

Kontrolní výpočet nosné střešní konstrukce tělocvičny

**Střední školy polytechnické,
Sýkorova 613/1, Havířov-Šumbark**

Statický výpočet

Objednatel:

Střední škola polytechnická,
příspěvková organizace
Sýkorova 613/1
736 01 Havířov-Šumbark

Zhotovitel:

ARMING project s.r.o.
Prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
Ocelářská 6
703 00 Ostrava – Vítkovice
IČ: 62304178

Obsah

1. TECHNICKÉ NORMY, LITERATURA A PODKLADY	3
1.1 TECHNICKÉ NORMY	3
1.2 PODKLADY	3
2. ÚVOD	5
2.1 ÚVODNÍ INFORMACE O KONSTRUKCI	6
2.2 SCHÉMA KONSTRUKCE	6
3. VÝSLEDKY STAVEBNĚ TECHNICKÉHO PRŮZKUMU	7
3.1 ÚVODNÍ VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA	7
3.2 PODROBNÁ VIZUÁLNÍ PROHLÍDKA	13
3.3 STANOVENÍ STAVU KONSTRUKCE KROVU	16
3.4 PREVENCE A ŘEŠENÍ	18
4. VÝPOČET NOSNÉ KONSTRUKCE KROVU	18
4.1 ZATÍŽENÍ	18
<i>Zatížení stálé od střešního pláště</i>	<i>18</i>
<i>Vzhledem k hodnotě zatížení sněhem lze na stranu bezpečnou přetížení od provozu nezapočítat</i>	<i>19</i>
<i>Zatížení nahodilé – sníh</i>	<i>19</i>
<i>Zatížení nahodilé – vítr – vertikální působení</i>	<i>19</i>
<i>Zatížení nahodilé – vítr – horizontální působení (na ztužidla)</i>	<i>20</i>
4.2 POSOUZENÍ HLAVNÍCH PRVKŮ	21
4.3 STATICKÁ POSOUZENÍ NEJNAMÁHANĚJŠÍCH PRVKŮ:	29
4.4 DÍLČÍ ZÁVĚR STATICKÉHO POSOUZENÍ DŘEVĚNÝCH PRVKŮ KROVU	35
5. ZÁVĚR	36

1. Technické normy, literatura a podklady

1.1 Technické normy

- [1] ČSN EN 1990 (730002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí; 5/2015
 - [2] ČSN EN 1991-1-1 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb; 2/2010
 - [3] ČSN EN 1991-1-3 ed. 2 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem; 6/2016
 - [4] ČSN EN 1991-1-4 ed.2 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem; 8/2020
 - [5] ČSN EN 1991-1-6 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-6: Obecná zatížení - Zatížení během provádění; 4/2012
 - [6] ČSN EN 1995-1-1 (731701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; 12/2006
 - [7] ČSN EN 1995-1-2 (731701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru; 12/2006
 - [8] ČSN 73 1702 (731702) Navrhování, výpočet a posuzování dřevěných stavebních konstrukcí - Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby; 11/2007
 - [9] ČSN EN 15497 (731714) Konstrukční rostlé dřevo spojované zubovitým spojem - Požadavky na funkční vlastnosti a minimální výrobní požadavky; 05/2015
 - [10] ČSN EN 13271 (731721) Spojovací prostředky pro dřevo - Charakteristické únosnosti a moduly posunutí spoju se speciálními hmoždíky; 09/2002
 - [11] ČSN 73 1901-1 (731901) Navrhování střech - Část 1: Základní ustanovení; 11/2020
 - [12] ČSN 73 3150 (733150) Tesařské spoje dřevěných konstrukcí. Terminologie třídění; 08/1994
 - [13] ČSN ISO 13822 (730038) Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí; 2014.
 - [14] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – doplňující ustanovení; 2019.
 - [15] ČSN EN 13183-2: Vlhkost vzorků řeziva – Část 2: Odhad elektrickou odporovou metodou; 2002.
 - [16] ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti; 2016
 - [17] ČSN 73 2824-1 Třídění dřeva podle pevnosti – Část 1: Jehličnaté řezivo, 09/2011.
 - [18] ČSN EN 1310 Kulatina a řezivo – Metody měření vad, 02/1999.
 - [19] ČSN EN 1912 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti – Přiřazení vizuálních tříd a dřevin, 10/2012.
 - [20] ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, 2011.
- Citované normy obsahují veškeré vydané změny a opravy do data vydání tohoto dokumentu.

1.2 Podklady

- [21] Stavební průzkum a zaměření střešní konstrukce tělocvičny SOU Havířov Šumbark. Arming spol. s.r.o. 8/2004

- [22] Dopis: AR/04/81/RC Havarijní stav nosné konstrukce střechy tělocvičny SOU Havířov, ARMING spol. s.r.o., Ostrava Vítkovice 20.8.2004
- [23] Statické posouzení AR-0437DK-04, Střešní konstrukce sportovní haly SOU technického v Havířově – Šumbarku, ARMING spol. s r.o., Ostrava- Vítkovice, 6.9.2004
- [24] Statické posouzení AR-0437DK-04.1, Dodatek č.1, Střešní konstrukce sportovní haly SOU technického v Havířově – Šumbarku, ARMING spol. s r.o., Ostrava- Vítkovice, 24.11.2004
- [25] Statické posouzení AR-0437DK-04.2; Oprava a statické zajištění střešní konstrukce sportovní haly SOU technického v Havířově - Šumbarku, Dodatek č. 2, Posouzení skutečného provedením, 29.4.2005
- [26] ROCKNROLL, Víceúčelový tepelně-izolační pás, Rocwool, a.s., U Háje 507/26, 147 00 Praha 4, 8.3.2004
- [27] Prohlášení o shodě č. 03/2001, GEOFILTEX typ 73/15, 73/20, 73/25, MITOP, akciová společnost, Petroltická 142/IV, 471 24 MIMOŇ, 01.09.2001
- [28] Protokol o certifikaci, č. P-C-04-1107/Z, membrána EPDM FIRESTONE RUBBERGARD, Firestone Building Produkt Copany, 525 Congressional BLVD, Carmel, IN, USA, 30.01.2004
- [29] Tepelně-technické úpravy střechy objektu tělocvičny Střední školy v Havířově-Šumbarku; AR-1308-PS-01; ARMING spol. s r.o.; Prof. Ing. Radim Čajka, CSc.; Ocelářská 6; Ostrava – Vítkovice; IČ: 62304178; 4/2013
- [30] Odborný posudek; Hodnocení vazníkové střešní konstrukce v objektu Středního odborného učiliště v Havířově – Šumbarku; VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební; Katedra konstrukcí; doc. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D.; Ludvíka Podéště 1875/17; 708 33 Ostrava – Poruba; 3. 11. 1016
- [31] Kontrolní výpočet nosné střešní konstrukce tělocvičny SOU technického v Havířově – Šumbarku; Statický výpočet; AR-1617-ST; ARMING spol. s r.o.; Prof. Ing. Radim Čajka, CSc.; Ocelářská 6; Ostrava – Vítkovice; IČ: 62304178; 4/2013; IČ: 62304178; 11/2016

2. Úvod

Posouzení se zabývá zhodnocením současného technického stavu (listopad 2024) a přepočtem únosnosti a stability stávající nosné střešní příhradové konstrukce nad tělocvičnou č.1, Střední školy polytechnické, na ulici Sýkorova 613/1 v Havířově-Šumbarku.

Posouzení je provedeno na základě objednávky V 24/2024, ze dne 4.11.2024, vydané vedením Střední školy polytechnické, Havířov – Šumbark, příspěvková organizace. Na základě provedené kontroly stavu konstrukce bude proveden statický výpočet dle platných norem (EC1 a EC5).

Dokument navazuje na dokument AR-1617-ST „Kontrolní výpočet nosné střešní konstrukce tělocvičny SOU technického v Havířově – Šumbarku“, provedený společností ARMING spol. s r.o. dne datovaný k 14.11.2016, dříve vydané posudky a průzkumy.



Obrázek 1: Celkový pohled a lokalizace haly tělocvičny SŠP Havířov - Šumbark

2.1 Úvodní informace o konstrukci

Příhradová střešní konstrukce zastřešuje objekt o šířce 22,4 m a délce 50,3 m. Jedná se o dřevěné sbíjené příhradové vazníky délky 21,8 m, po 3,6 m. Střešní plášť je tvořen bedněním z dřevěných prken, na dřevěných vazničkách po 1,1 m. Střešní plášť tvoří membrána EPDM FIRESTONE RUBBERGARD provedená na vpichovanou technickou textilií GEOFILTEX. Stávající podhled je proveden z prkenného bednění, hobry tl. 10 mm a podhledových kazet. Na konstrukci podhledu je provedeno zateplení pomocí kamenné vlny.

