

D.1.2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

- 1) Úvod
- 2) Technická zpráva
- C) Výkresová část
- D) Statické posouzení
- E) Závěr

Vypracoval Ing. Vít Michel	Projektant Ing. Jiří Červinka	
Kraj: Moravskoslezský	Místo stavby: k.ú. Hrabová par.č.49/1	
Investor: Dětský domov a školní jídelna Ostrava Hrabová, Reymontova 2a, 720 00 Ostrava Hrabová		Účel:
POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI STŘECHY		Datum: listopad 2023

OBSAH DOKUMENTACE

A.	ÚVOD	3
B.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
B1	<i>Popis navrženého konstrukčního systému.....</i>	<i>3</i>
B2	<i>Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky.....</i>	<i>3</i>
B3	<i>Hodnoty užitných a klimatických zatížení.....</i>	<i>3</i>
B4	<i>Návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí nebo technolog. postupů</i>	<i>4</i>
B5	<i>Zajištění stavební jámy.....</i>	<i>4</i>
B6	<i>Technolog. podm. postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby.....</i>	<i>4</i>
B7	<i>Zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů.....</i>	<i>4</i>
B8	<i>Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí.....</i>	<i>4</i>
B9	<i>Seznam použitých podkladů, norem, předpisů, odborné literatury, výpočetních programů.....</i>	<i>4</i>
B10	<i>Specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejich zhotovitelem</i>	<i>4</i>
C.	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	5
D.	STATICKÝ VÝPOČET	5
D1	<i>Seznam použitých podkladů, norem, předpisů, odborné literatury, výpočetních programů</i>	<i>5</i>
D2	<i>Ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce</i>	<i>5</i>
D3	<i>Posouzení stability konstrukce</i>	<i>5</i>
D4	<i>Přepočet střešních vazníků.....</i>	<i>5</i>
E.	Z Á V Ě R	12

A. ÚVOD

Jedná se o komplexní areál budovy dětského domova a školní jídelny v Ostravě-Hrabové. Objekt dětského domova má půdorys ve tvaru nesymetrického písmene „T“ a je tvořen čtyřmi dilatačními celky, které jsou dvoupodlažní, částečně podsklepené. Tři dilatační celky tvoří hlavní průčelí objektu s hlavním vstupem, zbývající dilatační celek jídelna se sálem, se napojuje kolmo na severní fasádu hlavního křídla. Objekt je zděný dvoupodlažní částečně podsklepený a je v každém dilatačním celku zastřešený sedlovou střechou se sklonem 14°. Podhled střešní konstrukce je staticky nezávislý na vlastní střešní konstrukci. Objekt prošel v nedávné době kompletní rekonstrukcí. Úkolem statického posouzení je posoudit, zda je možné na stávající střešní konstrukce umístit fotovoltaické panely.

B. TECHNICKÁ ZPRÁVA

B1 Popis navrženého konstrukčního systému

Střecha každého dilatačního celku je provedena jako sedlová se střešní rovinou ve sklonu 14° což znamená 25%. Souvrství střešní konstrukce je uloženo na soustavě sbíjených sedlových vazníků, které jsou v osových vzdálenostech 1,00 m. Vazníky jsou uloženy na obvodových zdech a zavětrovány v rovinách nejvyšších svislic soustavou prken. Vazníky jsou tvořeny příhradami z prken tloušťky 25 mm. Výšky vazníků uprostřed jsou u nejdelších vazníků 1,580 m, na okrajích je výška vazníků 0,450 m. Výška vazníku střešní části nad sálem je 1,500 m a nad kancelářemi je výška vazníků uprostřed 1,100 m. Spodní pásnice vazníků jsou z dvojice prken 130/25 mm doplněných prkennými vložkami, horní pásnice z dvojice prken 130/25 mm, diagonály a svislice vložené mezi prkna pásnice jsou z prken tloušťky 25 mm, tlačené diagonály a svislice jsou zesíleny příložkami a v místě uložení jsou diagonály nahrazeny souvislým bedněním. Vazníky jsou sestaveny ze dvou polovin, spoje horních pásnic jsou řešeny pomocí dvou vnějších příložek délce 0,800 m, spoje spodních pásnic tvoří dvě vnější a jedna vnitřní příložka, všechny o délce 1,000 m. Veškeré spoje vazníků jsou sbíjené hřebíky.

Střešní krytina je tvořena plechovou krytinou LINDAB s povrchovou úpravou a v technickém provedení SRP Click. Střešní plochy jsou přerušeny dvěma střešními výlezy, osmi odvětrávacími komínky, systémovými držáky hromosvodného drátu a sněhovými zábranami. Skladba střešní konstrukce a umístění prvků na střeše je popsáno na výkresu D1.2.01.

