



STATICKÝ POSUDEK NA PŘITÍŽENÍ FVE BOTANICKÝ ÚSTAV, PRŮHONICE

Číslo zakázky 24039
Zpracoval Elsa Consulting s.r.o.
Datum 04/2024



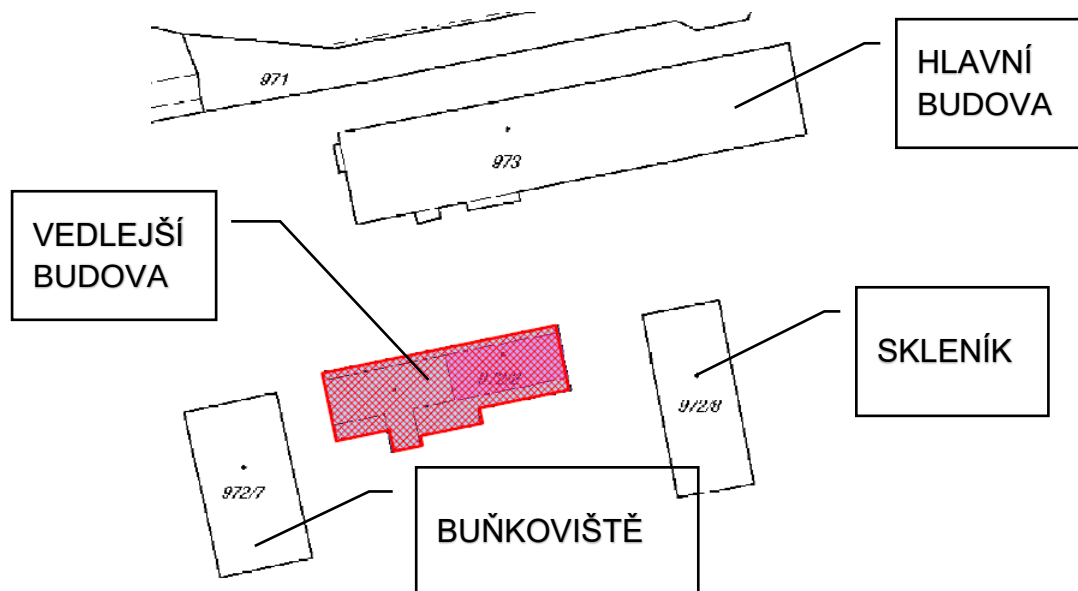
Číslo kopie:

OBSAH

1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	3
1.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	3
1.2	VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY.....	3
1.3	POUŽITÉ NORMY	3
2.	POPIS OBJEKTU.....	4
2.1	HLAVNÍ OBJEKT	4
2.2	VEDLEJŠÍ OBJEKT	8
2.3	SKLENÍK.....	10
3.	STATICKÝ VÝPOČET	12
3.1	ZATÍŽENÍ	12
3.1.1	VLASTNÍ TÍHA	12
3.1.2	STÁLÉ ZATÍŽENÍ – SKLADBA	12
3.1.3	PŘÍTÍŽENÍ FVE PANELY	12
3.1.4	SNÍH.....	12
3.1.5	VÍTR	12
3.2	GEOMETRIE.....	13
3.3	ZATÍŽENÍ V MODELU	14
3.4	POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ	18
3.4.1	SKLENÍK	18
3.4.2	VEDLEJŠÍ BUDOVA	30
3.4.3	HLAVNÍ BUDOVA	34
4.	ZÁVĚR	39

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Předmětem posudku je určení možnosti umístění fotovoltaických panelů na objekty v nacházející se v areálu Botanického parku v ulici Lesní, Průhonice.



1.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Typ dokumentace Statický posudek
Charakter konstrukce Ocelový skelet, dřevěný vazník
Objednatel **KEROSIN s.r.o.**

1.2 VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- Dokumentace ke skleníku (2015, 2016) (bez statického výpočtu)
- Dokumentace ke stavebním úpravám hlavní části (2016)
- Dokumentace k opravě střechy (08/2019)

1.3 POUŽITÉ NORMY

- ČSN EN 1991 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1993 - Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1995 - Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí
- ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, 2019
- ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení, 2019
- ČSN ISO 13823 Obecné zásady navrhování konstrukcí s ohledem na trvanlivost, 2014
- ČSN 73 0043 Doplnující pokyny pro ověřování životnosti konstrukcí s ohledem na vlivy prostředí, 2019

2. POPIS OBJEKTU

2.1 HLAVNÍ OBJEKT

Popis objektu je převzat ze zprávy pro stavební úpravy z roku 2016.

b) architektonické řešení - tvarové, materiálové a barevné řešení

Budova byla vybudována v 60. letech minulého století. Její vzhled odráží dobu svého vzniku. Stavba je panelový 3-trakt, s chodbou uprostřed. Stavba má obdélníkový půdorys. Patrně v 90. letech došlo k zateplení stavby a před nedávnem k výměně oken za plastová s izolačními dvojskly. Uvnitř budovy jsou rovněž patrné výměny podlahových povrchů chodeb, rastrové podhledy.

Navrhované zádveří bude přízemní stavba o rozměrech 3 x 2,44 m.

Jediným zásahem do vnějšího vzhledu budovy je přízemní přístavba zádveří.

Dojde k vybourání nosných stěnových panelů, na jejich místě bude osazen ocelový rám, který převezme jejich nosnou funkci.

Svislé nosné konstrukce:

Svislou nosnou konstrukci tvoří stěnový prefabrikovaný systém. Obvodový plášť i vnitřní nosný systém tvoří polystyrenbetonové panely v ocelových rámečcích z L80/125/8 mm, o rozměrech 1,5 x 3,0 m.

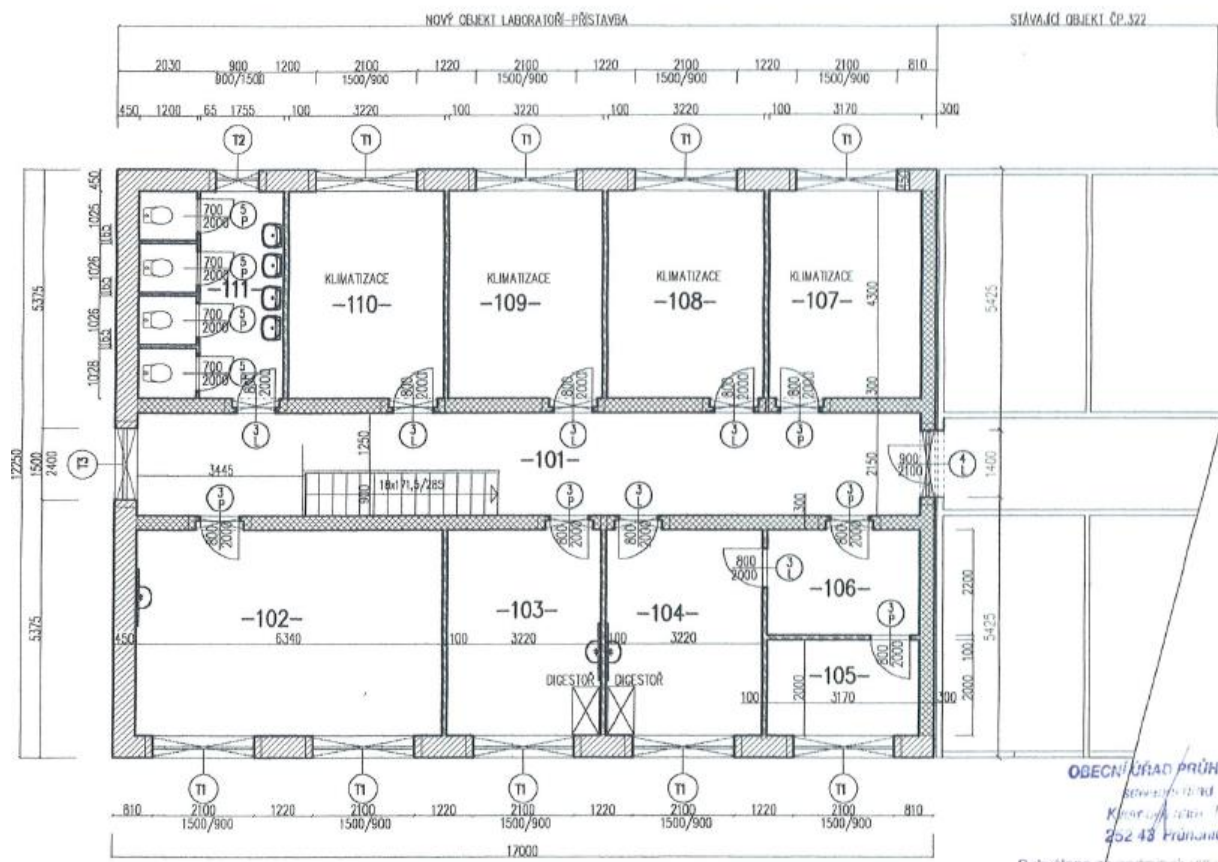
Do systému bude zasaženo vybouráním 2 panelů a jejich nahrazením ocelovým rámem. Ocelový rám bude mít stojky ze dvou dohromady svařených U100 a příčle bude z I160. Rám je podrobně popsán v konstrukčně stavební části.

Vodorovné nosné konstrukce:

Stávající stropní konstrukce je tvořena ocelovými stropnicemi I 200 a I 160, které jsou uloženy na svislé panely. Na stropnice a na příčkové panely lemované úhelníky jsou položeny stropní železobetonové desky PZD 2n-150, šíře 300 mm, tl. 100mm.

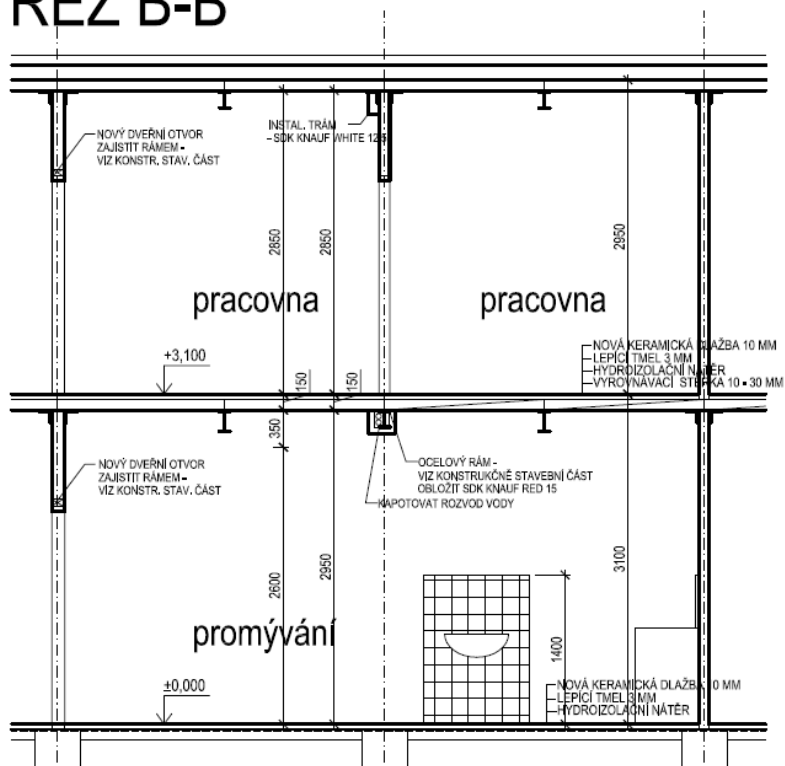
Stavební úpravy nevyžadují žádné zásahy do stropních konstrukcí, s výjimkou nových prostupů ZTI. VZT využije stávající prostupy.

Střešní konstrukce je nově tvořena dřevěnými vazníky. Vazníky jsou tvořeny dřevěným profilem rozměru 50x80 mm. Rozpon vazníku je cca 12 m a jeho výška 1,2 m. Jedná se o pětipolový vazník. Podpory vazníku jsou na obvodových stěnách a na dvou vnitřních hlavních nosných stěnách. Osová vzdálenost vazníků je 1,35 m a měla by kopírovat rozmístění ocelových nosníků stropu pod střechou. Střešní konstrukce je tvořena plechovou krytinou ukládanou na latě.