2.2 Schéma konstrukce

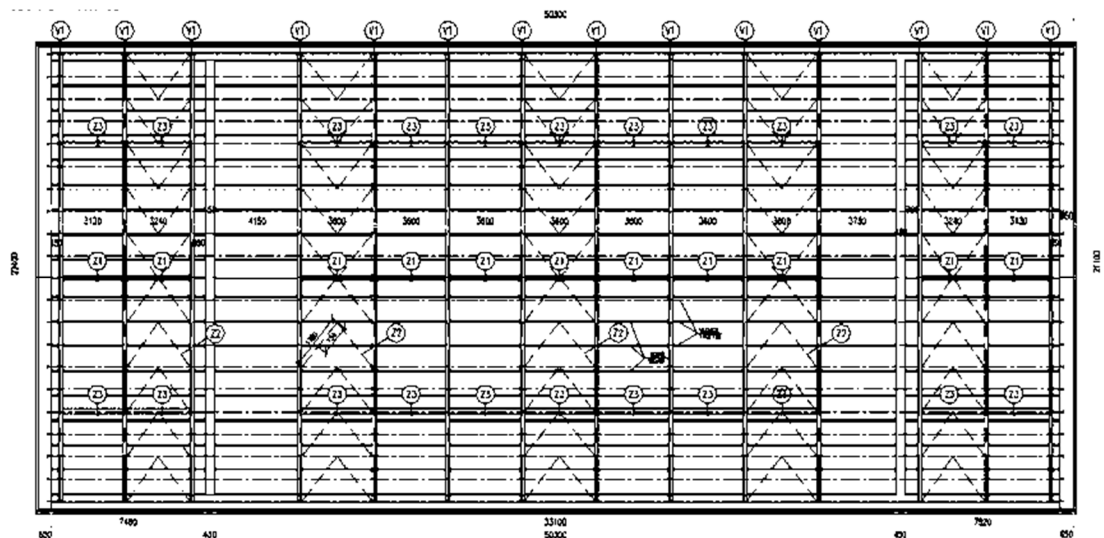


Schéma 1: Celkový půdorys střechy vyplývající z původní projektové dokumentace

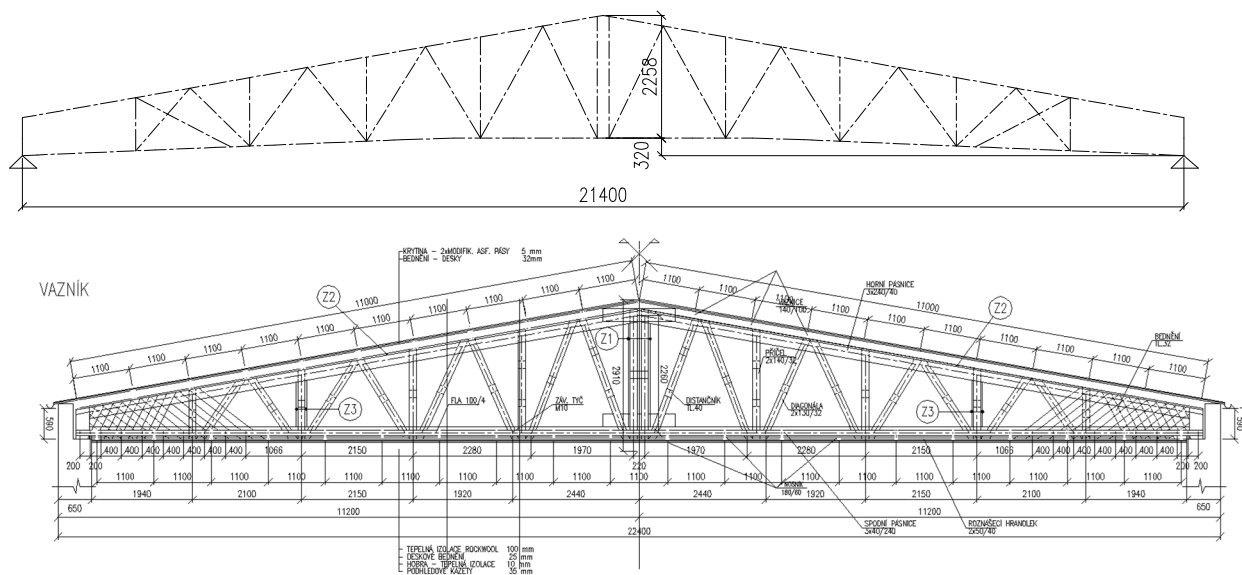


Schéma 2: Příhradový vazník – dle původní dokumentace

3. Výsledky stavebně technického průzkumu

3.1 Úvodní vizuální prohlídka

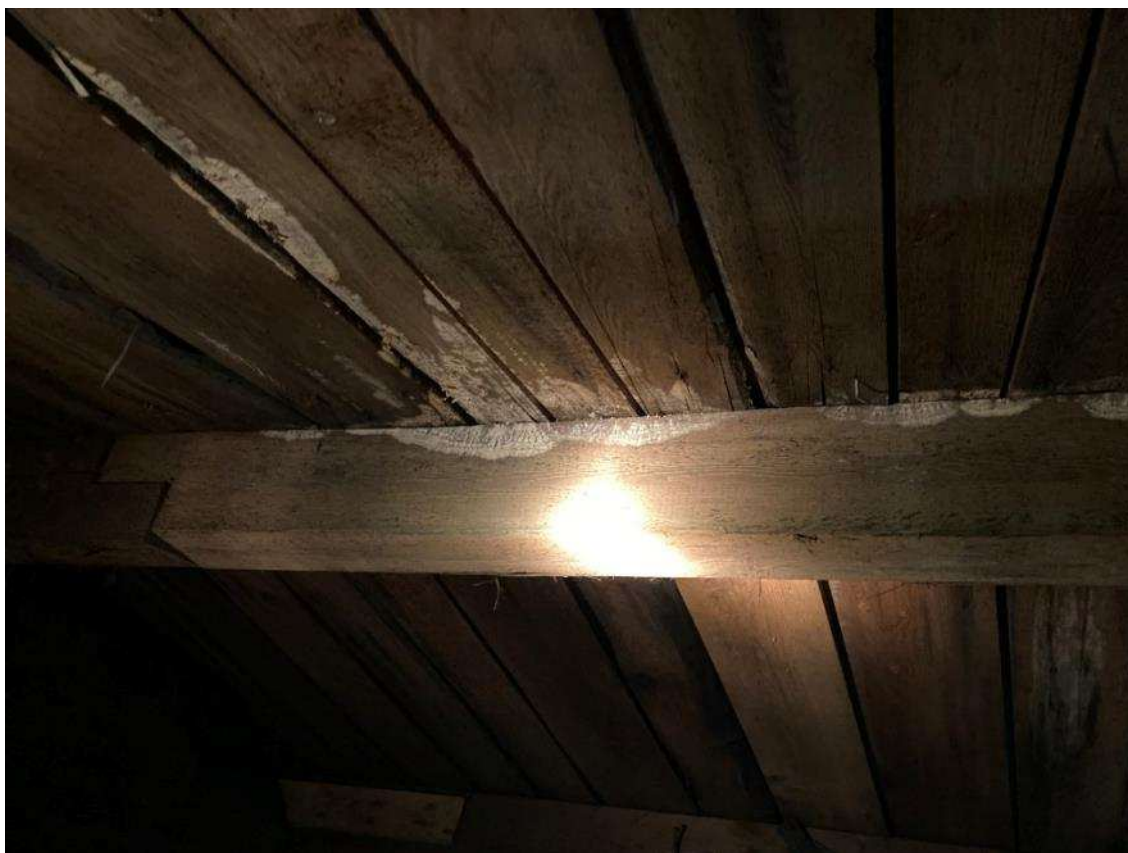
Úvodní vizuální prohlídka stavu střešní vazníkové konstrukce objektu Střední školy polytechnické, Havířov-Šumbark, byla provedena pracovníkem firmy Arming spol. s r.o., dne 1.11.2024. Prohlídce byli rovněž přítomni zástupci školy. Byla provedena vizuální prohlídka interiéru krovu i exteriéru střechy, včetně ventilačních průduchů. V rámci prohlídky byla provedena fotodokumentace.



Obrázek 2: Spoj trámů – výskyt bílé plísně na povrchu trámu



Obrázek 3: Vazník se zavětrováním – celkový pohled



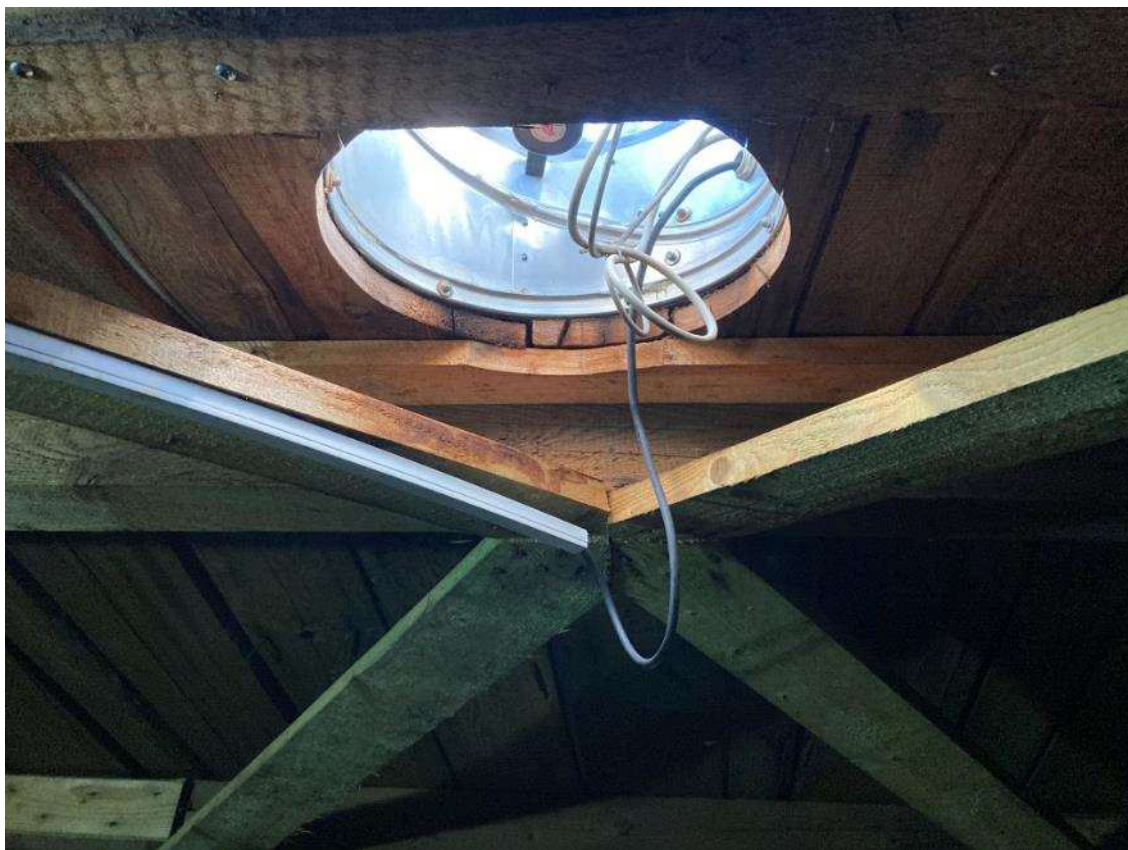
Obrázek 4: Trám a bednění střeší plášť – výskyt bílé plísně mezi trámem a bedněním



Obrázek 5: Detail příložky ve vrcholu vazníku a dodatečné zavětrování



Obrázek 6: Detail uložení desek bednění pod střešním pláštěm – poškozená deska, plíseň



Obrázek 7: Doplněné zavětrování s instalovanou ventilací



Obrázek 8: Detail osazení desek bednění střešního pláště – doplnění podpěry pro desky



Obrázek 9: Ventilační mřížky na fasádě – celkový pohled



Obrázek 10: Ventilační mřížka na fasádě - detail



Obrázek 11: Instalovaný teploměr s vlhkoměrem – 79% vlhkosti při teplotě při 15°C ze dne 4.11.2024

3.2 Podrobná vizuální prohlídka

Podrobná vizuální prohlídka stavu střešní vazníkové konstrukce objektu Středního odborného učiliště technického v Havířově – Šumbarku, byla provedena pracovníkem firmy Arming spol. s r.o., a přizvaným pracovníkem Fakulty stavební, VŠB TU Ostrava Prof. Ing. Antonínem Lokajem, Ph.D. (FAST, VŠB-TUO) dne 19.11.2024. Byla provedena podrobná vizuální prohlídka interiéru s ověřením profilů hlavních nosných prvků, kritických míst, způsobu a stavu uložení vazníků. Součástí průzkumu bylo měření vlhkosti původních i nově doplněných prvků krovu. V rámci prohlídky byla provedena fotodokumentace.



Obrázek 12: Celkový pohled na interiér haly tělocvičny



Obrázek 13: Pohled na vazník včetně uložení na zdivu



Obrázek 14: Pohled na ukončení krokví na štítovém zdivu



Obrázek 15: Měření vlhkosti ke dni 19.11.2024, teplota 8°C, vlhkost vzduchu 80%



Obrázek 16: Zjištěné ložisko bílé hniloby ve vrcholu pláště v poli č. 4 (počítáno od prostupu)



Obrázek 17: Minimální naměřená vlhkost konstrukce



Obrázek 18: Maximální naměřená hodnota vlhkosti konstrukce

3.3 Stanovení stavu konstrukce krovu

Stanovení stavu konstrukce krovu bylo provedeno na základě:

Vizuální prohlídky – sledování vzhledu, barvy, mechanického poškození, suků, trhlin, detekce povrchového poškození dřeva způsobeného činností hub (mycelia a plodnice hub) nebo hmyzu (tvar a četnost výletových otvorů) z hlediska statické únosnosti.

Smyslového vjemu – poklepová zkouška dřevěných prvků kladivem k prověření prvků podle zvukové odezvy za účelem identifikace přítomnosti vnitřních dutin v kombinaci s vrypem dlátem k sondování povrchu dřeva za účelem vyhledání povrchového poškození.

Měření vlhkosti dřeva – je důležité pro správné třídění a kalibraci výsledků diagnostických metod. Vysoká vlhkost je také spojena s rizikem biotického poškození v podobě napadení hmyzem a růstem dřevokazných hub. Vlhkost dřeva zpravidla není v rámci celého prvku stejná a může být odlišná v podélném směru i průřezu. Vlhkost dřeva se mění se změnou relativní vlhkosti okolního vzduchu. Ke změnám může dojít v reakci na denní i sezónní kolísání.

Vlhkost dřeva představuje množství vody ve dřevní hmotě a je definována jako podíl hmotnosti vody ve dřevě a hmotnosti absolutně suchého dřeva:

$$MC = (m_w - m_0) / m_0 \cdot 100, \text{ kde}$$

MC ... je vlhkosti dřeva v %;

m_w ... hmotnost vlhkého dřeva v kg;

m_0 ... hmotnost absolutně suchého dřeva v kg;

Byla použita orientační metoda stanovení vlhkosti pomocí odporového vlhkoměru v souladu s ČSN EN 13183-2. Tato metoda vychází ze vztahu mezi elektrickým odporem a vlhkostí nasáklavého, v suchém stavu nevodivého nebo málo vodivého materiálu.

Naměřené hodnoty:

číslo měření	naměřená hodnota	číslo měření	naměřená hodnota
1.	10,4 %	8.	11,7 %
2.	12,4 %	9.	14,2 %
3.	9,7 %	10.	14,2 %
4.	10,5 %	11.	18,1 %
5.	10,2 %	12.	18,4 %
6.	9,7 %	13.	13,2 %
7.	14,4 %	14.	11,7 %

Průměrná hodnota vlhkosti: $MC = \Sigma MC_i / N = 178,8 / 14 = 12,8 \%$

Měření rozměrů prvků – bylo provedeno pomocí délkového měřidla s přesností 0,1 cm. Byly ověřeny profily prvků dřevěné příhradové konstrukce. Jejich hodnoty jsou použity ve statickém výpočtu únosnosti konstrukce krovu.

