

VYPRACOVAL	SCHVÁLIL	 Ing. Radek Janka Budovcova 3 772 00 Bystrovany tel. 585 311 848, 721 048 805	
Ing. Radek Janka	Ing. Radek Janka		
AKCE: INSTALACE FVE NA STŘECHY ZŠ SLUNEČNÍ ŠUMPERK		ČÍSLO ZAKÁZKY	R30-23
		DATUM	8/2023
		ČÍSLO REVIZE	0
VÝKRES: STATICKE POSOUZENÍ		MĚŘÍTKO	ČÍSLO VÝKRESU

OBSAH

STATICKÉ POSOUZENÍ	1
ÚVOD	1
POPIS OBJEKTU	1
Stavební vývoj	2
MÍSTNÍ PROHLÍDKA	3
ZATÍŽENÍ	5
Skladba střechy	5
Užitná zatížení	6
Zatížení sněhem	6
Zatížení větrem	7
ZATÍŽENÍ STŘECHY INSTALACÍ FVE	8
Vlastní tíha technologie FVE	8
Užitné zatížení střechy při údržbě FVE	8
Posouzení vlivu FVE na zatížení sněhem	8
Silové účinky větru	9
Výpočet nutného balastního přetížení	9
Rekapitulace zatížení instalací FVE	10
VARIANTNÍ PROVEDENÍ ZELENÉ STŘECHY	10
POSOUZENÍ STŘECHY	11
Rekapitulace zatížení	11
Stropní panely	11
Stropní průvlaky	12
POSOUZENÍ NAVAZUJÍCÍCH KONSTRUKCÍ	13
POUŽITÉ PODKLADY A NORMY	13
ZÁVĚR	14

STATICKÉ POSOUZENÍ

Objednatel posudku:	Město Šumperk, náměstí Míru 1, 787 01 Šumperk, IČ 00303461, DIČ CZ00303461
Název stavby:	Instalace FVE na střechu 4. ZŠ, ulice Sluneční
Místo stavby:	Sluneční 2692/38, 787 01 Šumperk parcela číslo st.539, k.ú. Dolní Temenice, obec Šumperk
Stavebník:	Město Šumperk, IČ 00303461
Stupeň projektu:	statické posouzení únosnosti střech

ÚVOD

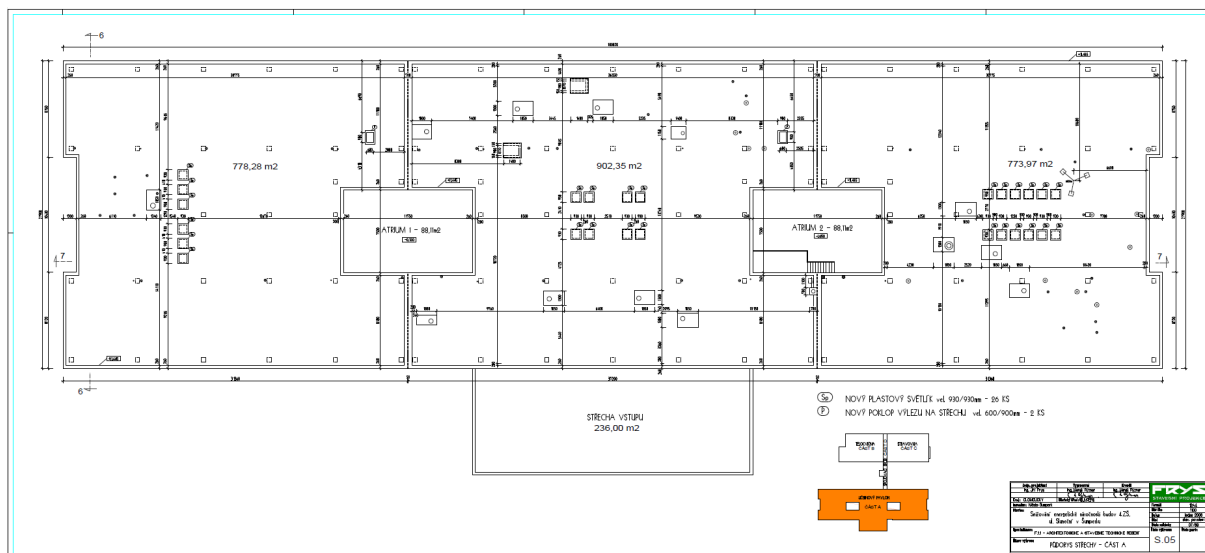
Záměrem stavebníka je instalace fotovoltaické elektrárny (FVE) na stávající střechy objektu základní školy v ulici Slunečná 38. Předmětem statického posouzení je stanovení rezervy únosnosti střešních konstrukcí pro přetížení od FVE, případně zelené střechy. Podkladem pro zpracování jsou studie proveditelnosti FVE [1], místní prohlídka [2] a další podklady uvedené v závěru tohoto dokumentu.



letecký snímek řešeného objektu a předpokládané schema rozmístění panelů dle [1]

POPIS OBJEKTU

Budova základní školy byla postavena ve druhé polovině 80. let minulého století, zahájení provozu proběhlo 1. září 1988. Jedná se o tří až čtyřpodlažní stavbu s plochou střechou, půdorysu obdélníku celkových rozměrů 100x28 m, výška atiky 11,5 až 15,1 m nad úrovní terénu. Stavba je dělena na tři dilatační celky, uvnitř dispozice jsou atria zajišťující prosvětlení vnitřních prostor. Na hlavní budovu navazuje níže položené zastřešení hlavního vstupu a spojovací chodba vedoucí k sousední budově mateřské školy - tyto části nejsou předmětem tohoto statického posouzení.



půdorys střechy (projekt zateplení [5])

Stavební vývoj

Stavba byla dokončena v roce 1988. Nosnou konstrukci tvoří typový montovaný skelet MS-OB, doplněný v místech atrií atypickým prvky zastropení (viz místní prohlídka). Založení (pravděpodobně) plošné na patkách.