B2 Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky

POUŽITÉ MATERIÁLY

Konstrukce vazníků - dřevěné prkna – řezivo C 18

HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY

Konstrukce vazníků - sbíjené vazníky z prken tl. 25 mm

B3 Hodnoty užitných a klimatických zatížení

STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Jsou vypočtena podle skladeb konstrukcí uvedených ve stavební části dokumentace. Součinitel zatížení pro stálá zatížení je $\gamma_g = 1,35$ pro kombinace ověření 1. skupiny mezních stavů - porušení materiálů.

Zatížení je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb nebo podle zadání investora.

UŽITNÁ ZATÍŽENÍ

Na střešní konstrukce nejsou uvažována.

KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

Sněhová oblast II. sk = 1,00 kN/m² podle ČSN EN 1991-1-3:2005 / Z1:2006

Větrová oblast II. vb,0 = 25,0 m/s podle ČSN EN 1991-1-4:2007, kategorie terénu III

Seizmická zatížení nejsou uvažována.

Součinitel zatížení pro užitná a klimatická zatížení je $\gamma_g = 1,50$ pro kombinace ověření 1. skupiny mezních stavů - porušení materiálů.

B4 Návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí nebo technolog. postupů

Jedná se o přepočet střešní konstrukce.

B5 Zajištění stavební jámy

Jedná se o přepočet střešní konstrukce.

B6 Technolog. podm. postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby

Jedná se o přepočet střešní konstrukce.

B7 Zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů

Jedná se o přepočet střešní konstrukce.

B8 Požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí

Jedná se o přepočet střešní konstrukce.

B9 Seznam použitých podkladů, norem, předpisů, odborné literatury, výpočetních programů

Podkladem pro vypracování statického výpočtu byla stavební část projektu.

POUŽITÉ NORMY, PŘEDPISY A LITERATURA

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991	EC 1 Zatížení konstrukcí
ČSN EN 1995	EC 5 Navrhování dřevěných konstrukcí

POUŽITÉ VÝPOČETNÍ PROGRAMY

Pro výpočet konstrukce střechy je použit výpočetní program AXIS VM X6, který využívá pro výpočet vnitřních sil metodu konečných prvků a provádí posouzení všech prvků z hlediska únosnosti i použitelnosti.

B10 Specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejich zhotovitelem

Statický přepočet nevyžaduje žádnou další dokumentaci. Případné úpravy pro kotvení fotovoltaických panelů navrhne dodavatel těchto panelů

C. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace je součástí příloh k této části dokumentace.

Jedná se o tyto výkresy :

- D.1.2.01 Půdorys střechy
- D.1.2.02 Půdorys krovu
- D.1.2.03 Vazníky „A“
- D.1.2.04 Vazníky „B“

D. STATICKÝ VÝPOČET

D1 Seznam použitých podkladů, norem, předpisů, odborné literatury, výpočetních programů

POUŽITÉ NORMY, PŘEDPISY A LITERATURA

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991 EC 1 Zatížení konstrukcí
- ČSN EN 1995 EC 5 Navrhování dřevěných konstrukcí

POUŽITÉ VÝPOČETNÍ PROGRAMY

Pro výpočet konstrukce střechy je použit výpočetní program AXIS VM X6, který využívá pro výpočet vnitřních sil metodu konečných prvků a provádí posouzení všech prvků z hlediska únosnosti i použitelnosti.

D2 Ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce

Nosný systém objektu je proveden jako stěnový s tuhými stropními rovinami ve dvou úrovních. Nad posledními stropními konstrukcemi jsou provedena staticky nezávislé střešní konstrukce. Dřevěné sbíjené vazníky střešní konstrukce jsou uloženy na obvodových zdech. Budou posouzeny dva druhy vazníků a to na rozpětí 10,460 m (vazník „A“) a na rozpětí 9,230 m (vazník „B“).

D3 Posouzení stability konstrukce

Stabilitu objektu zajišťují na sebe kolmé nosné stěny v kombinaci s tuhou stropní konstrukcí. Nosné střešní konstrukce jsou posuzovány podle platných EC.

D4 Přepočet střešních vazníků

VÝPOČET ZATÍŽENÍ NA STŘEŠNÍ KONSTRUKCI

Zatížení plošné	KN / m ²	normové	γ_u	výpočtové
Střešní krytina Lindab SRP Click na laťování	0,35	0,35		
Kontralatě	0,06*0,04*5/0,3	0,04		
Difuzní fólie	0,001*20	0,02		
Dřevěné podbití	0,025*5	0,20		
Celkem stálé - šikmina		0,61	1,35	0,82
Nahodilé - fotovoltaika	0,30	0,30	1,35	0,41
Celkem		0,91		1,23

Výpočet zatížení větrem na sedlovou střechu

Výpočet zatížení je proveden podle ČSN EN 1991-1-4.

