

Technické zhodnocení stavby

Posouzení střech budov pro FVE ZŠ EDVARDA BENEŠE



Zpracoval: **Ing. Tomáš Kovalovský a kolektiv autorů**

Email: tomas.kovalovsky@lambdaenergy.cz

Tel.: +420 725 628 929

Dne: 04.08.2025

NÁZEV DOKUMENTU:

Technické zhodnocení stavby

25-Z-024 Posouzení střech budov pro FVE ZŠ Edvarda Beneše

Verze 02

ZPRACOVATEL:

LAMBDA energy s.r.o.

Oldřichova 106/49, 128 00 Praha 2
IČO: 17171946, DIČ: CZ17171946
www.lambdaenergy.cz

ABSTRAKT:

Předmětem této dokumentace je Technické zhodnocení stavby v rámci posouzení střechy budovy ZŠ Edvarda Beneše v ulici Edvarda Beneše 961/2 Opava, pro možnou instalaci FVE. Součástí je předběžné stavebně konstrukční posouzení za účelem provedení návrhu vhodného řešení pro FVE.

AUTORSKÝ KOLEKTIV:

Ing. Tomáš Kovalovský

Ing. Ivo Lobodáš

Ing. Karel Čajka

Ing. Jindřich Cendelín

HISTORIE VERZÍ:

Verze	Datum	Popis změny	Autor
00	04.08.2025	Prvotní dokument	J.Cendelín
01	09.09.2025	Doplnění stavebně-konstrukčního hodnocení	K. Čajka
02	22.09.2025	Zpracování připomínek zadavatele	J. Cendelín

Obsah

1. Úvod	4
<i>Identifikační údaje:</i>	4
2. Popis stávajícího stavu budovy	4
2.1. Stavba obecně	4
2.2. Svislé nosné konstrukce	5
2.3. Vodorovné nosné konstrukce	5
2.4. Střecha a střešní plášť	5
<i>Skladba střešní konstrukce - budova učeben:</i>	5
3. Návrh stavebního záměru FVE	6
4. Zhodnocení střešní konstrukce	6
5. Variantní návrh řešení nosné konstrukce FVE	7
5.1. Varianta 1 Stávající stav + Ocelová konstrukce	7
5.2. Varianta 2 Stávající stav + detailní statický výpočet	7
5.3. Varianta 3 Změna skladby střešní konstrukce, odlehčení	8
6. Technicko ekonomické zhodnocení	9
7. Závěr a doporučení	10
8. Fotodokumentace	11

Seznam použitých podkladů

- [01] Posouzení střešní únosnosti pro umístění FVE panelů, Projekční kancelář INFO Home, 28.02.2024
- [02] Lokalizace netěsnosti, Roman Kučera, 19.08.2024
- [03] Instalace fotovoltaické elektrárny na střechu základní školy Edvarda beneše; Bc. Lukáš Bělíček 01/2024
- [04] Provedení sond LAMBDA energy, uvedeno v posouzení, 5.8.2025

1. Úvod

Identifikační údaje:

Název akce:

Posouzení střech budov pro FVE ZŠ EDVARDA BENEŠE

Zadavatel:

Statutární město Opava, Horní náměstí 382/69 74601 Opava

IČ: 25157337, DIČ: CZ 25157337

Zpracovatel:

LAMBDA energy s.r.o., Oldřichova 49, 128 00 Praha 2

IČ: 00300535 DIČ: CZ00300535

Zadání:

Předmětem je vypracování posudku a podkladu pro zadání projektu realizace FVE na ZŠ Edvarda Beneše, Edvarda Beneše 961/2 Opava p.č. st 1487 v k.ú Kateřinky u Opava

2. Popis stávajícího stavu budovy

2.1. Stavba obecně

Řešeným objektem je ZŠ Edvarda Beneše, která se nachází na ulici Edvarda Beneše 961/2 Opava p.č. st 1487 v k.ú Kateřinky u Opava.