V roce 2008-2009 bylo navrženo a realizováno zateplení budovy, v rámci kterého došlo k výměně stávajícího střešního pláště. V projektové dokumentaci pro stavební povolení [5] není výměna zachycena, předpokládá se umístění zateplení na stávající vrstvy. Skutečné provedení je ale odlišné: původní vrstvy byly kompletně odstraněny až na nosný panel a následně realizována nová skladba. Skutečnost odstranění vrstev je patrná jednak z dokumentace průběhu stavby v prezentaci [6], jednak byla ústně potvrzena školníkem při místní prohlídce.



snímek z realizace zateplení - výměna střešního pláště



současný stav střechy [2]

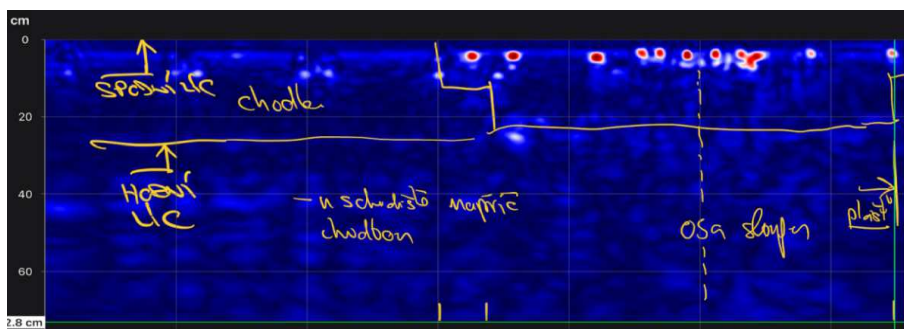
MÍSTNÍ PROHLÍDKA

V rámci místní prohlídky [2] byla provedena identifikace konstrukčního systému budovy. Na základě NDT průzkumu (skenování struktury železobetonových konstrukcí georadarem) bylo potvrzeno, že je použitý konstrukční systém MS-OB. Ten je tvořen plochými železobetonovými průvlakami tloušťky 250 mm a šířky 1200 mm, na které jsou uloženy železobetonové dutinové panely stejné tloušťky. Detail uložení panelů na průvlak je řešen sníženým ozubem prvků, spodní pohled je tedy v jedné rovině.

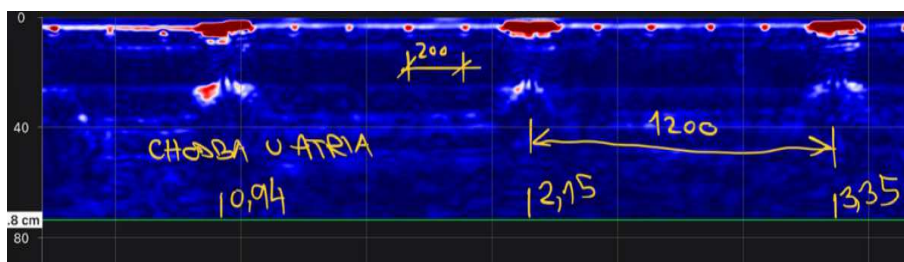


strop nad posledním podlažím, zleva: třída (učebna), respirium, chodba

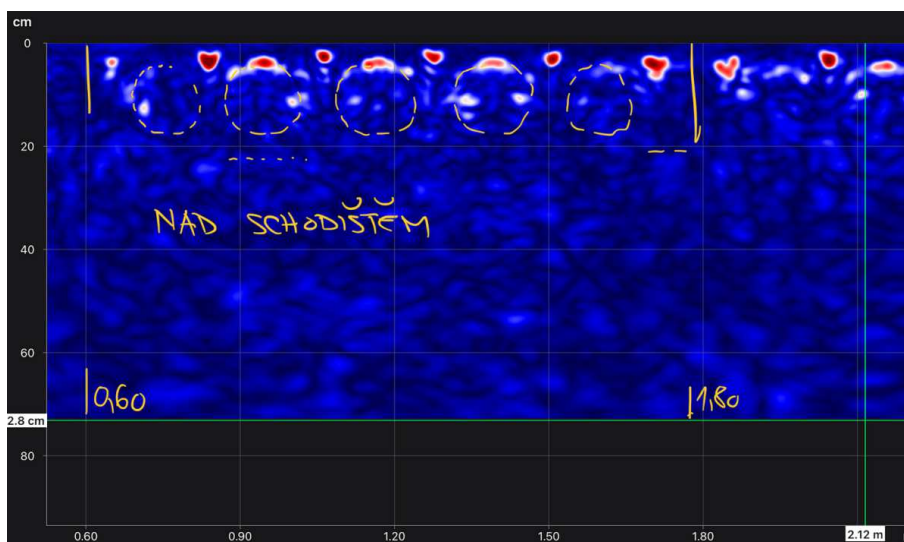
V chodbách přiléhajících k atriu je zastropení mezi plochými průvlakami řešeno atypicky (nejsou použity stropní panely systému MS-OB), dle výsledků NDT průzkumu se jedná s největší pravděpodobností o ocelové nosníky v rozteči 1,20 m a mezi ně kladené železobetonové PZD desky. Ve zbývajících částech stavby (třída, chodba mimo atrium) byly zjištěny dutinové panely shodné s typovým podkladem MS-OB.