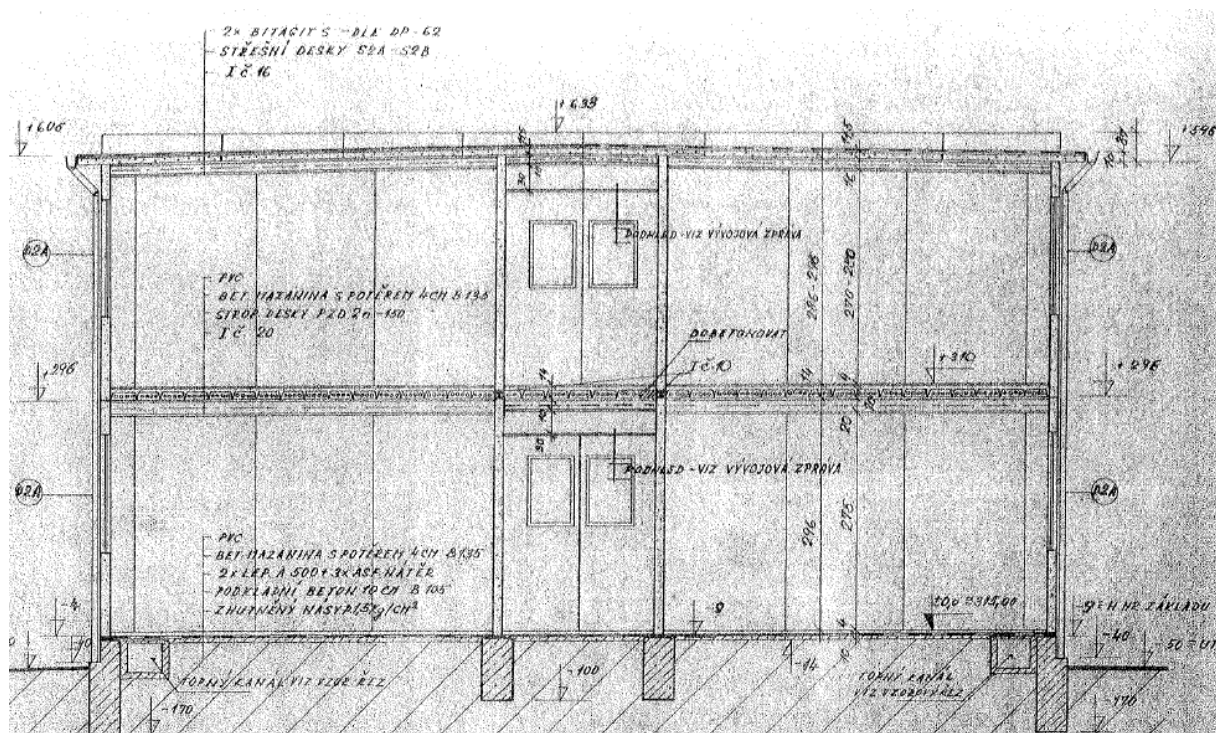


Půdorys přístavby

ŘEZ B-B



Nový řez objektem



Archivní řez objektem

Fotodokumentace z průzkumu objektu

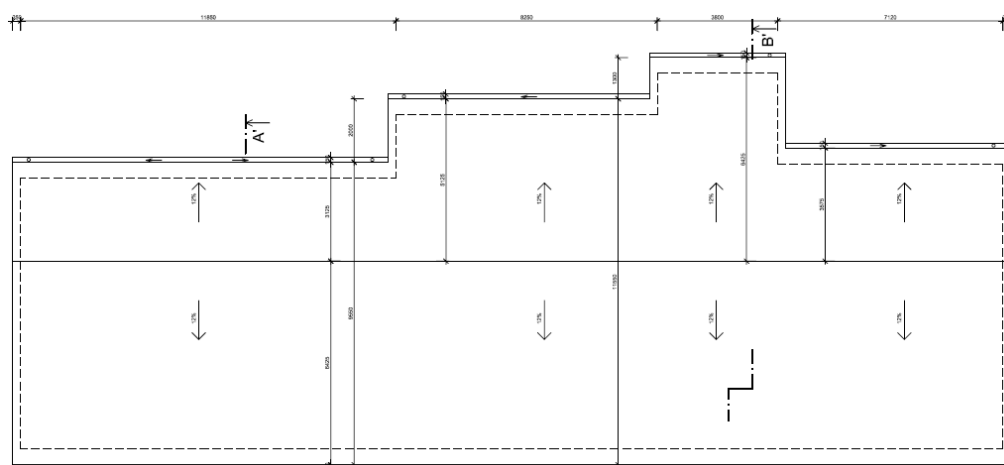


2.2 VEDLEJŠÍ OBJEKT

Popis objektu byl převzat z dokumentace k opravě havarijního stavu střešní konstrukce (2019).

Stávající provozní objekt v areálu Botanického ústavu AV ČR v Chotobuzi byl v roce 2002 zvýšen o 1 podlaží a bylo provedeno nové zakrytí střešní konstrukce krytinou Onduline. V současné době dochází v deštivých dnech k zatékání do 2.NP. Po místním šetření bylo rozhodnuto řešit havarijní stav střešního pláště výměnou střešní krytiny, při níž bude provedena kontrola dřevěných vazníků.

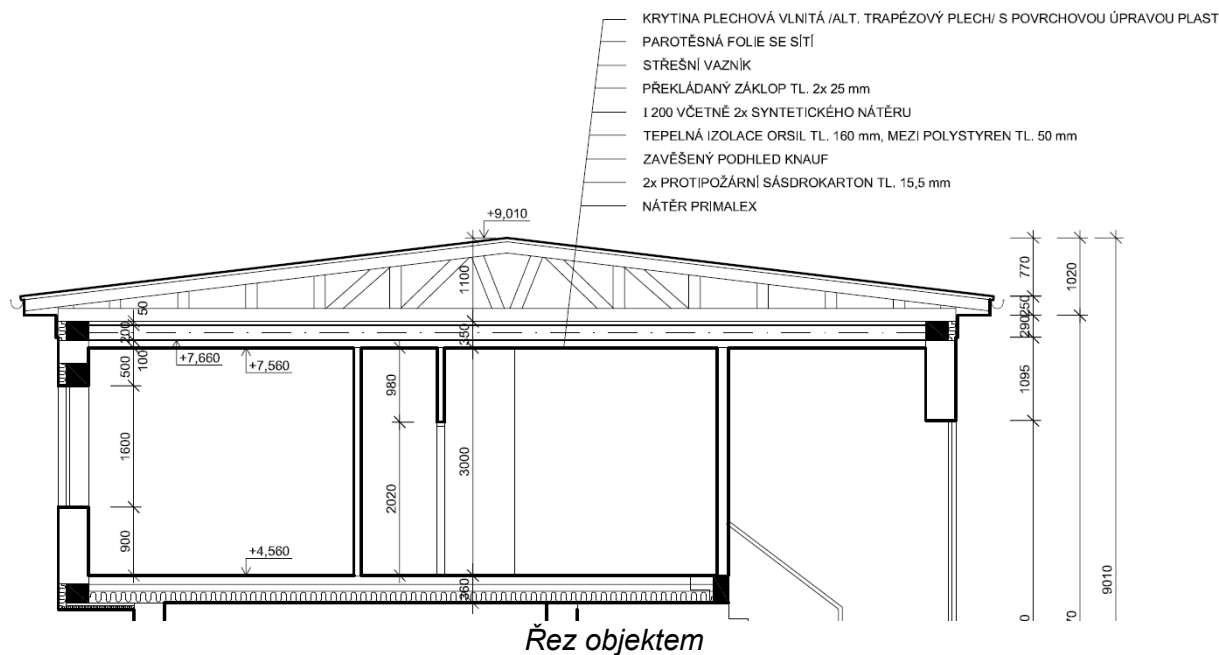
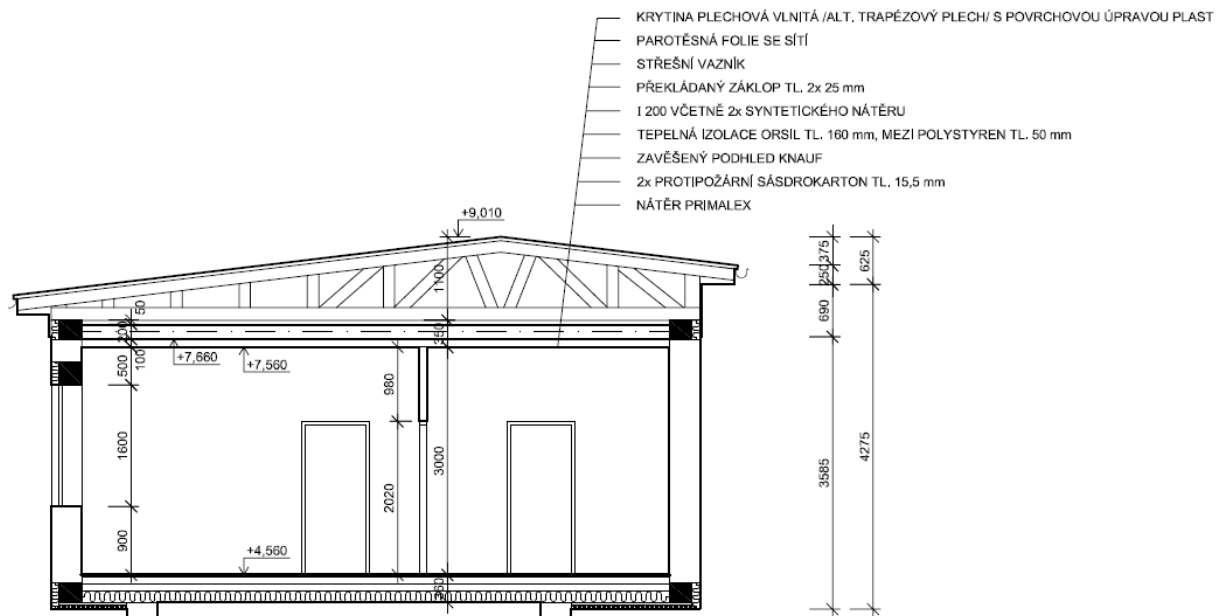
Střešní konstrukce je tvořena vazníky v osové vzdálenosti 800 mm. Vzdálenost svislic vazníku je 650 mm. Vazník je tvořen prkny profilu 20x70xmm. Pod vazníky je umístěn ocelový profil U200, který tyto vazníky podpírá.



Půdorys střechy

Fotodokumentace z průzkumu objektu





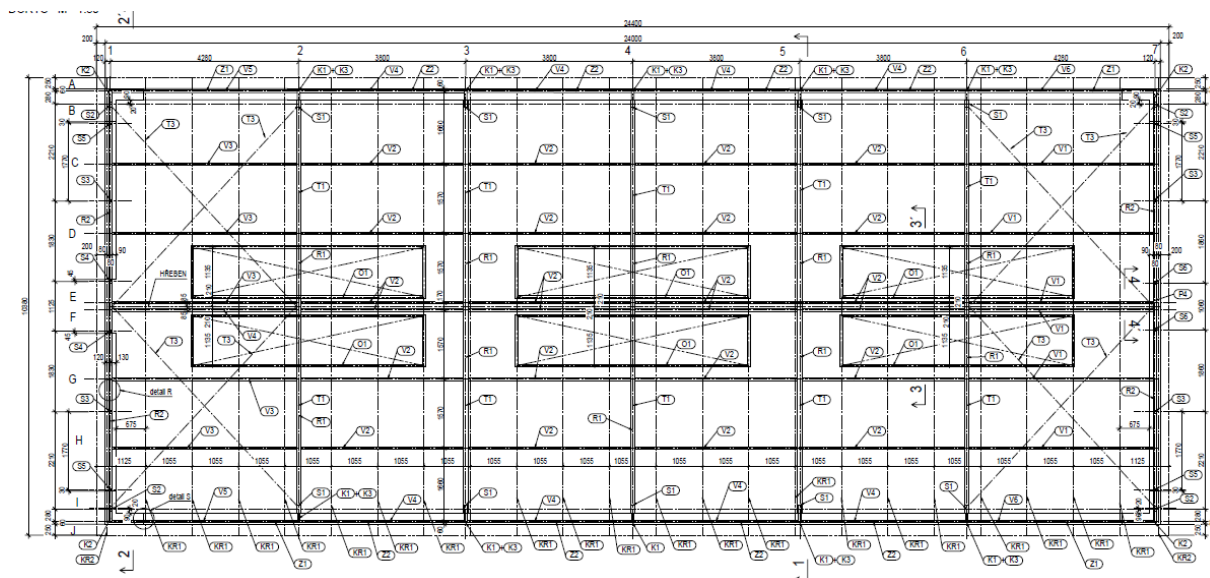
2.3 SKLENÍK

Popis převzat ze souhrnné technické zprávy (10/2015):

Jedná se o zázemí pro kultivační experimenty klimaboxového a skleníkového typu. V 1PP jsou umístěny klimaboxy pro vědeckou činnost. Ve 2NP je umístěn skleník.

Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 9,6 x 23,8 m. Celková výška objektu byla navržena 7,8 m. Objekt je částečně podsklepen (akumulační nádrž). Střecha je sedlová. Vnější obvodové zdivo bylo navrženo z vápenopískových bloků tl. 250 mm na výšku podlaží. Ve 2NP jsou provedeny vápenopiskové bloky tl. 175 mm do výšky 1,0 m. Ostatní svislé konstrukce jdoucí pod střechu jsou navrženy z ocelové konstrukce vyplněné polykarbonátovými deskami tl. 12mm. Stejně je řešeno i zastřešení objektu. Strop nad 1NP je monolitický.

Konstrukce střechy skleníku je tvořena ocelovými hlavními profily, hliníkovými krokviemi a střešním pláštěm z polykarbonátu. V rámci stavebních úprav se předpokládá nahrazení střešního pláště za panely PUR a jejich přetížení FVE panely.



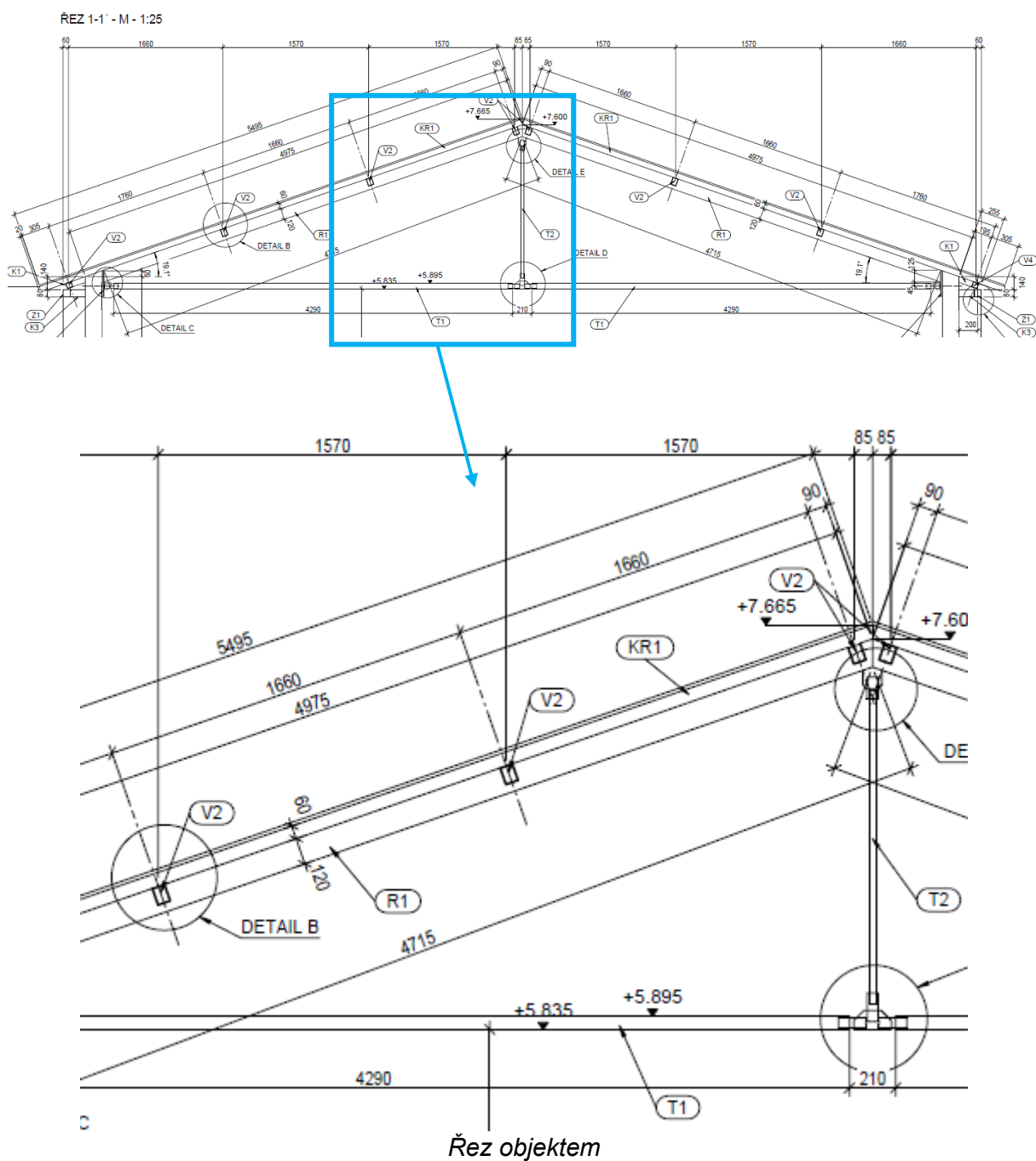
Půdorys střechy

Výpis hliníkových prvků - konstrukce střechy

položka	profil/rozměr	kg/m ²	délka/PLOCHA	kg/ks	ks	celkem kg
KR1	Jäkl 60/60/3	1,85	5,490	10,16	44	446,89
KR2	Jäkl 80/60/3	2,17	5,490	11,91	4	47,65

Výpis ocelových prvků - konstrukční prvky - ocelová konstrukce střechy

V2	Jäkl 80/60/3	6,31	3,690	23,28	24	558,81
V3	Jäkl 80/60/3	6,31	4,180	26,38	6	158,25
V4	Jäkl 60/60/3	5,34	3,690	19,70	8	157,64
T1	Jäkl 60/30/4	4,68	4,310	20,18	10	201,84
T2	Jäkl 30/30/3	2,44	1,415	3,45	5	17,26
T3	TYČ Ø 12	0,89	6,375	5,67	6	34,04



3. STATICKÝ VÝPOČET

Analýza konstrukce je prováděna na základě skutečného chování konstrukce numerickými modely sestavenými programy založenými na metodě konečných prvků (MKP). Byly sestaveny dílčí modely jednotlivých konstrukčních částí. Konstrukce je zatížena dle objednatelem zadaných břemen a dle současných technických norem.

