

26. SRPNA 2025

D.2 ZÁKLADNÍ STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

TECHNICKÁ ZPRÁVA A ZÁKLADNÍ STATICKÝ VÝPOČET

ZŠ ZÁŘEČNÁ - FVE PANELY
NA STŘEŠE OBJEKTU ZÁŘEČNÁ 1540, 34701 TACHOV

STUPEŇ:

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

ODPOVĚDNÝ STATIK:



ING. KAREL MIKEŠ, PH.D.

AUTORIZOVANÝ INŽENÝR
PRO OBORY STATIKA A DYNAMIKA STAVEB
A PRO OBOR POZEMNÍ STAVBY

STATICKÝ VÝPOČET A TECHNICKÁ ZPRÁVA – OBSAH:

1	ZADÁNÍ A ŘEŠENÁ PROBLEMATIKA, GEOMETRIE.....	3
2	POLOHA NA MAPĚ A STANOVENÍ KLIMATICKÝCH ZATÍŽENÍ	5
3	ZATÍŽENÍ	6
3.1	STÁLÁ ZATÍŽENÍ	6
3.2	Užitná zatížení	6
3.3	KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ	7
3.3.1	Zatížení sněhem	7
3.3.1	Zatížení větrem – tělocvična	8
3.3.2	Zatížení větrem – učební objekt.....	10
4	Stávající konstrukce střechy	12
4.1	Fotodokumentace	12
4.2	Únosnost panelů	14
4.3	Posouzení ŽB panelů na přitížení od FVE	15
4.4	Únosnost ocelových sloupů v tělocvičně	18
5	ZÁVĚR – TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	19
5.1	TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ.....	19

SEZNAM PODKLADŮ A NOREM (v posledních platných zněních včetně změn a dodatků):

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1 (73 0035) Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, část 1 – Zásady navrhování
- ČSN EN 1991-2-1 (73 0035) Zásady navrhování a zatížení konstrukcí, část 2-1 – Zatížení konstrukcí
- ČSN 73 0035: Zatížení stavebních konstrukcí, z roku 1986
- ČSN EN 206-1 (73 2403): Beton část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 1992-1-1 (73 1201): Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí, z roku 1986
- ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinku požáru
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

Použitý software:

- SCIA Engineer 25.
- FINE (FIN EC v3 + GEO), lic. č. 5198/1
- MS Excel 2024 (vlastní výpočetní posudky a pomůcky)

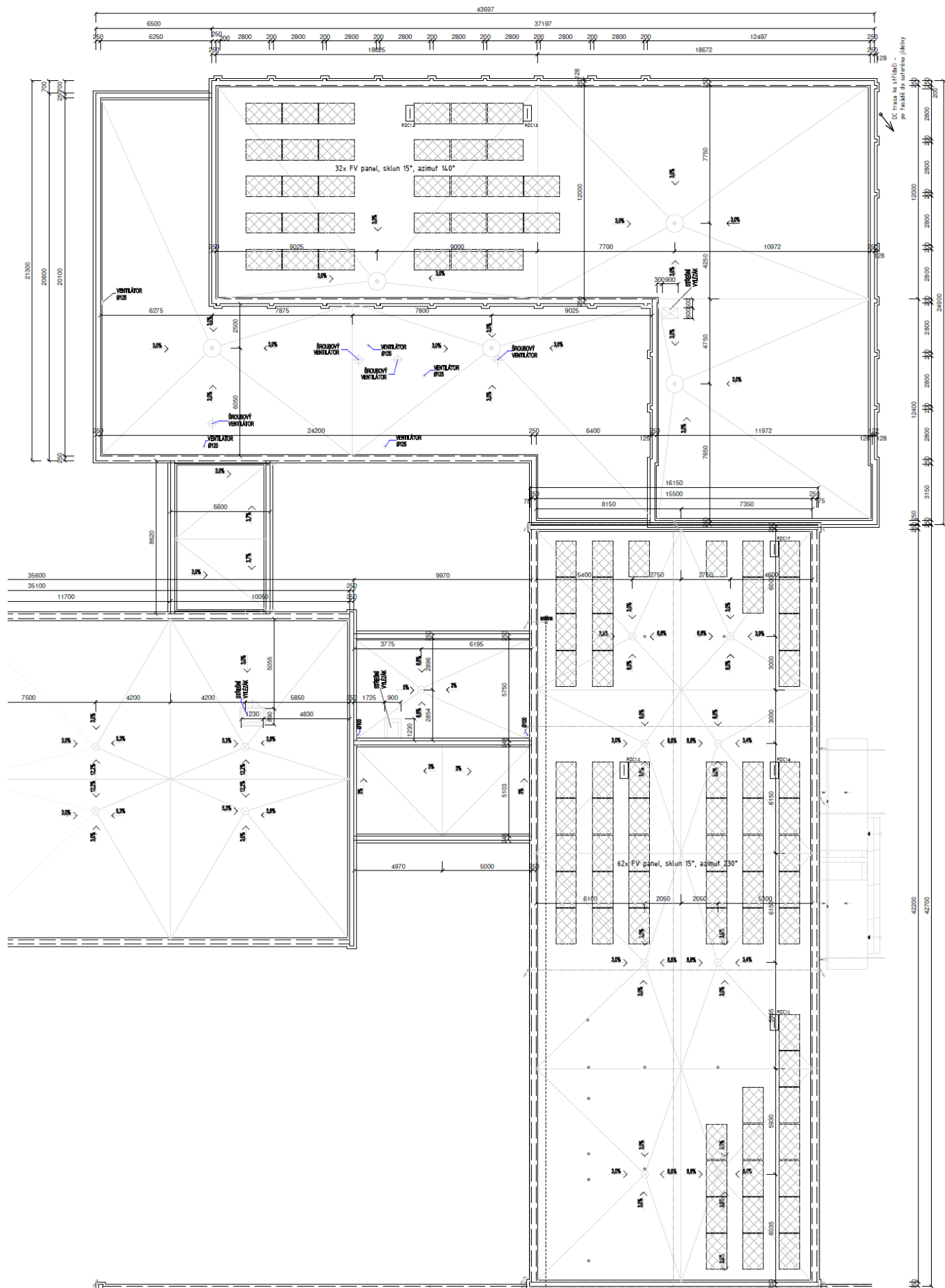
1 ZADÁNÍ A ŘEŠENÁ PROBLEMATIKA, GEOMETRIE

Předmětem statického výpočtu je posouzení stávajících střešních konstrukcí objektů ZŠ Zárečná na adrese Zárečná 1540, 34701 Tachov. Střešní konstrukce bude přitížena FVE panely, které budou osazeny na asfaltové krytině pomocí roznášecí konstrukce. FVE je navržena na dvou pavilonech ZŠ – učebním objektu a tělocvičně.