Objekt ZŠ Edvarda Beneše byl postaven v roce 1974

Základní škola je skupina vzájemně propojených dvoupodlažních a třípodlažních staveb / pavilonů. Budovy prošly rekonstrukcí v podobě zateplení obálky budovy, výměny okenních a dveřních výplní a oprava zpevněných ploch. Rekonstrukce proběhla v roce 2021.

Pavilóny základní školy jsou obdélníkového tvaru o půdorysných rozměrech jednotlivých budov a to

- pavilon „A“ cca 19,20 x 63,00 m,
- pavilon „B“ cca 21,80 x 41,25 m,
- pavilon „C“ cca 12,20 x 63,00 m a
- pavilon „D“ cca 16,70 x 47,00 m.

Zastavěná plocha budov základní školy je 5 486 m².



Objekty ZŠ Edvarda Beneše

2.2. Svislé nosné konstrukce

Konstrukční systém tvoří montovaný železobetonový skelet konstrukčního systému typu MS-OB.

Rámová konstrukce je tvořena sloupy obdélníkového průřezu rozměru 600x400 mm.

Obvodový plášť je tvořen pěnositilátovými panely tl. 250 mm, vnitřní ztužující stěny a schodišťové stěny tl. 160 mm, příčky tl. 80 mm.

2.3. Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné konstrukce jsou tvořeny plošnými průvlaky, které mají rozpon 4,8 a 6 m. Kolmo na průvlaky jsou uloženy dutinové stropní panely o rozponu 6 a 7,2 m a tl. 250mm.

2.4. Střecha a střešní plášť

Střešní konstrukce je tvořena plochou jednopláštovou střechou, spádovaná k vnitřním střešním vtokům.

Součástí stavebně technického posouzení bylo provedení sondy S1. Sonda ověřily skladbu střešní konstrukce. Sonda S1 byla provedena na pavilonu „A“. Protokol z provedené sondy je v příloze této zprávy.

Skladba střešní konstrukce - budova učeben:

- Asfaltový pás tl. 10 mm celoplošně nataven
- Tepelná izolace EPS 100S tl. 240 mm
- Betonová mazanina tl. 80 - 100 mm
- Struskový násyp tl. 260 mm
- ŽB dutinový panel tl. 250 mm

3. Návrh stavebního záměru FVE

Na dané střešní konstrukci ZŠ Edvarda Beneše na ulici Edvarda Beneše 961/2 má být provedena instalace fotovoltaického zdroje dle zadání uvedeném v dokumentu [03].

Montáž konstrukce FVE panelů se uvažuje pomocí standardní AL konstrukce pro fotovoltaické panely. Detailní systém kotvení je definován na ocelovou konstrukci z profilů HEB 220. Dále bude řešeno projektem formou Design & Build.

Přívodní kabeláž ze střešní konstrukce bude svedena do místnosti s rozvaděči, kde bude umístěna technologie FVE. Komplexní návrh FVE technologie bude odpovídat požadavkům PBR, případné prostupy budou řešeny protipožárními ucpávkami.

V době prohlídky obvodové a střešní konstrukce byl již v roce 2024 vyhotoven posudek Posouzení střešní únosnosti pro umístění FVE panelů [01] pro zatížení dané konstrukce FVE panely a Lokalizace netěsností střešní konstrukce [02] a dokumentace pro FVE [03].

4. Zhodnocení střešní konstrukce

Byly provedeny sonda S1 za účelem i) zjištění souvrství střešního pláště a za účelem ii) zhodnocení stavu stavebních konstrukcí. Skladba souvrství střešního pláště je uvedena v kapitole 2.4.

Zjištění 0: Některé závěry, zejména skladba souvrství střešního pláště, se neshoduje s aktuálně zjištěným stavem oproti posudku, který byl proveden v roce 2024, viz [01].