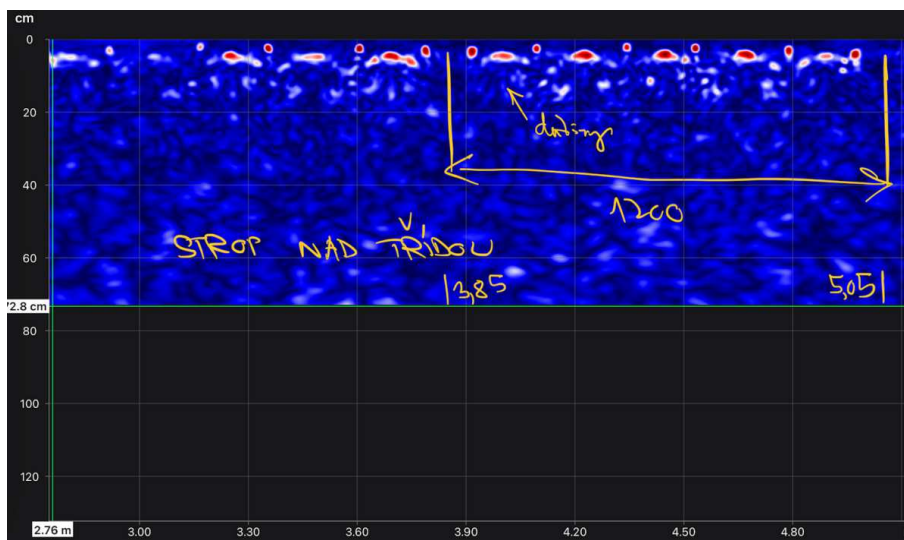
stropní panely a ploché průvlakky systému MS-OB v chodbě



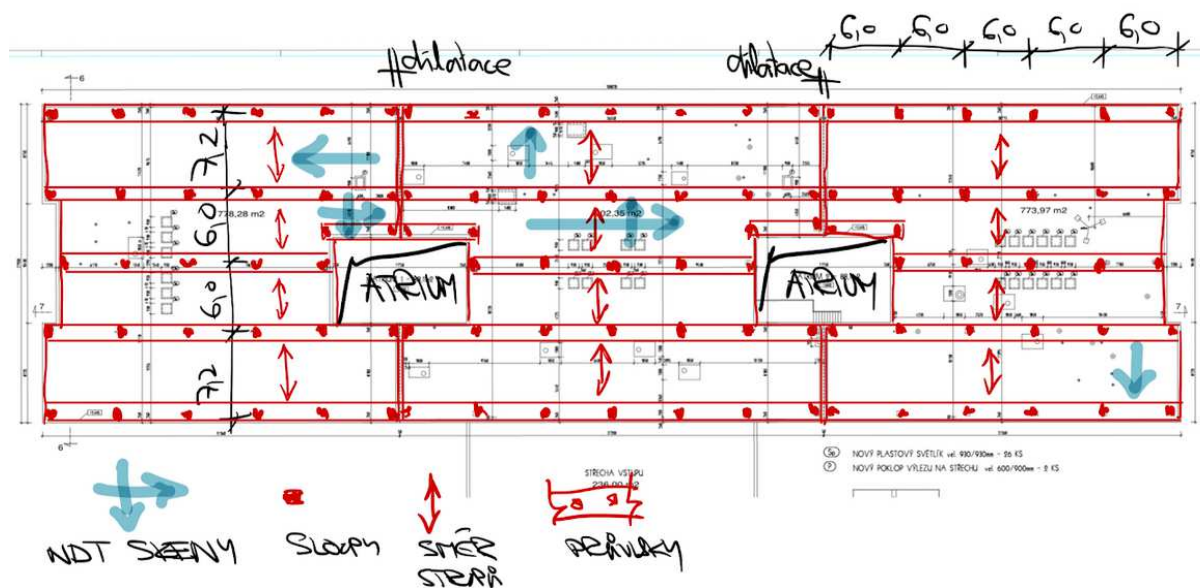
ocelové nosníky a PZD desky u atria



železobetonové dutinové panely ve schodištovém prostoru



železobetonové dutinové panely v učebně



zjištěné schema nosné konstrukce a polohy provedených NDT skenování

Původní střešní plášť byl při realizaci zateplení [5,6] kompletně odstraněn a nahrazen novou skladbou. Sonda do střešního pláště **nebyla prováděna**. Byla změřena výška atiky nad střešní plášť, která je 300 - 360 mm dle spádu, což potvrzuje odstranění původních skladeb.