Nosnou konstrukci učebního objektu tvoří ŽB skelet. Stropy jsou tvořeny prefabrikovanými ŽB panely. Stěny objektů jsou částečně tvořeny ŽB panely a částečně cihelnou vyzdívkou.

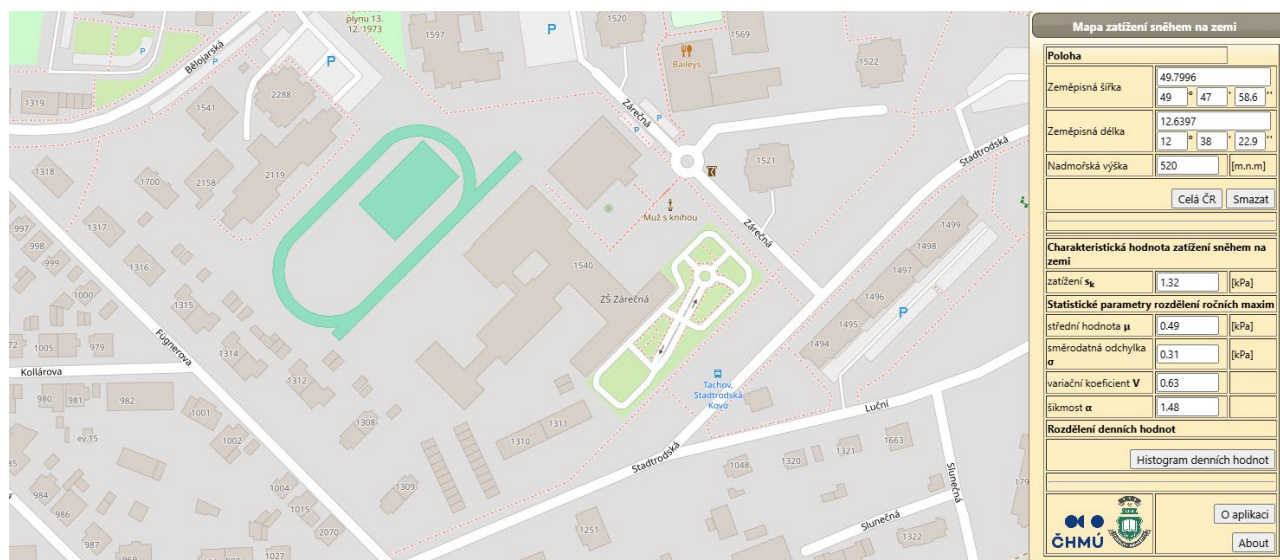
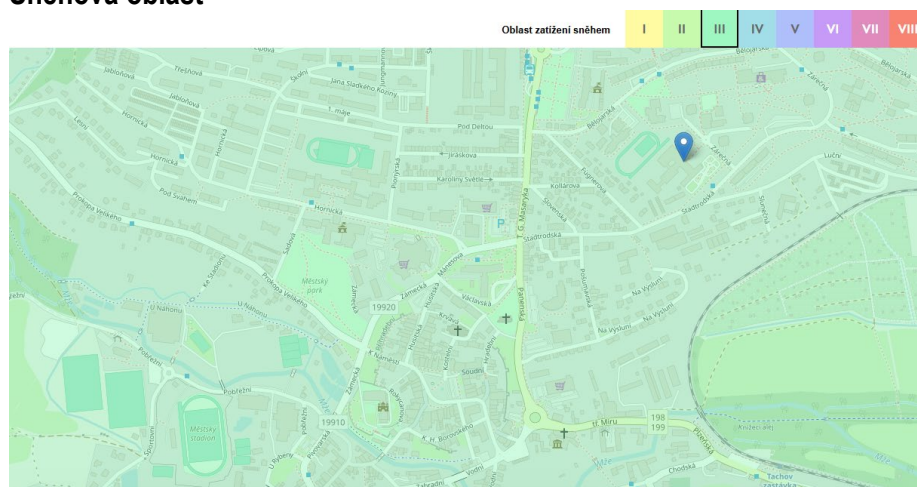
Nosnou konstrukci tělocvičny tvoří ocelové sloupy nesoucí ocelové příhradové vazníky.

Schéma rozložení FVE na objektech

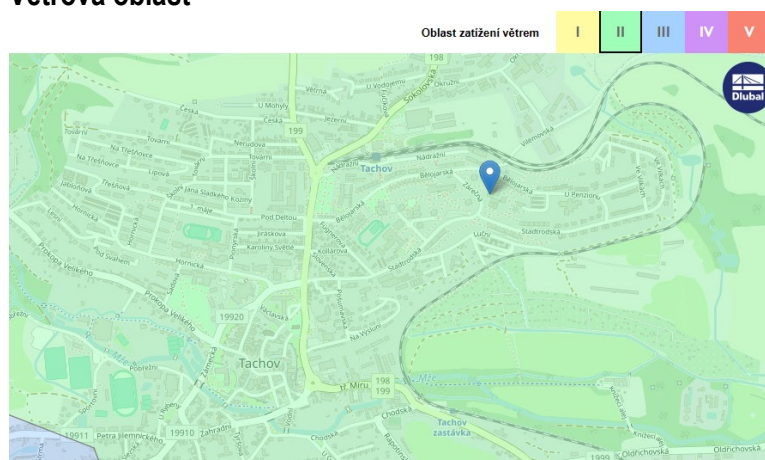


2 POLOHA NA MAPĚ A STANOVENÍ KLIMATICKÝCH ZATÍŽENÍ

Sněhová oblast



Větrová oblast



Závěr: Sněhová oblast III., větrová oblast II.
Zatížení sněhem uvažována přesně ze sněhové mapy.