Na viditelných prvcích téměř celé nosné konstrukce nebyla hniloba ani poškození dřevokazným hmyzem zaznamenána. Byly však zaznamenány ojedinělé výskyty bílé hniloby, a to především na deskách bednění pláště a trámu ve čtvrtém poli (počítáno od vstupního prostupu).

Hodnota vlhkosti dřevěné konstrukce, při které může dojít k napadení dřevokaznými houbami, **je obecně nad 20 % objemové vlhkosti dřeva**. Vlhkost vyšší než 20 % vytváří vhodné podmínky pro růst dřevokazných hub, protože tyto organismy potřebují kromě tepla a kyslíku i vlhkost k životu.

Pokud vlhkost dřeva stoupne nad 28 %, což odpovídá bodu nasycení vláken, je riziko napadení ještě vyšší, protože houby mají dostatek vody pro metabolismus. K napadení často dochází v místech, kde je dřevo vystaveno dlouhodobé vlhkosti, např. v místech zatékání, špatného větrání nebo kontaktu s mokřými materiály.

Hodnoty vlhkosti měřené příložným vlhkoměrem FWB Brookhous na vybraných prvcích střešní konstrukce se pohybují v rozmezí 9,7 – 18,4 %, **což nepředpokládá pravděpodobnost napadení dřeva dřevokaznými houbami**.

3.4 Prevence a řešení

Prevence vlhkosti: Důkladná hydroizolace, pravidelná kontrola střechy, drenáže a odvádění vody z okolí konstrukce.

Ochrana dřeva: Použití chemické impregnace a ošetření povrchů fungicidními přípravky.

Zajištění větrání: Správné proudění vzduchu snižuje možnost dlouhodobé vlhkosti.

Odvhlčení: Pokud je vlhkost již vysoká, je nutné dřevo vysušit a odstranit zdroj vlhkosti.

Při zjištění napadení je důležité rychle jednat, protože dřevokazné houby, jako je např. dřevomorka domácí (*Serpula lacrymans*), mohou způsobit vážné poškození konstrukce.

4. Výpočet nosné konstrukce krovu

4.1 Zatížení

Realizaci výměny střešního pláště a zateplení půdního prostoru střechy tělocvičny Střední školy polytechnické, Havířov-Šumbark, provedla firma MADT a.s., Slezská ul. 950, Orlová-Poruba, v roce 2005. Dle obdržených technických listů byly při provádění střešního pláště použity tyto materiály:

- Víceúčelový tepelně-izolační pás ROCKNROLL max. 44,8 kg.m⁻³
- Vpichovaná technická textilie GEOFILTEX max. 250 g.m⁻²
- Membrána EPDM FIRESTONE RUBBERGARD max. 1,40 kg.m⁻²

Zatížení stálé od střešního pláště

tl.	popis konstrukce	Objemová hmotnost		g _{k,1}
m		kg.m ⁻³	kg.m ⁻²	kN.m ⁻²
-	Membrána EPDM FIRESTONE RUBBERGARD		1,4	0,014
-	Vpichovaná technická textilie GEOFILTEX		0,25	0,00025
0,025	dřevěné bednění	500		0,125
	CELKEM:		Σ	0,14

Zatížení na 1 bm prvku při osově vzdálenosti 1,1 m: $g_{k,1} = 0,14 \cdot 1,1 = 0,15 \text{ kN.m}^{-1}$

Zatížení stálé od podhledu

tl.	popis konstrukce	Objemová hmotnost		g _{k,2}
m		kg.m ⁻³	kg.m ⁻²	kN.m ⁻²
0,140	tepelná izolace – ROCKWOOL -nová	43		0,06
0,020	dřevěné bednění - s mezerami	500		0,10
0,010	HOBRA	230		0,023
0,035	pohled-kazety - SOLOLIT-HORBA-SOLOLIT	300		0,090
	CELKEM:		Σ	0,27

Zatížení na 1 bm prvku při osově vzdálenosti 1,1 m: $g_{k,2} = 0,27 \cdot 1,1 = 0,30 \text{ kN.m}^{-1}$

Zatížení nahodilé – provoz

č.	Místnosti a prostory	$q_{k,1}$
		kN.m^{-2}
H	Střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav (ekvivalent pro půdní prostor)	0,75

Zatížení na 1 bm prvku při osové vzdálenosti 1,1 m: $q_{k,1} = 0,75 \cdot 1,1 = 0,825 \text{ kN.m}^{-1}$

č.	Místnosti a prostory	$q_{k,2}$
		kN.m^{-2}
H	Střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav	0,75

Zatížení na 1 bm prvku při osové vzdálenosti 1,1 m: $q_{k,2} = 0,75 \cdot 1,1 = 0,825 \text{ kN.m}^{-1}$

Vzhledem k hodnotě zatížení sněhem lze na stranu bezpečnou přitížení od provozu nezapočítat.

Zatížení nahodilé – sníh

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi (Havířov - Šumbark, 266,0 m n.m.)

zatížení	s_k	1,01	[kPa]
Statistické parametry rozdělení ročních maxim			
střední hodnota	μ	0,37	[kPa]
směrodatná odchylka	σ	0,24	[kPa]
variační koeficient	V	0,64	
šikmost	α	1,52	

Uvedené hodnoty zatížení sněhem dle „Pravděpodobnostní aplikace geostatistických metod zpracování charakteristik sněhové pokrývky pro zajištění spolehlivých nosných konstrukcí, řešeného v letech 2008 - 2010 ve spolupráci VŠB-TU Ostrava a ČHMÚ“.

Zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3

sněhová oblast		III	
charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi	s_k	1.01	kN.m^{-2}
sklon střechy	α	9	°
tvárový součinitel zatížení sněhem	μ_1	0.800	-
součinitel expozice	C_e	1.0	-
součinitel tepla	C_t	1.0	-
zatížení sněhem	$\mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$	s	0.81 kN.m^{-2}

Zatížení na 1 bm prvku při osové vzdálenosti 1,1 m: $q_{k,s} = 0,81 \cdot 1,1 = 0,89 \text{ kN.m}^{-1}$

Zatížení nahodilé – vítr – vertikální působení

Zatížení větrem:

rychlost větru	V_{b0}	22.5	m.s^{-1}
součinitel směru	C_{dir}	1	-
souč.ročního období	C_{season}	1	-
základní rychlost větru	V_b	22.5	$\text{m.s}^{-1} \quad (4.1)$

kategorie terénu		III.	(tab4.1)
výška objektu	z	9	m
součinitel ortografie	C _o	1	-
parametr drsnosti terénu	z ₀	0.3	
minimální výška	z _{min}	5	
součinitel drsnosti	cr(z= 9 m)	0.73	(4.4)
střední rychlost větru	vm(z= 9 m)	16.5	m.s ⁻¹ (4.3)
intenzita turbulence	lv(z= 9 m)	0.294	(4.7)
max.charakteristický tlak	qp(z= 9 m)	0.519	kN.m ⁻² (4.8)

sedlové střechy

tlak vnější - sedlové střechy - směr větru 0°:		C _{pe,10}	w _e
F	0.1	0.052	kN.m ⁻²
G	0.1	0.052	kN.m ⁻²
H	0.1	0.052	kN.m ⁻²
I	0.0	0.000	kN.m ⁻²
J	0.1	0.052	kN.m ⁻²

sání vnější - sedlové střechy - směr větru 0°:		C _{pe,10}	w _e
F	-1.4	-0.727	kN.m ⁻²
G	-1.00	-0.519	kN.m ⁻²
H	-0.5	-0.260	kN.m ⁻²
I	-0.5	-0.260	kN.m ⁻²
J	-0.8	-0.415	kN.m ⁻²

sání vnější - sedlové střechy - směr větru 90°:		C _{pe,10}	w _e
F	-1.45	-0.753	kN.m ⁻²
G	-1.3	-0.675	kN.m ⁻²
H	-0.65	-0.338	kN.m ⁻²
I	-0.55	-0.286	kN.m ⁻²

Sání lze na stranu bezpečnou zanedbat.

Zatížení tlakem na 1 bm prvku při osově vzdálenosti 1,1 m: $q_{k,w} = 0,052 \cdot 1,1 = 0,06 \text{ kN.m}^{-1}$

Zatížení nahodilé – vítr – horizontální působení (na ztužidla)

Normová hodnota tangenciálního zatížení vyvolaného třením větru o střešní plášť:

$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_f$$

$$c_{fr} = 0,01 \text{ pro hladký povrch (membrána)}$$

$$q_p(z_e) = 0,519 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$S_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) = 0,01 \cdot 0,519 = 0,005 \text{ kN.m}^{-2}$$

Referenční plocha (výška objektu H = 9,0 m, délka L = 50,3 m, šířka B = 22,4 m):

$$A_f = (L - \min.(2 \cdot B; 4 \cdot H)) \cdot B = (50,3 - \min.(44,8; 36,0)) \cdot 22,4 = 14,3 \cdot 22,4 = 320,3 \text{ m}^2$$

$$\text{Zatížení na 1 bm prvku při osově vzdálenosti 1,1 m: } q_{k,sfr} = 0,005 \cdot 1,1 = 0,006 \text{ kN.m}^{-1}$$

Ve výše uvedeném výpočtu byla příčná ztužidla zatížena pouze horizontálními silami od třecích zatížení větru, neboť vodorovný tlak větru v podélném směru přebírají zděné štíty. Vzhledem

k nízké hodnotě tohoto typu zatížení bude dále na stranu bezpečnou určeno zatížení na ztužidla příhradových soustav dle kapitoly 9.2.5.3. ČSN EN 1995-1-1 [6].

$$q_d = k_l \cdot (n \cdot N_d) / (k_{f,3} \cdot l)$$

Kde: $k_l = \min. (1; \sqrt{15 / l})$

$N_d = -300,0 \text{ kN}$ průměrná návrhová tlaková síla v prvku, **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**
vnitřní síly 3x275/40(35)

$l = 21,4 \text{ m}$ celkové rozpětí stabilizující soustavy v m, viz 2.1 schéma vazníku

$k_{f,3} = 30$ modifikační součinitel, viz tabulka 9.2 ČSN EN 1995-1-1

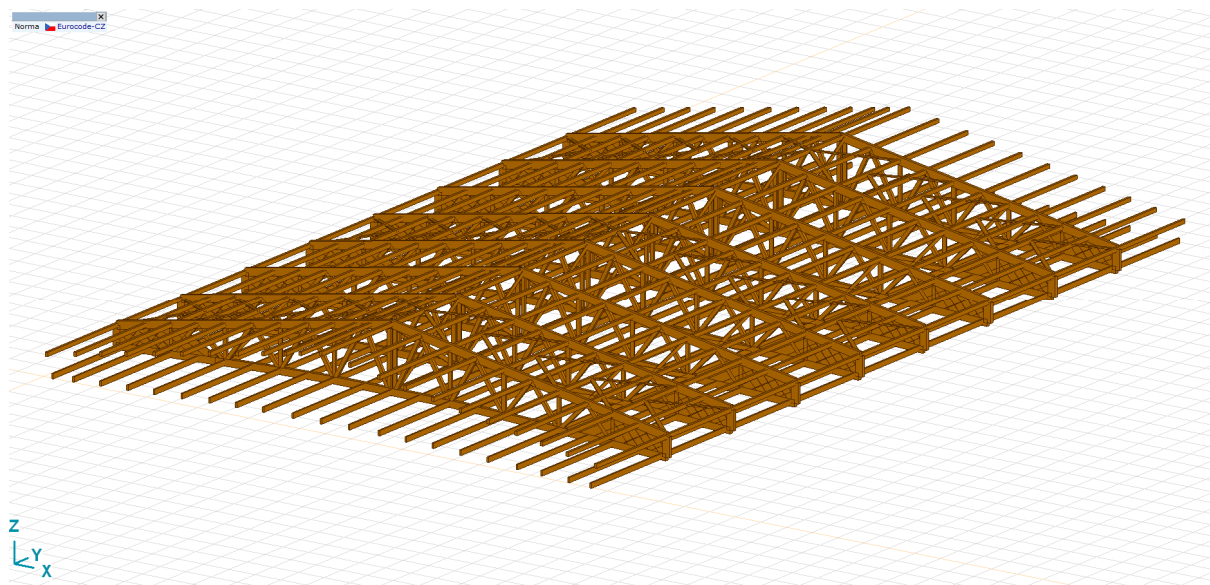
Zatížení na 1 bm jednoho vazníku:

$$q_{d,1} = k_l \cdot (n \cdot N_d) / (k_{f,3} \cdot l) = 0,7 \cdot (1 \cdot 300,0) / (30 \cdot 21,4) = 0,327 \text{ kN.m}^{-1}$$