Zjištění 1: *Střešní plášť vykazuje poruchy jak v ploše, tak u atikové konstrukce.* Tento stav vyžaduje celkovou rekonstrukci střešní konstrukce a to minimálně v rozsahu výměny hlavní hydroizolační vrstvy s vyspravením atikových částí.

Zjištění 2: *Dále z důvodu poškození/poruchy plochy střešního pláště dochází ke vzniku vlhkosti ve střešní skladbě či k případnému výskytu vody v souvrství.*

Vzhledem k této skutečnosti se nedoporučuje provést montáž FVE panelů na danou konstrukci, do doby než proběhne rekonstrukce střešního pláště alespoň v minimálním rozsahu.

Zjištění 3: *Součástí střešní konstrukce je i nosný železobetonový dutinový panel, který na hlavním objektu vykazuje havarijní stav a to nejméně na 10% své plochy.* V rámci tohoto zjištění není doporučována montáž FVE na střešní konstrukci do doby provedení sanačních prací [02]

Zjištění 4: Původní návrh uvažuje realizaci FVE na ocelové prvky kotvené na rozpon sloupového systému. Na tyto prvky má být dle statického výpočtu kotvena konstrukce FVE. Nebylo uvažované žádné plošné zatížení střechy.

Podrobný statický výpočet stropní konstrukce ZŠ Edvarda Beneše v původním posudku [01] nebyl proveden. Bylo provedeno pouze konstatování, že *Dle tabulkových hodnot je dodatečné zatížení (užitné zatížení) na hodnotě 1,8-2,15 kN/m². Sněhové zatížení v dané oblasti (Opava Kateřinky) je 0,82 kPa.*

Projektová dokumentace FVE [03] se nezabývala posouzením únosnosti stávající konstrukce střechy. Bylo navrženo umístění FVE samostatnou ocelovou konstrukci. Ocelová konstrukce má být uložena na stávající střešní plášť. V posouzení není řešeno **jak** - i) zda má být ocelová konstrukce uložena na střešní plášť, nebo ii) zda má být ocelová konstrukce osazena a kotvena na nosnou konstrukci v místě sloupového rastru. Není tedy řešen dopad na nosnou konstrukci střechy, a zatížení větrem na nově navrženou konstrukci. Není tedy zřejmé, zda je toto řešení vůbec realizovatelné.

5. Variantní návrh řešení nosné konstrukce FVE

5.1. Varianta 1 Stávající stav + Ocelová konstrukce

Popis technického řešení:

Nosná konstrukce střechy bude ponechána ve stávající skladbě.

1. Bude provedena oprava plochy střešní konstrukce nastavením nového SBS pásu s vrchním hrubozrnným posypem tl. 5,2 mm a vyspravení atikových částí. Před montáží nového pásu bude provedena montáž penetrační asfaltové emulze.
2. Z důvodu následné montáže FVE, musí stávající souvrství pás splňovat podmínku Broof T3. Tuto charakteristiku splňuje pouze do tl. Polystyrenu 200mm. Proto je nutné provést detailní výpočet, který nebyl zadáním této zprávy.
3. Následně bude provedena montáž ocelové konstrukce dle původního návrhu. Tj. Osazení ocelové nosné konstrukce z profilů HEB 220 a následně bude provedena montáž FVE panelů na hliníkové profily pomocí středových a krajních hliníkových úchytek.

Předpokládané přetížení uvažujeme FVE panely 25 kg/m² včetně hliníkové konstrukce + hmotnost samotných ocelových prvků, odhadem cca 71,5 - 100 kg/m² FV POLE.

Dílčí závěr:

Tato varianta je řešena dílčím návrhem dle projektové dokumentace [03]. Z dokumentace nevyplyvá, zda je staticky schůdná, neobsahuje statický výpočet (resp. nebyl předložen), ani způsob uložení pomocné ocelové konstrukce na střechu. Není tedy jasné zda bude uloženo na střešní plášť, nebo bude kotveno nad sloupovým systémem.