3.1 ZATÍŽENÍ

Zatížení je uvažováno ve smyslu ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí, nebo bylo dodáno objednatelem a je uvedeno ve statickém výpočtu.

3.1.1 VLASTNÍ TÍHA

Vlastní tíha je generována z geometrie a objemové tíhy prvku.

3.1.2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ – SKLADBA

Plošné zatížení	Char q_k
Skleník - polykarbonát	0,15 kN/m ²
Skleník – PUR panel	0,15 kN/m
Vedl. budova – plechová krytina	0,20 kN/m
Hl. budova	0,20 kN/m

3.1.3 PŘÍTÍŽENÍ FVE PANELY

Plošné zatížení	Char q_k [kN/m ²]
FVE panely včetně podpůrné hliníkové konstrukce	0,25

3.1.4 SNÍH

Zatížení sněhem je uvažováno dle lokality objektu:

Popis	Ozn.	Hodnota	Jedn.
I. sněhová oblast	S_k	0,70	kN/m ²
Součinitel tvaru	μ_1	0,80	-
Součinitel tvaru	μ_2	1,00	-
Součinitel expozice	C_e	1,00	-
Tepelný součinitel	C_t	1,00	-

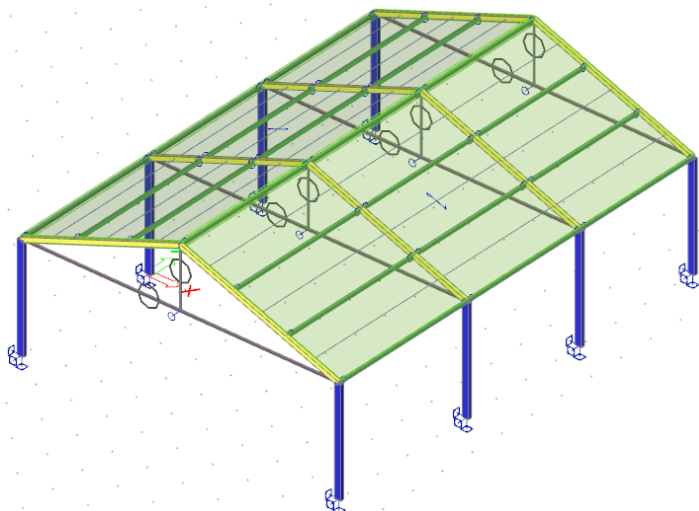
3.1.5 VÍTR

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4:

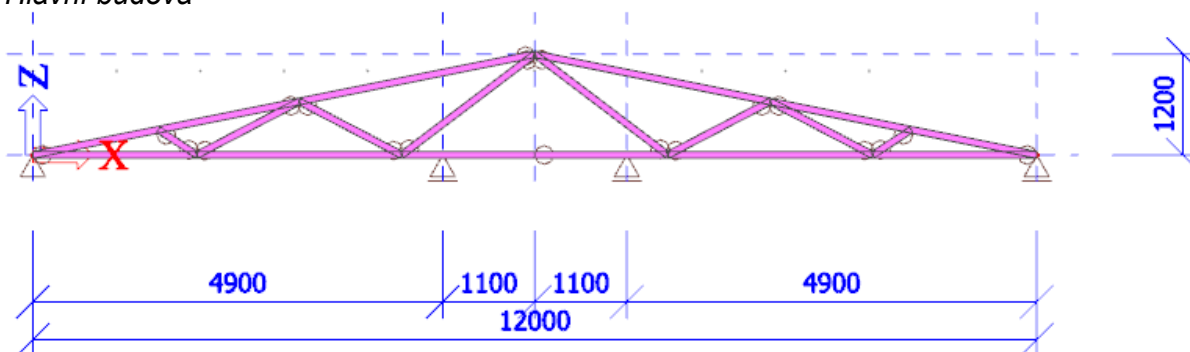
Plošné zatížení	Char q_k [kN/m ²]
Vítr	0,10

3.2 GEOMETRIE

Skleník

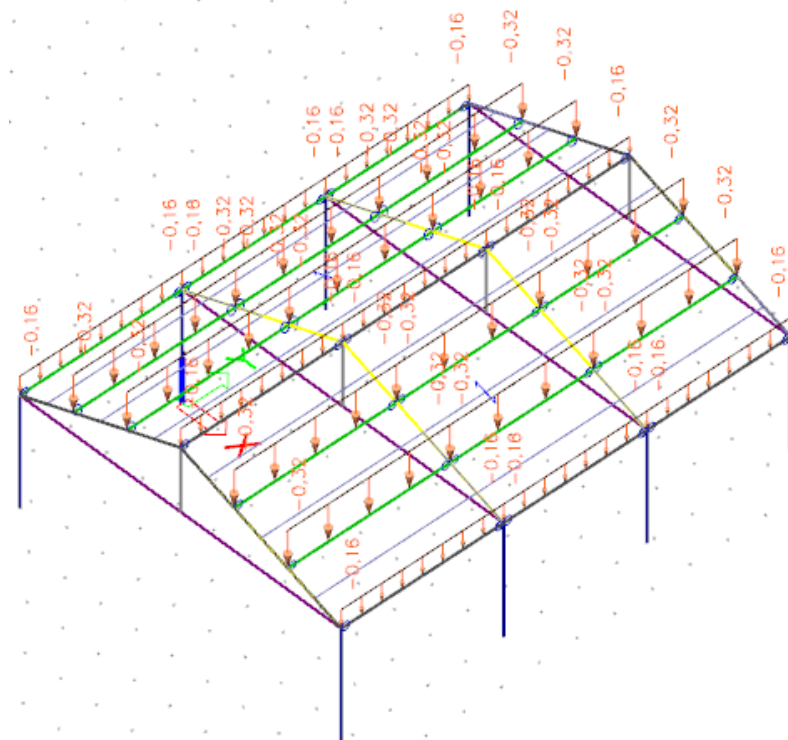


Hlavní budova

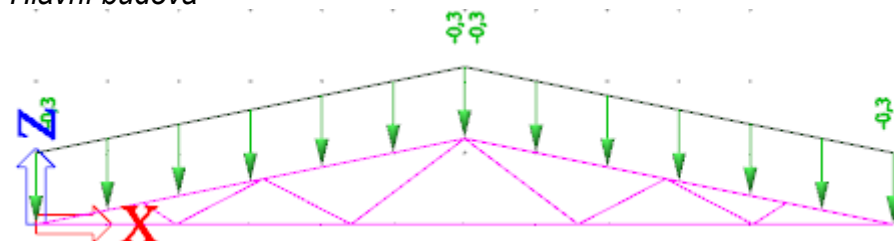


A 3D surface plot of a function, likely $f(x, y) = x^2 - y^2$, showing a saddle point at the origin $(0, 0, 0)$. The surface is colored with a gradient from blue (negative values) to red (positive values). The axes are labeled with values: the x-axis ranges from -0.08 to 0.08, the y-axis from -0.16 to 0.16, and the z-axis from -0.08 to 0.16. The surface is a hyperbolic paraboloid, curving upwards in one direction and downwards in the other.

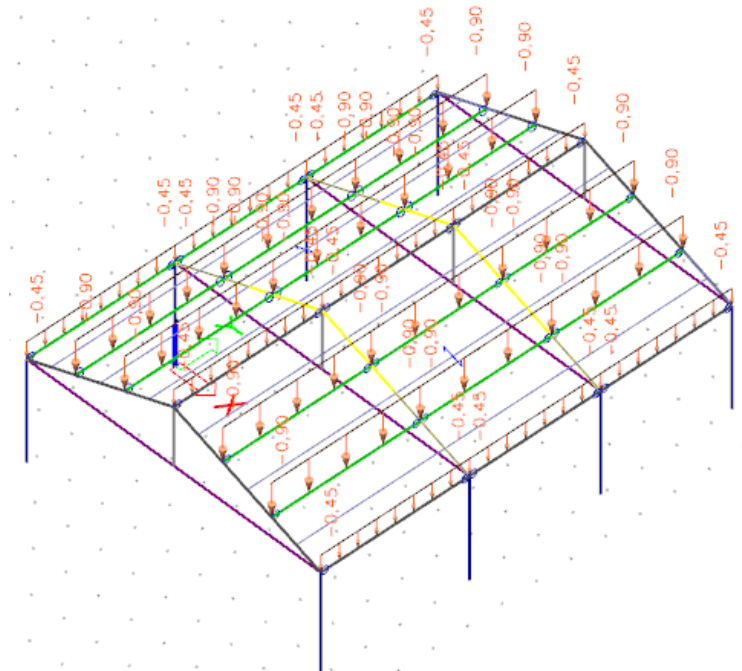
Stálé – fotovoltaika Skleník



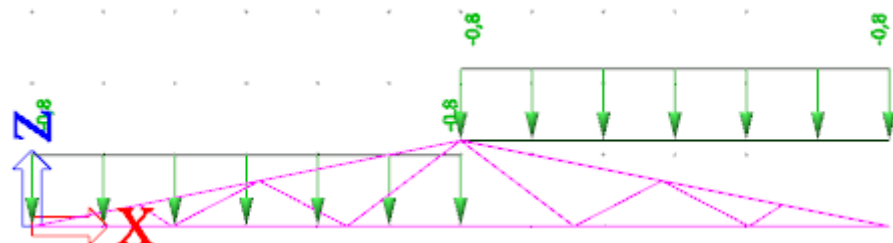
Hlavní budova



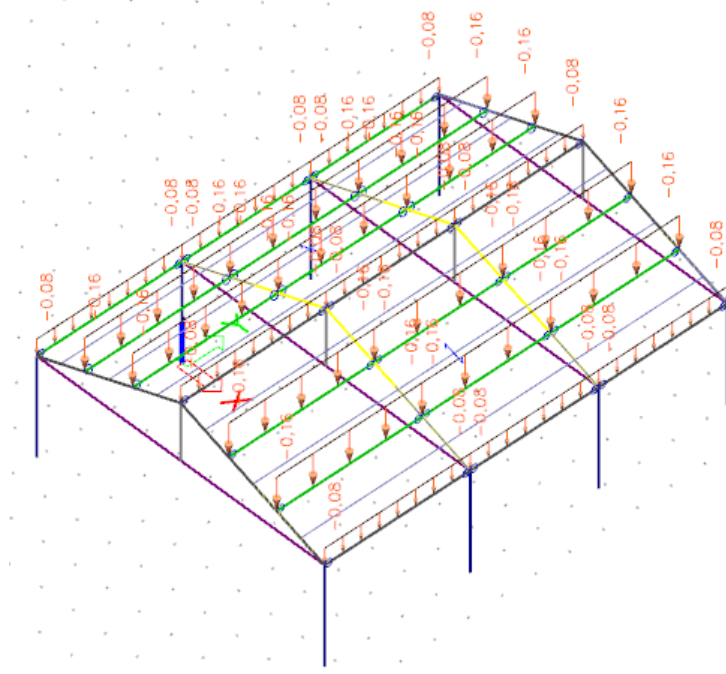
Proměnné - Sníh Skleník



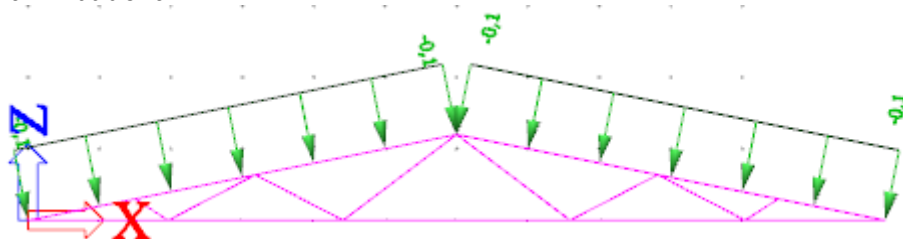
Hlavní budova (zatěžovací šířka 1,35 m)