ZATÍŽENÍ

Skladba střechy

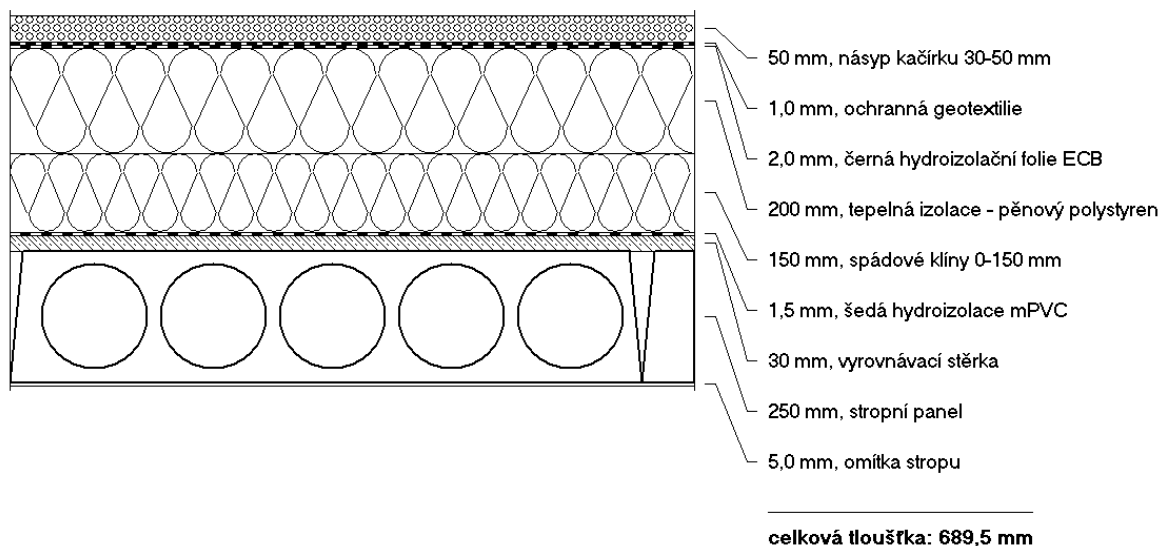
č.	materiál vrstvy	objem.hm.	tloušťka	plošná hm.
1	násyp kačírku 30-50 mm	2000 kg/m ³	50 mm	100,00 kg/m ²
2	ochranná geotextilie		1 mm	0,3 kg/m ²
3	černá hydroizolační folie ECB	1800 kg/m ³	2 mm	3,60 kg/m ²
4	tepelná izolace - pěnový polystyren	40 kg/m ³	200 mm	8,00 kg/m ²
5	spádové klíny 0-150 mm	40 kg/m ³	150 mm	6,00 kg/m ²
6	šedá hydroizolace mPVC	1800 kg/m ³	1,5 mm	2,70 kg/m ²
7	vyrovnávací stěrka	2200 kg/m ³	30 mm	66,00 kg/m ²
8	stropní panel		250 mm	
9	omítka stropu	1800 kg/m ³	5 mm	9,00 kg/m ²

Celková zadaná tloušťka skladby: $b = 689,5$ mm

Plošná hmotnost skladby: $q' = 195,60$ kg/m²

Sklon střechy: $\alpha = 0^\circ$

Vodorovný průmět zatížení střechou: $g = q'/\cos(\alpha) = 195,60/\cos(0) = \mathbf{1,956}$ kN/m²

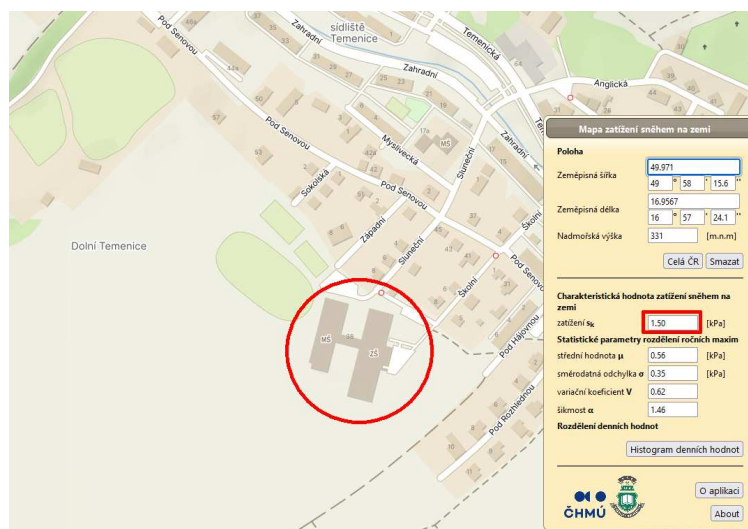
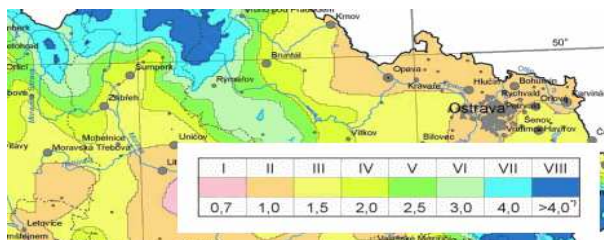


Užitná zatížení

Kategorie plochy: H = střechy; podrobněji: střechy - doporučená užitná zatížení pro nepřístupné střechy

$q_k = \underline{0.75} \text{ kN/m}^2$; $Q_k = \underline{1.0} \text{ kN}$

Zatížení sněhem



upřesněné zatížení sněhem dle aplikace Sněhová mapa [2]

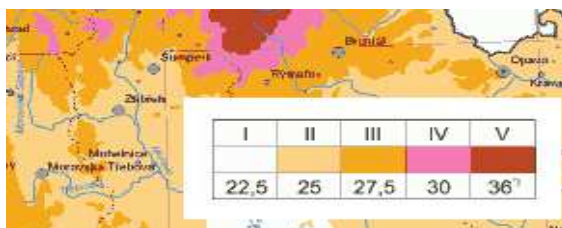
Lokalita stavby Šumperk $\Rightarrow$ základní tíha sněhu na zemi: $s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$

pultová / plochá střecha: sklon $\alpha = 1,146^\circ \approx$ spád 2 %

$\mu_s = 0,800$; $C_t = 1,0$; $C_e = 1,0$ (normální krajina)

$s_{0,k} = s_k \cdot C_t \cdot C_e \cdot \mu_s = 1,200 \text{ kN/m}^2$; $\gamma_f = 1,50$

Zatížení větrem



Lokalita stavby Šumperk $\Rightarrow$ větrová oblast II., výchozí základní rychlost větru: $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