Větrová oblast II

$$v_{b,0} = 25 \text{ m/s} \quad c_{dir} = 1,0 \quad c_{season} = 1,0$$

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1,0 * 1,0 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

Kategorie terénu

$$z_0 = 0,3 \text{ m} \quad z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$$

Výška objektu

$$z = 9,5 \text{ m}$$

Součinitel terénu

$$k_r = 0,19 * (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 * (0,3 / 0,05)^{0,07} = 0,215$$

Drsnost terénu

$$c_r(z) = k_r * \ln(z / z_0) = 0,215 * \ln(9,50 / 0,3) = 0,743$$

Součinitel orografie

$$c_0(z) = 1,0$$

Střední rychlost větru

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 0,743 * 1,0 * 25 = 18,57 \text{ m/s}$$

Součinitel turbulence

$$k_1 = 1,0$$

Směrodatná odchylka turbulence

$$\sigma_v = k_r * v_b * k_1 = 0,215 * 25 * 1,0 = 5,38 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence

$$I_v(z) = \sigma_v / v_m(z) = 5,38 / 18,57 = 0,290$$

Měrná hmotnost vzduchu

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Maximální dynamický tlak

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z) = (1 + 7 * 0,290) * 0,5 * 1,25 * 18,57^2 = 652,6 \text{ N/m}^2 = 0,65 \text{ kN/m}^2$$

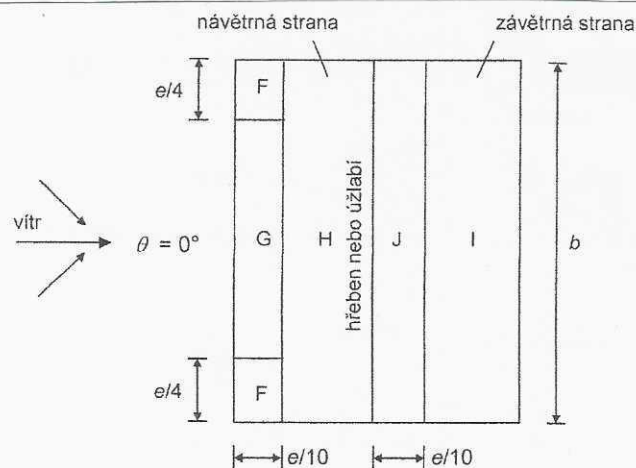
Součinitelé tvaru pro zatížení větrem pro sklon 14° sedlové střechy

a) Příčný směr

oblast F	$c_{pe,10} = -0,980$	$p_{s,n} = -0,640 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,959 \text{ kN/m}^2$
	$c_{pe,10} = +0,180$	$p_{s,n} = +0,117 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = +0,176 \text{ kN/m}^2$
oblast G	$c_{pe,10} = -0,840$	$p_{s,n} = -0,548 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,822 \text{ kN/m}^2$
	$c_{pe,10} = +0,180$	$p_{s,n} = +0,117 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = +0,176 \text{ kN/m}^2$
oblast H	$c_{pe,10} = -0,330$	$p_{s,n} = -0,215 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,323 \text{ kN/m}^2$
	$c_{pe,10} = +0,180$	$p_{s,n} = +0,117 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = +0,176 \text{ kN/m}^2$
oblast I	$c_{pe,10} = -0,420$	$p_{s,n} = -0,274 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,411 \text{ kN/m}^2$
	$c_{pe,10} = -0,060$	$p_{s,n} = -0,039 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,059 \text{ kN/m}^2$
oblast J	$c_{pe,10} = -0,880$	$p_{s,n} = -0,574 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,861 \text{ kN/m}^2$
	$c_{pe,10} = -0,060$	$p_{s,n} = -0,039 \text{ kN/m}^2$	$p_{s,r} = -0,059 \text{ kN/m}^2$

b) Podélný směr

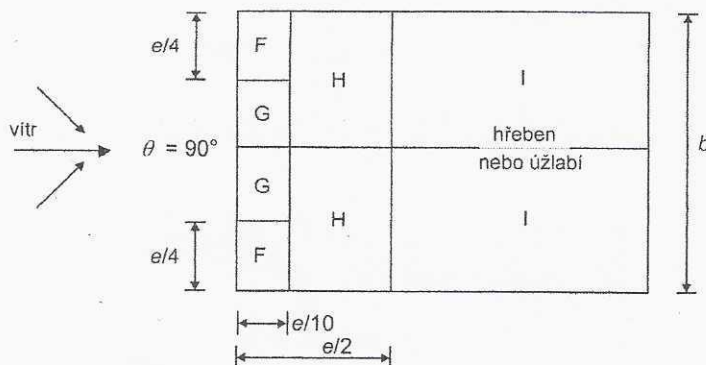
oblast F	$C_{pe,10} = -1,330$	$p_{s,n} = -0,868 \text{ kN / m}^2$	$p_{s,r} = -1,302 \text{ kN / m}^2$
oblast G	$C_{pe,10} = -1,300$	$p_{s,n} = -0,848 \text{ kN / m}^2$	$p_{s,r} = -1,273 \text{ kN / m}^2$
oblast H	$C_{pe,10} = -0,610$	$p_{s,n} = -0,398 \text{ kN / m}^2$	$p_{s,r} = -0,597 \text{ kN / m}^2$
oblast I	$C_{pe,10} = -0,510$	$p_{s,n} = -0,333 \text{ kN / m}^2$	$p_{s,r} = -0,499 \text{ kN / m}^2$



