

D1.2. Statický výpočet

Název stavby: Stavební úpravy areálu bývalé sladovny, ETAPA I – Račice-Pístovice

Místo stavby: Račice - Pístovice

Investor stavby: Obec Račice-Pístovice

Hlavní architekt: Ing. Ludvík Sláma, Bieblova 22, 613 00 Brno

Vypracoval: Doc. Ing. Petr Fajman, CSc

Jaselská 32, Praha 6, fajman@fsv.cvut.cz

Autorizace: Ing. Miroslav Šalplachta

Vratislavská 389, Praha 8

DIČ: CZ460301405

Autorizace statika a dynamika č.a. 1535

Obsah:

D.1.2.1 Technická zpráva

Použité normy a podklady

Konstrukční řešení objektu

Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky

D1.2.2 Prostorové řešení

Schéma nosné konstrukce

D1.2.3 Statické řešení

Výpočet zatížení ČSN EN 1991

Výsledné vnitřní síly

Posouzení dle ČSN EN 1MSU

Posouzení dle ČSN EN 2MSP

červen 2024

Počet stran 14

D.1.2.1 Technická zpráva

Použité normy a podklady

Výkresy – ing. Ludvík Sláma, Bieblova 22, Brno - 9/2023

Právní předpisy v platném znění, a to včetně, nikoliv však výlučně.

- Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 258/2000 Sb. O ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 262/2006 Sb. Zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů

ČSN EN 363 Osobní ochranné prostředky proti pádům z výšky

ČSN EN 358 Osobní prostředky pro pracovní polohování a prevenci proti pádům z výšky a dalších souvisejících norem.

ČSN 73 0031 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd - Základní ustanovení pro výpočet

ČSN 73 0033 Spolehlivost stavebních konstrukcí a základových půd. Základní ustanovení pro zatížení a účinky

ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN 73 0210 - Geometrická přesnost ve výstavbě.

ČSN 73 6180 - Hmoty pro ošetřování povrchu čerstvého betonu

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí.

ČSN EN 1992-1 Navrhování betonových konstrukcí.

ČSN EN 1993-1 Navrhování ocelových konstrukcí.

ČSN EN 1995-1 Navrhování dřevěných konstrukcí.

ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí - část 1 : Společná ustanovení

ČSN EN 1090-1 Provádění ocelových konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 206 Beton-Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Program FEAT pro výpočet prostorových konstrukcí a rovinných konstrukcí

Normy a předpisy

Projekt předpokládá, že provádění se bude řídit platnými předpisy a technickými předpisy výrobců jednotlivých materiálů. Stavba bude realizována autorizovanou prováděcí firmou. Všechny použité materiály jsou schváleny k použití v ČR pro daný účel, popř. na ně bylo vydáno prohlášení o shodě nebo certifikáty. Prohlášení o shodě a certifikáty je nutné předložit ke kolaudaci objektu – zajistí dodavatel části stavby. Dodávka a projekt musí být v souladu s normami a předpisy České republiky s důrazem na požadavky požární bezpečnosti, hygienických předpisů, bezpečnosti práce a užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

Jedná se o projekt pro stavební povolení.

Konstrukční řešení objektu

Ve statickém výpočtu jsou řešeny následující objekty

SO 01 – objekt – zastřešení krovem

Stávající stav:

Objekt

Jedná se o rozpadlý objekt, z jedné strany navazující na sousední stávající. Pro další využití se plánuje ponechat cihelné zdi se základem jako podporu nového krovu.

Navrhovaný stav:

Prostor o rozměrech cca. 22 x 10m se zastřeší dřevěným krovem. Krov bude vaznicový se středními vaznicemi a vaznými trámy. Zeď se uzavře železobetonovým věncem s novými vyzděnými štíty.

Základy

U nosné zdi je stávající založení. Předpoklad kamenné zdivo $E=10\text{GPa}$.
Základová spára je min. 1m pod terénem.

Svislé nosné konstrukce

Obvodové zdivo zůstane stávající z cihel (cihly plné na MV) $E=1,5\text{GPa}$.

Nové konstrukce

Nové štíty z cihelného zdiva.

Věnce a překlady

Nový železobetonový věnec s římsou beton C25/30, výztuž 4xR12 s třmínky R5 a 300mm.

Střecha

Je navržena nová nosná konstrukce sedlové střechy. Krov bude klasický dřevěný vaznicový se stojatou stolicí. Nosným prvkem jsou krokve, které jsou nesené dvěma středními vaznicemi, dále pak sloupky a vaznými trámy. Vazné trámy jsou kvůli velké délce rozdělené uprostřed rozpětí. Jsou uloženy na obvodových zdech a v rozdělení (uprostřed rozpětí). Vaznice jsou dělené nad sloupky. Sklon střešních rovin je 38° a krytina keramická.

Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky

Použitý materiál

Železobetonové konstrukce

Pro návrh betonové směsi je nutné vycházet z toho, že kvalita betonu pro konstrukce **věnc s římsou**:

BETON ČSN EN 206 a ČSN P 73 2404

C25/30 XC1

- Kamenivo podle ČSN EN 12620 s dostatečnou mrazuvzdorností
- CI 0.2
- Modul pružnosti 30 GPa podle ČSN ISO 6784
- Krytí $a = 20, 50\text{mm}$.

Složení betonu je typové, musí zároveň splnit požadavky normy ČSN 73 1208. Při výběru jednotlivých složek musí být splněny ustanovení platných předpisů. Použití plastifikační přísady je věcí výrobce betonu a dodavatele.

Při ošetřování vodou je nutné dbát, aby konstrukce nebyla vystavena teplotním šokům. Není přípustné základovou desku zaplavovat, ale provádět smáčení pomocí jemné vodní clony.

Výztuž

Římsa bude vyztužena sítěmi a vázanou výztuží při obou površích. Navazování výztuže je navrženo pomocí přesahu. Krytí výztuže je navrženo 20 až 50 mm dle místa v konstrukci. Bude použita výztuž R 10505.

Zdivo

Stávající cihelné CP 10 na M4 , $E=1,5\text{ GPa}$

Cihelné zdivo - normalizovaná pevnost 7,9 MPa

Malta - pevnost v tlaku $f_c=2,1\text{MPa}$

Pevnost v tahu zdivo $f_k = 1,87\text{MPa}$, $f_d = 0,94\text{MPa}$

Ocel

Ocel S235 svařitelné – mez kluzu $f_y = 235\text{ MPa}$, mez pevnosti $f_u = 420\text{ MPa}$

Ocel S355 svařitelné – mez kluzu $f_y = 355\text{ MPa}$, mez pevnosti $f_u = 510\text{ MPa}$

Dřevo

Použité dřevo –C24 $f_{mk} = 24\text{ MPa}$, kvalita DIN 4074-1,

modul pružnosti $E = 10\text{ GPa}$, tíha $\gamma = 3,5\text{kN/m}^3$

součinitel teplotní roztažnosti $\alpha = 1.10^{-6}$

Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení pro návrh nosné konstrukce

Zatížení je uvažováno v souladu s normou EN 1991 – zatížení stavebních konstrukcí

Zatížení sněhem

je uvažováno hodnotou $s=0,7\text{kN/m}^2$, což odpovídá cca. 350mm čerstvě napadaného sněhu. Při větší vrstvě sněhu je nutno sníh odklízet.

Jsou uvažovány dva zatěžovací stavy.

Zatížení větrem

Vítr IV. Typ oblasti terénu $q_b = 0,5 \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390\text{N} \approx 0,4\text{ kN/m}^2$

$$q_r(z) = c_0 \cdot c_e(z) \cdot q_b, \quad c_e(z) = 1,5 \quad q = 0,4 \cdot 2 = 0,6\text{ kN/m}^2$$

je uvažováno hodnotou $w=0,7\text{kN/m}^2$ tlak a $-0,3$ sání.

Návrh konstrukčních detailů, neobvyklých konstrukcí a technologických postupů

Viz statický výpočet

Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

- kontrola výztuže před betonáží věnce s římsou.

Specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem.