3 ZATÍŽENÍ

3.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Stálé zatížení – na střešní panely:

0,5 kN/m²

3.2 Užité zatížení

Tabulka 6.2(CZ) – Užité zatížení stropních konstrukcí, balkónů a schodišť pozemních staveb

Kategorie zatěžovaných ploch	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
kategorie A		
– stropní konstrukce	1,5	2,0
– schodiště	3,0	2,0
– balkóny	3,0	2,0
kategorie B	2,5	4,0
kategorie C		
– C1	3,0	3,0
– C2	4,0	4,0
– C3	5,0	4,0
– C4	5,0	7,0
– C5	5,0	4,5
kategorie D		
– D1	5,0	5,0
– D2	5,0	7,0

POZNÁMKA 1 Pro navrhování balkónů pozemních staveb v užitných kategoriích B až D lze použít užité zatížení 4 kN/m². Pro navrhování lodžii lze uvažovat zatížení stejné se zatížením sousedících místností.

POZNÁMKA 2 U obytných budov do dvou nadzemních podlaží lze pro schodiště kategorie A použít užité zatížení 2,5 kN/m².

Tabulka 6.12(CZ) – Vodorovná zatížení zábradlí a dělicích stěn

Zatěžované plochy	q_k [kN/m]
Kategorie A	0,5
Kategorie B a C1	1,0
Kategorie C2 – C4 a D	1,0
Kategorie C5	5,0
Kategorie E	2,0 ¹⁾
Kategorie F	viz příloha B
Kategorie G	viz příloha B

¹⁾ Tato hodnota se u užitných ploch kategorie E považuje za hodnotu minimální, podle způsobu používání se zvyší.

Dle ČSN EN 1991 je nutné započítat na konstrukci střechy zatížení od oprav (kategorie H)

NA.2.9 Článek 6.3.4.2 Střechy – Hodnoty zatížení, odstavec (1)

Pro stanovení užitných zatížení střech kategorie H se v ČR používají hodnoty z tabulky 6.10(CZ). Předpokládá se, že rovnoměrné zatížení q_k působí na ploše $A = 10 \text{ m}^2$. Viz také 3.3.2(1).

Tabulka 6.10(CZ) – Užitná zatížení střech kategorie H

Střecha	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorie H	0,75	1,0

3.3 KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

3.3.1 Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast: III

Charakteristická hodnota zatížení $s_k = 1,29 \text{ kN/m}^2$

Typ krajiny: normální

Součinitel expozice $C_e = 1,00$

Tepelný součinitel $C_t = 1,00$

Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$

Tvar zastřešení: pultová střecha

Sklon střechy $\alpha = 0,0^\circ$

Konstrukčními prvky je zabráněno sklouzávání sněhu ze střechy

Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$

Charakteristická hodnota zatížení (v závorce návrhová hodnota)

$s_1 = 1,03 \text{ kN/m}^2$ ($1,55 \text{ kN/m}^2$)



1,03;(1,55) [kN/m²]



3.3.1 Zatížení větrem – tělocvična

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:	II
Rychlost větru	$v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$
Kategorie terénu:	II
Referenční výška budovy	$z_e = 8,70 \text{ m}$
Součinitel směru větru	$c_{dir} = 1,00$
Součinitel ročního období	$c_{season} = 1,00$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie	$c_o = 1,00$
Maximální dynamický tlak	$q_p = 0,88 \text{ kN/m}^2$
Součinitel zatížení	$\gamma_f = 1,50$
Plocha pro stanovení c_{pe}	$A = 10,00 \text{ m}^2$