$C_{dir} = 1,0$; $C_{season} = 1,0$; základní rychlost větru $v_b = v_{b,0} \cdot C_{dir} \cdot C_{season} = 25,0 \text{ m/s}$

základní dynamický tlak větru $q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 25,000^2 = 390,6 \text{ N/m}^2$

kategorie terénu: III. (předměstské stavby, průmyslové oblasti a malé zemědělské stavby) $\Rightarrow z_0 = 0,300 \text{ m}$; $z_{min} = 5,000 \text{ m}$

součinitel terénu $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,22$

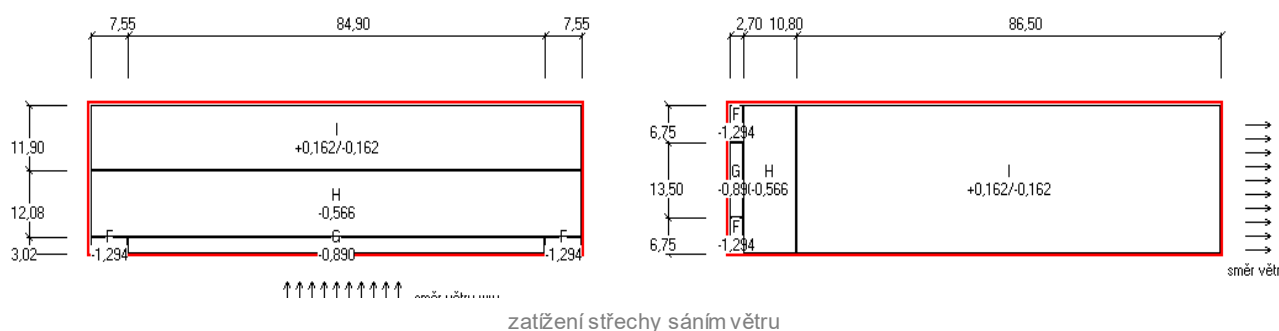
výška stavby $h = 15,10 \text{ m}$; referenční výška $z = 15,100 \text{ m}$

součinitel drsnosti $c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,22 \cdot \ln(15,10/0,30) = 0,86$; součinitel ortografie $c_o = 1,00$; součinitel turbulence $k_i = 1,00$

střední rychlost větru $v_m = v_b \cdot c_r \cdot c_o = 25,00 \cdot 0,86 \cdot 1,00 = 21,55 \text{ m/s}$

intenzita turbulence $I_v = (k_r \cdot v_b \cdot k_i) / v_m = (0,22 \cdot 25,00 \cdot 1,00) / 21,55 = 0,255$

maximální dynamický tlak větru: $q_{p,k}(z) = (1 + 7 \cdot I_v) \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2 = (1 + 7 \cdot 0,26) \cdot 1/2 \cdot 1,25 \cdot 21,55^2 = 808,9 \text{ N/m}^2 = 0,809 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,50$



ZATÍŽENÍ STŘECHY INSTALACÍ FVE

Statické posouzení řeší únosnost střešní konstrukce na přetížení instalací fotovoltaické elektrárny (FVE). Posouzení komponent FVE není předmětem tohoto dokumentu. Předpokládá se orientace panelů FVE se sklonem ve směru východ - západ. Proti účinkům větru bude FVE stabilizována přídatnou zátěží (balastní zatížení), jehož hodnoty jsou uvedeny dále v textu.

Celkové přetížení střechy instalací FVE je tvořeno vlastní tíhou panelů, systémových komponent (kabeláž, měniče atd), stojanů pro zajištění sklonu, kotevních lišt, **stabilizační zátěží (balast)**, užitným zatížením obsluhou FVE a případným navýšením zatížení sněhem vlivem vzniku návějí (viz dále).

Vlastní tíha technologie FVE

- g_0 = vlastní tíha FV panelů $\approx 12,0 \text{ kg/m}^2 = 0,120 \text{ kN/m}^2$
- g_1 = kabeláž, měniče, montážní materiál, držáky $= 8,0 \text{ kg/m}^2 = 0,080 \text{ kN/m}^2$

$$\Sigma g_k = 20,0 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{0,200 \text{ kN/m}^2}$$

Užitné zatížení střechy při údržbě FVE

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-1, kategorie ploch H: střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby nebo montáže, uvažováno hodnotou $q_k = 75 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{0,75 \text{ kN/m}^2}$

Poznámka: Užitné zatížení je alternováno v kombinaci se zatížením sněhem, platí vyšší z hodnot.

Posouzení vlivu FVE na zatížení sněhem

Zatížení sněhem - místní překážky:

$$\text{výška překážky } h = 0,32 \text{ m}; s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{délka návěje: } L_s = 2 \cdot h = 0,63; 5,0 \text{ m} \leq L_s \leq 15,0 \text{ m}; L_s = 5,00 \text{ m}$$

$$\text{součinitel v místě návěje: } \mu_1 = \gamma \cdot h / s_k = 2,0 \cdot 0,32 / 1,50 = 0,42; 0,8 \leq \mu_1 \leq 2,0; \mu_1 = 0,80$$

$$\text{součinitel mimo návěj: } \mu_2 = 0,80$$

$$\text{maximální tíha sněhu v návěji: } s_1 = \mu_1 \cdot s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tíha sněhu mimo návěj: } s_2 = \mu_2 \cdot s_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

Nedojde ke vzniku sněhových návějí.