- dílenská dokumentace výztuže železobetonových konstrukcí

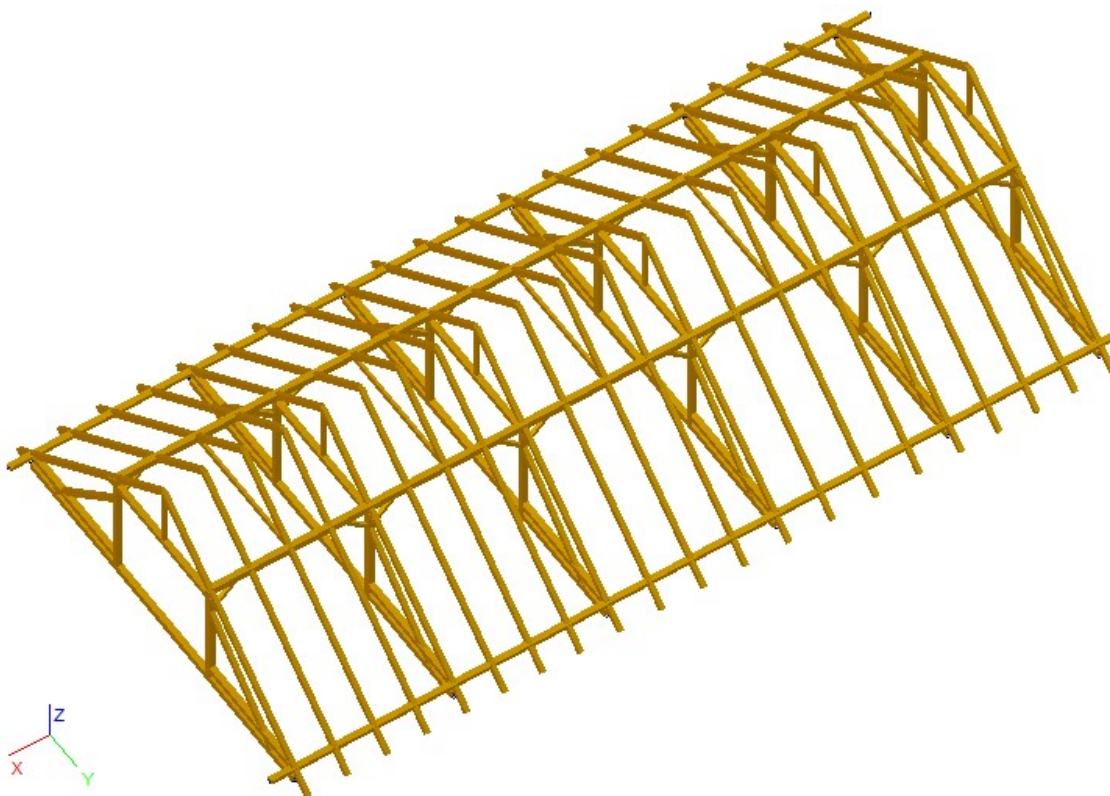
Závěr

Poznámky k jednotlivým technologiím uvedené v této zprávě nenahrazují technologický předpis. Závazný technologický předpis vypracuje a předloží před zahájením prací zhotovitel těchto prací.

V případě, že budou při provádění odhaleny skutečnosti odchylné od podkladů a předpokladů tohoto projektu, popřípadě skutečnosti omezující jeho realizaci, je nutno okamžitě uvědomit autora tohoto projektu, TDI investora a GP. Úpravy projektu pak provede autor po dohodě a schválení zástupci TDI a GP.

D1.2.1 Prostorové řešení

Krov



Axonometrický pohled na konstrukci

Prvky krovu:

Krokve	120/160	
Vaznice	160/200	
Kleštiny-Hambalek	2x80/160	
Kleštiny-Hambalek	80/160	(prázdná vazba – pouze uprostřed pole)
Kleštiny-dolní	2x80/160	
Sloupky	160/180	
Sloupky horní	120/120	
Vzpěra	120/160	
Pásky	100/100	
Vazný trám	160/280	

Úhel střechy je 38°.

Schéma nosné konstrukce :