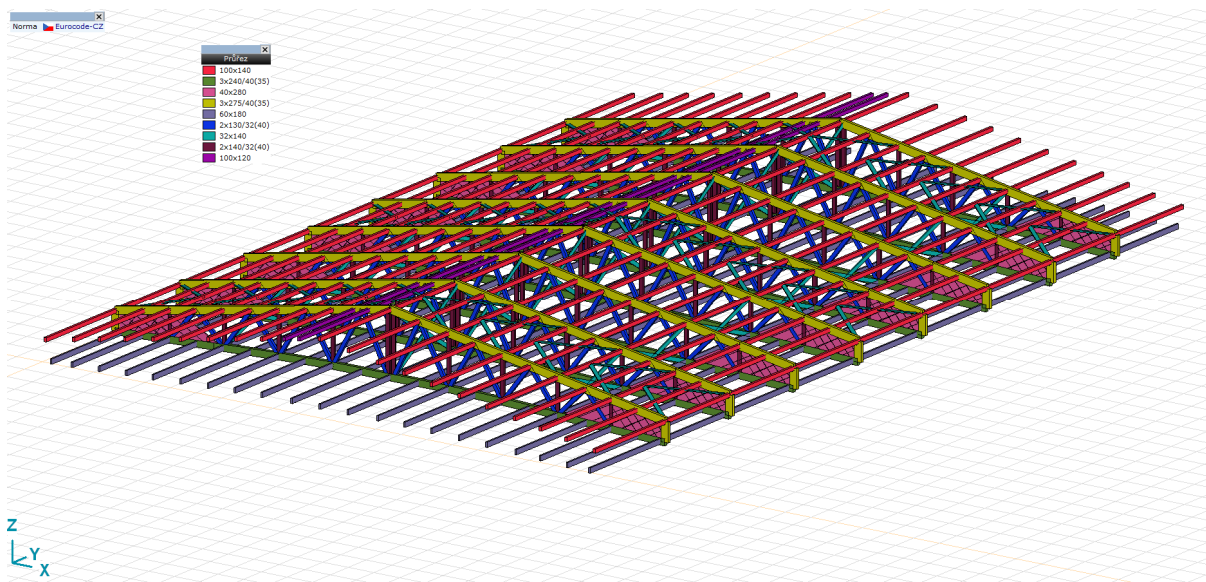
Horizontální zatížení od větru ve směru y (kolmo na vazník), bude zadáno na všechny vazníky ve výpočetním modelu MKP.

4.2 Posouzení hlavních prvků

Posouzení jednotlivých dřevěných prvků bude provedeno dle ČSN EN 1995-1-1 [6]. Vnitřní síly v konstrukci budou vypočteny metodou konečných prvků na prostorové prutové konstrukci programem AXIS VM. Na model působí zatížení od vlastní hmotnosti prvků a zatížení stálé od pláště a podhledu dle ČSN EN 1991-1-1 [2], zatížení proměnné od sněhu dle ČSN EN 1991-1-3 [3], větru dle ČSN EN 1991-1-4 [4]. Zatížení byla kombinována dle zásad ČSN EN 1990 [1] (6.10.a) a (6.10.b).



Kresba



Kresba-profilů

Materiály

	Jméno	Národní návrhová norma	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]
1	C24	Eurocode-CZ	Lineární	11000	370	0,20	8E-6	420

	Jméno	P_2	P_3	P_4	P_5
1	C24	$E_{0,05}$ [N/mm ²] = 7400	G_{mean} [N/mm ²] = 690	f_{mk} [N/mm ²] = 24,00	f_{10k} [N/mm ²] = 14,00

	Jméno	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
1	C24	f_{t90k} [N/mm ²] = 0,40	f_{c0k} [N/mm ²] = 21,00	f_{c90k} [N/mm ²] = 2,50	f_{vk} [N/mm ²] = 4,00	k_{cr} = 0,67

Průřezy

	Jméno	h [mm]	b [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
1	60x180	180,0	60,0	10800,00	9000,00	1,0238E+7	2,916E+7	3240000,0
2	3x240/40(35)	240,0	140,0	33600,00	28000,00	1,3955E+8	1,6128E+8	5,488E+7
3	3x275/40(35)	275,0	120,0	33000,00	27500,00	1,149E+8	2,0797E+8	3,96E+7
4	100x140	140,0	100,0	14000,00	11666,67	2,6166E+7	2,2867E+7	1,1667E+7
5	2x140/32(40)	140,0	64,0	8960,00	7466,67	8715973,0	1,4635E+7	3058347,0
6	2x130/32(40)	130,0	104,0	13520,00	11266,67	2,5113E+7	1,9041E+7	1,2186E+7
7	32x140	140,0	32,0	4480,00	3733,33	1308852,0	7317334,0	382293,4
8	40x280	280,0	40,0	11200,00	9333,33	5435207,0	7,3173E+7	1493333,0
9	100x120	120,0	100,0	12000,00	10000,00	1,9934E+7	1,44E+7	1E+7

	Jméno	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	I_{ω} [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]
1	60x180	2,916E+7	3240000,0	5,5624E+9	324000,0	108000,0	486000,0	162000,0	52,0	17,3
2	3x240/40(35)	1,6128E+8	5,488E+7	6,6496E+10	1344000,0	784000,0	2016000,0	1176000,0	69,3	40,4
3	3x275/40(35)	2,0797E+8	3,96E+7	1,159E+11	1512500,0	660000,0	2268750,0	990000,0	79,4	34,6
4	100x140	2,2867E+7	1,1667E+7	2,297E+9	326666,7	233333,3	489999,9	350000,0	40,4	28,9
5	2x140/32(40)	1,4635E+7	3058347,0	2,1542E+9	209066,7	95573,3	313600,0	143360,0	40,4	18,5
6	2x130/32(40)	1,9041E+7	1,2186E+7	1,1275E+9	292933,3	234346,7	439400,0	351520,0	37,5	30,0
7	32x140	7317334,0	382293,4	5,0159E+8	104533,3	23893,3	156800,0	35840,0	40,4	9,2
8	40x280	7,3173E+7	1493333,0	8,9173E+9	522666,7	74666,7	784000,0	112000,0	80,8	11,5
9	100x120	1,44E+7	1E+7	6,0742E+8	240000,0	200000,0	360000,0	300000,0	34,6	28,9

Zatěžovací stavy

	Jméno	Skupina	Typ skupiny
1	vlastní hmotnost	PERM1	Stálé
2	střecha a podhled	PERM1	Stálé
3	Sníh UD	Sníh	Sníh
4	Sníh DX+	Sníh	Sníh

	Jméno	Skupina	Typ skupiny
5	Sníh DX-	Sníh	Sníh
6	Vítr [01] X+.Pp.O	Vítr	Vítr
7	Vítr [01] X+.Pp.P	Vítr	Vítr
8	Vítr [01] X+.Pp.S	Vítr	Vítr
9	Vítr [01] X+.Ps.O	Vítr	Vítr
10	Vítr [01] X+.Ps.P	Vítr	Vítr
11	Vítr [01] X+.Ps.S	Vítr	Vítr
12	Vítr [01] X+.Sp.O	Vítr	Vítr
13	Vítr [01] X+.Sp.P	Vítr	Vítr
14	Vítr [01] X+.Sp.S	Vítr	Vítr
15	Vítr [01] X+.Ss.O	Vítr	Vítr
16	Vítr [01] X+.Ss.P	Vítr	Vítr
17	Vítr [01] X+.Ss.S	Vítr	Vítr
18	Vítr [01] X-.Pp.O	Vítr	Vítr
19	Vítr [01] X-.Pp.P	Vítr	Vítr
20	Vítr [01] X-.Pp.S	Vítr	Vítr
21	Vítr [01] X-.Ps.O	Vítr	Vítr
22	Vítr [01] X-.Ps.P	Vítr	Vítr
23	Vítr [01] X-.Ps.S	Vítr	Vítr
24	Vítr [01] X-.Sp.O	Vítr	Vítr
25	Vítr [01] X-.Sp.P	Vítr	Vítr
26	Vítr [01] X-.Sp.S	Vítr	Vítr
27	Vítr [01] X-.Ss.O	Vítr	Vítr
28	Vítr [01] X-.Ss.P	Vítr	Vítr
29	Vítr [01] X-.Ss.S	Vítr	Vítr
30	Vítr [01] Y+.S.O	Vítr	Vítr
31	Vítr [01] Y+.S.P	Vítr	Vítr
32	Vítr [01] Y+.S.S	Vítr	Vítr
33	Vítr [01] Y-.S.O	Vítr	Vítr
34	Vítr [01] Y-.S.P	Vítr	Vítr
35	Vítr [01] Y-.S.S	Vítr	Vítr

Skupiny zatížení (Eurocode-CZ)

	Skupina	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Současné zat.
1	PERM1	Stálé	1,350	1,000	0,850					1
2	Sníh	Sníh				1,500	0,500	0,200	0	
3	Vítr	Vítr				1,500	0,600	0,200	0	

Uživatelské kombinace ze zatěžovacích skupin

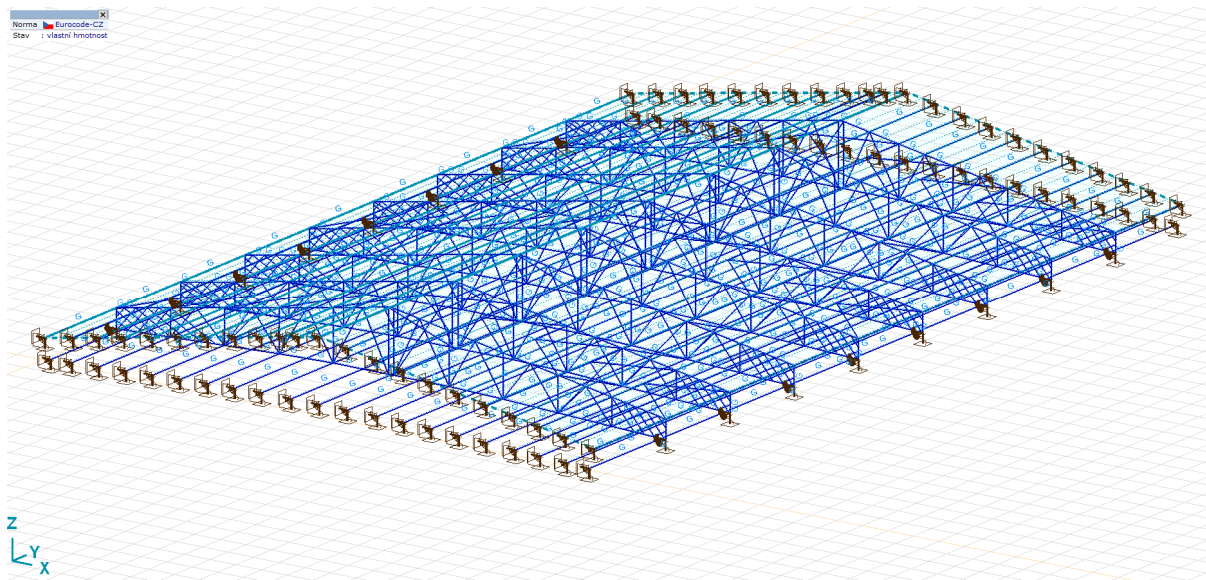
	Typ	PERM1	Sníh	Vítr
1	MSÚ	1,35	1,50	1,50
2	MSÚ	1,35	1,50	0
3	MSÚ	1,35	0	1,50