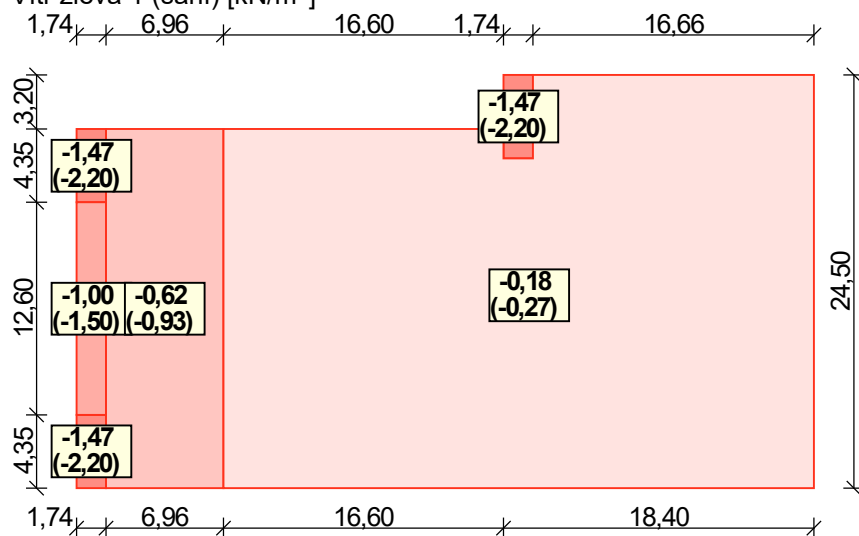
Střecha

Rozměry stavby

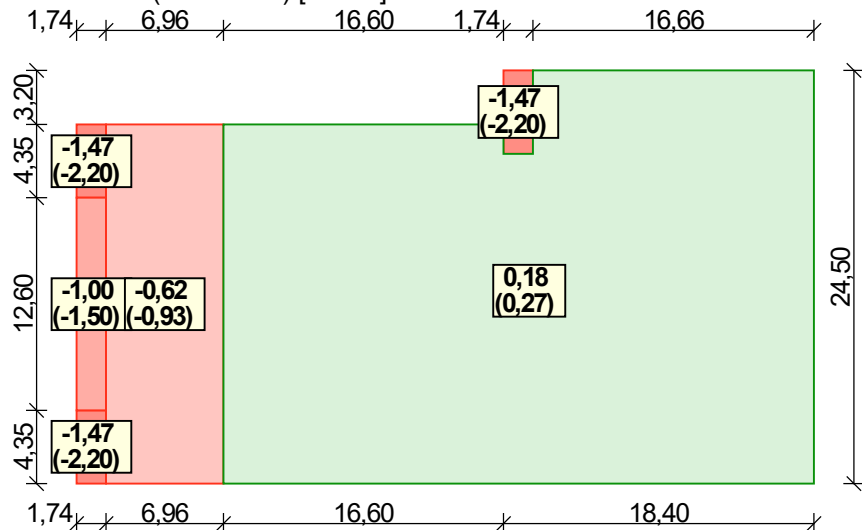


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

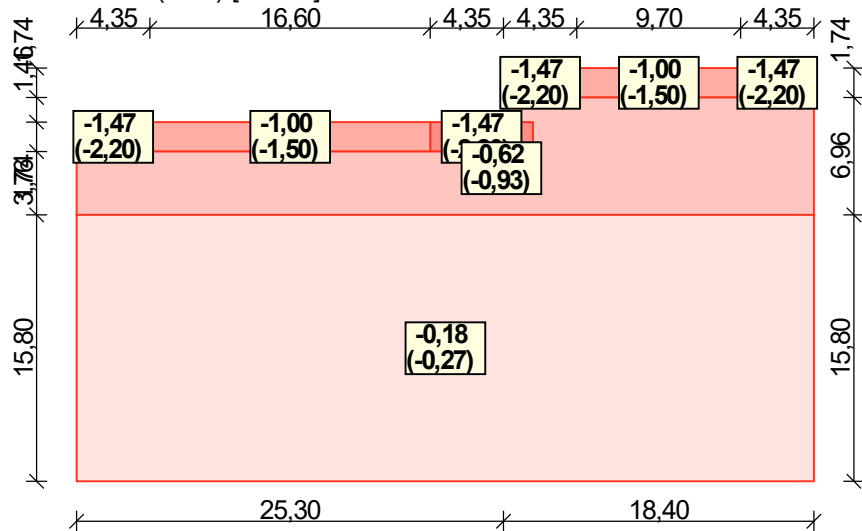
Vítr zleva 1 (sání) [kN/m²]



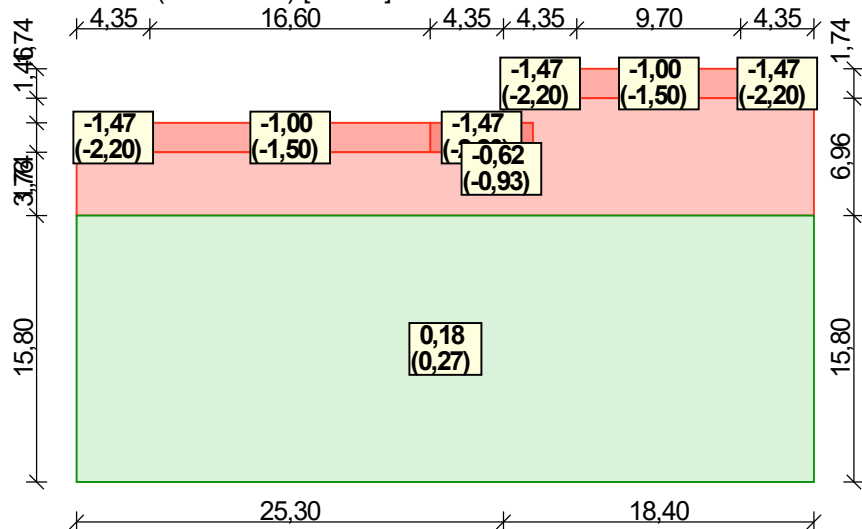
Vítr zleva 2 (tlak a sání) [kN/m²]



Vítr shora 1 (sání) [kN/m²]



Vítr shora 2 (tlak a sání) [kN/m²]



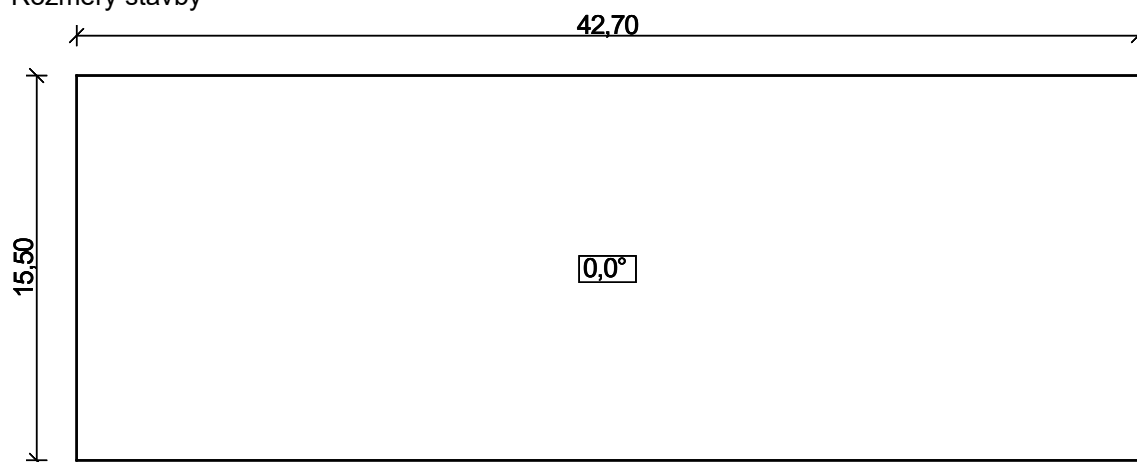
3.3.2 Zatížení větrem – učební objekt

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:	II
Rychlost větru	$v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$
Kategorie terénu:	II
Referenční výška budovy	$z_e = 8,70 \text{ m}$
Součinitel směru větru	$c_{dir} = 1,00$
Součinitel ročního období	$c_{season} = 1,00$
Měrná hmotnost vzduchu	$\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie	$c_o = 1,00$
Maximální dynamický tlak	$q_p = 0,88 \text{ kN/m}^2$
Součinitel zatížení	$\gamma_f = 1,50$
Plocha pro stanovení c_{pe}	$A = 10,00 \text{ m}^2$