Proměnné – vítr Skleník



Hlavní budova



3.4 POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ

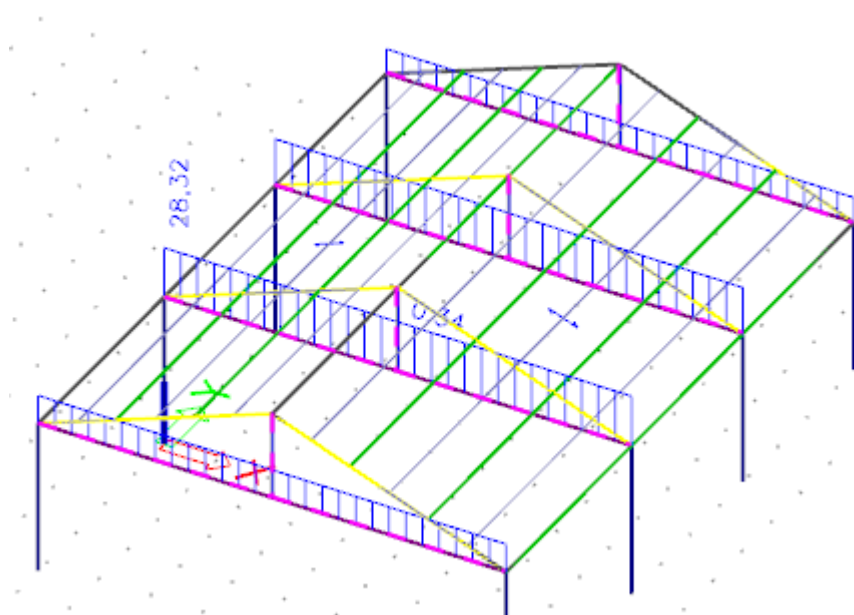
3.4.1 SKLENÍK

3.4.1.1 TÁHLA

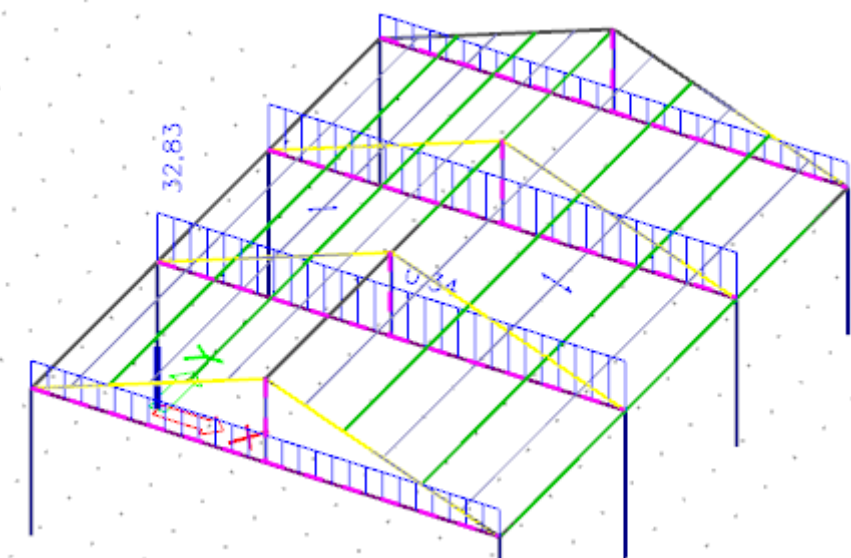
MSÚ

N [kN]

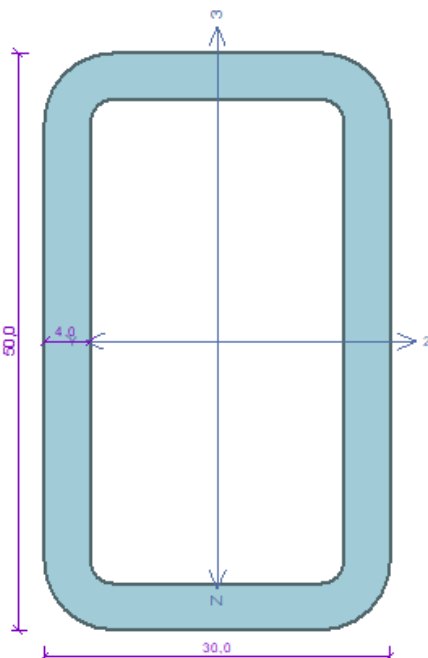
- bez FVE: 28,32 kN



- s FVE: 32,83 kN



táhlo



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu	: $\gamma_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $\gamma_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu	: $\gamma_{M2} = 1,250$

Průřez MSH 50 x 30 x 4.0

Průřezová plocha: $A = 5,590E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 15,0 \text{ mm}$ $z_T = 25,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 1,650E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 7,080E04 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -6,431E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 4,654E03 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 6,431E03 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -4,654E03 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 1,589E05 \text{ mm}^4$

Výsečový moment setrvačnosti:

$I_{\phi} = 1,324E06 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 8,387E03 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 5,782E03 \text{ mm}^3$

Materiál: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu	f_y :	235,0 MPa
Mez pevnosti	f_u :	360,0 MPa
Modul pružnosti	E :	210000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G :	81000 MPa

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2

$N = 32,830 \text{ kN}$	$M_y = 0,000 \text{ kNm}$
$V_z = 0,000 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$
$V_y = 0,000 \text{ kN}$	
$T_t = 0,000 \text{ kNm}$	
$T_{\phi} = 0,000 \text{ kNm}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$

Parametry vzpěru

Délka dílce: 9,000 m

$L_z = 9,000 \text{ m}$

$L_y = 9,000 \text{ m}$

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2; Třída průřezu: 1

Vnitřní síly: $N = 32,830 \text{ kN}$; $M_y = 0,000 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejnejpříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $N_R = 131,365 \text{ kN}$

$|0,250 + 0,000 + 0,000| = |0,250| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 799,7

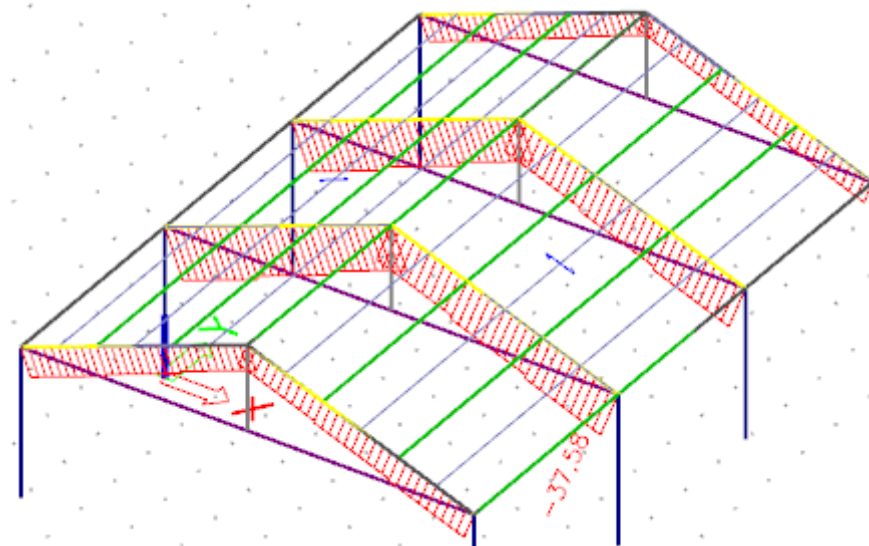
Průřez vyhovuje

Táhla vyhovují na mezní stav únosnosti.

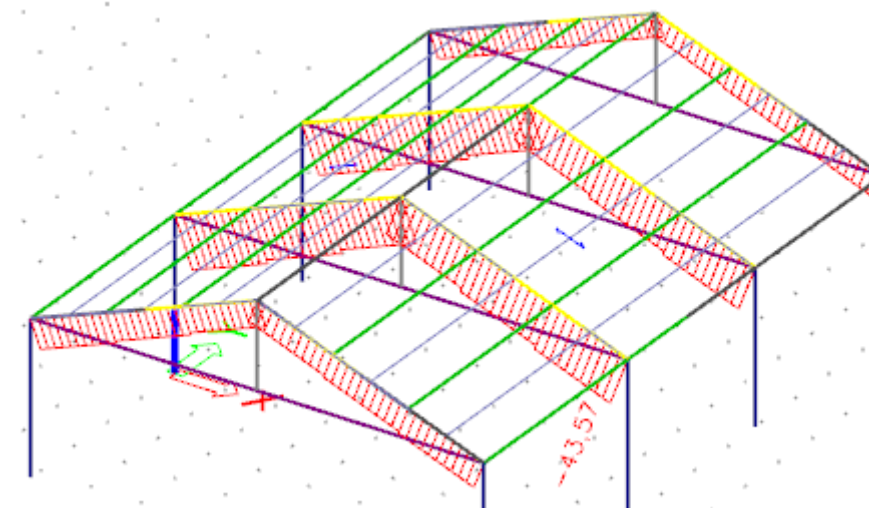
3.4.1.2 HORNÍ PÁS MSÚ

N [kN]

- bez FVE: -37,6 kN

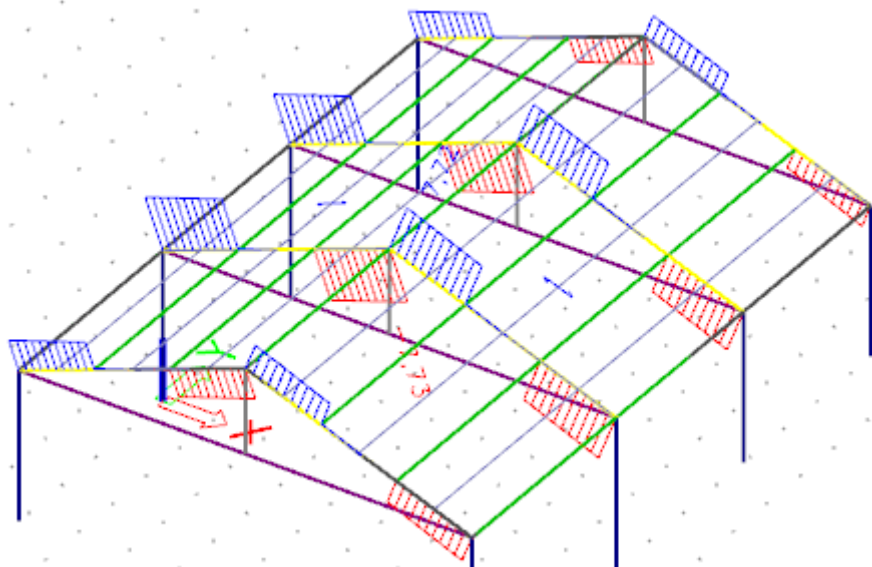


- s FVE: -43,6 kN

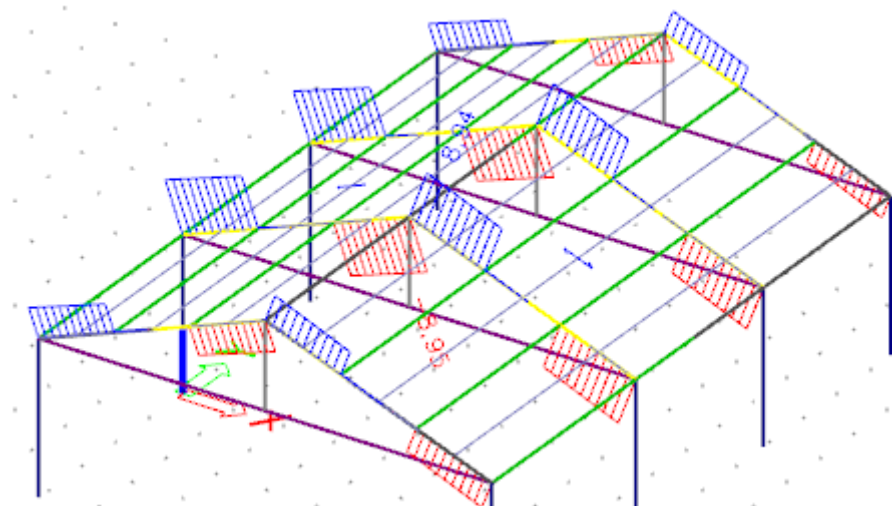


Vz [kN]

- bez FVE: 7,7 kN

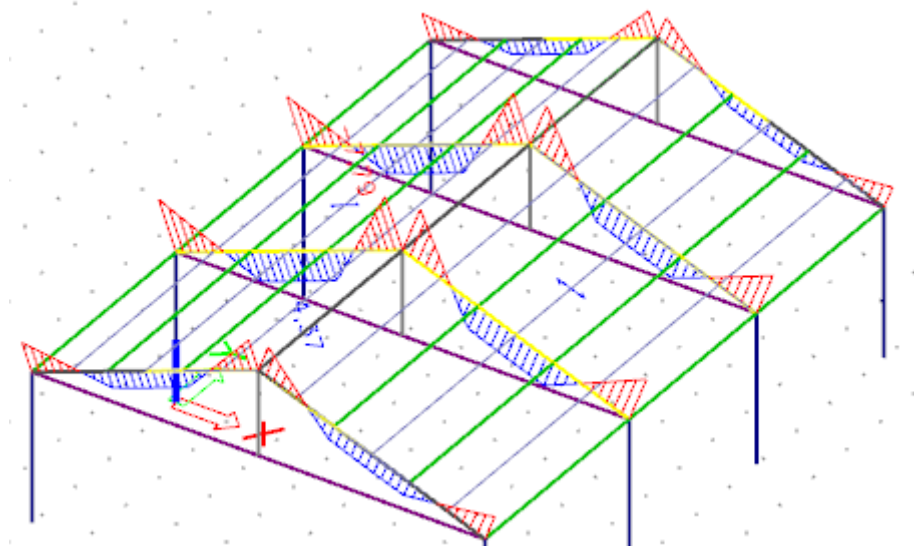


- s FVE: 8,9 kN

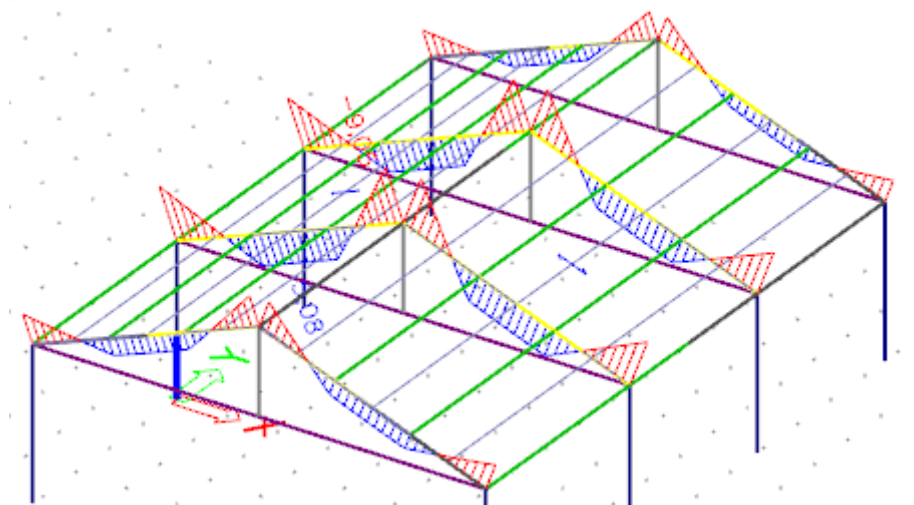


My [kNm]