Hmotnosti podle průřezu

	Průřez	Jméno materiálu	ΣL [m]	ΣV [m³]	M [kg/m]	ΣG [kg]	ΣA_o [m²]	ΣA_i [m²]
1	60x180	C24	691,950	7,473	4,536	3138,685	332,136	0
2	3x240/40(35)	C24	171,619	5,766	14,112	2421,894	130,431	0
3	3x275/40(35)	C24	185,275	6,114	13,860	2567,907	146,367	0
4	100x140	C24	659,000	9,226	5,880	3874,920	316,320	0
5	2x140/32(40)	C24	126,210	1,131	3,763	474,953	51,494	0
6	2x130/32(40)	C24	244,278	3,303	5,678	1387,109	114,322	0
7	32x140	C24	335,645	1,504	1,882	631,549	115,462	0
8	40x280	C24	250,837	2,809	4,704	1179,936	160,535	0
9	100x120	C24	65,900	0,791	5,040	332,136	28,996	0
	<u>Celkem</u>			<u>38,117</u>		<u>16009,089</u>	<u>1396,063</u>	<u>0</u>

vlastní hmotnost: Vlastní tíha nosníku

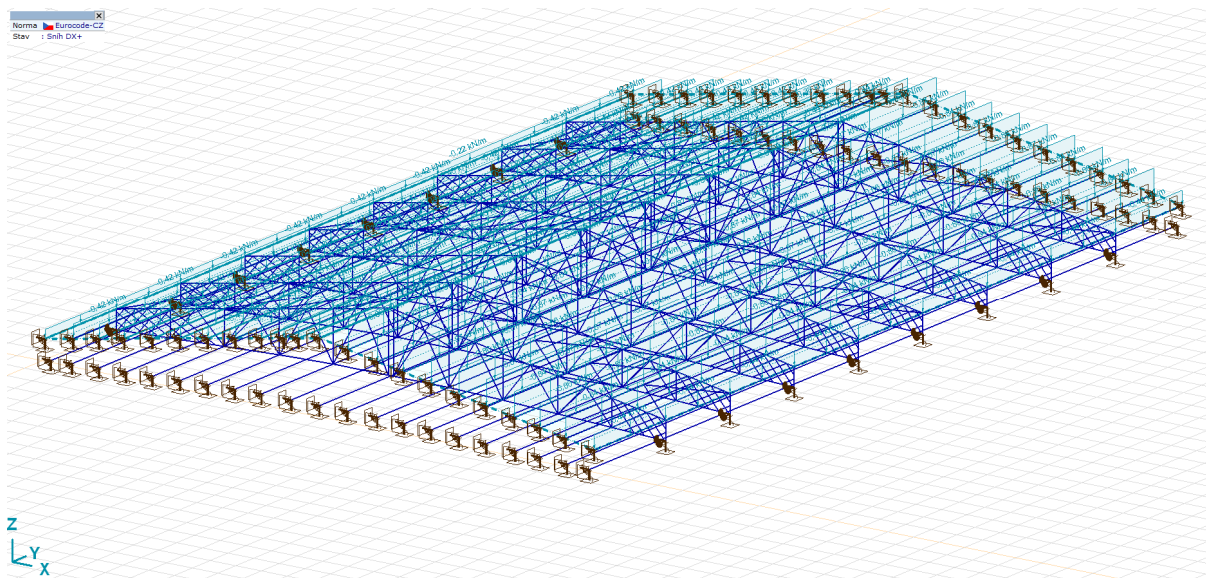
	Σ [kg]
1-1650	16009,089
<u>Celkem</u>	<u>16009,089</u>



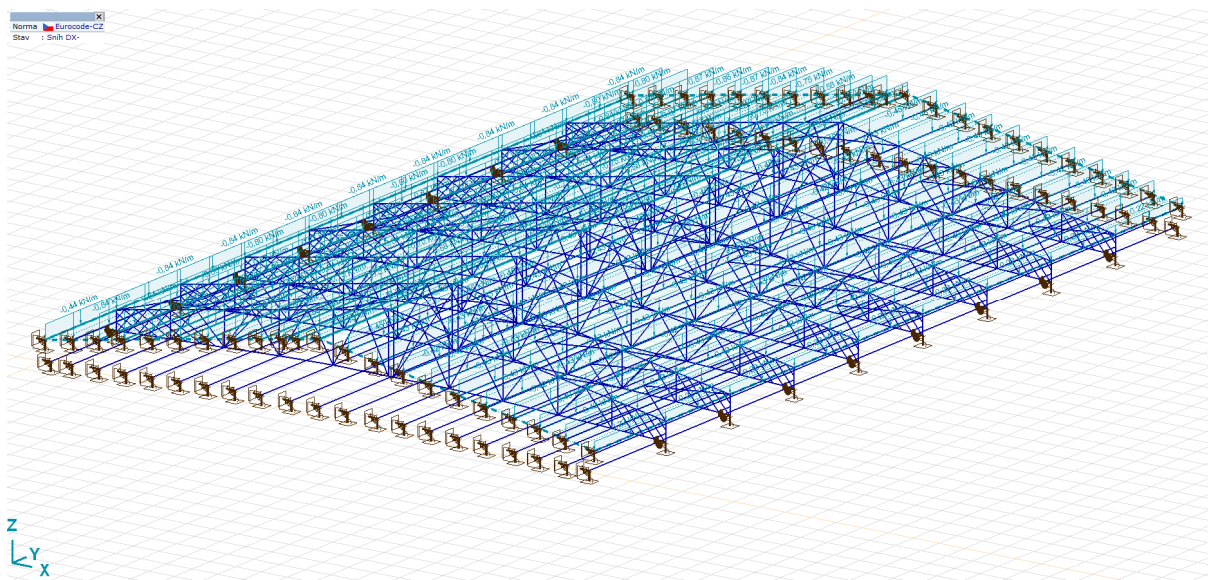
Vlastní hmotnost

Parametry pro zatížení sněhem

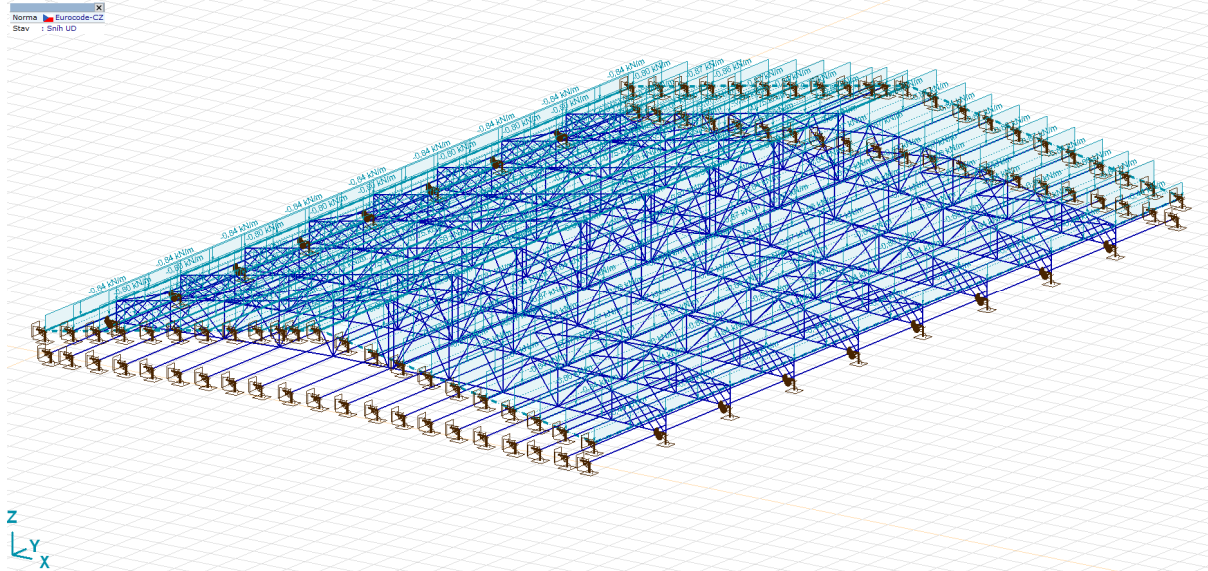
A [m]	C _e [-]	C _t [-]	s _k [kN/m ²]	Zóna
266,0	1,000	1,000	1,00	Zone 2



Sníh DX+



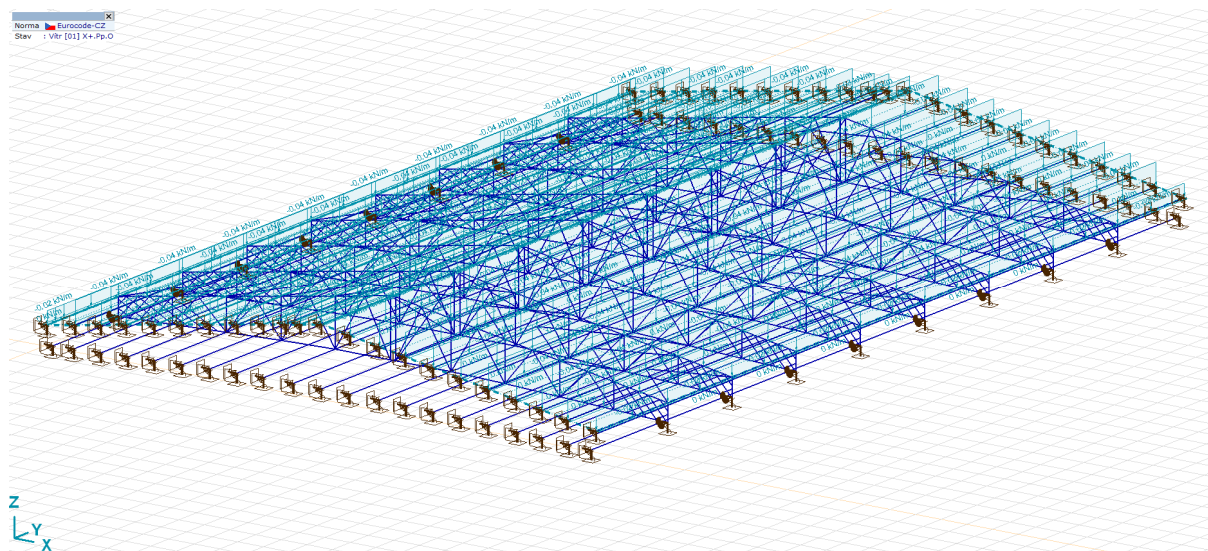
Sníh DX-



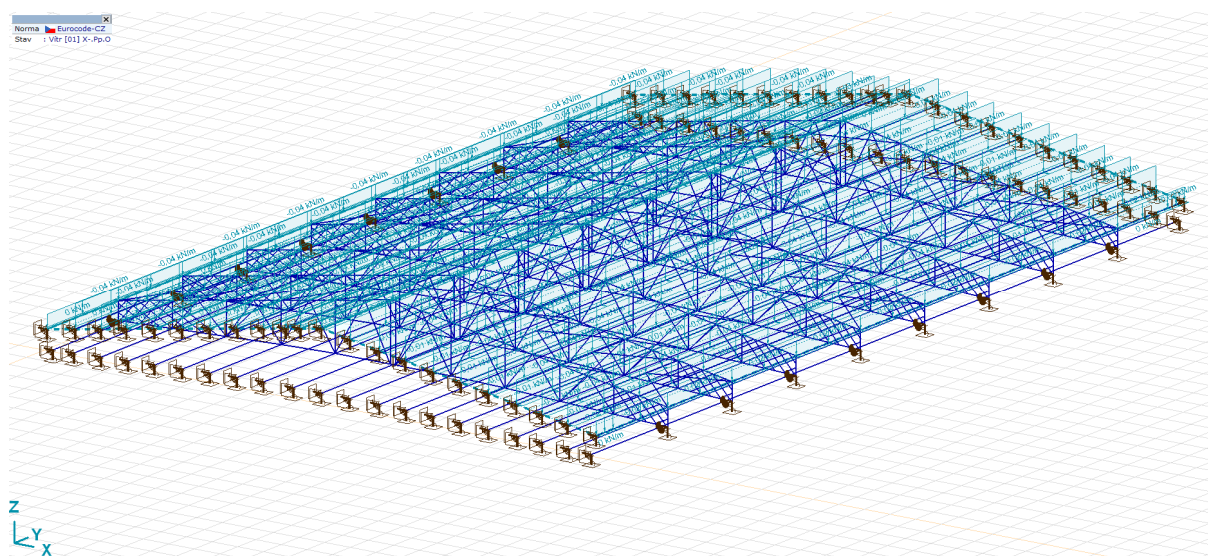
Sníh UD

Parametry zatížení větrem [01]

