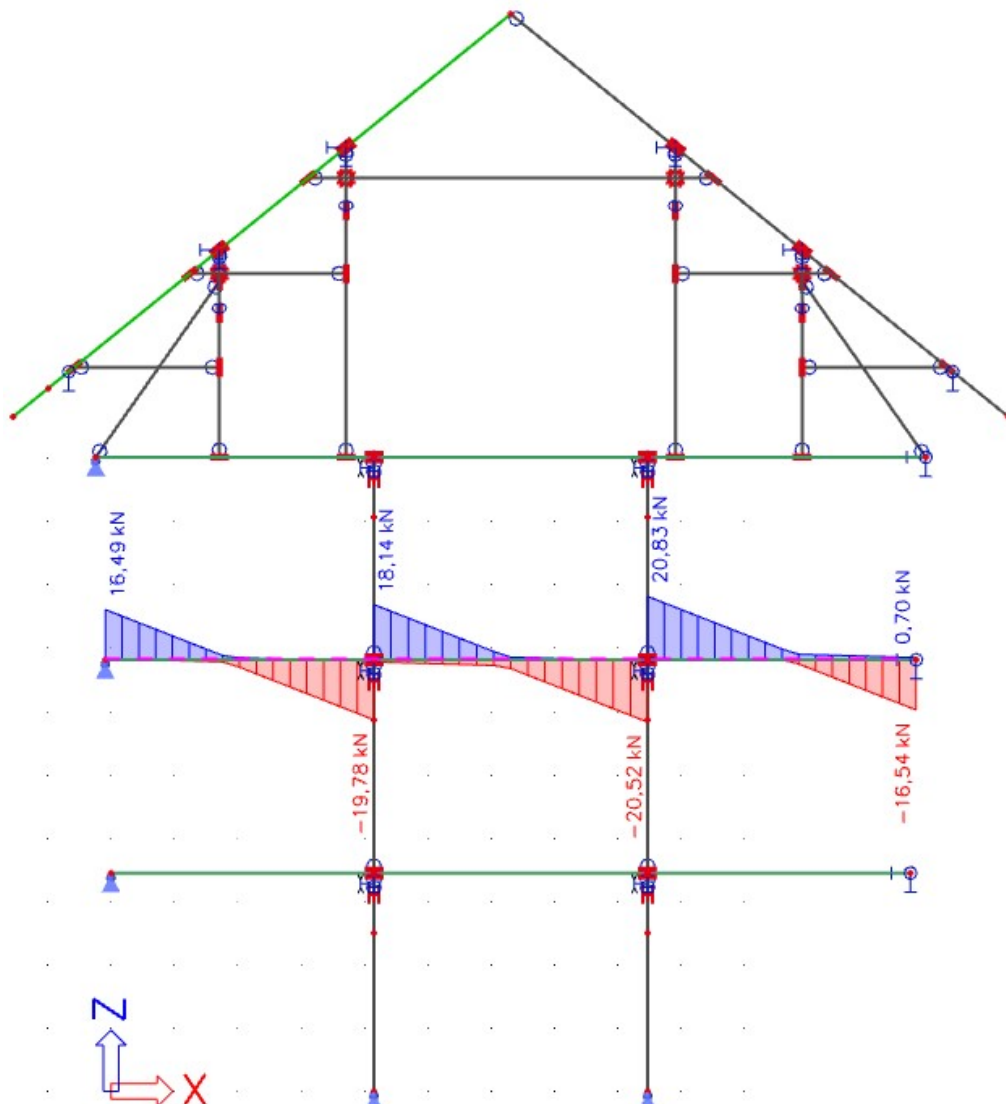
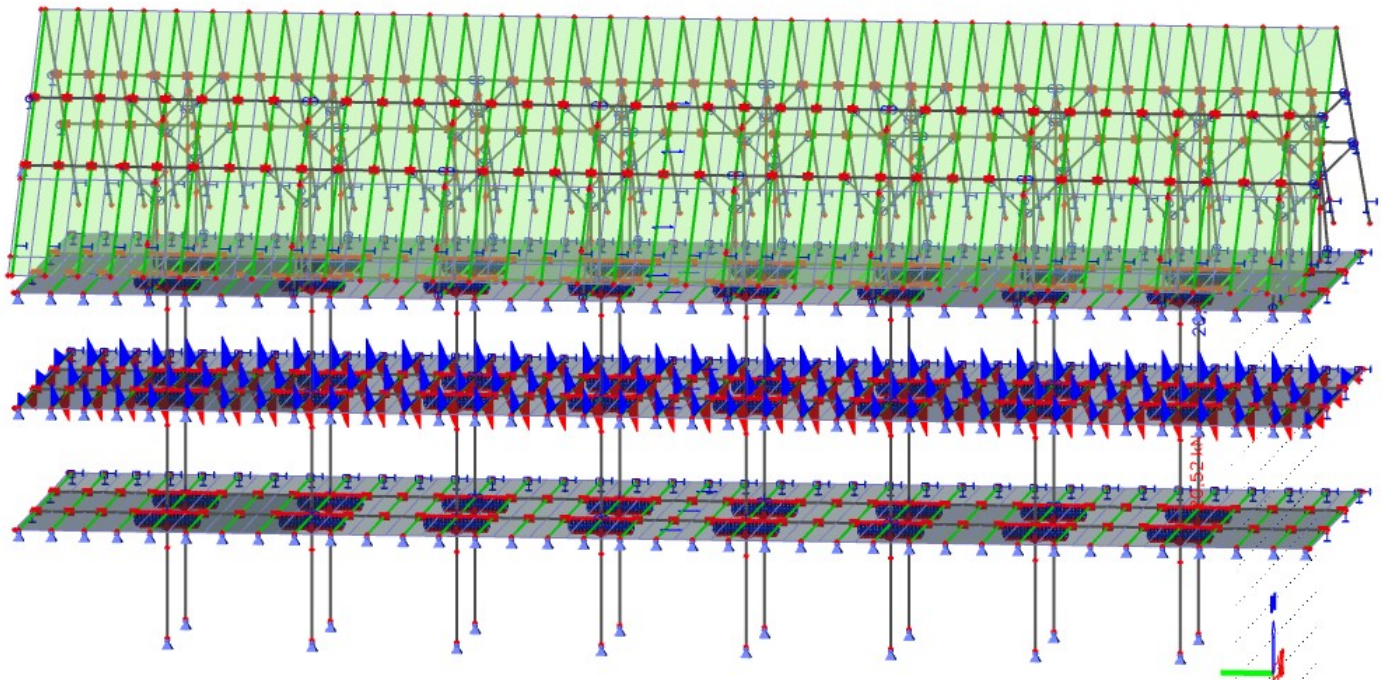
PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

# STROPNICE 2.NP 1. FÁZE

VNITŘNÍ SÍLY

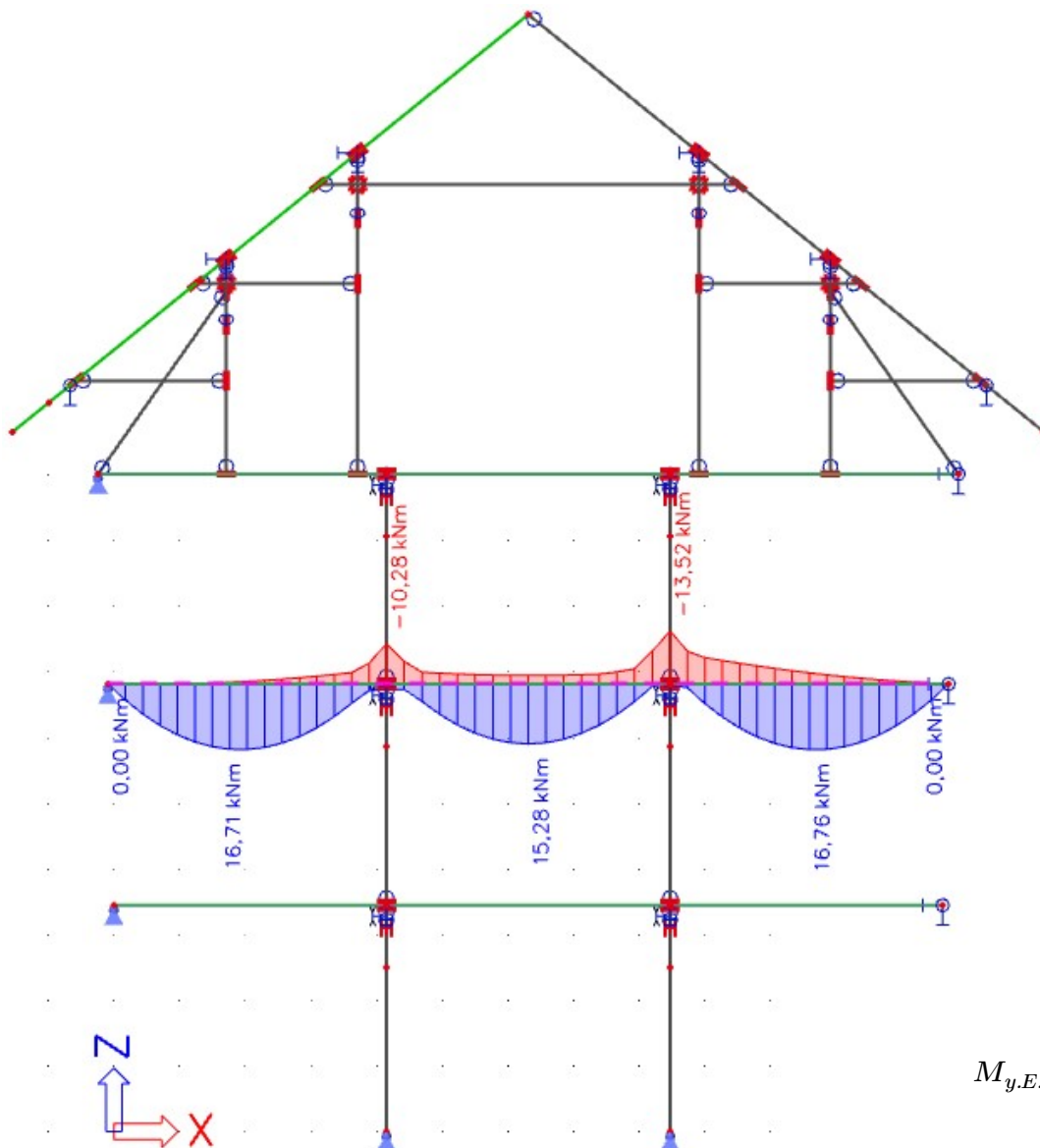
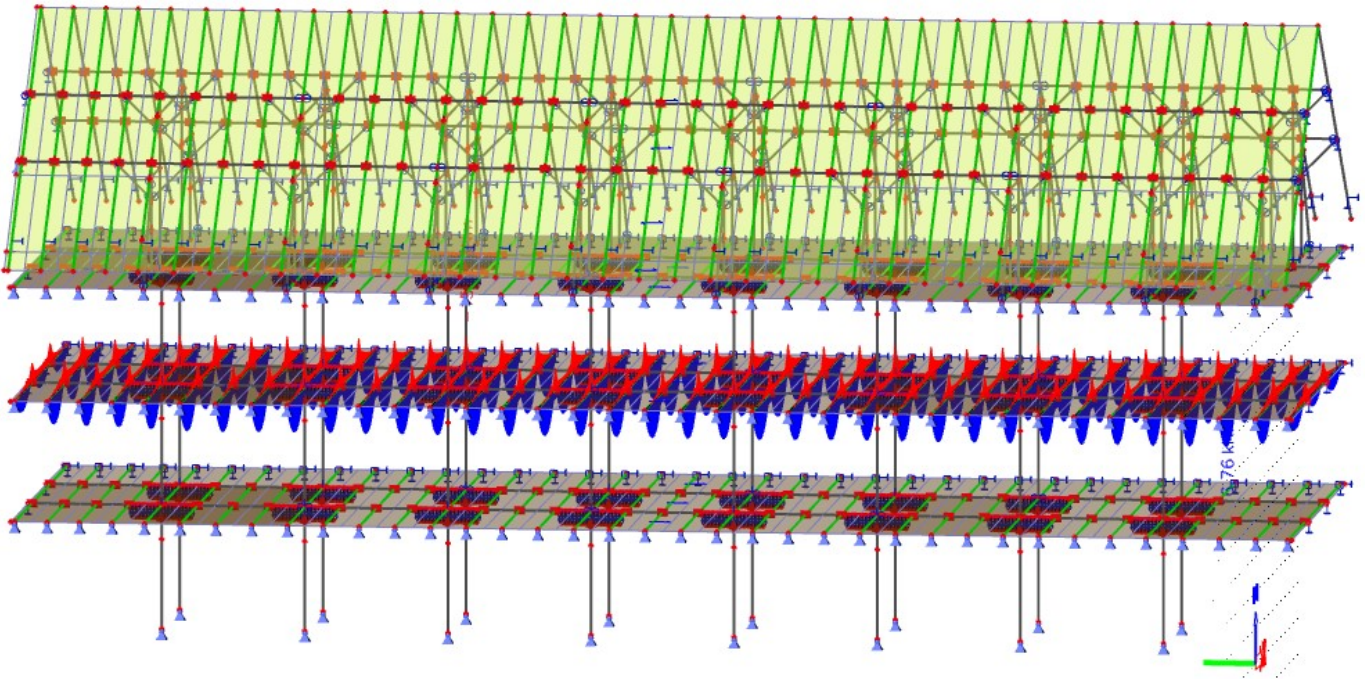
POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 20.83 \text{ kN}$$

STROPNICE 2.NP 1. FÁZE

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E,d} := 16.76 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

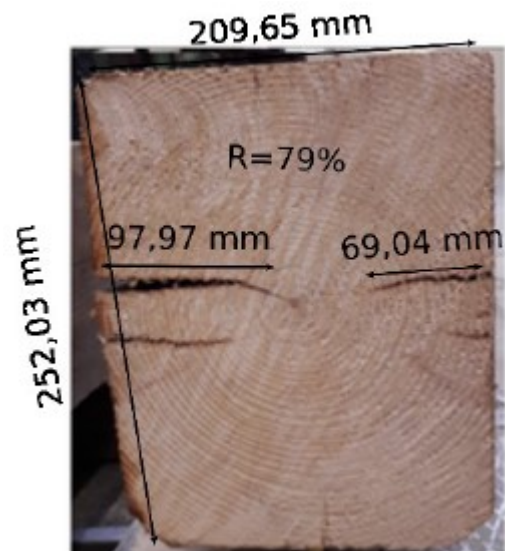
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 6.27 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.505 \text{ MPa}$$



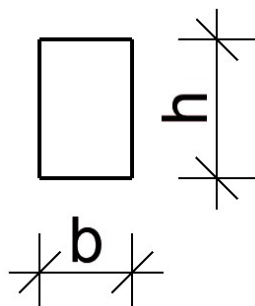
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.485 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.163 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 35 Z 37 (VYHOVUJÍ KRAJNÍ)}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC, KTERÉ TÍMTO NEJSOU NAMÁHÁNY OHYBEM OD ZATÍŽENÍ STŘECHY, ALE TAHEM OD ŠIKMÉ SÍLY VZPĚR.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

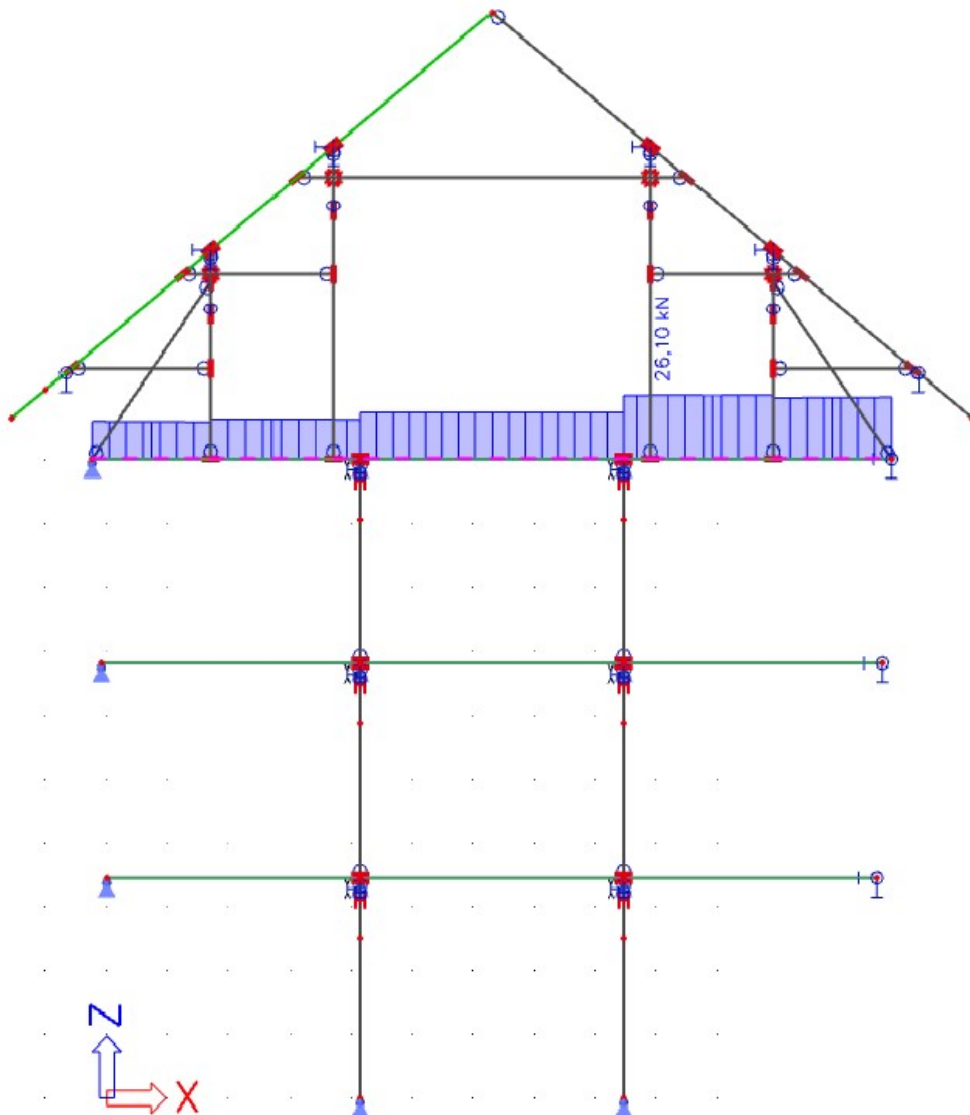
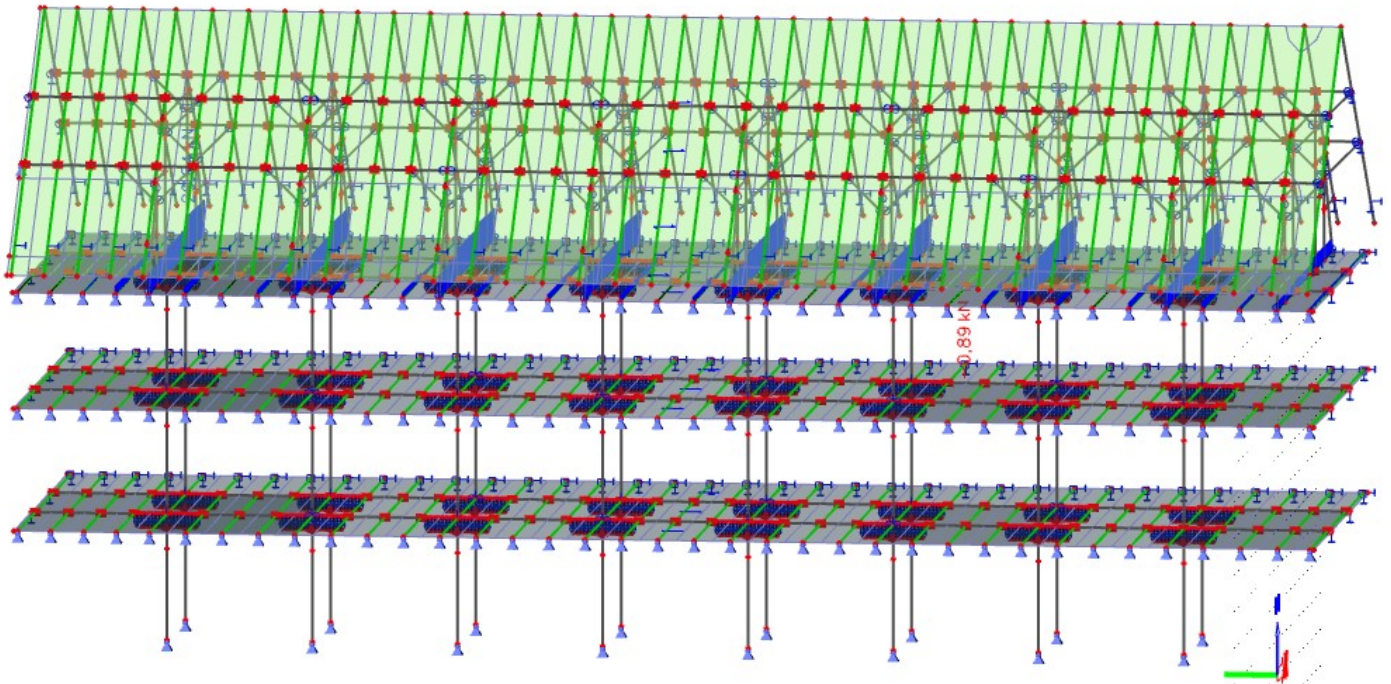
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

VNITŘNÍ SÍLY

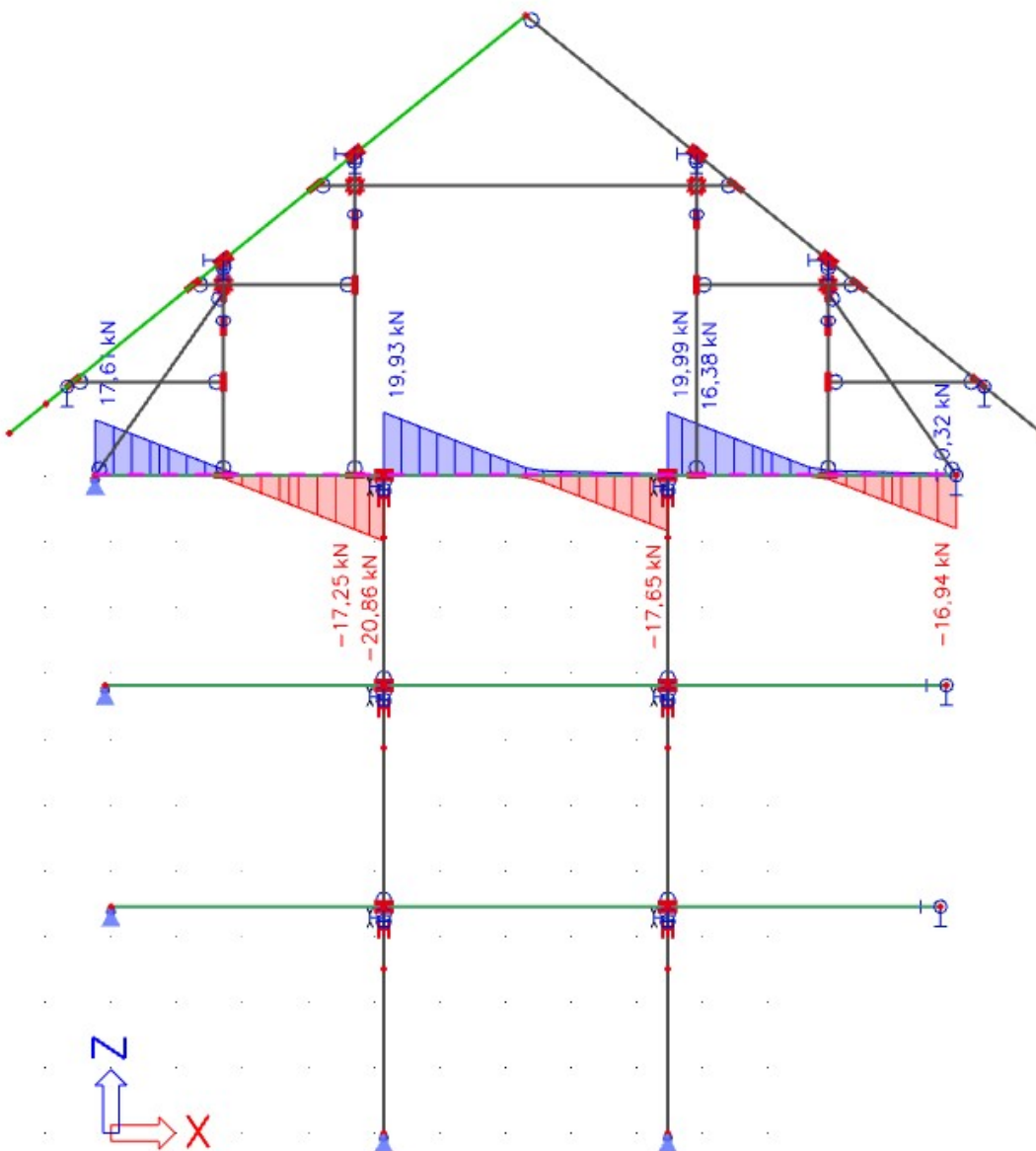
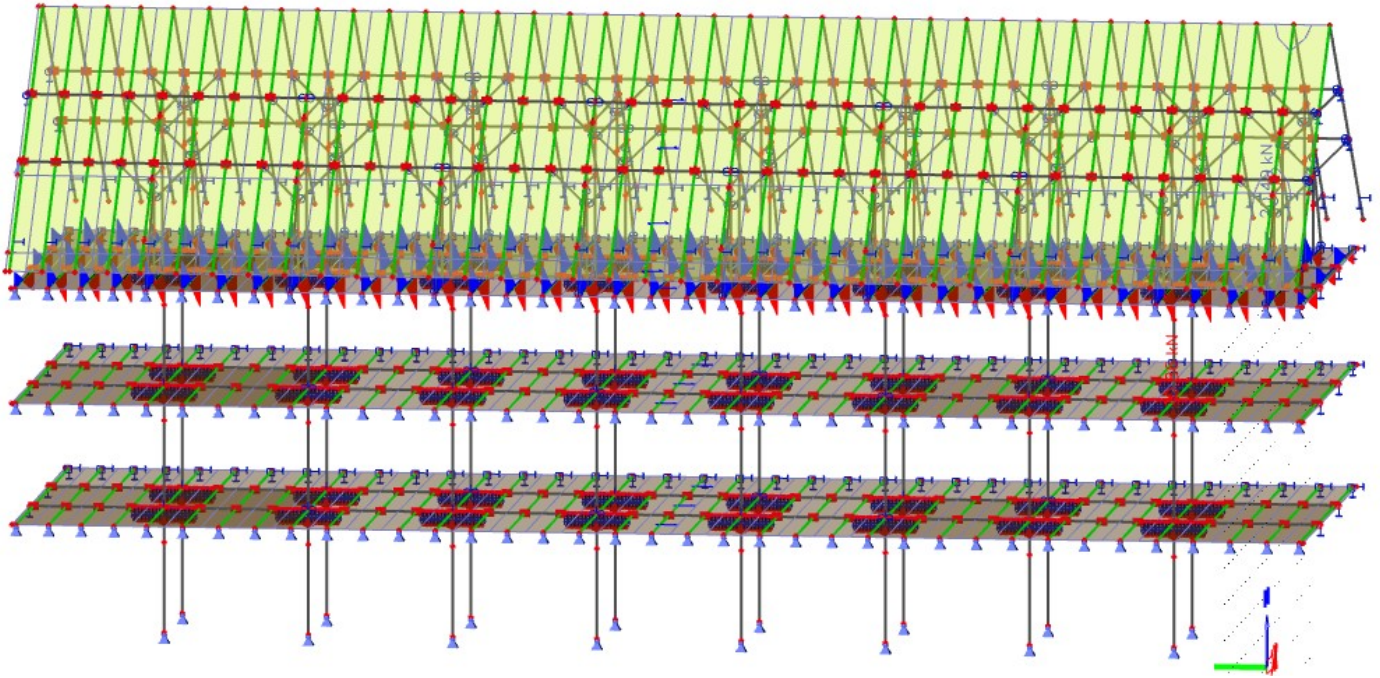
NORMÁLOVÉ SÍLY [kN]



$$N_{E,d} := 26.10 \text{ kN}$$

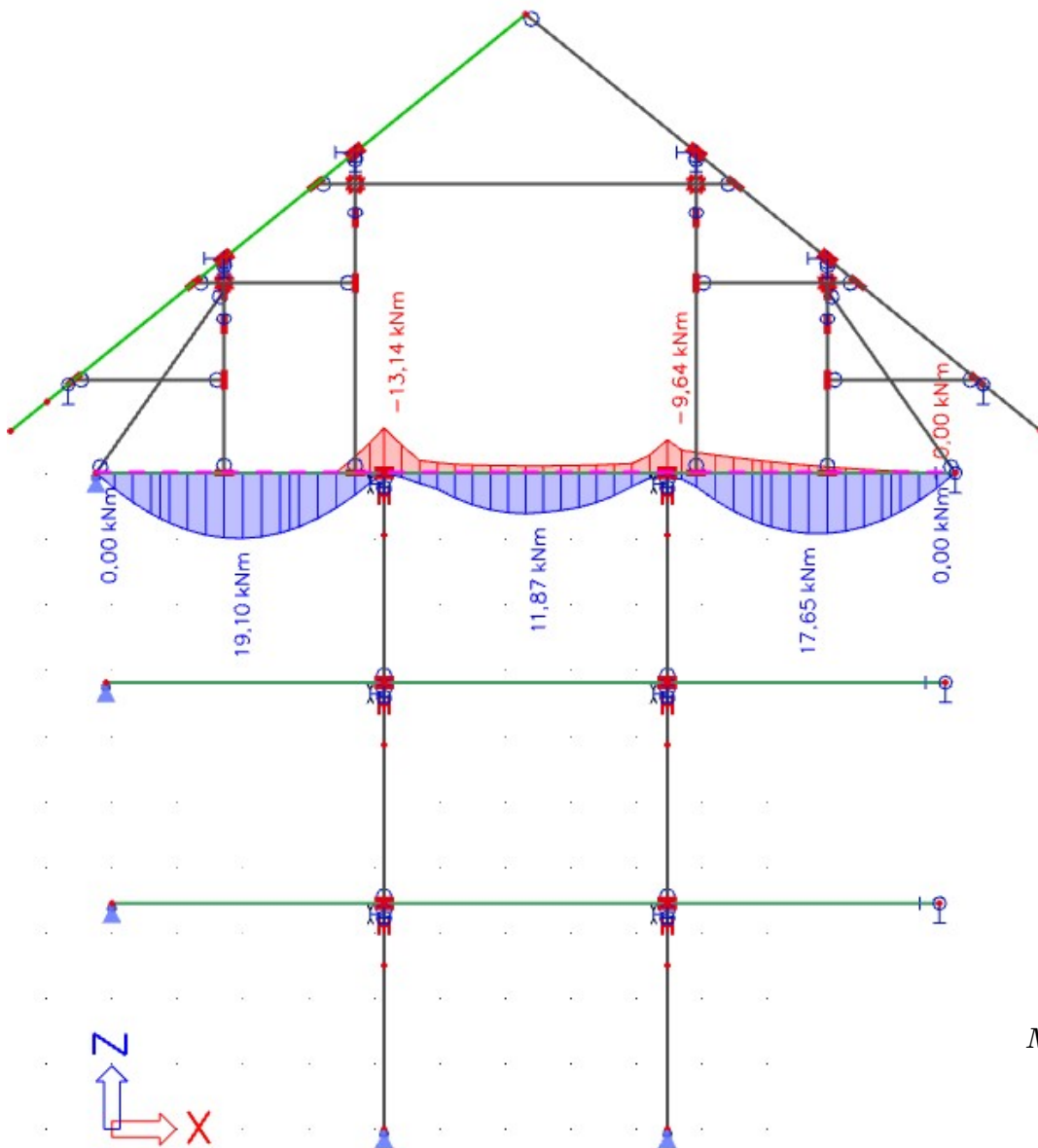
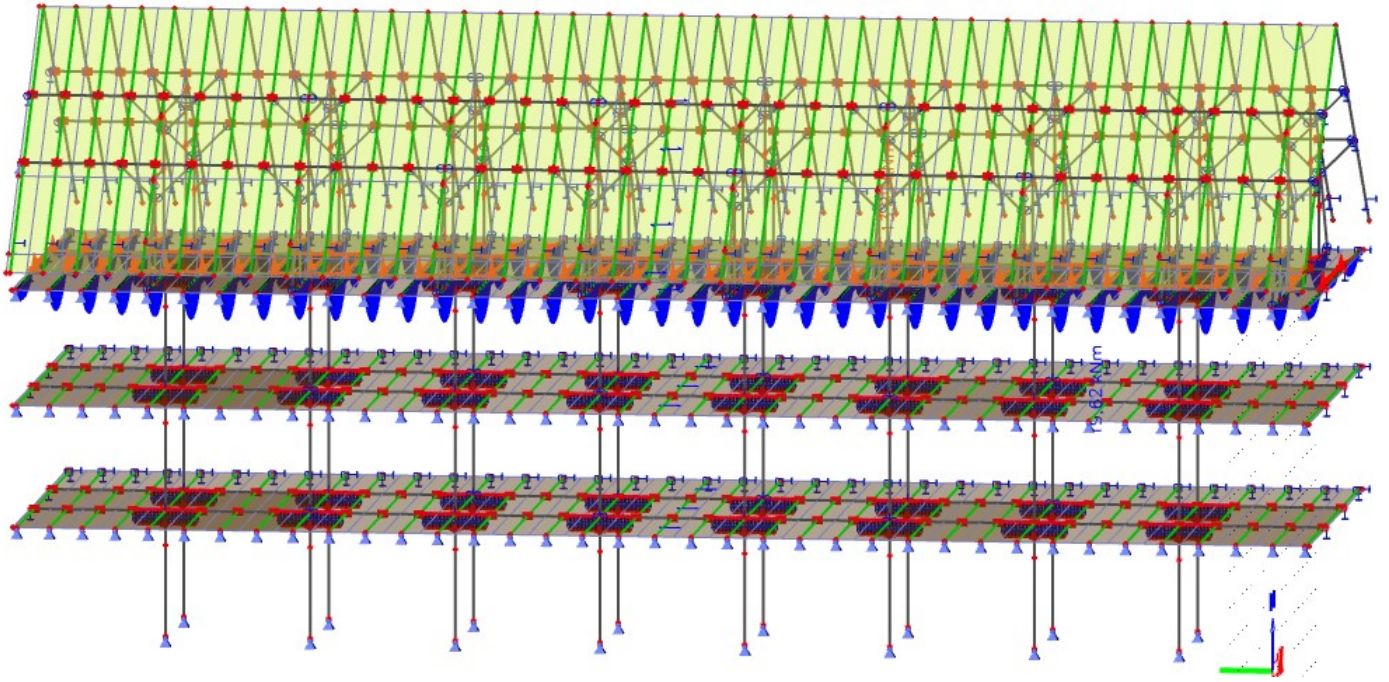
STROPNICE 3.NP 1. FÁZE

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 20.86 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 19.10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_M} = 7.808 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 7.146 \text{ MPa}$$

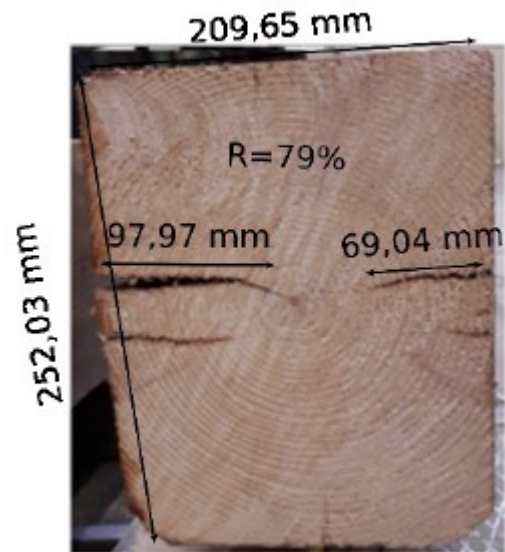
$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{E.d}}{b \cdot h} = 0.439 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.508 \text{ MPa}$$



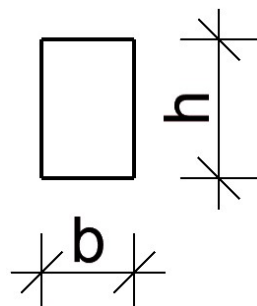
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.609 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.165 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 35 Z 37 (VYHOVUJÍ KRAJNÍ)}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

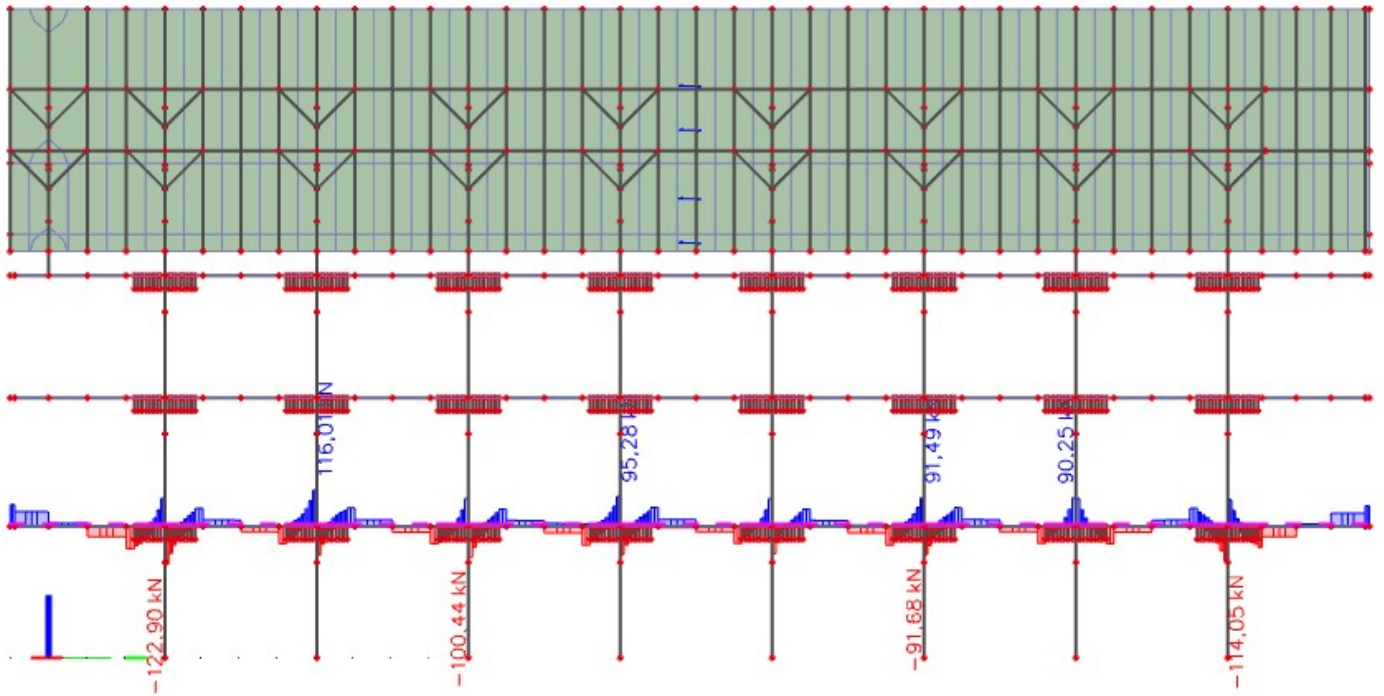
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

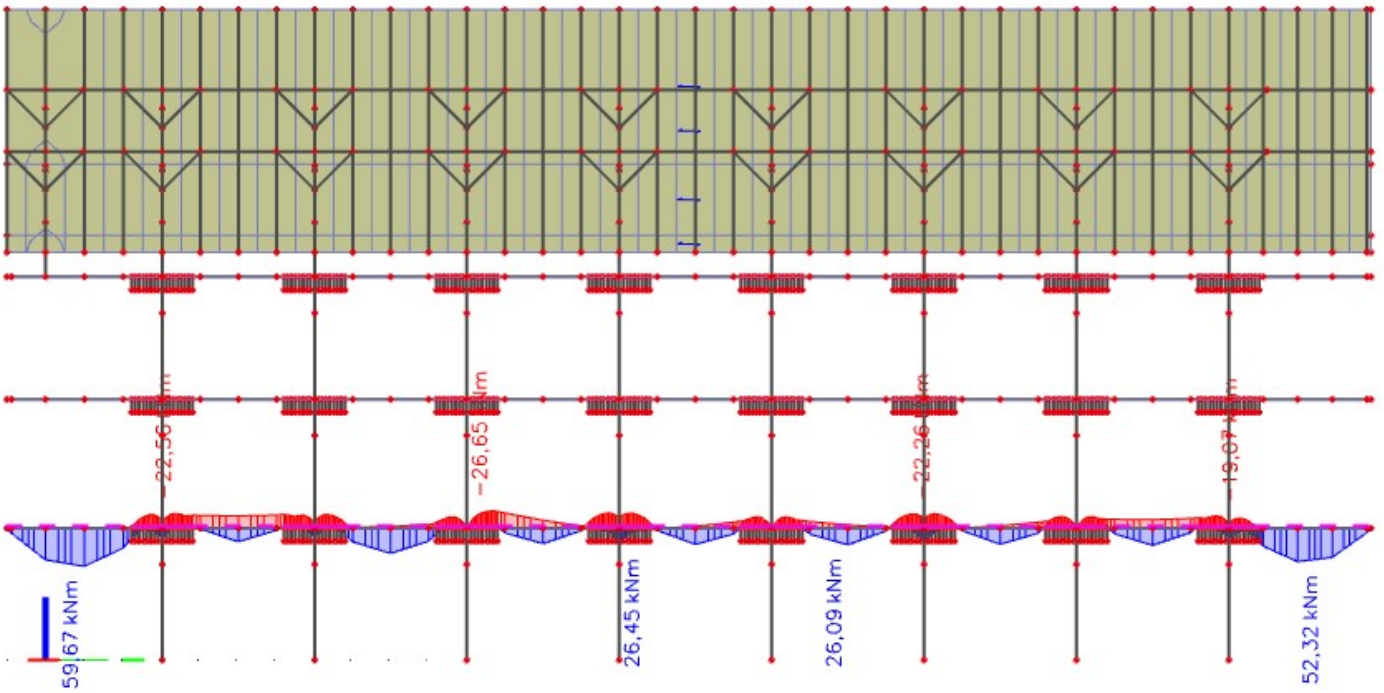
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 122.90 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 59.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

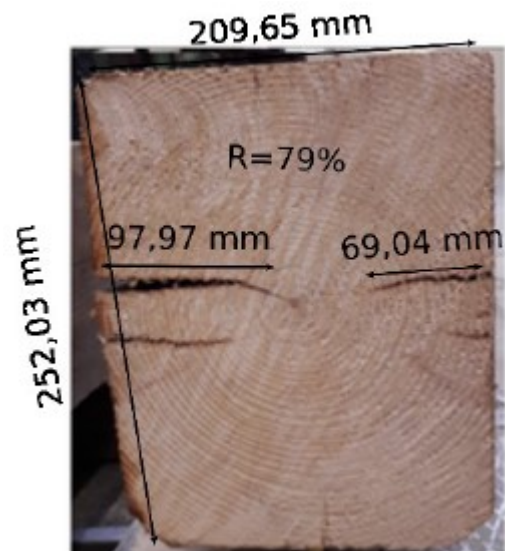
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y,E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 11.741 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 9.501 \text{ MPa}$$



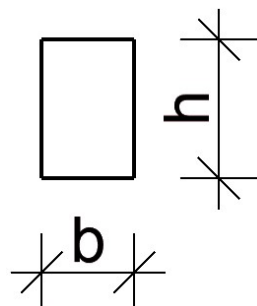
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.909 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 4.411 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 8 Z 8}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

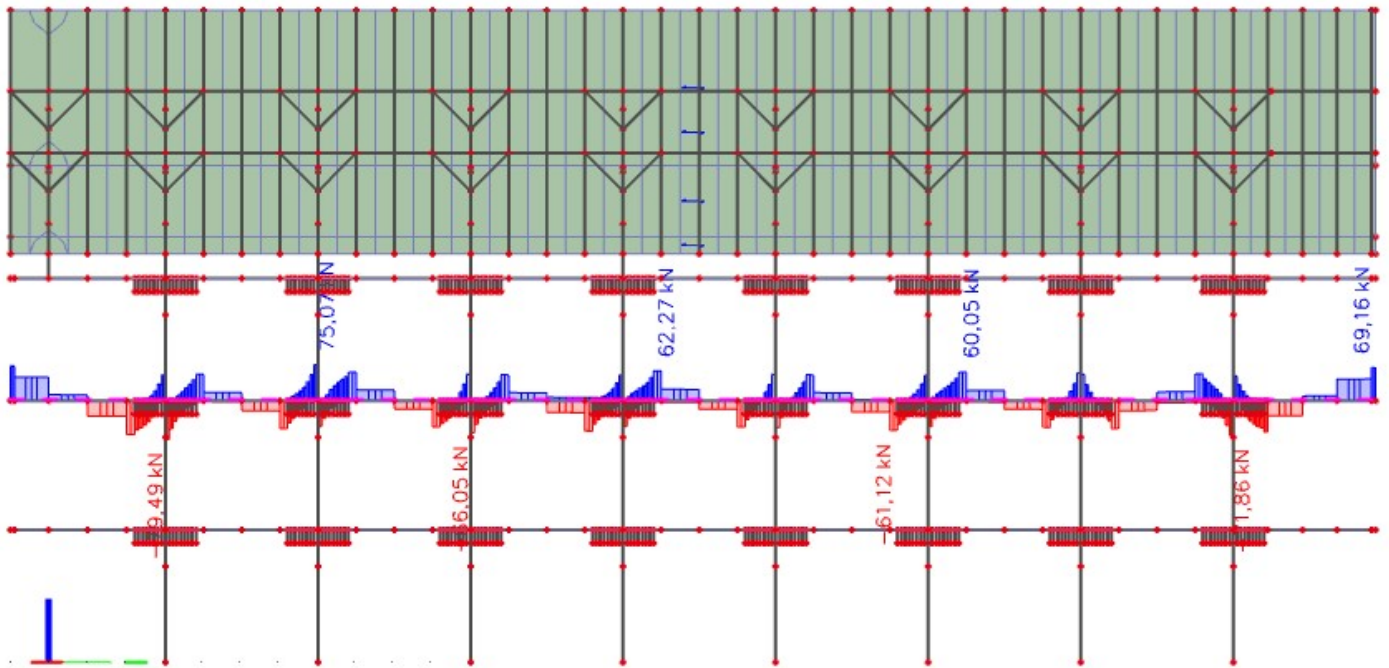
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

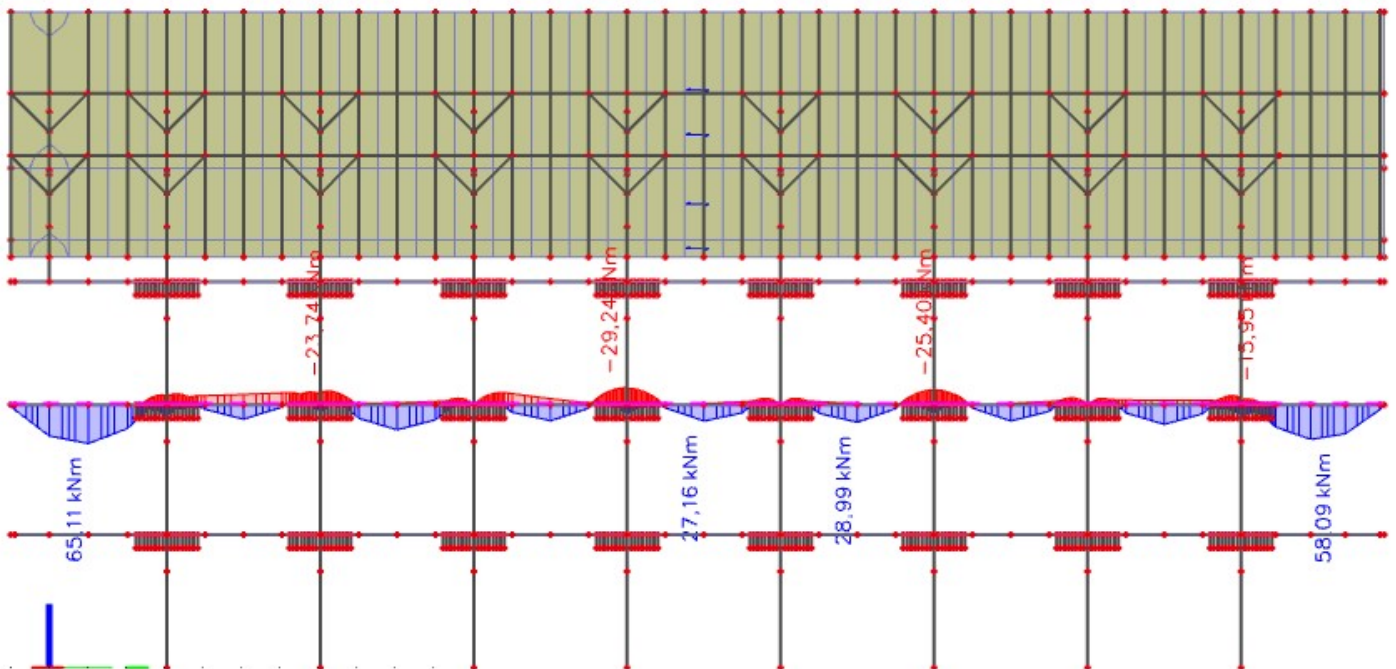
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 79.49 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 65.11 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

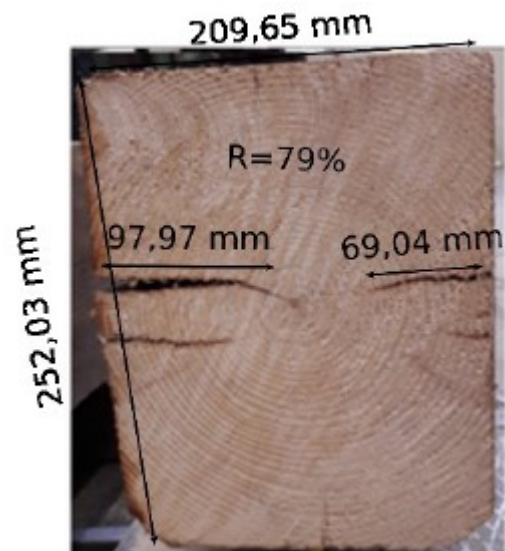
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y,E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 12.812 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 6.145 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

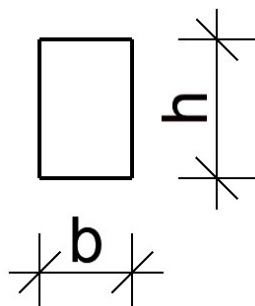
$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.991$$

≤ 1 → VYHOVUJE 8 Z 8

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 2.853$$

> 1 → NEVYHOVUJE 8 Z 8

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

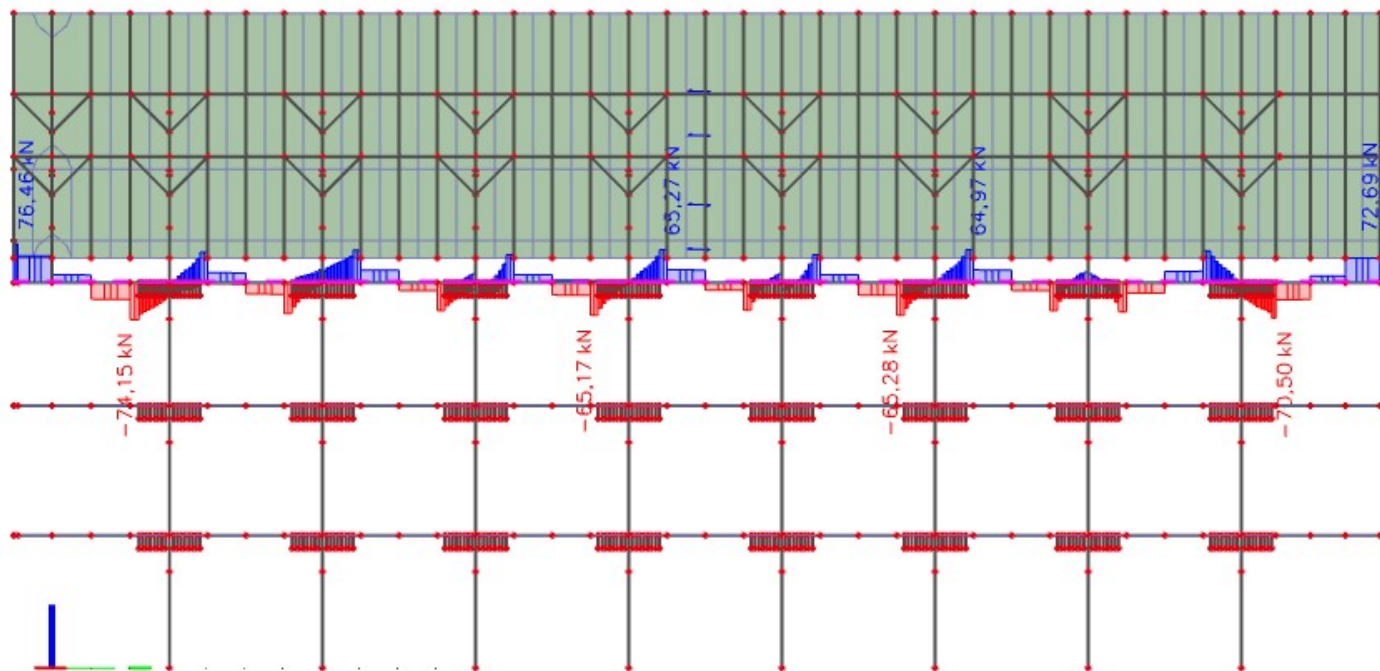
$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$



