

Akce: **Zhodnocení nosné konstrukce střech
Mateřské školy v Lábánkách z hlediska jejich
možného přetížení instalací FVE panelů**

Objekt: MŠ v Lábánkách
Lidická 1056
570 01 Litomyšl

Stupeň: odborný posudek

Zakázka číslo: z23074

Počet stran: 10

V Praze dne 29.12.2023

Vypracoval: Ing. Richard Valenta, Ph.D.

OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	3
3. PODKLADY A POUŽITÁ LITERATURA	4
3.1. Normy a předpisy	4
3.2. Základní podklady a informace.....	4
4. STRUČNÝ POPIS OBJEKTU A JEHO KONSTRUKCE	5
5. VIZUÁLNÍ KONTROLA KONSTRUKCE	6
6. STROPNÍ KONSTRUKCE	6
6.1. Původní dokumentace.....	6
6.2. Průzkum konstrukce v rámci posudku [10]	7
6.3. Uvažované zatížení dle platných norem.....	7
7. ZHODNOCENÍ MOŽNÉHO PŘÍTÍŽENÍ	8
7.1. Zjednodušené posouzení trámu hospodářského pavilonu dle ČSN EN 1992-1-1.....	9
8. ZHODNOCENÍ, ZÁVĚR.....	10

1. ÚVOD

Předmětem řešení je zhodnocení nosné konstrukce střech Mateřské školy v Líbáňkách z hlediska možnosti jejich přetížení osazením FVE panelů.

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Akce:	Zhodnocení nosné konstrukce střech Mateřské školy v Líbáňkách z hlediska jejich možného přetížení instalací FVE panelů
Místo:	MŠ v Líbáňkách Lidická 1056 570 01 Litomyšl
Investor:	Město Litomyšl Bří Šťastných 1000 570 20 Litomyšl IČ: 00276944 zástupce: Ing. Pavel Kubeš
Generální dodavatel:	DEKPROJEKT, s.r.o. Tiskařská 10 108 00 Praha 10 IČ: 27642411
Dodavatel části:	HITEST s.r.o. Národních hrdinů 41 190 12 Praha 9 IČ: 28970063
Stupeň:	odborný posudek
Vypracoval:	Ing. Richard Valenta, Ph.D.

3. PODKLADY A POUŽITÁ LITERATURA

3.1. Normy a předpisy

- [1] ČSN EN 1990. Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [3] ČSN EN 1991-1-3. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.
- [4] ČSN EN 1991-1-4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.
- [5] ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [6] ČSN EN 1993-1-1. Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- [7] ČSN ISO 13822. Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.
- [8] ČSN 730038. Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí - doplňující ustanovení.

3.2. Základní podklady a informace

- [9] Vizuální kontrola konstrukce provedená dne 20.12.2023 Richardem Valentou.
- [10] Posouzení střešní konstrukce Mateřské školy v Líbáňkách ve vazbě na plánovanou instalaci FVE, Ing. Jan Kubíček, DEKPROJEKT s.r.o., 12/2023.
- [11] Jednostupňový projekt „Mateřská škola 120 Litomyšl“, Pavilony – konstrukční část, Ing. Maroušek, Ing. Urban, SPÚ Potravinoprojekt, 10/1976.

4. STRUČNÝ POPIS OBJEKTU A JEHO KONSTRUKCE

Objekt je tvořen třemi konstrukčně dilatovanými pavilony. Západní a východní pavilon mají dvě nadzemní podlaží, západní pak i jedno podzemní. Středový pavilon má jedno nadzemní a jedno podzemní podlaží (částečně). Celkové opsané rozměry objektu jsou cca 57,6 x 18,0 m.

Nosná konstrukce objektu je provedená z konstrukčního systému Velox speciálně upraveného pro mateřské školy. Svislý konstrukční systém objektu je stěnový, stěny jsou betonové vylité do bednicího pláště z desek Velox, tloušťka betonového jádra je 150 mm a 200 mm. Stěny podzemní jsou provedeny do klasického bednění. Stěny jsou provedené zpravidla z prostého betonu, pouze meziokenní pilíře a některé další pilíře jsou železobetonové.