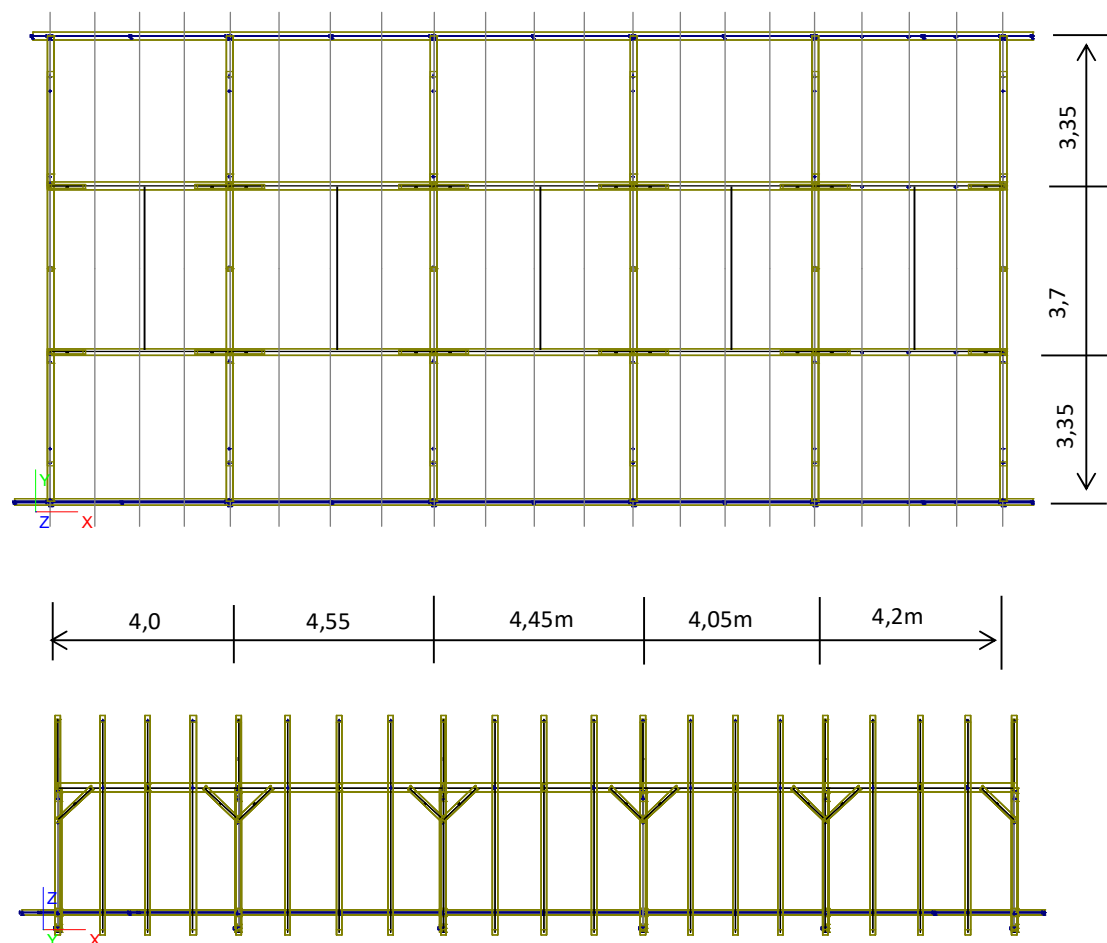
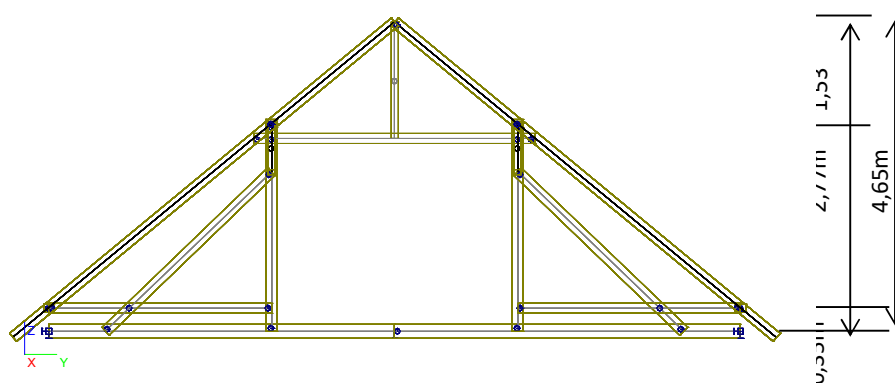


Schéma nosných konstrukcí



D1.2.2 Statické řešení

Výpočet zatížení ČSN EN 1991

Zatížení od 1m² střechy:

Vrstva	Tloušťka (mm)	Objemová tíha	Zatížení (kN/m ²)
Stálé zatížení			
Izolace, krytina	15	0,1 (kN/m ²)	0,6
Pobiti	20	5 (kN/m ³)	0,02.5= 0,1
Celkem			0,7

+ vlastní tíha nosné konstrukce

Sníh I. oblast $s_0 = 0,7 \text{ kN/m}^2$
 $\alpha = 38^\circ \Rightarrow \mu_s = 0,7, \chi = 1$
 $s_n = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (půdorysně)

Uvažuje se i nesymetrické rozložení sněhu.

Vítr III. Typ oblasti terénu rychlost větru $v_b = 25 \text{ m/s}$

$$q_b = 0,5 \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390 \text{ N} \approx 0,4 \text{ kN/m}^2$$

$$q_v(z) = c_0 \cdot c_r(z) \cdot q_b, \quad c_e(z) = 2$$

$$q = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

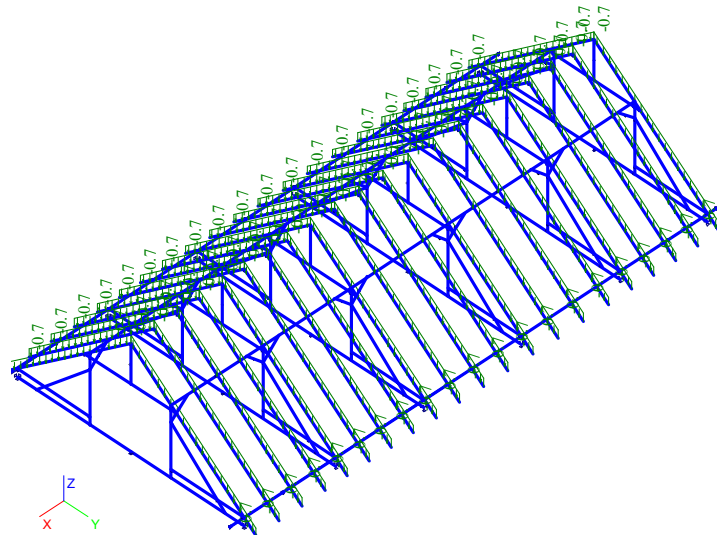
na střechu – sklon 38° , $c = 0,7$, $-0,4$,

$$f_{v1} = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2, \quad f_{v2} = 0,8 \cdot (-0,4) = -0,32 \text{ kN/m}^2$$