e je menší z hodnot b nebo $2h$

b je rozměr kolmo na směr větru

b) Směr větru $\theta = 0^\circ$



c) Směr větru $\theta = 90^\circ$

Obrázek 7.8 – Legenda pro sedlové střechy

Výpočet zatížení sněhem na sedlovou střechu 14°

Výpočet je proveden podle ČSN EN 1991-1-3.

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

$$s_k = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem na střeše

$$s = s_k * C_e * C_1 = 1,00 * 1,0 * 1,0 = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení sněhem na střechu se sklonem 14°

$$s_1 = s_k * \mu_{1,1} = 1,00 * 0,80 = 0,80 \text{ kN / m}^2$$

Tvarové součinitele



$$\mu_{1,1} = 0,80$$

$$s_1^r = 0,80 * 1,5 = 1,20 \text{ kN / m}^2$$

MATERIÁL A PRŮŘEZY PRVKŮ STŘEŠNÍ KONSTR. A PŘÍSTŘEŠKU

Materiály

	Jméno	Typ	Národní návrhová norma	Norma materiálu	Model	E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]
1	C22	Dřevo	Eurocode-CZ	EN 338:2009	Lineární	10000	330

	Jméno	ν	α_T [1/°C]	ρ [kg/m ³]	Materiál barva	Obrys barva	Textura	P_1	P_2
1	C22	0,20	8E-6	410			Wood 1	Měkké	$E_{0,05}$ [N/mm ²] = 6700

	Jméno	P_3	P_4	P_5	P_6
1	C22	G_{mean} [N/mm ²] = 630	f_{mk} [N/mm ²] = 22,00	f_{t0k} [N/mm ²] = 13,00	f_{t90k} [N/mm ²] = 0,40

	Jméno	P_7	P_8	P_9	P_{10}
1	C22	f_{c0k} [N/mm ²] = 20,00	f_{c90k} [N/mm ²] = 2,40	f_{vk} [N/mm ²] = 3,80	k_{cr} = 0,67

Průřezy

	Jméno	Kresba	Proces	Tvar	h [mm]	b [mm]	A_x [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]
1	25x130		Ostatní	Obd.	130,0	25,0	3250,00	2708,33	2708,33
2	25x100		Ostatní	Obd.	100,0	25,0	2500,00	2083,33	2083,33
3	25x200		Ostatní	Obd.	200,0	25,0	5000,00	4166,67	4166,67
4	25x170		Ostatní	Obd.	170,0	25,0	4250,00	3541,67	3541,67
5	25x100 + 2x25x50		Ostatní	Obd.	100,0	50,0	5000,00	4166,67	4166,67

	Jméno	I_x [mm ⁴]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	I_1 [mm ⁴]	I_2 [mm ⁴]	I_ω [mm ⁶]	$W_{1,el,t}$ [mm ³]	$W_{1,el,b}$ [mm ³]
1	25x130	594999	4577083	169271	4577083	169271	2,0365E+8	70417	70417
2	25x100	4387616	2083333	130208	2083333	130208	8,3666E+7	41667	41667
3	25x200	959533	1,6667E+7	260417	1,6667E+7	260417	8,0927E+8	166667	166667
4	25x170	803309	1,0235E+7	221354	1,0235E+7	221354	4,8478E+8	120417	120417
5	25x100 + 2x25x50	2858501	4166667	1041667	4166667	1041667	3,1744E+8	83333	83333

	Jméno	$W_{2,el,t}$ [mm ³]	$W_{2,el,b}$ [mm ³]	$W_{1,pl}$ [mm ³]	$W_{2,pl}$ [mm ³]	i_y [mm]	i_z [mm]	H_y [mm]	H_z [mm]	y_G [mm]	z_G [mm]	B.n.
1	25x130	13541,7	13541,7	105625,0	20312,5	37,5	7,2	25,0	130,0	12,5	65,0	5
2	25x100	10416,7	10416,7	62500,0	15625,0	28,9	7,2	25,0	100,0	12,5	50,0	5
3	25x200	20833,3	20833,3	250000,0	31250,0	57,7	7,2	25,0	200,0	12,5	100,0	5
4	25x170	17708,3	17708,3	180625,0	26562,5	49,1	7,2	25,0	170,0	12,5	85,0	5
5	25x100 + 2x25x50	41666,7	41666,7	125000,0	62500,0	28,9	14,4	50,0	100,0	25,0	50,0	5