- bez FVE: -7,8/4,4 kNm



- s FVE: -9,1/5,1 kNm



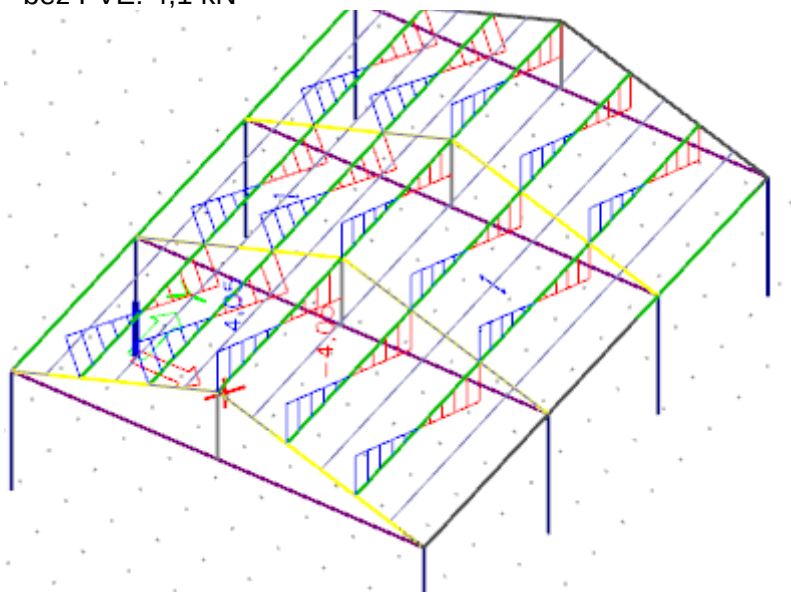
horní pás	
	Norma EN 1993-1-1/Česko Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$ Průřez TO 120 x 100 x 6 Průřezová plocha: $A = 2,445E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 60,0 \text{ mm}$ $z_T = 50,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 3,739E06 \text{ mm}^4$ $I_z = 4,976E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -7,491E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 8,309E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 7,491E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -8,309E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 6,625E06 \text{ mm}^4$ Výšečový moment setrvačnosti: $I_\phi = 5,521E07 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 8,841E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1,004E05 \text{ mm}^3$ Materiál: EN 10210-1 : S 235 Materiálové charakteristiky: Mez kluzu f_y : 235,0 MPa Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa Modul pružnosti E : 210000 MPa Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa
Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 2 $N = -43,570 \text{ kN}$ $V_z = 0,000 \text{ kN}$ $V_y = 8,900 \text{ kN}$ $T_1 = 0,000 \text{ kNm}$ $T_\phi = 0,000 \text{ kNm}$ $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ $M_z = -9,100 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$	
Parametry vzpěru Délka dílce: 4,810 m $L_z = 4,810 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 4,810 \text{ m}$ $L_y = 4,810 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 4,810 \text{ m}$	
Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2; Třída průřezu: 1 Posudek smyku od posouvající síly V_y: $8,900 \text{ kN} < 185,607 \text{ kN}$ Vyhovuje Vnitřní síly: $N = -43,570 \text{ kN}$; $M_y = 0,000 \text{ kNm}$; $M_z = -9,100 \text{ kNm}$ Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -267,125 \text{ kN}$; $M_{z,R} = -23,589 \text{ kNm}$ $0,163 + 0,000 + 0,386 = 0,549 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -328,701 \text{ kN}$; $M_{z,R} = -22,450 \text{ kNm}$ $0,133 + 0,000 + 0,405 = 0,538 < 1$ Vyhovuje Stihlost dílce: 123,0	
Průřez vyhovuje	

Horní pásnice vyhovuje na mezní stav únosnosti.

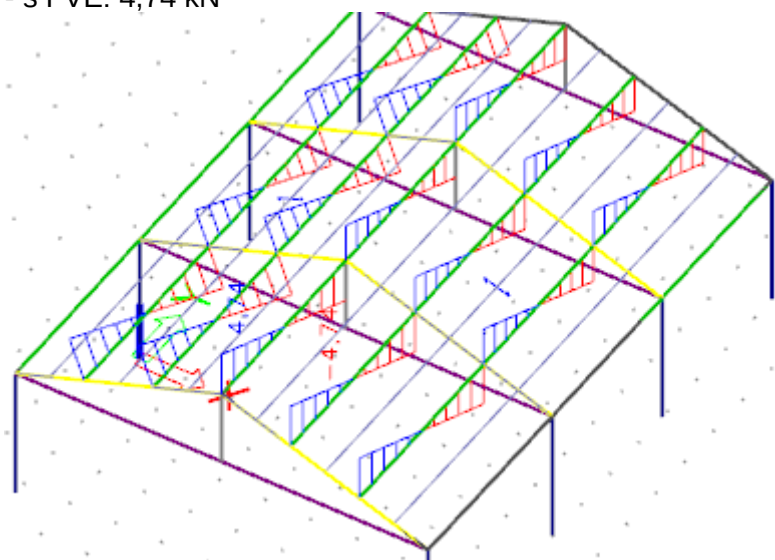
3.4.1.3 VAZNICE MSÚ

Vz [kN]

- bez FVE: 4,1 kN

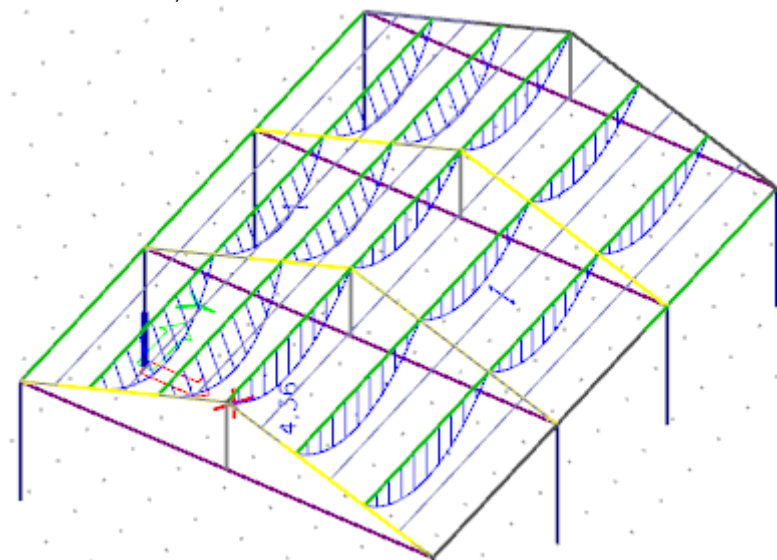


- s FVE: 4,74 kN

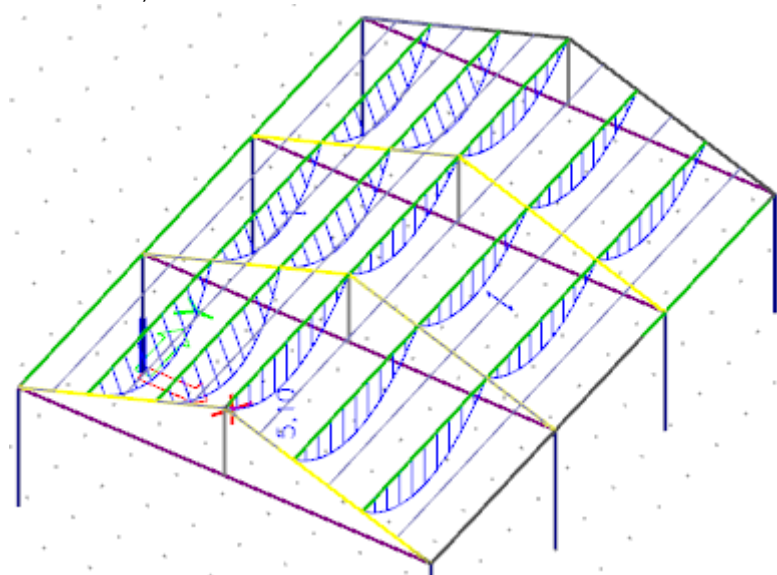


My [kNm]

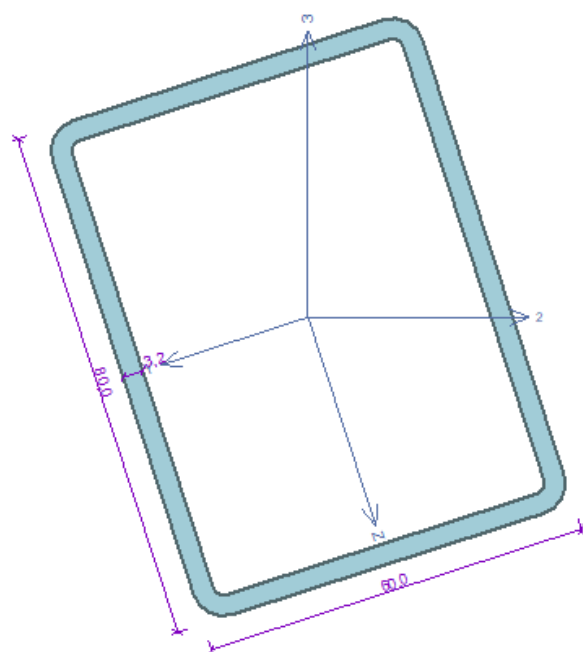
- bez FVE: 4,4 kNm



- s FVE: 5,1 kNm



vaznice_kratši



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$

Průřez MSH 80 x 60 x 3.2

Průřezová plocha: $A = 8,440E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 30,0 \text{ mm}$ $z_T = 40,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 7,610E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 4,850E05 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -1,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 1,602E04 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 1,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -1,602E04 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 9,116E05 \text{ mm}^4$

Výsečový moment setrvačnosti:

$I_{\omega} = 7,596E06 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 2,272E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1,862E04 \text{ mm}^3$

Materiál: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu f_y : 235,0 MPa
Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa
Modul pružnosti E : 210000 MPa
Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2

$N = 0,000 \text{ kN}$
 $V_z = 3,994 \text{ kN}$ $M_y = 3,804 \text{ kNm}$
 $V_y = 1,298 \text{ kN}$ $M_z = -1,236 \text{ kNm}$
 $T_t = 0,000 \text{ kNm}$
 $T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$

Parametry vzpěru

Délka dílce: 3,800 m

$L_z = 3,800 \text{ m}$ $k_z = 1,000$ $L_{cr,z} = 3,800 \text{ m}$
 $L_y = 3,800 \text{ m}$ $k_y = 1,000$ $L_{cr,y} = 3,800 \text{ m}$

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2; Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

$3,994 \text{ kN} < 66,688 \text{ kN}$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_y :

$1,298 \text{ kN} < 49,321 \text{ kN}$ **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000 \text{ kN}$; $M_y = 3,804 \text{ kNm}$; $M_z = -1,236 \text{ kNm}$

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = 5,340 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -4,377 \text{ kNm}$

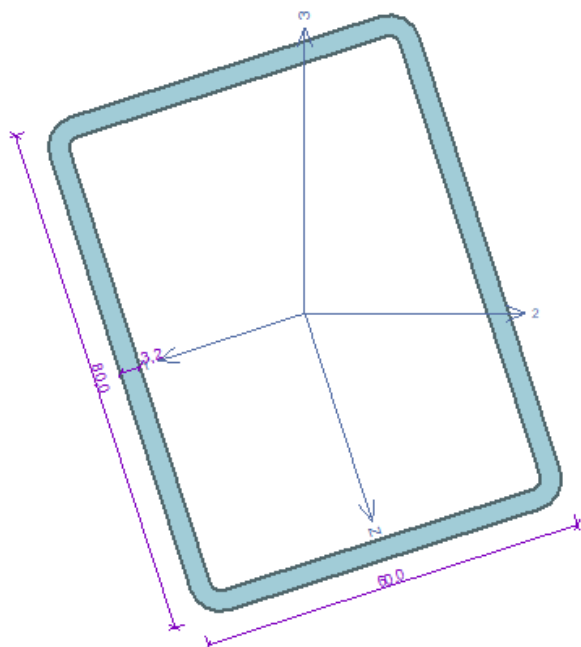
$|0,000 + 0,712 + 0,282| = |0,995| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 158,5

Průřez vyhovuje

Vaznice středové s rozponem 3,8 m **vyhovují na mezní stavy únosnosti.**

vaznice



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Únosnost průřezu : $\gamma_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability : $\gamma_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu : $\gamma_{M2} = 1,250$

Průřez MSH 80 x 60 x 3.2

Průřezová plocha: $A = 8,440E02 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 30,0 \text{ mm}$ $z_T = 40,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 7,610E05 \text{ mm}^4$ $I_z = 4,850E05 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -1,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 1,602E04 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 1,880E04 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -1,602E04 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 9,116E05 \text{ mm}^4$

Výsečový moment setrvačnosti:

$I_{\omega} = 7,596E06 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 2,272E04 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1,862E04 \text{ mm}^3$

Materiál: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu f_y : 235,0 MPa

Mez pevnosti f_u : 360,0 MPa

Modul pružnosti E : 210000 MPa

Modul pružnosti ve smyku G : 81000 MPa

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 2

$N = 0,000 \text{ kN}$

$V_z = 4,565 \text{ kN}$

$V_y = 1,483 \text{ kN}$

$T_t = 0,000 \text{ kNm}$

$T_{\omega} = 0,000 \text{ kNm}$

$M_y = 4,850 \text{ kNm}$

$M_z = -1,576 \text{ kNm}$

$B = 0,000 \text{ kNm}^2$

Parametry vzpěru

Délka dílce: 4,300 m

$L_z = 4,300 \text{ m}$

$L_y = 4,300 \text{ m}$

$k_z = 1,000$

$k_y = 1,000$

$L_{cr,z} = 4,300 \text{ m}$

$L_{cr,y} = 4,300 \text{ m}$

Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 2; Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly V_z :

4,565 kN < 66,688 kN **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvající síly V_y :

1,483 kN < 49,321 kN **Vyhovuje**

Vnitřní síly: $N = 0,000 \text{ kN}$; $M_y = 4,850 \text{ kNm}$; $M_z = -1,576 \text{ kNm}$

Posudek nejnepříznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti: $M_{y,R} = 5,340 \text{ kNm}$; $M_{z,R} = -4,377 \text{ kNm}$