Silové účinky větru

Silové účinky větru na plochou střechu se projevují sáním, resp. tlakem. Pro posouzení FVE je rozhodující **sání**. Maximální vypočtené hodnoty sání podle ČSN EN 1991-1-4 pro směry větru x / y+ / y- a součinitele $c_{pe,10}$ jsou následující:

- oblast F: $q_{p,F,10,k} = -1,294 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,50$
- oblast G: $q_{p,G,10,k} = -0,890 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,50$
- oblast H: $q_{p,H,10,k} = -0,566 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,50$
- oblast I: $q_{p,I,10,k} = -0,162 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,50$

Výpočet nutného balastního přitížení

Minimální nutné přitížení (balastní zátěž) pro stabilizaci FVE proti účinkům sání větru je spočteno podle ČSN EN 1991-1-4 *Zatížení větrem* za použití součinitelů tlaku větru $c_{p,e,10}$ (uvažuje se seskupení panelů do větších ploch $A > 10 \text{ m}^2$). Je uvažováno pouze se sáním větru na horní ploše panelů, je nutné použití zavětrovacích krytů proti podfouknutí. Se zvýšenými vodorovnými účinky větru (tlak na boční plochy, zvýšené tření v ploše střechy) není v tomto posouzení uvažováno, předpokládá se, že jsou z hlediska stability posuzované konstrukce a střechy zanedbatelné.

Hmotnost nutné zátěže je počítána podle vzorce:

$$g_{\text{balast,min,k}} = (q_p \cdot c_{p,e} \cdot \gamma_{f,\text{inf}} - \sum g_{\text{FVE}} \cdot \gamma_{f,\text{sup}}) / \gamma_{f,g}$$

Vypočtené minimální hodnoty balastu pro jednotlivé oblasti střechy:

$$g_{\text{balast,F,k}} = 176,10 \text{ kg/m}^2 ; \gamma = 1,35 \Rightarrow \text{instalace FVE v oblasti střechy F nelze dovolit}$$

$$g_{\text{balast,G,k}} = 115,50 \text{ kg/m}^2 ; \gamma = 1,35 \Rightarrow \text{instalace FVE v oblasti střechy G nelze dovolit}$$

$$g_{\text{balast,H,k}} = 66,90 \text{ kg/m}^2 ; \gamma = 1,35$$

$$g_{\text{balast,I,k}} = 6,30 \text{ kg/m}^2 ; \gamma = 1,35$$

Hodnoty balastního přitížení jsou stanoveny výpočtem podle platných norem ČSN EN pro zatížení stavebních konstrukcí. Ve výpočtu nejsou posuzovány vodorovné účinky větru a možné posunutí panelů! V případě použití schválených výrobků je možné použít pro stanovení zátěže podklady daného výrobce, kde může být balastní zatížení stanoveno na základě provedených zkoušek. Takto stanovené hodnoty mohou vycházet příznivěji, nelze je ale aplikovat na systémy jiných výrobců. Odpovědnost za realizovaný způsob stabilizace FVE vždy nese dodavatel.

Rekapitulace zatížení instalací FVE

- vlastní tíha panelů FVE a komponent: $g_{FVE,k} = 20 \text{ kg/m}^2 = 0,200 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,35$
- užité zatížení při montáži a údržbě: $q_k = 75 \text{ kg/m}^2 = 0,750 \text{ kN/m}^2$. Do výpočtu se uvažuje vyšší z hodnot q_k , s_k
- balastní přitížení pro stabilizaci proti účinkům větru $g_{balast,max} = 67 \text{ kg/m}^2 = 0,669 \text{ kN/m}^2$; $\gamma = 1,35$ (maximální hodnota, podrobněji pro jednotlivé oblasti uvedeno výše)

VARIANTNÍ PROVEDENÍ ZELENÉ STŘECHY

Na základě požadavku objednatele je posouzena i možnost provedení zelené střechy. Předpokládám odstranění stávajícího kačírku.

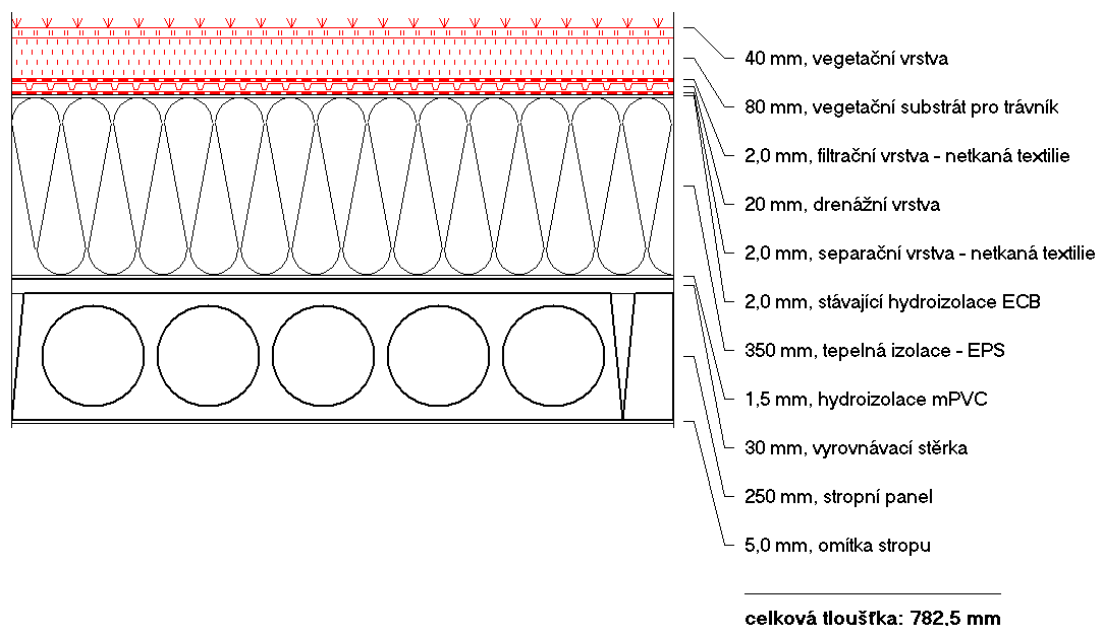
č.	materiál vrstvy	objem.hm.	tloušťka	plošná hm.
1	vegetační vrstva		40 mm	30 kg/m ²
2	vegetační substrát pro trávnik	950 kg/m ³	80 mm	76,00 kg/m ²
3	filtrační vrstva - netkaná textilie		2 mm	0,2 kg/m ²
4	drenážní vrstva		20 mm	1 kg/m ²
5	separační vrstva - netkaná textilie		2 mm	0,3 kg/m ²
6	stávající hydroizolace ECB	1800 kg/m ³	2 mm	3,60 kg/m ²
7	tepelná izolace - EPS	40 kg/m ³	350 mm	14,00 kg/m ²
8	hydroizolace mPVC	1800 kg/m ³	1,5 mm	2,70 kg/m ²
9	vyrovnávací stěrka	2200 kg/m ³	30 mm	66,00 kg/m ²
10	stropní panel		250 mm	
11	omítka stropu	1800 kg/m ³	5 mm	9,00 kg/m ²