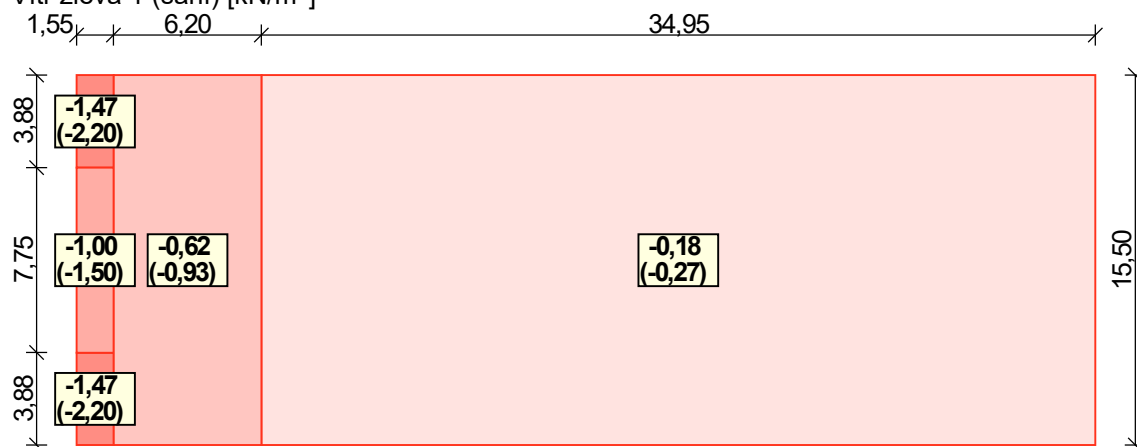
Střecha

Rozměry stavby

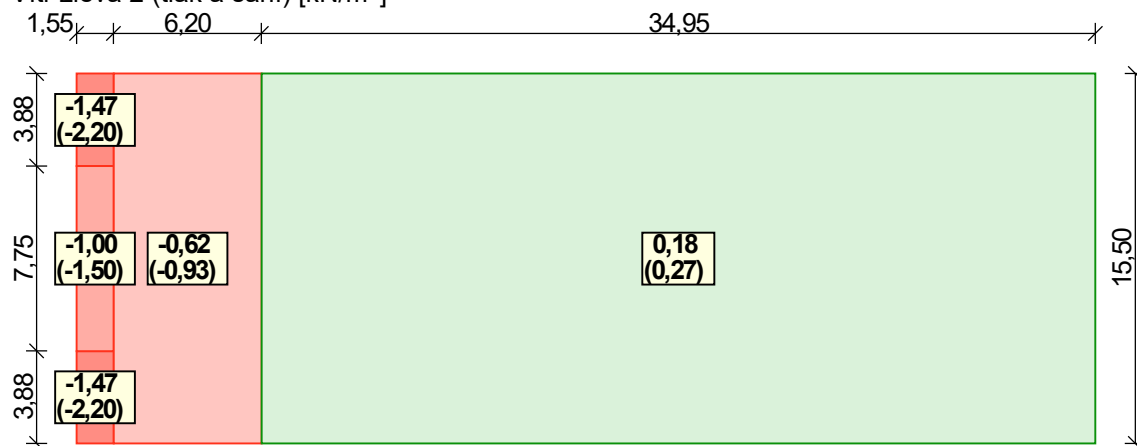


Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr zleva 1 (sání) [kN/m²]



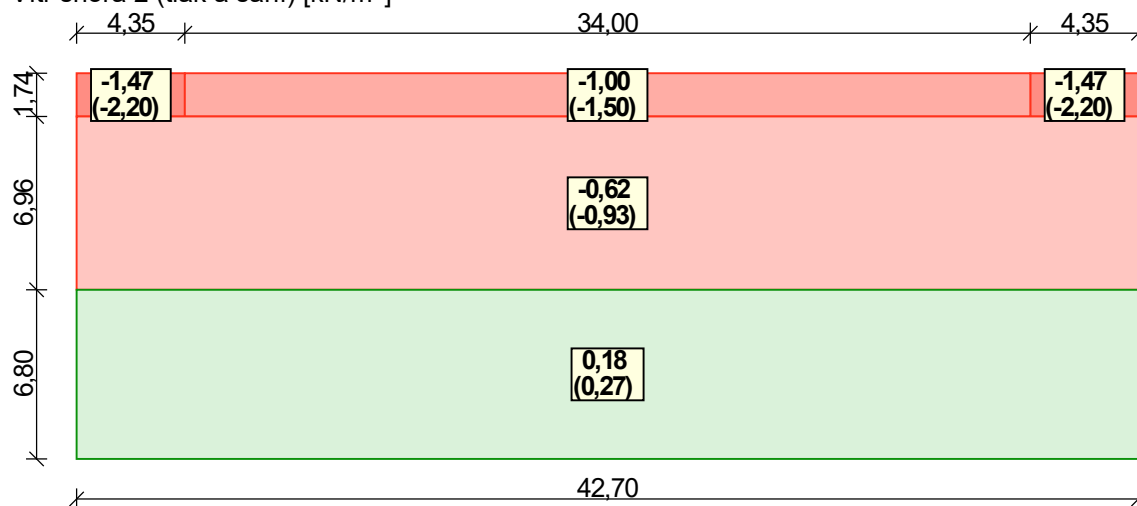
Vítr zleva 2 (tlak a sání) [kN/m²]



Vítr shora 1 (sání) [kN/m²]



Vítr shora 2 (tlak a sání) [kN/m²]



4 Stávající konstrukce střechy

4.1 Fotodokumentace

STŘECHA TĚLOCVIČNY



INTERIÉR TĚLOCVIČNY – VIDITELNÉ OCELOVÉ SLOUPY



STŘECHA UČEBNÍHO OBJEKTU



4.2 Únosnost panelů

Vzhledem k povaze objektu lze předpokládat použití stropních panelů PZD. Niže na obrázku jsou uvedeny hodnoty únosností těchto panelů. Je patrné, že únosnosti panelů začínají na hodnotách cca 2,82 kN/m (bez vlastní hmotnosti panelu). To odpovídá plošné hodnotě zatížení 5,75 kN/m².