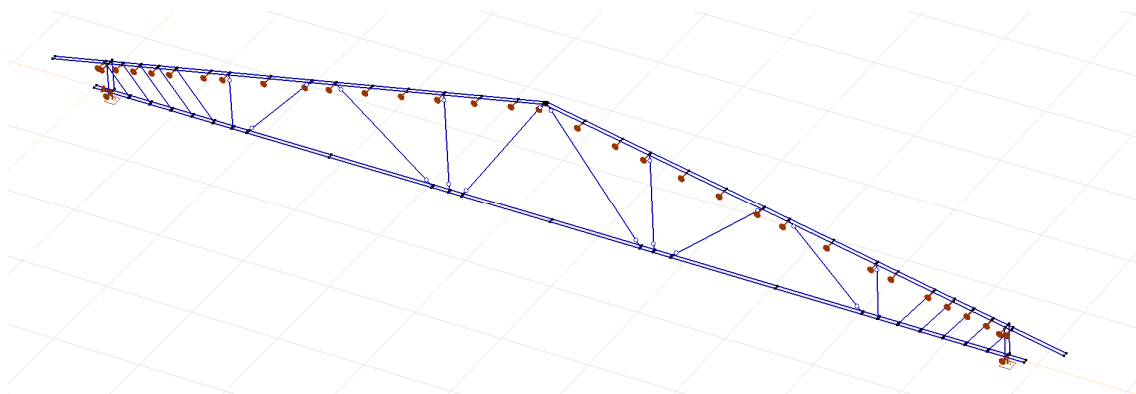
Zatěžovací stavy

	Jméno	Skupina	Typ skupiny
1	Vlastní hmotnost	Stálé	Stálé
2	Ostatní stálé	Stálé	Stálé
3	Fotovoltaika	Stálé	Stálé
4	Sníh 1/2	Sníh	Nahodilé
5	Sníh 1/2_1	Sníh	Nahodilé
6	Sníh 1/2_2	Sníh	Nahodilé
7	Vítr čelní 1	Vítr	Nahodilé
8	Vítr čelní 2	Vítr	Nahodilé
9	Vítr boční	Vítr	Nahodilé

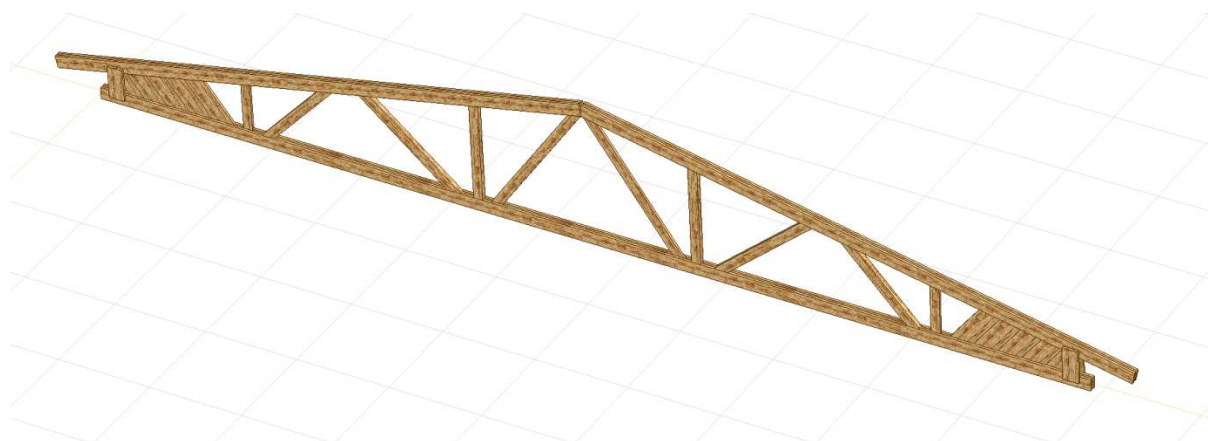
Skupiny zatížení (Eurocode-CZ)

	Skupina	Typ	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Současné zat.
1	Stálé	Stálé	1,350	1,000	0,850					1
2	Sníh	Nahodilé				1,500	0,700	0,500	0,300	1
3	Vítr	Nahodilé				1,500	0,600	0,200	0	0