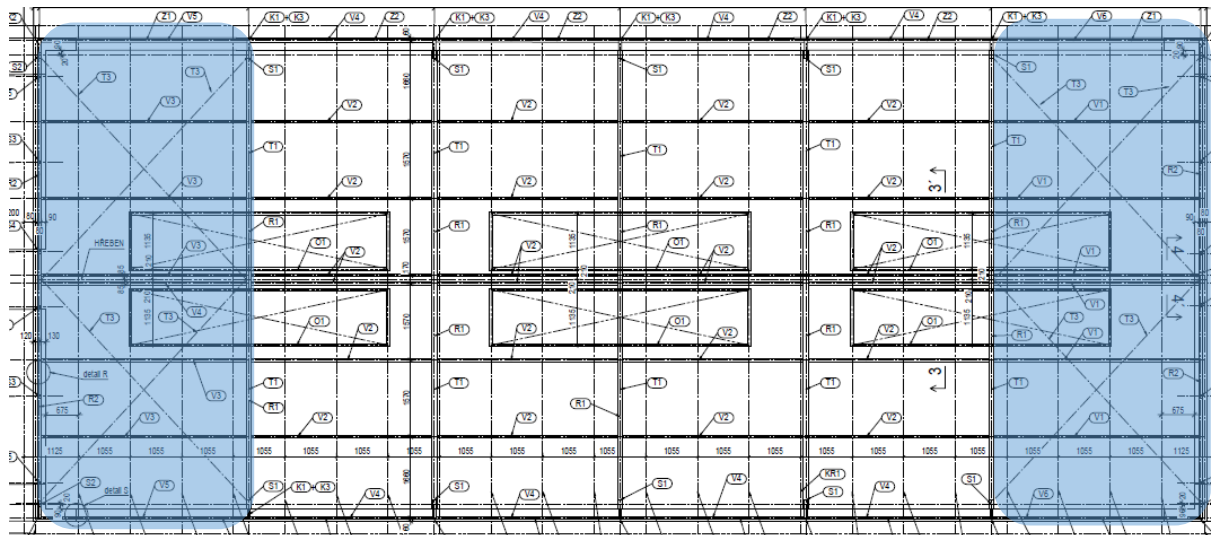
$|0,000 + 0,908 + 0,360| = |1,268| > 1$ **Nevyhovuje**

Štíhlost dílce: 179,4

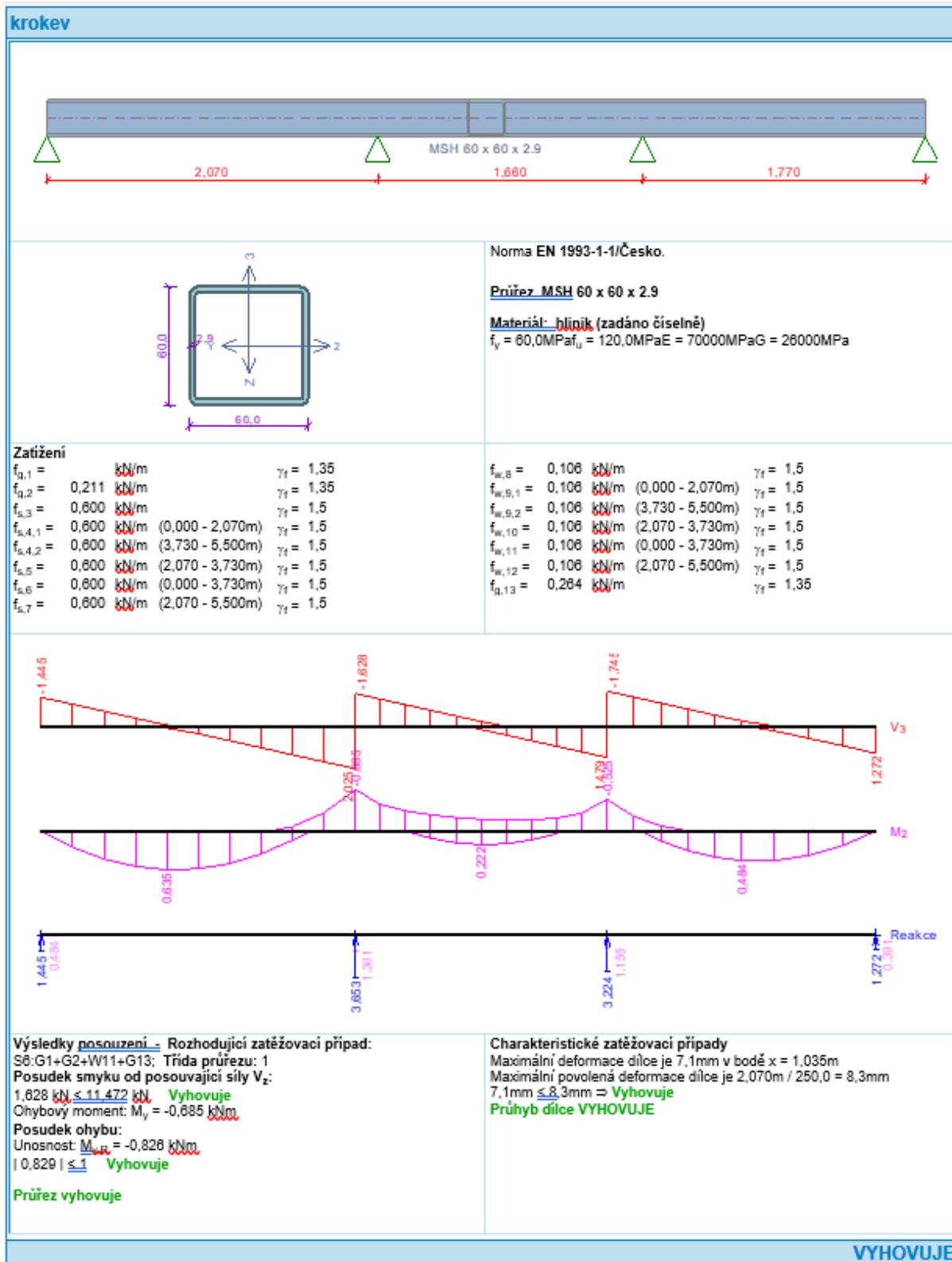
Průřez nevyhovuje

Vaznice krajní s rozponem 4,28 m nevyhovují na mezní stavy únosnosti.

Doporučuje se tedy výměna těchto dvou polí krajových vaznic:

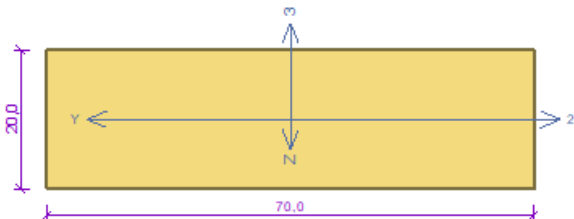


Krokev



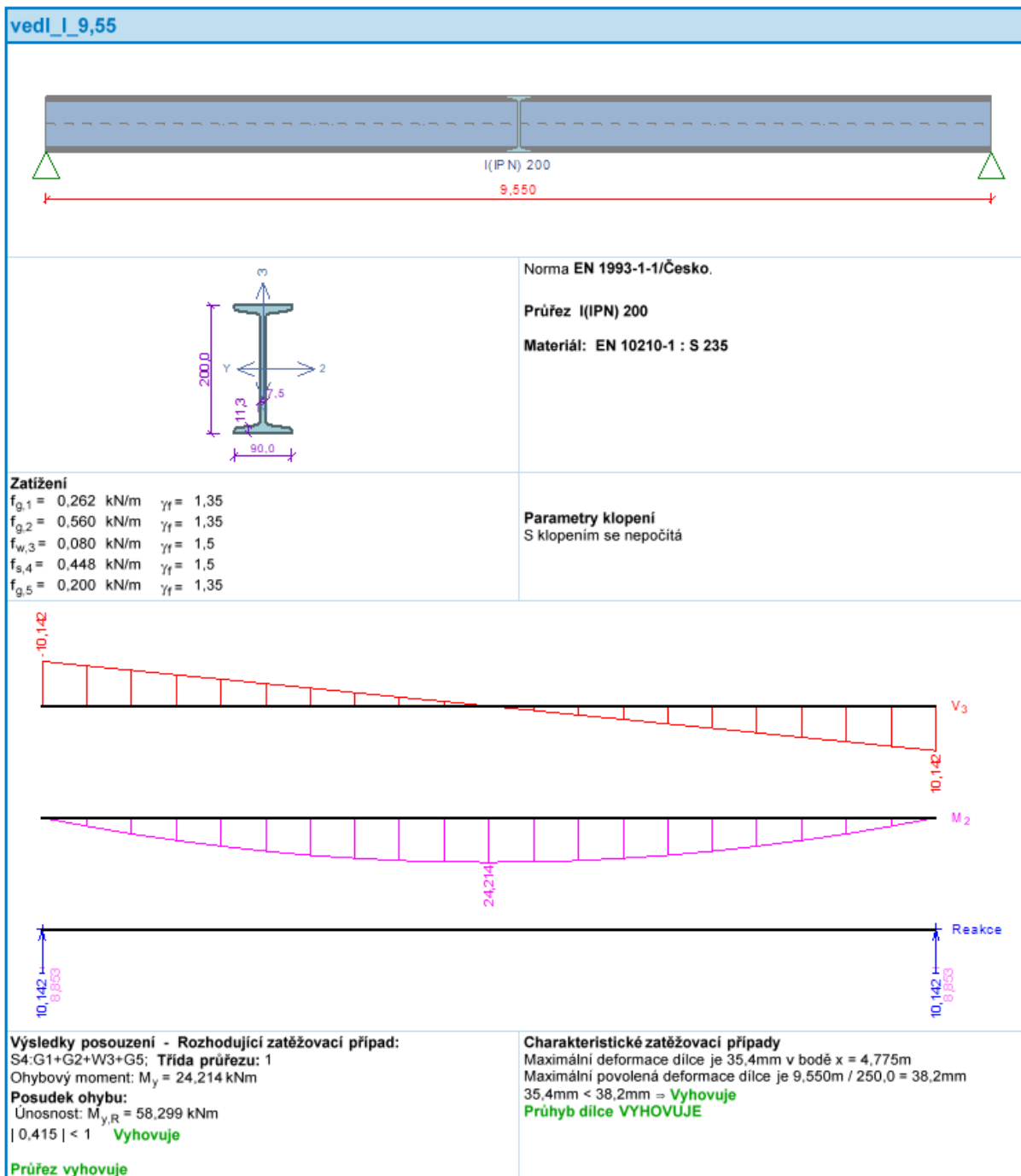
3.4.2 VEDLEJŠÍ BUDOVA

3.4.2.1 SVISLICE

svislice																															
	Norma EN 1995-1-1/Česko. Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,300$ Mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,000$ Třída provozu: 2 Průřez: obdélník 70x20 Rozměry: Výška průřezu $h = 20,0$ mm Šířka průřezu $b = 70,0$ mm Materiál: S10 (C24) - jehličnaté Druh dřeva: rostlé Materiálové charakteristiky: <table><tr><td>Pevnost v ohybu</td><td>$f_{m,k}$</td><td>: 24,0 MPa</td></tr><tr><td>Pevnost v tahu ve směru vláken</td><td>$f_{t,0,k}$</td><td>: 14,0 MPa</td></tr><tr><td>Pevnost v tlaku ve směru vláken</td><td>$f_{c,0,k}$</td><td>: 21,0 MPa</td></tr><tr><td>Pevnost ve smyku</td><td>$f_{v,k}$</td><td>: 4,0 MPa</td></tr><tr><td>Pevnost v tlaku kolmo na vlákna</td><td>$f_{c,90,k}$</td><td>: 2,5 MPa</td></tr><tr><td>Pevnost v tahu kolmo na vlákna</td><td>$f_{t,90,k}$</td><td>: 0,4 MPa</td></tr><tr><td>Modul pružnosti</td><td>$E_{0,mean}$</td><td>: 11000 MPa</td></tr><tr><td>5% kvantil modulu pružnosti</td><td>$E_{0,05}$</td><td>: 7400 MPa</td></tr><tr><td>Modul pružnosti ve smyku</td><td>G_{mean}</td><td>: 690 MPa</td></tr><tr><td>Charakteristická hodnota hustoty</td><td>ρ_k</td><td>: 350,0 kg/m³</td></tr></table> Při výpočtu je zohledněn součinitel k_{11} pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.	Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa	Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa	Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa	Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa	Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa	Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa	Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa	5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa	Modul pružnosti ve smyku	G_{mean}	: 690 MPa	Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k	: 350,0 kg/m ³
Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa																													
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa																													
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa																													
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa																													
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa																													
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa																													
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa																													
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa																													
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean}	: 690 MPa																													
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k	: 350,0 kg/m ³																													
Vnitřní síly v souřadném systému průřezu: Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 Dlouhodobé zatížení <table><tr><td>$N = -1,000$ kN</td><td>$M_z = 0,000$ kN</td></tr><tr><td>$M_y = 0,000$ kN</td><td>$V_y = 0,000$ kN</td></tr><tr><td>$V_z = 0,000$ kN</td><td></td></tr></table>		$N = -1,000$ kN	$M_z = 0,000$ kN	$M_y = 0,000$ kN	$V_y = 0,000$ kN	$V_z = 0,000$ kN																									
$N = -1,000$ kN	$M_z = 0,000$ kN																														
$M_y = 0,000$ kN	$V_y = 0,000$ kN																														
$V_z = 0,000$ kN																															
Vzpěr: Počítá se se vzpěrem Délka úseku pro vzpěr $L_z = 1,100$ m Součinitel vzpěrné délky $k_z = 1,000$ Délka úseku pro vzpěr $L_y = 1,100$ m Součinitel vzpěrné délky $k_y = 1,000$ <table><tr><td>Vzpěrná délka $L_{cr,z} = 1,100$ m</td></tr><tr><td>Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 1,100$ m</td></tr></table>		Vzpěrná délka $L_{cr,z} = 1,100$ m	Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 1,100$ m																												
Vzpěrná délka $L_{cr,z} = 1,100$ m																															
Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 1,100$ m																															
Výsledky posouzení Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1 Vnitřní síly: $N = -1,000$ kN; $M_y = 0,000$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm; $V_z = 0,000$ kN; $V_y = 0,000$ kN Posudek vzpěrného tlaku: Únosnost: $N_R = 1,429$ kN $-0,700 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 190,5 Průřez vyhovuje																															

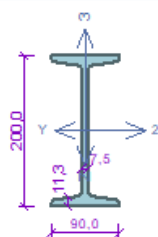
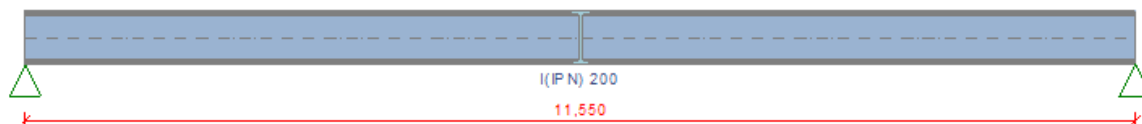
Svislice vyhovují na mezní stav únosnosti.