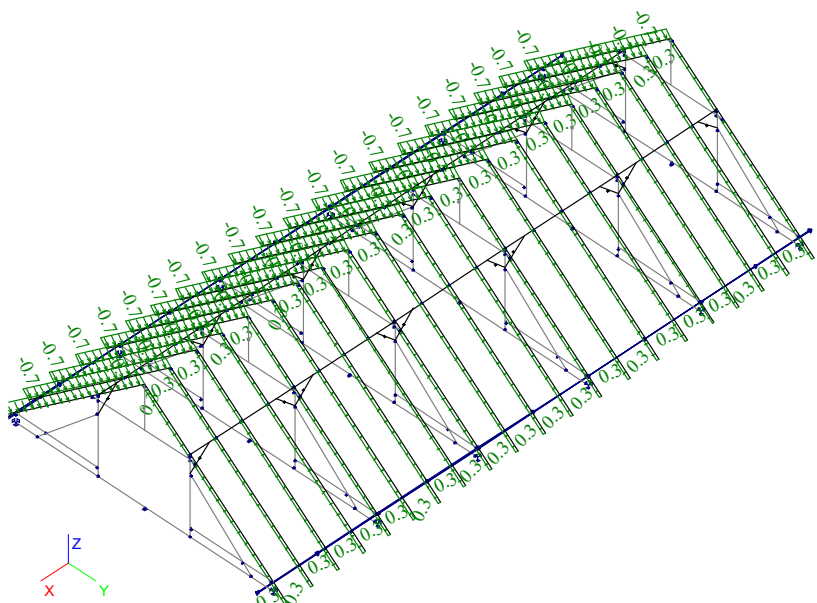
na stěny - $c = 0,7$, $-0,3$,

$$f_{v1} = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2, \quad f_{v2} = 0,8 \cdot (-0,3) = -0,24 \text{ kN/m}^2$$

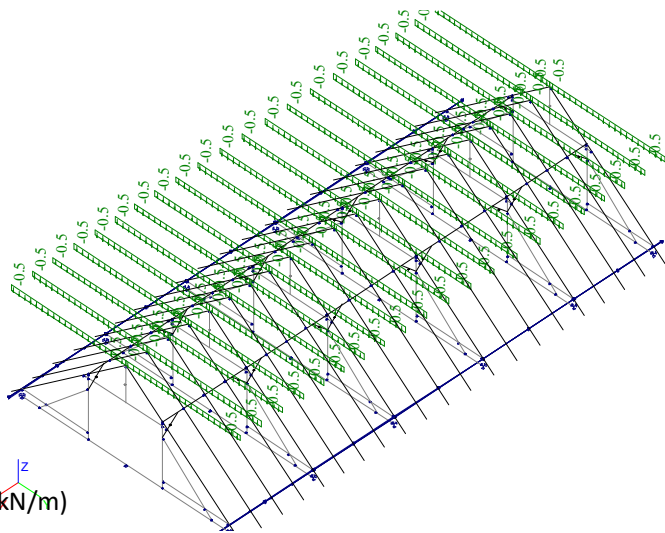
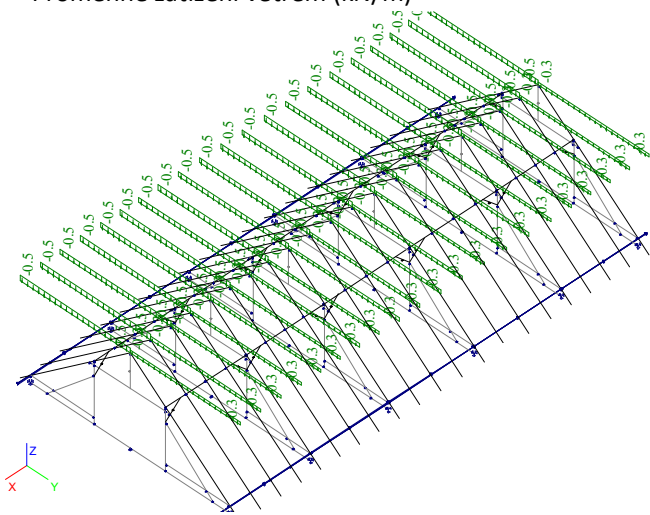
K



Stálé zatížení (kN/m)



Proměnné zatížení větrem (kN/m)