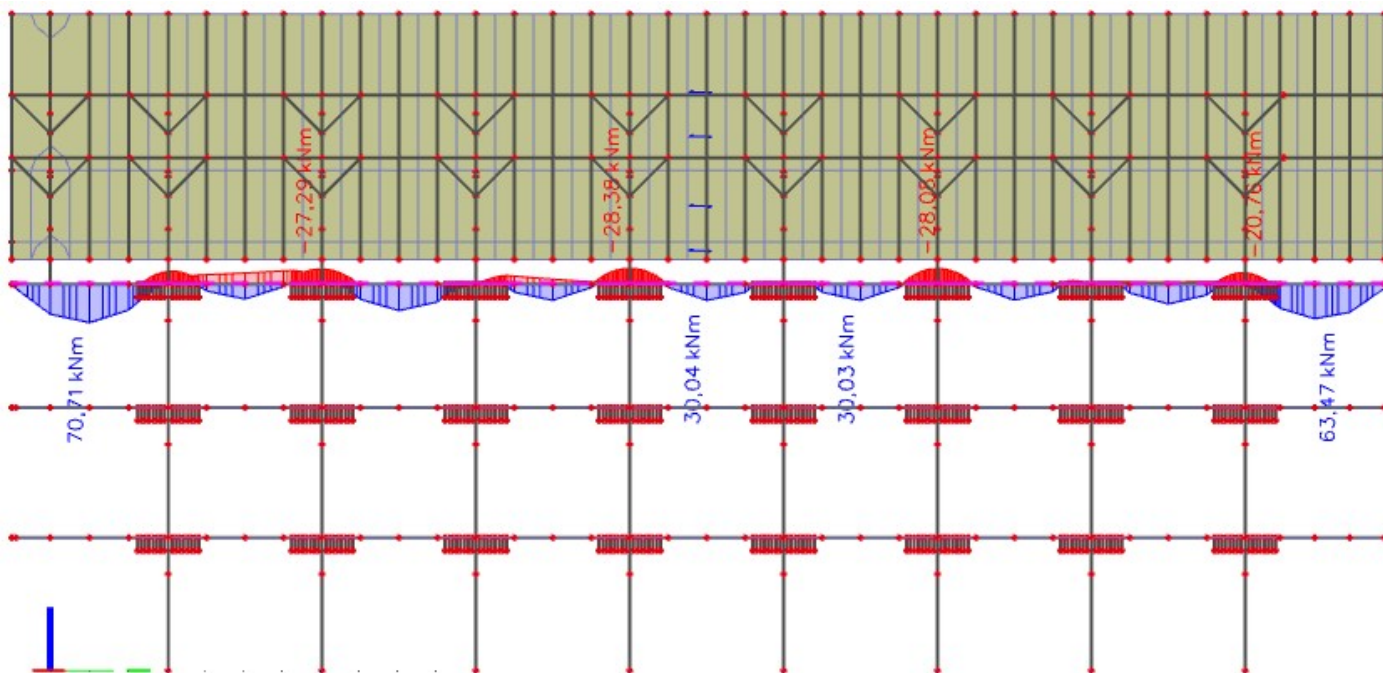
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 76.46 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 70.71 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

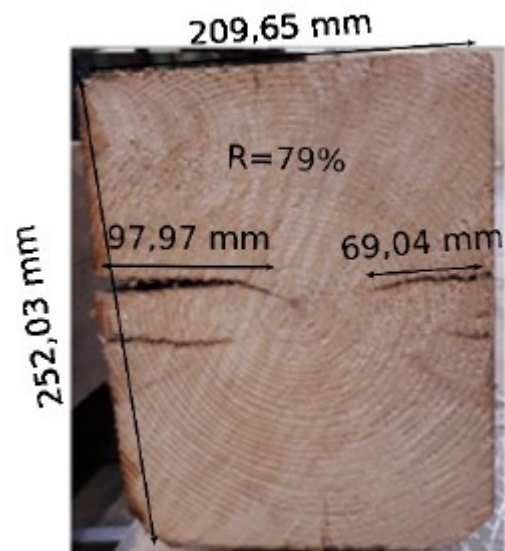
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 13.914 \text{ MPa}$$

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 5.911 \text{ MPa}$$



POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 1.077 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 2 Z 8}$$

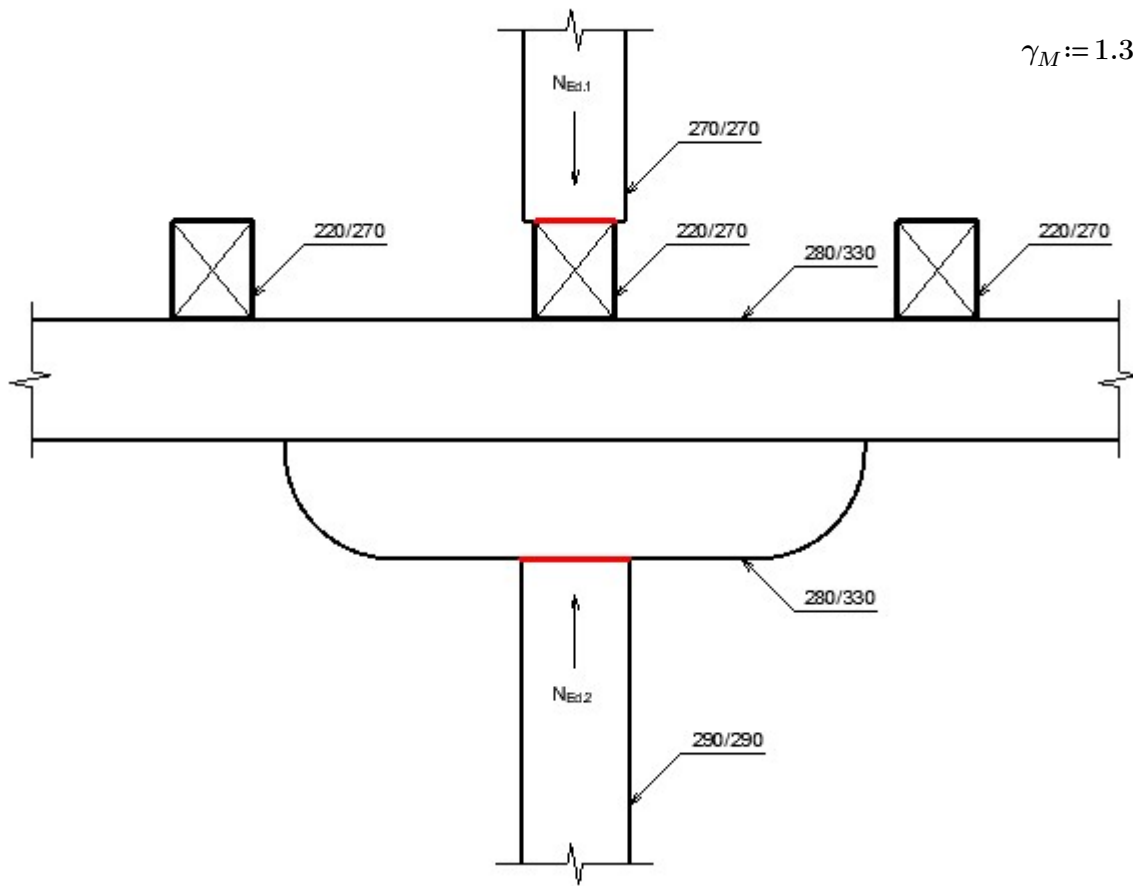
$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 2.744 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 8 Z 8}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

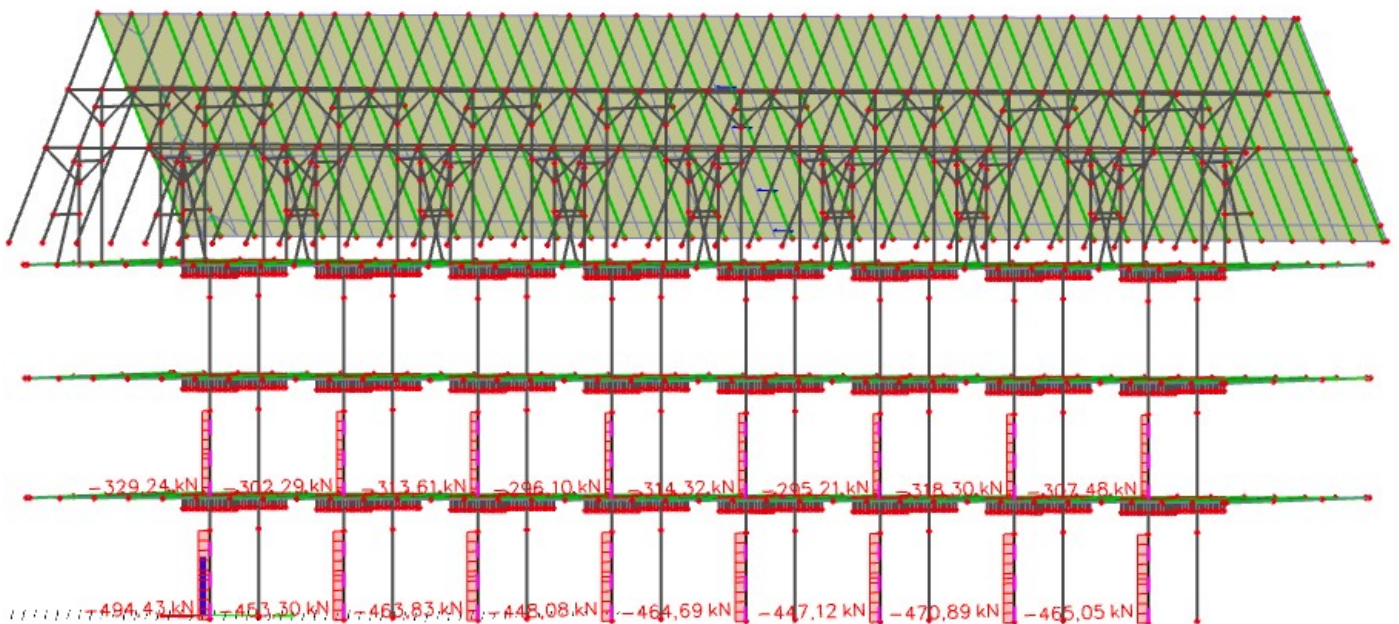
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E.d.1} := 329.24 \text{ kN}$$

$$N_{E.d.2} := 494.43 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.26 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 280 \text{ mm} \cdot (290 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (9.8 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 4.535 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 5.045 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 4.011 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

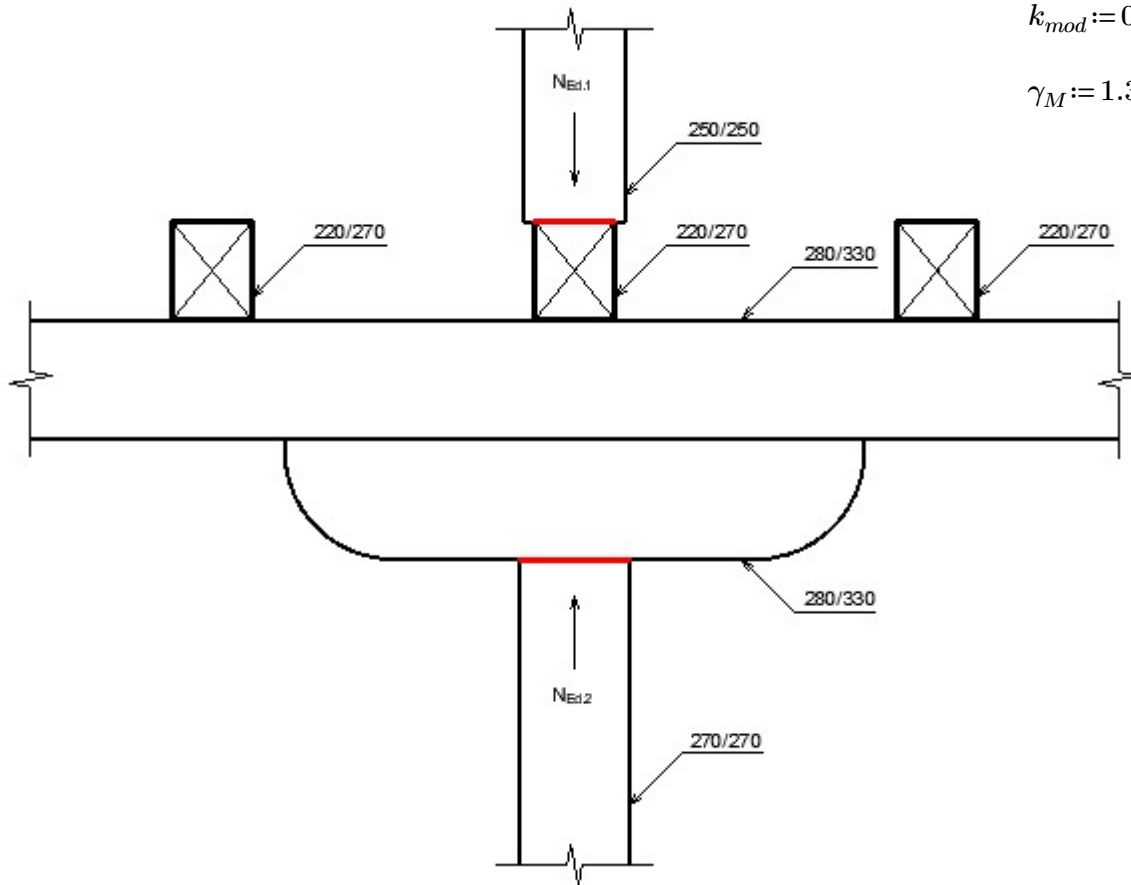
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 4.462 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

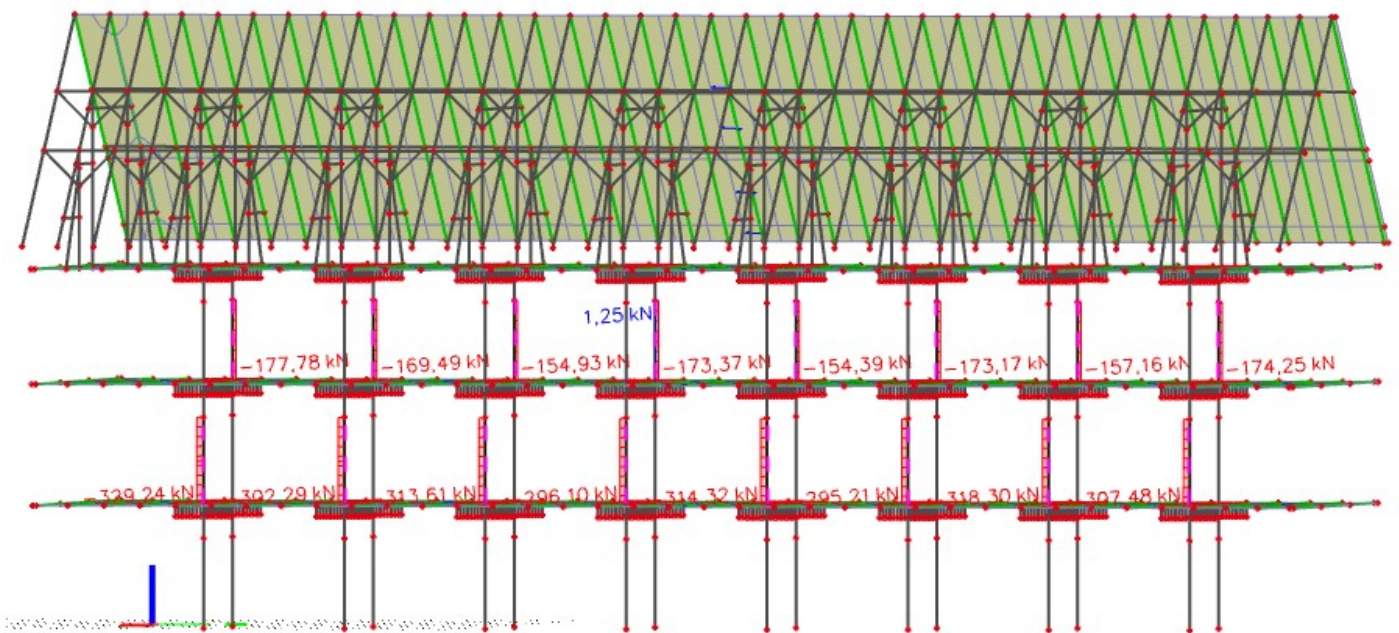
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d.1} := 177.78 \text{ kN}$$

$$N_{E,d.2} := 329.24 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (6.82 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 270 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (8.91 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 2.607 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 3.695 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 2.305 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

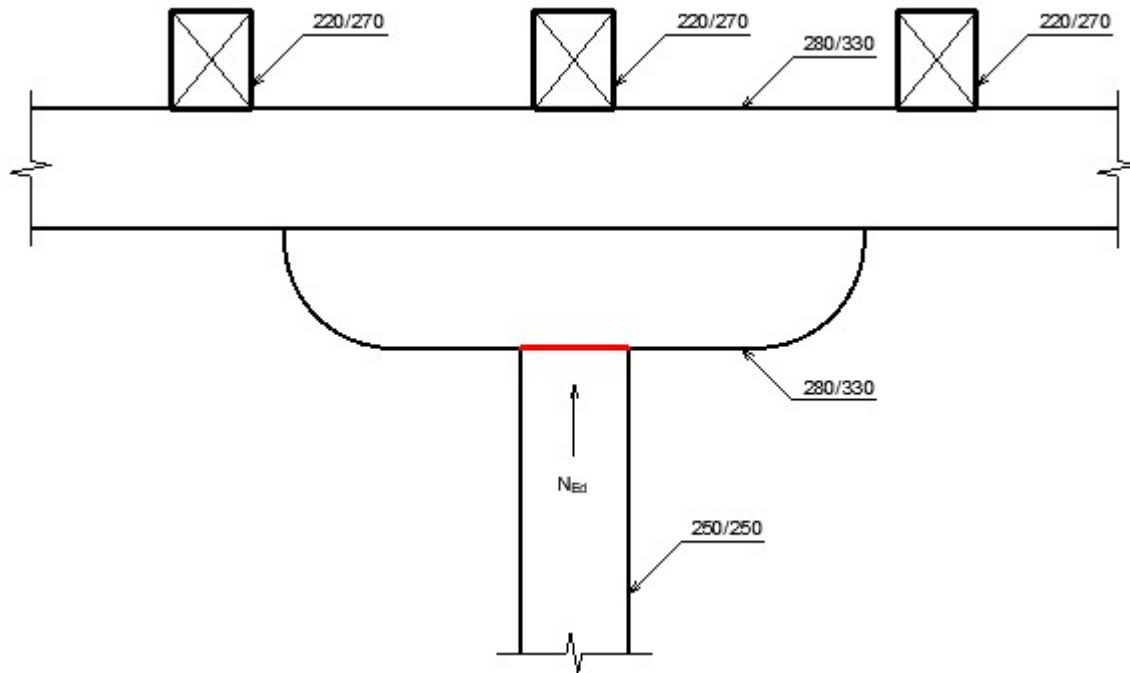
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 3.268 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

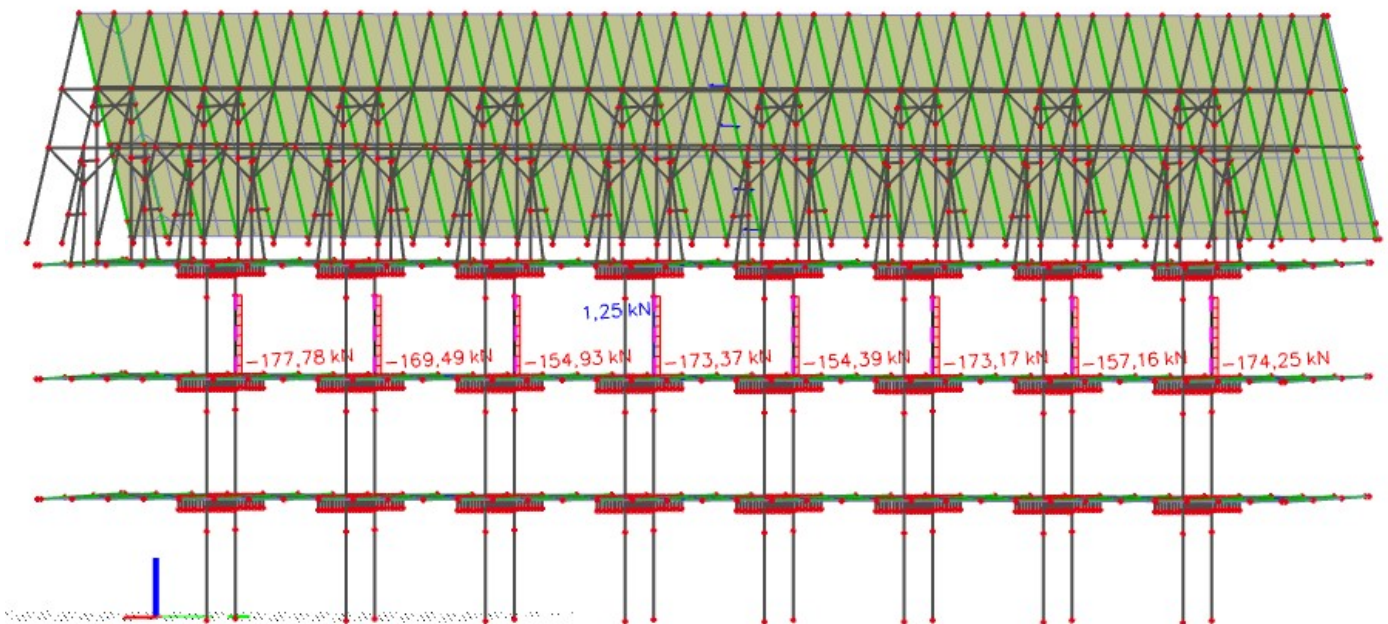
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d} := 177.78 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef} := 250 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.75 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{N_{E.d}}{A_{ef}} = 2.294 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 2.029 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$



## ZATĚŽOVACÍ STAVY 2. FÁZE

1.ZS - VLASTNÍ TÍHA

2.ZS - OSTATNÍ STÁLÉ

3.ZS - PŘÍČNÝ VÍTR +/-

4.ZS - SNÍH

5.ZS - UŽITNÉ I

6.ZS - UŽITNÉ II

7.ZS - UŽITNÉ III

8.ZS - UŽITNÉ IV

9.ZS - UŽITNÉ V

10.ZS - UŽITNÉ VI

11.ZS - UŽITNÉ VII

12.ZS - UŽITNÉ VIII

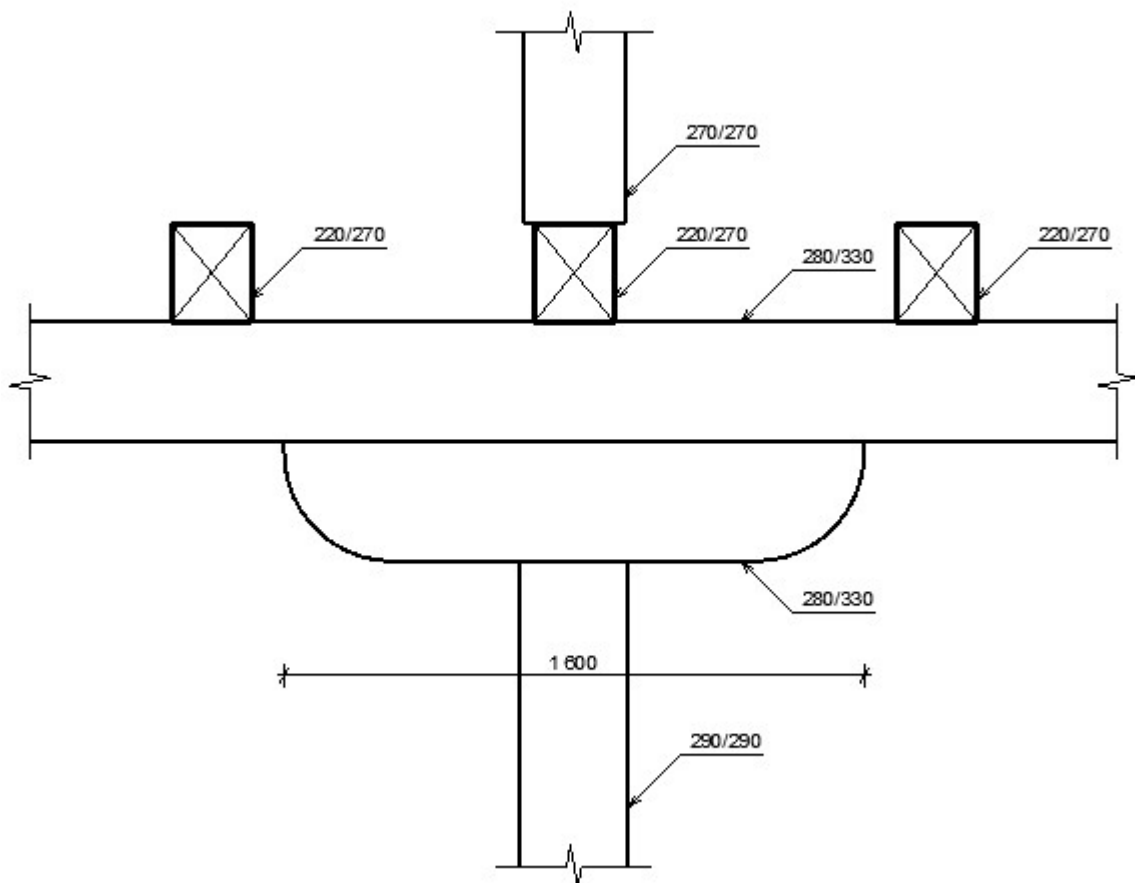
13.ZS - UŽITNÉ IX

14.ZS - UŽITNÉ X

15.ZS - UŽITNÉ XI

16.ZS - UŽITNÉ XII

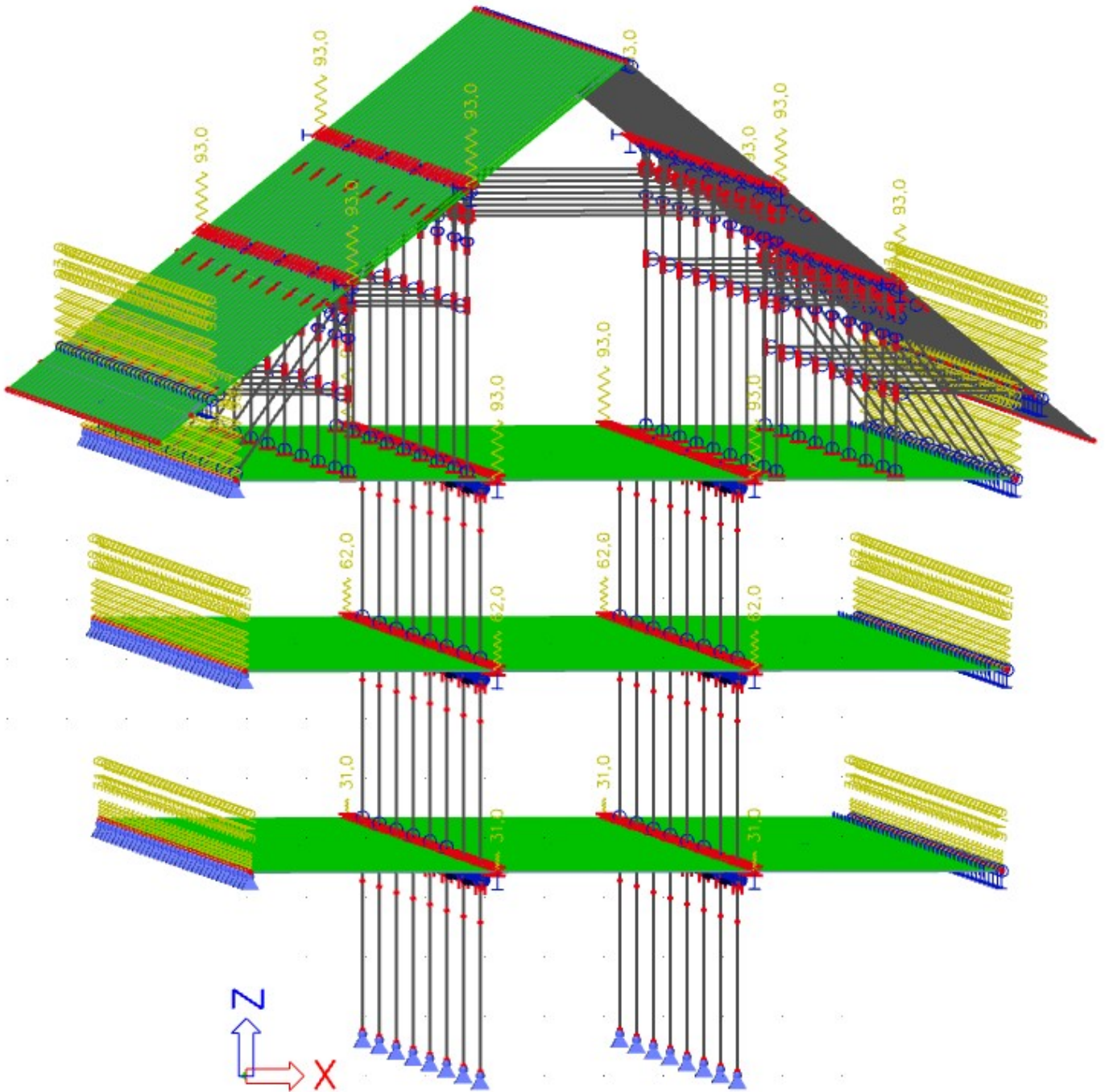
17.ZS - SESCHNUTÍ



UVAŽUJI MONTÁŽ DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE V SYROVÉM STAVU A NÁSLEDNÉ SESCHNUTÍ V PŘÍČNÉM SMĚRU O 3,33 %. TOTO SESCHNUTÍ VYVOLÁ POSUN PODPOR O 31 mm V KAŽDÉ ÚROVNI STROPU.

$$(330 \text{ mm} + 330 \text{ mm} + 270 \text{ mm}) \cdot 0.0333 = 30.969 \text{ mm}$$

# ZATĚŽOVACÍ STAVY 2. FÁZE



## UVAŽOVANÉ KOMBINACE - PRO NELINEÁRNÍ ANALÝZU

## - KOMBINACE PODLE VZTAHU 6.10

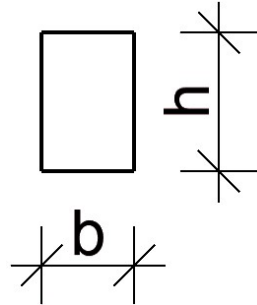
(PRO  $K_{mod} = 0,9$ )

NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné I+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné II+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné III+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné IV+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné V+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné VI+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné VII+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné VIII+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné IX+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné X+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné XI+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*užitné XII+seschnutí

(PRO  $K_{mod} = 0,7$ )

NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné I+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné II+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné III+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné IV+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné V+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné VI+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné VII+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné VIII+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné IX+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné X+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné XI+seschnutí  
 NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*užitné XII+seschnutí

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

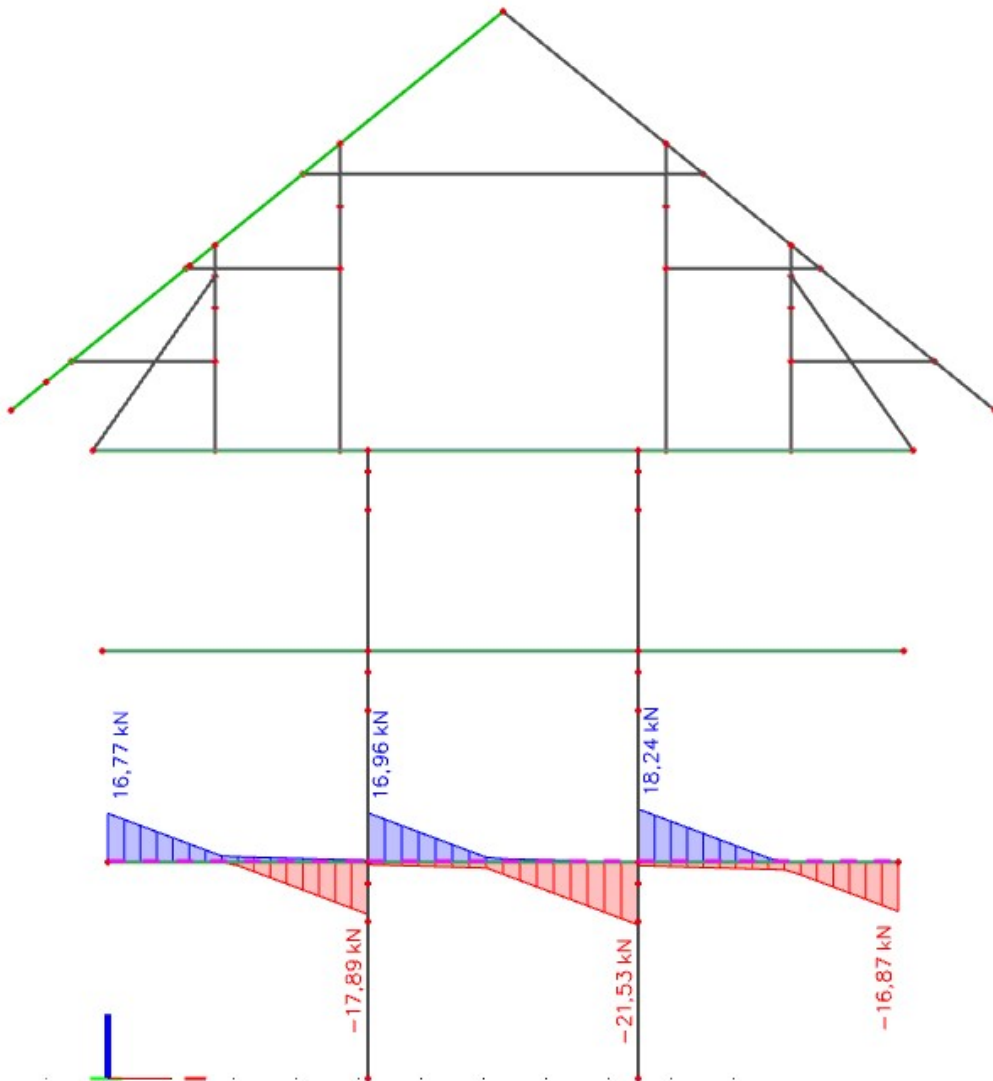
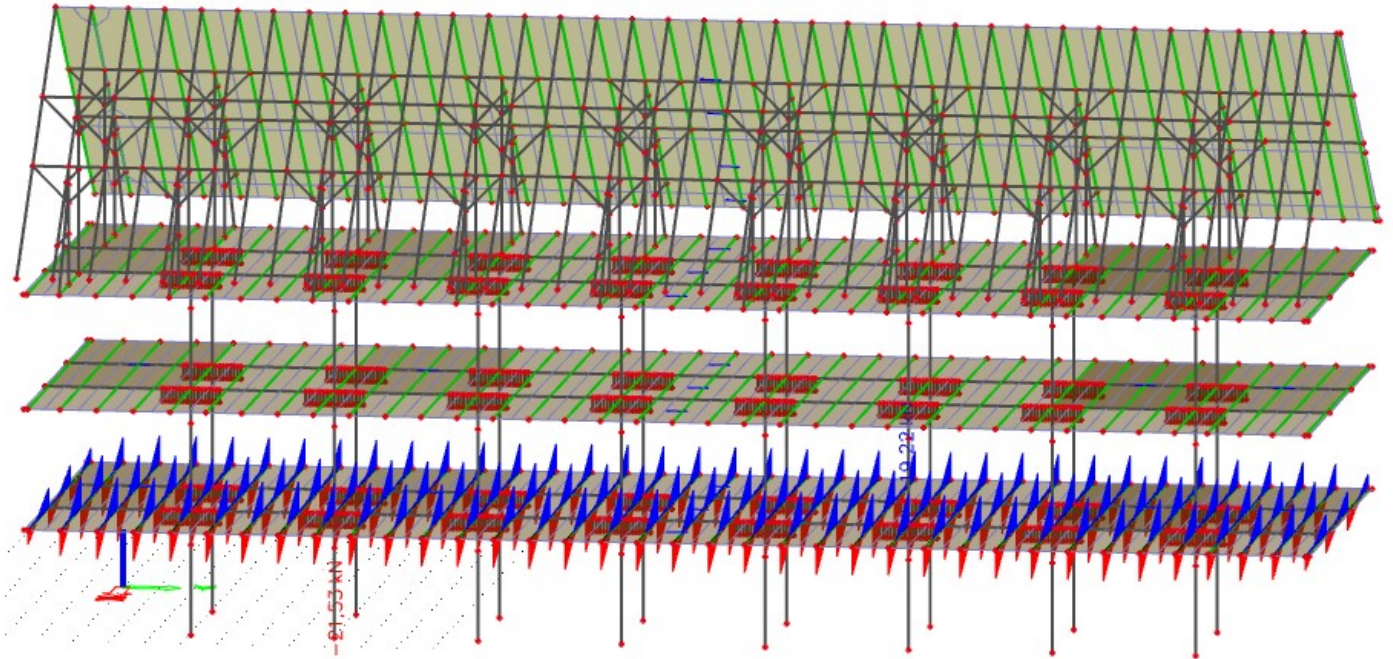
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

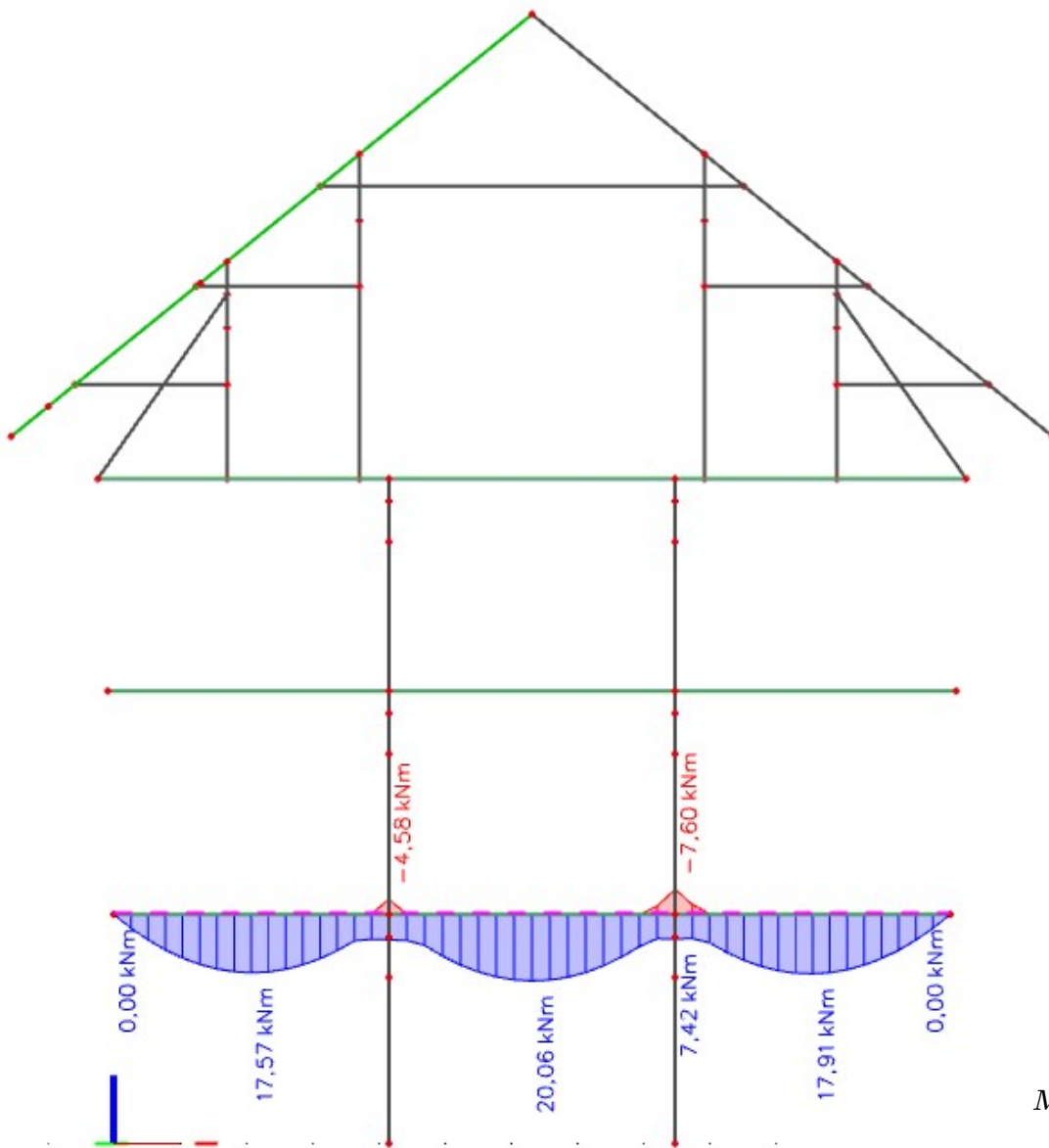
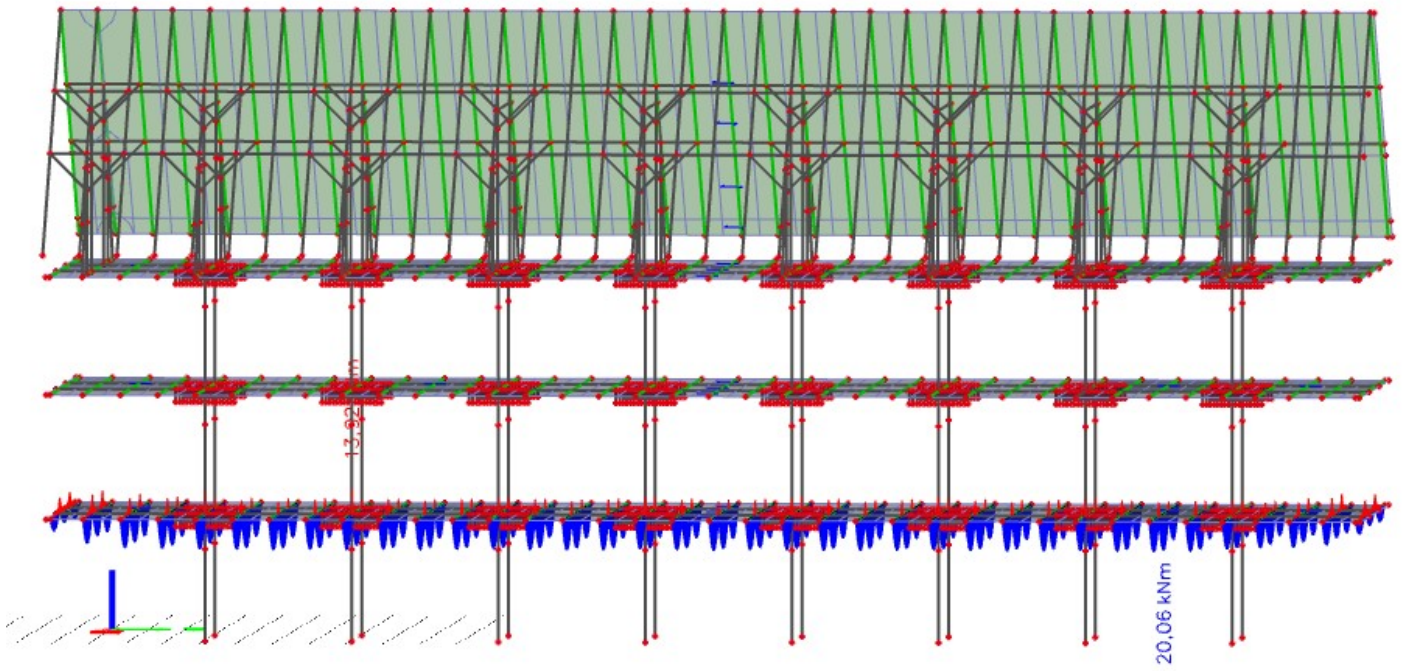
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$V_{E,d} := 21.53 \text{ kN}$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 20.06 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

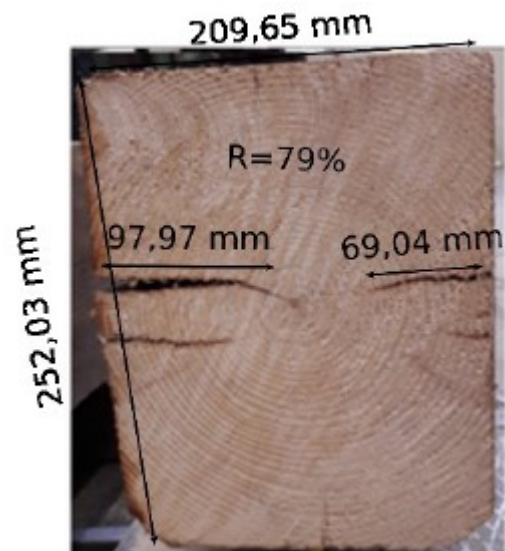
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 7.505 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.589 \text{ MPa}$$



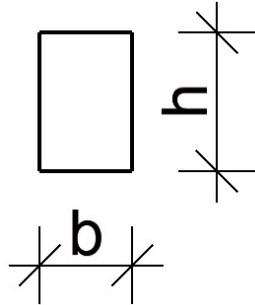
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.581 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.202 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 32 Z 37 (VYHOVUJÍ KRAJNÍ STROPNICE A POSLEDNÍ POLE)}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

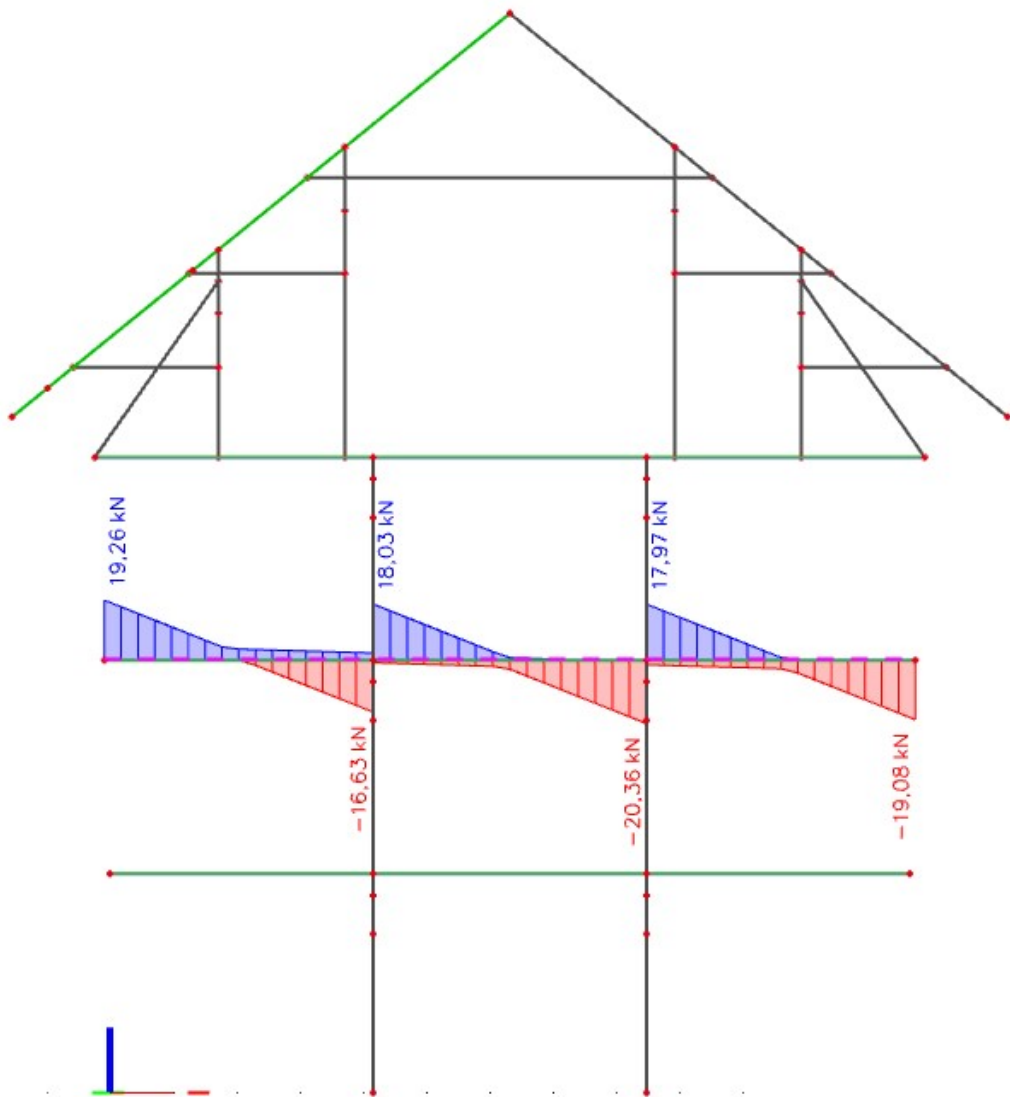
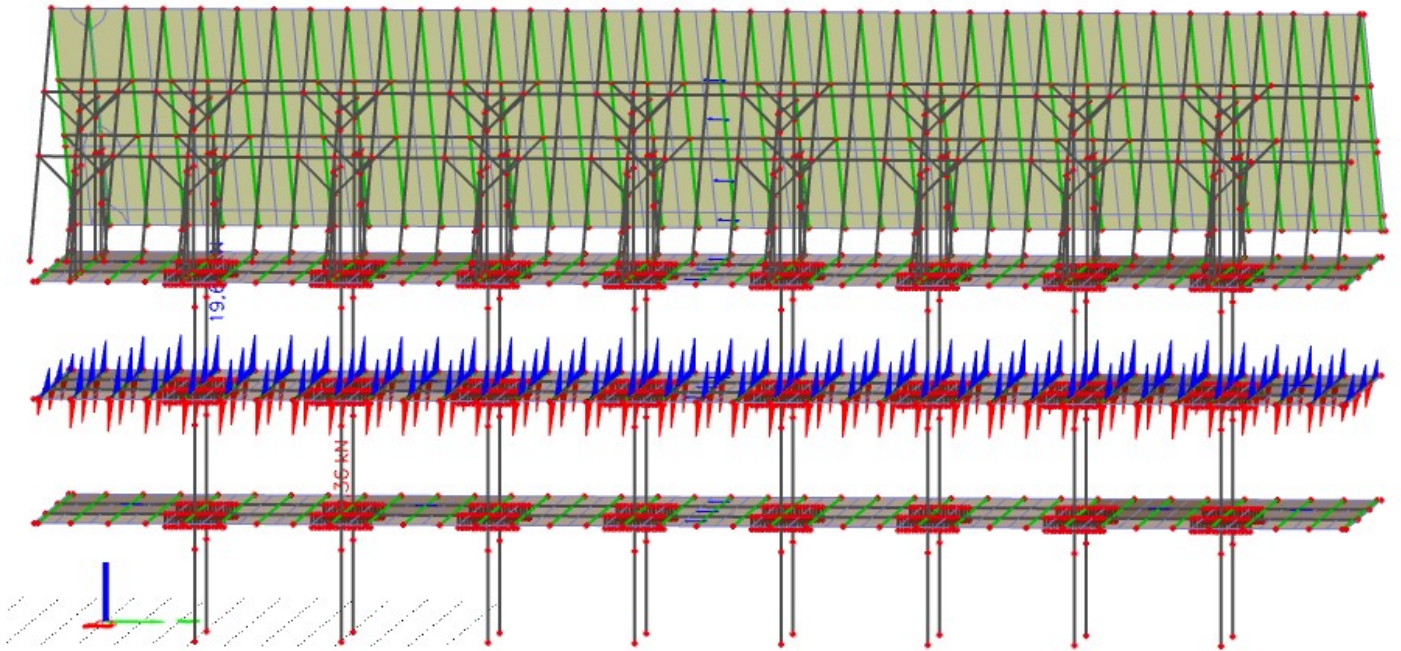
PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA



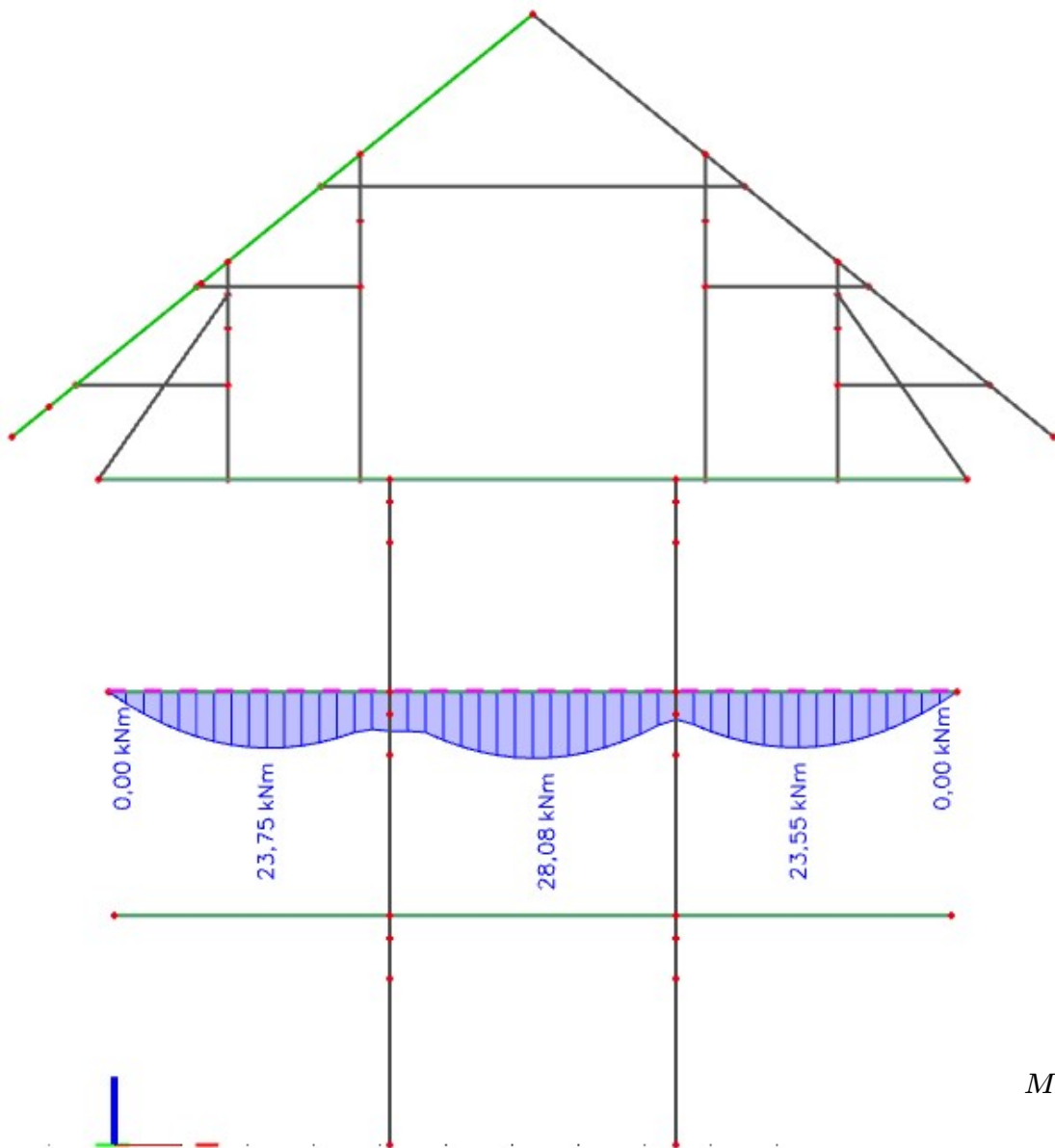
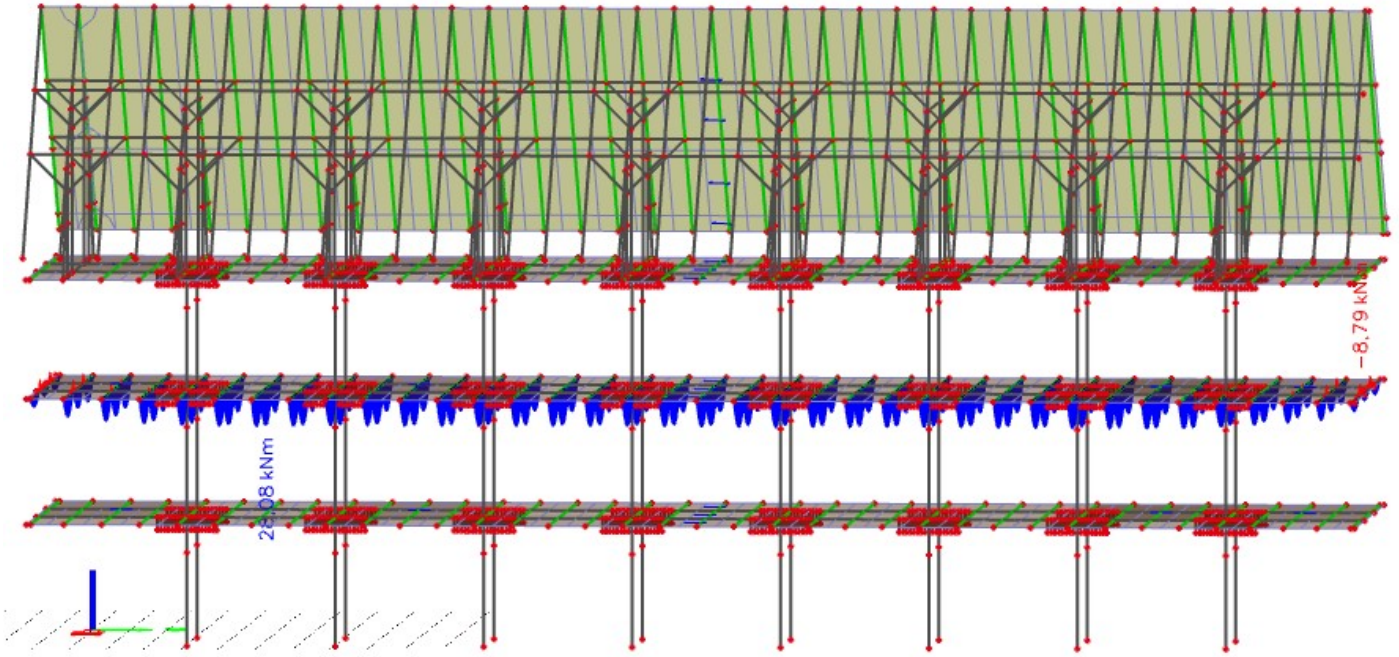
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$V_{E,d} := 20.36 \text{ kN}$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 28.08 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

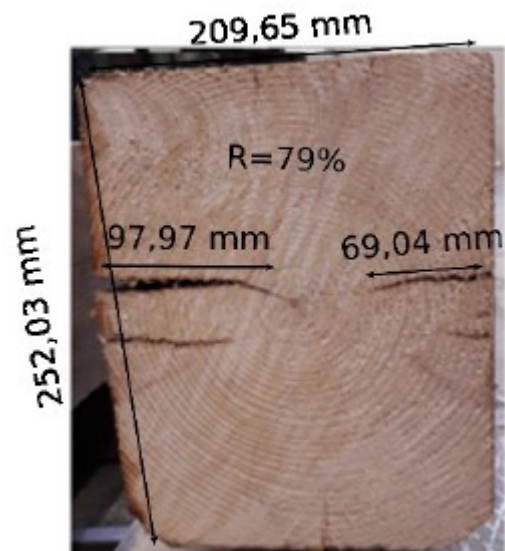
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 10.505 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.448 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.813$$

≤ 1

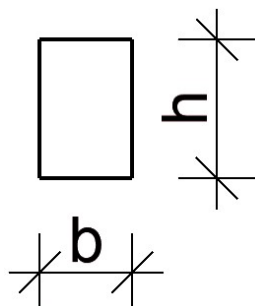
→ VYHOVUJE 37 Z 37

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.137$$

&gt; 1

→ NEVYHOVUJE 32 Z 37  
(VYHOVUJÍ KRAJNÍ  
STROPNICE A  
POSLEDNÍ POLE)

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

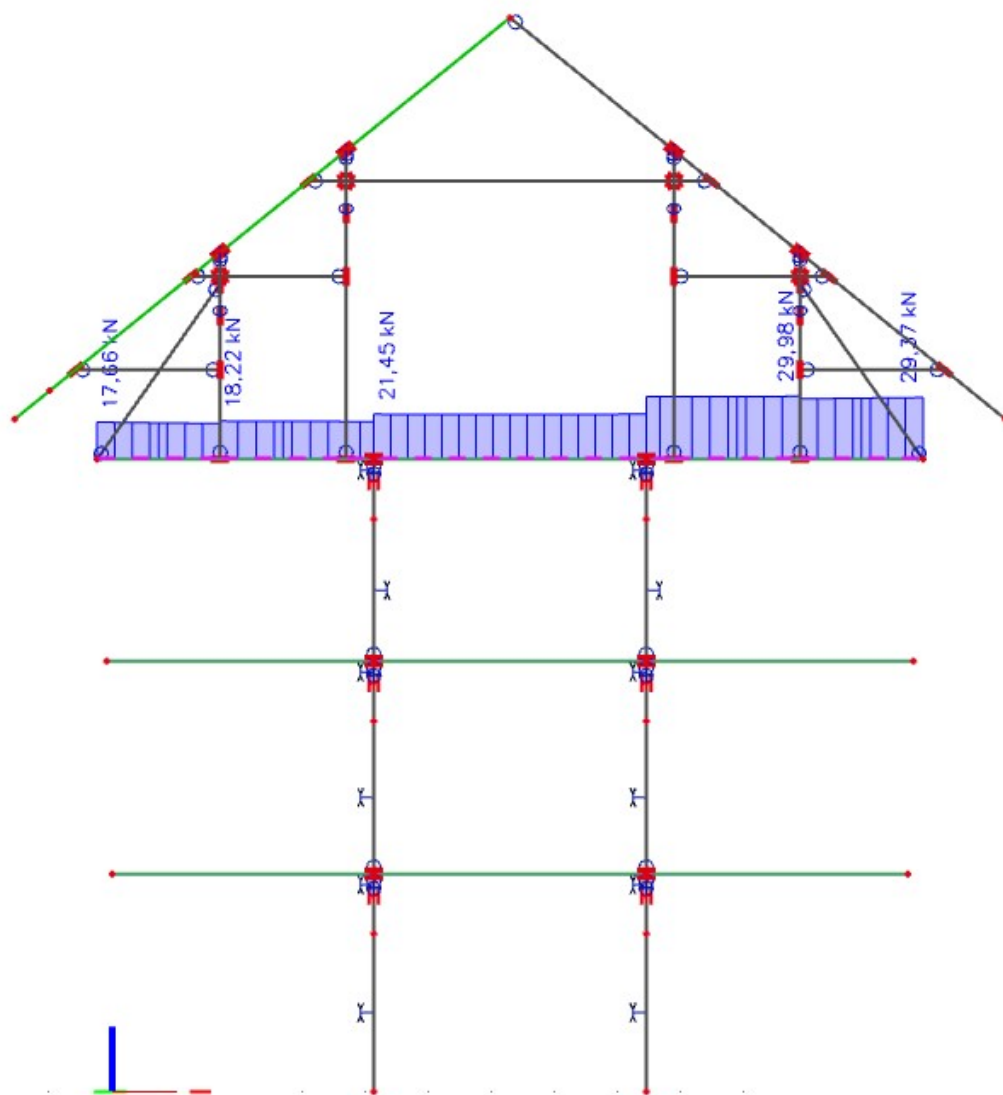
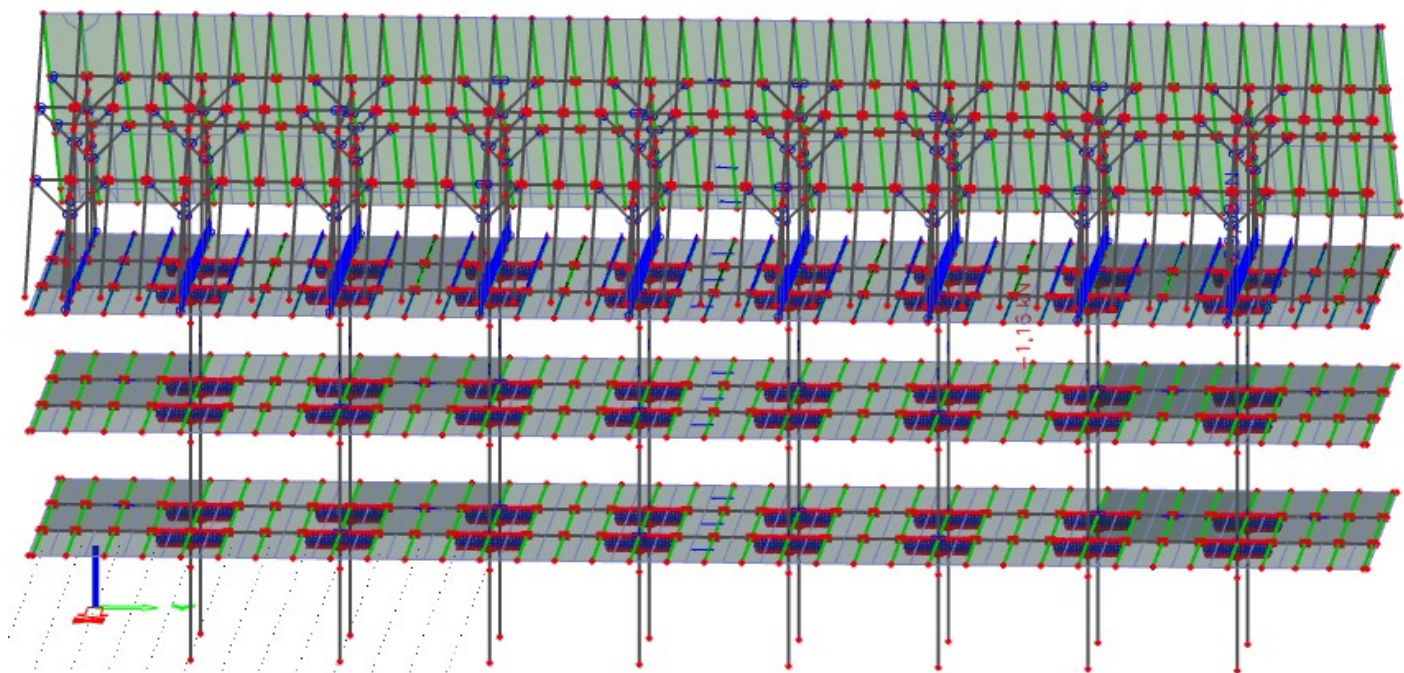
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

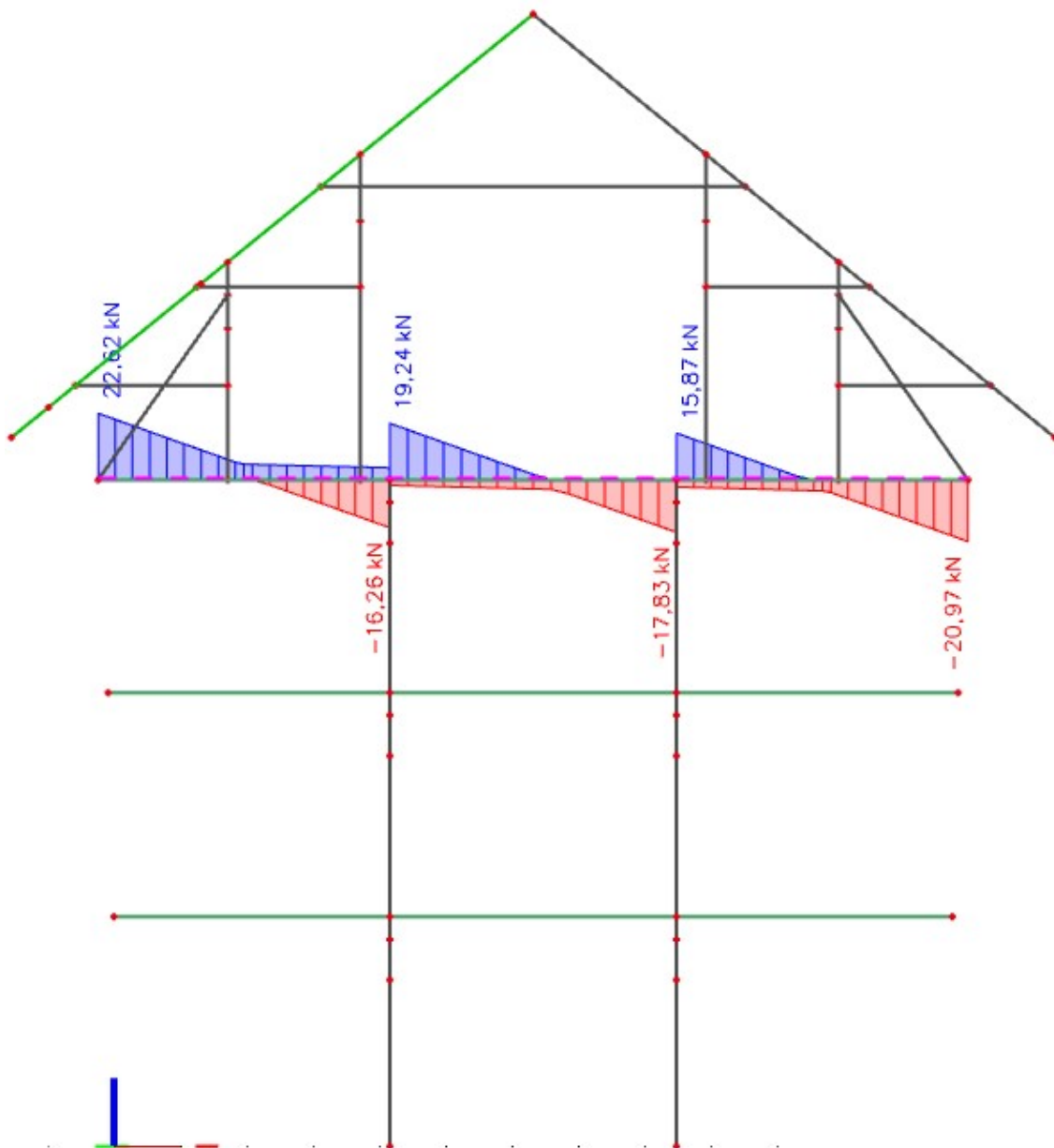
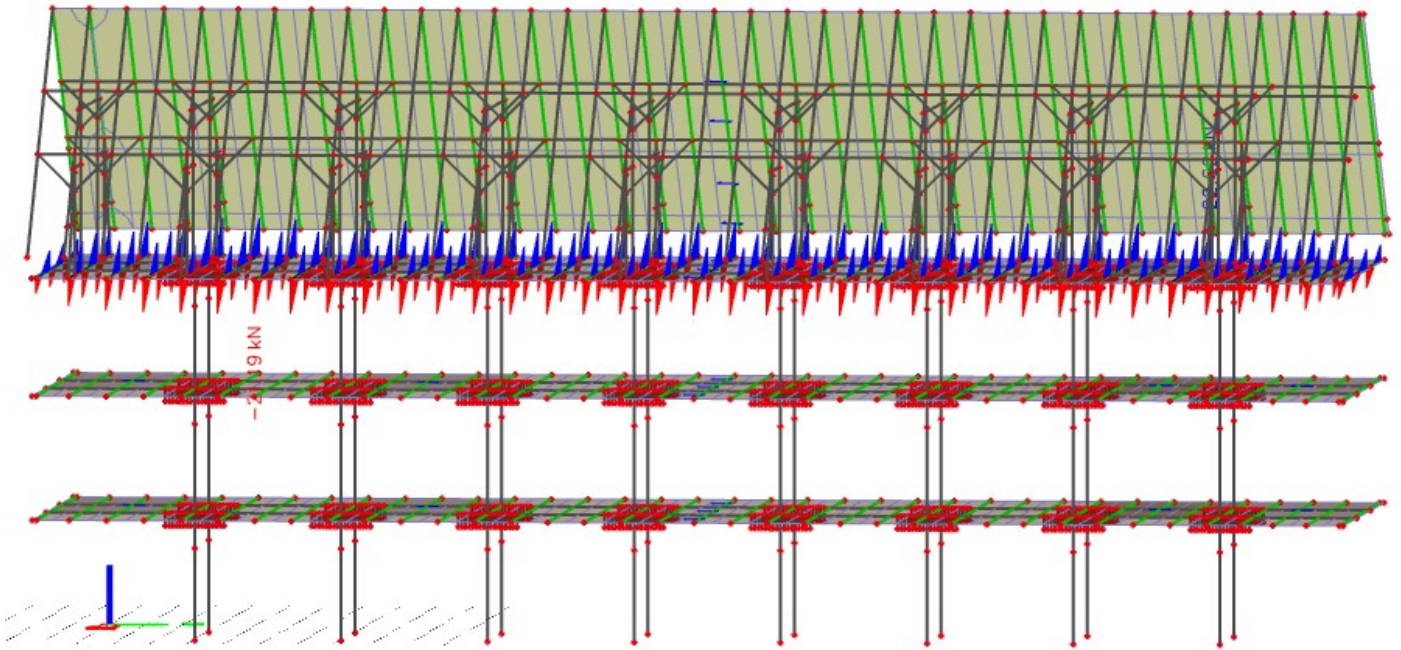
VNITŘNÍ SÍLY

NORMÁLOVÉ SÍLY [kN]



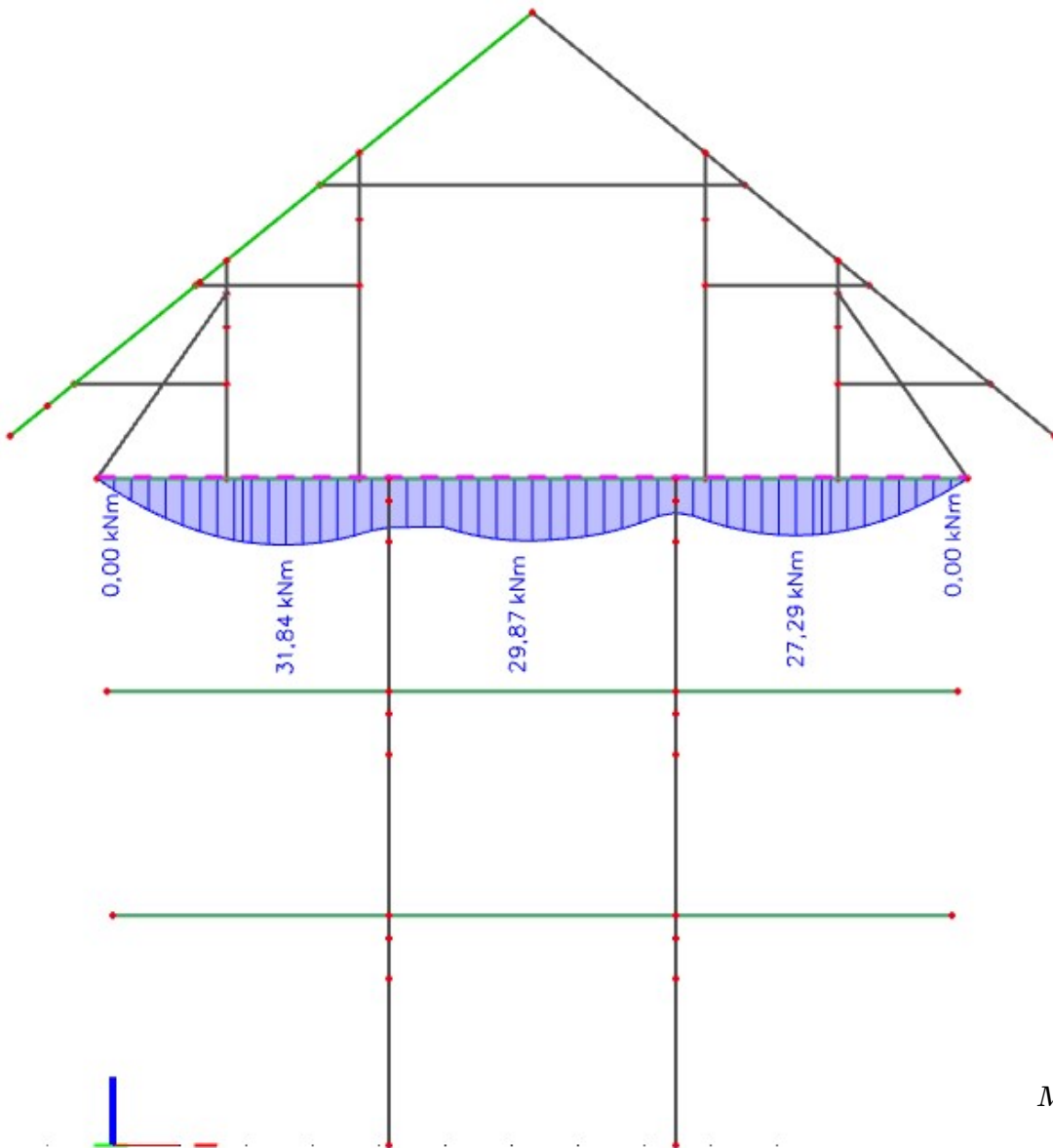
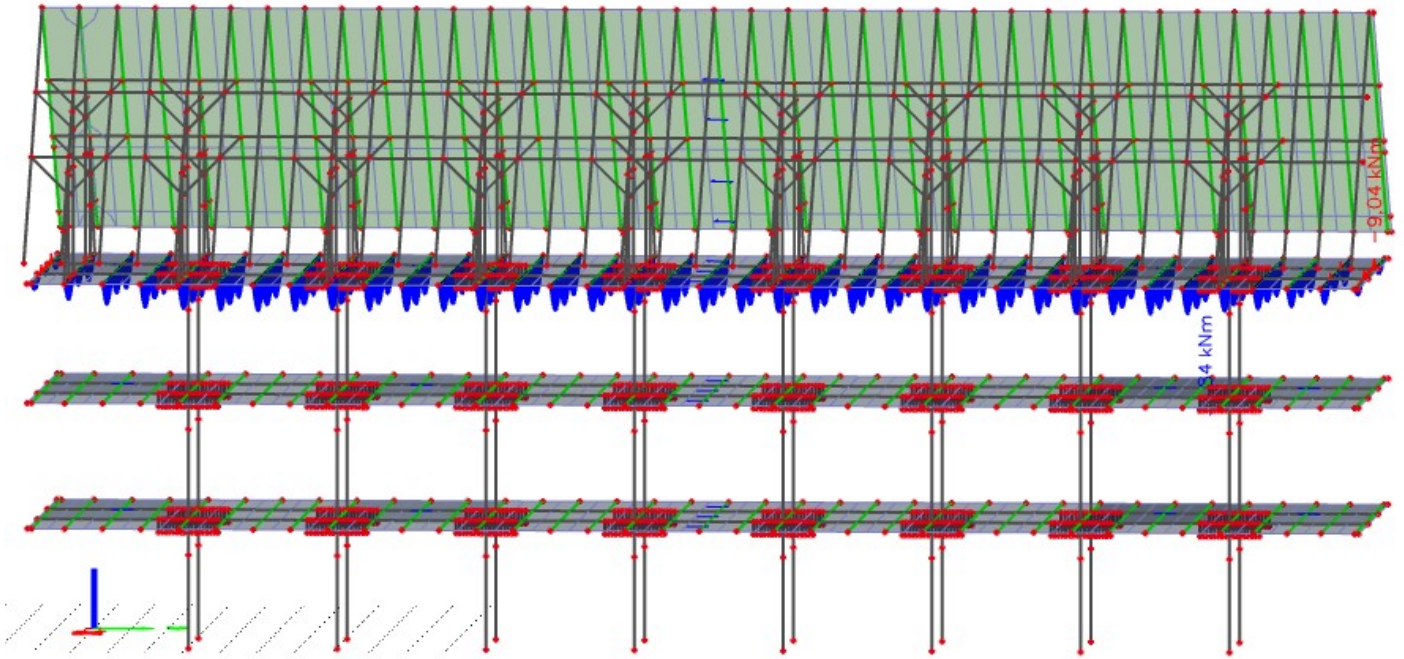
$$N_{E.d} := 29.98 \text{ kN}$$

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 22.62 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 31.84 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_M} = 7.808 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 11.912 \text{ MPa}$$

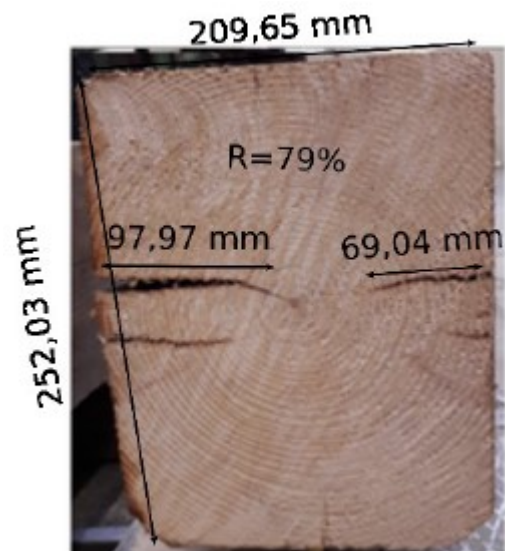
$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{E.d}}{b \cdot h} = 0.505 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.72 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

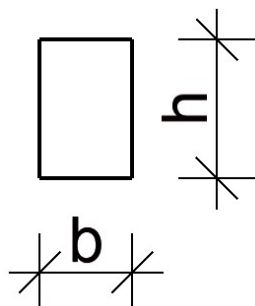
MSÚ

$$\frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.986 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.263 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 34 Z 37 (VYHOVUJÍ KRAJNÍ A PŘEDPOSLEDNÍ)}$$



V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

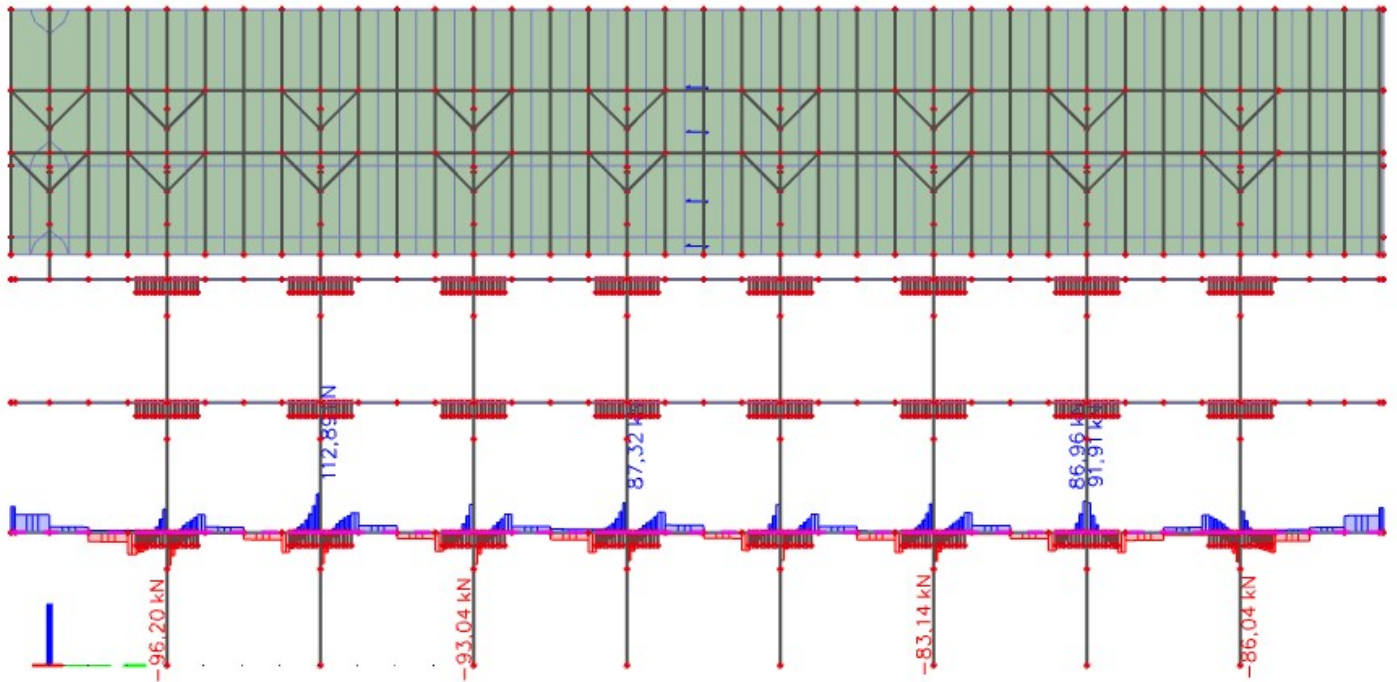
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

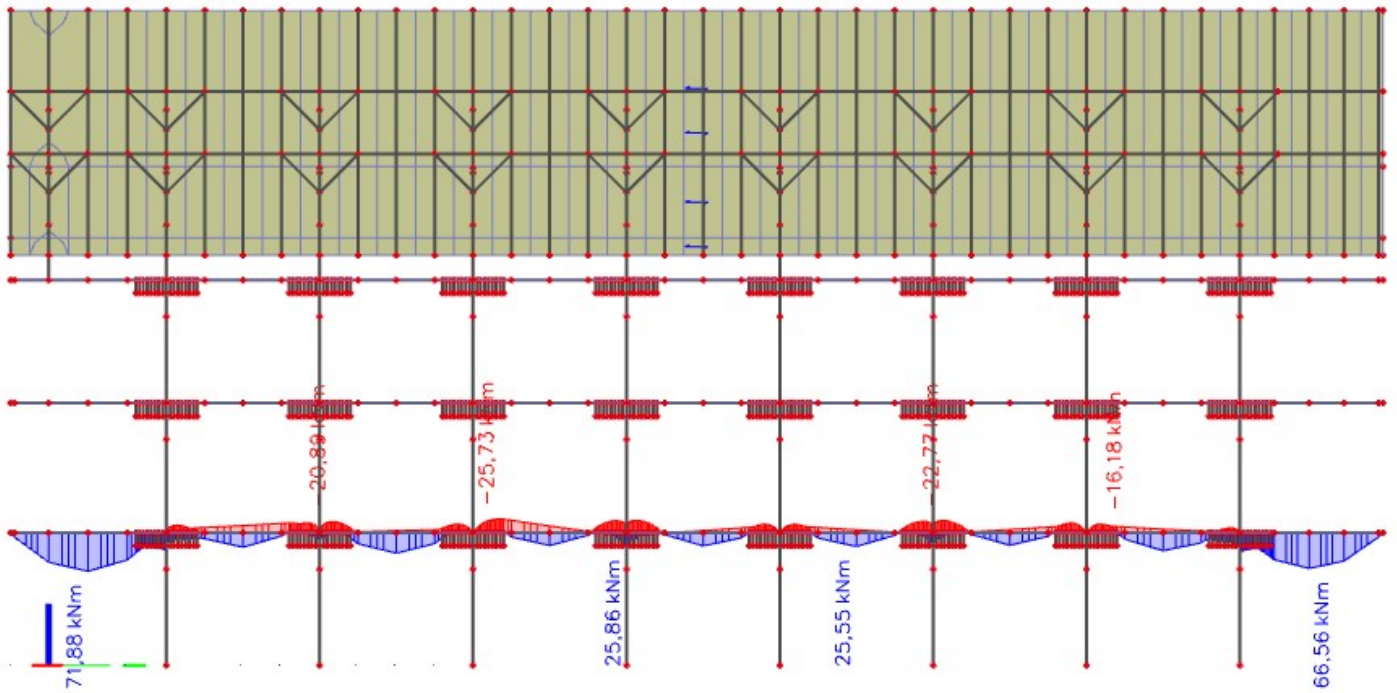
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 112.89 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 71.88 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

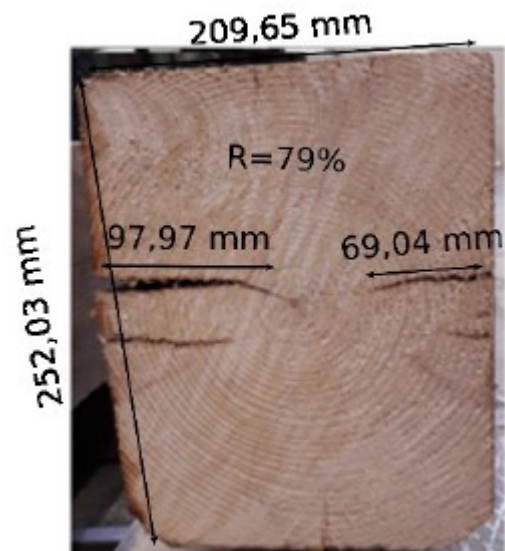
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y,E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 14.144 \text{ MPa}$$

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 8.727 \text{ MPa}$$



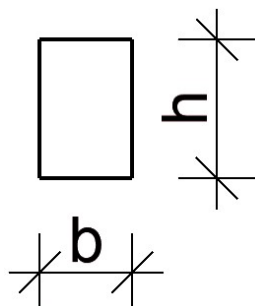
POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 1.094 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 4 Z 8 (NEVYHOVUJÍ KRAJNÍ)}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 4.052 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 8 Z 8}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

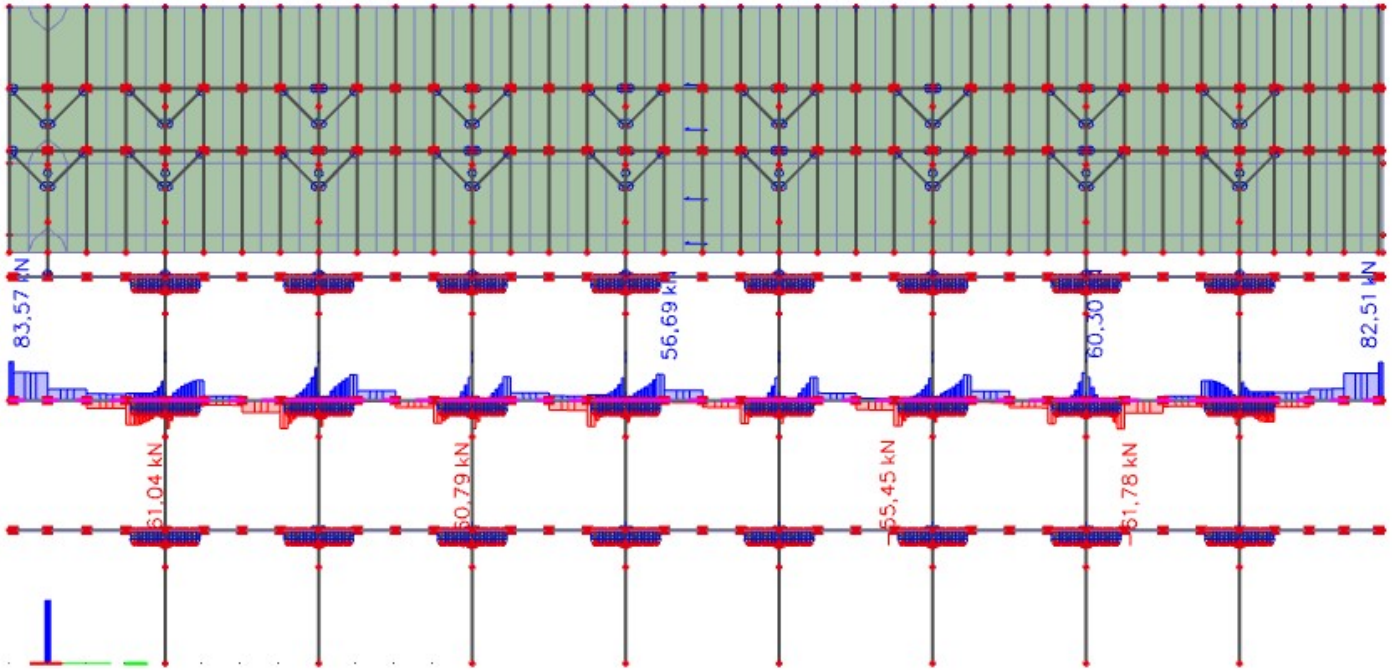
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

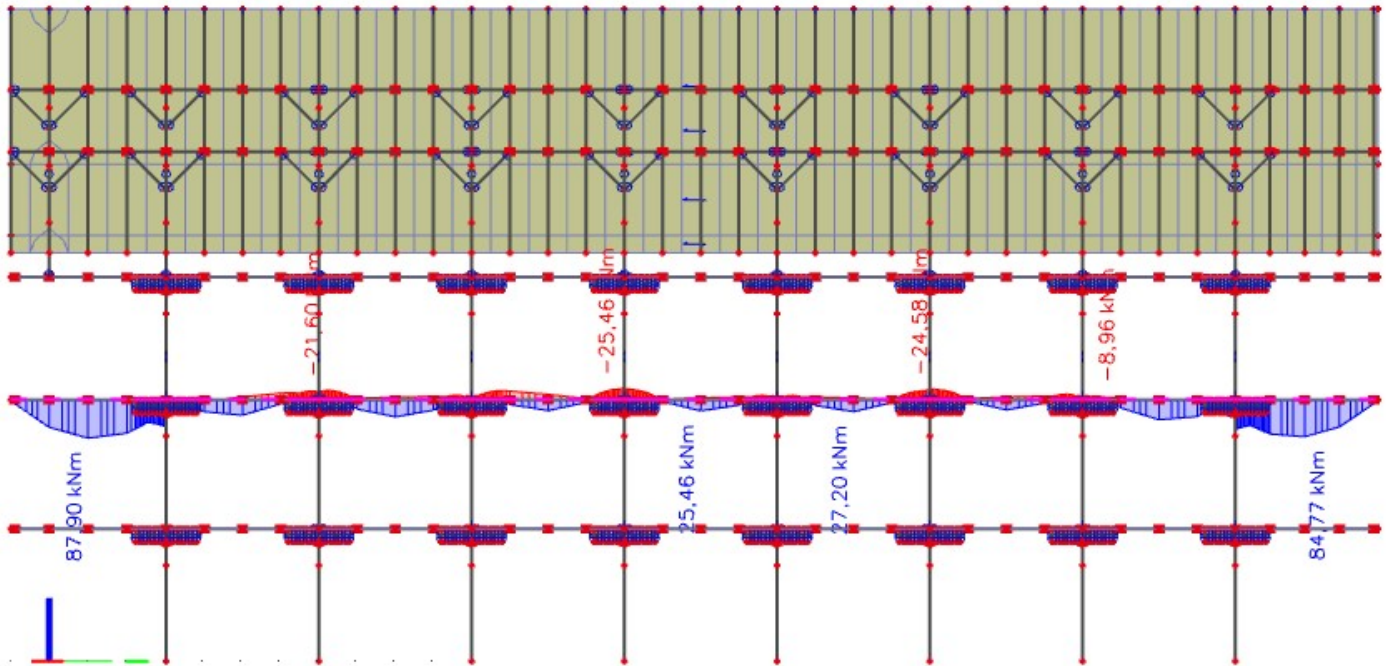
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 83.57 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 87.90 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

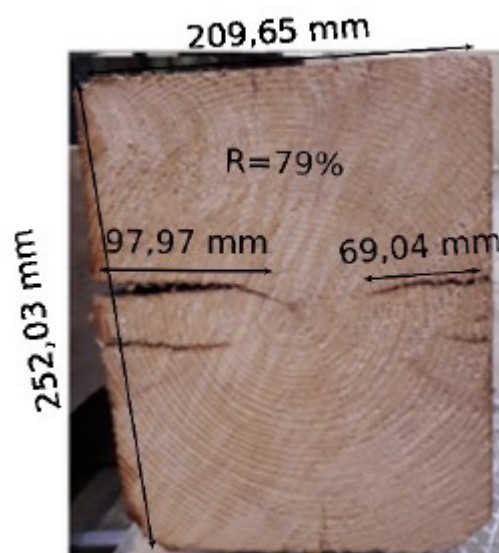
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 17.296 \text{ MPa}$$

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 6.46 \text{ MPa}$$



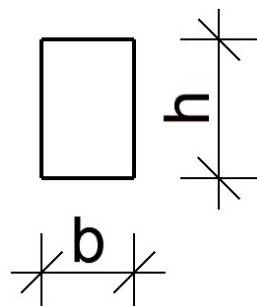
POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 1.338 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 4 Z 8 (NEVYHOVUJÍ KRAJNÍ)}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 2.999 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 8 Z 8}$$

V KOMBINACI UŽITNÉHO ZATÍŽENÍ A ZATÍŽENÍ OD STŘECHY DOŠLO KE VZNIKU TAHU VE SLOUPCÍCH KROVU. Z TOHOTO DŮVODU DOŠLO K ODPOJENÍ SLOUPKŮ OD STROPNIC.



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

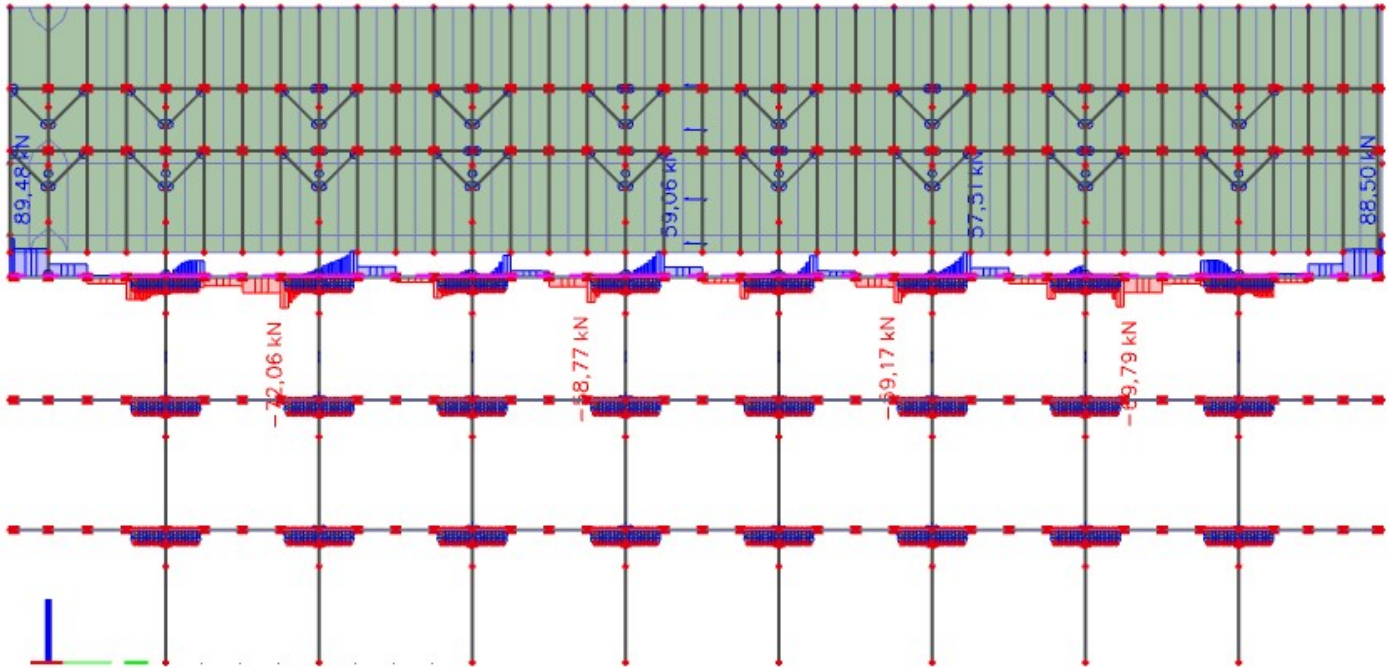
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

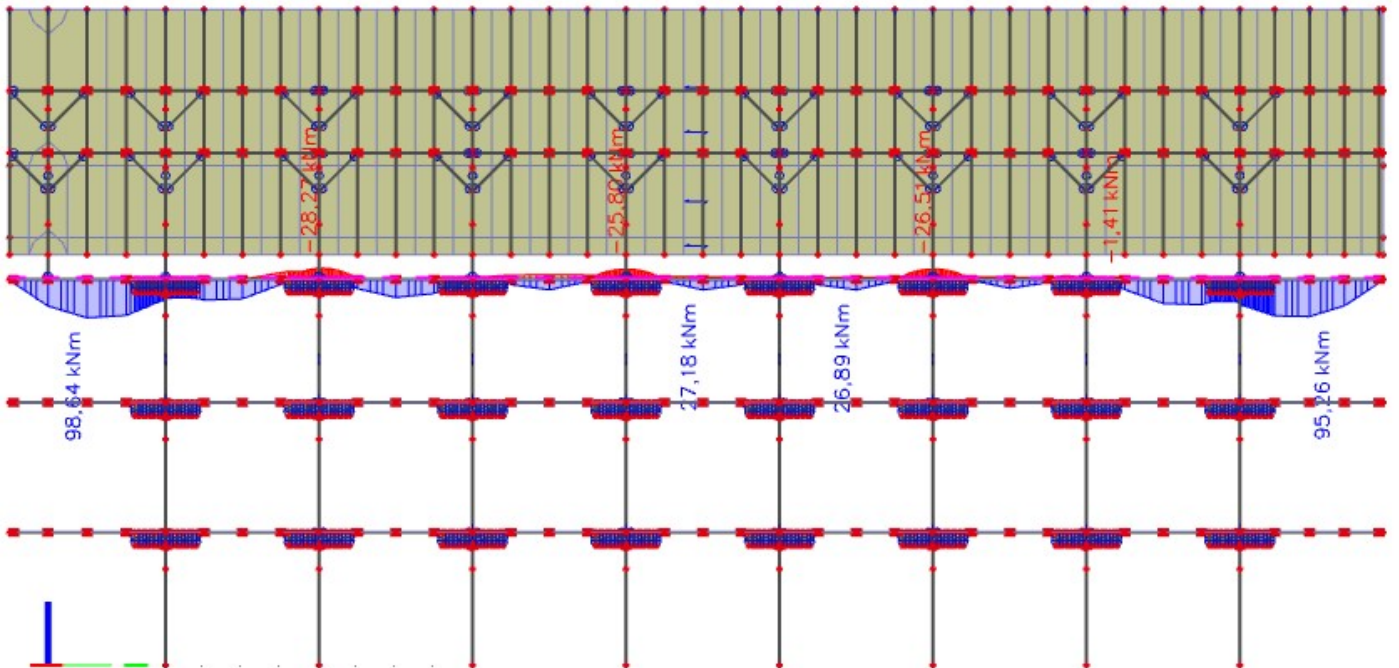
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 89.48 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 98.64 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 12.923 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.154 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

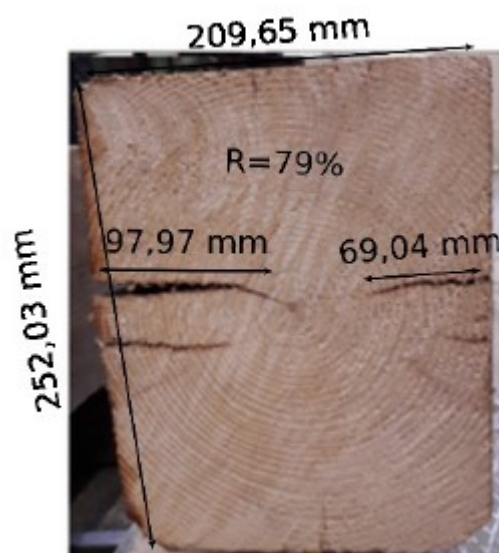
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 19.41 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 6.917 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 1.502$$

&gt; 1

→ NEVYHOVUJE 4 Z 8  
(NEVYHOVUJÍ KRAJNÍ)