M. Rochla – stavební tabulky

BETONOVÉ VÝROBKY

Stropní panely

Název	STROPNÍ PANELY (desky) ŽELEZOBETONOVÉ (dutinové, nepředpjaté) — PZD
Pramen	Katalog ČSVA — květen 1978. List č. 2552/1 3.23.112
Norma	PN 09-P-10/78, PN 09-P-9/78, Prefa, n. p., Košice
Popis	Panely jsou vylehčeny dvěma nebo čtyřmi podélnými, kruhovými dutinami. Boční plochy jsou profilované a zkosené k hornímu povrchu, čímž je vytvořen prostor pro závluku. Nosná výztuž je uložena ve spodní části panelu, krytí betonem je 10 mm. Čtyři závěsné háky jsou umístěny v čelech panelu.
Použití	Panely skladebných šířek 500 a 1 000 mm se používají pro stropní konstrukce, zejména bytových staveb.
Označení	Stropní panel PZD 242-50/390 — PN 09-P-10/78.
Množství	Množství se udává v kusech (ks).

Rozměry, technické vlastnosti	Značka	Základní rozměry					Sta- tická délka	Objem	Hmot- nost	Beton	$q_{dov}^1)$	$M_n^2)$	Výrobce			
		L	B	H		(mm)										
							(m)	(m ³)	(kg)	zn.	(kN/m)	(kNm)				
	PZD 242- 50/390	3 890	±10	490	±5	215	±5	3,75	0,207	518	250	2,82	7,96	07, 08, 09		
	PZD 243- 50/390										330	7,85	16,80			
	PZD 242- 50/450	4 490		±10	990	±5	215	±5	4,35	0,239	598	250	26,61		10,33	07, 08
	PZD 242- 50/450											330	7,85		22,60	
	PZD 244-100/450	4 490			990				4,35	0,532	1330	250	5,34	20,67	07, 08	
	PZD 242- 50/480	4 790	±10		490	±5	215	±5	4,65	0,254	635		2,61	11,65		
	PZD 243- 50/480			330								7,75	25,80			
	PZD 244-100/480				990				0,568	1420	250	5,22	23,30			07, 08, 09
	PZD 242- 50/510	5 090		±10	490	±5	215	±5	4,95	0,272	680	250	2,57	13,05	07, 08, 09	
	PZD 243- 50/510		330									7,85	29,30			
	PZD 244-100/510				990				0,605	1513	250	6,08	28,90			
	PZD 64- 50/530	5 290	±10		490	±5	215	±5	5,15	0,281	705	250	1,96	12,07		07, 08
	PZD 64-100/530			330								6,60	27,43			
	PZD 65- 50/530			490				0,281	705	330	6,60	27,43		06		
	PZD 65-100/530			990				0,629	1575	250	8,46	39,20			07, 08	
	PZD 404/10	3 890						3,75	0,206	515		3,00	8,23			06
	PZD 405/10	4 490	±10	490	±5	215	±5	4,35	0,238	596		1,75	8,11			
	PZD 406/10											3,12	11,35			
	PZD 407/10	4 790		±10	490	±5	215	±5	4,65	0,254	635	250	1,75	9,27	06	
	PZD 408/10												3,00	12,64		
	PZD 409/10	5 090	±10		490	±5	215	±5	4,95	0,270	675		1,75	10,50		06
	PZD 410/10												3,00	14,33		
	PZD 445/10											250	2,69	8,92	07	
	PZD 446/10	4 190		±12	490	±8	215	±5	4,05	0,222	555	330	7,70	19,20		
	PZD 447/10		990					250				5,37	17,85			

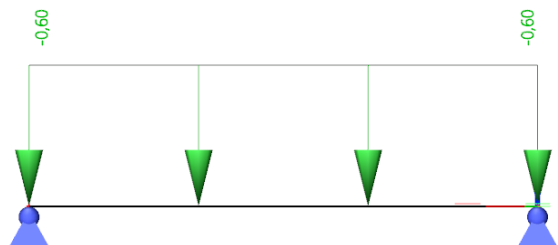
Poznámka	¹⁾ q_{dov} je rovnoměrné zatížení bez vlastní hmotnosti panelu. ²⁾ M_n je maximální ohybový moment od dovoleného zatížení včetně vlastní hmotnosti panelu. ^{*)} 05; 06; 07; 08; 09 — názvy výrobních podniků, viz tabulka na str. 238.
----------	---