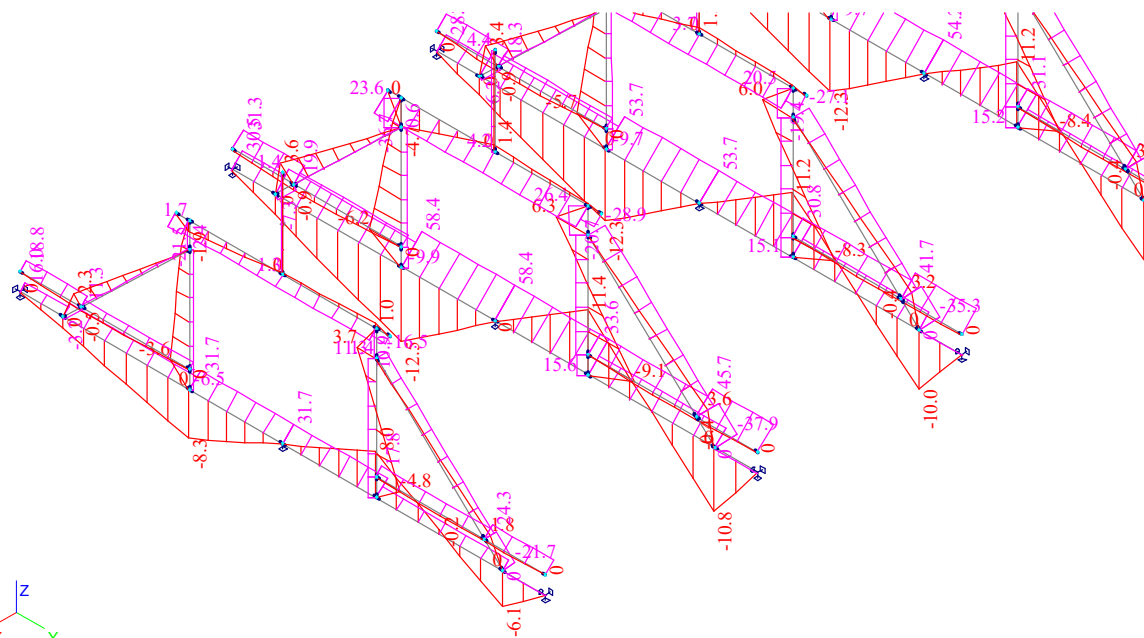
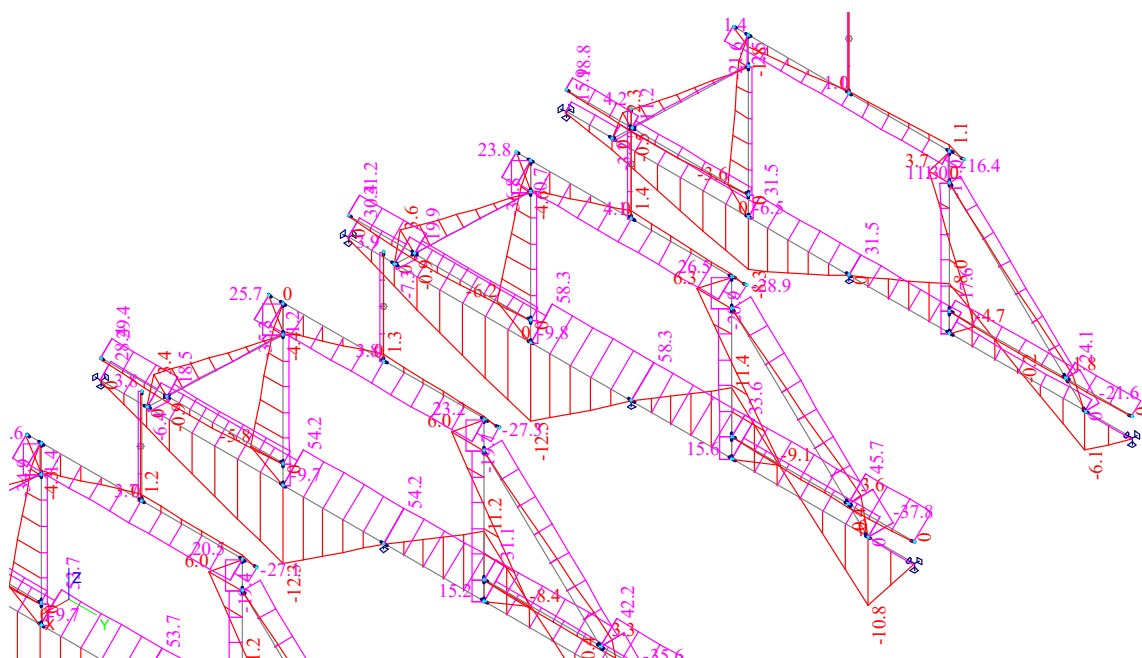
Proměnné zatížení nesymetrickým sněhem (kN/m)