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 3.212$$

&gt; 1

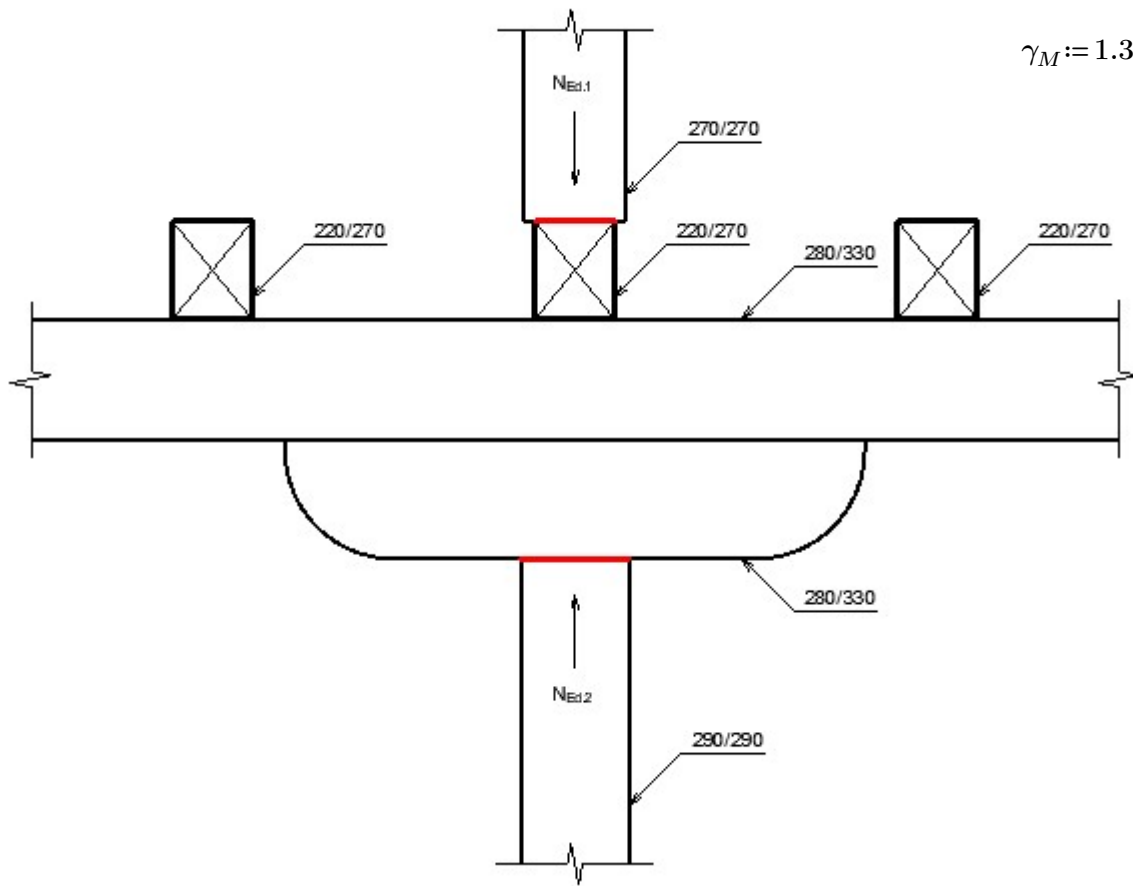
→ NEVYHOVUJE 8 Z 8

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

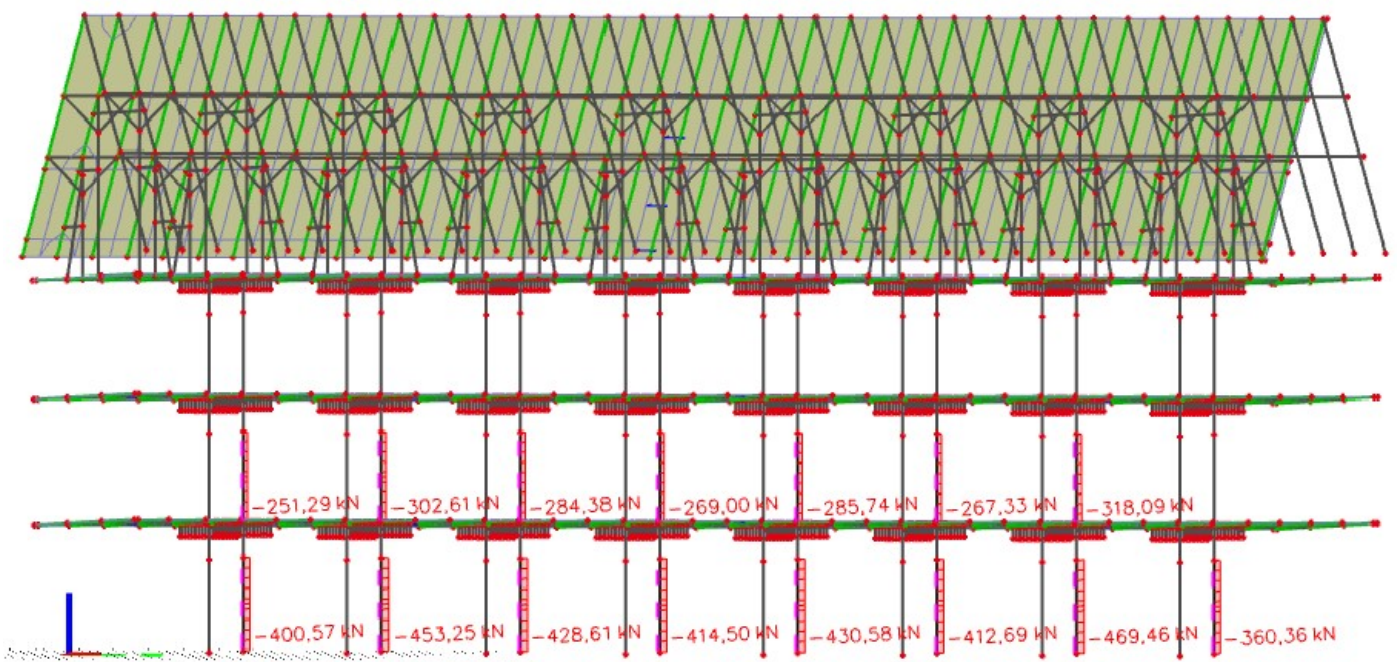
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d,1} := 318.09 \text{ kN}$$

$$N_{E,d,2} := 469.46 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.26 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 280 \text{ mm} \cdot (290 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (9.8 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 4.381 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 4.79 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 3.875 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

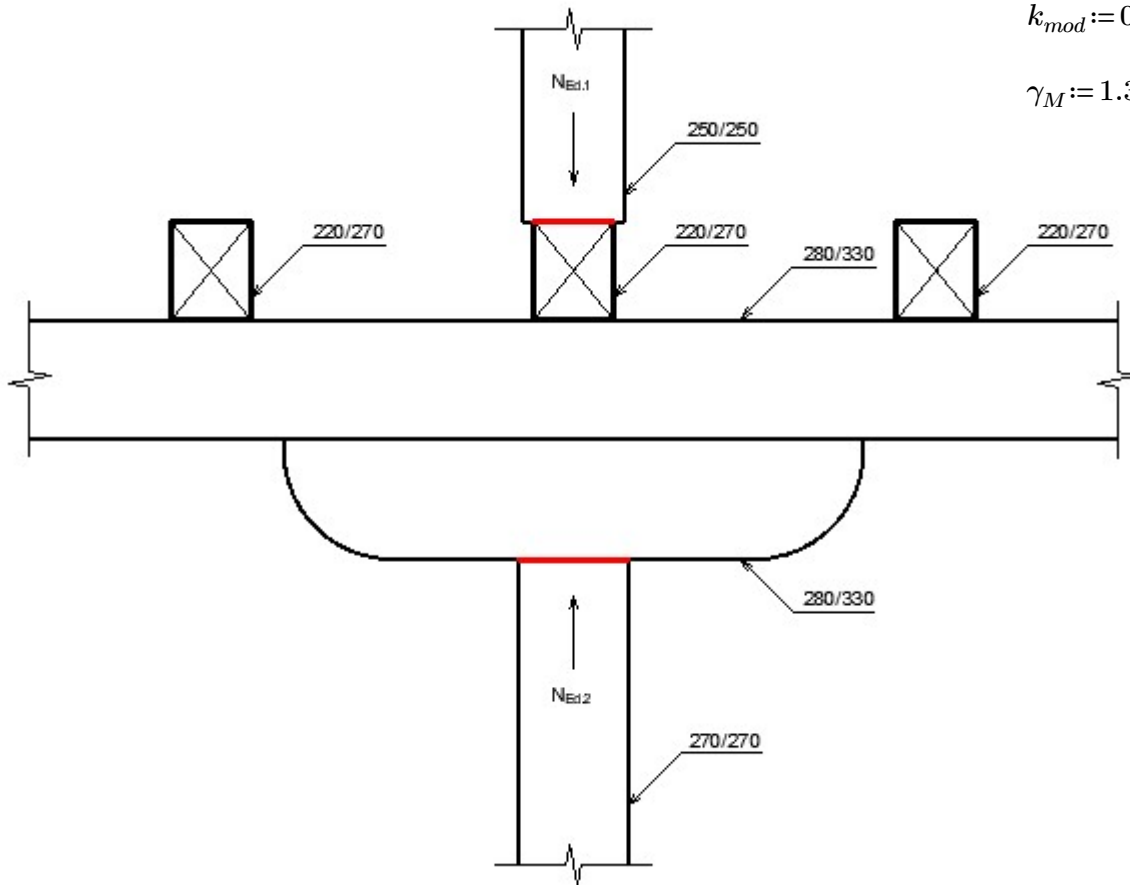
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 4.236 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

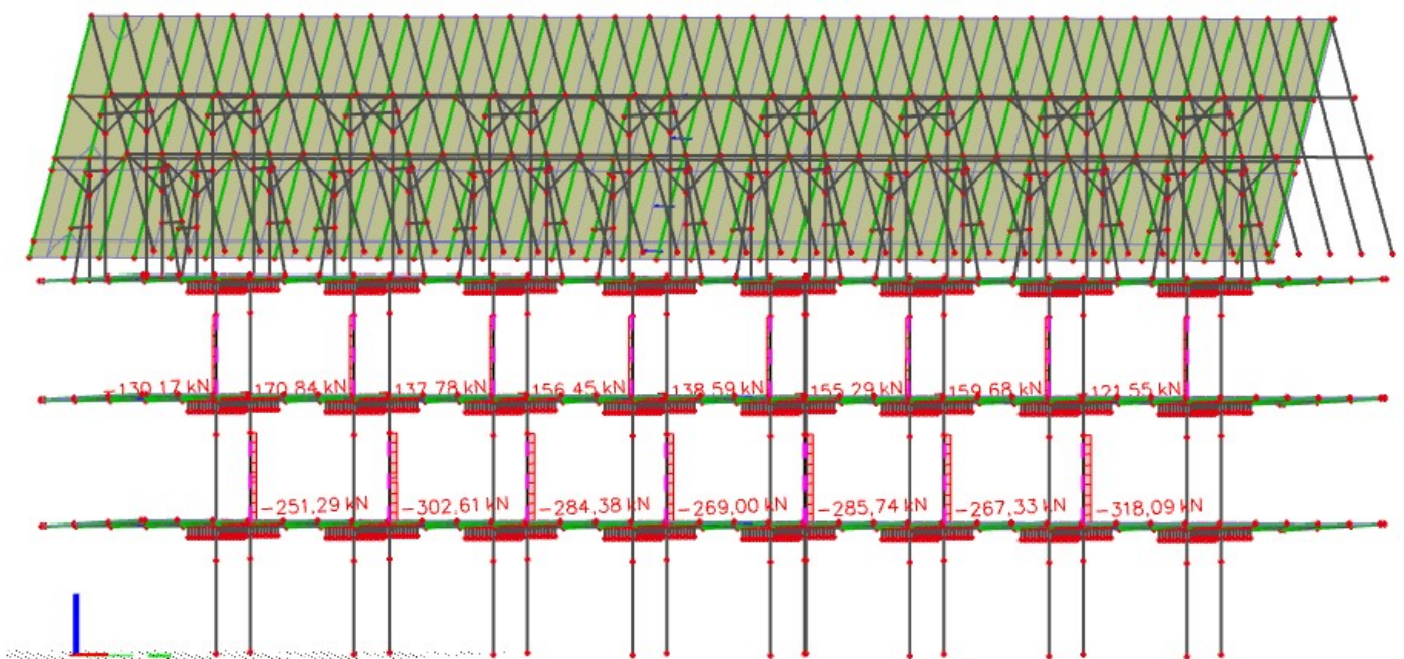
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d.1} := 170.84 \text{ kN}$$

$$N_{E,d.2} := 318.09 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (6.82 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 270 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (8.91 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 2.505 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 3.57 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 2.215 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

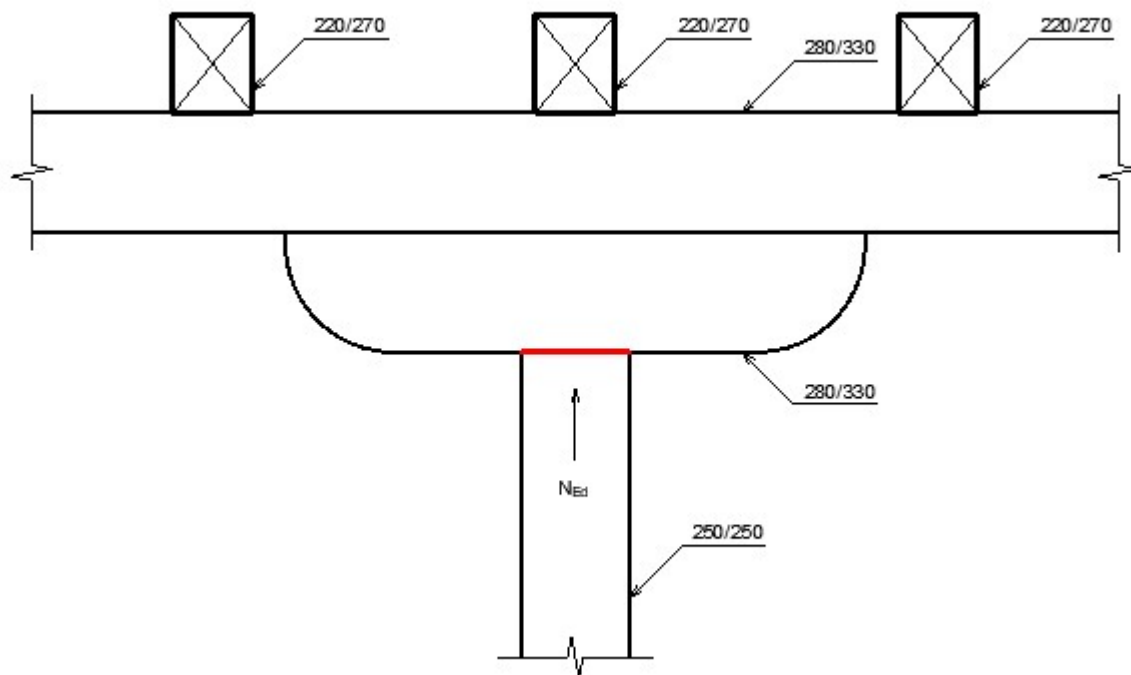
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 3.157 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

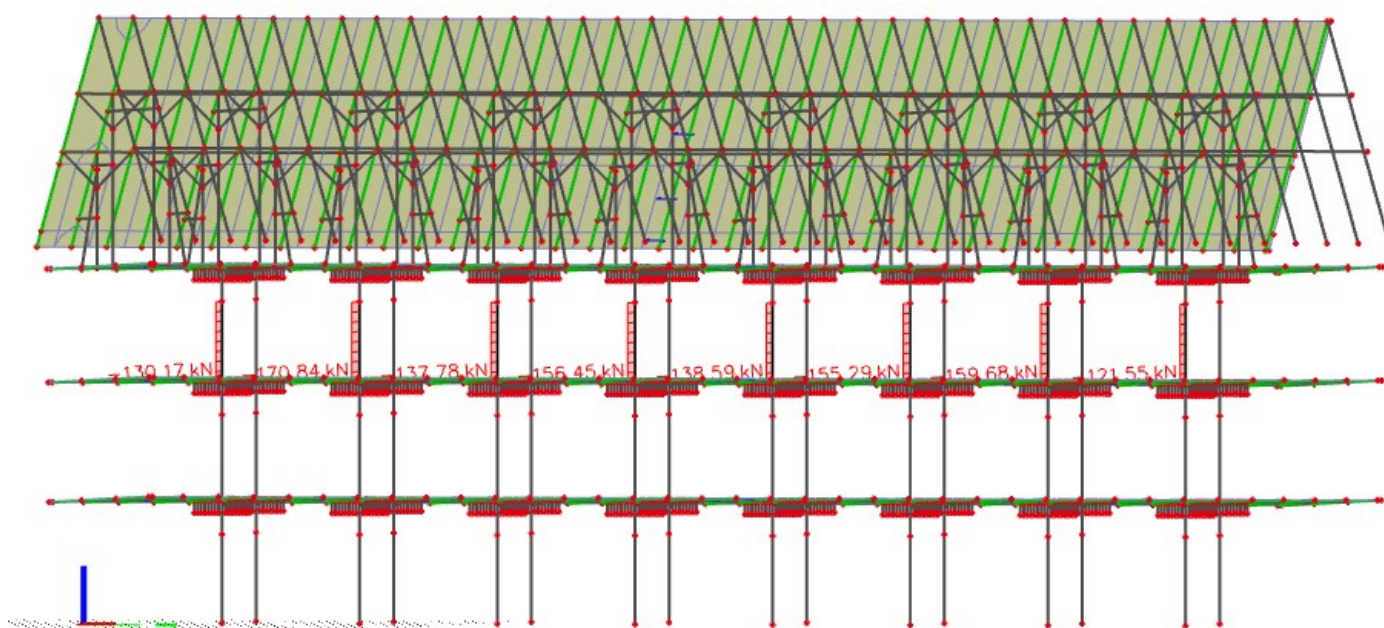
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.7$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d} := 170.84 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef} := 250 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.75 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.754 \text{ MPa}$$

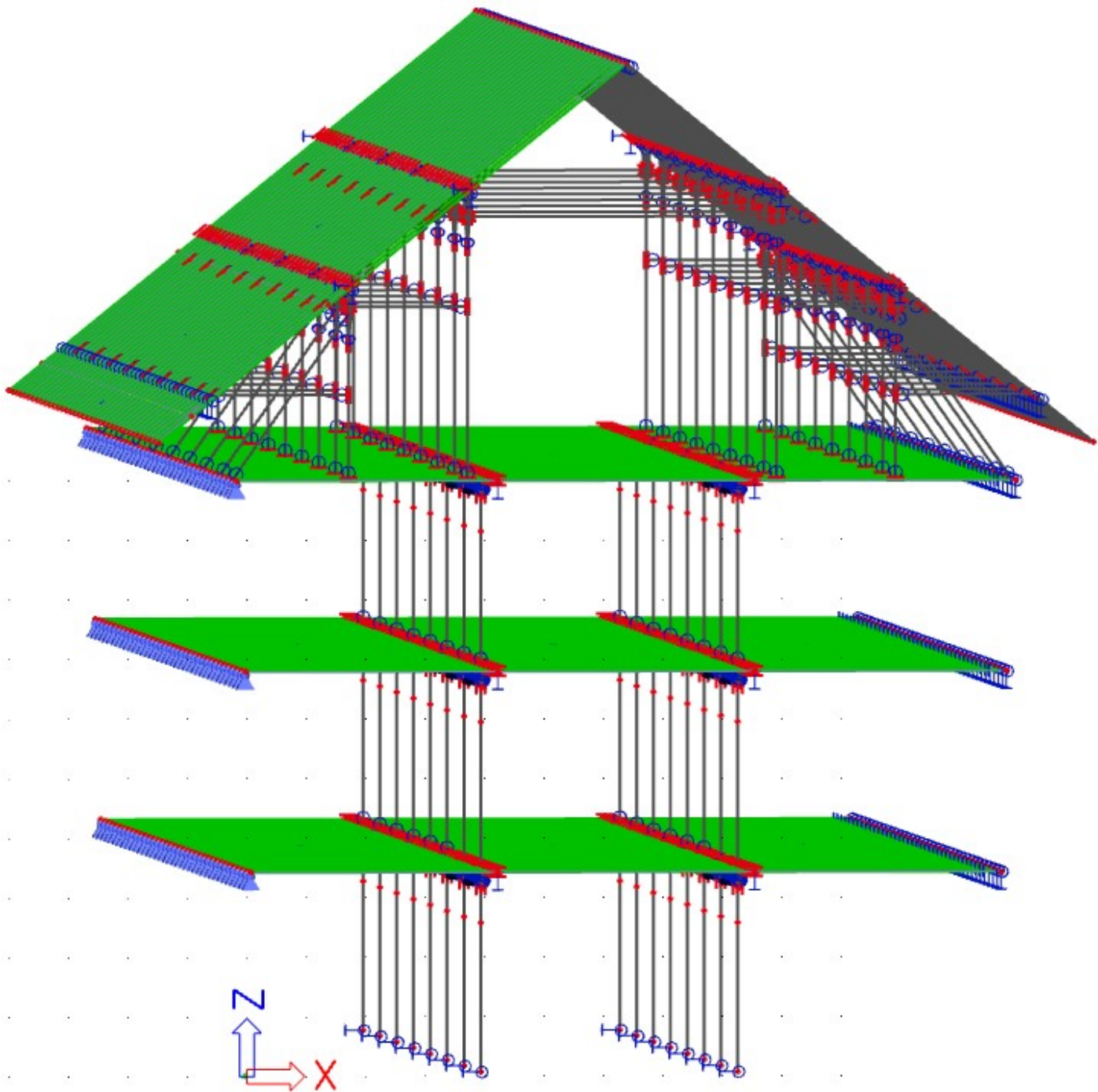
NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{N_{E.d}}{A_{ef}} = 2.204 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 1.949 > 1 \rightarrow \text{NEVYHOVUJE 16 Z 16}$$



- ODEBRÁNÍ PODPOR V PATĚ SLOUPŮ 1.NP

1.ZS - VLASTNÍ TÍHA

2.ZS - OSTATNÍ STÁLÉ

3.ZS - PŘÍČNÝ VÍTR +/-

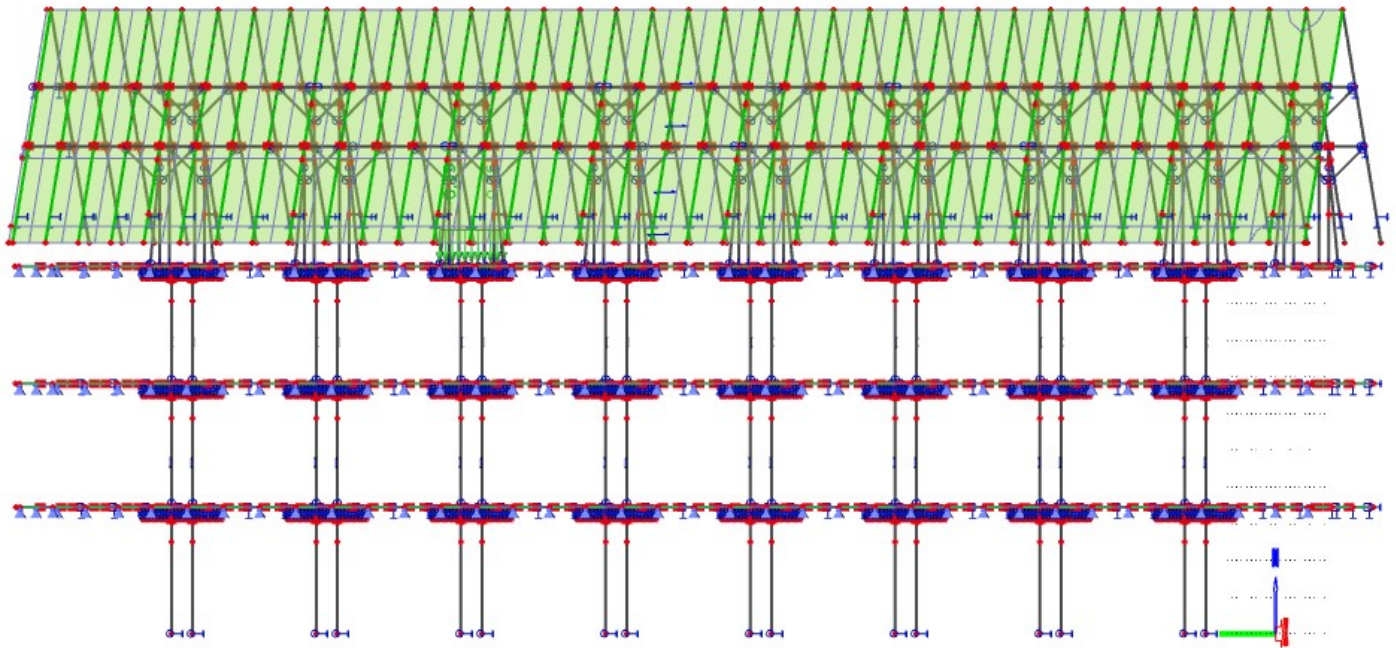
4.ZS - SNÍH

17.ZS - SESCHNUTÍ



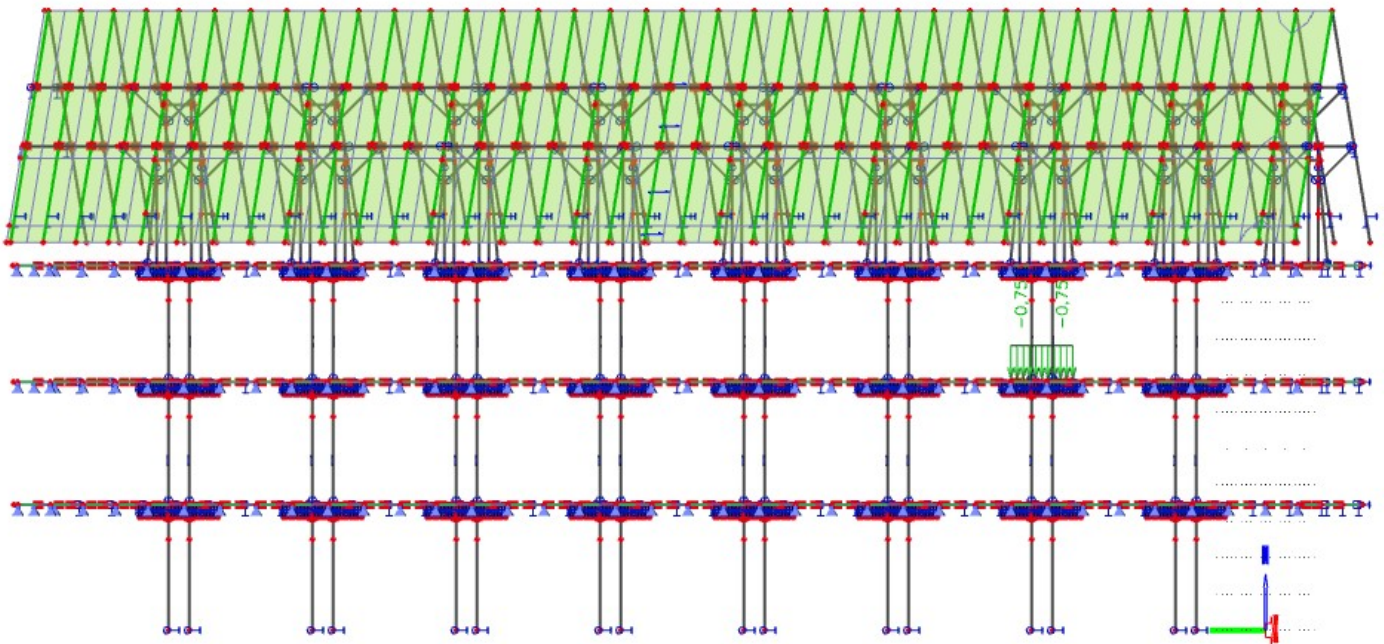
18.ZS - UŽITNÉ XIII

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI STROPNICE 3.NP



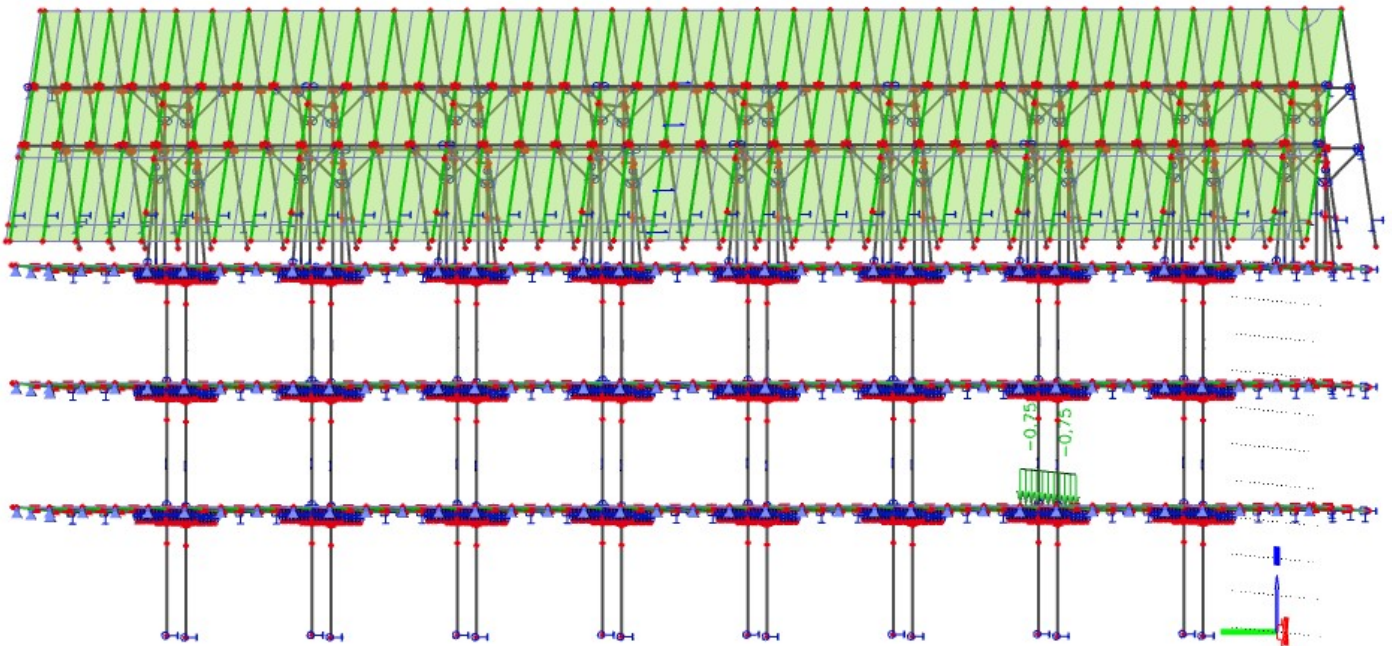
19.ZS - UŽITNÉ XIV

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI STROPNICE 2.NP



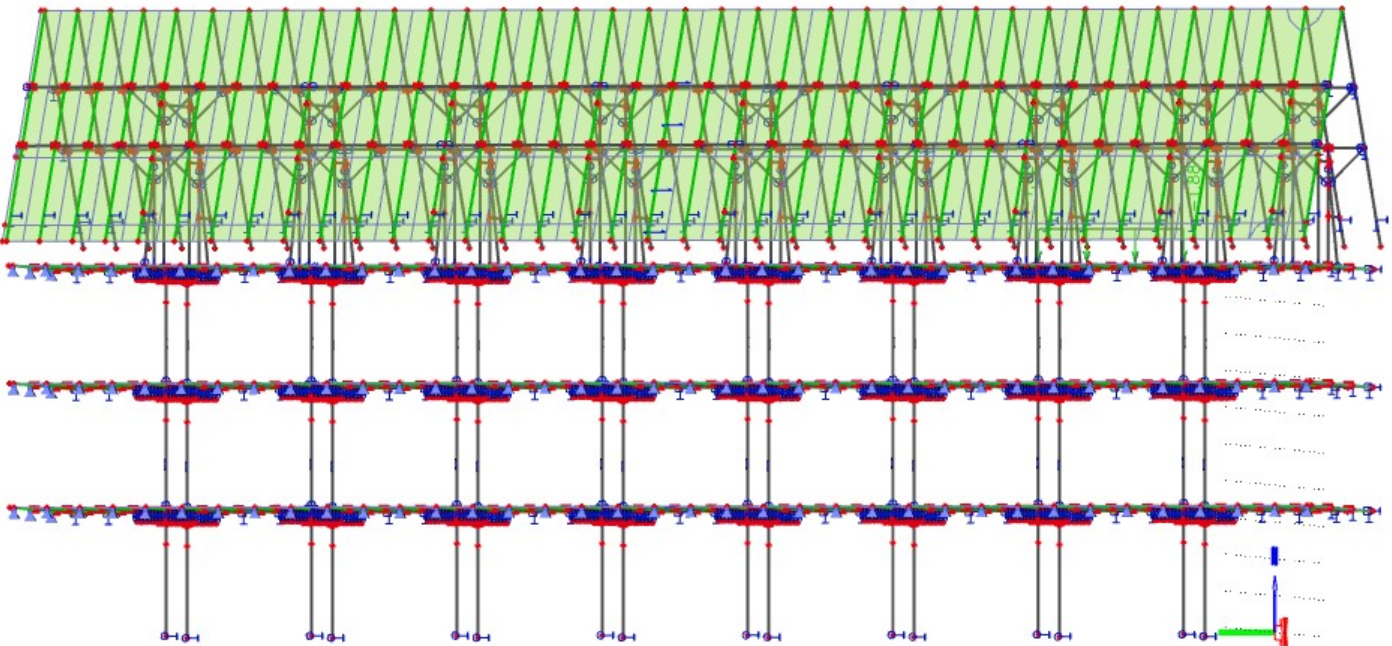
20.ZS - UŽITNÉ XV

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI STROPNICE 1.NP



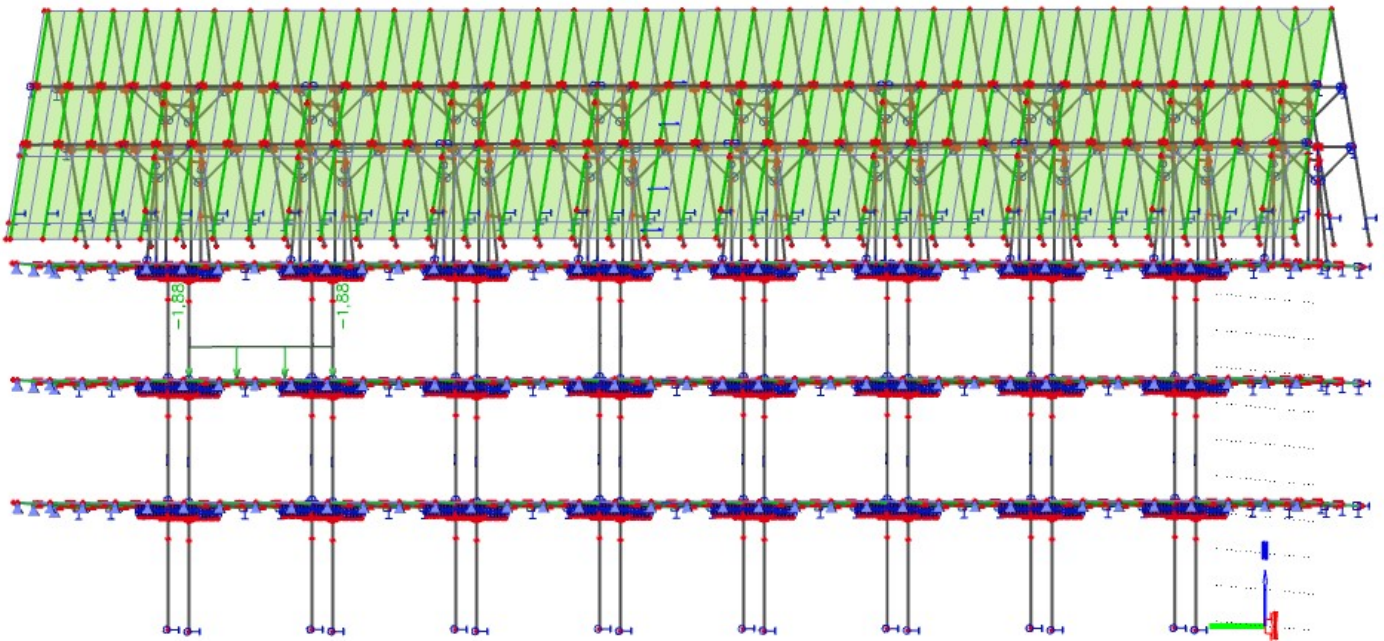
21.ZS - UŽITNÉ XVI

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup> NA PLOŠE 10 m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI PRŮVLAKU 3.NP



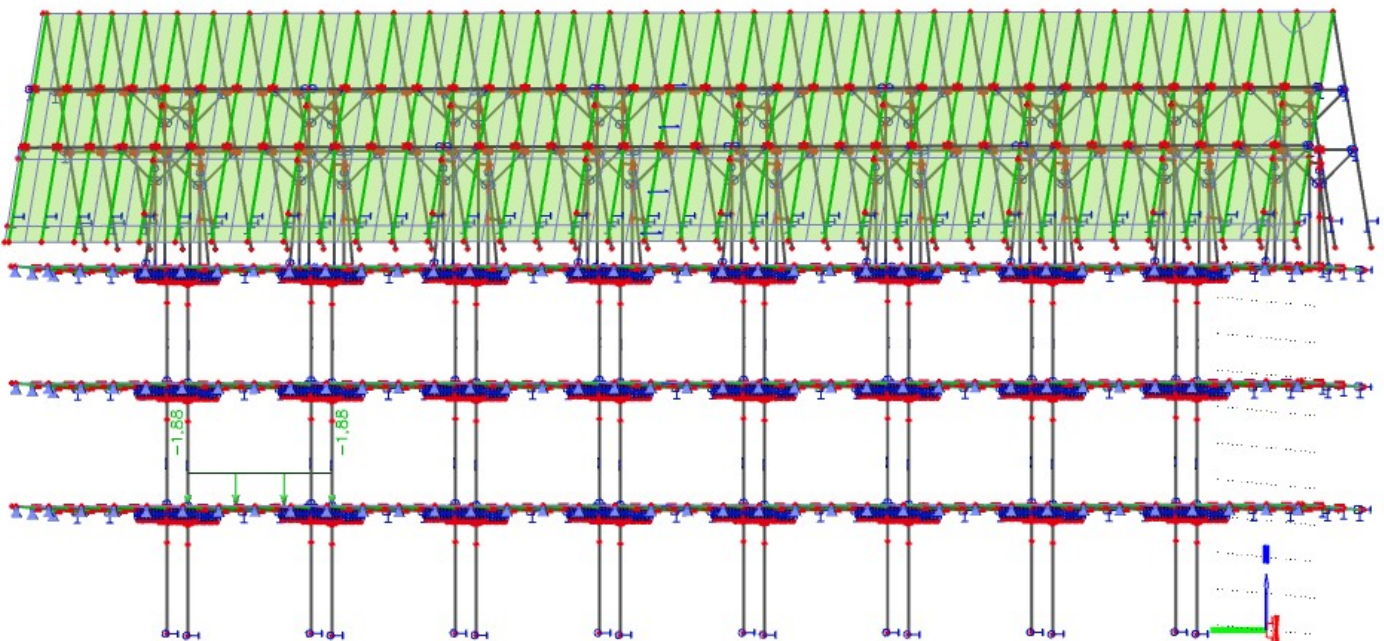
22.ZS - UŽITNÉ XVII

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup> NA PLOŠE 10 m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI PRŮVLAKU 2.NP



23.ZS - UŽITNÉ XVIII

- ZATÍŽENÍ (0,75 kN/m<sup>2</sup> NA PLOŠE 10 m<sup>2</sup>) CÍLENÉ NA OHYBOVÝ MOMENT V POLI PRŮVLAKU 1.NP



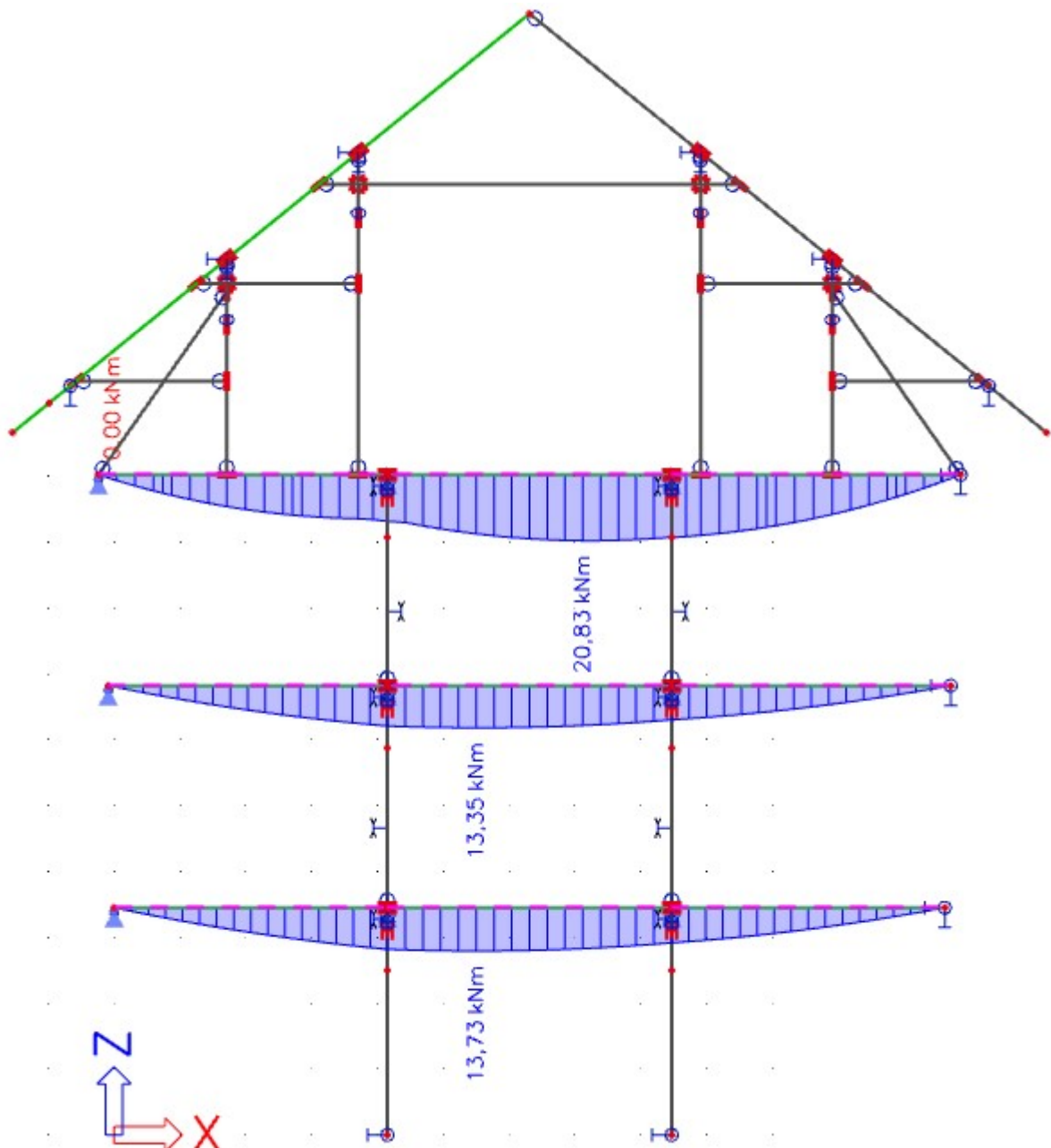
UVAŽOVANÉ KOMBINACE - PRO NELINEÁRNÍ ANALÝZU

- KOMBINACE PODLE VZTAHU 6.10

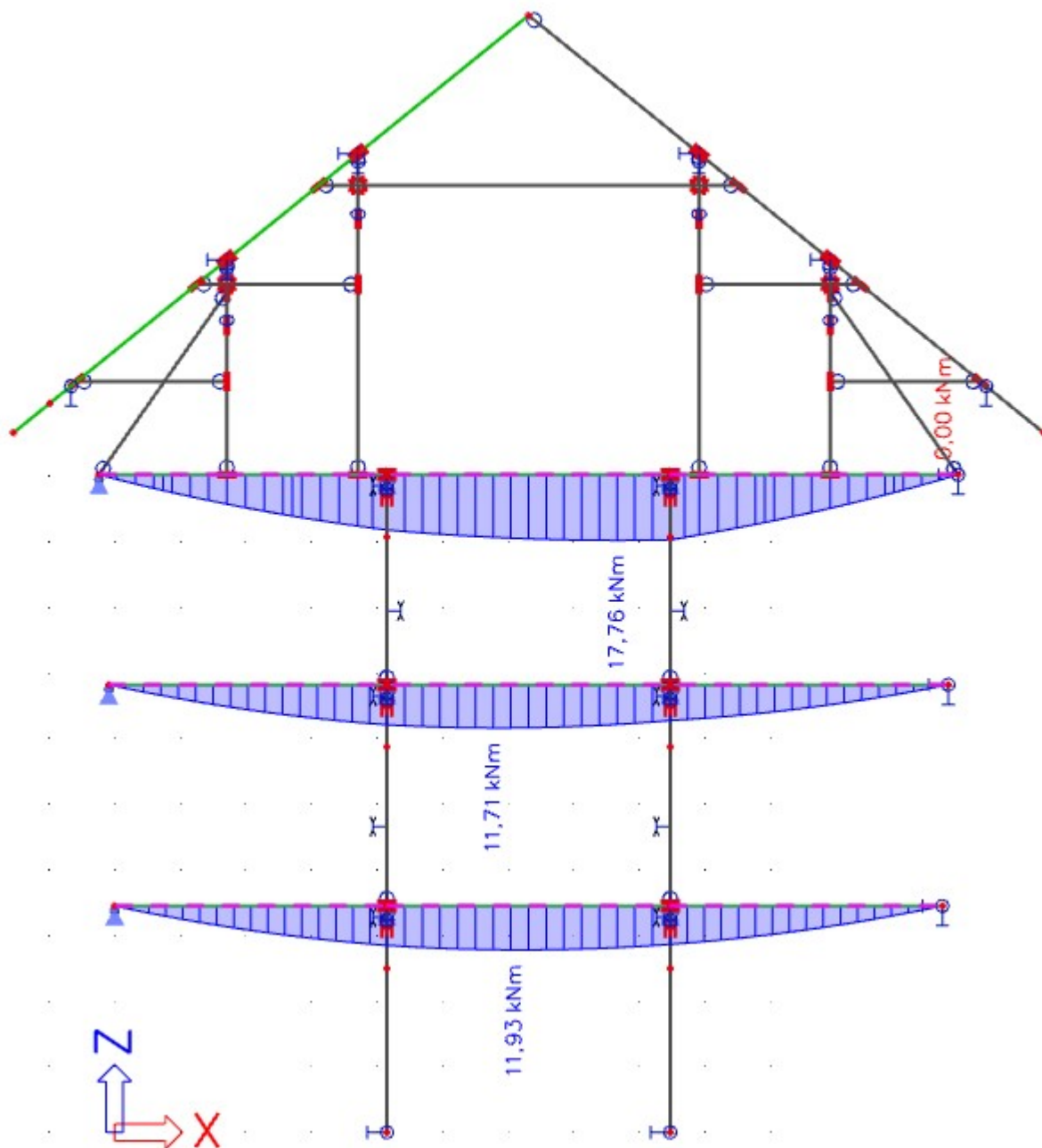
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XIII+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XIV+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XV+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XVI+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XVII+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+1,5\*0,5\*snih+1,5\*0,6\*vitr+1,5\*1\*uzitné XVIII+seschnutí
- NK\_MSÚ 1,35\*stálé+seschnutí

VÝBĚR VÝSLEDKŮ PODLE DOBY TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ

KOMBINACE S PROMĚNNÝM ZATÍŽENÍM



## KOMBINACE BEZ PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ



## POROVNÁNÍ - STROPNICE

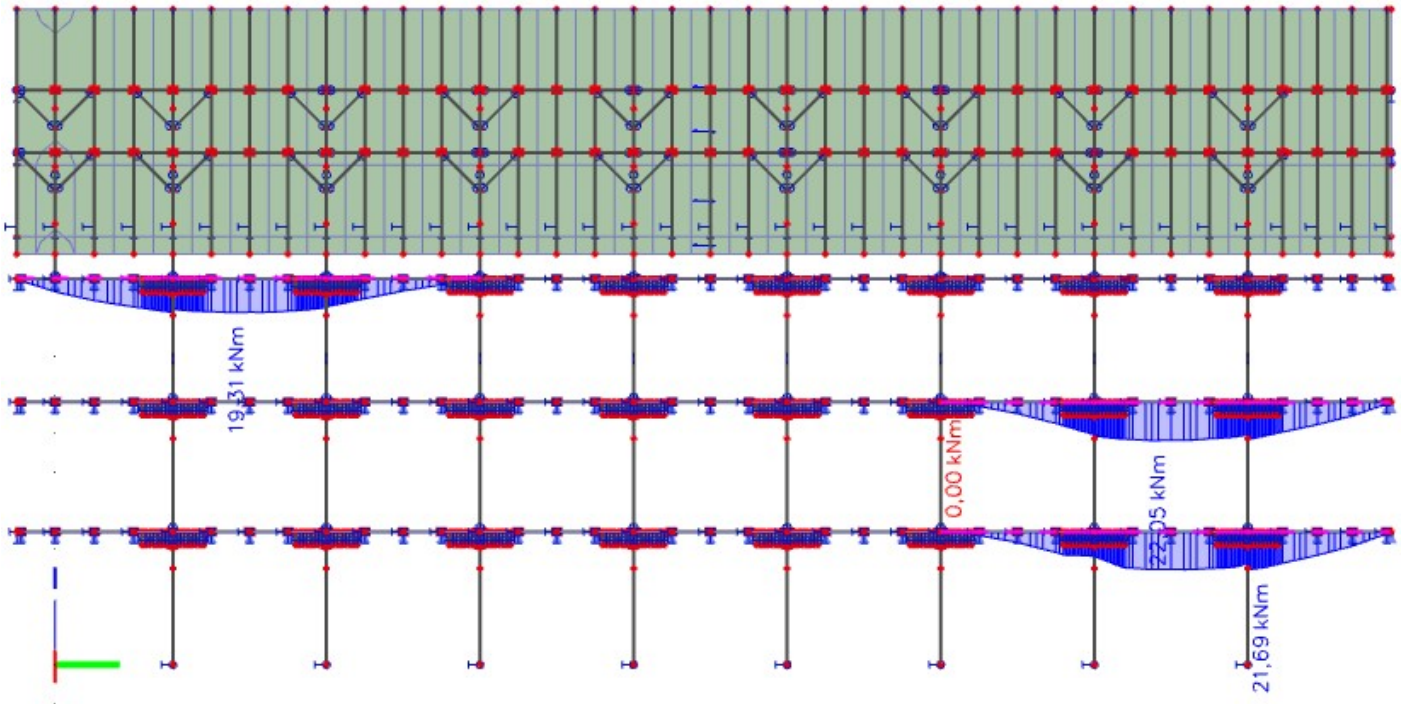
$$\frac{20.83}{0.9} = 23.144 < \frac{17.76}{0.6} = 29.6$$

$$\frac{13.35}{0.9} = 14.833 < \frac{11.71}{0.6} = 19.517$$

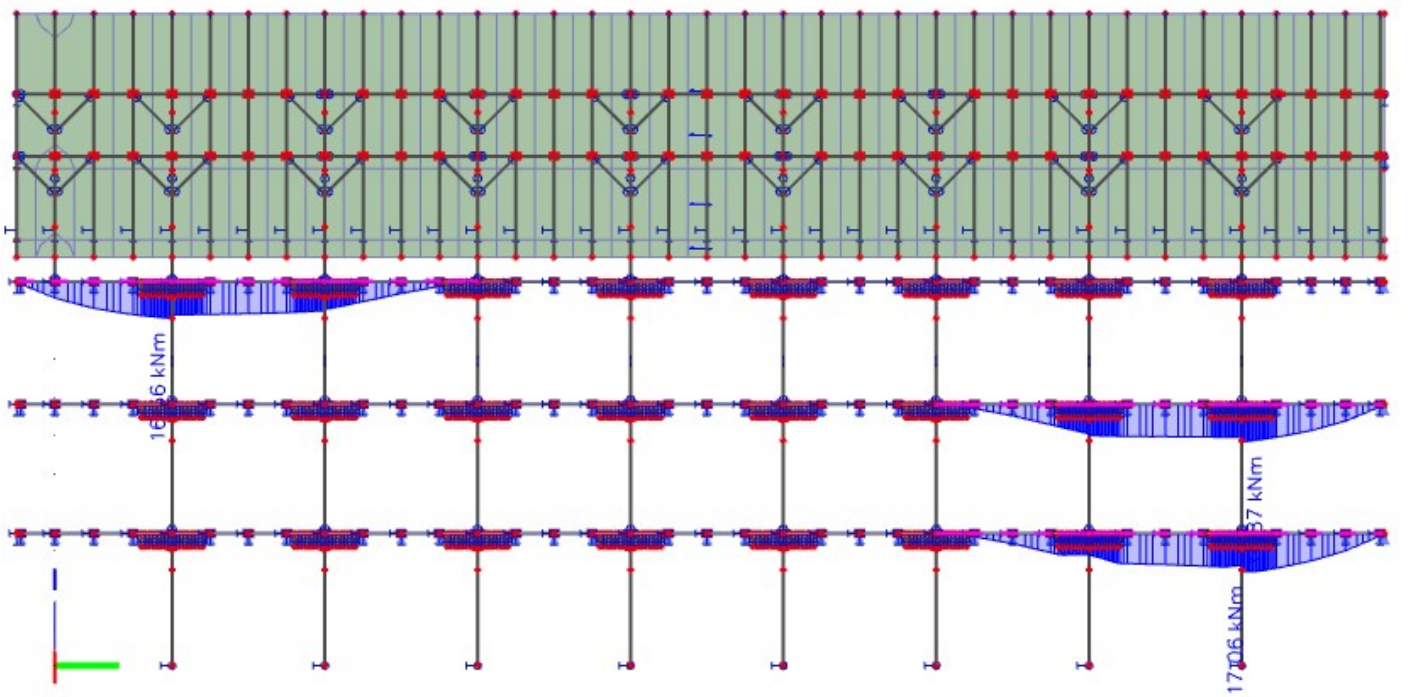
$$\frac{13.73}{0.9} = 15.256 < \frac{11.93}{0.6} = 19.883$$

→ KOMBINACE BEZ PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ JE MĚNĚ PŘÍZNIVÁ