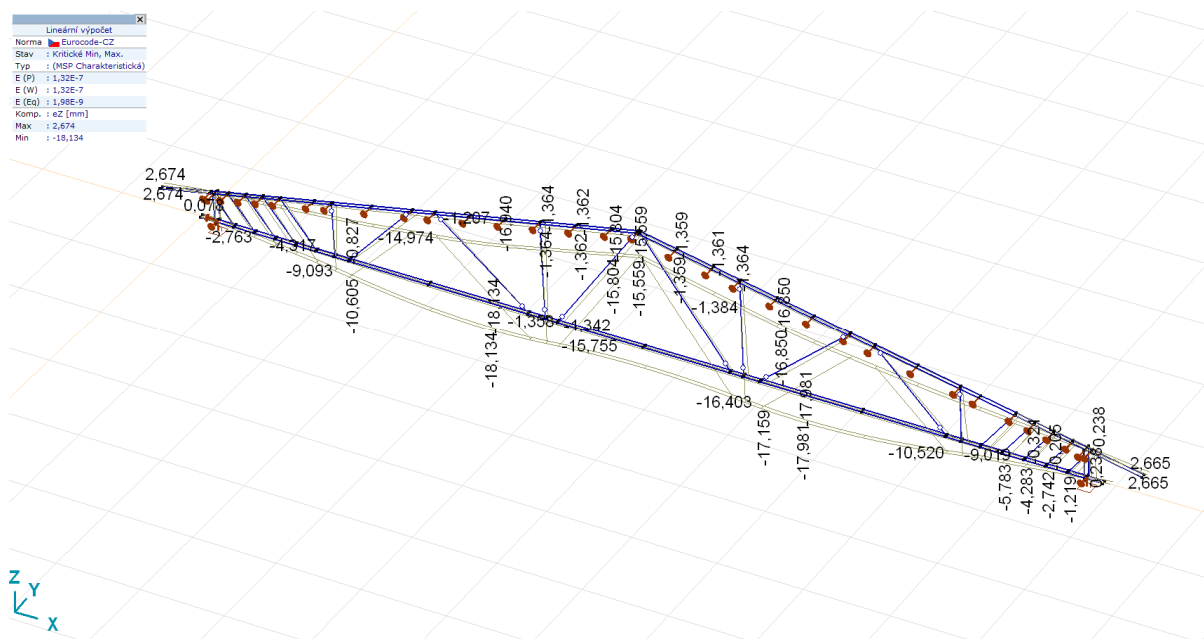
Statický přepočet vazníku „A“



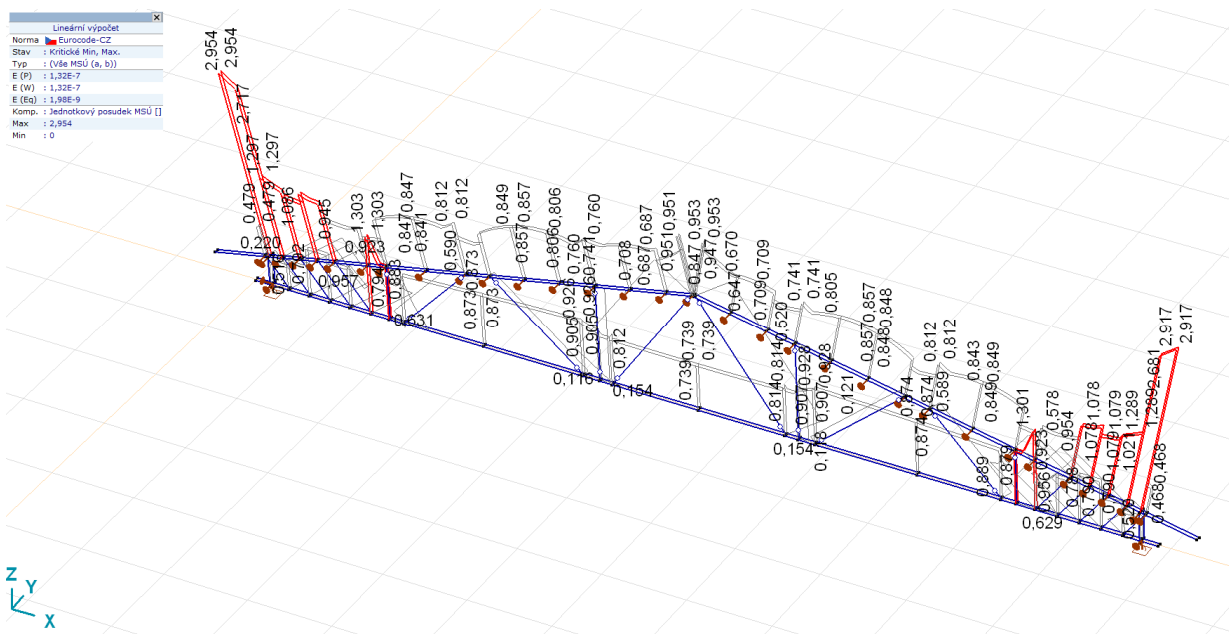
Statické schéma vazníku "A"