Celková zadaná tloušťka skladby: $b = 782,5 \text{ mm}$

Plošná hmotnost skladby: $q' = 202,80 \text{ kg/m}^2$

Sklon střechy: $\alpha = 0^\circ$

Vodorovný průmět zatížení střechou: $g = q'/\cos(\alpha) = 202,80/\cos(0) = \underline{2,028 \text{ kN/m}^2}$



Rozdíl v zatížení po odstranění stávajícího kačírku je minimální (cca 5 kg/m²), provedení zelené střechy je možné.

POSOUZENÍ STŘECHY

Rekapitulace zatížení

$$g_0 = \text{vlastní tíha panelů a zálivky} = (435+20)/1,2 = \underline{\underline{379,167}} \text{ kg/m}^2 = 3,79 \text{ kN/m}^2$$

$$g_1 = \text{střešní plášť a omítka} = 2,028 \text{ kN/m}^2 \text{ (počítám s těžší variantou zelené střechy)}$$

$$g_{FVE} + g_{balast} = \text{fotovoltaika včetně stabilizace} = 20+67 = \underline{\underline{87,000}} \text{ kg/m}^2 = 0,87 \text{ kN/m}^2$$

$$s = \text{sníh} = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

$$q = \text{užitné, je nižší než sníh} \Rightarrow \text{neuvažuji do kombinace}$$

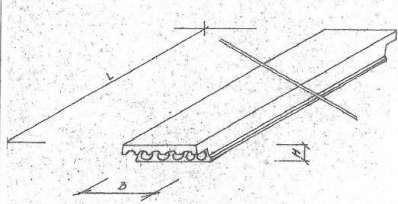
$$w = \text{vítr, převažuje sání} \Rightarrow \text{neuvažuji do kombinace}$$

$$\Sigma f_k = 3,79+2,028+0,87+1,20 = \underline{\underline{7,888}} \text{ kN/m}^2 = 789 \text{ kg/m}^2$$

Stropní panely

Kladečský plán dílců není k dispozici. Pro nejdelší rozpon (modulové rozpětí 7,20 m) jsou určeny panely PZD 6/76 a PZD 7/76 s celkovou délkou 6180 mm, lišící se vzájemně vyztužením. V rámci prohlídky [2] byly nedestruktivně určeny průměry hlavní výztuže 6Ø16, což odpovídá panelu **PZD 7/76**.

TYP DEN	MONT. DEN	ROZMĚRY			HMOT	OBJEM	POZNÁMKA
		D cm	H cm	L cm	kg	m ³	
STROPNÍ PANELE							
JKP 393 431 076 ... BETON D 250 VÝROBCE/KESTA BEMOVIC							
PZD 1/76	1	119	24,5	250	1 084	0,235	
PZD 2/76	2	119	24,5	378	1 408	0,613	
PZD 3/76	3	119	24,5	378	1 408	0,613	
PZD 4/76	4	119	24,5	498	2 100	0,652	
PZD 5/76	5	119	24,5	498	2 100	0,652	
PZD 6/76	6	119	24,5	618	2 433	0,861	
PZD 7/76	7	119	24,5	618	2 433	0,861	



Únosnost tohoto panelu v typovém podkladu:

- $g_0 = 435 \text{ kg/m'}$
- zálivka = 20 kg/m'
- $q_{\text{dov olené}} = 996 \text{ kg/m'}$

$$\Sigma f_{k, \text{dov}} = 1415 \text{ kg/m'} \approx 14,15/1,2 = \underline{\underline{11,792 \text{ kN/m'2}}}$$

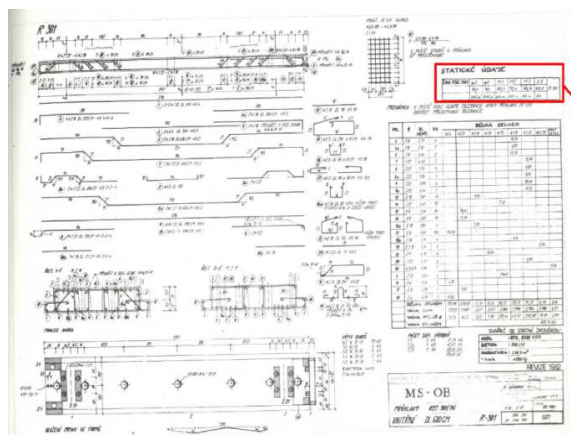
Poznámka: pro méně vyztužený typ PZD 6/76 je uváděno maximální zatížení 971 kN/m' .