KOMBINACE S PROMĚNNÝM ZATÍŽENÍM



KOMBINACE BEZ PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ



POROVNÁNÍ - PRŮVLAKY

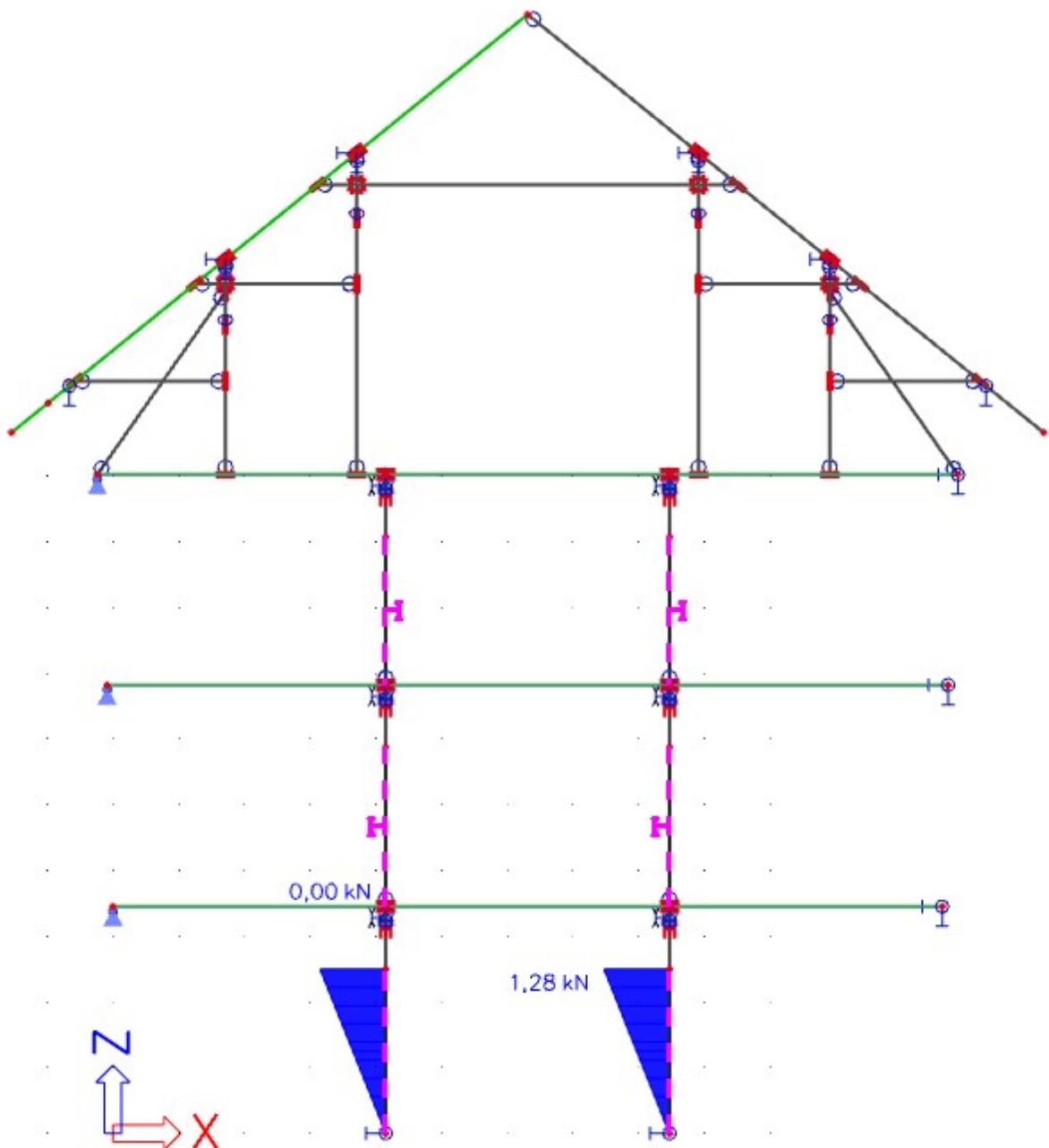
$$\frac{19.31}{0.9} = 21.456 < \frac{16.36}{0.6} = 27.267$$

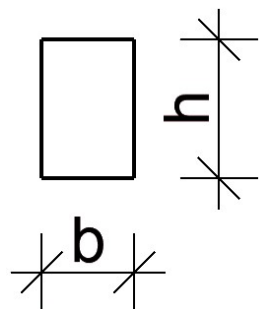
$$\frac{22.05}{0.9} = 24.5 < \frac{16.87}{0.6} = 28.117$$

$$\frac{21.69}{0.9} = 24.1 < \frac{17.06}{0.6} = 28.433$$

→ KOMBINACE BEZ PROMĚNNÉHO ZATÍŽENÍ JE MÉNĚ PŘÍZNIVÁ

SÍLY VE SLOUPCÍCH





$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

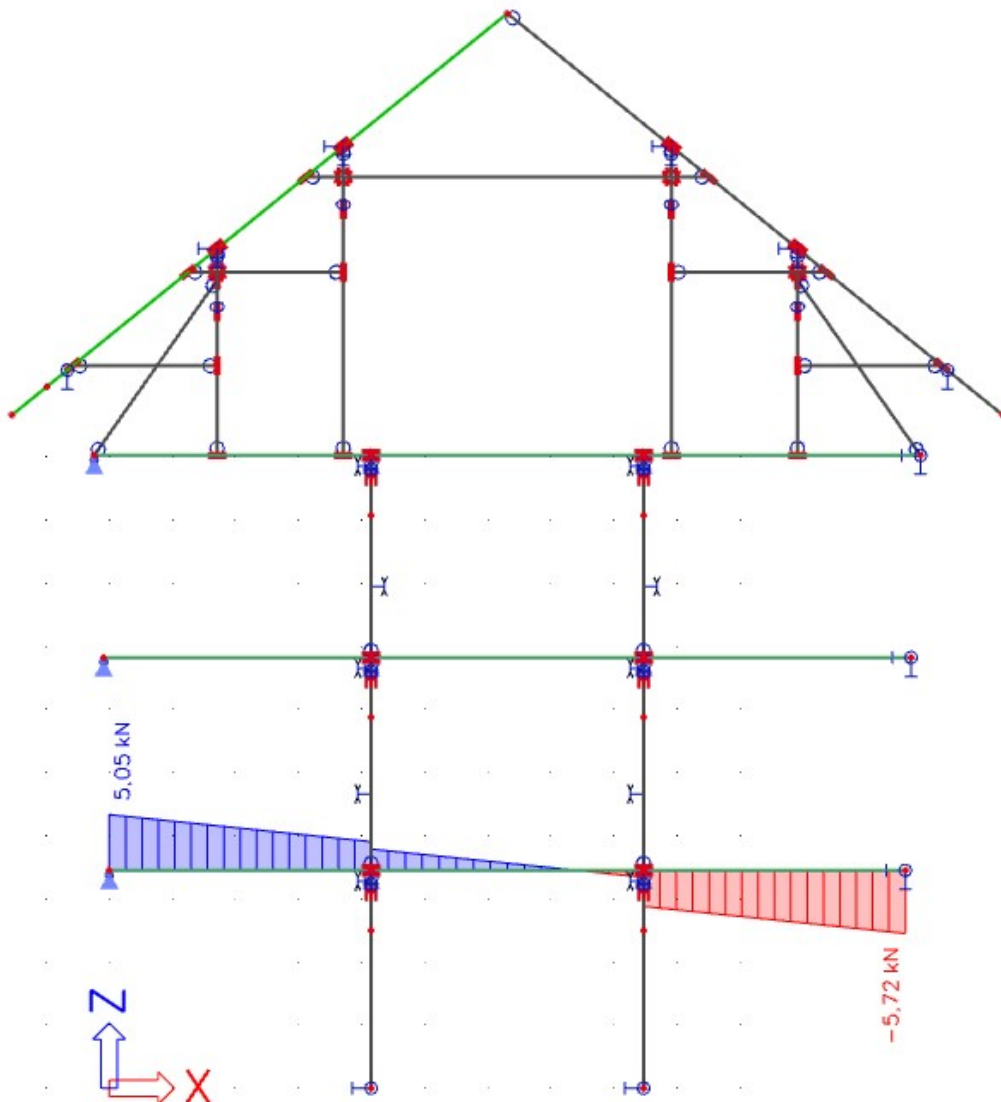
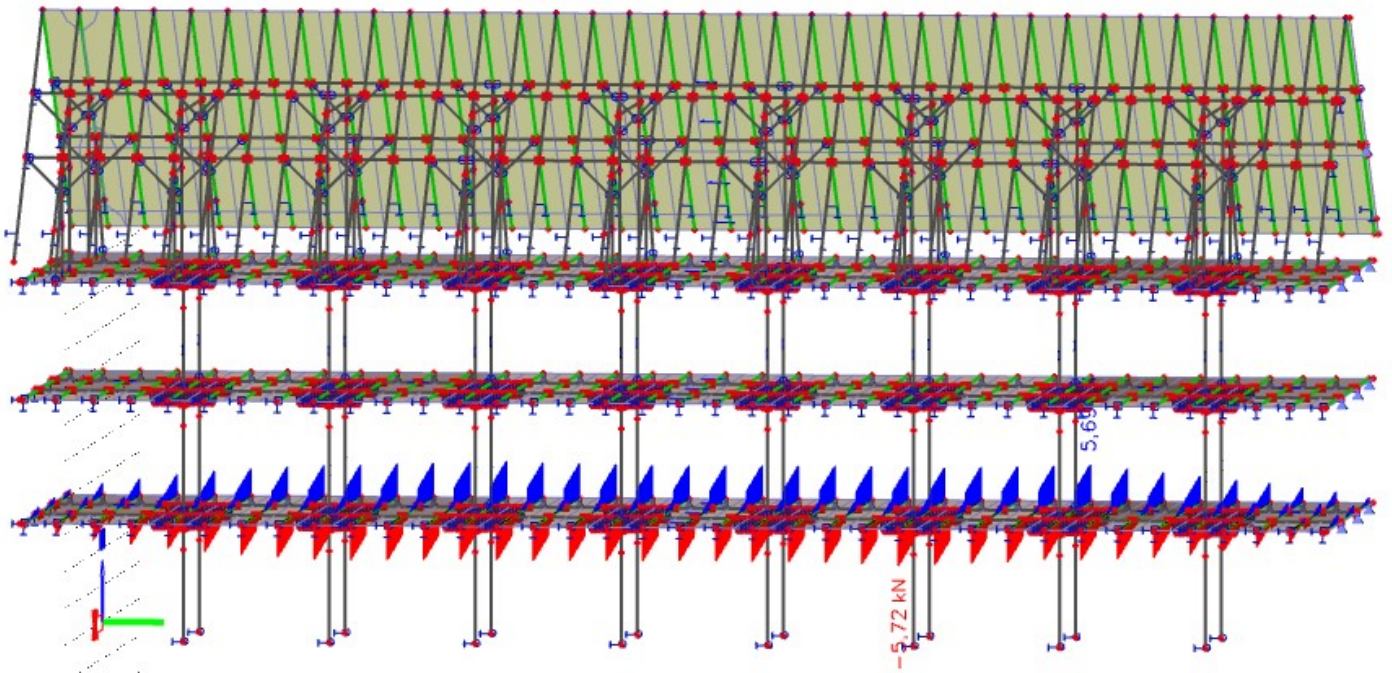
PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ NA STĚNU

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA



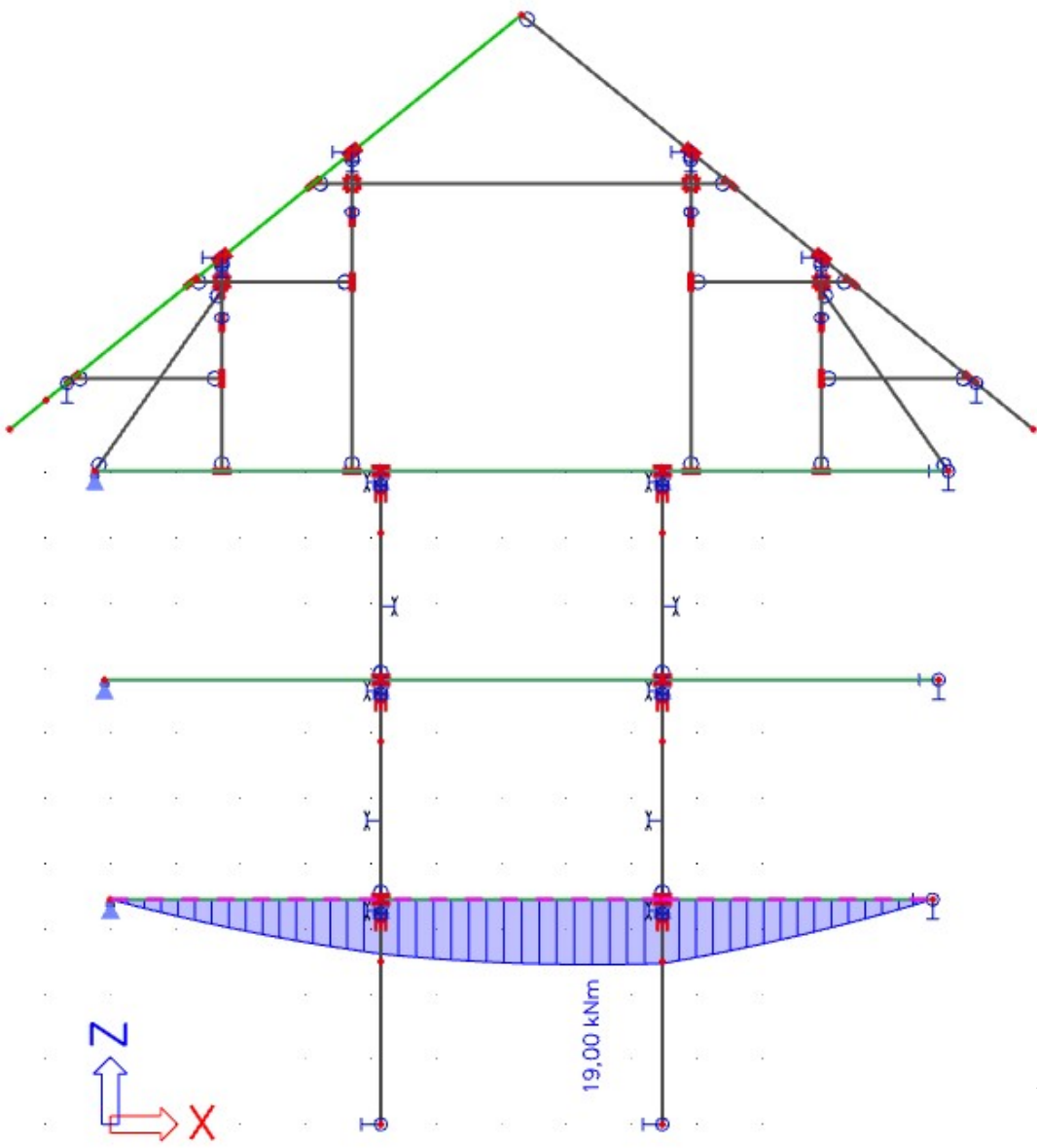
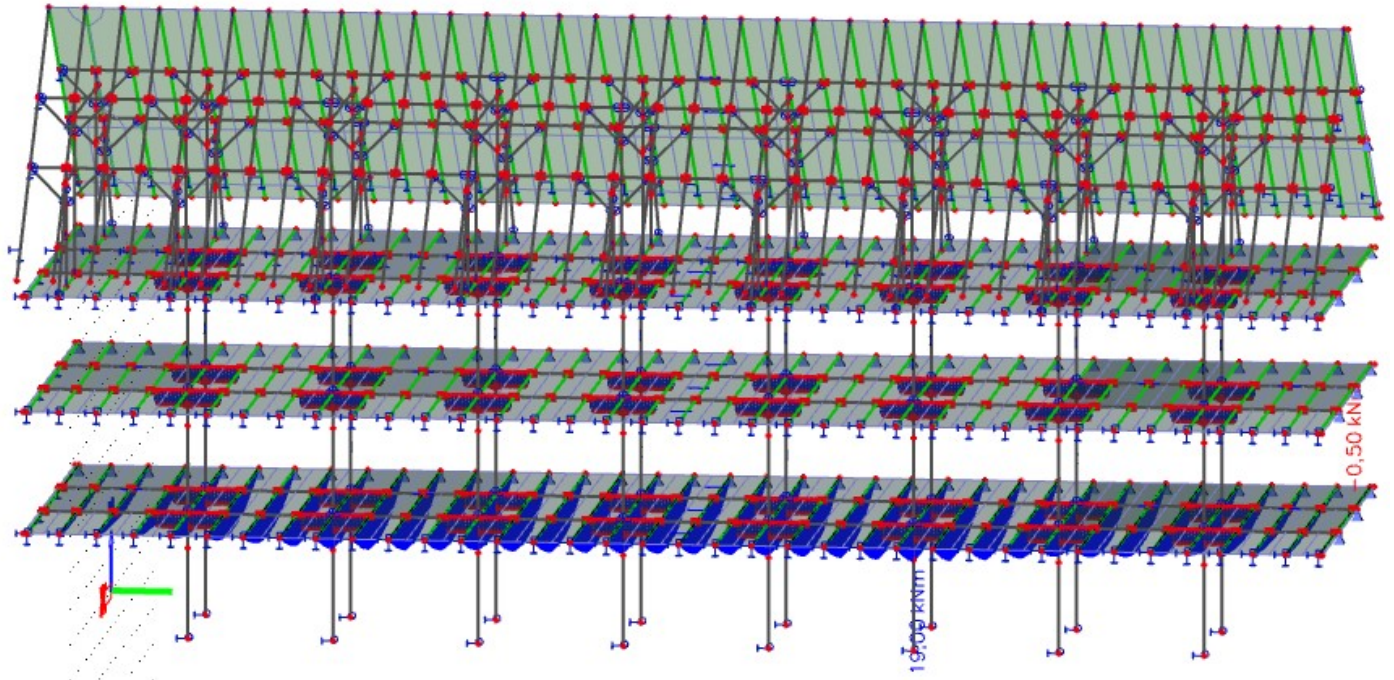
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 5.72 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 19.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

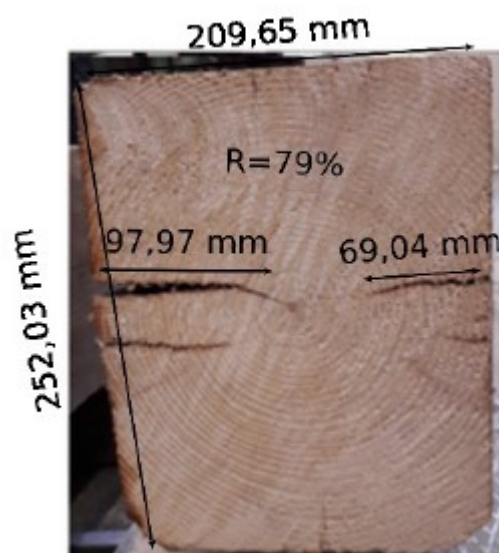
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 7.108 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.688 \text{ MPa}$$



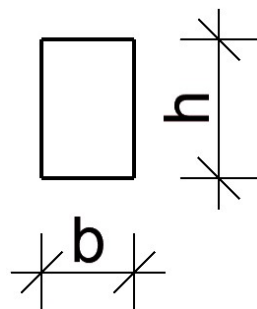
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.642 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.373 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

DŘEVO: C24



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

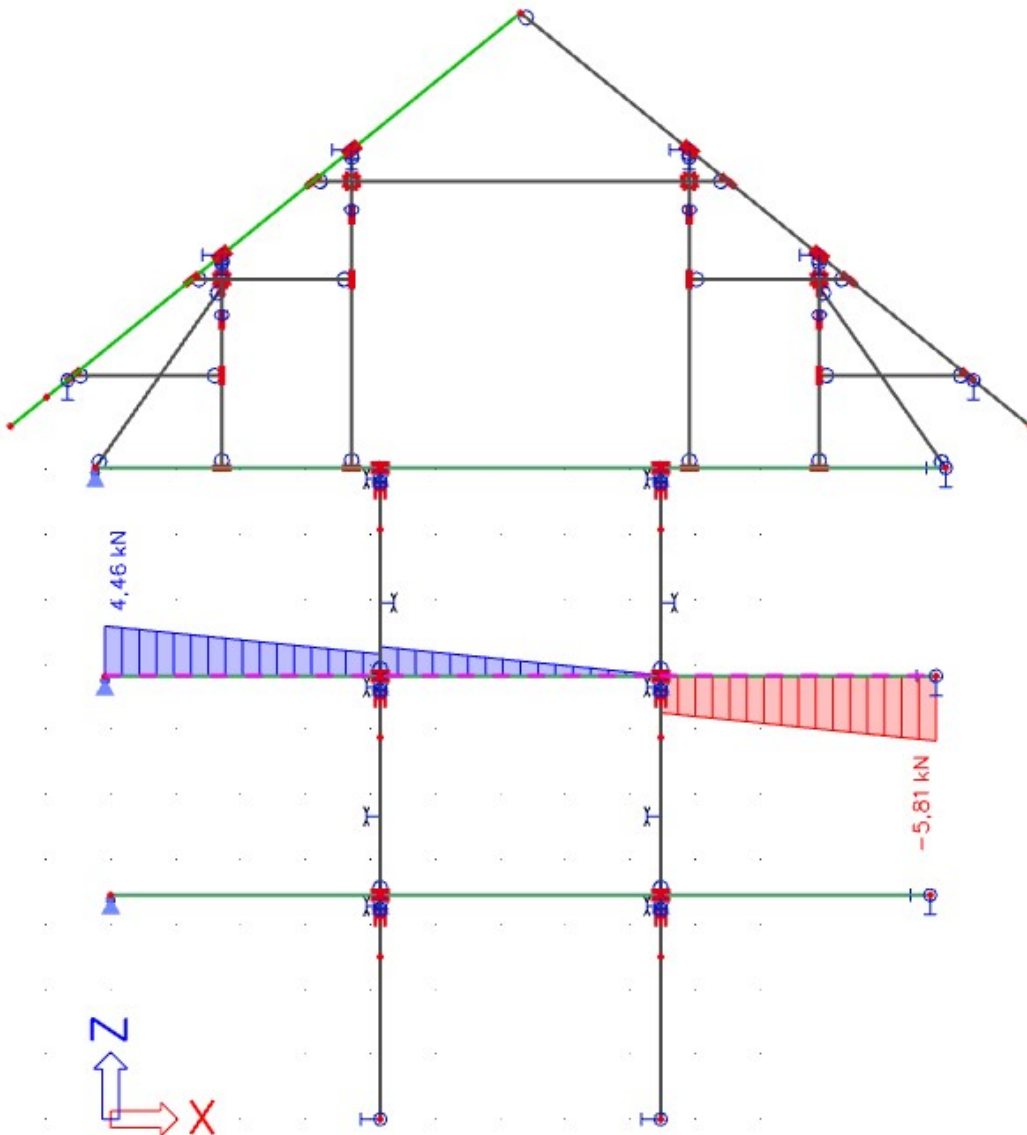
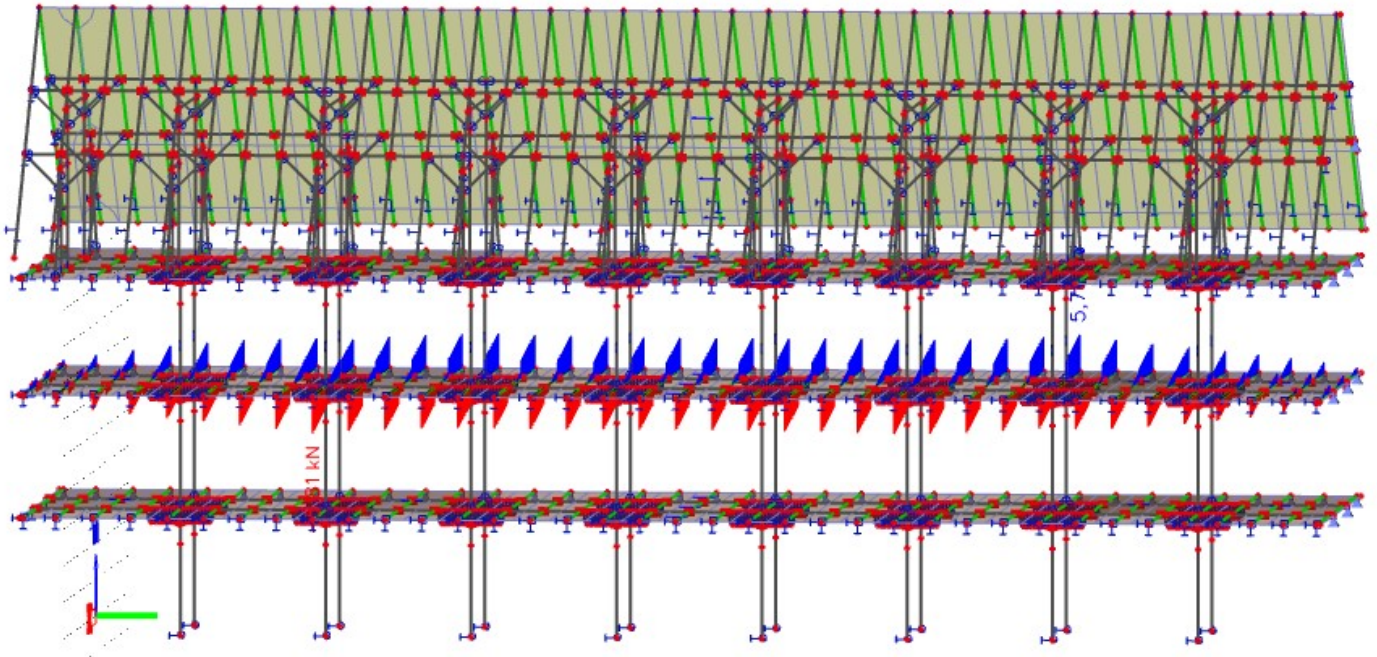
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ NA STĚNU

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

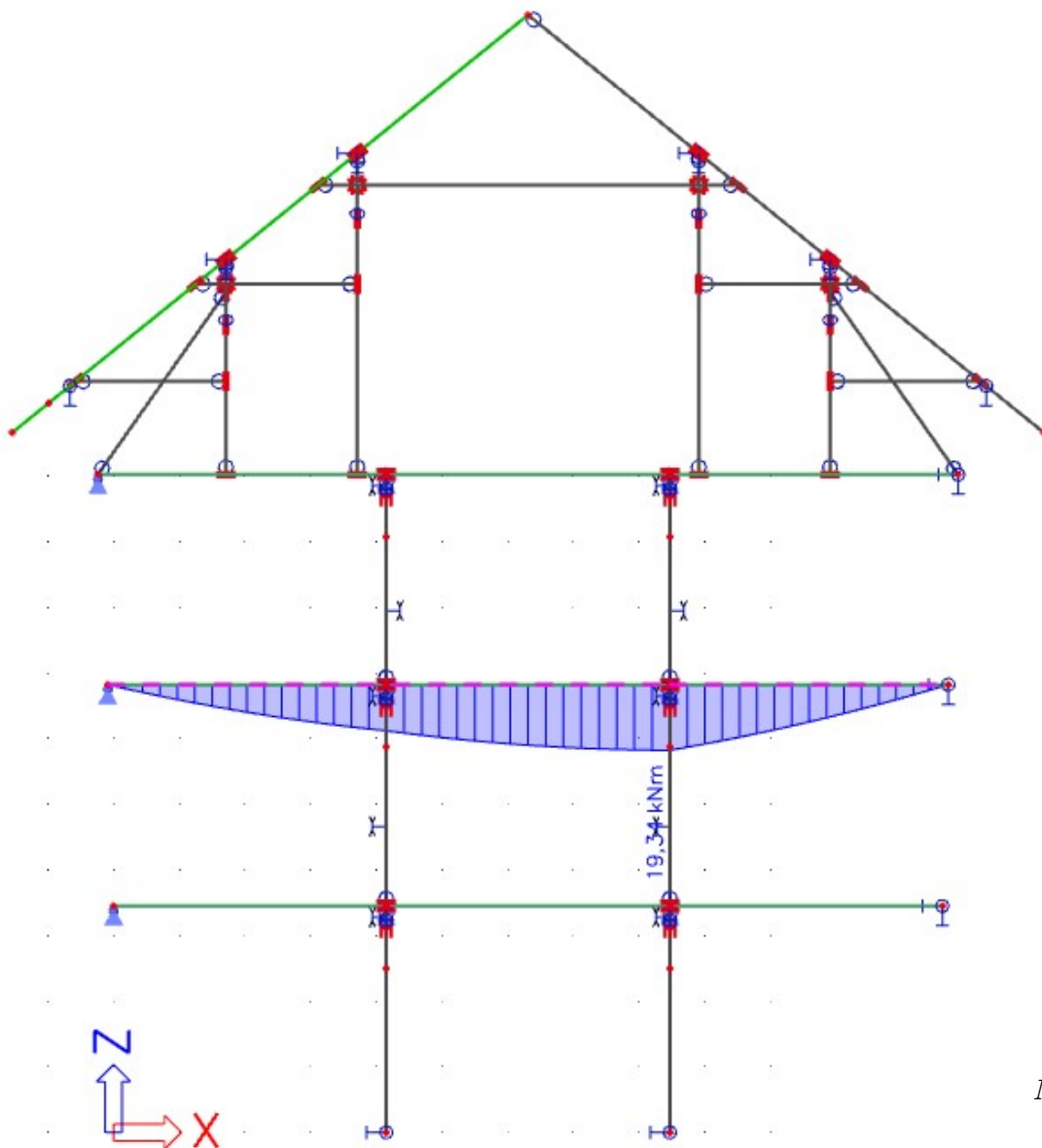
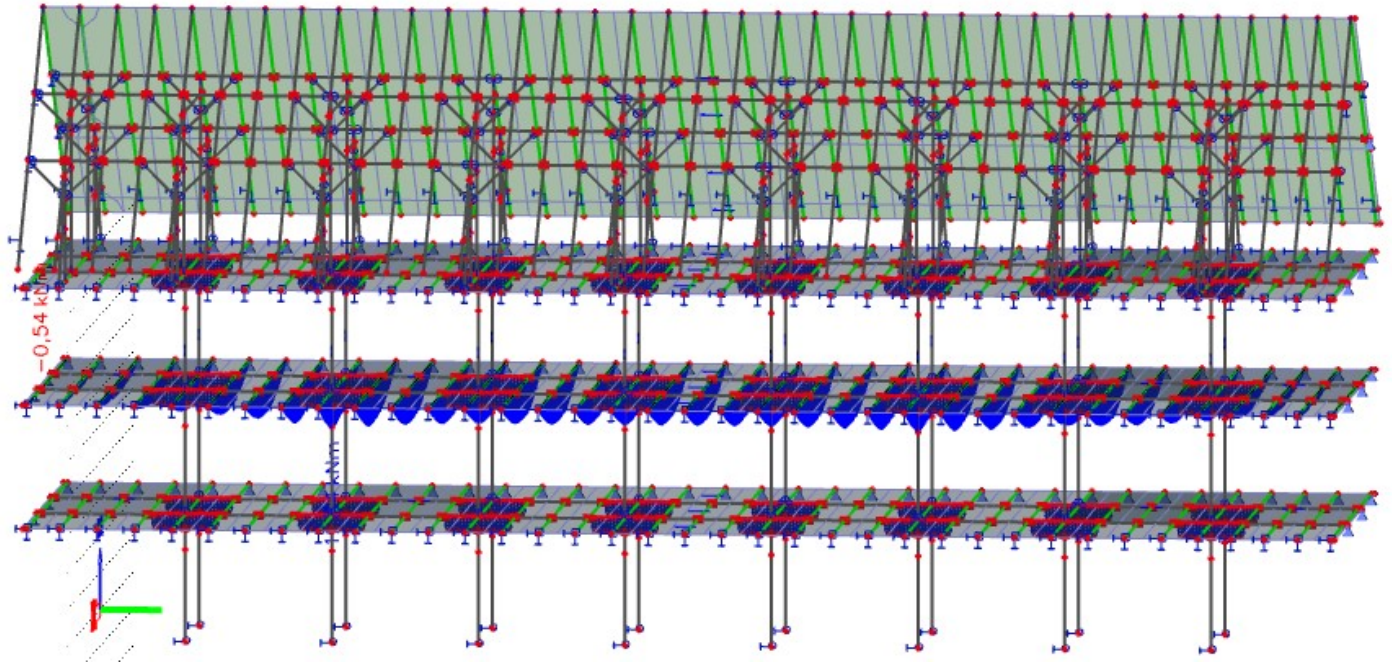
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 5.81 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 19.34 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

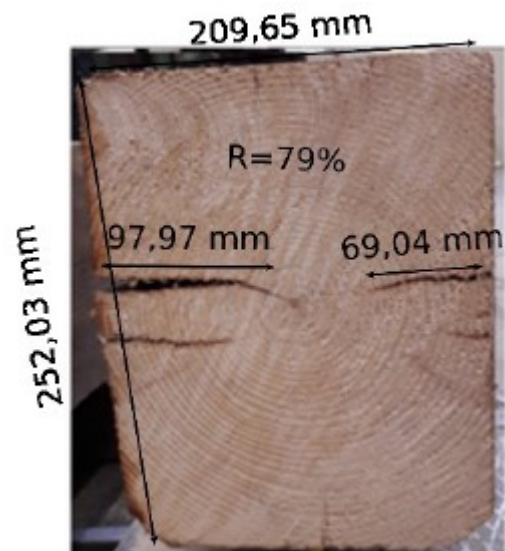
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 7.235 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.699 \text{ MPa}$$

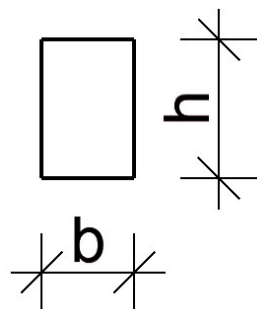


## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.653 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.378 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

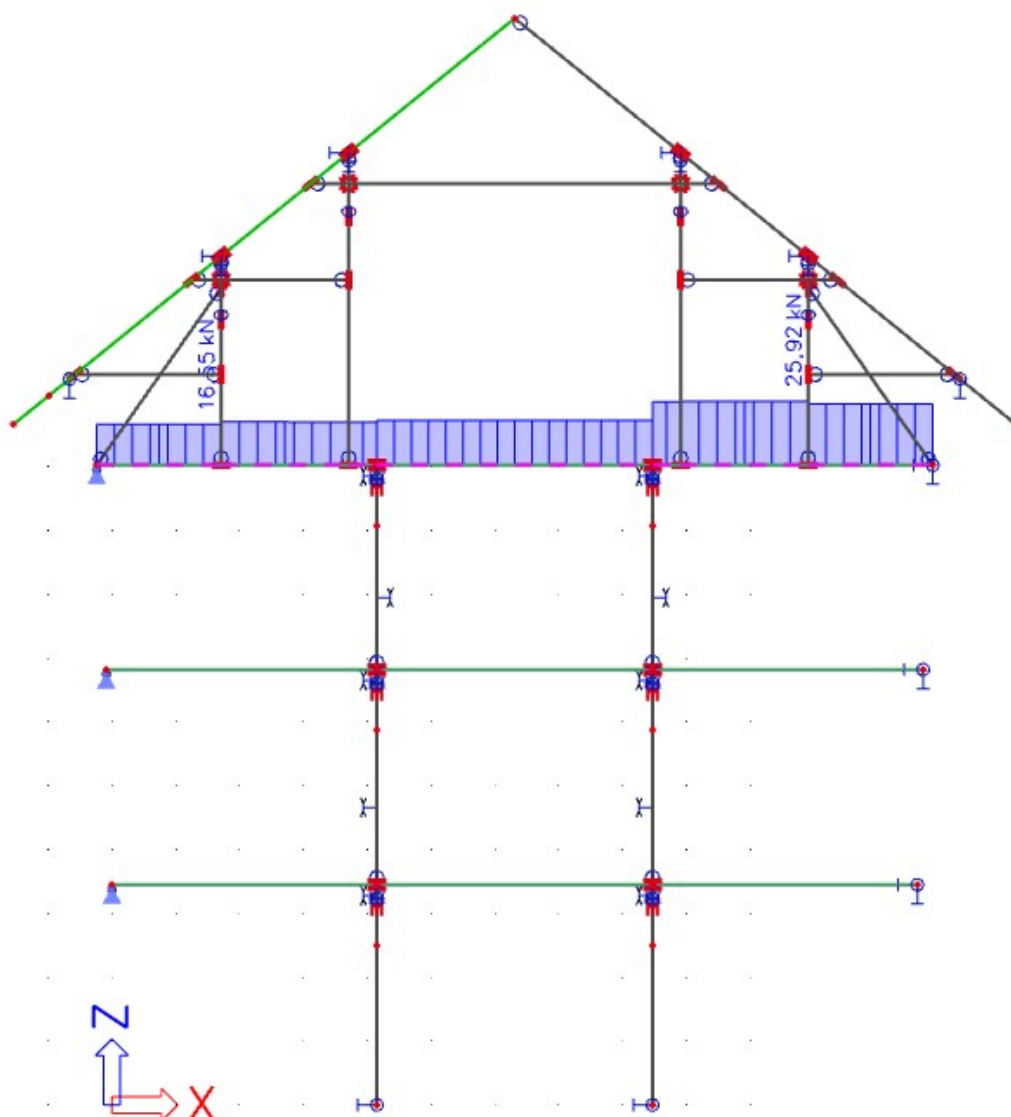
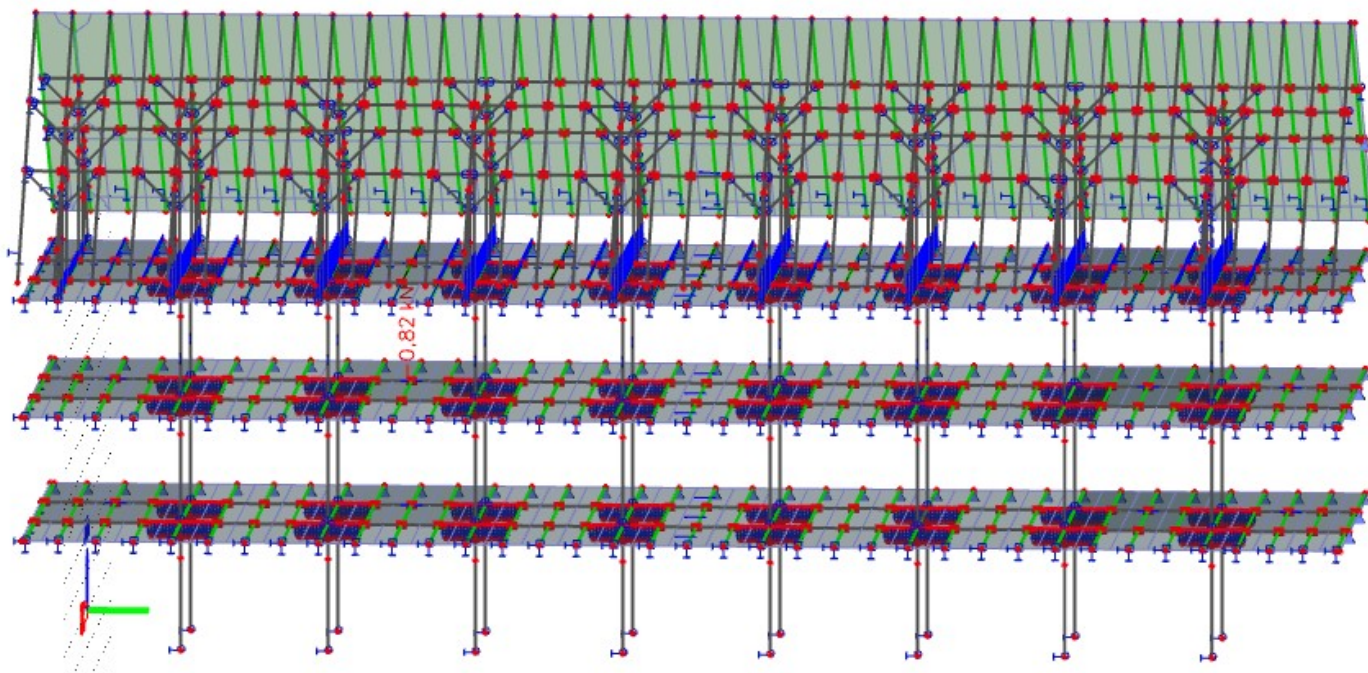
PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ NA STĚNU

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

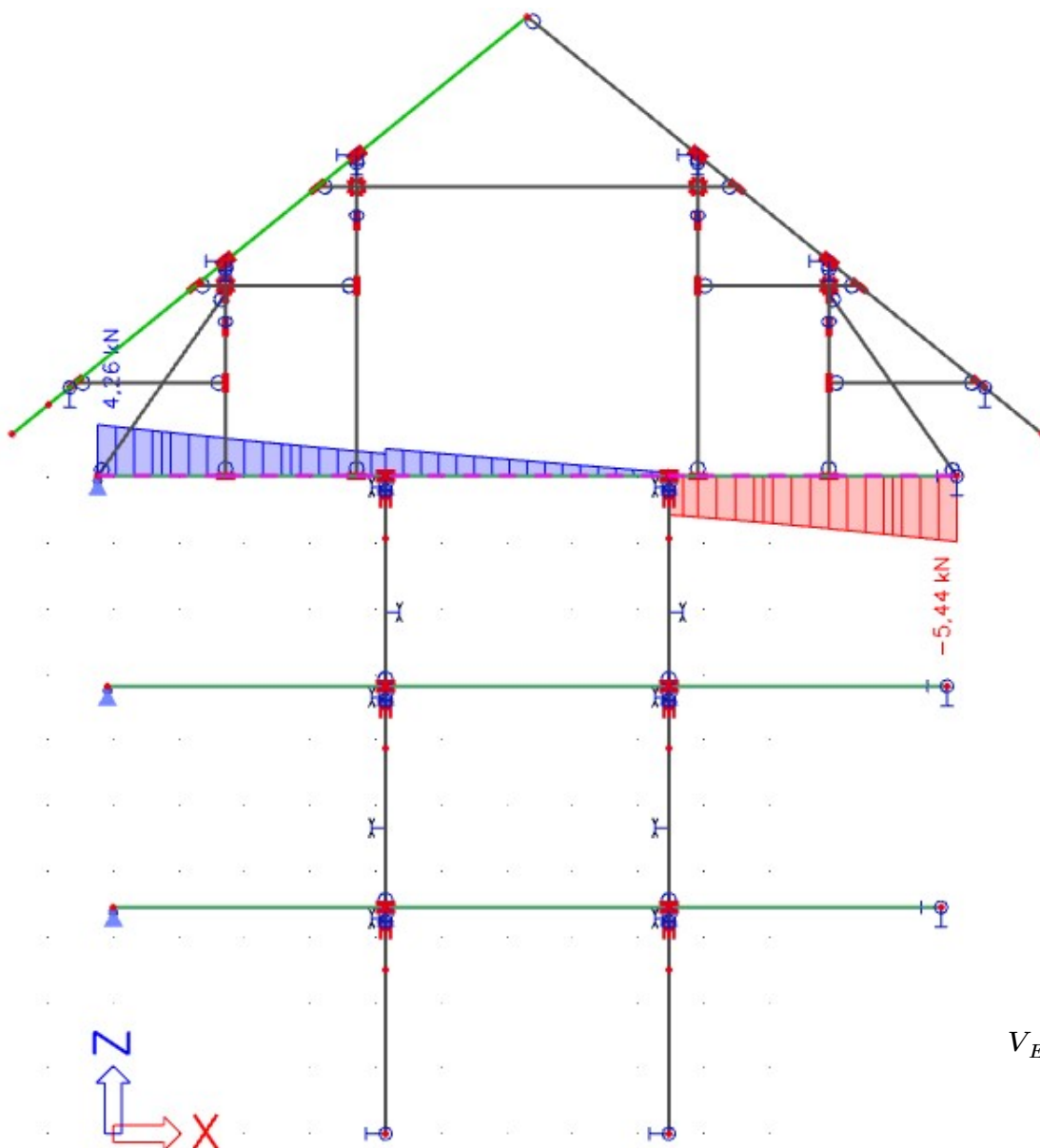
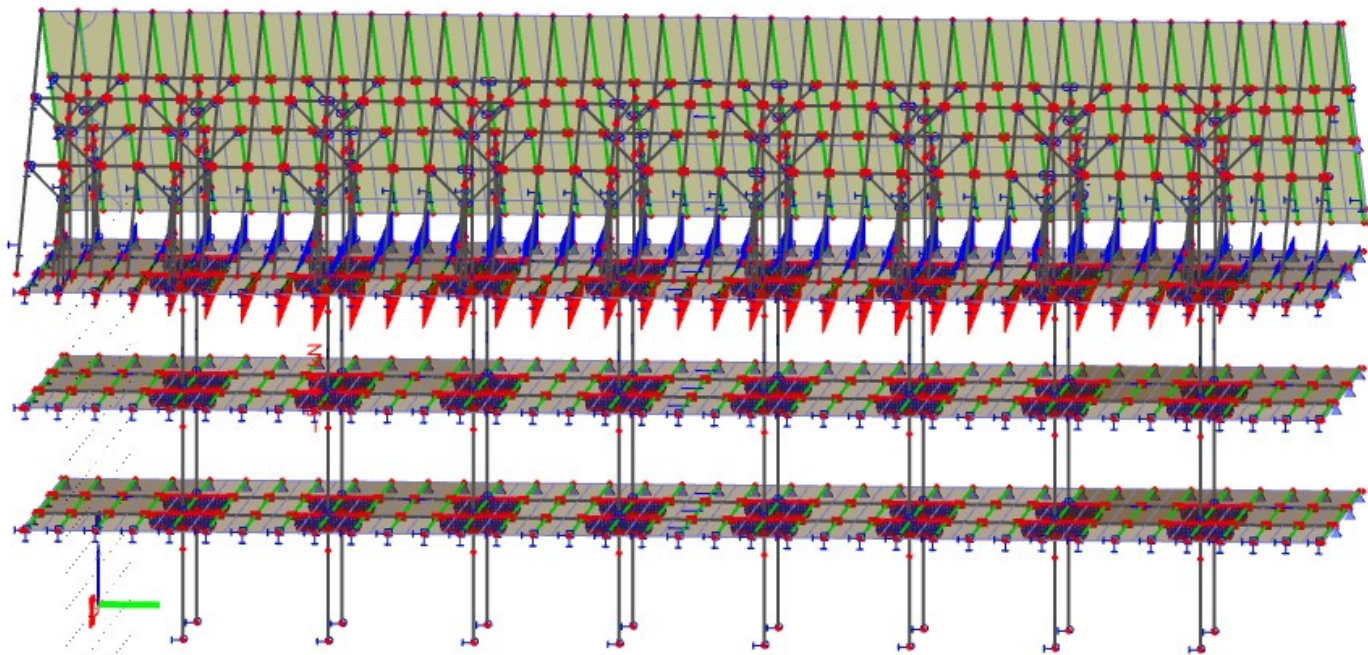


## VNITŘNÍ SÍLY

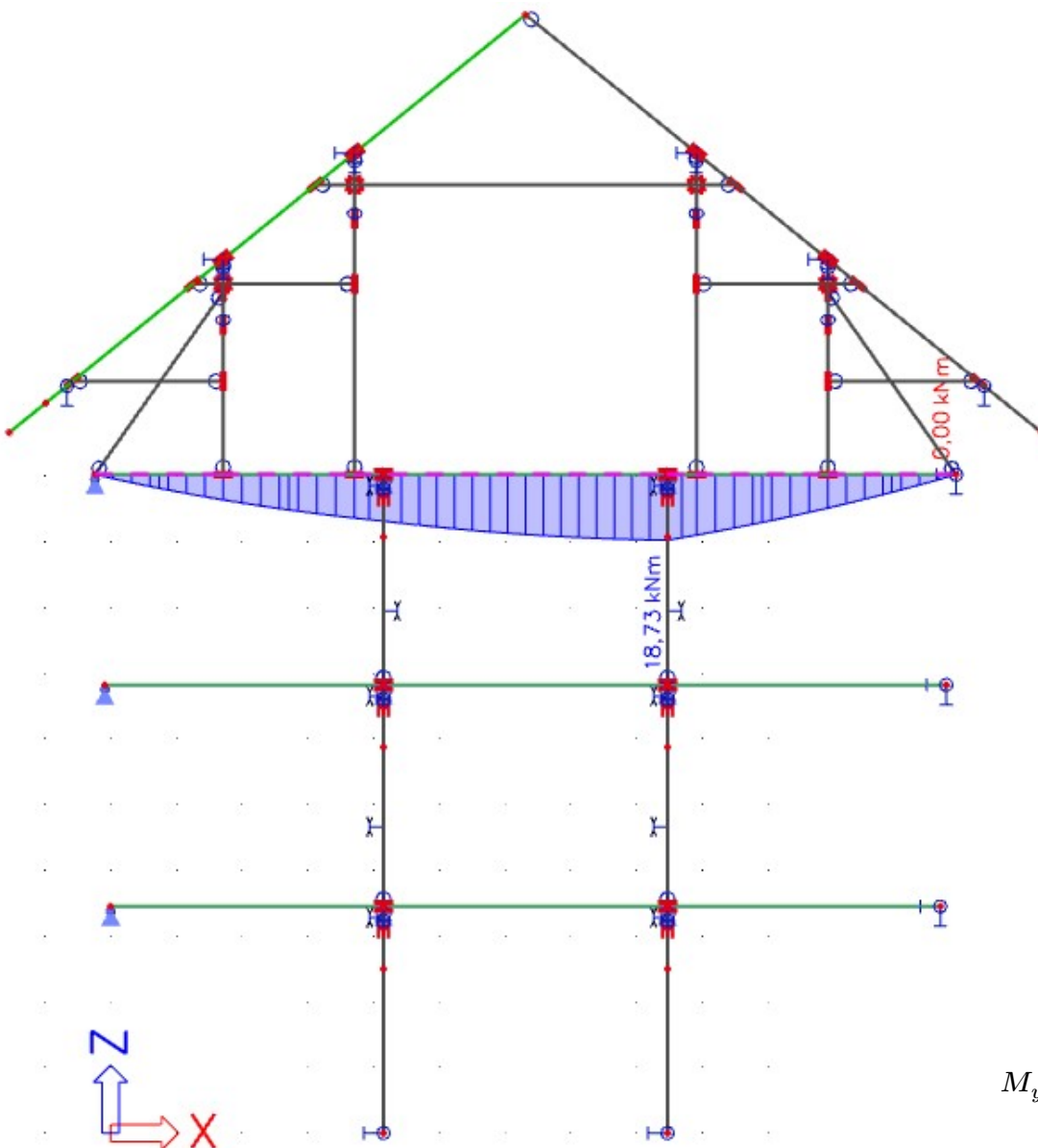
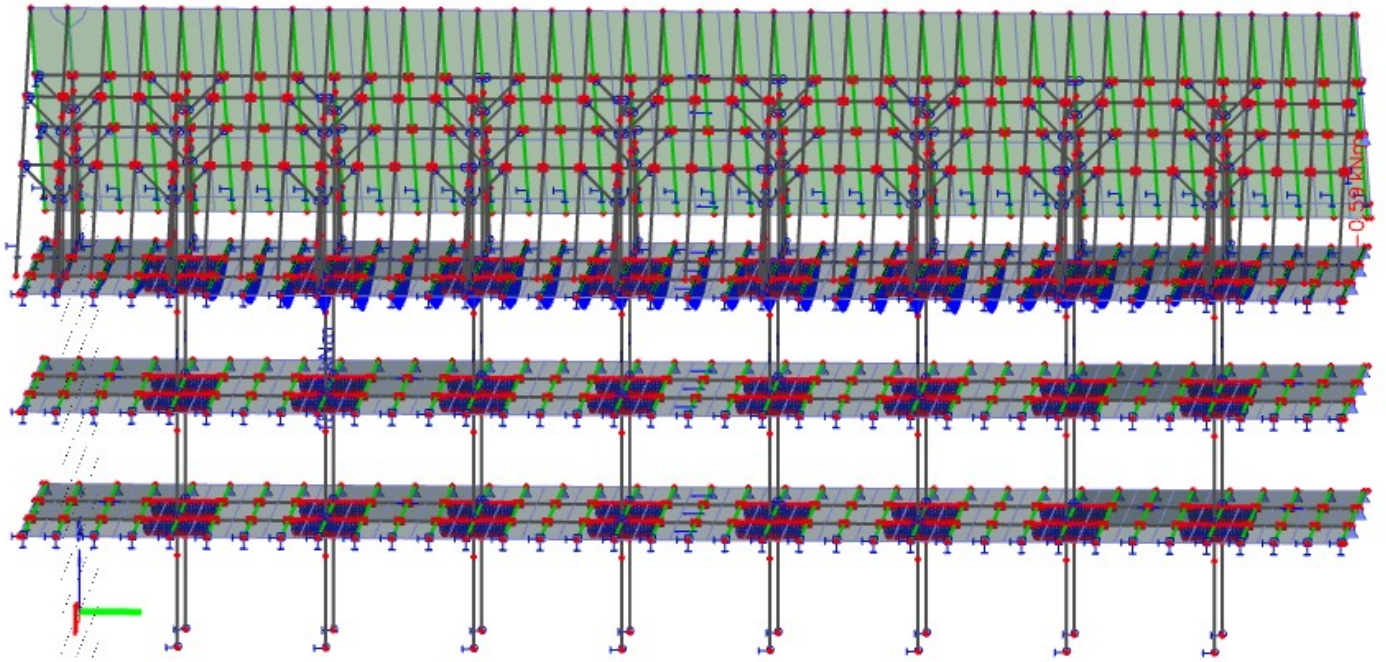
NORMÁLOVÉ SÍLY [kN]



POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_M} = 6.692 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 7.007 \text{ MPa}$$