Stropní konstrukce jsou realizované z monolitických železobetonových trámů a ztužidel zmonolitněných s 50 mm tlustou deskou nad trámy. Roštová konstrukce byla vytvořena bedničkami ztraceného bednění z desek Velox tl. 35 mm. Bedničky vytváří rovný spodní líc stropu, mezi nimi pak prostor pro trámy a ztužidla. Příčný rozměr bedniček byl 500 x 235 mm, délka pak 2,0 m, 1,5 m a 1,0 m. Nabetonávka je pak provedena tl. 50 mm. Konstrukce tedy tvoří vlastně nosná stropní žebra „T“ průřezu, která jsou řešena jako nosníky prostě uložené na stěnách. Výztuž byla navržena ze svařovaných žebříků doplněných volnou vázanou výztuží.

V konstrukční části původní dokumentace [11] je ve statickém návrhu základů uvažováno s jednoplášťovou střechou se skladbou tvořenou asfaltovým souvrstvím na betonové mazanině ve spádu o celkové tíze skladby 373 kp.

Provedeným průzkumem v rámci posudku [10] byla zjištěna dvouplášťová střecha tvořená asfaltovou izolací, minerální vatou tl. 200 mm (dodatečná skladba), původní asfaltovou hydroizolací, calofrigovými panely uloženými do ocelových T profilů, vzduchovou vrstvou a volně loženým asfaltovým pásem, vrstvou tepelné izolace tl. 50 mm (zpravidla EPS, v jedné sondě MVC) a nosnou konstrukcí stropu.

Založení je provedeno na základových pasech.



Obr. 1 Výřez leteckého snímku oblasti s vyznačeným řešeným objektem (zdroj www.mapy.cz)

5. VIZUÁLNÍ KONTROLA KONSTRUKCE

Vizuální kontrola byla provedena za účelem odhalení případných zjevných poruch konstrukce. Vizuální prohlídka byla provedena z volně přístupných ploch, třídy z důvodu provozu nebyly navštíveny.

Vizuální kontrolou nebyly zjištěny vady a ani jiné projevy poukazující na nedostatečnou únosnost nebo tuhost nosné konstrukce objektu. Vizuální kontrolou nebyly odhaleny statické trhliny konstrukce střechy ani viditelné zvýšené průhyby.

6. STROPNÍ KONSTRUKCE

6.1. Původní dokumentace

Konstrukční část původní dokumentace [11] obsahuje výkres výztuže trámků stropu. Popis stropu dle dokumentace je uveden v předchozím odstavci. Stropní trámy jsou železobetonové průřezu pod deskou 105 x 200 mm v základním osovém rastru 500 mm.

Beton stropu je B250.

Použitá ocel výztuže je 10216 (třmínky) a 10335.

Výztuž trámků při spodním líci v prostřední části objektu (prováděná sonda v rámci posudku [10]) je dle dokumentace 2 x J12 + 1 x J10. Ve všech trámech objektu jsou použity při spodním povrchu dle původního návrhu 3 pruty, dva krajní pruty tvoří systémový svařovaný žebříček, vnitřní prut tvoří doplňkovou vázanou výztuž. V krajních pavilonech byl navržen doplňkový prut J10 a J18 dle typu trámu. U konzol je použita nosná nadpodporová výztuž.

V krajních pavilonech jsou trámy stropních konstrukcí nad 1.NP a 2.NP dle dostupné původní dokumentace shodné.

Z hlediska uvažovaného zatížení na stropní konstrukci je v podkladech pouze statický návrh základových konstrukcí, kde je uvažováno následující zatížení střešní konstrukce:

asfaltová hydroizolace	20,0 kp	≈	0,20 kN/m ²
cementový potěr 3cm	69,0 kp	≈	0,69 kN/m ²
betonová mazanina ve spádu	125,0 kp	≈	1,25 kN/m ²
vlastní hmotnost stropu	250,0 kp	≈	2,50 kN/m ²
nahodilé zatížení	75,0 kp	≈	0,75 kN/m ²

6.2. Průzkum konstrukce v rámci posudku [10]

V rámci posudku [10] byly pracovníky společnosti DEKPROJEKT s.r.o. provedeny sondy do skladby střešní konstrukce a na jednom trámu byla ověřena výztuž, v té době ještě bez znalosti dodatečně dohledaných podkladů v podobě konstrukční části původní dokumentace.

V rámci průzkumu byly pomocí skenů ověřeno pnutí trámů stropu. To odpovídá původní dokumentaci.

Sondou ze spodního líce byla ověřena spodní výztuž jednoho trámu ve středovém pavilonu a jeho geometrie. Geometrie přibližně odpovídá navrhovanému dle původní dokumentace. V rámci průzkumu nalezená podélná výztuž trámu odpovídá výztuži dle původní dokumentace.