Kombinace

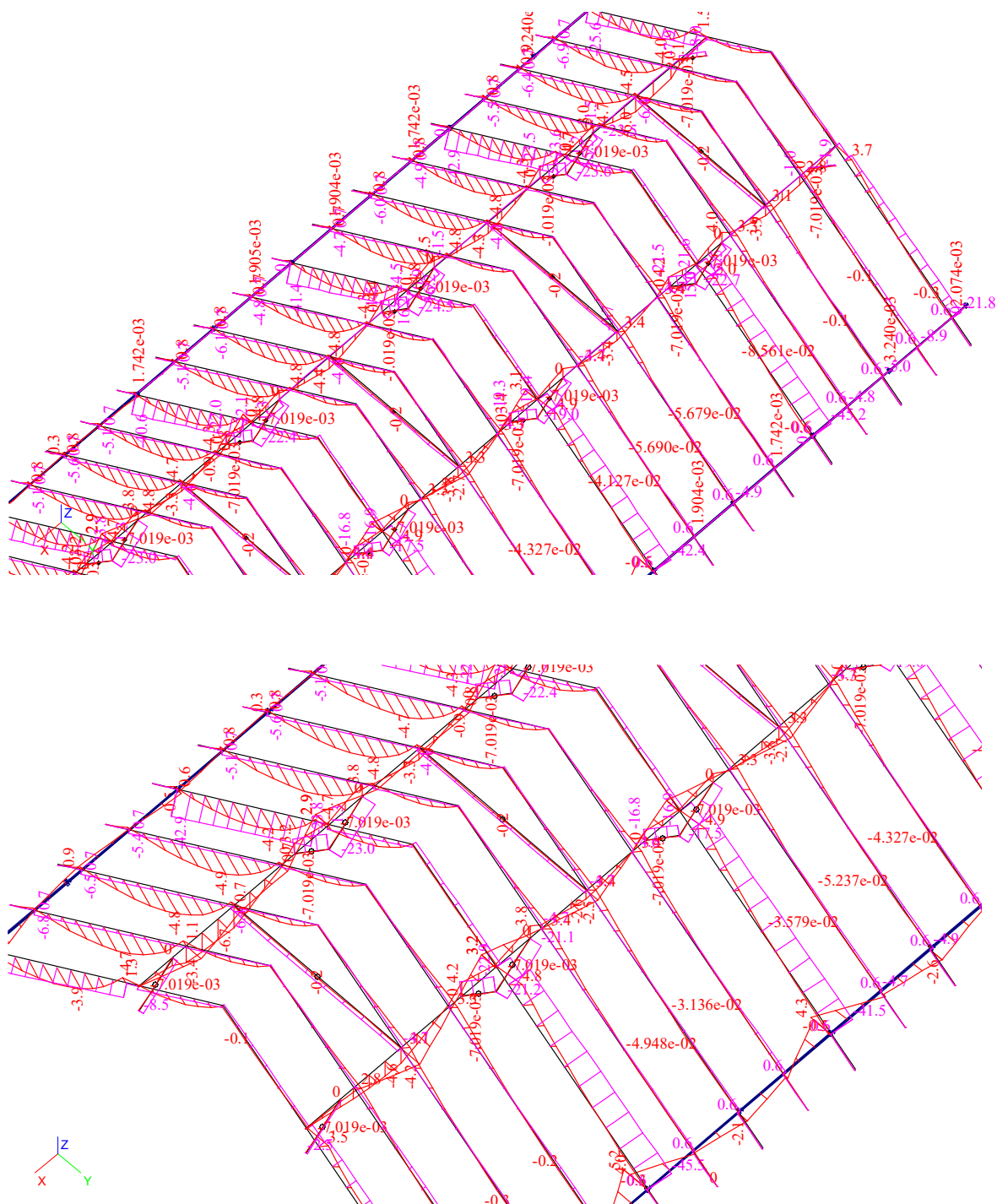
$$F_1 = f_s \cdot 1,35 + f_n \cdot 1,5 + 1,5 \cdot f_s$$

$$F_2 = f_s \cdot 1,35 + f_n \cdot 1,5 + 1,5 \cdot f_s + f_v$$

Výsledné vnitřní síly



Plná vazba - Momenty (kNm), Normálové síly (kN)



Krokve a vaznice - Momenty (kNm), Normálové síly (kN)