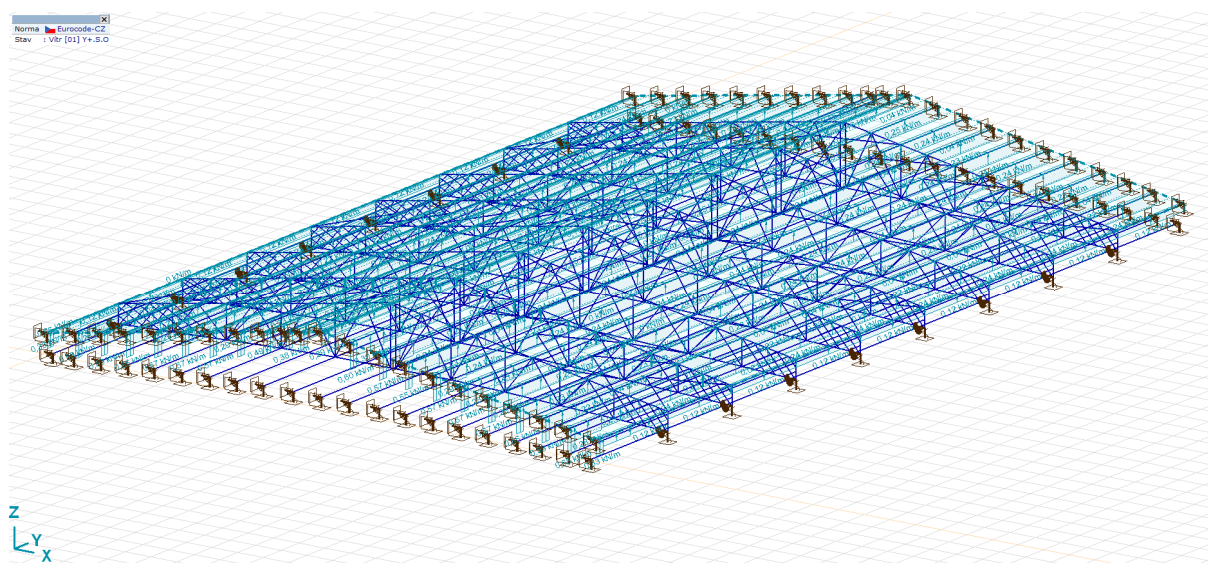
Směr	Kategorie terénu	z_0 [m]	z_{min} [m]	I_v [kN/m²]	v_m [m/s]	q_p [kN/m²]	φ [°]
X+	III	0,300	5,000	0,355	13,6	0,41	0
X-	III	0,300	5,000	0,355	13,6	0,41	0
Y+	III	0,300	5,000	0,355	13,6	0,41	90
Y-	III	0,300	5,000	0,355	13,6	0,41	90
$v_{b0} = 22,5 \text{ m/s}$							
$C_{season} = 1,000$							
$C_0 = 1,000$							



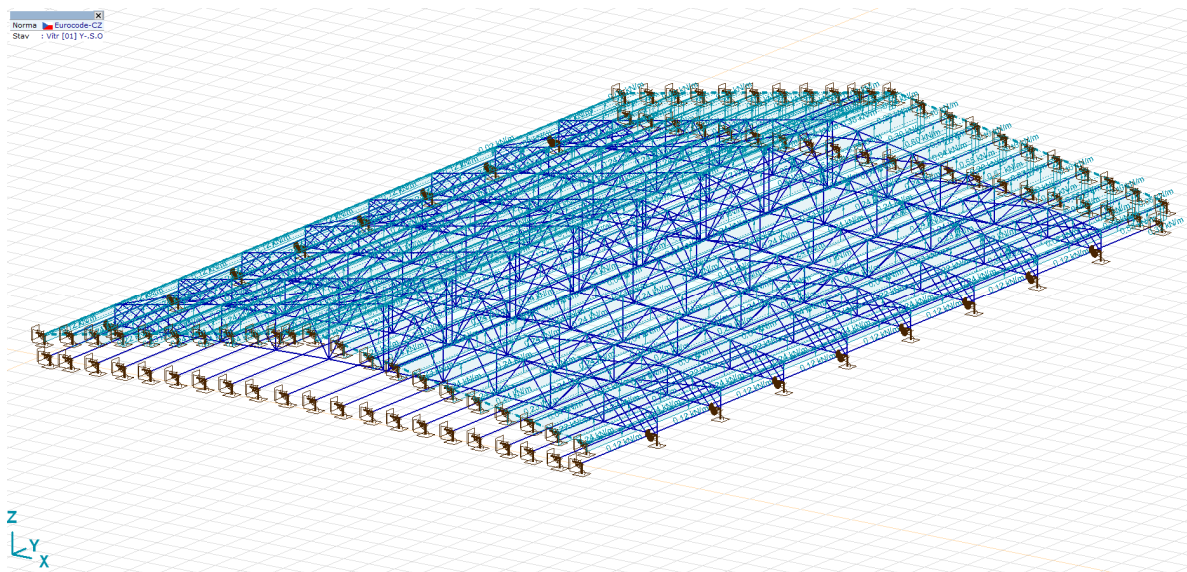
Vitr [01] X+.Pp.O



Vitr [01] X-.Pp.O



Vitr [01] Y+.S.O



V[01] Y-S.O

Skupiny zatížení (Eurocode-CZ)

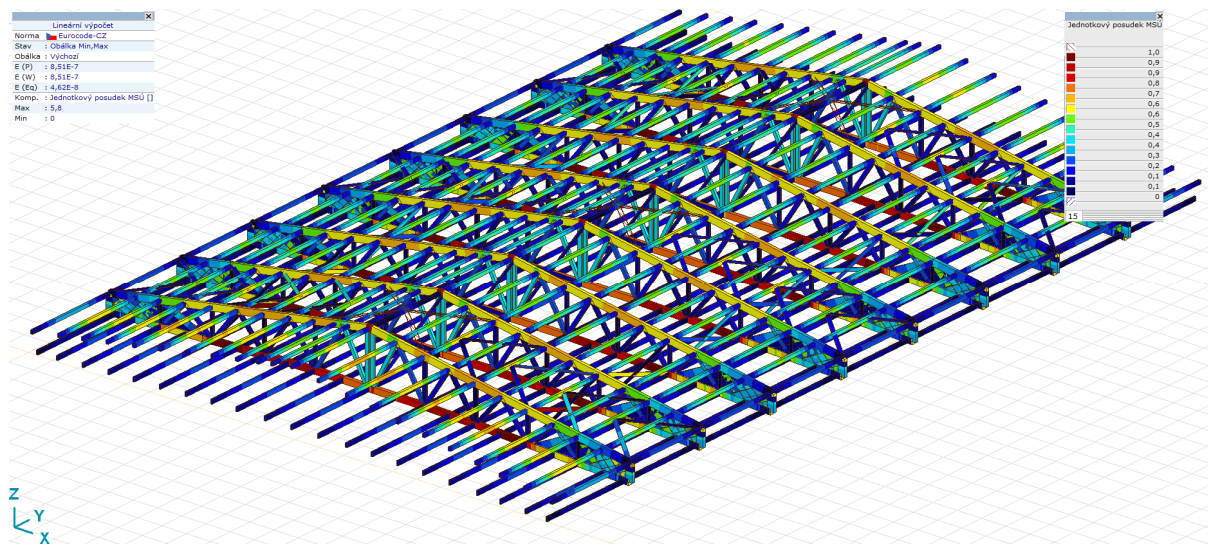
Skupina	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Současné zat.
1 PERM1	Stálé	1,350	1,000	0,850					1
2 Snih	Snih				1,500	0,500	0,200	0	
3 Vítr	Vítr				1,500	0,600	0,200	0	

Uživatelské kombinace ze zatěžovacích skupin

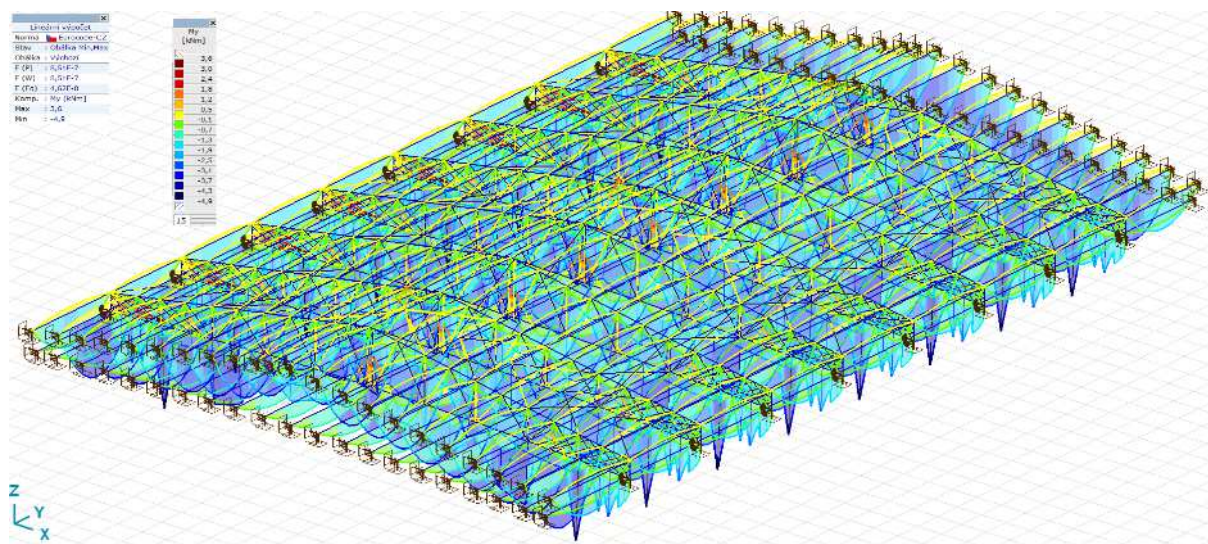
Typ	PERM1	Snih	Vítr
1 MSÚ	1,35	1,50	1,50
2 MSÚ	1,35	1,50	0
3 MSÚ	1,35	0	1,50

Jednotkový posudek konstrukčního prvku (Eurocode-CZ) [Lineární, Obálka (Výchozí)] maxima