Provedeným průzkumem byla ale zjištěna zcela odlišná skladba střechy. Pravděpodobně rovnou při výstavbě byla provedena dvouplášťová střecha s neprovětrávanou vzduchovou mezerou. Tato skladba byla následně okolo roku 2009 dodatečně zateplena. Dle provedeného průzkumu v rámci posudku [10] byla zjištěna následující skladba střechy:

vrstva	tloušťka [m]	obj. tíha [kN/m ³]	tíha [kN/m ²]
souvrství asfaltových pásů	9	14,0	0,13
tepelná izolace MVC	200	2,0	0,40
původní souvrství asfaltových pásů	25	14,0	0,35
calofrigové desky (* tl. upravena)	65	7,5	0,49
distanční příčná žebra	200	1,3	0,25
původní izolace	50	0,5	0,03
nosná stropní konstrukce	285	8,8	2,50
omítka	20	18,0	0,36
CELKEM			4,50

6.3. Uvažované zatížení dle platných norem

Při plánovaném přetížení konstrukce je nutné posoudit konstrukci z hlediska stávajících platných norem. Rozhodující je uvažované zatížení sněhem stávajících objektů dle [3]. Předmětný objekt se dle této normy nachází na rozhraní mezi II. a III. sněhovou oblastí. Dle internetové upřesňující aplikace <https://clima-maps.info/snehovamapa/> je charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi v místě objektu $s_k = 0,93 \text{ kN/m}^2$. Jedná se tedy o II. sněhovou oblast. Minimální požadovaná hodnota zatížení sněhem na ploše střechy objektu je

$$s_k = 0,8 \times 0,93 \text{ kN/m}^2 = 0,744 \text{ kN/m}^2.$$

7. ZHODNOCENÍ MOŽNÉHO PŘÍTÍŽENÍ

Vizuální kontrolou nebyly zjištěny projevy poukazující na nedostatečnou únosnost konstrukce střechy.

Střešní konstrukce byla již okolo roku 2009 minimálně jednou přitížena dodatečnými vrstvami. Hlavní nosná konstrukce střechy **krajních dvoupodlažních pavilonů** byla dle dostupných podkladů navržena na větší zatížení, než na konstrukci působí. Konstrukce byla v běžném podlaží navržena na celkové charakteristické zatížení bez vlastní tíhy stropu $4,15 \text{ kN/m}^2$ (podlaha $1,15 \text{ kN/m}^2$, příčky $1,0 \text{ kN/m}^2$, nahodilé $2,0 \text{ kN/m}^2$), zatímco zjištěné skutečné charakteristické zatížení působící na střešní konstrukci je $2,75 \text{ kN/m}^2$ (skladby $2,0 \text{ kN/m}^2$, nahodilé $0,75 \text{ kN/m}^2$). **Rezerva v únosnosti stropní desky krajních pavilonů je tedy dostatečná pro běžnou instalaci FVE panelů.**

V rámci **hospodářského pavilonu** bylo provedeno zjednodušené posouzení, viz odstavec 0. **Rezerva v únosnosti nosné části stropní konstrukce středového pavilonu je také dostatečná pro běžnou instalaci FVE panelů (maximální celková tíha FVE je uvažovaná $0,5 \text{ kN/m}^2$).**

Problematické ale vidím využití horní skladby střechy. Uložení podkonstrukce FVE panelů na skladbu tvořenou z dodatečné MVC izolace uložené na křemelinových střešních deskách nepovažuji za vhodné. Pro případné osazení konstrukce na tuto skladbu je nutné ověřit proveditelnost z hlediska tuhosti použité vaty ve vztahu k životnosti horního hydroizolačního souvrství a také vhodnosti osazení na křemelinové desky. K tomuto je nutné případně provést dodatečnou diagnostiku včetně posouzení konkrétního systému FVE.

Alternativně doporučuji zvážit s přihlédnutím k životnosti stávajícího hydroizolačního souvrství kompletní rekonstrukci střechy spočívající v odstranění stávajících skladeb až na nosnou konstrukci a vytvoření nové skladby dle soudobých standardů včetně klasické instalace FVE panelů.