3.4.2.2 OCELOVÝ NOSNÍK



Ocelový nosník délky 9,55 m **vyhovuje na mezní stav únosnosti.**

vedl_I_11,55



Norma EN 1993-1-1/Česko.

Průřez I(IPN) 200

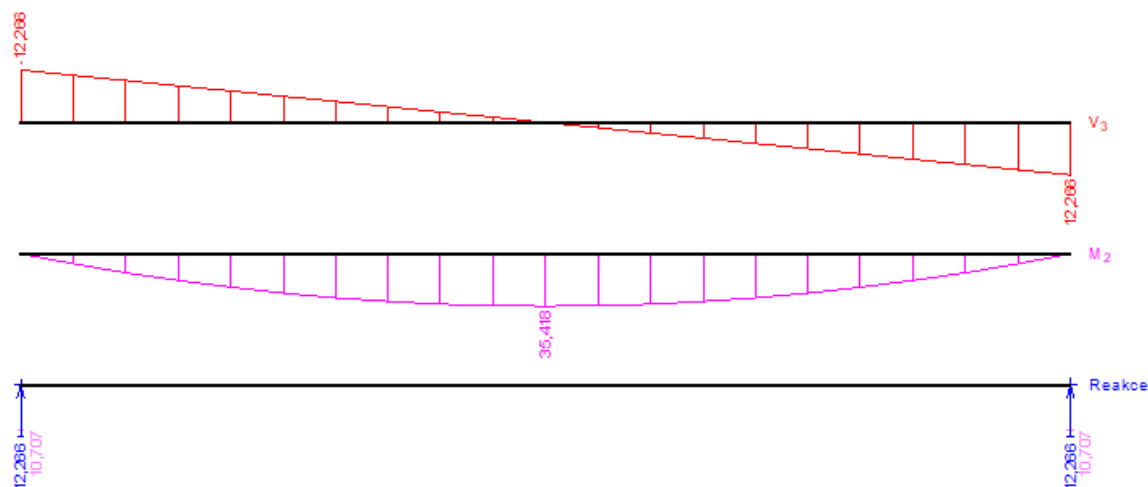
Materiál: EN 10210-1 : S 235

Zatížení

$f_{g,1} = 0,262 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$
 $f_{g,2} = 0,560 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$
 $f_{w,3} = 0,080 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$
 $f_{s,4} = 0,448 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$
 $f_{g,5} = 0,200 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$

Parametry klopení

S klopením se nepočítá



Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ:

S4:G1+G2+W3+G5; Třída průřezu: 1
Ohybový moment: $M_y = 35,418 \text{ kNm}$

Posudek ohybu:

Únosnost: $M_{y,R} = 58,299 \text{ kNm}$

$|0,608| < 1$ **Vyhovuje**

Průřez vyhovuje

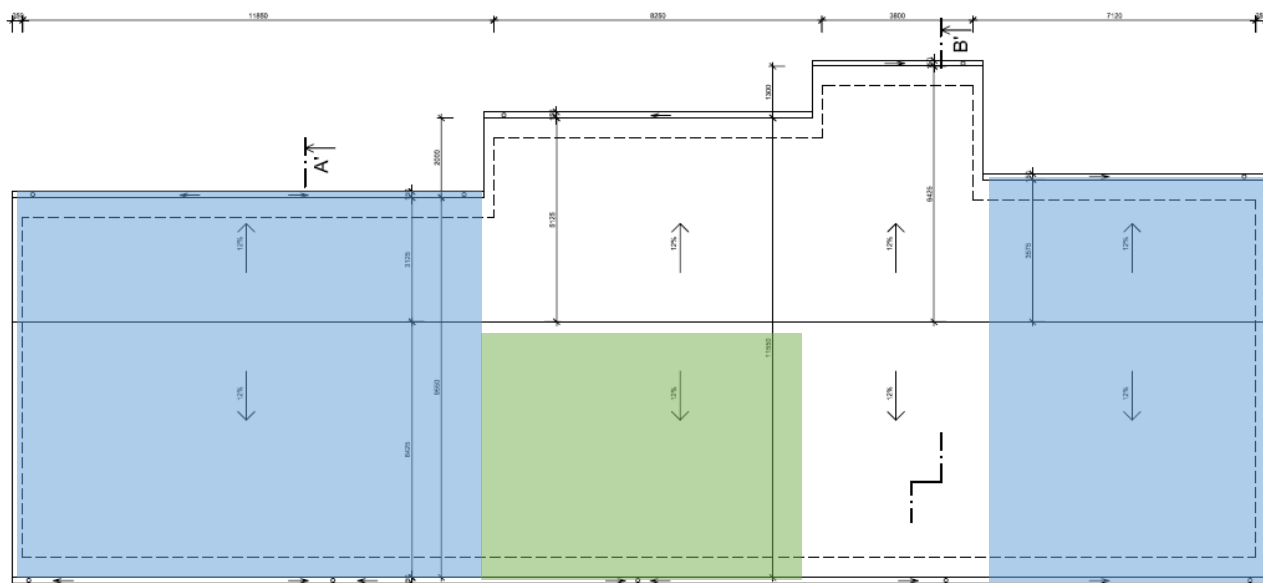
Charakteristické zatěžovací případy

Maximální deformace dílce je 75,8mm v bodě $x = 5,775 \text{ m}$
Maximální povolená deformace dílce je $11,550 \text{ m} / 250,0 = 46,2 \text{ mm}$
 $75,8 \text{ mm} > 46,2 \text{ mm} \Rightarrow$ **Nevyhovuje**
Průhyb dílce NEVYHOVUJE

Nosníky v delších polích nevyhovují na mezní stav použitelnosti.

Z důvodu nevyhovění delších nosníků na mezní stav použitelnosti je určena plocha, do které je možné umístit fotovoltaické panely.

Panely nesmí být umístěny v pruhu s délkou 12,85 m. V části s délkou 11,55 m je povoleno umístění fotovoltaiky na půlce rozpětí vazníků.



3.4.3 HLAVNÍ BUDOVA

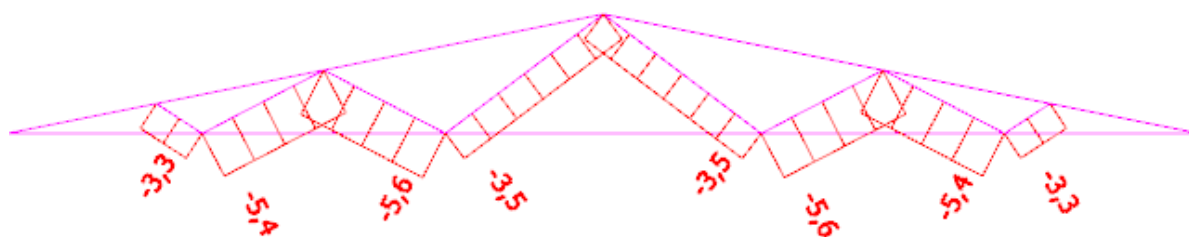
Předpokládá se uložení spodní pásnice vazníku na stropní konstrukci.

3.4.3.1 DIAGONÁLY

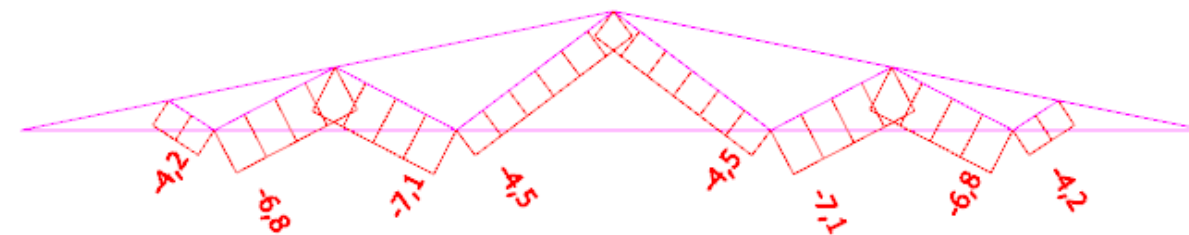
MSÚ

N [kN]

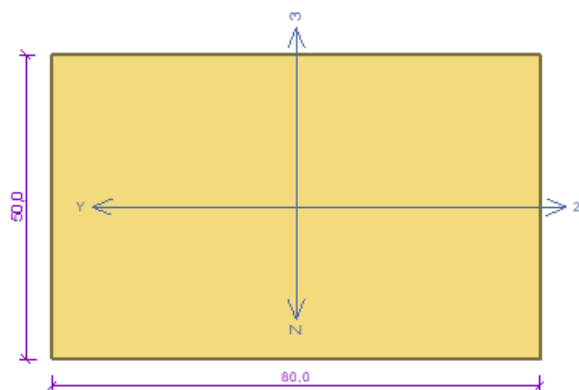
- bez FVE: -5,6 kN



- s FVE: -7,1 kN



hl_diag_



Norma EN 1995-1-1/Česko

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,300$
Mimofádná kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,000$

Třída provozu: 2

Průřez: obdélník 80x50

Rozměry:

Výška průřezu $h = 50,0$ mm
Šířka průřezu $b = 80,0$ mm

Materiál: S10 (C24) - jehličnaté

Druh dřeva: rostlé

Materiálové charakteristiky:

Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean}	: 690 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k	: 350,0 kg/m ³

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu:

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 3

Střednědobé zatížení

$N = -7,100$ kN	
$M_y = 0,000$ kNm	$M_z = 0,000$ kNm
$V_z = 0,000$ kN	$V_y = 0,000$ kN

Vzpěr:

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr $L_z = 2,000$ m

Součinitel vzpěrné délky $k_z = 1,000$

Délka úseku pro vzpěr $L_y = 2,000$ m

Součinitel vzpěrné délky $k_y = 1,000$

Vzpěrná délka $L_{cr,z} = 2,000$ m

Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 2,000$ m

Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 3

Vnitřní síly: $N = -7,100$ kN; $M_y = 0,000$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm; $V_z = 0,000$ kN; $V_y = 0,000$ kN

Posudek vzpěrného tlaku:

Únosnost: $N_R = 8,598$ kN

$|-0,826| < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 138,6

Průřez vyhovuje

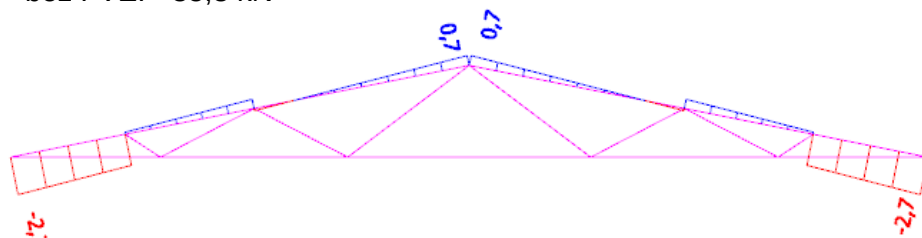
Diagonály vyhovují na mezní stav únosnosti.

3.4.3.2 HORNÍ PÁS

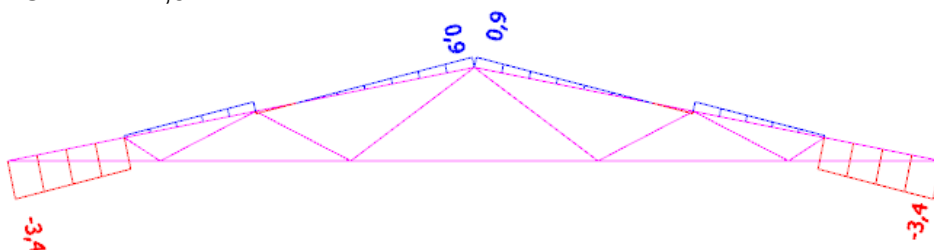
MSÚ

N [kN]

- bez FVE: - 35,8 kN

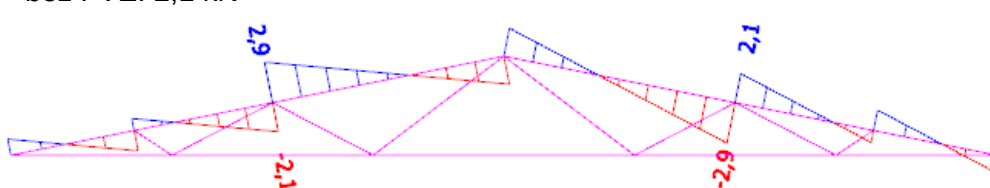


- s FVE: -42,9 kN

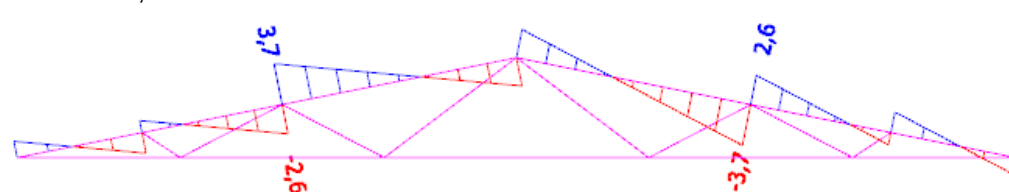


Vz [kN]

- bez FVE: 2,1 kN

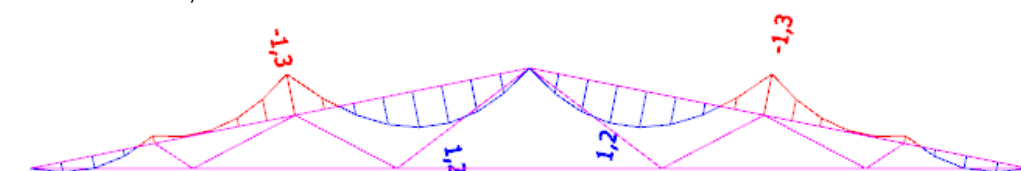


- s FVE: 2,5 kN

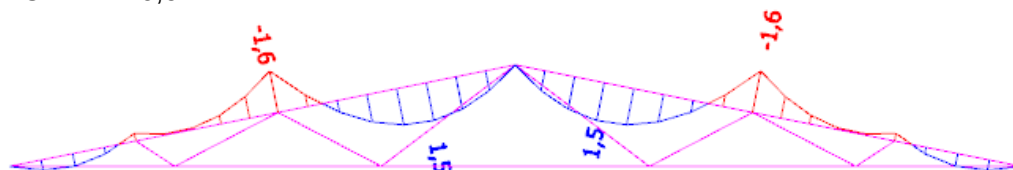


My [kNm]

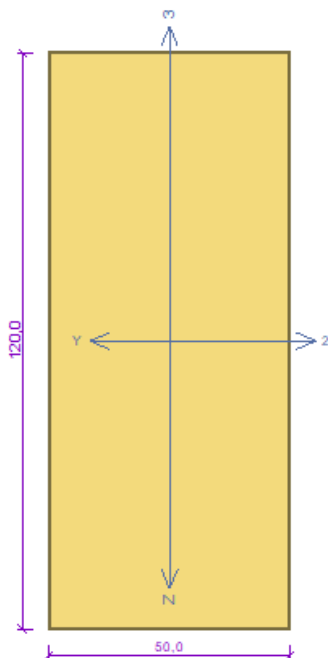
- bez FVE: - 0,8 kNm



- s FVE: - 0,9 kNm



hl_horní pás_



Norma EN 1995-1-1/Česko.