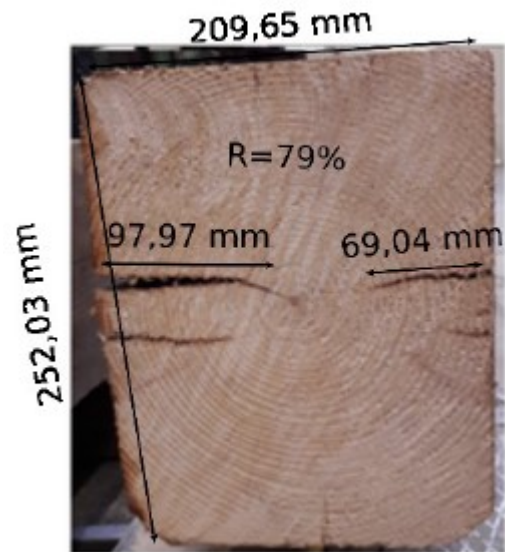
$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{E.d}}{b \cdot h} = 0.436 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.654 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.698 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.354 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 37 Z 37}$$

DŘEVO: C24

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

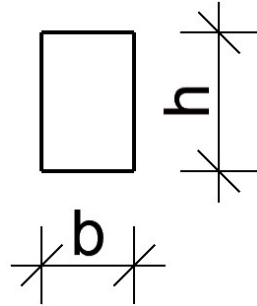
$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ STROPNIC

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

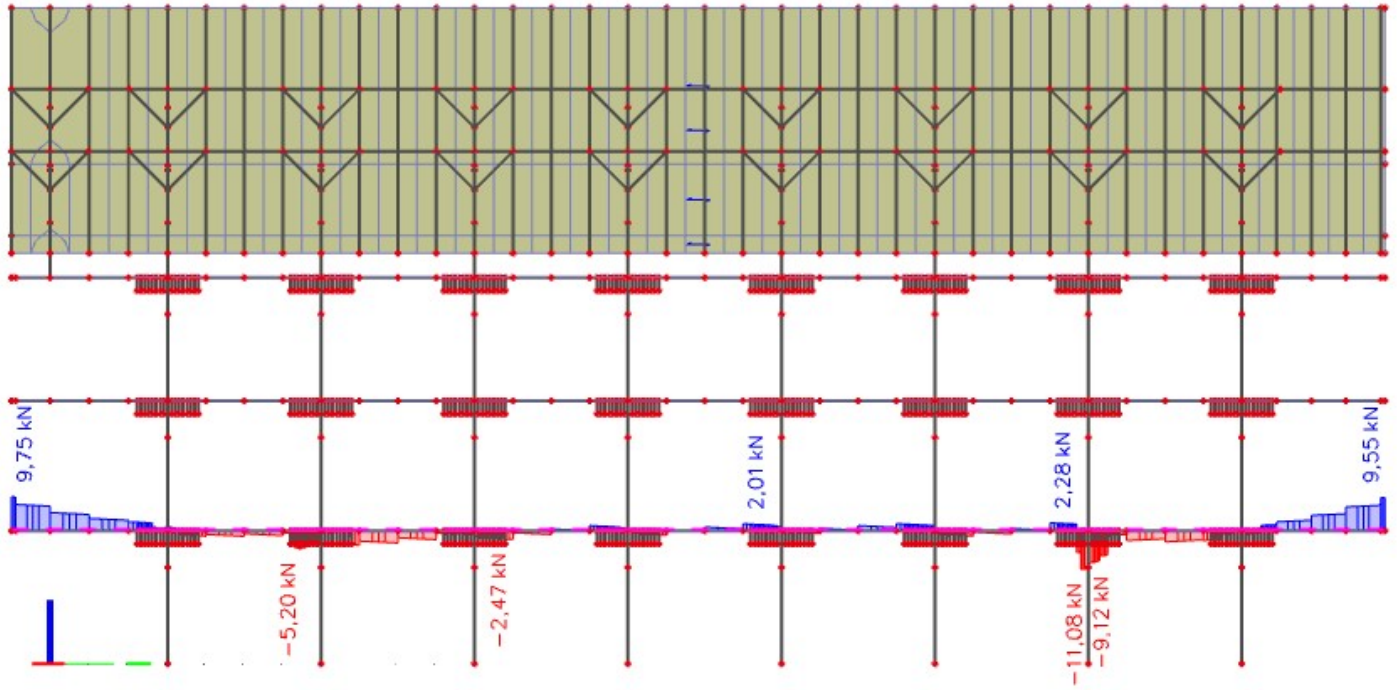
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

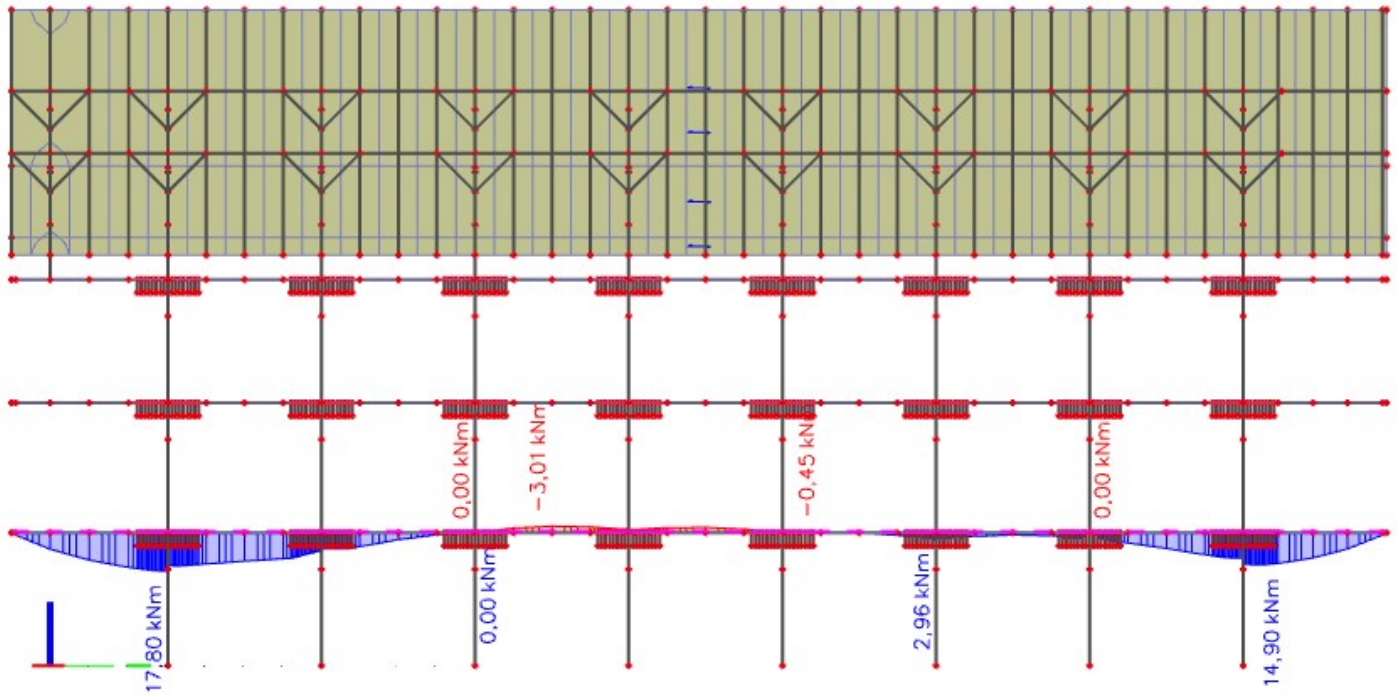
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 11.08 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 17.80 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

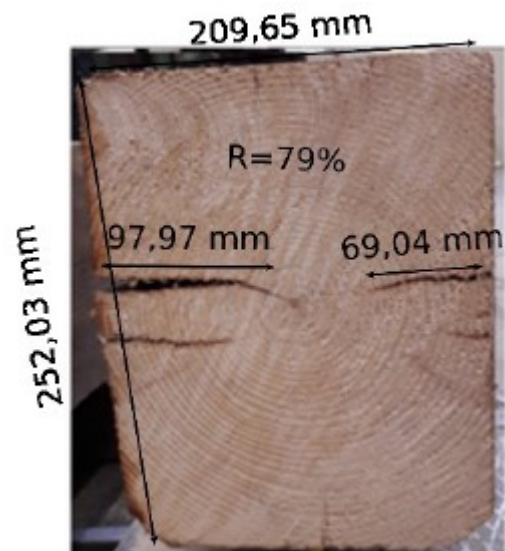
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 3.503 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.857 \text{ MPa}$$



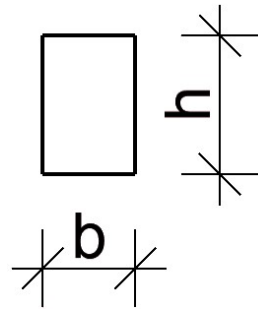
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.316 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.464 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

DŘEVO: C24



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ STROPNIC

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

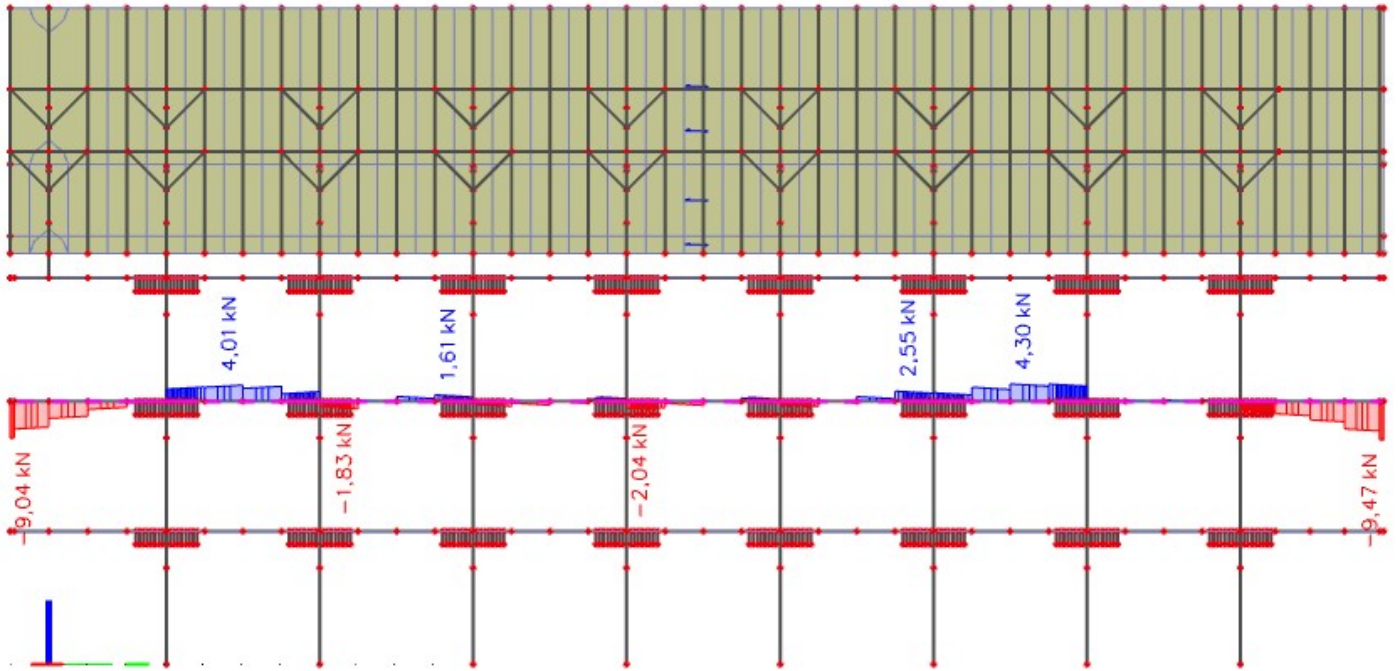
$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$



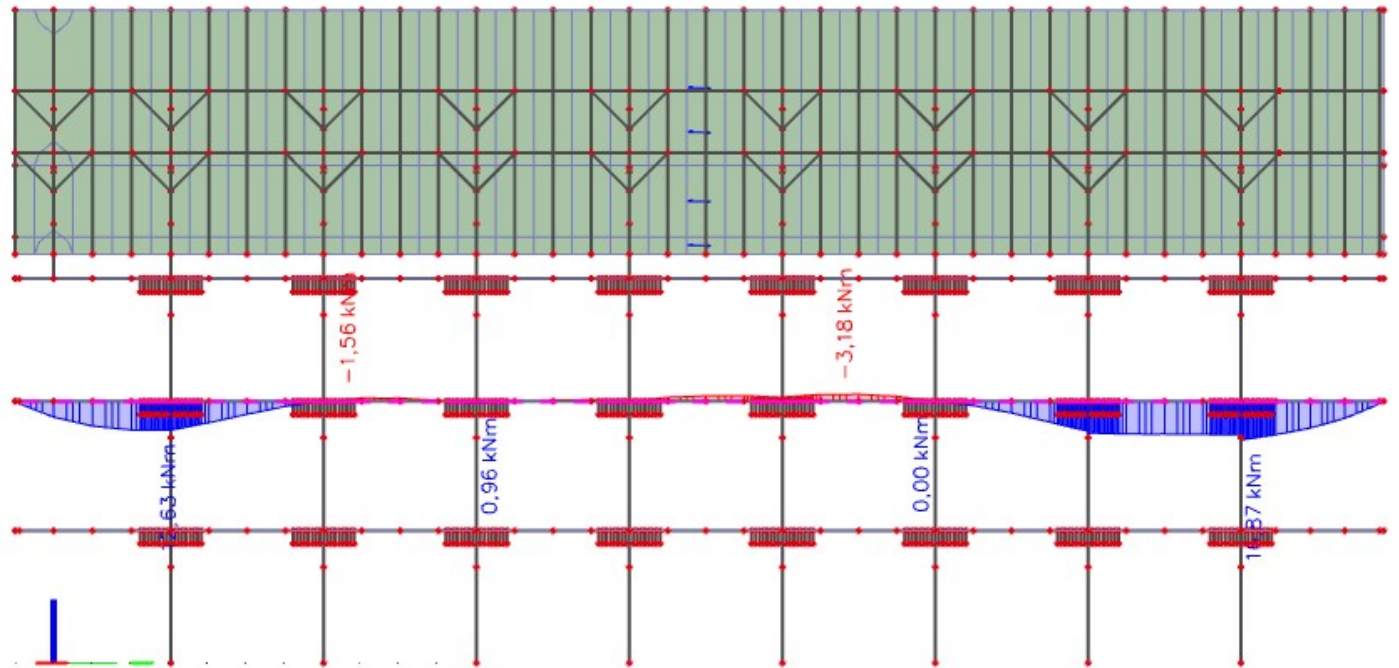
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 9.47 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 16.87 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

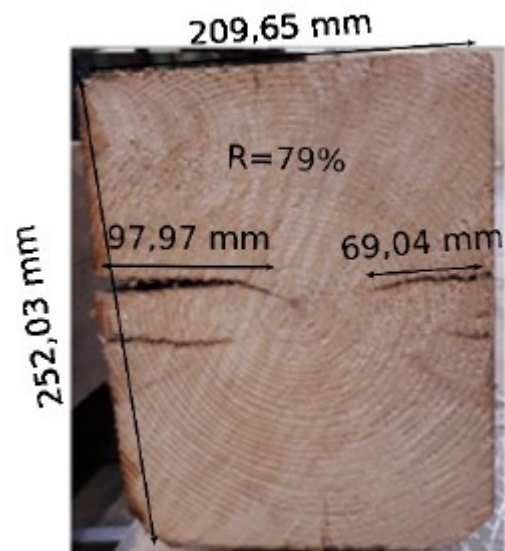
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 3.32 \text{ MPa}$$

SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.732 \text{ MPa}$$



POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.3 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.397 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

DŘEVO: C24

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

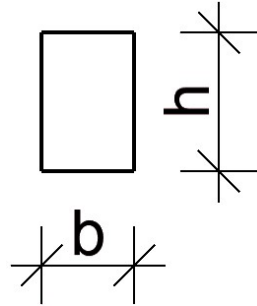
$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.6$$

$$\gamma_M := 1.3$$



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ STROPNIC

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

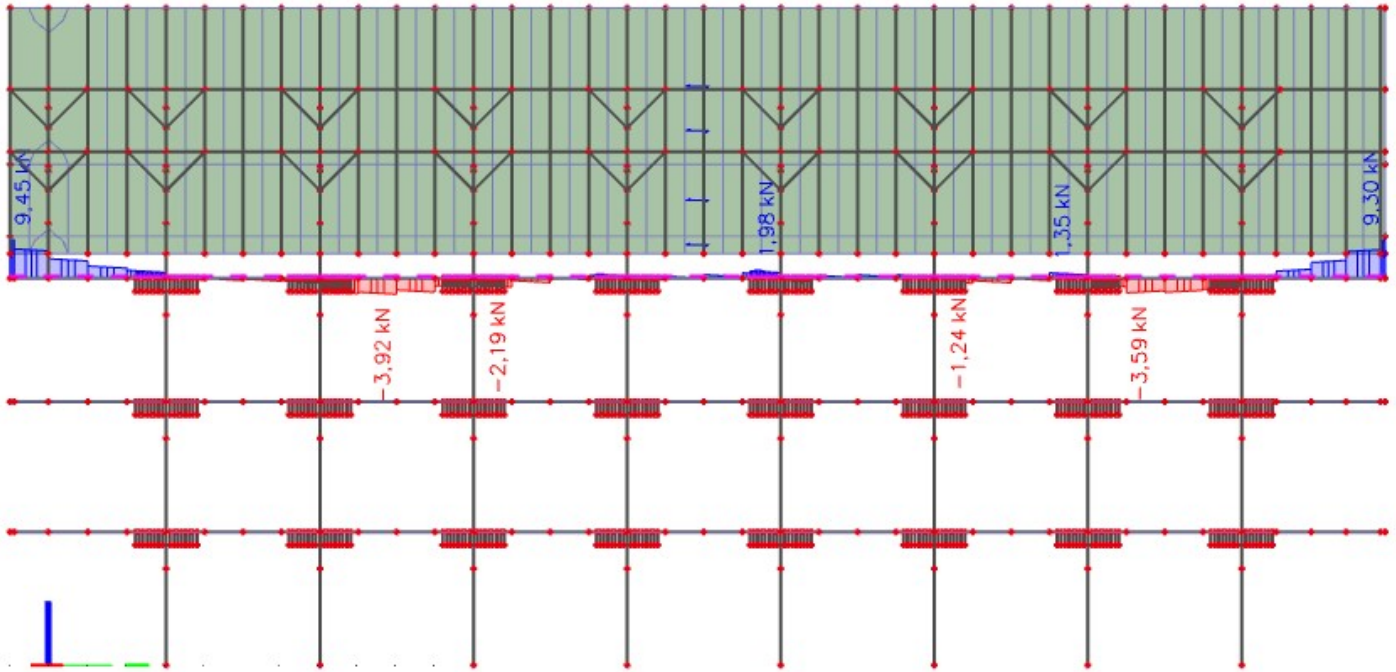
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

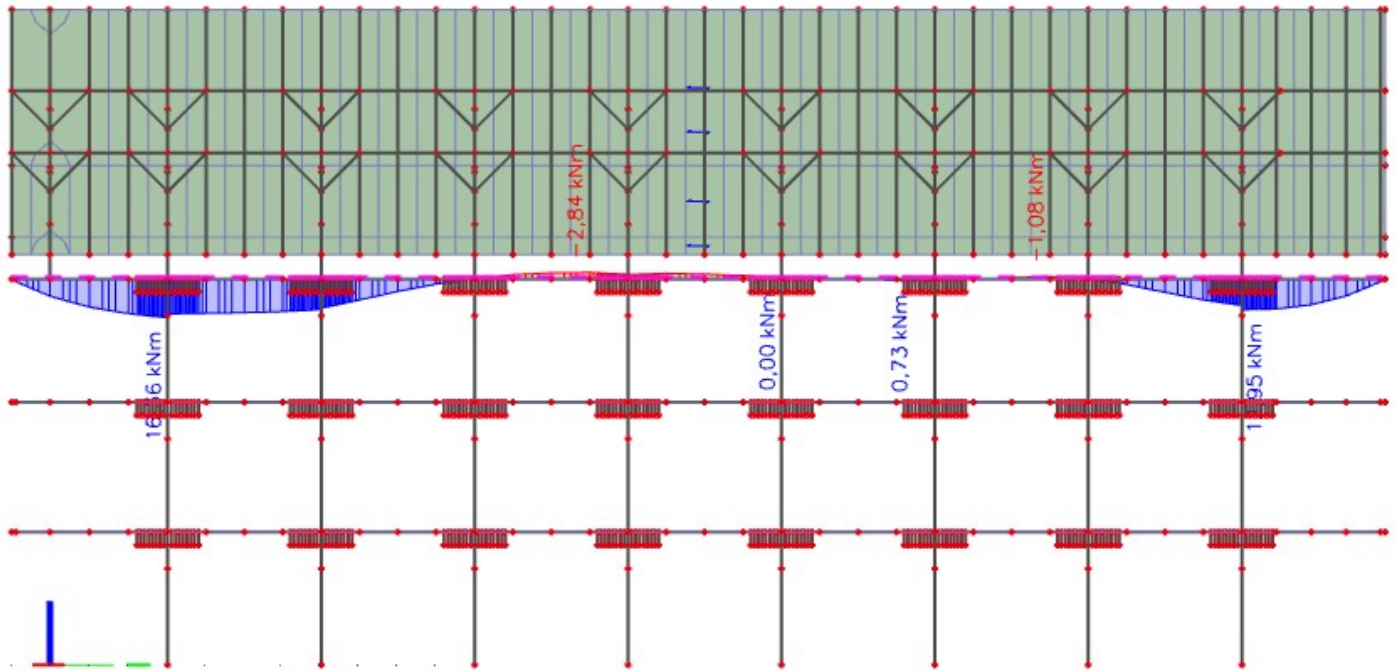
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 9.45 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 16.36 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 11.077 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 1.846 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

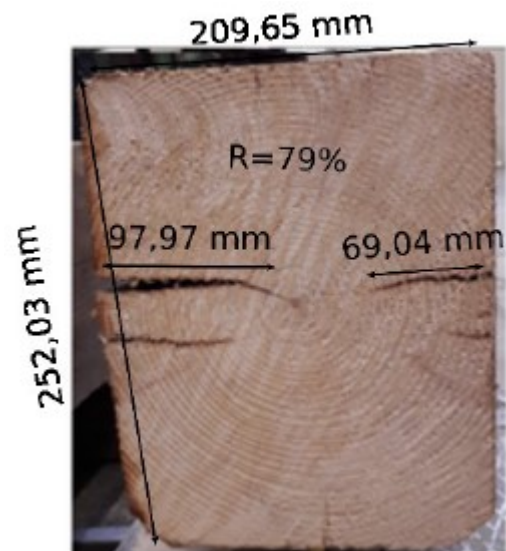
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 3.219 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.731 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

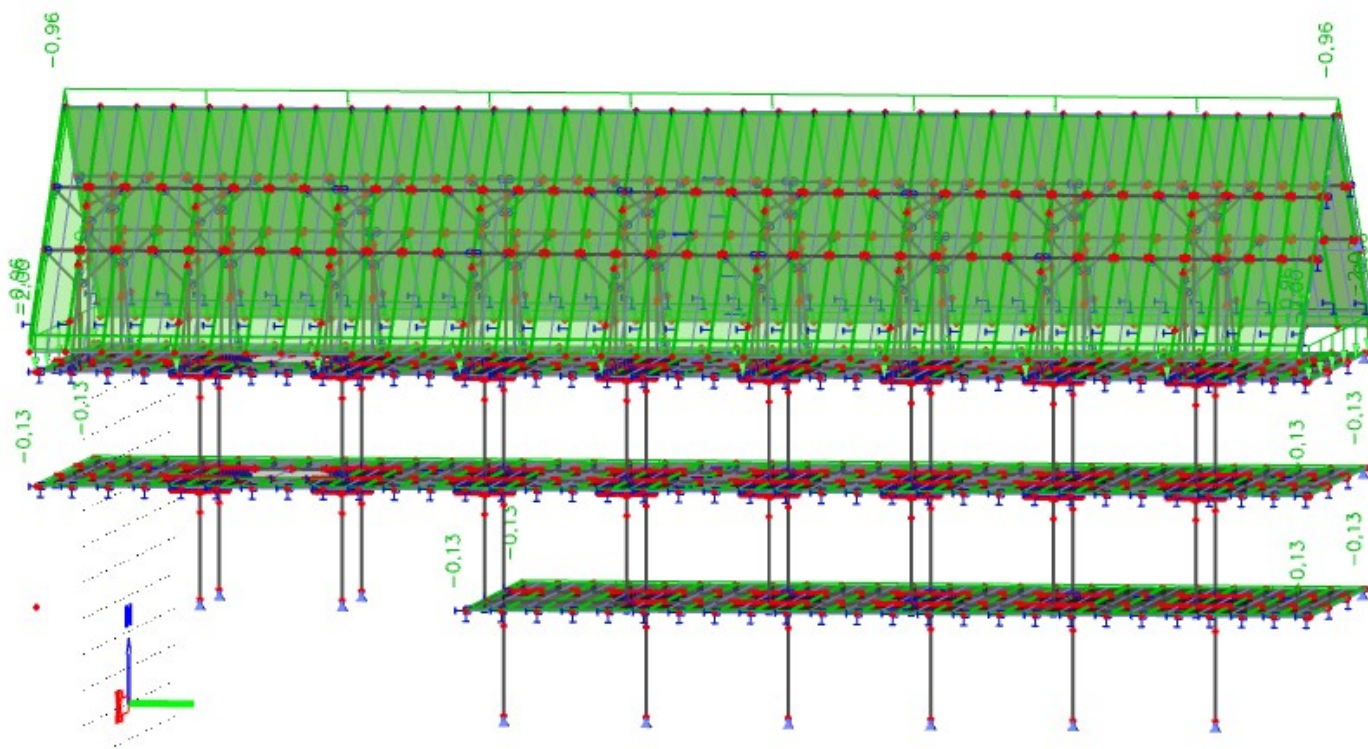
$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.291 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.396 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

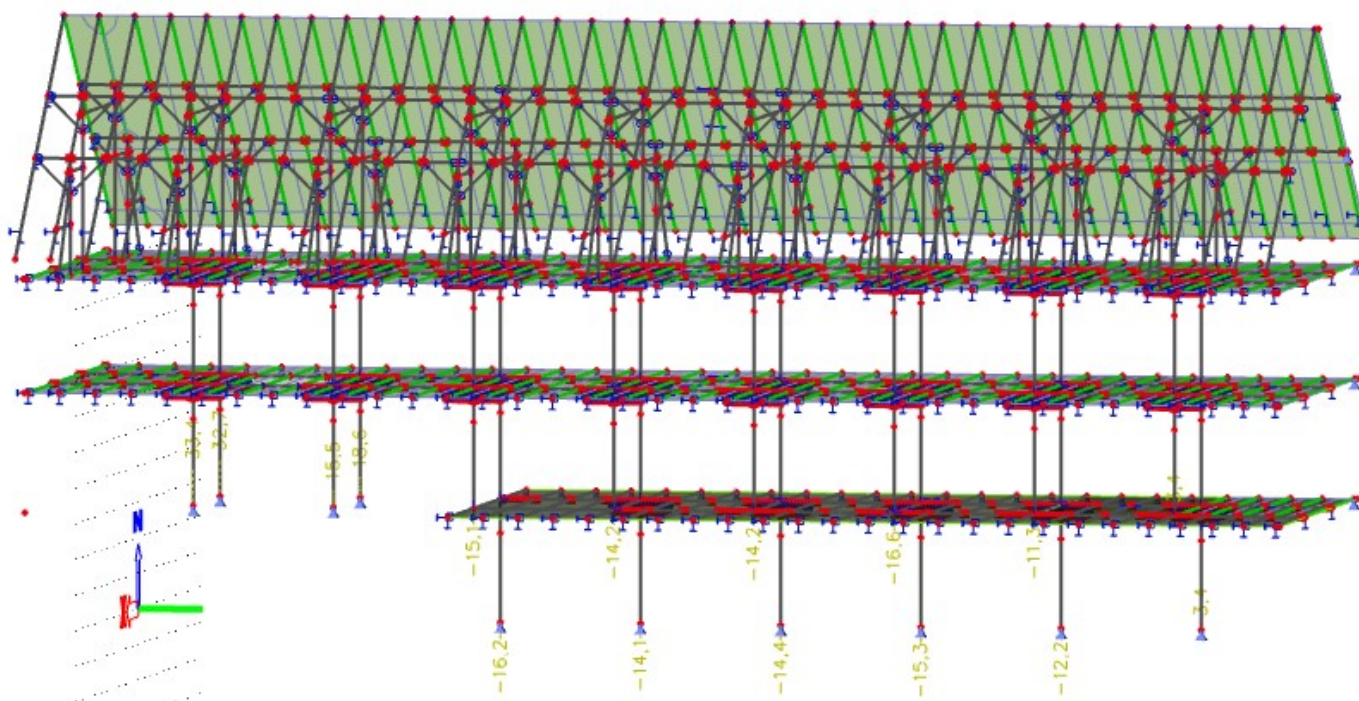


24.ZS - STÁLÉ V DOBĚ KOLAPSU

- 2.NP A 3.NP POUZE PRKENNÝ ZÁKLOP
- 4.NP KOMPLETNÍ SKLADBA BEZ NÁŠLAPNÉ VRSTVY
- DOKONČENÁ STŘECHA

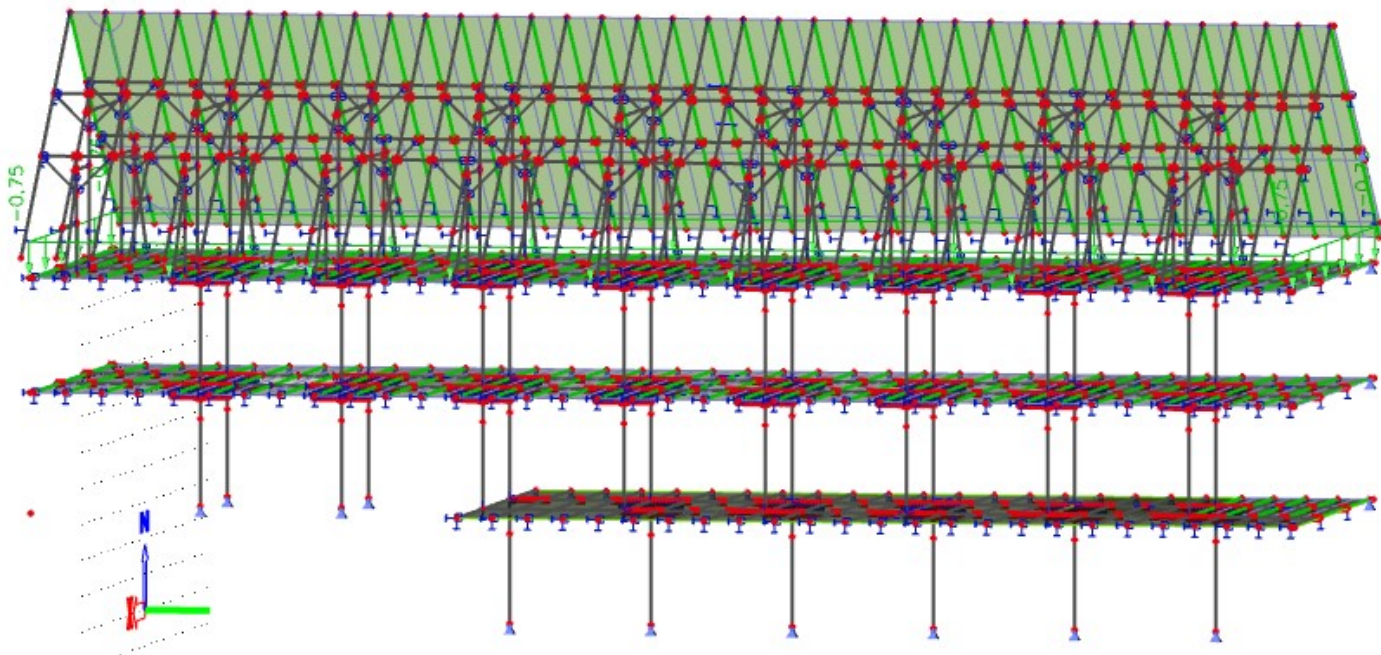


25.ZS - POSUNY Z 3. FÁZE



26.ZS - UŽITNÉ XIX

- MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ  $0,75 \text{ kN/m}^2$



UVAŽOVANÁ KOMBINACE - PRO NELINEÁRNÍ ANALÝZU

- BEZ SOUČINITELŮ PRO SKUTEČNÝ ODHAD NAPĚTÍ

NC1 1\*vlastní tíha+1\*stálé v době kolapsu+1\*užitné XIX+seschnutí+posuny z 3.fáze