Soupis namáhání prvků

KROV

Krokve	120/160	M=4,9kNm, N= -5kN
Vaznice	160/200	M=6,9kNm, Mz=1,9kNm, N= -1kN
Kleštiny - Hambalek	2x80/160	M=4,6kNm, N= -40kN (bez vzpěru plná vazba)
Kleštiny - Hambalek	80/160	M=0,5kNm, N= -7kN (bez vzpěru prázdná vazba)
Kleštiny spodní	2x80/160	M= 1kNm, N= 45kN (plná vazba)
Vzpěra	120/160	M= 4kNm, N= -40kN (bez vzpěru)
Sloupky krajní	160/180	M=4,8kNm, N= -10kN (4,2 , 10 tahová síla)
Pásky krajní	100/100	M=0,2kNm, N= -10kN
Sloupky střední	160/180	M=6,2kNm, N= -10kN (9 , 16 tahová síla)
Pásky střední	100/100	M=0,2kNm, N= -30kN
Sloupky horní	120/120	M=0,2kNm, N= 2kN
Vazný trám	160/280	M=12,5kNm, N= 60kN
Pozednice	160/120	Mz=5kNm

Posouzení dle ČSN EN

1 MSU

Dřevěné konstrukce - Posouzení dle ČSN EN 1995

Lepené dřevo pevnostní třídy C24 – vizuálně bez vad

$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{c,90k} = 2,5 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 4 \text{ MPa}$

$E = 10500 \text{ MPa}$, $E_{0,05} = 7400 \text{ MPa}$

součinitel spolehlivosti $\gamma_M = 1,3$, součinitel trvání $k_{mod} = 0,7, 0,8$, součinitel $\beta = 0,2$

výpočtové pevnosti

$f_{m,d} = 13,85 \text{ MPa}$, $f_{t,0d} = 8,3 \text{ MPa}$, $f_{c,0d} = 13,1 \text{ MPa}$, $f_{c,90d} = 1,35 \text{ MPa}$, $f_{v,d} = 3,3 \text{ MPa}$

Tah s ohybem

$$\text{Podminky } \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Tlak s ohybem

$$\text{Podminky } \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$k_m = 0,7$ pro obdélníkový průřez, jinak 1

Tlak s ohybem - stabilita

$$\text{Podminky } \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1, \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$
$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{sd}}{A}, \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_{y,sd}}{I_y} z, \quad \lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crity}}}, \quad \sigma_{c,crity} = \frac{E_{0,05} \pi^2}{\lambda_y}, \quad \lambda_y = \frac{L}{i}$$

Konstrukční prvky

Krokev 120/160

$A = 0,019 \text{ m}^2$, $I = 0,041 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $i = 0,046$, $L = 2,8 \text{ m}$, $\lambda = 65$,
souč. vzpěru 0,6

Ohyb + vzpěr $M = 4,9 \text{ kNm}$, $N = -4 \text{ kN}$,
 $0,8 \leq 1$

Vaznice 160/200

$A = 0,032 \text{ m}^2$, $I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $i = 0,064$, $L = 3,5 \text{ m}$, $\lambda = 65$,
souč. vzpěru 0,6

Ohyb + vzpěr $M = 6,9 \text{ kNm}$, $M_z = 1,9 \text{ kNm}$, $N = -1 \text{ kN}$,
 $0,7 \leq 1$

kleštiny 160/160

$A = 0,025 \text{ m}^2$, $I = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, bez vzpěru
souč. vzpěru 0,2

Ohyb $M = 4,6 \text{ kNm}$, $N = -40 \text{ kN}$,
 $0,68 \leq 1$

Vzpěra 120/160

$A = 0,019 \text{ m}^2$, $I = 0,041 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $i = 0,046$, (bez vzpěru)

Ohyb + tlak $M = 4 \text{ kNm}$, $N = -40 \text{ kN}$,
 $0,7 \leq 1$

Sloupek 160/180

$A = 0,029 \text{ m}^2$, $I = 0,078 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 0,86 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$

Ohyb a tah $M = 9 \text{ kNm}$, $N = 16 \text{ kN}$,
 $0,9 \leq 1$

Pásky 100/100

$A = 0,01 \text{ m}^2$, $I = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 0,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $i = 0,029$, $L = 1 \text{ m}$, $\lambda = 40$,
souč. vzpěru 0,55

Ohyb + vzpěr $M = 0,5 \text{ kNm}$, $N = -30 \text{ kN}$,
 $0,63 \leq 1$

Vazný trám 160/280

$A = 0,044 \text{ m}^2$, $I = 0,095 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$,

Ohyb + tah $M = 12,5 \text{ kNm}$, $N = 60 \text{ kN}$,
 $0,7 \leq 1$

Pozednice 160/120

$A = 0,019 \text{ m}^2$, $I = 0,041 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$, $W = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, $i = 0,046$,

Ohyb ve vodorovné rovině $M = 5 \text{ kNm}$

$0,7 \leq 1$

2 MSU

Vypočtený průhyb $w=20\text{mm}$

Průhyb $w_{\max}=L/150 = 4000/150 = 26\text{mm}$

Vyhovuje.