Rostlé dřevo, základní kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,300$
Mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_M = 1,000$

Třída provozu: 2

Průřez: obdélník 50x120

Rozměry:

Výška průřezu $h = 120,0$ mm
Šířka průřezu $b = 50,0$ mm

Materiál: S10 (C24) - jehličnaté

Druh dřeva: rostlé

Materiálové charakteristiky:

Pevnost v ohybu	$f_{m,k}$	: 24,0 MPa
Pevnost v tahu ve směru vláken	$f_{t,0,k}$	: 14,0 MPa
Pevnost v tlaku ve směru vláken	$f_{c,0,k}$	: 21,0 MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	: 4,0 MPa
Pevnost v tlaku kolmo na vlákna	$f_{c,90,k}$	: 2,5 MPa
Pevnost v tahu kolmo na vlákna	$f_{t,90,k}$	: 0,4 MPa
Modul pružnosti	$E_{0,mean}$	: 11000 MPa
5% kvantil modulu pružnosti	$E_{0,05}$	: 7400 MPa
Modul pružnosti ve smyku	G_{mean}	: 690 MPa
Charakteristická hodnota hustoty	ρ_k	: 350,0 kg/m ³

Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.

Vnitřní síly v souřadném systému průřezu:

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 3

Střednědobé zatížení

$N = -3,400$ kN	
$M_y = 3,700$ kN	$M_z = 0,000$ kN
$V_z = 3,700$ kN	$V_y = 0,000$ kN

Vzpěr:

Počítá se se vzpěrem

Délka úseku pro vzpěr $L_z = 0,500$ m

Součinitel vzpěrné délky $k_z = 1,000$

Délka úseku pro vzpěr $L_y = 2,800$ m

Součinitel vzpěrné délky $k_y = 1,000$

Vzpěrná délka $L_{cr,z} = 0,500$ m

Vzpěrná délka $L_{cr,y} = 2,800$ m

Klopení:

Klopení M_y :

$l_{y1} = 2,000$ m

Typ nosníku a zatížení: Nosník se spojitým zatížením

Poloha zatížení: Nahoře

Klopení M_z :

$l_{z1} = 2,500$ m

Typ nosníku a zatížení: Nosník se spojitým zatížením

Poloha zatížení: Nahoře

Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 3

Vnitřní síly: $N = -3,400$ kN; $M_y = 1,600$ kNm; $M_z = 0,000$ kNm; $V_z = 3,700$ kN; $V_y = 0,000$ kN

Posudek kombinace tlaku a ohybu:

Únosnost: $N_R = 34,274$ kN; $M_{y,R} = -1,853$ kNm

$|-0,099 + -0,863 + 0,000| = |-0,963| < 1$ **Vyhovuje**

Posudek smyku od posouvajících sil:

Únosnost: $V_R = 6,597$ kN

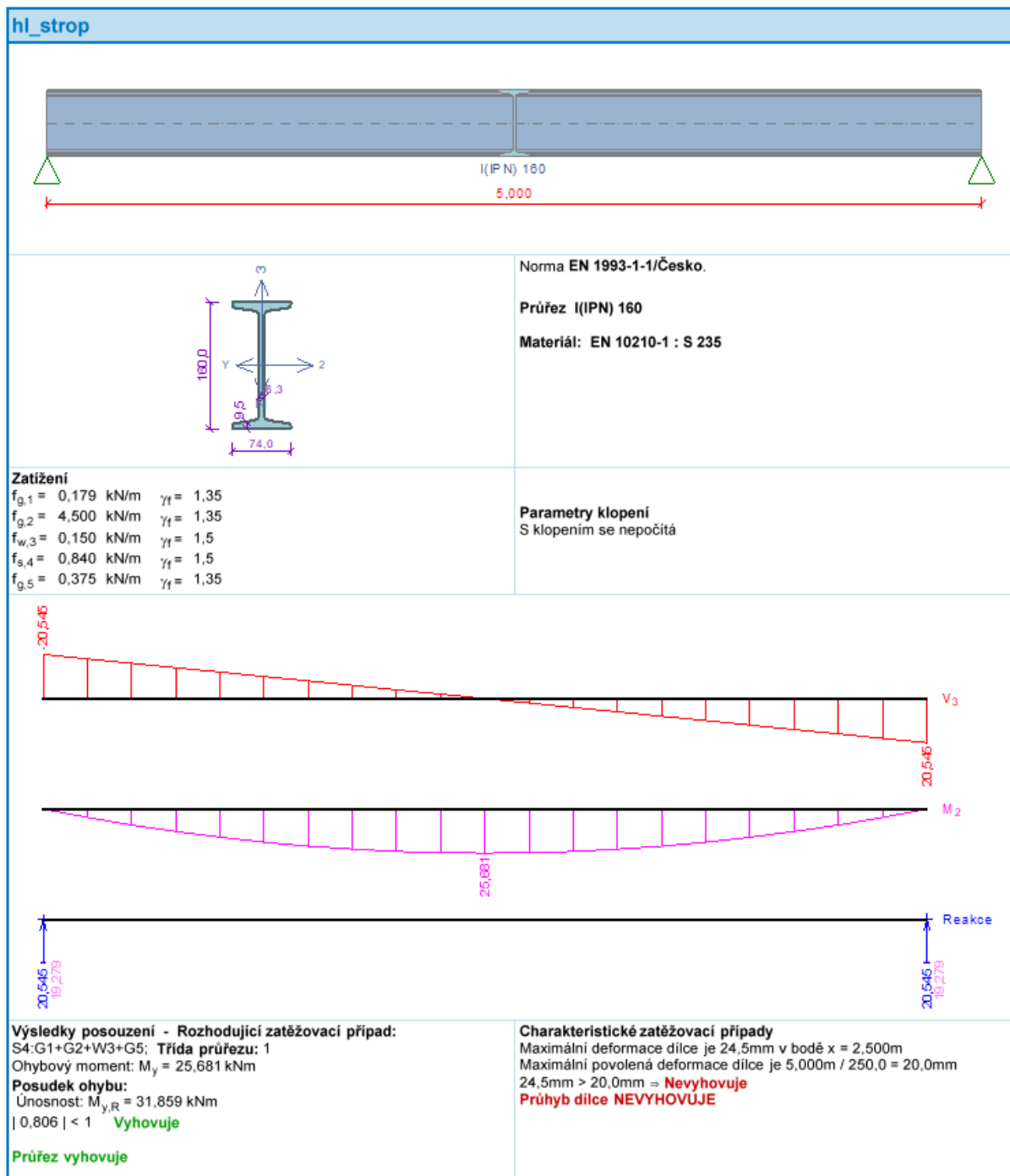
$0,561 < 1$ **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 80,8

Průřez vyhovuje

Horní pásnice vyhovuje na mezní stav únosnosti.

3.4.3.3 STROPNÍ NOSNÍK



Stropní nosník vyhoví na mezní stav únosnosti, ale nevyhovuje na mezní stav použitelnosti. Dochází zde k většímu průhybu o 4,5 mm, než je povolená hodnota.

Bez přitížení od fotovoltaiky je průhyb o 2,9 mm větší než povolená hodnota. Přitížením od fotovoltaiky se tedy průhyb zvětší o 1,6 mm.

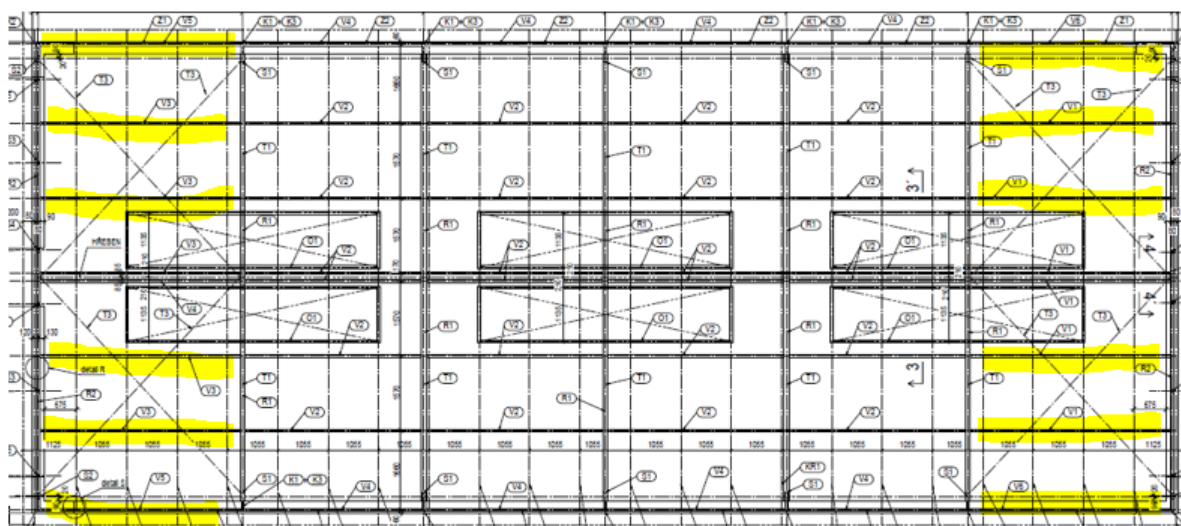
4. ZÁVĚR

Bylo provedeno posouzení stávající střešní konstrukce na přetížení fotovoltaickými panely. Posudek nosných konstrukcí je proveden dle platných norem ČSN.

Je uvažováno s přetížením od fotovoltaických panelů v hodnotě $0,25 \text{ kN/m}^2$.

Skleník

Nosná konstrukce objektu skleníku z větší části vychází na přetížení od fotovoltaických panelů. Předpokladem umístění fotovoltaických panelů je náhrada polykarbonátových desek na PUR panely. Plošné zatížení od PUR panelů nesmí přesáhnout hodnotu $0,20 \text{ kN/m}^2$. Před zatížením skleníku fotovoltaikou bude třeba kromě střešního pláště také vyměnit dvě krajové pole vaznic s délkou 4,28 m profilem HTR80/60/5mm namísto stávajících 80/60/3mm. Případně umístit FVe panely pouze do střední části skleníku.



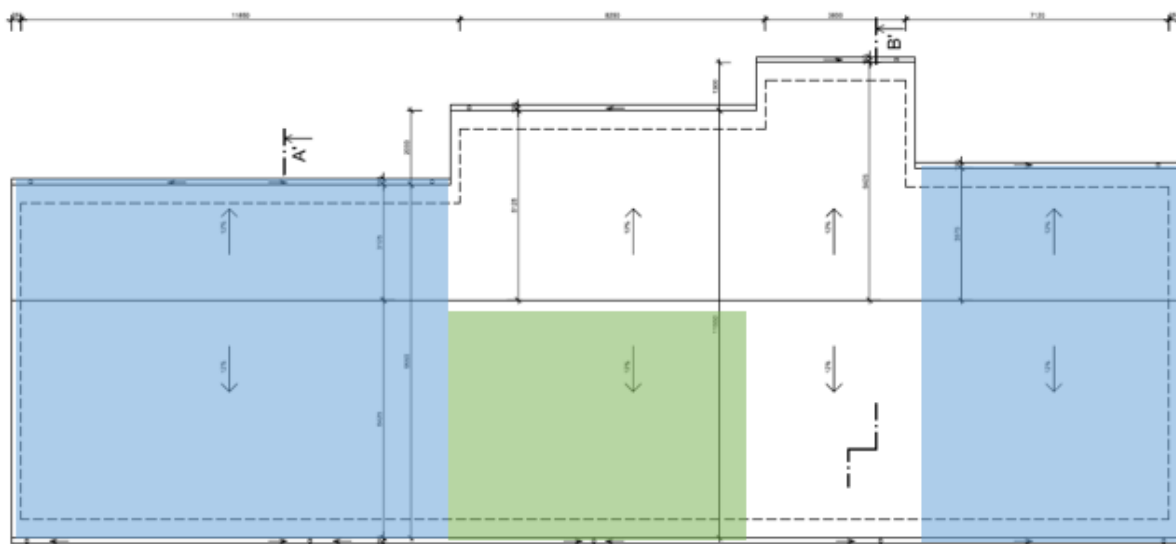
Buňkoviště

Objekt buňkoviště je vyskládán z kontejnerů dodávky firmy KOMA Modular. Únosnost střechy těchto kontejnerů je dle výrobce 150 kg/m^2 . Vzhledem k lokalitě Průhonice a normovému množství sněhu na střeše 56 kg/m^2 lze konstatovat, že na střechu bude možné panely FVe umístit.

Střešní konstrukce kontejnerů je tvořena TR plechem podepřeným tenkostěnnými vazničkami. FVe panely bude nutné umístit na tuhou roznášecí konstrukci, která zajistí rovnoměrný roznos panelů do střešní konstrukce.

Vedlejší budova

Objekt vedlejší budovy na přetížení od fotovoltaiky vychází pouze částečně. V nejmenším rozpětí objektu je možné panely umístit v celé ploše střechy. V částech s větším rozpětím nosníků je omezeno umísťování fotovoltaických panelů. Panely je možné umístit do barevně vyznačených pozic.



Hlavní budova

Střešní konstrukce hlavní budovy tvořená dřevěným příhradovým vazníkem vyhoví na zatížení od fotovoltaiky za předpokladu podpírané spodní pásnice stropní konstrukcí. Ocelový stropní nosník na přetížení od fotovoltaiky vyhoví na mezní stav únosnosti, ale nevyhoví na mezní stav použitelnosti, kde dochází k většímu průhybu, což může v případě kombinace FVe na střeše a maximálního množství sněhu způsobit viditelné poruchy ve stávající konstrukci jako drobné trhlinky v omítce či příčkách, které nemají dopad do statické funkce konstrukce.

V Praze dne 19.04. 2024

.....
Ing. Martin Kovář, Ph.D.