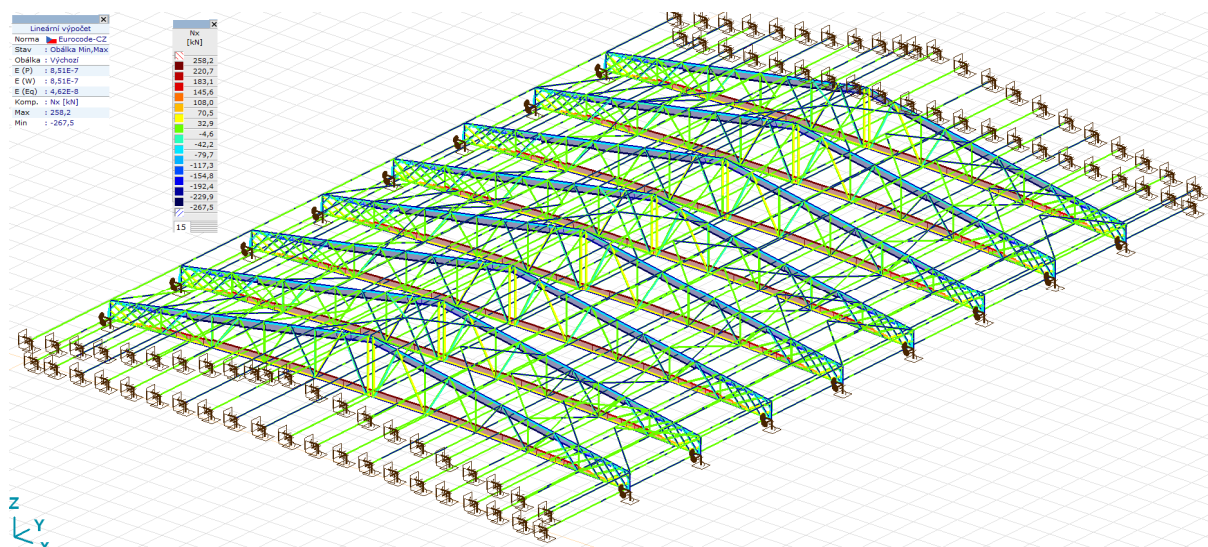
Prvek	Průřez	Výpočet	N_x [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Lambda Rely	Lambda Relz	Lambda Relm	kmod	Stav	Max.	Posudek MSÚ
832 (446–459)	60x180	N-M-Vzp	-1,3	0	0	-0,8	0	1,2	3,5	0,9	0,8	Kom #91	0,2	<1 VYHOVUJE
916 (381–382)	60x180	N-M	3,5	0	0	-0,9	0	1,3	3,9	1,0	0,8	Kom #91	0,2	<1 VYHOVUJE
899 (16–49)	60x180	N-M-Klop.	0	0	0	-0,9	0	1,3	3,9	1,0	0,8	Kom #91	0,2	<1 VYHOVUJE
1513 (673–682)	40x280	N-M-Vzp	-28,3	0	0	0	0	0,2	1,6	1,1	0,8	Kom #91	0,6	<1 VYHOVUJE
398 (48–512)	40x280	N-M	14,2	0	-2,9	-1,9	0	0,1	1,0	0,9	0,8	Kom #91	0,4	<1 VYHOVUJE
727 (27–29)	3x275/40(35)	Vy-Vz-Tx	-184,9	-1,6	31,5	0	0	0	0,1	0,2	0,8	Kom #91	0,9	<1 VYHOVUJE
713 (52–59)	3x275/40(35)	N-M-Vzp	-238,8	0	1,0	-3,2	0	0,2	0,5	0,4	0,8	Kom #91	0,7	<1 VYHOVUJE
258 (48–669)	3x275/40(35)	N-M-Klop.	-155,0	0	2,3	-2,2	0	0,1	0,2	0,3	0,8	Kom #91	0,4	<1 VYHOVUJE
709 (34–389)	3x240/40(35)	N-M	229,4	-0,1	0,1	-3,3	0	0,3	0,5	0,3	0,8	Kom #91	1,0	<1 VYHOVUJE
352 (56–682)	3x240/40(35)	Vy-Vz-Tx	-14,1	0,3	23,5	0	-0,1	0	0	0,2	0,8	Kom #91	0,6	<1 VYHOVUJE
1346 (72–376)	32x140	N-M-Vzp	-11,0	-0,1	0	0	-0,1	1,2	5,4	1,3	0,8	Kom #91	5,8	<1 NEVYHOVUJE
1617 (47–81)	32x140	N-M	4,9	0	0	0	0	1,8	7,8	1,6	0,8	Kom #91	0,2	<1 VYHOVUJE
1240 (29–30)	2x140/32(40)	N-M	31,4	0	0	0	0	0,9	2,1	0,6	0,8	Kom #91	0,4	<1 VYHOVUJE
1226 (54–55)	2x140/32(40)	N-M-Vzp	-4,4	0	0	0	0	0,8	1,7	0,6	0,8	Kom #91	0,1	<1 VYHOVUJE
1236 (30–40)	2x130/32(40)	N-M-Vzp	-34,4	0	0	0	0	1,0	1,3	0,4	0,8	Kom #93	0,4	<1 VYHOVUJE
1235 (38–40)	2x130/32(40)	N-M	32,0	0	0	0	0	1,1	1,3	0,4	0,8	Kom #93	0,3	<1 VYHOVUJE
957 (23–57)	100x140	N-M-Vzp	-1,0	0	0	-3,3	0	1,7	2,3	0,5	0,8	Kom #91	0,7	<1 VYHOVUJE
433 (89–377)	100x140	N-M	4,3	-0,2	0	-2,5	-0,4	0,8	1,1	0,3	0,8	Kom #91	0,6	<1 VYHOVUJE
939 (797–799)	100x120	N-M	0,4	0	0	-2,1	0	2,0	2,3	0,5	0,8	Kom #91	0,6	<1 VYHOVUJE
918 (317–806)	100x120	N-M-Vzp	-0,5	0	0	-1,8	0	1,8	2,2	0,4	0,8	Kom #91	0,5	<1 VYHOVUJE



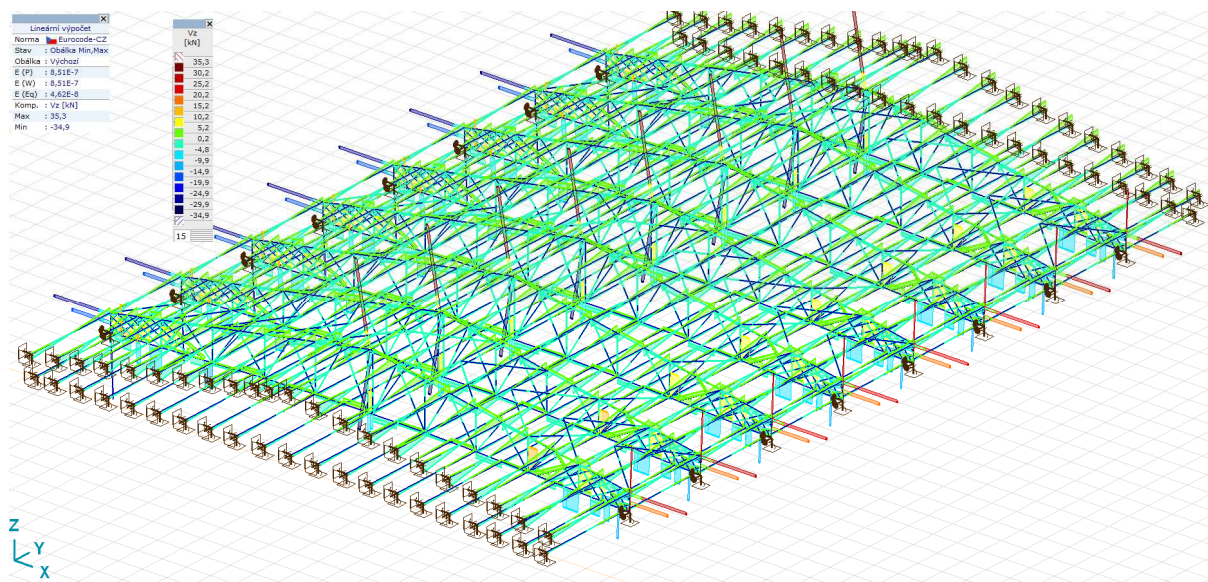
[Tm], Lineární, Obálka (Výchozí), Jednotkový posudek MSÚ, Solid model



[Tm], Lineární, Obálka (Výchozí), My, Vyplněný diagram



[Tm], Lineární, Obálka (Výchozí), Nx, Vyplněný diagram



[Tml], Lineární, Obálka (Výchozí), Vz, Vyplněný diagram

4.3 Statická posouzení nejnamáhanějších prvků:

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek **832**

Uzly: **446-459**

Norma: **Eurocode-CZ**

CSN EN 1995-1-1

Materiál: **C24**

Třída použitelnosti: **1**

Průřez: **60x180**

Zatěžovací stav: **Lineární, Obálka (Výchozí)**

Třída trvání zatížení: **Lineární, Obálka (Výchozí)**

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: **Kom #91**

Třída trvání zatížení: **Střednědobé**

Kritický průřez: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 3,6 = 1,8 \text{ m}$

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{yy}} = \frac{1,00 \cdot 3,6}{0,052} = 69,3$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{zz}} = \frac{1,00 \cdot 3,6}{0,017} = 207,8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{69,3}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,2 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{207,8}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 3,5 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,2 - 0,3) + 1,2^2) = 1,28 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (3,5 - 0,3) + 3,5^2) = 7,03 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,28 + \sqrt{1,28^2 - 1,2^2}} ; 1 \right) = 0,56 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{7,03 + \sqrt{7,03^2 - 3,5^2}} ; 1 \right) = 0,08 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|123|}{0,56 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + \frac{|2325|}{1,4769 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,774 \cdot 10^4} = 17,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|123|}{0,08 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|2325|}{1,4769 \cdot 10^4} + \frac{|0|}{1,774 \cdot 10^4} = 23,5 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(17,4; 23,5) = 23,5 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 1513

Uzly: 673-682

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 40x280

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,30 \cdot L = 0,30 \cdot 1,1 = 0,33$ m

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{yy}} = \frac{1,00 \cdot 1,1}{0,081} = 13,5$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{zz}} = \frac{1,00 \cdot 1,1}{0,012} = 94,8$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{13,5}{\pi} \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 0,2 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{94,8}{\pi} \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,6 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (0,2 - 0,3) + 0,2^2) = 0,52 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,6 - 0,3) + 1,6^2) = 1,92 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{0,52 + \sqrt{0,52^2 - 0,2^2}} ; 1 \right) = 1,00 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,92 + \sqrt{1,92^2 - 1,6^2}} ; 1 \right) = 0,34 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2529|}{1,00 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + \frac{|9,8|}{1,4769 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,92 \cdot 10^4} = 19,6 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2529|}{0,34 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|9,8|}{1,4769 \cdot 10^4} + \frac{|0|}{1,92 \cdot 10^4} = 58,3 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1 ; \eta_2) = \max(19,6 ; 58,3) = 58,3 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 727

Uzly: 27-29

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 3x275/40(35)

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

10. Smyk-Kroucení

DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 NCI NA.6.1.9 (no EN 1995-1-1 formula)

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 0,11 = 0,11$ m

V bodu A (střední bod strany b); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,A} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{V_y,d} = \frac{1,5 \cdot |V_y|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |(-1,6)|}{0,67 \cdot 0,28 \cdot 0,12} = 111 \text{ kN/m}^2$$

$$\eta_A = \frac{|\tau_{tor,d,A}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,115 \cdot 2462} + \left(\frac{111}{2462} \right)^2 = 0,2 \% \quad (NA.55)$$

V bodu B (střední bod strany h); $\tau_{V_z,d} = 0$

$$\tau_{tor,d,B} = 0 \text{ kN/m}^2$$

$$\tau_{V_z,d} = \frac{1,5 \cdot |V_z|}{k_{cr} \cdot h \cdot b} = \frac{1,5 \cdot |0,032|}{0,67 \cdot 0,28 \cdot 0,12} = 2138 \text{ kN/m}^2$$

$$\eta_B = \frac{|\tau_{tor,d,B}|}{k_{shape} \cdot f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \frac{|0|}{1,115 \cdot 2462} + \left(\frac{2138}{2462} \right)^2 = 75,5 \% \quad (NA.55)$$

V bodu O (střed průřezu); $\tau_{tor,d,O} = 0$

$$\eta_O = \left(\frac{\tau_{V_y,d}}{f_{v,y,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{V_z,d}}{f_{v,z,d}} \right)^2 = \left(\frac{111}{2462} \right)^2 + \left(\frac{2138}{2462} \right)^2 = 75,7 \% \quad (NA.55)$$

$$\eta_{V_y,V_z,M_x} = \max(\eta_A; \eta_B; \eta_O; \eta_{V_y}; \eta_{V_z}) = \max(0,2; 75,5; 75,7; 4,5; 86,9) = 86,9 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 709

Uzly: 34-389

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 3x240/40(35)

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

7. Osová síla-Ohyb

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 1,1 = 0$ m

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{6828}{8615} + \frac{|2490|}{1,4769 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|54|}{1,4974 \cdot 10^4} = 96,4 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{6828}{8615} + 0,7 \cdot \frac{|2490|}{1,4769 \cdot 10^4} + \frac{|54|}{1,4974 \cdot 10^4} = 91,4 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(96,4; 91,4) = 96,4 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 1346

Uzly: 72-376

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 32x140

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,00 \cdot L = 0,00 \cdot 2,9 = 0$ m

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{yy}} = \frac{1,00 \cdot 2,9}{0,04} = 72,2$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{zz}} = \frac{1,00 \cdot 2,9}{0,0092} = 315,7$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{72,2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,2 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{315,7}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 5,4 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,2 - 0,3) + 1,2^2) = 1,34 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (5,4 - 0,3) + 5,4^2) = 15,33 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,34 + \sqrt{1,34^2 - 1,2^2}}; 1 \right) = 0,53 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}}; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{15,33 + \sqrt{15,33^2 - 5,4^2}}; 1 \right) = 0,03 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2464|}{0,53 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + \frac{|0|}{1,4974 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|3402|}{1,92 \cdot 10^4} = 48,4 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2464|}{0,03 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,4974 \cdot 10^4} + \frac{|3402|}{1,92 \cdot 10^4} = 584,0 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(48,4; 584,0) = 584,0 \% \quad \text{nevyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 1240