4.3 Posouzení ŽB panelů na přitížení od FVE

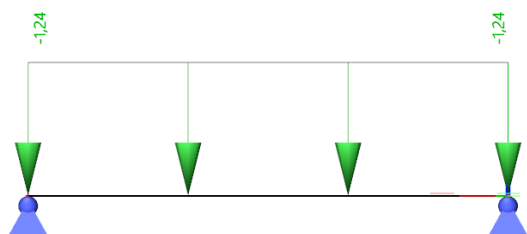
ZATĚŽOVACÍ STAVY

ZS1: vlastní tíha panelu generovaná výpočetním programem

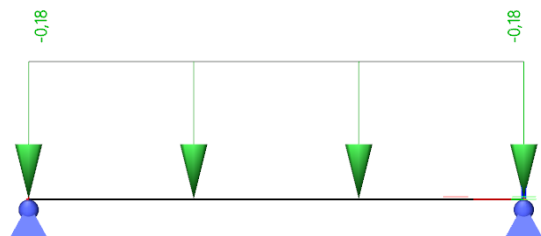
ZS2: vlastní tíha střešního pláště



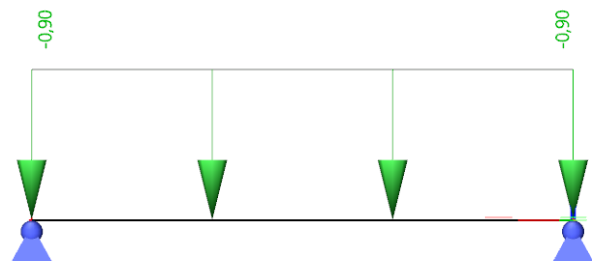
ZS3: zatížení sněhem



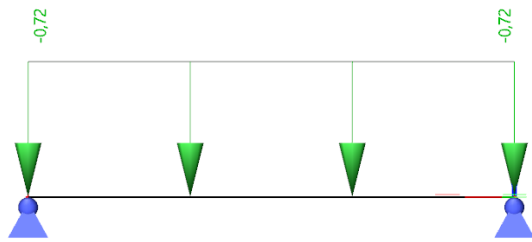
ZS4: zatížení tlakem větru



ZS5: užité zatížení na střeše (kategorie H)

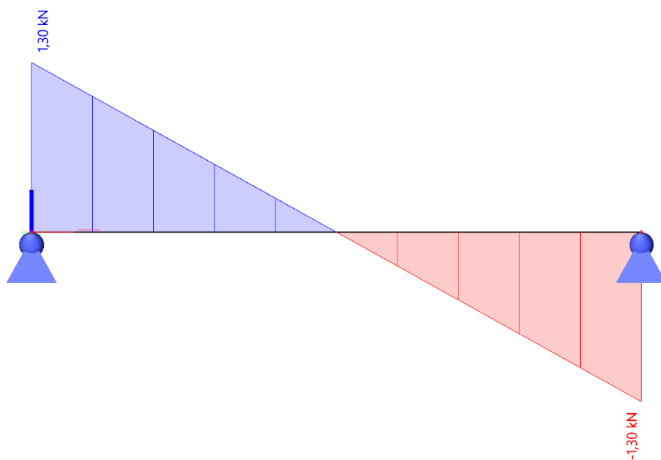


ZS6: přetížení fotovoltaickými panely

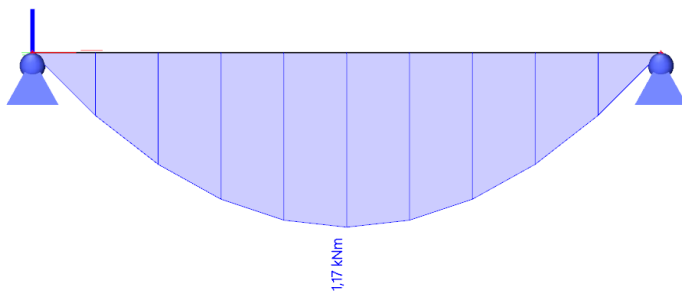


Přetížení fotovoltaickými panely bude plošně max. $0,6 \text{ kN/m}^2$. Zatěžovací šířka panelu je $1,2 \text{ m}$. Jeden panel bude tedy přetížen lineovým zatížením $0,72 \text{ kN/m}$.

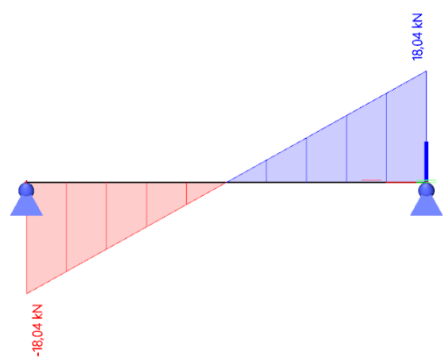
PŘÍDAVNÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA OD PŘETÍŽENÍ FOTOVOLTAICKÝMI PANELY



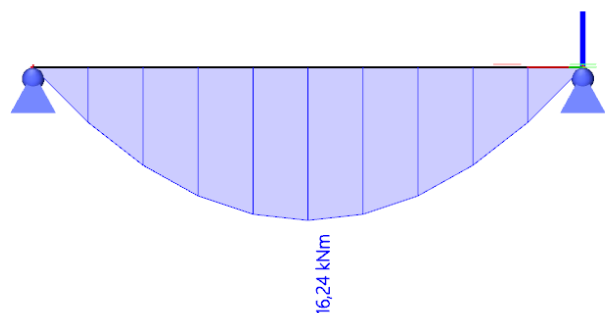
PŘÍDAVNÝ OHYBOVÝ MOMENT OD PŘETÍŽENÍ FOTOVOLTAICKÝMI PANELY



CELKOVÁ POSOUVAJÍCÍ SÍLA OD NÁVRHOVÉHO ZATÍŽENÍ (VČETNĚ VLASTNÍ TÍHY PANELU)

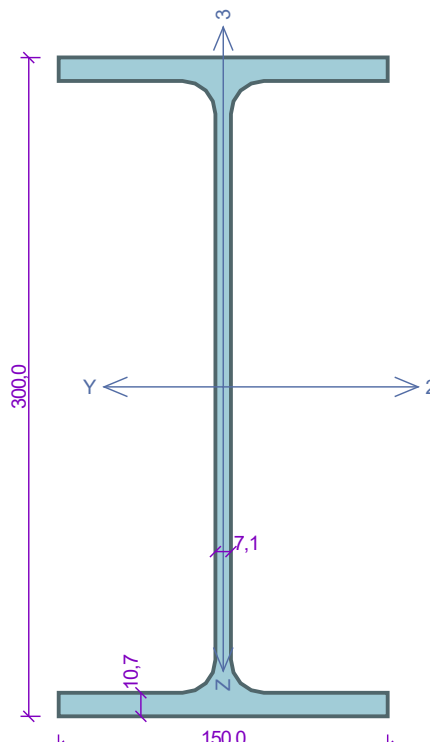


CELKOVÝ OHYBOVÝ MOMENT OD NÁVRHOVÉHO ZATÍŽENÍ (VČETNĚ VLASTNÍ TÍHY PANELU)



Porovnáním celkového působícího ohybového momentu na jeden stropní panel s jeho únosností (viz tabulka výše) lze konstatovat, že panely mají dostatečnou rezervu v únosnosti a přetížení fotovoltaickými panely tedy může být realizováno.