Návrh neřeší havarijní stav samotné stavební konstrukce.

Kvalifikovaný odhad cenových nákladů:

Cenové náklady opravy krytiny jsou odhadem cca 500 Kč/m² tj. s menší rezervou cca 3 mil Kč na celou plochu střech.

Ocelová konstrukce s úpravou střešního pláště odhad 1500 Kč/m² plocha pro instalaci FVP, odhad plochy 2000 m² tedy cca 3 mil. Kč.

5.2. Varianta 2 Stávající stav + detailní statický výpočet

Popis technického řešení:

Nosná konstrukce střechy bude ponechána ve stávající skladbě.

1. Provedení detailního statického výpočtu pro FVE.
2. Bude provedena oprava plochy střešní konstrukce nastavením nového SBS pásu s vrchním hrubozrnným posypem tl. 5,2 mm a vyspravení atikových částí. Před montáží nového pásu bude provedena montáž penetrační asfaltové emulze.
3. Provedení sanace nosné konstrukce ŽB částí nosné konstrukce. Toto obnáší provedení detailního průzkumu stavu stropní konstrukce v prostoru podhledů. Vyhotovení projektové dokumentace sanace a nakonec provedení sanace samotné / reprofilace ŽB.
4. Montáž konstrukce FVE panelů pomocí standardní AL konstrukce pro fotovoltaické panely, typová samozátěžová. Provedení balastní zátěže s plošným rozložením balastní zátěže.

Předpokládané zatížení FVE od panelů je uvažováno 75 kg/m² včetně hliníkové konstrukce a balastní zátěže (FV panel 29 kg / ks + 4x dlažba DITON 27kg = 137 kg / panel o rozměru 1,1 x 1,95m = 2,145 m² = 63,87 kg/m² , zaokrouhleno na 75 kg/m²).

Dílčí závěr:

Za předpokladu, že stavební konstrukce je zcela v pořádku, pak by realizace FVE měla být běžně realizovatelná. Navrhujeme provést nejprve detailní statický výpočet pro variantu 2 za účelem úplného vyloučení pochybností o způsobu této realizace.

Vzhledem k přítomnosti relativně tlusté betonové mazaniny a šterkových násypů se však tato varianta jeví jako staticky neschůdná, nicméně navrhujeme zadání statického posouzení.

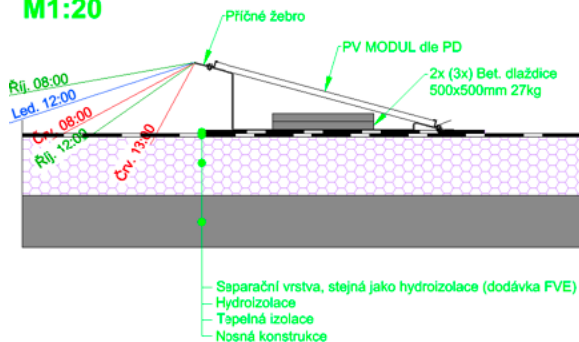
Pokud by se tato varianta ukázala jako schůdná, pak před vlastní realizací FVE je nutné řešit sanaci poškozených dutinových panelů a zajištění jejich statické únosnosti.

Kvalifikovaný odhad cenových nákladů:

Cenové náklady opravy krytiny jsou odhadem cca 500 Kč/m² tj. s menší rezervou cca 3 mil Kč na celou plochu střech.