$$\Sigma f_k = 7,888 \text{ kg/m'2} < \Sigma f_{k, \text{dov}} = 11,79 \text{ kN/m'2}, \text{ panely vyhoví}$$

Stropní průvlaky

Kladečský plán dílců není k dispozici. Stropní průvlaky systému MS-OB byly zpočátku vyráběny s únosností pro nahodilé zatížení 500 kg/m'2 , v pozdějších realizacích pak byly prvky rozděleny na dvě únosnosti - 500 kg/m'2 pro běžná podlaží, 300 kg/m'2 pro střechy. Posuzovaný objekt pochází ze závěrečné fáze používání konstrukčního systému, lze proto předpokládat použití méně únosné řady průvlaků ve střešní konstrukci.

$$\text{Zatěžovací šířka vnitřního průvlaku: } b = 7,2/2 + 6,0/2 = \underline{\underline{6,600 \text{ m}}}$$



STATICKÉ ÚDAJE						
ČSN 732 301	q _D	q _K	M _I	M _{II}	M ₂	A ₃
	5,4	14,4	-193,3	172,6	-89,3	18,5
	kN/m'	kN/m'	kN·m	kN·m	kN·m	kN

MS-OB
PRŮVLAKY ŽEB. BETON
VÝROBCE BEMOVIC

- $g_0 = \text{vlastní tíha průvlaku} = 1,20 \cdot 0,25 \cdot 25 = \underline{7,500} \text{ kN/m}$
- $g_1 = \text{stropní panely} = (6,60 - 1,20) \cdot (4,35 + 0,20) = \underline{24,570} \text{ kN/m}$
- $g_{\text{FVE+balast}} = 6,60 \cdot (0,20 + 0,67) = \underline{5,742} \text{ kN/m}$
- $s = \text{sníh} = 6,60 \cdot 1,20 = \underline{7,920} \text{ kN/m}$

$$\Sigma f_k = 7,5 + 24,57 + 5,742 + 7,92 = \underline{45,732} \text{ kN/m}$$

$$\Sigma f_k < (q_D + q_K) = 54,4 + 14,4 \text{ kN/m, průvlak vyhoví}$$

POSOUZENÍ NAVAZUJÍCÍCH KONSTRUKCÍ

Uvažované celkové zatížení po uvažovaném přitížení střešní konstrukce instalací FVE a případnou zelenou střechou je nižší než návrhové zatížení použitého konstrukčního systému. Navazující konstrukce (sloupy skeletu) tak bezpečně vyhoví. Přítížení základů od navýšení zatížení střechy je u daného třípodlažního objektu relativně malé, základová spára je konsolidovaná, stavba nevykazuje poruchy způsobené nadměrným sedáním - z hlediska základů je tedy přitížení přípustné.

POUŽITÉ PODKLADY A NORMY

- [1] *Studie proveditelnosti instalace FVE, 5 objektů města Šumperk - průvodní zpráva, revize 1.1*, zpracoval Vilém Odložilík, ASA Expert, a.s., datum březen 2023
- [2] *místní prohlídka a základní průzkum stavby*, Ing. Radek Janka, datum 17.7.2023
- [3] *Mapa zatížení sněhem na zemi*, Ing. Vít Křivý, Ph.D, VŠB-TU Ostrava, RNDr. Luboš Němec, ČHMÚ Praha, dostupné on-line www.clima-maps.info/snehovamapa
- [4] *Typový podklad konstrukční soustavy montovaného skeletu MS-OB*, Výzkumný a vývojový ústav Pozemního stavitelství v Ostravě, 1977-1985
- [5] *Snižování energetické náročnosti budov 4. ZŠ, ulice Sluneční v Šumperku*, dokumentace pro stavební povolení (fragmenty), zpracoval Ing. Marek Rýznar, Stavební projekce Frys, datum leden 2008
- [6] *prezentace projektu snižování energetické náročnosti v rámci spolufinancování SFŽP*, dostupné on-line na webových stránkách města Šumperku, datum příspěvku 23.3.2011

ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí - hodnocení stávajících konstrukcí

ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - doplňující ustanovení

ZÁVĚR

Bylo provedeno posouzení únosnosti střešní konstrukce objektu základní školy v ulici Slunečná v Šumperku pro účely přetížení instalací fotovoltaické elektrárny (FVE) a zelené střechy.

Maximální uvažované zatížení od FVE je uvažováno $\approx 85 \text{ kg/m}^2$. Tato hodnota zahrnuje vlastní tíhu FV panelů, podkonstrukcí, kabeláže a další nezbytné technologie a také stabilizační zátěž proti účinkům větru.

Zatížení zelenou střechou je uvažováno v maximální hodnotě skladby kompletního souvrství střechy (tepelně izolační vrstvy, hydroizolační vrstvy, vegetační vrstvy) v hodnotě $\approx 200 \text{ kg/m}^2$. Těto hodnoty je možné dosáhnout pouze za předpokladu odstranění stávající vrstvy oblázkového násypu (kačírku) a jeho náhrady substrátem s vegetační vrstvou.

Statickým výpočtem bylo doloženo, že střešní konstrukce na výše uvedená přetížení bezpečně vyhoví.

V Bystrovanech dne 14.8.2023

Ing. Radek Janka
IČ 699 95 591 / ČKAIT 120 13 35
Budovcova 3, 779 00 Bystrovany
+420 721 048 805
radek.janka@probeton.cz
<http://www.probeton.cz>