Jako poslední možnost se nabízí provedení ocelové podkonstrukce uložené pouze lokálně na nosných konstrukcích objektu. Pro minimalizaci prostupů doporučuji provést osazení v rastu nosných stěn. Tato realizace mi ale z důvodu provedení masivní ocelové konstrukce a obtížného provádění prostupů a kotvení této konstrukce k původní konstrukci nepřipadá jako vhodná.

7.1. Zjednodušené posouzení trámu hospodářského pavilonu dle ČSN EN 1992-1-1

uvažované zatížení	$g_k =$	4,5 kN/m ²
	$q_k =$	0,75 kN/m ²
	$q_{FVE} =$	0,5 kN/m ²

NÁVRHOVÉ VNITŘNÍ SÍLY

rozpon	$L =$	6,00 m	$M_{Rd} =$	17,89 kN.m
osová vzd. nosníků	$a =$	0,5 m	$V_{Rd} =$	11,93 kN

Podrobné posouzení OHYB: ČSN EN

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 304,7 / (155 \times 222,3) = 0,00884$$

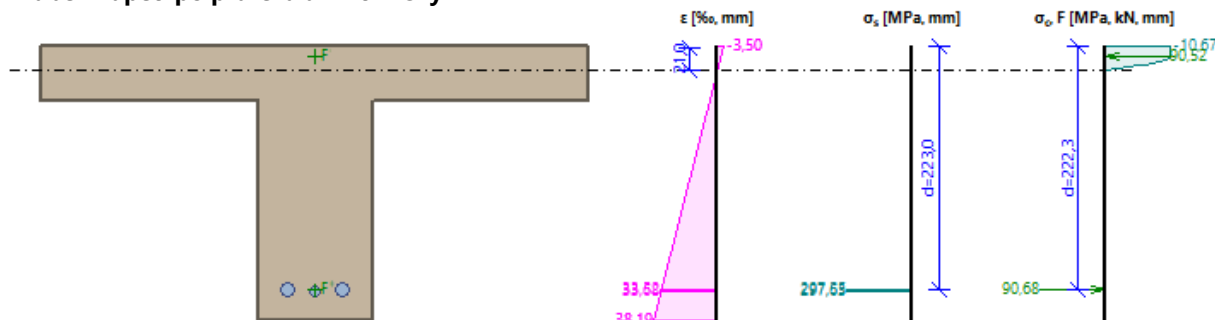
$$\rho_s = A_s / A_c = 304,7 / 46\,000 = 0,00662$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 1,9 / 325; 0,0013) = \max(0,00152; 0,0013) = 0,00152$$

$$\rho_{s,t} = 0,00884 \geq \rho_{s,min} = 0,00152 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00662 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vlákních průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 38,19 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 33,52 ‰

Největší deformace ve výztuži: 33,68 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlacené části průřezu: $x =$ 21,0 mm

Efektivní výška průřezu: $d =$ 223,0 mm

$$\xi = 0,09 \leq \xi_{max} = 0,68 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 17,89 \leq M_{Rdy} = 19,36 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 92,4 %

Podrobné posouzení SMYK: ČSN EN

Použit model náhradní příhradoviny

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 222,3)}; 2) = \min(1,949; 2) = 1,949$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(304,7 / (105 \times 222,3); 0,02) = \min(0,0131; 0,02) = 0,0131$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,949^{1,5} \times \sqrt{16} = 0,381 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,949 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,0131 \times 16); 0,381}) \times 105 \times 222,3 = 15,03 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 11,92 \text{ kN} \leq V_{Rdc} = 15,03 \text{ kN} \Rightarrow \text{Pouze konstrukční smyková výztuž.}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 79,3 %

8. ZHODNOCENÍ, ZÁVĚR

Shrnutí stávajícího stavu a možností osazení FVE panelů je uvedeno v předchozích odstavcích této zprávy.

Toto vyjádření je platné pouze pro přetížení střechy FVE panely, neplatí to pro jiná přetížení, jako jiné technologie a skladby, kde je nutné uvažovat s jiným užitným zatížením!

Posudek vychází z informací a podkladů, které jsme měli v době zpracování k dispozici. V případě zjištění jiných skutečností, než které jsou předpokládány v posudku, je nezbytné tento nový stav znovu posoudit. V případě, že se zjistí další skutečnosti související s objektem, o kterých jsme v době vyhotovení posudku neměli informace, vyhrazujeme si právo na změnu závěrů této zprávy.

V Praze dne 29.12.2023

Ing. Richard Valenta, Ph.D.