Tvar vazníku "A"



[I], Lineární, (Auto) Kritická, eZ "A", Diagram



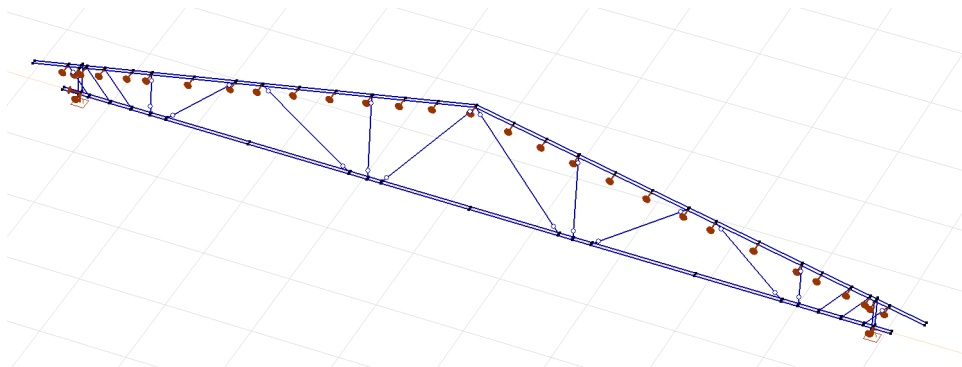
[TmI], Lineární, (Auto) Kritická, Jednotkový posudek MSÚ "A", Diagram

Vyhodnocení statického přepočtu vazníku „A“

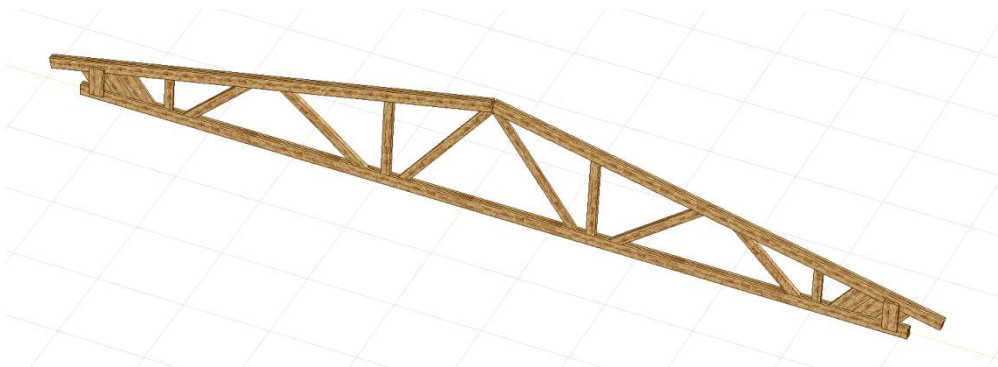
Výpočet je proveden podle ČSN EN 1991-1-3, přičemž vazník byl navržen podle mezních stavů nebo dokonce podle stupně bezpečnosti. Z výsledků přepočtu je zřejmé, že vazník „A“ je pro přitížení fotovoltaikou poddimenzován v místě u podpor a je nutno jej zesílit.

Pro přitížení fotovoltaikou doporučuji provést oboustranné příložky z překližky tl 15 mm ve tvaru vazníku od konce vazníku po první svislici.