4.4 Únosnost ocelových sloupů v tělocvičně

Sloup IPE	
	<p>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</p> <p>Únosnost průřezu : $Y_{M0} = 1,000$ Únosnost průřezu při posuzování stability : $Y_{M1} = 1,000$ Únosnost oslabeného průřezu : $Y_{M2} = 1,250$</p> <p>Průřez IPE 300 Průřezová plocha: $A = 5,381E03 \text{ mm}^2$ Poloha těžiště: $y_T = 75,0 \text{ mm}$ $z_T = 150,0 \text{ mm}$ Momenty setrvačnosti: $I_y = 8,356E07 \text{ mm}^4$ $I_z = 6,038E06 \text{ mm}^4$ Průřezové moduly: $W_{y,1} = -5,571E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,1} = 8,050E04 \text{ mm}^3$ $W_{y,2} = 5,571E05 \text{ mm}^3$ $W_{z,2} = -8,050E04 \text{ mm}^3$ Moment tuhosti v prostém kroucení: $I_k = 2,012E05 \text{ mm}^4$ Výsečový moment setrvačnosti: $I_\omega = 1,259E11 \text{ mm}^6$ Plastické průřezové moduly: $W_{pl,y} = 6,284E05 \text{ mm}^3$ $W_{pl,z} = 1,252E05 \text{ mm}^3$</p> <p>Materiál: 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</p>
	<p>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu Zatěžovací případ s největším využitím Zat. případ 1 $N = -50,000 \text{ kN}$ $V_z = 0,000 \text{ kN}$ $M_y = 0,000 \text{ kNm}$ $V_y = 0,000 \text{ kN}$ $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ $T_t = 0,000 \text{ kNm}$ $T_\omega = 0,000 \text{ kNm}$ $B = 0,000 \text{ kNm}^2$</p>
<p>Parametry vzpěru Délka dílce: 5,000 m $L_z = 5,000 \text{ m}$ $k_z = 1,0$ $L_{cr,z} = 5,000 \text{ m}$ $L_y = 5,000 \text{ m}$ $k_y = 2,0$ $L_{cr,y} = 10,000 \text{ m}$</p>	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 2 Vnitřní síly: $N = -50,000 \text{ kN}$; $M_y = 0,000 \text{ kNm}$; $M_z = 0,000 \text{ kNm}$ Posudek nejnepríznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu: Vzpěr Y: Únosnosti: $N_R = -965,003 \text{ kN}$ $0,052 + 0,0 + 0,0 = 0,052 < 1$ Vyhovuje Vzpěr Z: Únosnosti: $N_R = -393,680 \text{ kN}$ $0,127 + 0,0 + 0,0 = 0,127 < 1$ Vyhovuje Štíhlost dílce: 149,3</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	
VYHOVUJE	

Výše je prezentován posudek ocelového sloupu v objektu tělocvičny. Z konstrukčního uspořádání sloupů je patrné, že rozhodující parametr v posouzení sloupu je druhý mezní stav – tedy vodorovný průhyb sloupu od větru. Instalací fotovoltaických panelů vznikne pouze gravitační přetížení a působící vodorovné zatížení sloupu se nezmění. V tomto ohledu má profil sloupu dostatečné rezervy a přetížení fotovoltaickými panely tedy může být realizováno.

5 ZÁVĚR – TECHNICKÁ ZPRÁVA

Stávající konstrukce na přetížení od FVE v zadaném rozsahu vyhoví. Předpokladem je osazení fotovoltaických panelů na roznášecí konstrukci. Roznášecí prahy budou orientovány příčně vzhledem k orientaci stropních nosníků, což platí zejména u střechy tělocvičny, kde je nutné osadit roznášecí prahy příčně na ocelové vazníky.

5.1 TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

Stavba musí být prováděna stavební organizací s patřičnými oprávněními pro provádění takovýchto staveb. Pracovníci musí být řádně proškoleni a pro vykonávané práce mít patřičné kvalifikování. Na stavbu bude docházet odborně kvalifikovaný stavební dozor a bude řádně veden stavební deník. Realizaci a kontrolu kvality konstrukcí je nutné provádět dle platných ČSN příp. ČSN EN. Při realizaci se musí dodržovat rozměrové tolerance a tolerance rovinnosti povrchů dle platných ČSN příp. ČSN EN. Ochrana ocelových konstrukcí proti korozi – ocelové konstrukce budou opatřeny ochranným nátěrovým systémem proti korozi min. 2x barvou základní.

U navrženého objektu je nutné dodržet následující zásady: V případě nesplnění předpokladů je nutné kontaktovat statika, který navrhne změnu projektu. Statika kontaktovat i v případě pochybností na stavbě nebo zjištění nesrovnalostí či kolizí u návrhu jednotlivých konstrukcí a technologií. Změny v projektu s vlivem na nosné konstrukce konzultovat s projektantem stavebně konstrukční části. Před vlastním prováděním je nutné ověřit předpoklady uvažované v projektu.

Při realizaci nosné konstrukce je třeba postupovat v souladu se stavební částí projektu. Výstavba bude probíhat dle zpracovaného projektu pro provedení stavby. Při zjištění významných rozporů, které by bránily realizaci konstrukce dle smyslu projektované dokumentace, je nutné kontaktovat stavební dozor a ten rozhodne, zda je nutné přizvat též statika.

Praze 08/2025

Vypracovali:

Ing. Jan Jůza, Ph.D.
Ing. Radim Hainc



Ing. Karel Mikeš, Ph.D.

Autorizovaný inženýr pro obory statika
a dynamika staveb a pozemní stavby