Uzly: 29-30

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 2x140/32(40)

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

7. Osová síla-Ohyb

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 1,00 \cdot L = 1,00 \cdot 2,2 = 2,2$ m

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{3506}{8735} + \frac{|0|}{1,4974 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,7512 \cdot 10^4} = 40,1 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{3506}{8735} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,4974 \cdot 10^4} + \frac{|0|}{1,7512 \cdot 10^4} = 40,1 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(40,1; 40,1) = 40,1 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 1236

Uzly: 30-40

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 2x130/32(40)

Zatěžovací stav: Lincární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lincární, Obálka (Výchozí)

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: Kom #93

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,40 \cdot L = 0,40 \cdot 2,3 = 0,92$ m

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{yy}} = \frac{1,00 \cdot 2,3}{0,038} = 61,1$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{zz}} = \frac{1,00 \cdot 2,3}{0,03} = 76,4$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{61,1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{76,4}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,3 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1 - 0,3) + 1^2) = 1,11 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,3 - 0,3) + 1,3^2) = 1,44 \quad (6.28)$$

$$k_{cy} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,11 + \sqrt{1,11^2 - 1^2}} ; 1 \right) = 0,66 \quad (6.25)$$

$$k_{cz} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{1,44 + \sqrt{1,44^2 - 1,3^2}} ; 1 \right) = 0,48 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{cy} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2542|}{0,66 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + \frac{|70|}{1,5198 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|0|}{1,5892 \cdot 10^4} = 30,1 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{cz} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{|2542|}{0,48 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{|70|}{1,5198 \cdot 10^4} + \frac{|0|}{1,5892 \cdot 10^4} = 40,9 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,MLBuck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(30,1; 40,9) = 40,9 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 957

Uzly: 23-57

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 100x140

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

8. Tlak-Ohyb-Vzpěr

EN 1995-1-1: 6.3.2

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4 = 2$ m

$$\lambda_y = \frac{K_{yy} \cdot L_{tot}}{i_{yy}} = \frac{1,00 \cdot 4}{0,04} = 99$$

$$\lambda_z = \frac{K_{zz} \cdot L_{tot}}{i_{zz}} = \frac{1,00 \cdot 4}{0,029} = 138,6$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{99}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 1,7 \quad (6.21)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{138,6}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^4}{7,4 \cdot 10^6}} = 2,3 \quad (6.22)$$

$$k_y = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (1,7 - 0,3) + 1,7^2) = 2,05 \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \cdot \left(1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) = 0,5 \cdot (1 + 0,20 \cdot (2,3 - 0,3) + 2,3^2) = 3,47 \quad (6.28)$$

$$k_{c,y} = \min \left(\frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{2,05 + \sqrt{2,05^2 - 1,7^2}} ; 1 \right) = 0,31 \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \min \left(\frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} ; 1 \right) = \min \left(\frac{1}{3,47 + \sqrt{3,47^2 - 2,3^2}} ; 1 \right) = 0,17 \quad (6.26)$$

$$\eta_1 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{74}{0,31 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + \frac{1,0019 \cdot 10^4}{1,4974 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{0}{1,6017 \cdot 10^4} = 68,8 \% \quad (6.23)$$

$$\eta_2 = \frac{|\sigma_{c,0,d}|}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{74}{0,17 \cdot 1,2923 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{1,0019 \cdot 10^4}{1,4974 \cdot 10^4} + \frac{0}{1,6017 \cdot 10^4} = 50,3 \% \quad (6.24)$$

$$\eta_{N,M,Buck} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(68,8; 50,3) = 68,8 \% \quad \text{vyhovuje}$$

POSUDEK DŘEVA

Návrhový prvek 939

Uzly: 797-799

Norma: Eurocode-CZ

CSN EN 1995-1-1

Materiál: C24

Třída použitelnosti: 1

Průřez: 100x120

Zatěžovací stav: Lineární, Obálka (Výchozí)

Třída trvání zatížení: Lineární, Obálka (Výchozí)

7. Osová síla-Ohyb

EN 1995-1-1: 6.3.2, 6.2.4

Generovaná normová kombinace: Kom #91

Třída trvání zatížení: Střednědobé

Kritický průřez: $x = 0,50 \cdot L = 0,50 \cdot 4 = 2$ m

$$\eta_1 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{29}{9009} + \frac{8599}{1,5443 \cdot 10^4} + 0,7 \cdot \frac{0}{1,6017 \cdot 10^4} = 56,0 \% \quad (6.17)$$

$$\eta_2 = \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{|\sigma_{m,y,d}|}{f_{m,y,d}} + \frac{|\sigma_{m,z,d}|}{f_{m,z,d}} = \frac{29}{9009} + 0,7 \cdot \frac{8599}{1,5443 \cdot 10^4} + \frac{0}{1,6017 \cdot 10^4} = 39,3 \% \quad (6.18)$$

$$\eta_{N,M} = \max(\eta_1; \eta_2) = \max(56,0; 39,3) = 56,0 \% \quad \text{vyhovuje}$$

4.4 Dílčí závěr statického posouzení dřevěných prvků krovu

Tento statický výpočet se zabýval posouzením stávající nosné příhradové dřevěné konstrukce krovu střechy nad tělocvičnou č.1, Střední školy polytechnické, ul. Sýkorova 1/613, Havířov-Šumbark.

Výpočet byl proveden dle v současnosti platné normy pro výpočet dřevěných konstrukcí ČSN EN 1995-1-1 [6], pro zatížení dle zásad ČSN EN 1990 [1], na zatížení stálé dle ČSN EN 1991-1-1 [2], zatížení od sněhu ČSN EN 1991-1-3 [3] a zatížení od větru dle ČSN EN 1991-1-4 [4].

Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků na prostorovém prutovém modelu pomocí programu Axis VM, včetně a posouzení profilů.

Lze konstatovat, že posuzované prvky konstrukce dle ČSN EN 1995-1-1 [6] Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.na výše uvedené zatížení dle platných norem VYHOVÍ, s výjimkou hřebenových vodorovných ztužidel, které nevyhoví na vzpěrný tlak. Tyto prvky však plní primárně funkci vodorovného ztužení pro zajištění stability konstrukce.

Upozorňujeme, že výpočetní model nedokáže vystihnout veškeré vady materiálu (suky, trhliny, hnilobu, poškození hmyzem), výrobní nepřesnosti, vady spojů, stávající deformace prvků. Některé tyto vady byly nalezeny při průzkumu předcházejících průzkumech.

Dále dodáváme, že konstrukce byla posouzena pro třídu řeziva C24, avšak skutečné materiálové vlastnosti konstrukčního řeziva krovu nejsou známy, zároveň se mohou místně lišit, především v souvislosti s povrchovou vlhkostí.

5. Závěr

Tento dokument analyzuje celkový stav a únosnost nosné konstrukce dřevěné příhradové střechy nad tělocvičnou v areálu Střední škola polytechnická, příspěvková organizace, Sýkorova 613/1, Havířov-Šumbark.

Posouzení

Posouzení bylo provedeno na základě objednávky V 24/2024 ze dne 4. 11. 2024, vydané vedením Střední školy polytechnické, Havířov-Šumbark, příspěvkové organizace.

Prohlídka spojená se stavebně technickým průzkumem proběhla za přítomnosti správce objektu. Práce realizoval zaměstnanec firmy ARMING project s.r.o. dne 1. 11. 2024. Dne 19. 11. 2024 se na dalším průzkumu podílel také Prof. Ing. Antonín Lokaj, Ph.D. z Fakulty stavební VŠB-TU Ostrava.

Během prohlídky byla provedena vizuální kontrola dřevěných prvků a spojů, měření vlhkosti vzduchu v prostoru krovu, měření vlhkosti povrchu dřeva a fotodokumentace.

Výsledky statického posouzení

Statické posouzení zahrnovalo přepočítání únosnosti hlavních nosných prvků dle platné normy ČSN EN 1995-1-1 [6] pro výpočet dřevěných konstrukcí. Zatížení bylo posouzeno v souladu s normami ČSN EN 1990 [1], ČSN EN 1991-1-1 [2], ČSN EN 1991-1-3 (zatížení sněhem) [3] a ČSN EN 1991-1-4 (zatížení větrem) [4]. Výpočet vnitřních sil byl proveden metodou konečných prvků na prostorovém prutovém modelu v programu Axis VM, včetně posouzení profilů.

Konstrukce jako celek dle ČSN EN 1995-1-1 [6] vyhovuje, avšak hřebenová vodorovná ztužidla nesplňují požadavky na vzpěrný tlak a neplní svou stabilizační funkci.

Tepelně izolační vlastnosti střešní konstrukce

Tepelně izolační vlastnosti střešního pláště nebyly součástí posouzení. Nicméně je pravděpodobné, že současný střešní plášť nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2 [20] na tepelnou ochranu budov.

Nedostatečná izolace zvyšuje energetickou náročnost budovy a je v rozporu s požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB).

Provozní nedostatky a vlhkost

Průzkum zjistil vysokou vzdušnou vlhkost v prostoru krovu (79 % při 15 °C dne 4. 11. 2024 a 80 % při 8 °C dne 19. 11. 2024), což značně překračuje doporučenou hodnotu <50 %. Místní vlhkost dřeva dosahovala až 20 %, což zvyšuje riziko vzniku plísní a dřevokazných hub. Na hřebeni čtvrtého pole bylo objeveno ložisko bílé plísně. Přičemž nelze vyloučit výskyt plísně i na jiných méně přístupných místech.

Příčinou je pravděpodobně absence parotěsné zábrany a nedostatečné utěsnění prostupů v podhledu, což bylo již dříve konstatováno v posudcích AR-1308-PS-01 (2013) [29] a AR-1617-ST (2016) [31].

Životnost konstrukce

Průměrná životnost dřevěné příhradové konstrukce střechy haly se pohybuje mezi 50 a 100 lety, přičemž závisí na míře vlhkosti, kvalitě provedení, materiálu a pravidelné údržbě.

Konstrukce příhradového krovu nad tělocvičnou byla vybudována v roce 1954. V minulosti byla zatížena dodatečnými vrstvami asfaltové izolace, což vedlo k přetížení. V důsledku toho došlo k vychýlení vazníků, které byly sanovány v roce 2004. Konstrukce se však po celou dobu své existence potýká s problémem zvýšené vlhkosti.

Na základě uvedených skutečností lze konstatovat, že konstrukce příhradového krovu nad tělocvičnou, Střední školy polytechnické, Havířov–Šumbark **je na hranici své životnosti**. V nejbližší době bude nutné přistoupit k vypracování návrhu na výměnu nosného systému střechy.

Závěry a doporučení

Konstrukce příhradového krovu byla postavena v roce 1954, její životnost je nyní na hranici, a bude nutné přistoupit k návrhu na výměnu nosného systému střechy. Doporučujeme:

- Provedení parotěsné zábrany a utěsnění všech prostupů.
- Instalaci podélných svislých ztužidel dle posudku AR-1617-ST (2016).
- Nahrazení nevyhovujících vrcholových ztužidel z desek za ztužidla z hranolů.

Veškeré doplňující konstrukce je třeba spojovat vruty do předvrtaných otvorů, nikoli hřebíky.

Vzhledem k riziku by v případě vysoké vrstvy sněhu mělo být zabráněno přístupu osob do tělocvičny.

Vzhledem k finanční náročnosti, efektivnosti a účelnosti dalších úprav a oprav střešní konstrukce doporučujeme celkovou výměnu nosných i nenosných částí střešní konstrukce nad tělocvičnou, nejpozději do tří až pěti let.

Kompletní výměna krovu a střešního pláště zajistí:

- Bezpečnost budovy.
- Nižší tepelné ztráty.
- Možnost instalace moderních systémů, např. solárních panelů.

.....

Ing. Kamil Burkovič, Ph.D.

Ostrava 4.12.2024

.....

Prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
autorizovaný inženýr