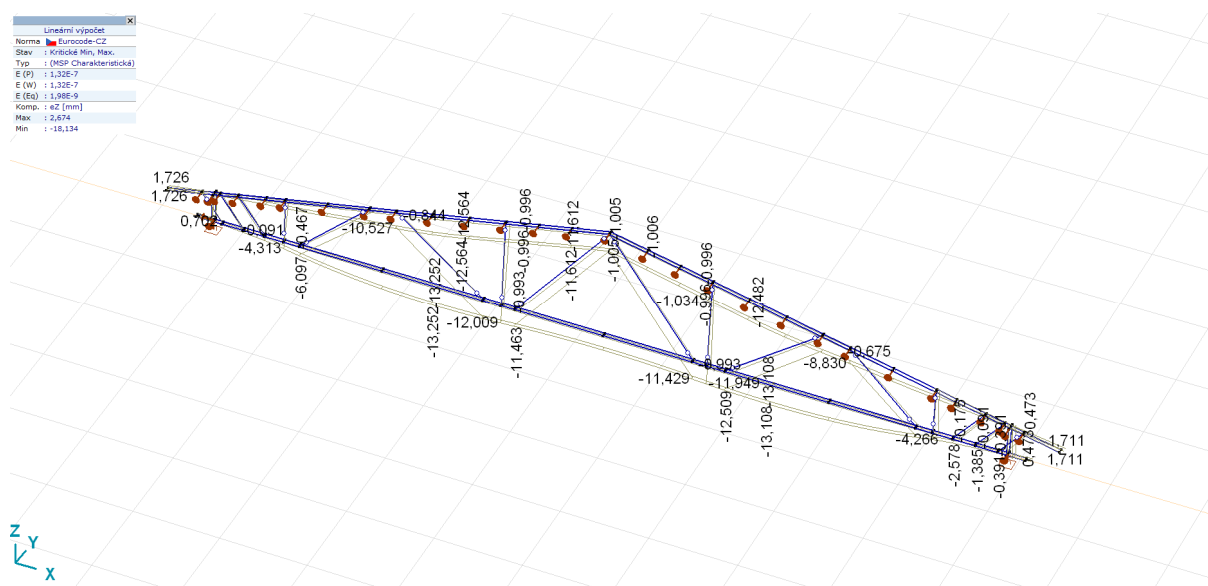
Statický přepočet vazníku „B“



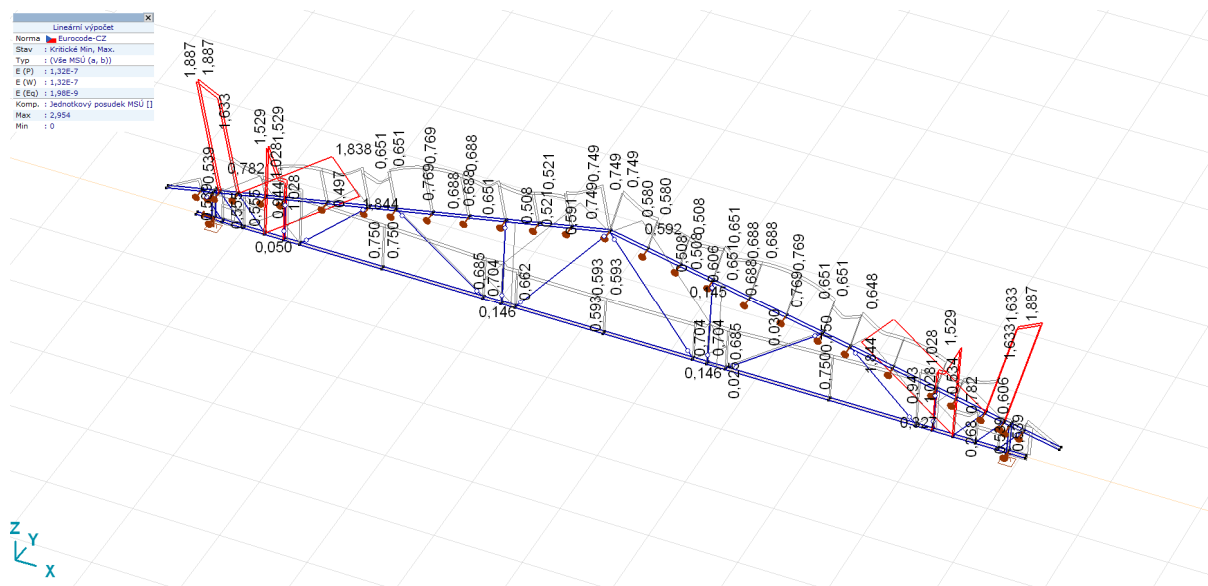
Statické schéma "B"



Tvar "B"



[I], Lineární,(Auto) Kritická, eZ "B", Diagram



[TmI], Lineární,(Auto) Kritická, Jednotkový posudek MSÚ "B", Diagram

Vyhodnocení statického přepočtu vazníku „B“

Výpočet je proveden podle ČSN EN 1991-1-3, přičemž vazník byl navržen podle mezních stavů nebo dokonce podle stupně bezpečnosti. Z výsledků přepočtu je zřejmé, že vazník „B“ je pro přitížení fotovoltaikou poddimenzován v místě u podpor a je nutno jej zesílit.

Pro přitížení fotovoltaikou doporučuji provést oboustranné příložky z překližky tl 12 mm ve tvaru vazníku od konce vazníku po první svislici.

E. ZÁVĚR

Stavebně konstrukční řešení objektu je provedeno podle vyhlášky č. 405 ze dne 28. února 2013, kterou se mění vyhláška č. 499 / 2006 ve znění vyhlášky č. 62 / 2013 o dokumentaci staveb.

Statický výpočet je proveden v souladu s platnými normami a vyhláškami, navržené konstrukce vyhoví z hlediska únosnosti i použitelnosti.