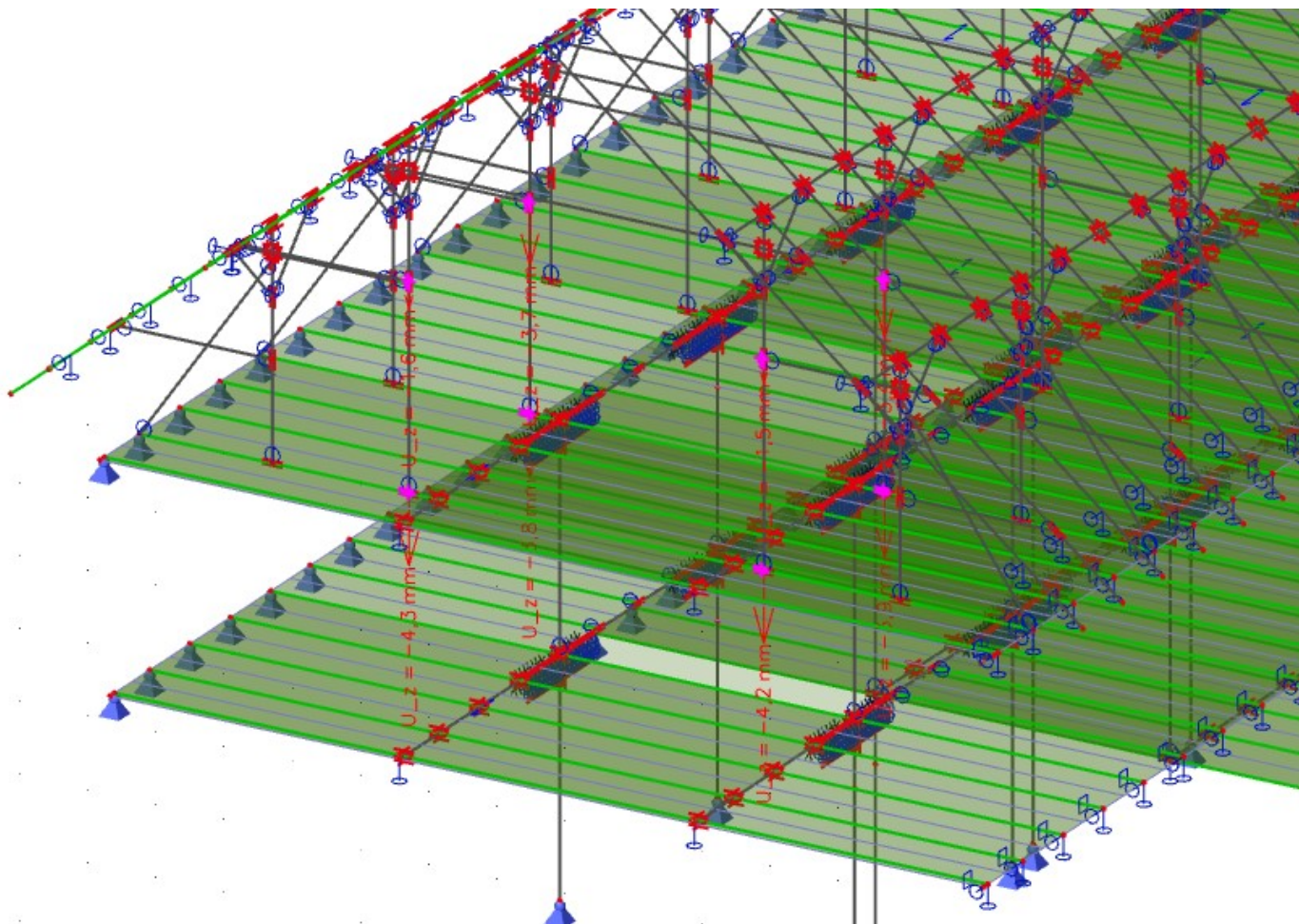


ZJIŠTĚNÍ ÚČINNOSTI SANACE SLOUPKŮ KROVU

UVAŽOVANÁ KOMBINACE - PRO NELINEÁRNÍ ANALÝZU

NC1 1\*stálé v době kolapsu+1\*užitné XIX

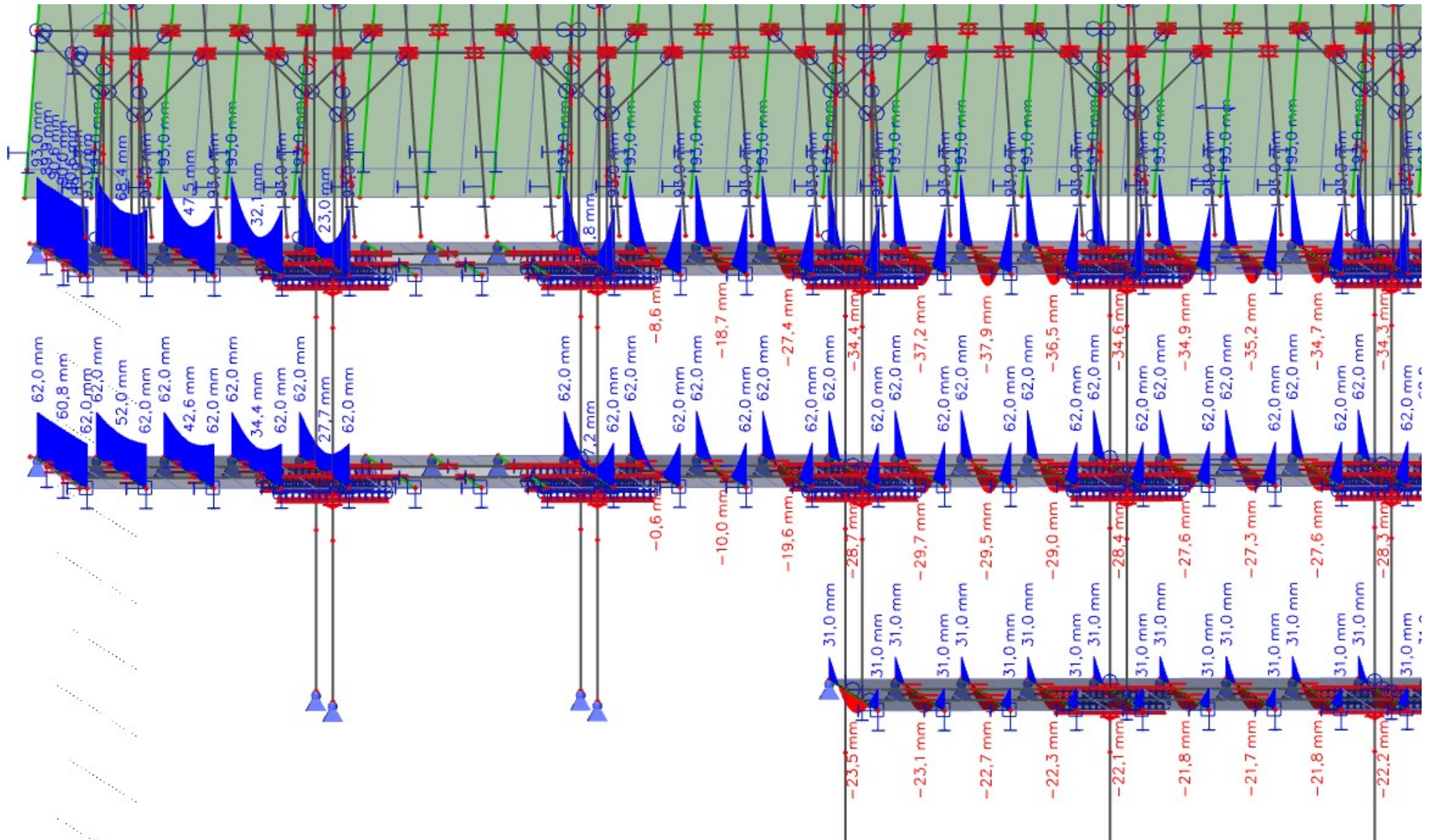
POSUNY UZLŮ



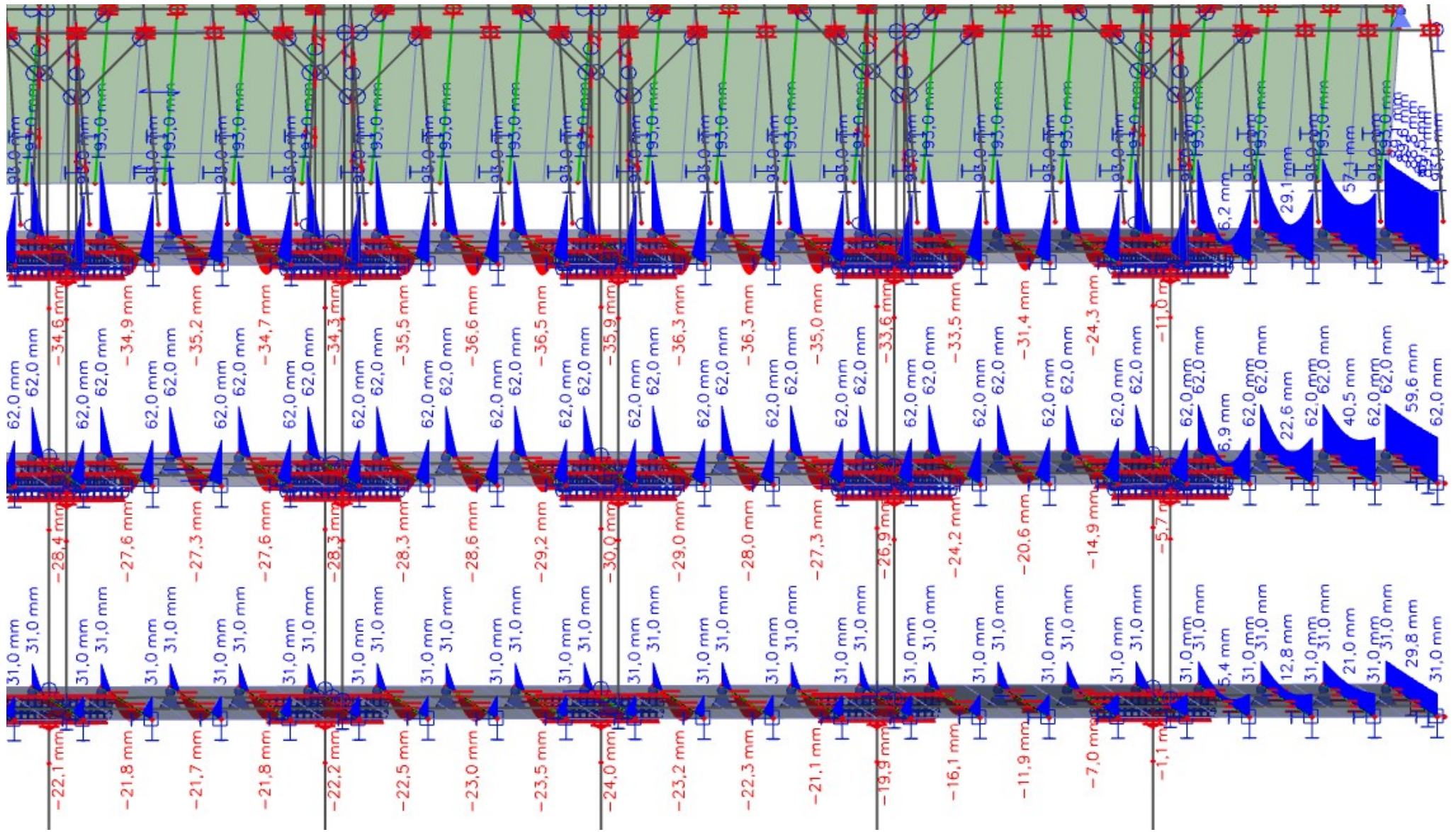
DOCHÁZÍ K VYTAŽENÍ SLOUPKŮ ZE STROPNIC

DEFORMACE VÝPOČTEM

1. ČÁST

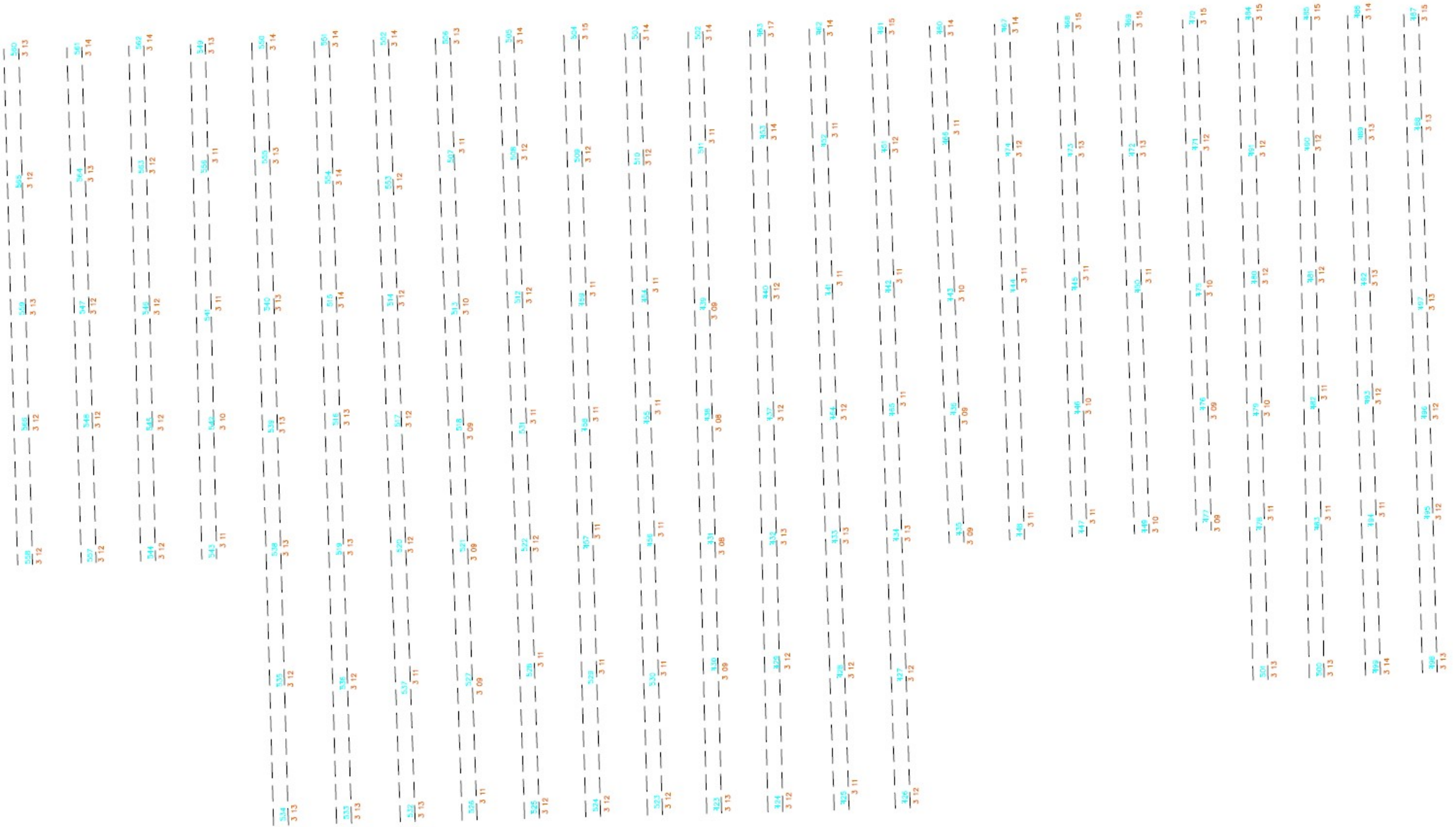


2. ČÁST

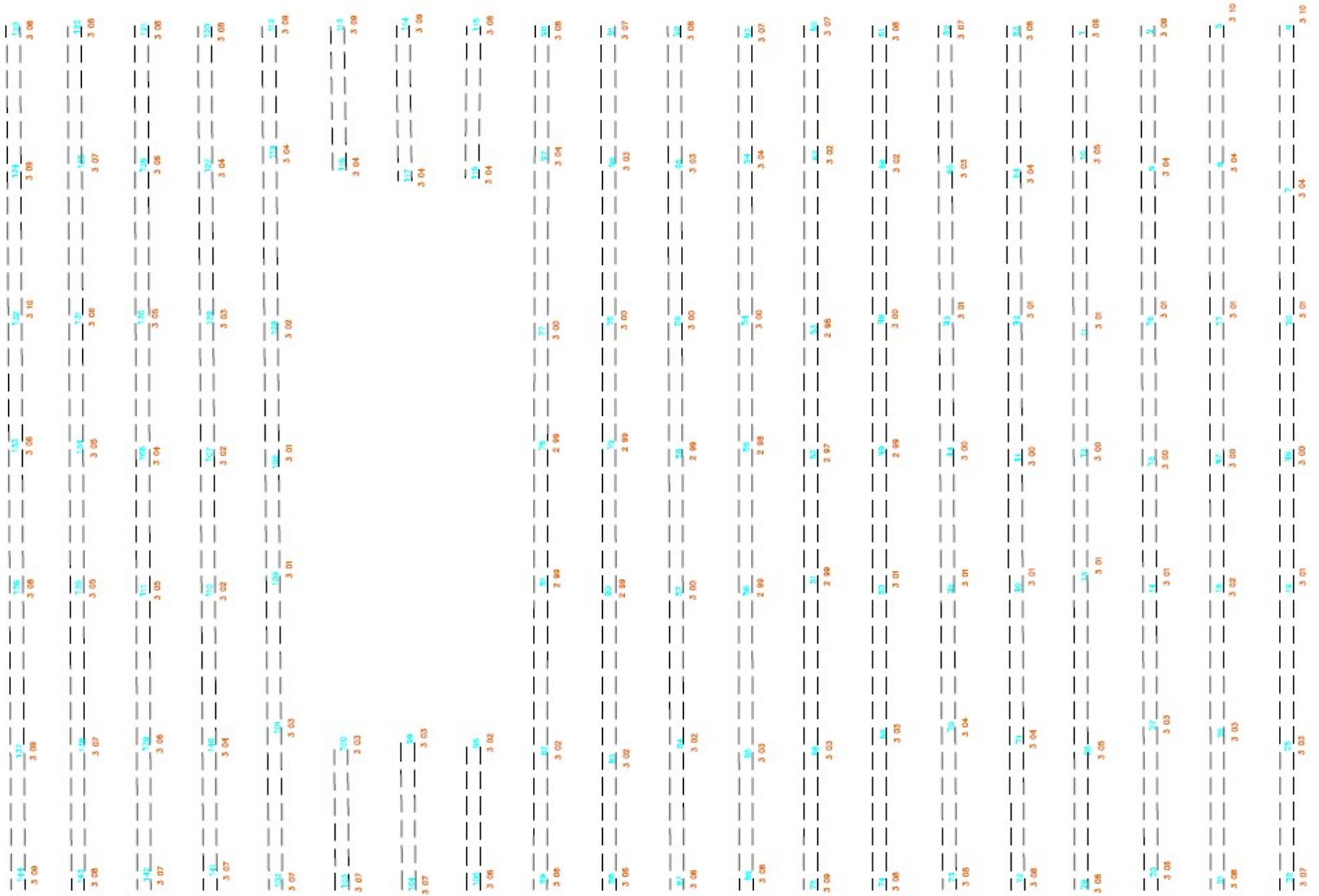


SKUTEČNÉ DEFORMACE

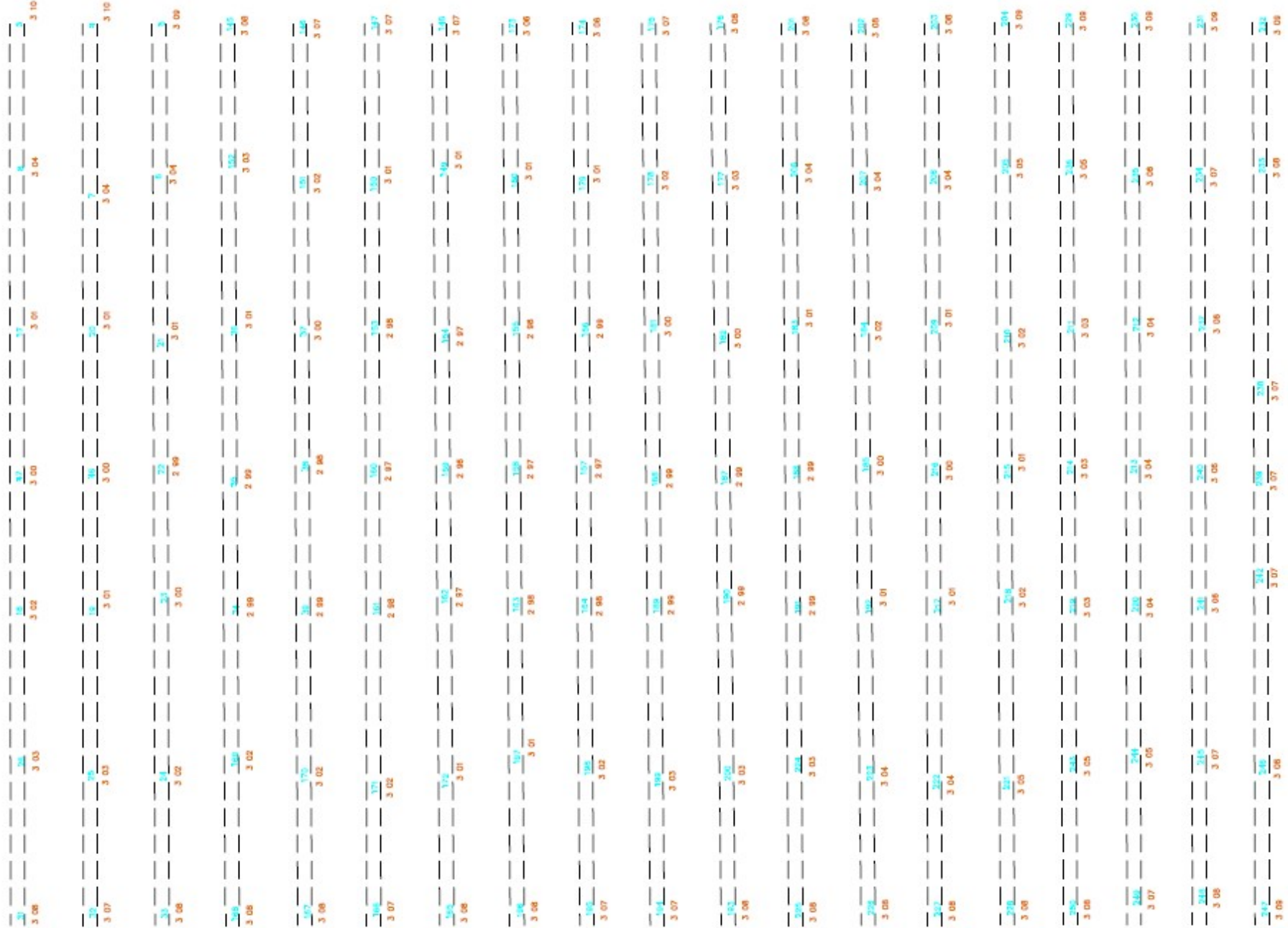
1.NP



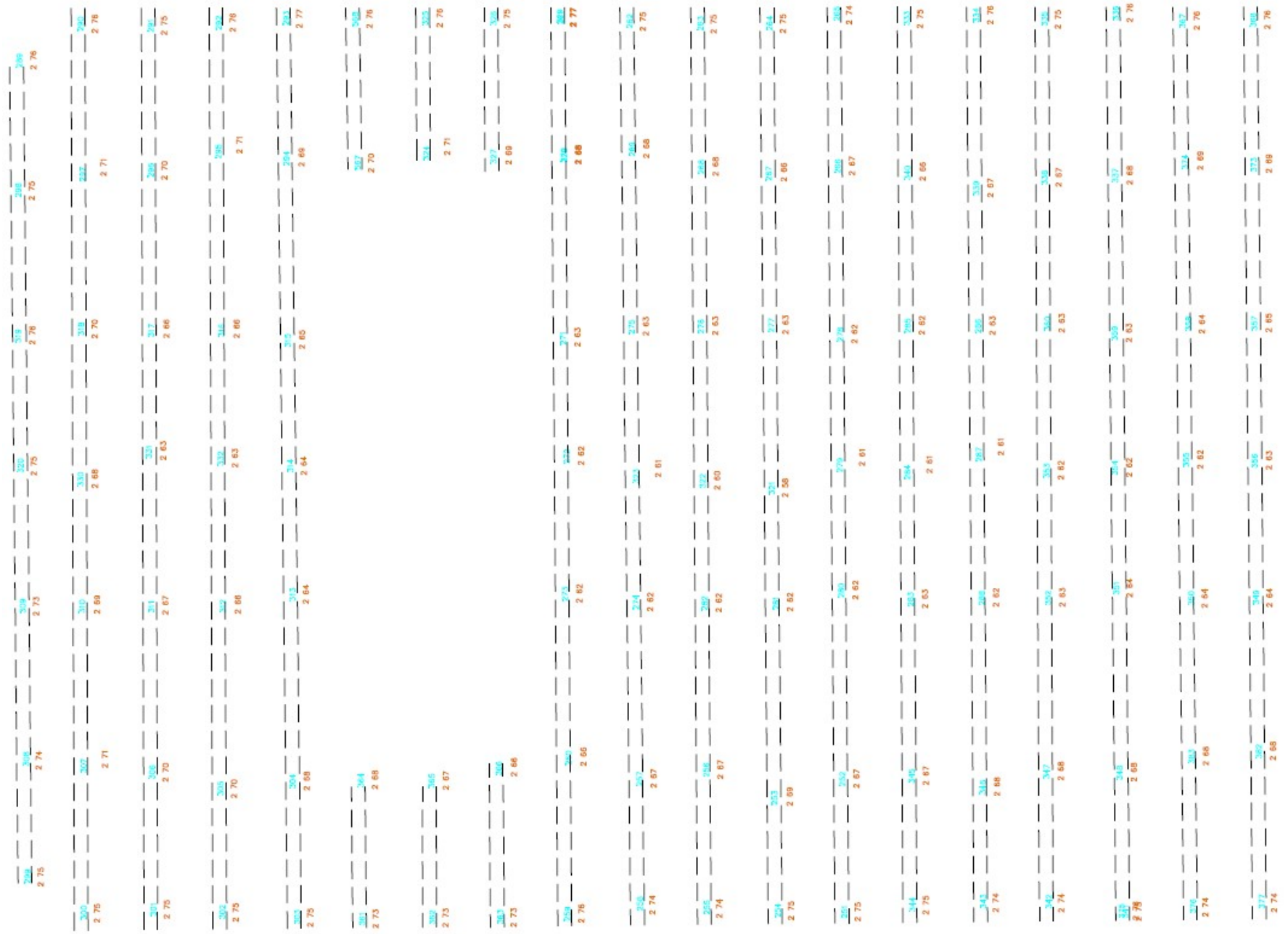
2.NP - 1. ČÁST



2.NP - 2. ČÁST

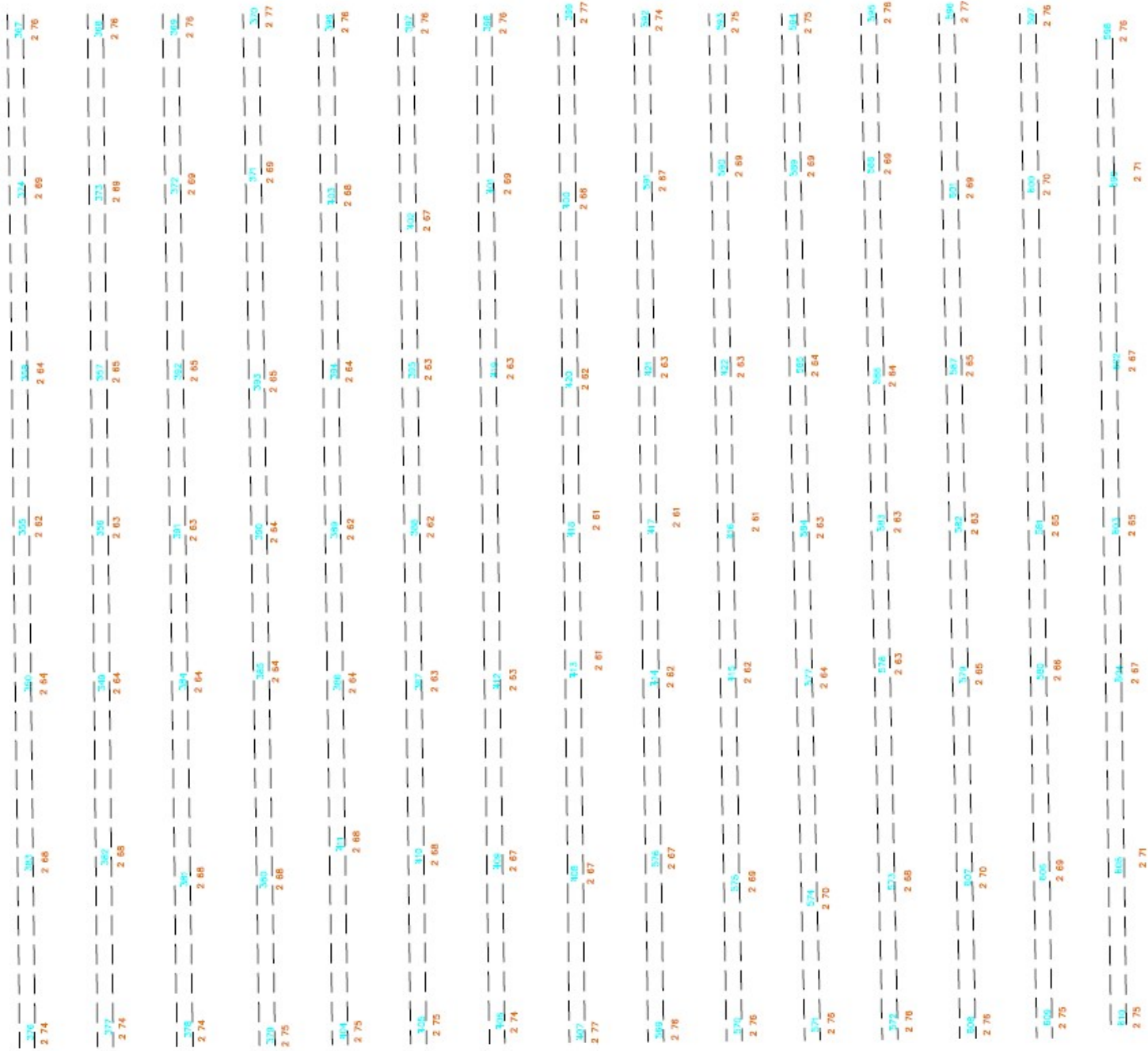


3.NP - 1. ČÁST



POROVNÁNÍ DEFORMACÍ 4. FÁZE

3.NP - 2. ČÁST





POROVNÁNÍ DEFORMACE UPROSTŘED STROPNICE

VÝPOČET

1.NP

1 mm AŽ 55 mm

2.NP

1 mm AŽ 92 mm

3.NP

3 mm AŽ 131 mm

ZAMĚŘENÍ

1.NP

10 mm AŽ 60 mm

2.NP

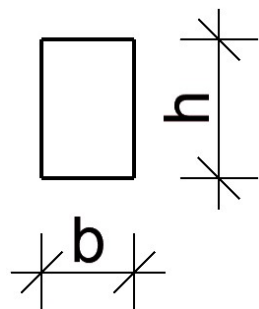
20 mm AŽ 110 mm

3.NP

10 mm AŽ 170 mm

DÁLE PROBĚHLA KALIBRACE MODELU PRO PŘIBLÍŽENÍ HODNOT KE SKUTEČNOSTI.

DŘEVO: C24

 $h := 270 \text{ mm}$  $b := 220 \text{ mm}$  $f_{m.k} := 24 \text{ MPa}$  $f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$  $f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$ 

TŘÍDA PROVOZU 2

 $k_{mod} := 0.9$  $\gamma_M := 1.3$ 

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

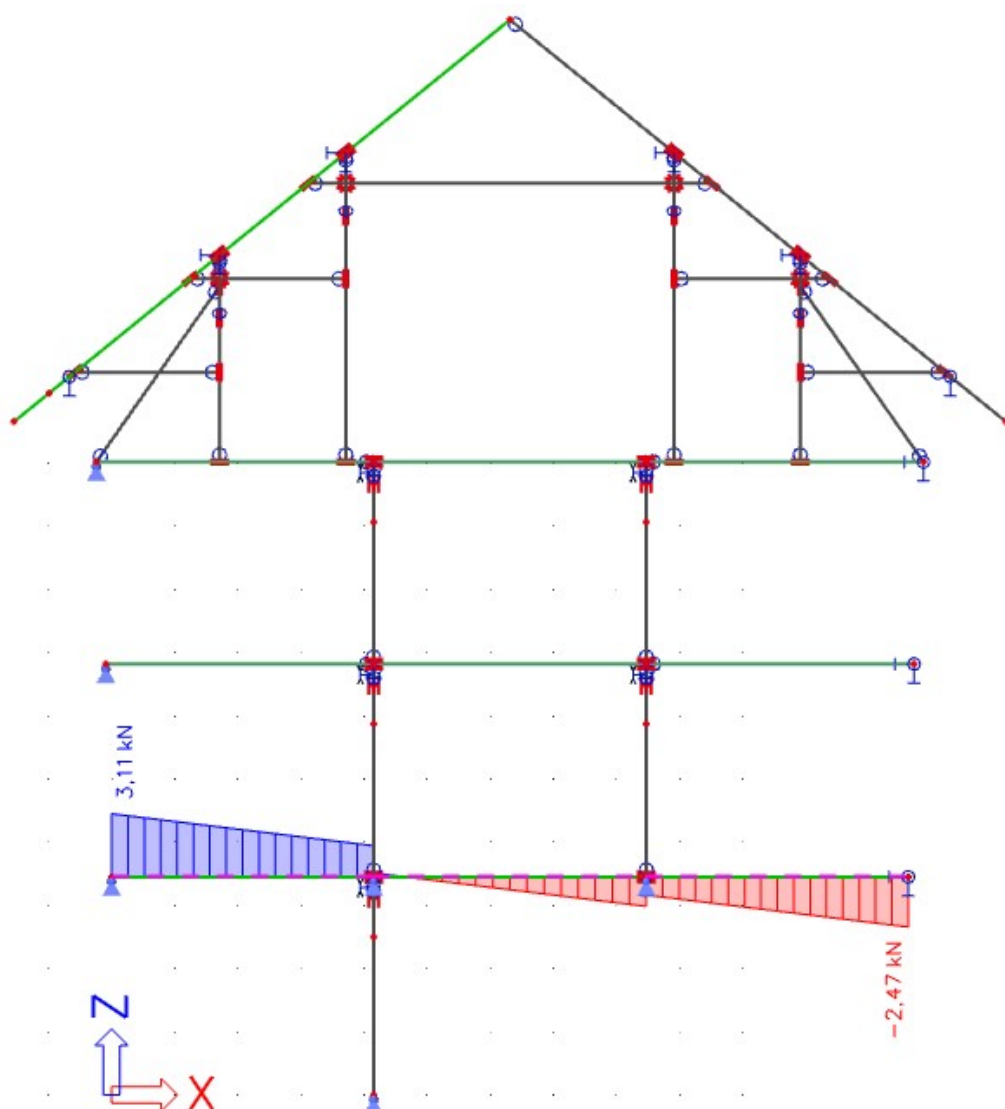
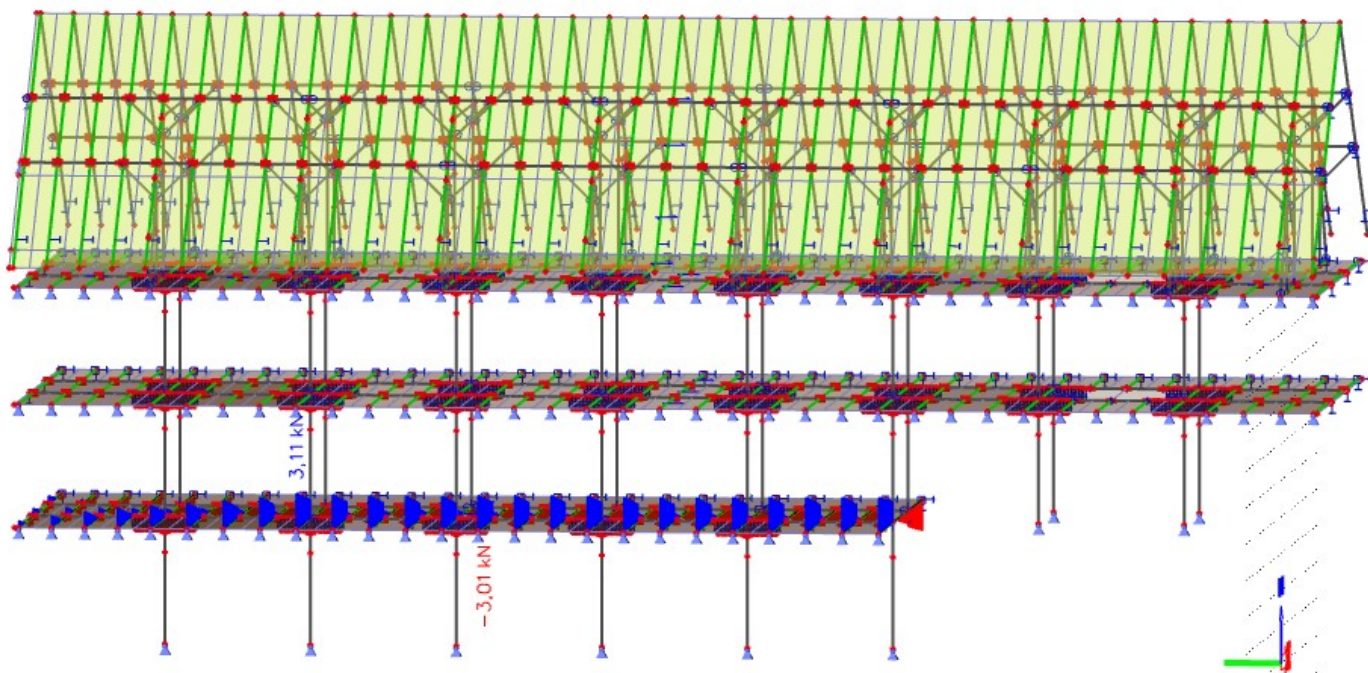
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

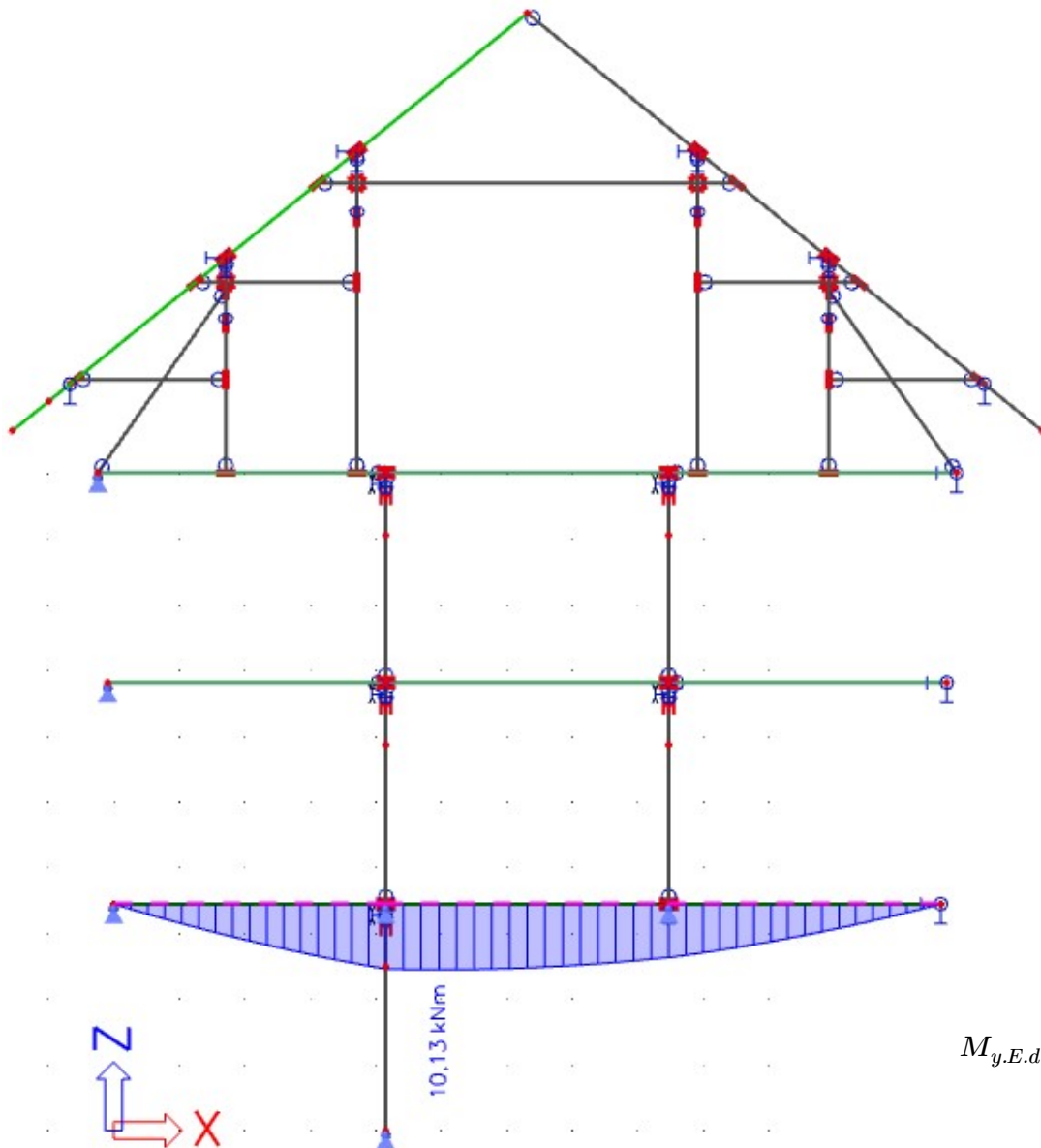
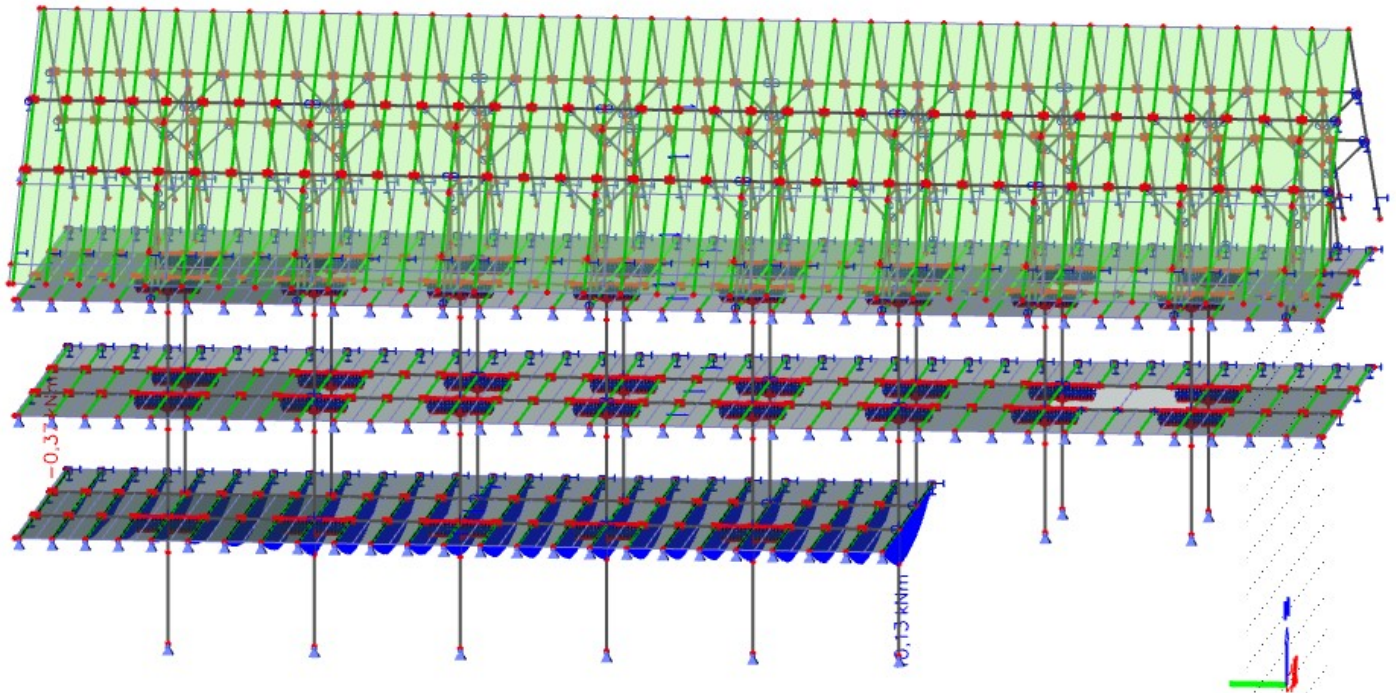
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$V_{E,d} := 3.11 \text{ kN}$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 10.13 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

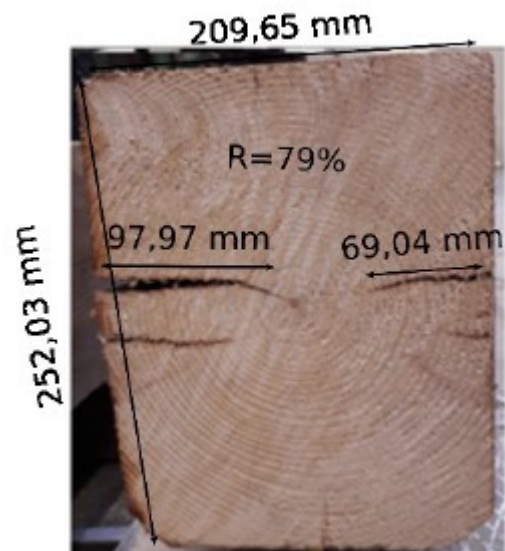
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 3.79 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.374 \text{ MPa}$$



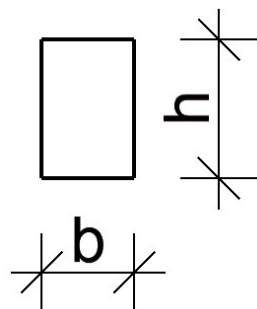
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.228 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 25 Z 25}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.135 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 25 Z 25}$$

DŘEVO: C24

 $h := 270 \text{ mm}$  $b := 220 \text{ mm}$  $f_{m.k} := 24 \text{ MPa}$  $f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$  $f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$ 

TŘÍDA PROVOZU 2

 $k_{mod} := 0.9$  $\gamma_M := 1.3$ 

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

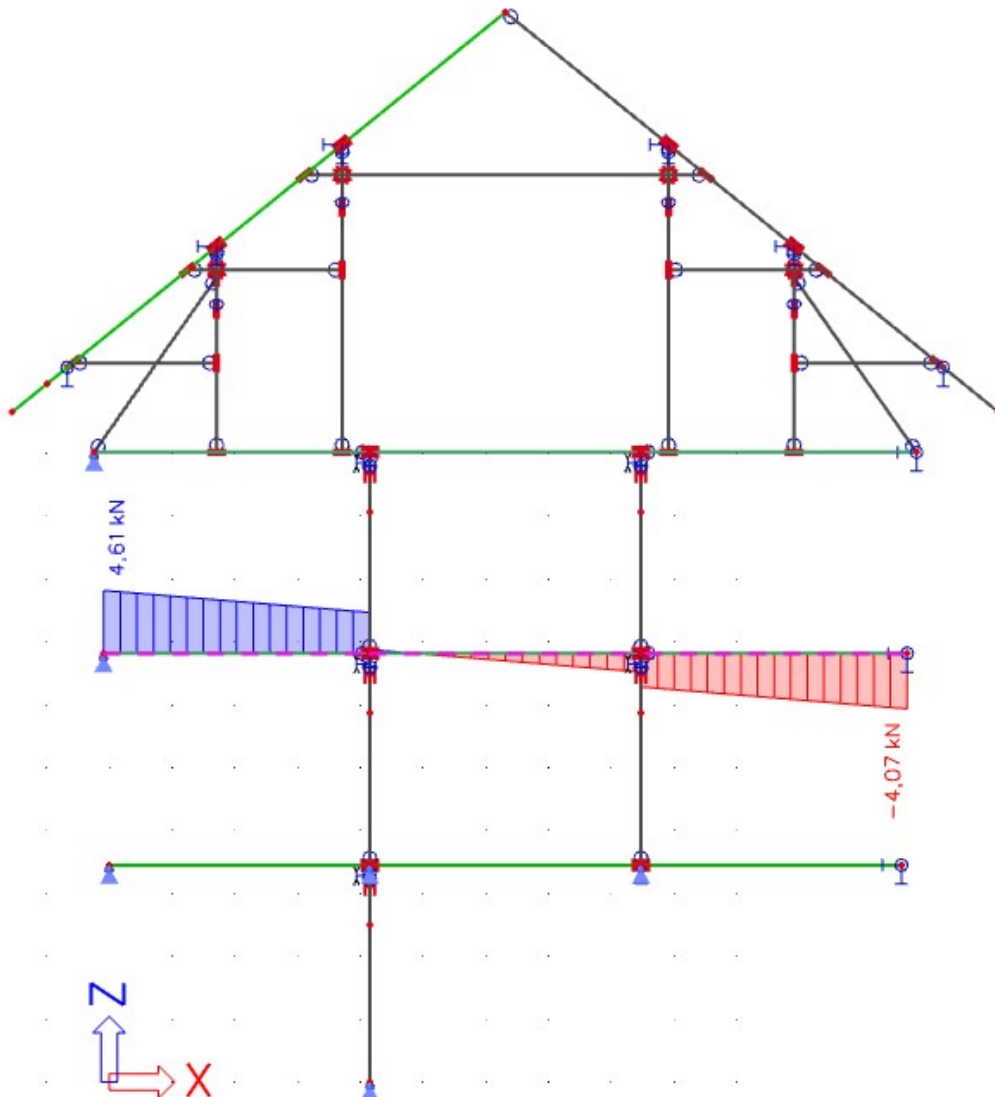
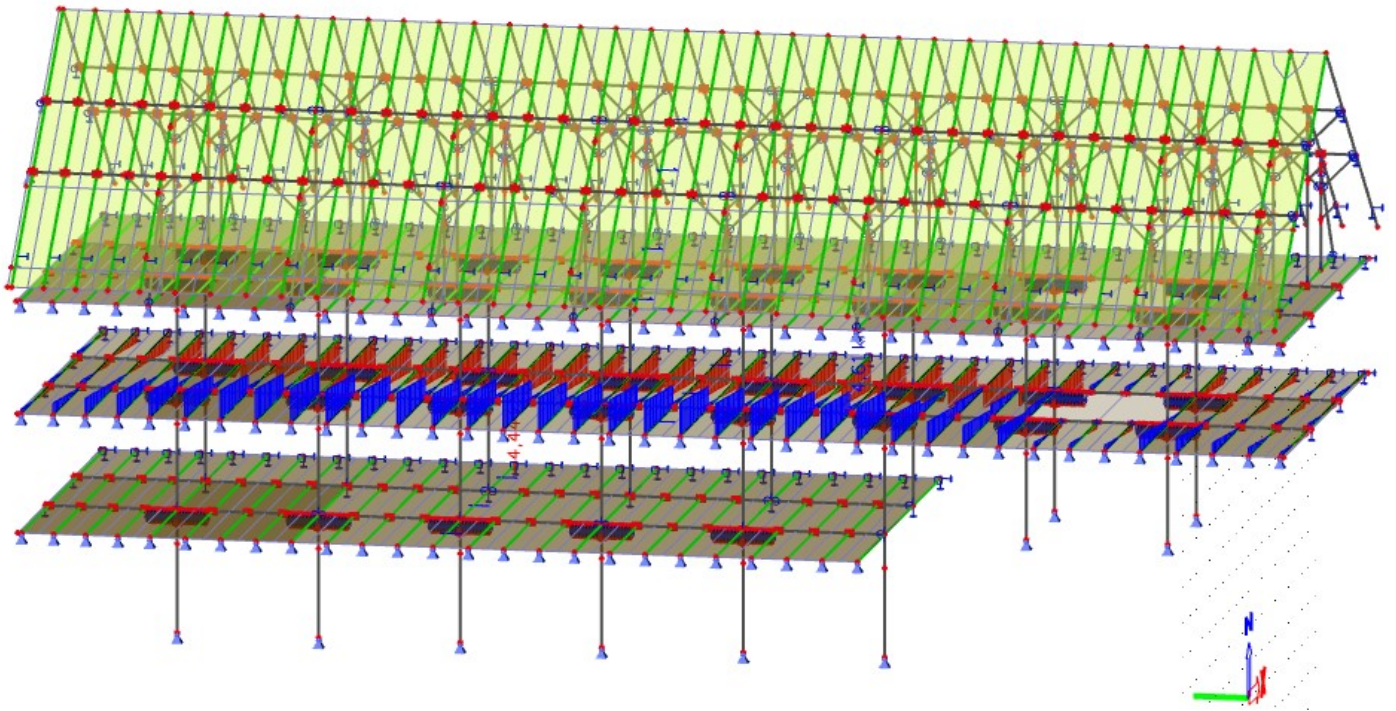
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

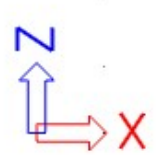
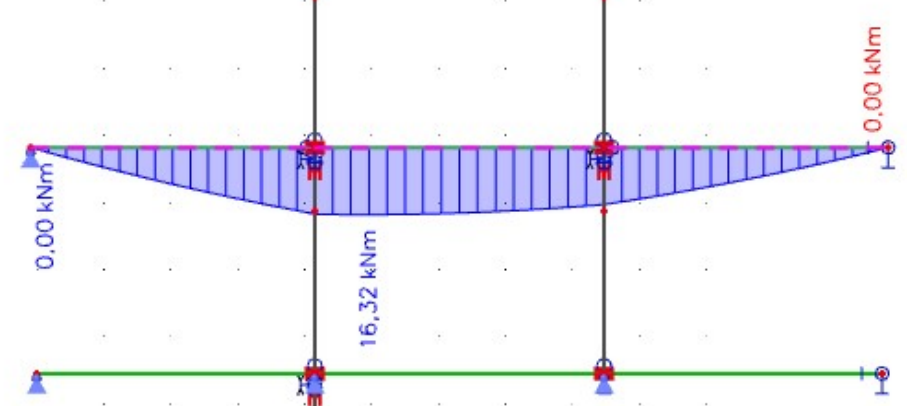
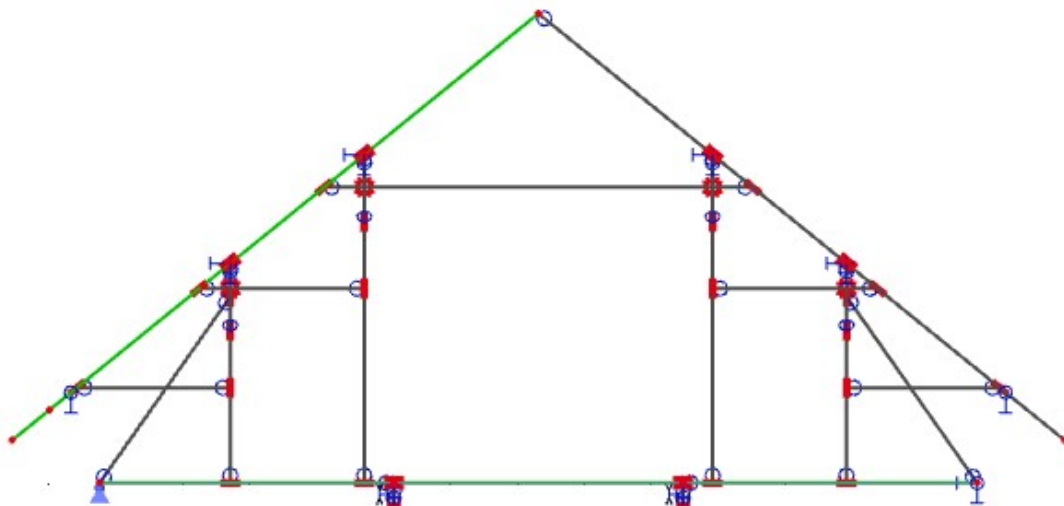
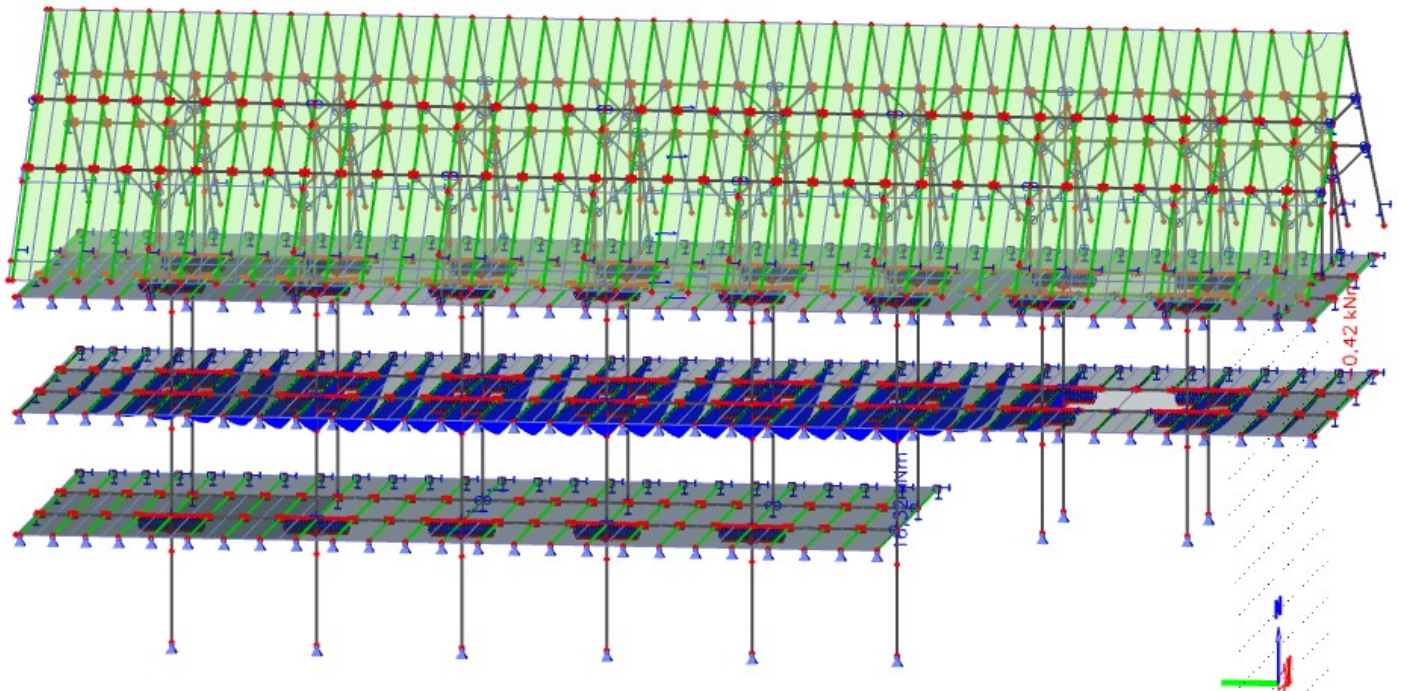
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E,d} := 4.61 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E,d} := 16.32 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

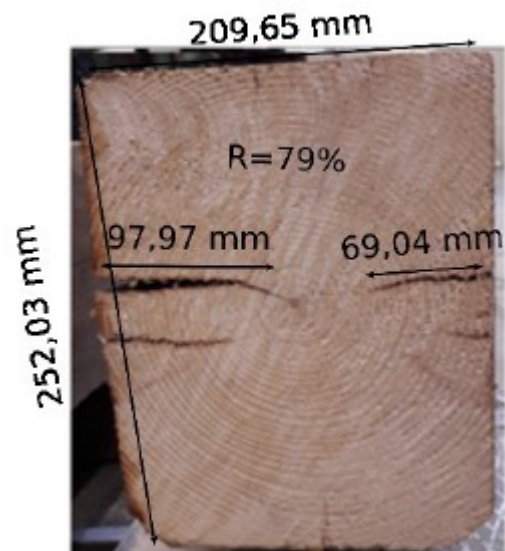
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 6.105 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.554 \text{ MPa}$$

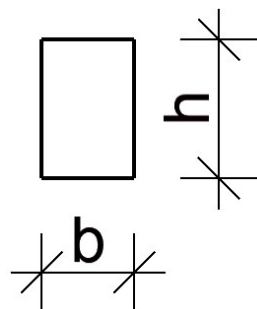


## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.367 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 40 Z 40}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.2 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 40 Z 40}$$



$$h := 270 \text{ mm}$$

$$b := 220 \text{ mm}$$

DŘEVO: C24

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.k} := 14.5 \text{ MPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (3.609 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

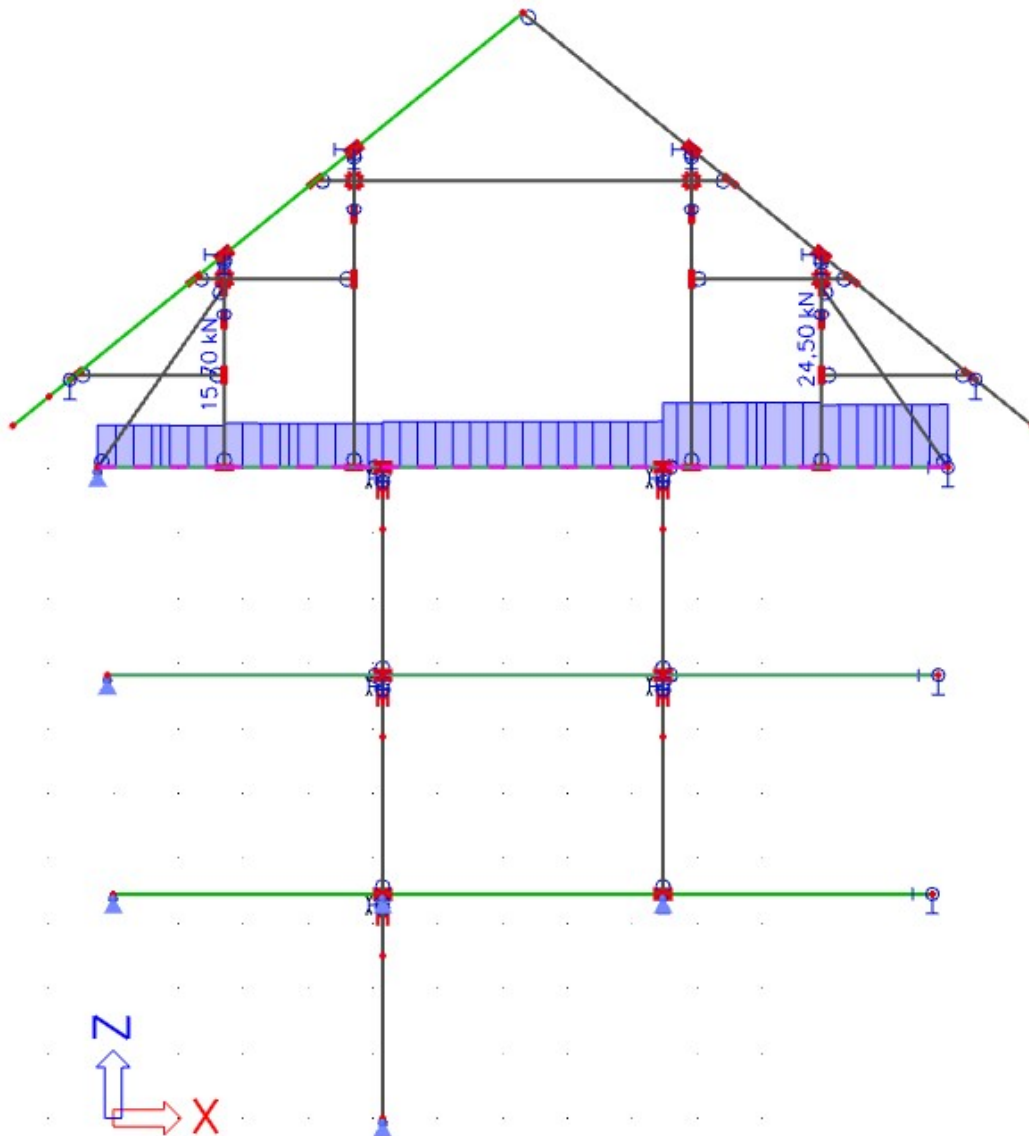
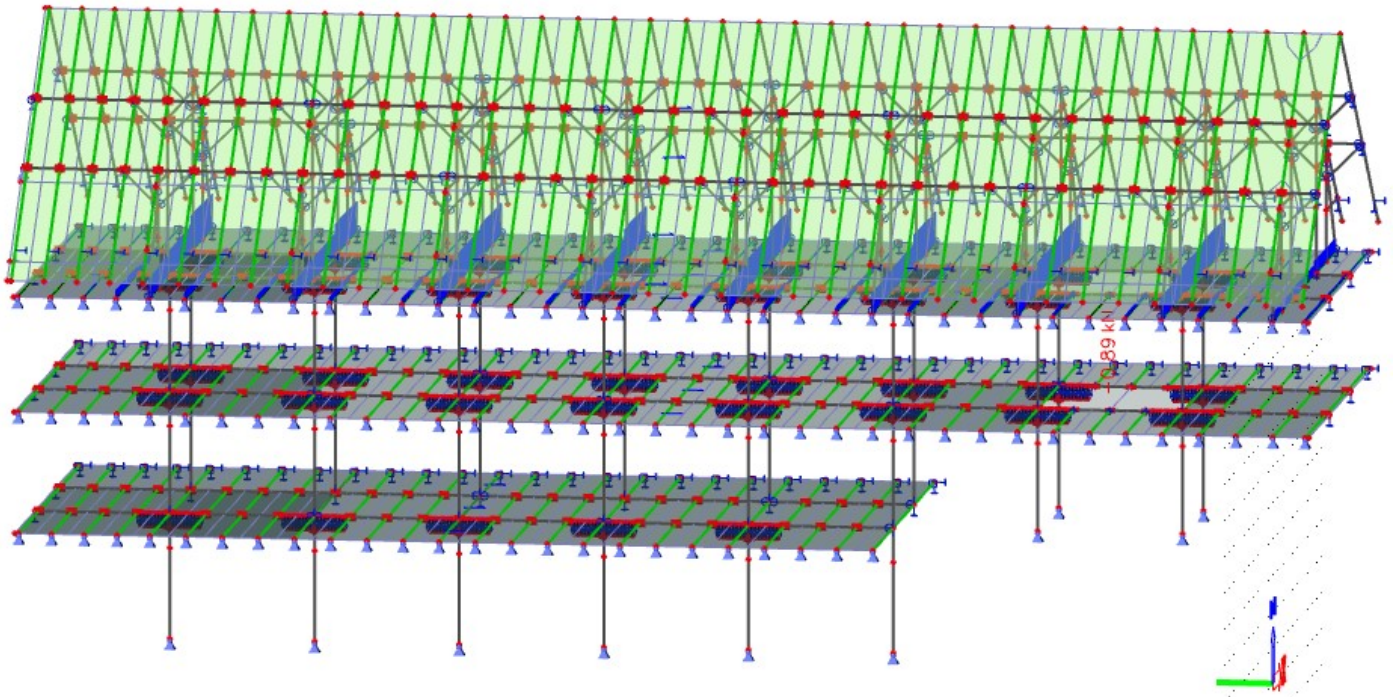
$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (2.005 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA

VNITŘNÍ SÍLY

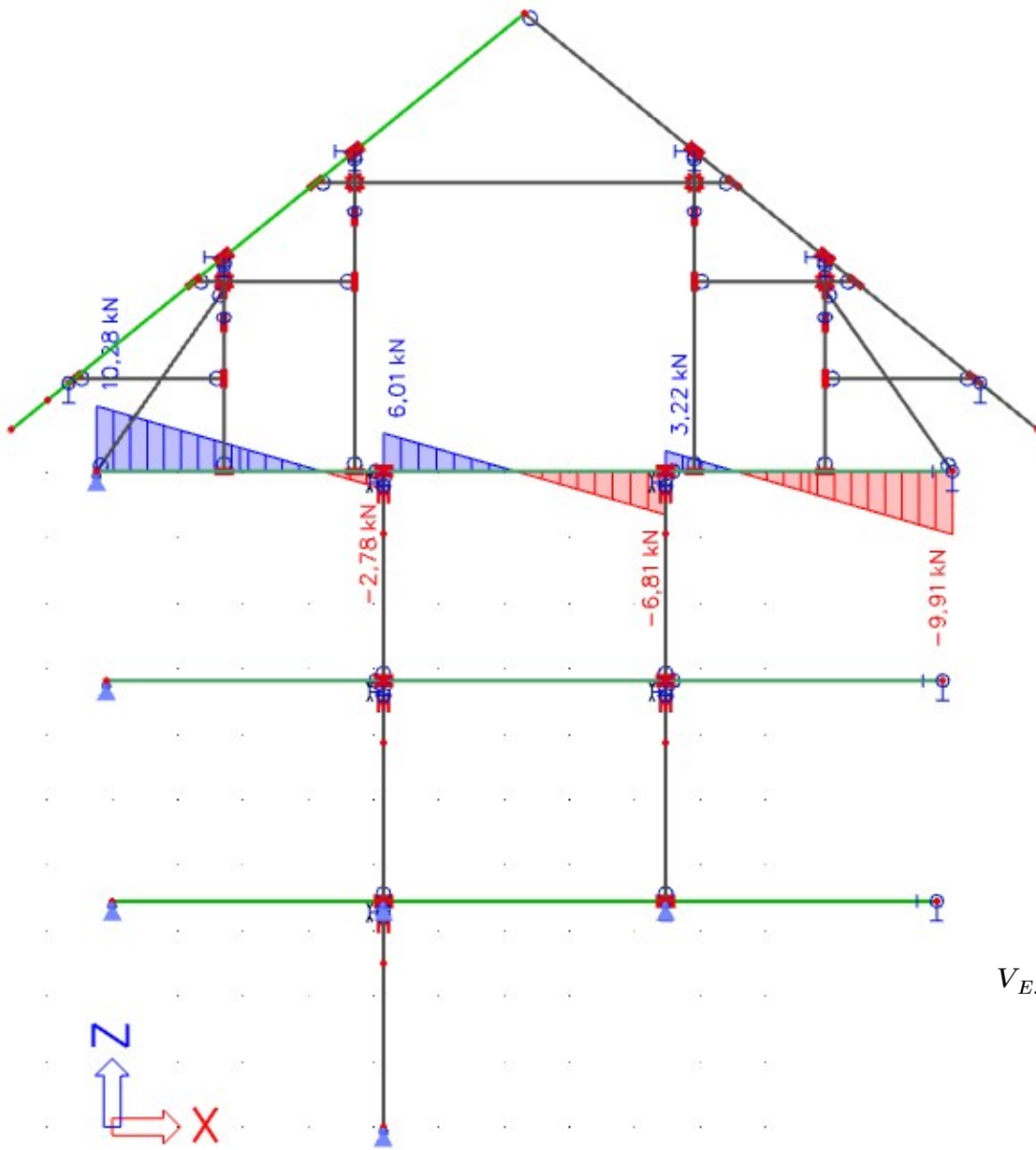
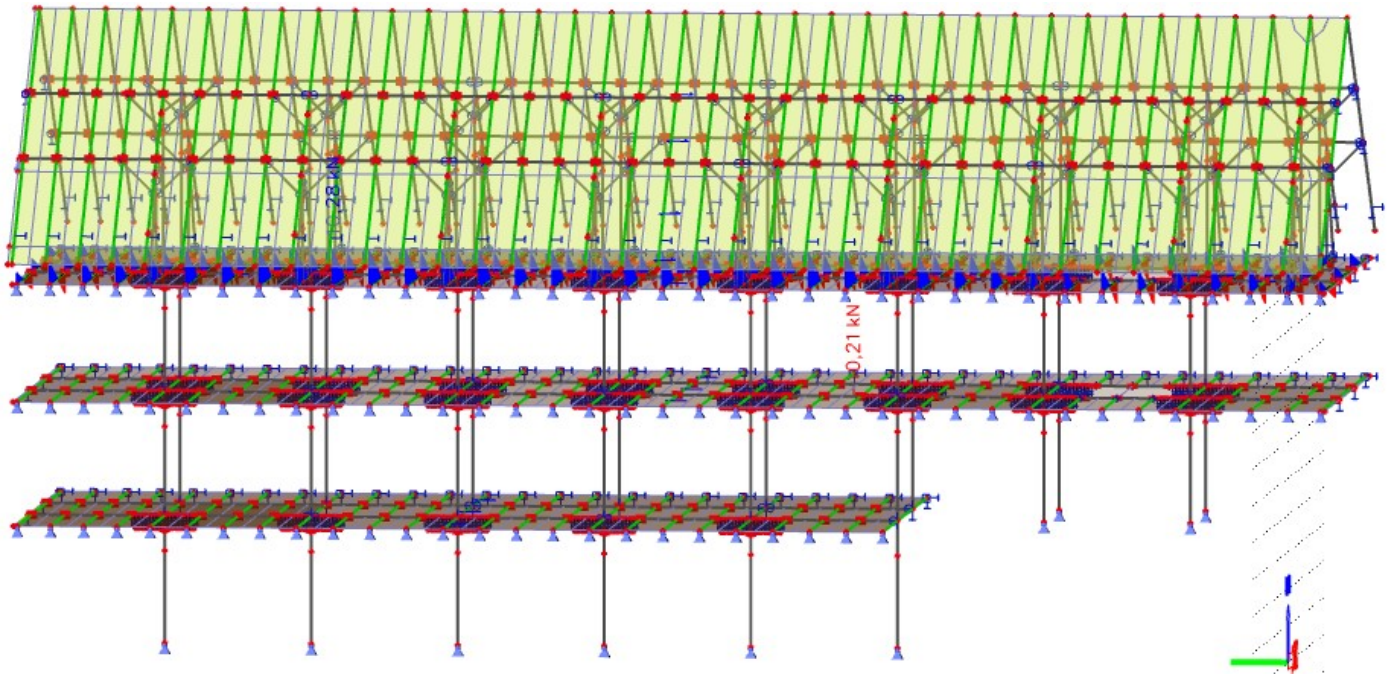
NORMÁLOVÉ SÍLY [kN]



$$N_{E,d} := 24.50 \text{ kN}$$

STROPNICE 3.NP 4. FÁZE

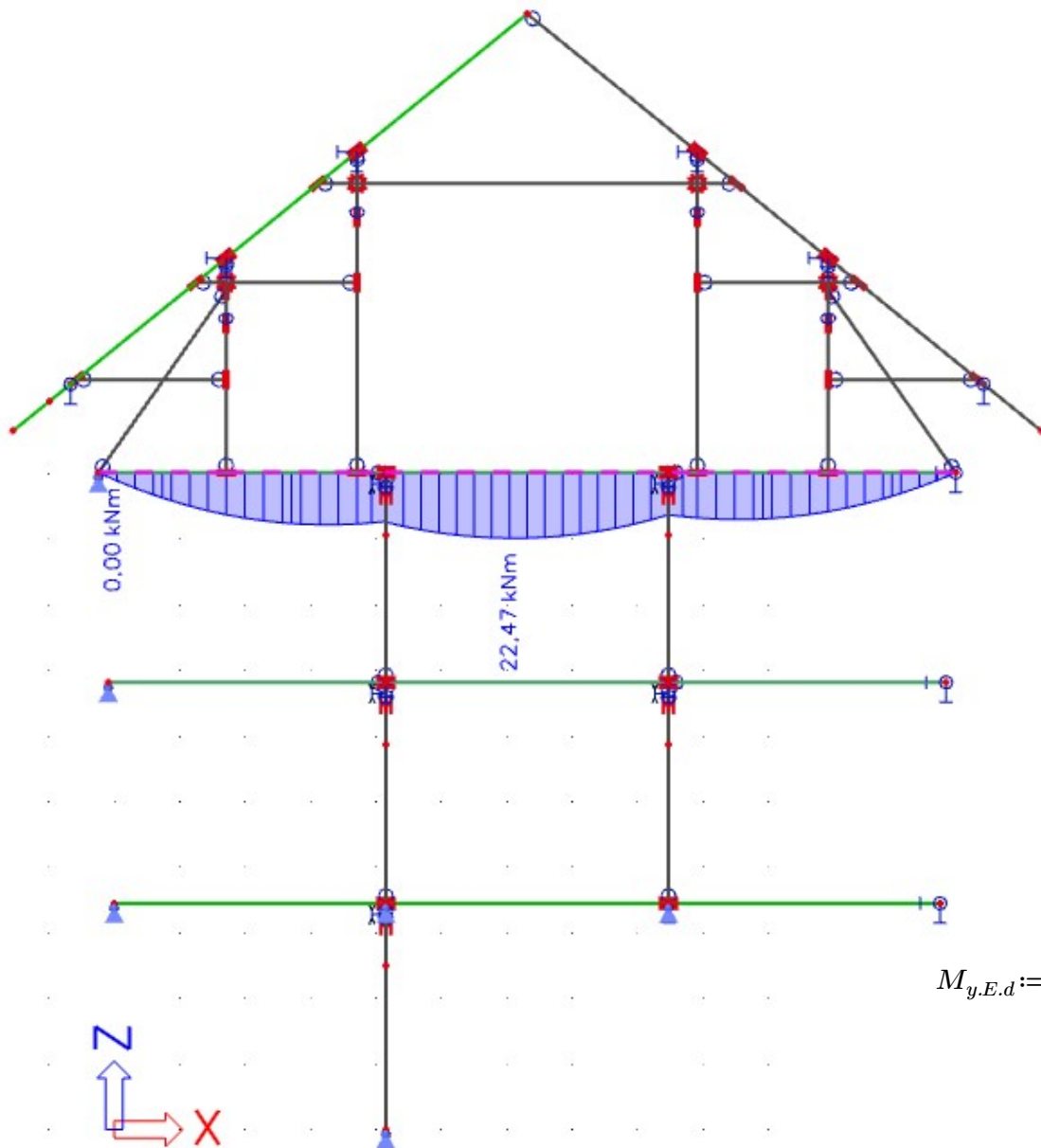
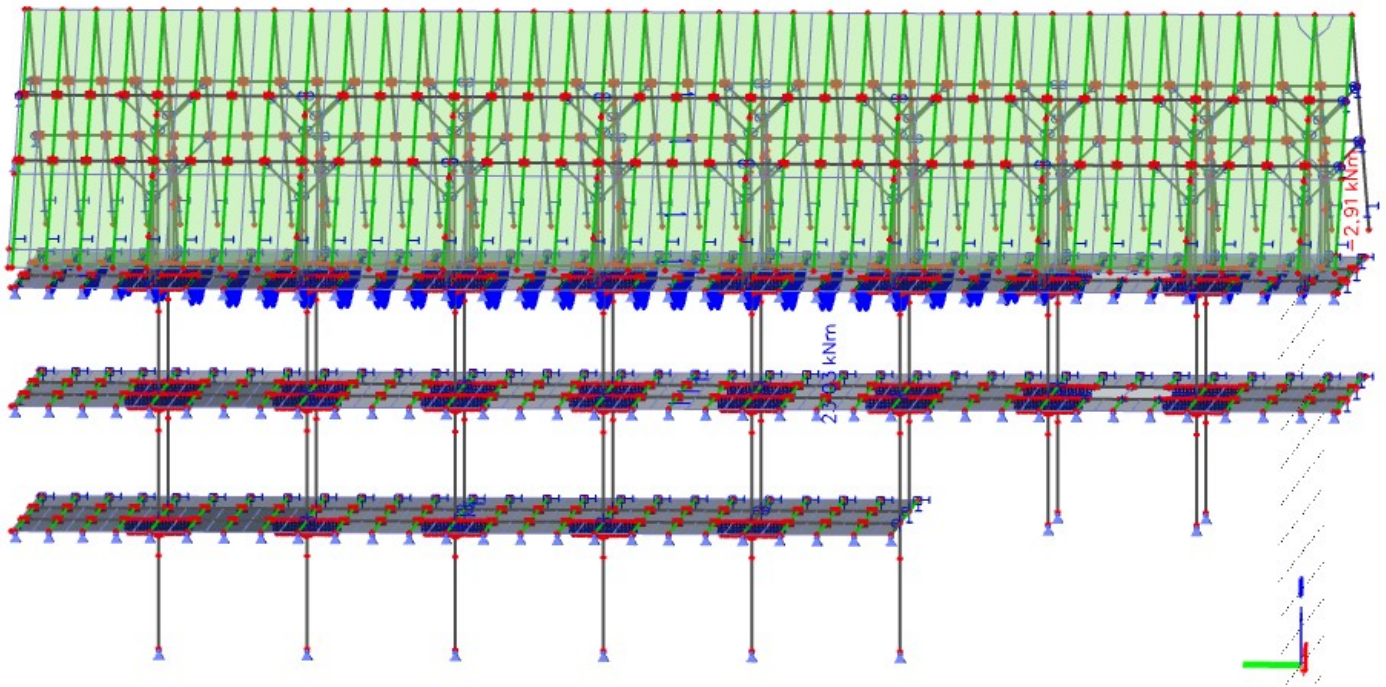
POSOUVAJÍCÍ SÍLY [kN]



$V_{E,d} := 10.28 \text{ kN}$

STROPNICE 3.NP 4. FÁZE

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y,E,d} := 22.47 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{t.0.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{t.0.k}}{\gamma_M} = 10.038 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 8.406 \text{ MPa}$$

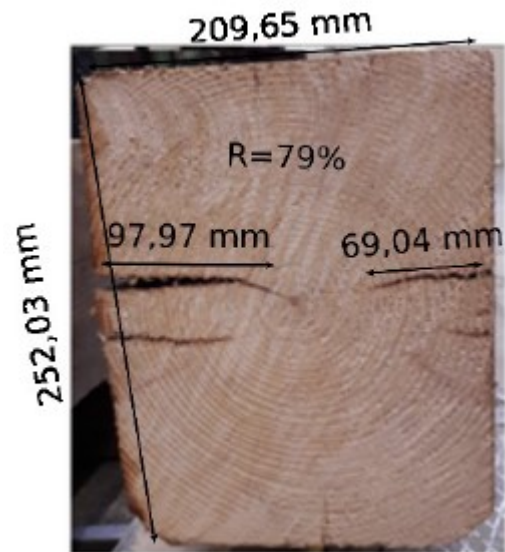
$$\sigma_{t.0.d} := \frac{N_{E.d}}{b \cdot h} = 0.412 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 46.2 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 1.236 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{t.0.d}}{f_{t.0.d}} + \frac{\sigma_{m.y.d}}{f_{m.d}} = 0.547 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 40 Z 40}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.446 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 40 Z 40}$$

DŘEVO: C24

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

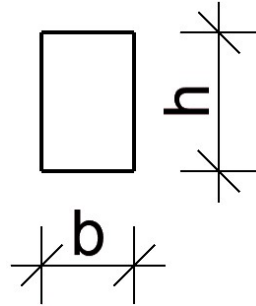
$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

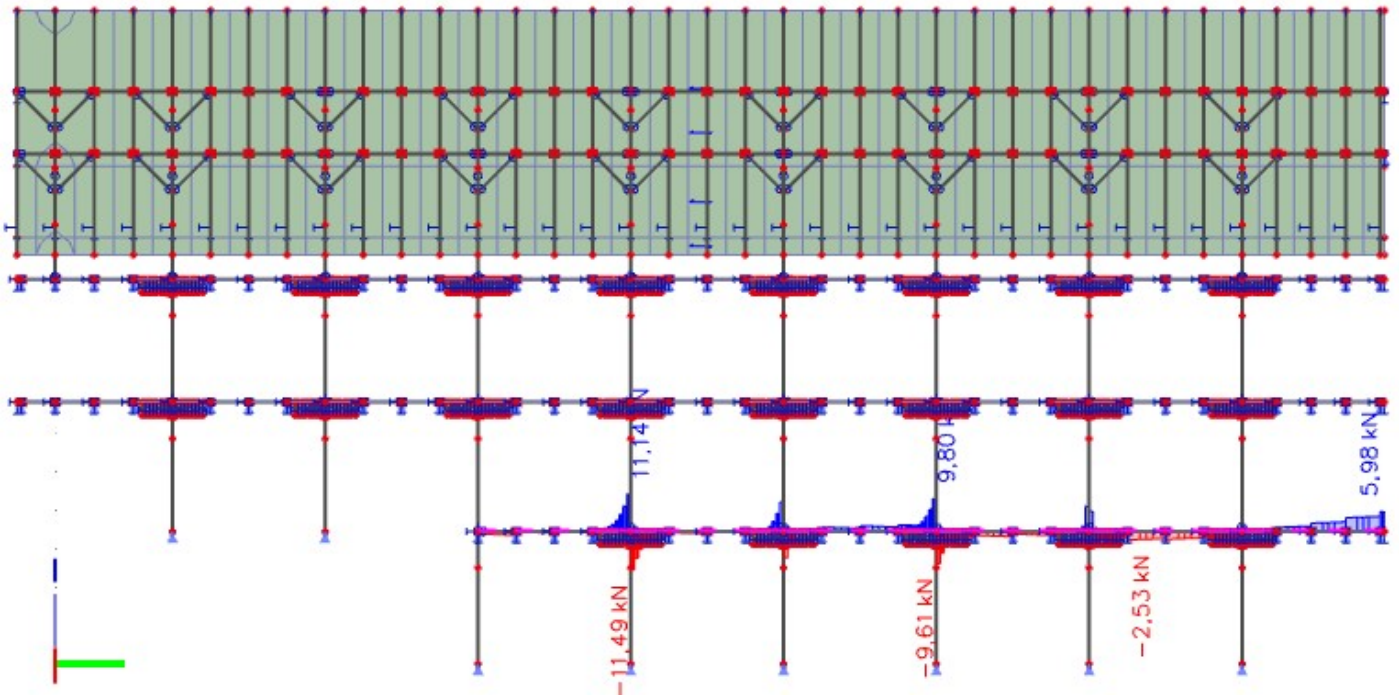
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

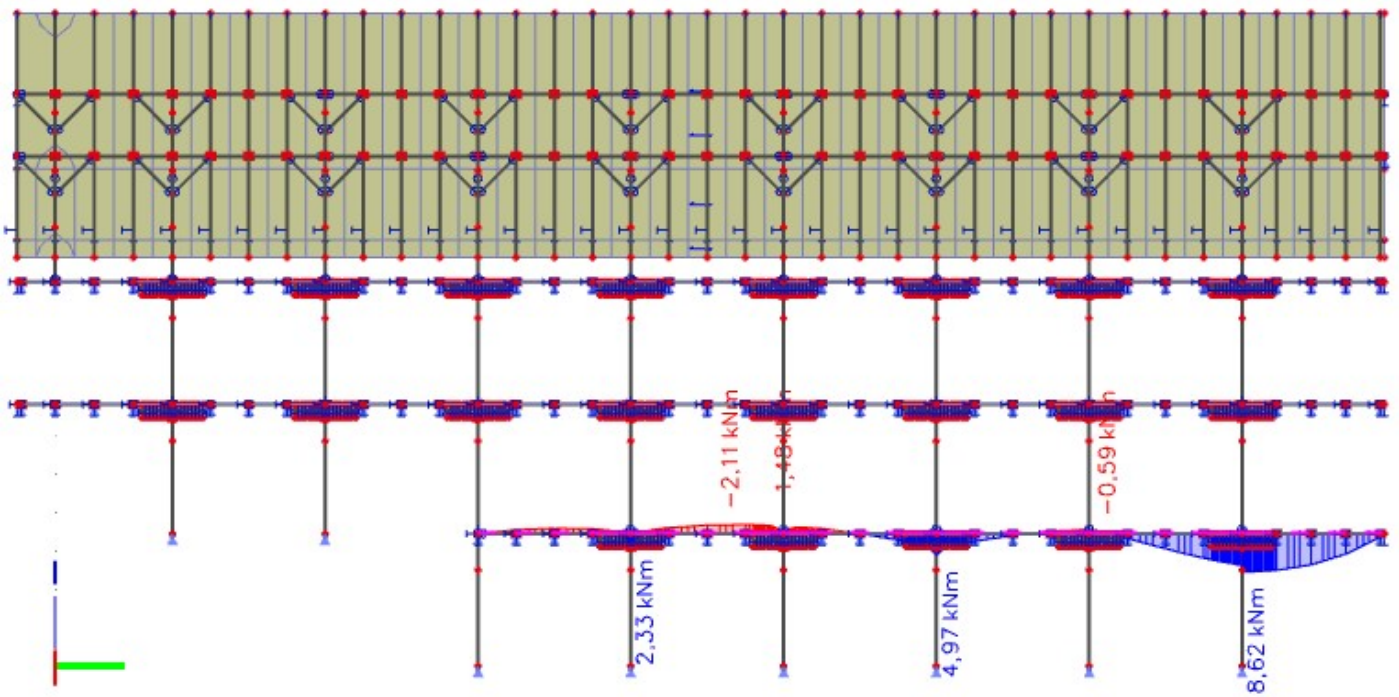
VNITŘNÍ SÍLY

POSOVAVJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 11.49 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 8.62 \text{ kN} \cdot \text{m}$$



## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

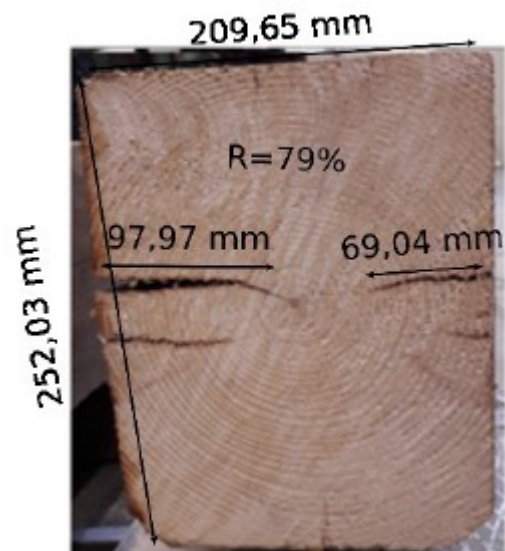
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 1.696 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 0.888 \text{ MPa}$$



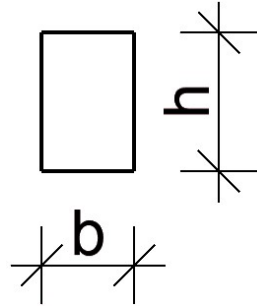
## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.102 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 6 Z 6}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.321 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 6 Z 6}$$

DŘEVO: C24



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

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

$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

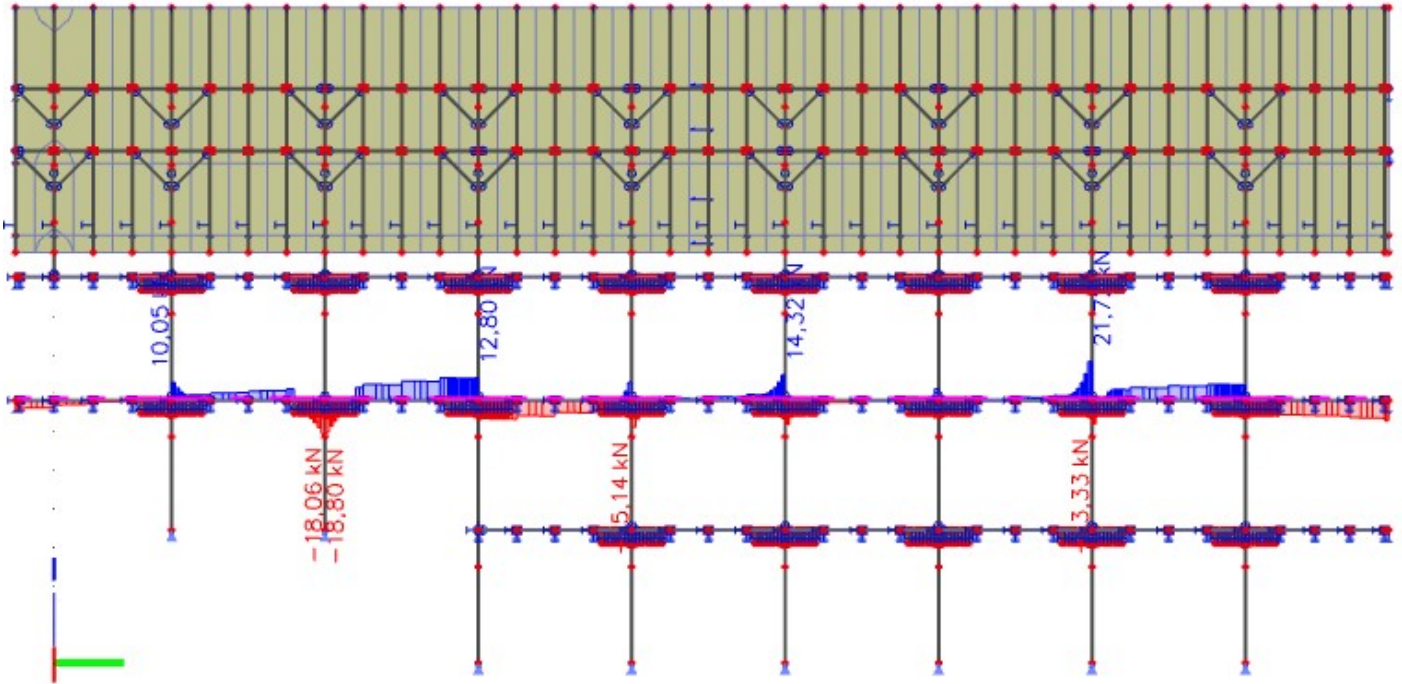
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

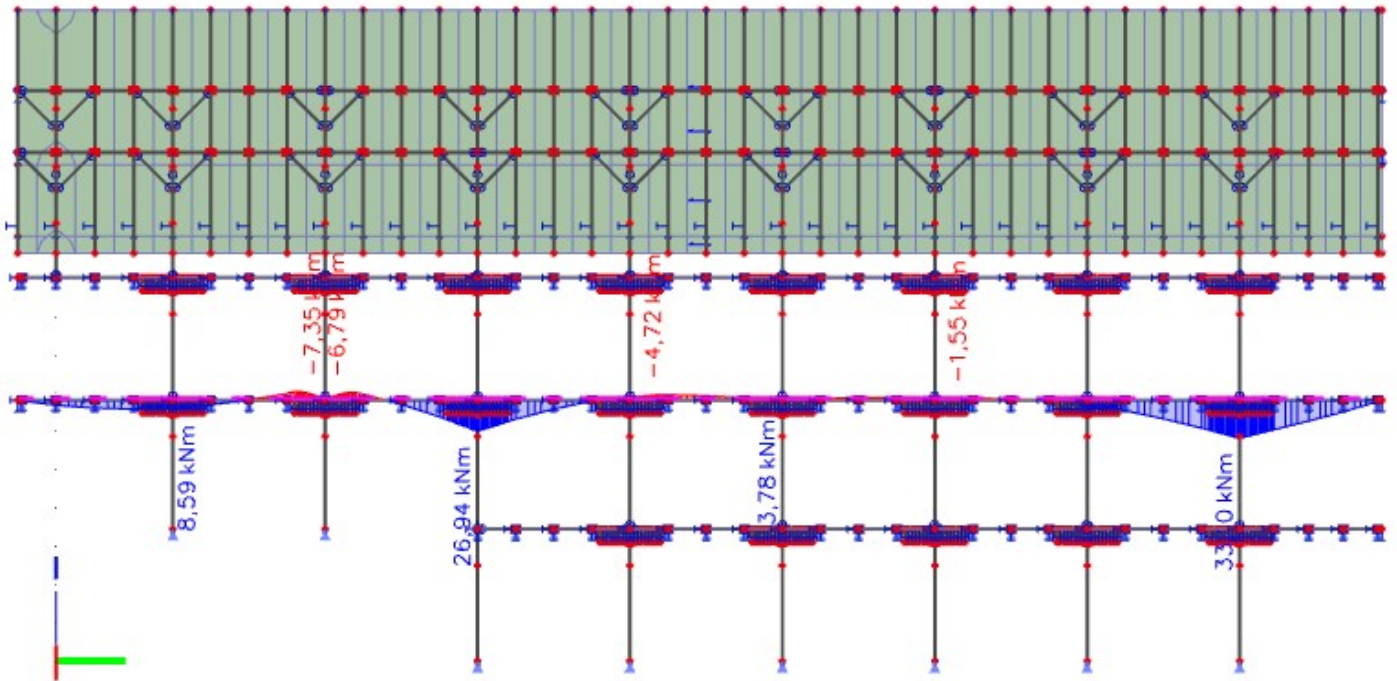
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 21.72 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 33.10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

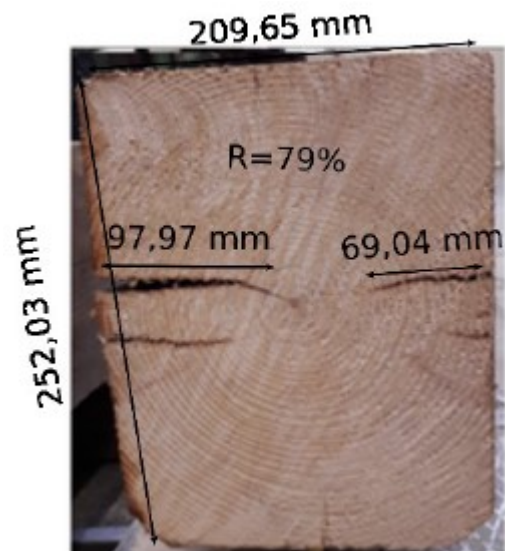
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 6.513 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 1.679 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.392 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 0.606 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 8 Z 8}$$

DŘEVO: C24

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

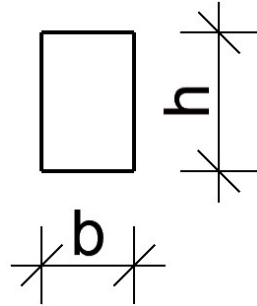
$$f_{v.k} := 4 \text{ MPa}$$

$$E_{0.05} := 7.4 \text{ GPa}$$

TŘÍDA PROVOZU 2

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$



$$h := 330 \text{ mm}$$

$$b := 280 \text{ mm}$$

$$I_y := \frac{b \cdot h^3}{12} = (8.385 \cdot 10^8) \text{ mm}^4$$

$$S_y := b \cdot \frac{h^2}{8} = (3.812 \cdot 10^6) \text{ mm}^3$$

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE y JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ULOŽENÍ

PŘÍČNÁ A TORZNÍ STABILITA V OSE z JE ZAJIŠTĚNA V MÍSTECH ZATÍŽENÍ

KLOPENÍ

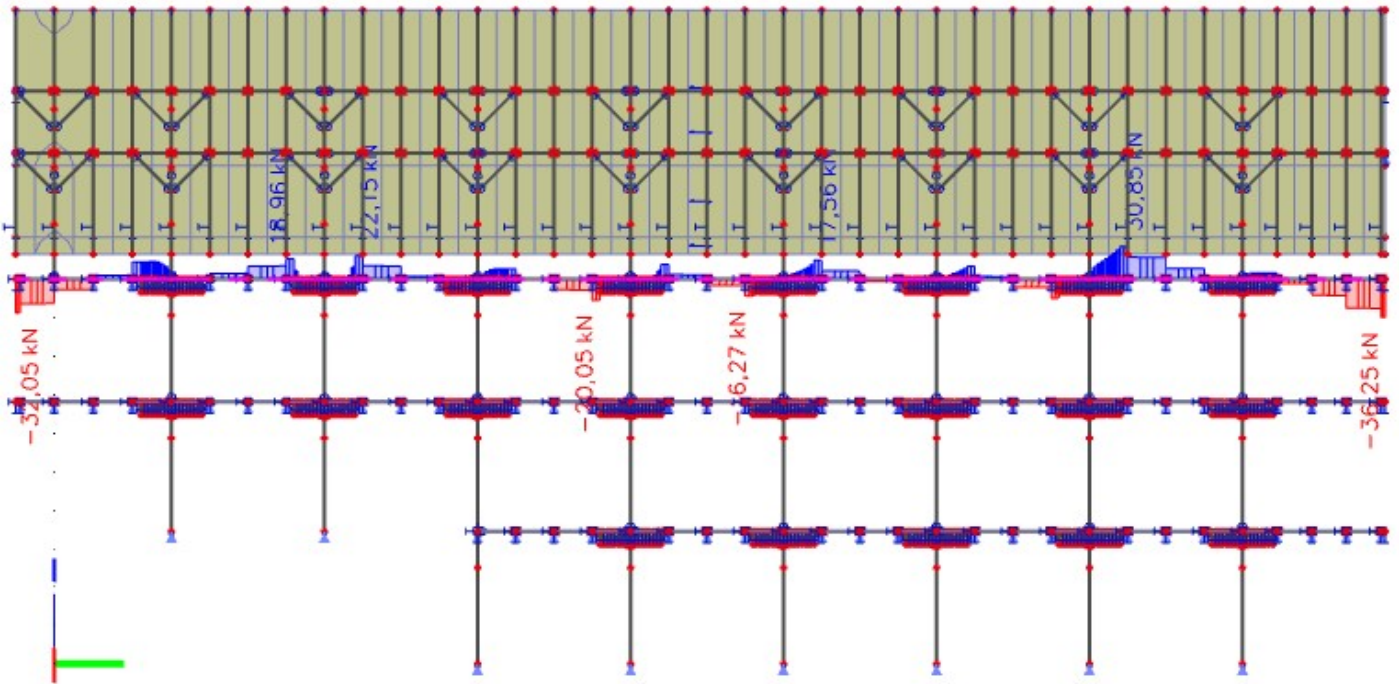
$$l_{ef} := 1000 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m.crit} := \frac{0.78 \cdot b^2 \cdot E_{0.05}}{h \cdot l_{ef}} = (1.371 \cdot 10^3) \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel.m} := \sqrt{\frac{f_{m.k}}{\sigma_{m.crit}}} = 0.132 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} := 1$$

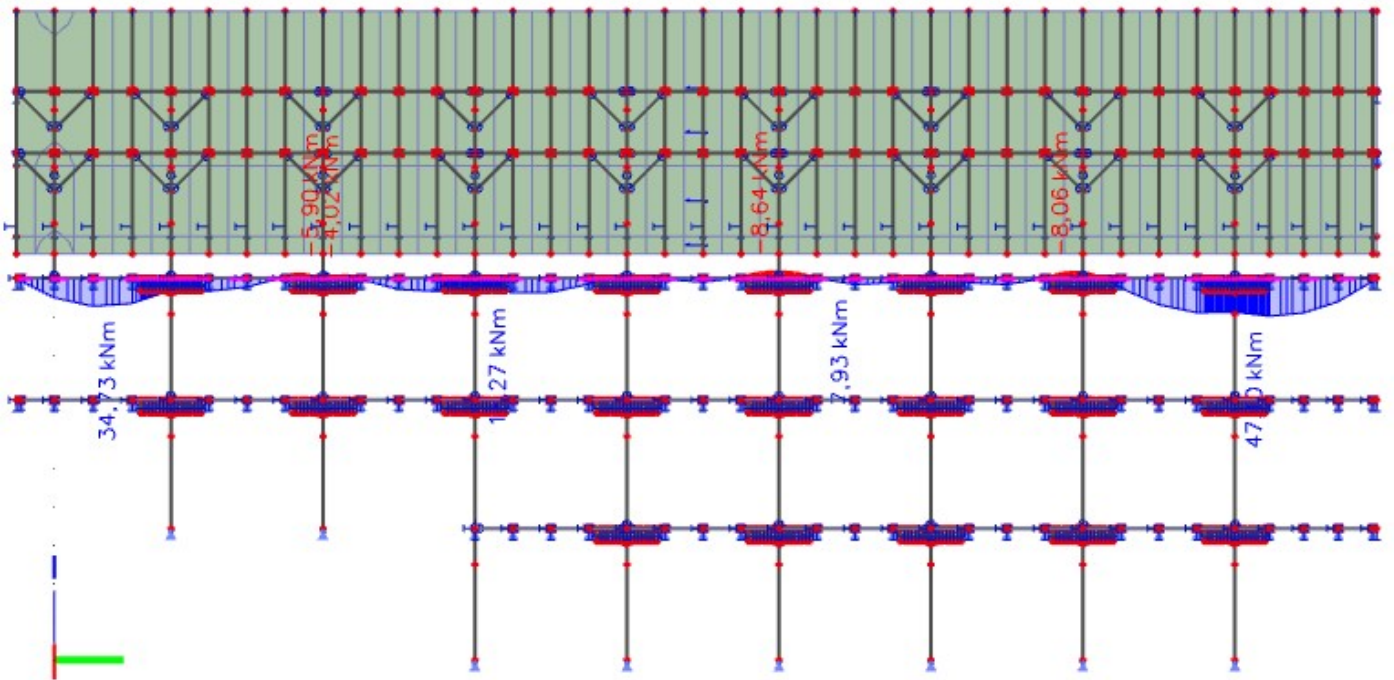
VNITŘNÍ SÍLY

POSOUBAJÍCÍ SÍLY [kN]



$$V_{E.d} := 36.25 \text{ kN}$$

OHYBOVÉ MOMENTY [kNm]



$$M_{y.E.d} := 47.10 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

## NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{m.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{m.k}}{\gamma_M} = 16.615 \text{ MPa}$$

$$f_{v.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{v.k}}{\gamma_M} = 2.769 \text{ MPa}$$

## NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

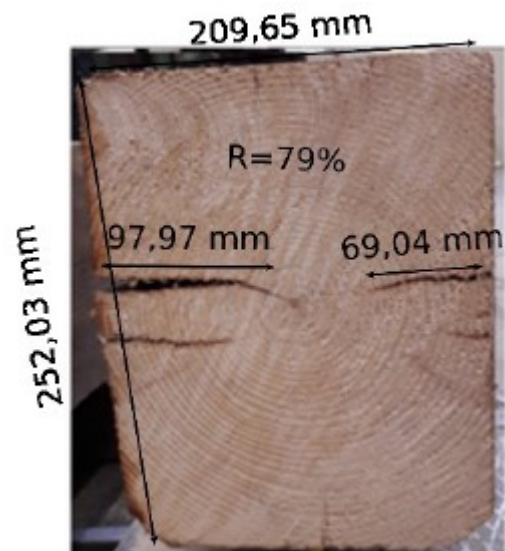
$$\sigma_{m.y.d} := \frac{M_{y.E.d} \cdot h}{I_y \cdot 2} = 9.268 \text{ MPa}$$

## SMYKOVÉ NAPĚTÍ

$$k_{cr} := 0.21$$

$$b_{ef} := k_{cr} \cdot b = 58.8 \text{ mm}$$

$$\tau_{v.d} := \frac{V_{E.d} \cdot S_y}{b_{ef} \cdot I_y} = 2.802 \text{ MPa}$$



## POSOUZENÍ

MSÚ

$$\frac{\sigma_{m.y.d}}{k_{crit} \cdot f_{m.d}} = 0.558$$

≤ 1 → VYHOVUJE 8 Z 8

$$\frac{\tau_{v.d}}{f_{v.d}} = 1.012$$

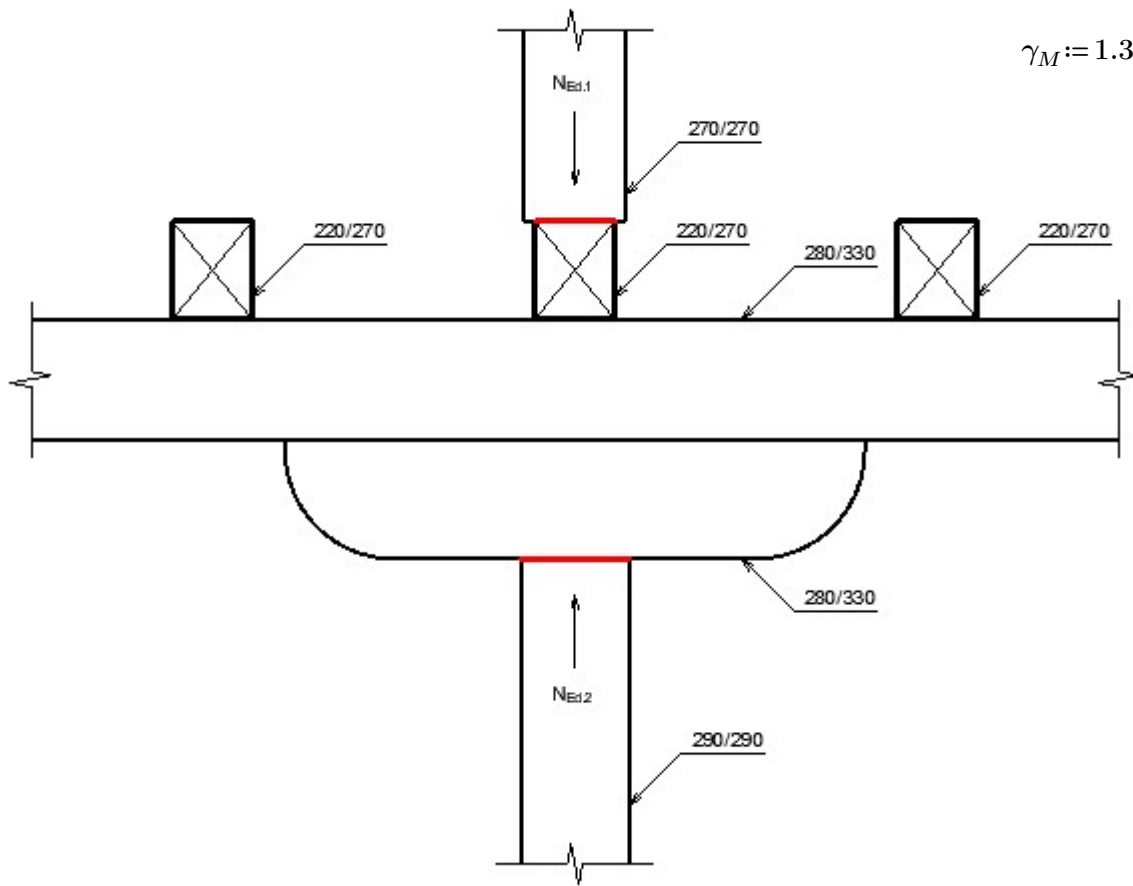
> 1 → NEVYHOVUJÍ 2 Z 8  
(NEVYHOVUJÍ KRAJNÍ)

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

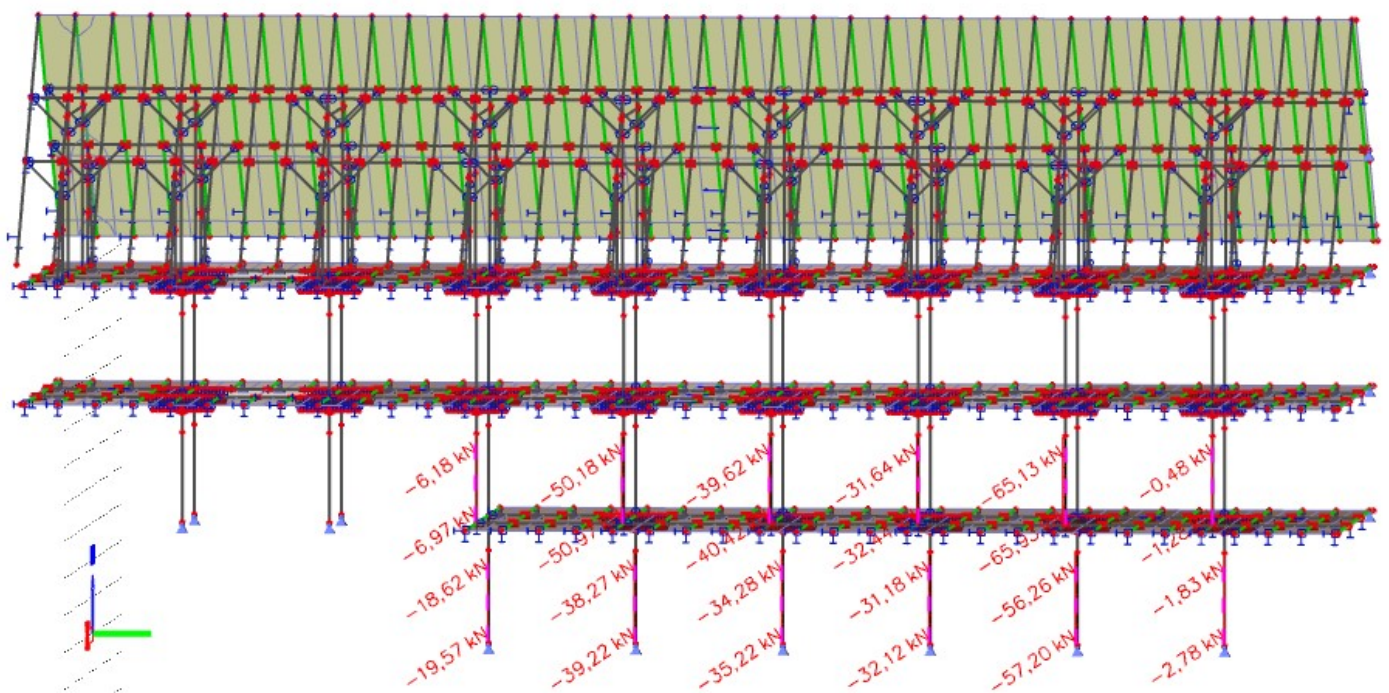
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E.d.1} := 65.93 \text{ kN}$$

$$N_{E.d.2} := 56.26 \text{ kN}$$



PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.26 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 280 \text{ mm} \cdot (290 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (9.8 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.969 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 0.908 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 0.574 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.625 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 12 Z 12}$$

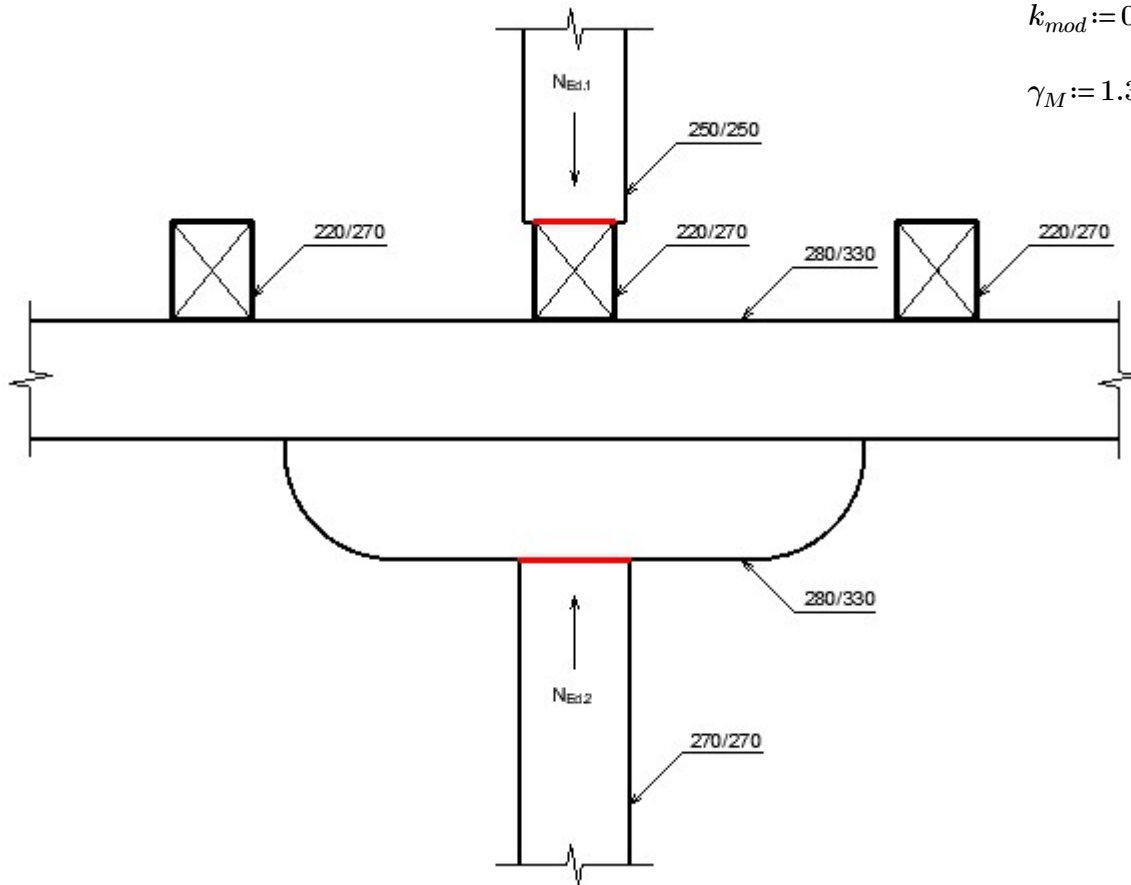
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.395 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 6 Z 6}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

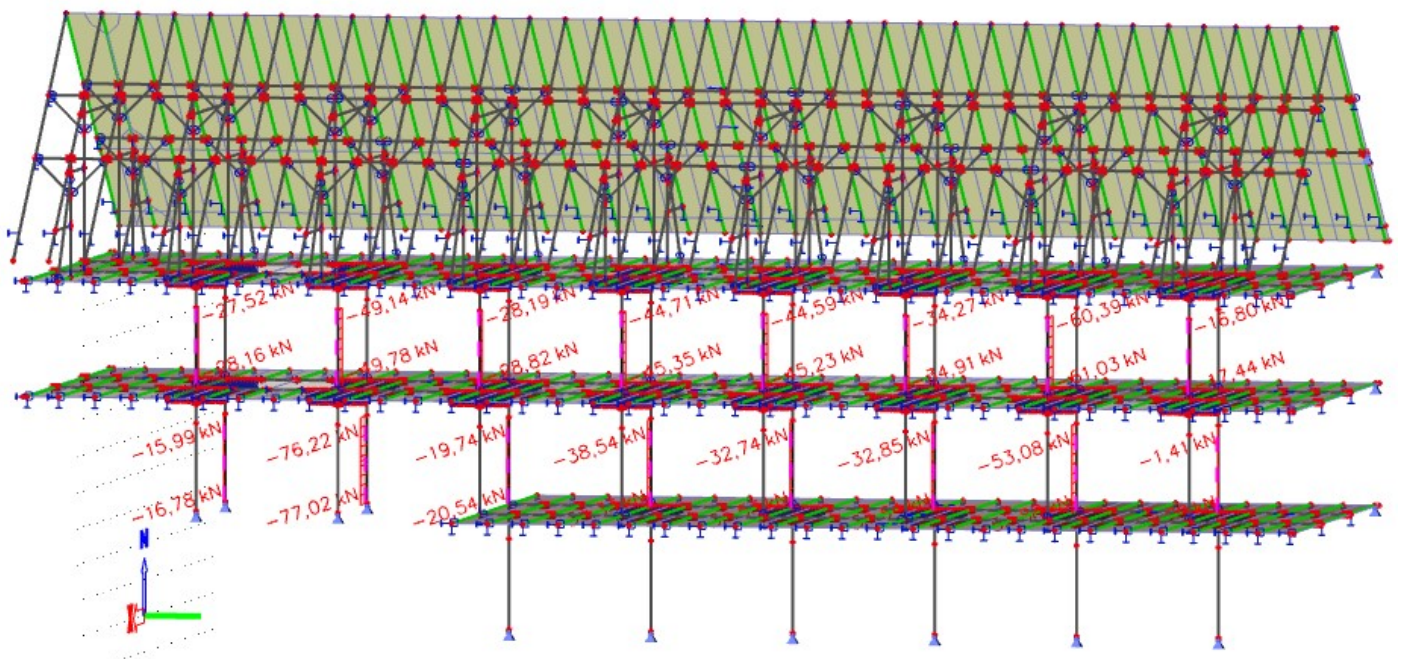
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d,1} := 61.03 \text{ kN}$$

$$N_{E,d,2} := 76.22 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef.1} := 220 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (6.82 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

$$A_{ef.2} := 270 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (8.91 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.969 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d.1} := \frac{N_{E.d.1}}{A_{ef.1}} = 0.895 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c.90.d.2} := \frac{N_{E.d.2}}{A_{ef.2}} = 0.855 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d.1}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.616 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 16 Z 16}$$

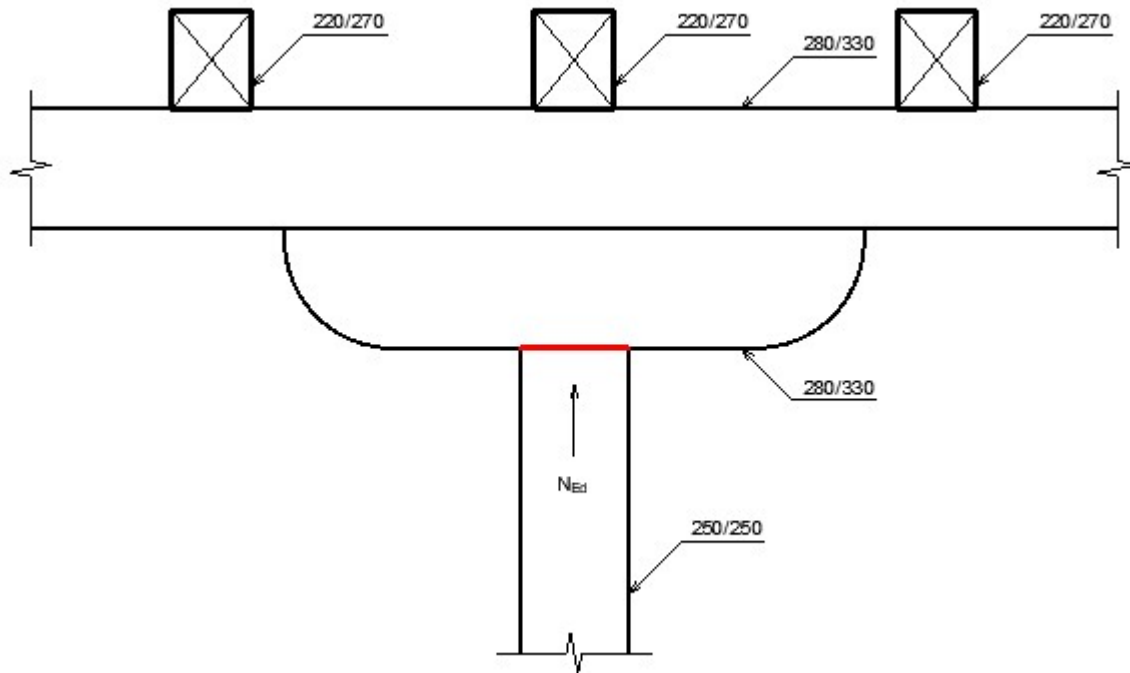
$$\frac{\sigma_{c.90.d.2}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.588 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 16 Z 16}$$

DŘEVO: PEVNOST NA ZÁKLADĚ ZKOUŠEK

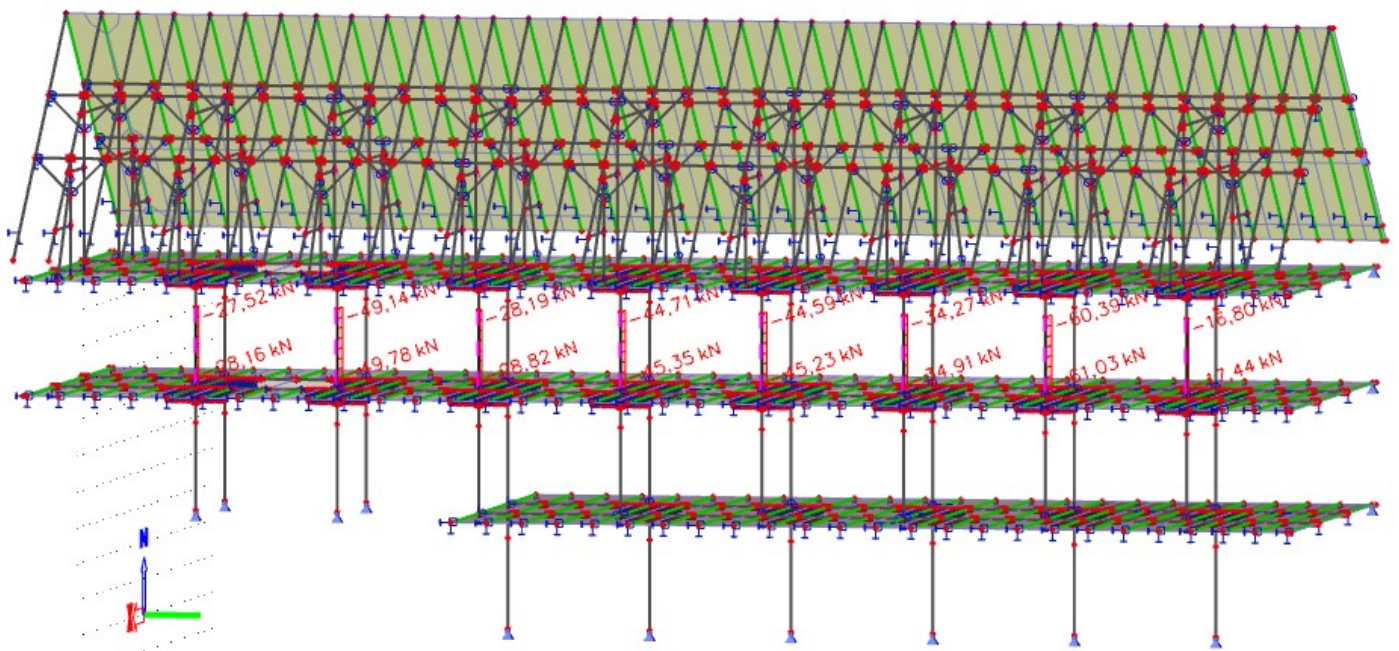
$$f_{c,90,k} := 1.4 \text{ MPa}$$

$$k_{mod} := 0.9$$

$$\gamma_M := 1.3$$



SÍLY VE SLOUPECH:



$$N_{E,d} := 60.39 \text{ kN}$$

PLOCHA:

$$A_{ef} := 250 \text{ mm} \cdot (250 \text{ mm} + 2 \cdot 30 \text{ mm}) = (7.75 \cdot 10^4) \text{ mm}^2$$

NÁVRHOVÁ PEVNOST

$$f_{c.90.d} := k_{mod} \cdot \frac{f_{c.90.k}}{\gamma_M} = 0.969 \text{ MPa}$$

NORMÁLOVÉ NAPĚTÍ

$$\sigma_{c.90.d} := \frac{N_{E.d}}{A_{ef}} = 0.779 \text{ MPa}$$

POSOUZENÍ

$$k_{c.90} := 1.5$$

$$\frac{\sigma_{c.90.d}}{k_{c.90} \cdot f_{c.90.d}} = 0.536 \leq 1 \rightarrow \text{VYHOVUJE 16 Z 16}$$