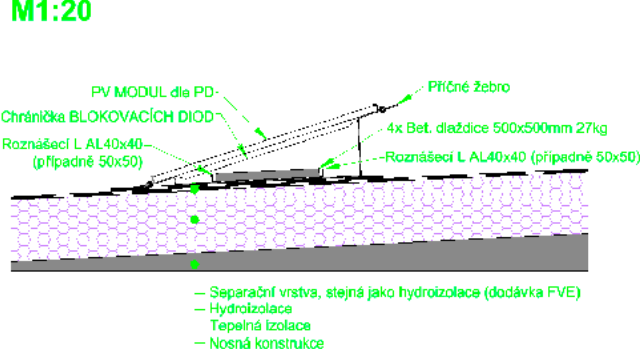
Sanace stavebních železobetonových konstrukcí odhad 3500 Kč/m² plocha pro instalaci FVP, odhad plochy 2000 m² tedy cca 7 mil. Kč.

Detail uložení FV panelů
Pro uložení bude použita certifikovaná nosná konstrukce
M1:20



Konstrukce s balastní zátěží - bodové zatížení

Detail uložení FV panelů
Pro uložení bude použita certifikovaná nosná konstrukce
M1:20



Konstrukce s balastní zátěží - plošné zatížení

5.3. Varianta 3 Změna skladby střešní konstrukce, odlehčení

Popis technického řešení:

Principem je provedení generelní opravy střechy. Ze statických, ale i technických důvodů by bylo vhodné provést odlehčení stávající střešní konstrukce, jejíž střešní plášť je v havarijním stavu + Dutinové střešní panely vykazují poruchy v 10% své plochy.

Aby bylo zajištěno odlehčení, bude nutné provést úplné odtěžení stávajícího souvrství až na nosný panel, provedeny nezbytné sanace stavení konstrukce a provedena realizace nového souvrství střešního pláště.

Tím dojde k náhradě původních spádových vrstev tvořenými šterkovými materiály a betonovou mazaninou za spádové vrstvy tvořené z tepelné izolace.

Před samotnou montáží FVE panelů dojde k odtěžení stávající skladby střešní konstrukce, až na nosný stropní panel. Následně dojde k montáži nové skladby střešní konstrukce.

Montáž konstrukce FVE panelů se uvažuje pomocí standardní AL konstrukce pro fotovoltaické panely, typová samozátěžová. Jednotlivé panely budou kotveny k hliníkovým profilům pomocí středových a krajních hliníkových úchytek. Provedení balastní zátěže s plošným nebo bodovým rozložením.

Předpokládané přitížení FVE panely je uvažováno 75 kg/m² včetně hliníkové konstrukce + hmotnost balastní zátěže.

Předpokládané zatížení FVE od panelů je uvažováno 75 kg/m² včetně hliníkové konstrukce a balastní zátěže (FV panel 29 kg / ks + 4x dlažba DITON 27kg = 137 kg / panel o rozměru 1,1 x 1,95m = 2,145 m² = 63,87 kg/m² , zaokrouhлено na 75 kg/m²)

Předpokládaná hmotnost odtěženého materiálu je

Betonová mazanina = 1 m² x 0,1 m x hmotnost betonu 2500 kg/m² = 250 kg / m².

Struskový násyp = 1 m² x 0,26 m x hmotnost kačírku 2100 kg/m² = 546 kg / m².

Celkem 796 kg / m².

NÁVRH NOVÉ SKLADBY STŘEŠNÍ KONSTRUKCE:

- Hydroizolace - fólie mPVC mechanicky kotvená tl. Min. 1,6 mm Broof T3
- Separační vrstva ze skelného rouna min. 120g/m²
- EPS 150S v celkové tl. 200 mm ve dvou vrstvách
- Čedičová izolace tl. 100mm
- Spádové klíny z EPS 150 S, ve spádu 3%
- Asfaltový SBS modifikovaný pás tl. Min. 4 mm
- Rychle schnoucí asfaltový penetrační nátěr
- Vysprávka betonovou směsí
- Stávající stropní panel

Vzhledem k odtěžení stávajícího souvrství a následné provedení nové skladby bude atika výškově ponechána. Pouze bude provedeno její vyspravení a následné zateplení.

Dílčí závěr:

Varianta je technicky i staticky schůdná. Vyžaduje však objemné stavební práce, které souvisejí s odtěžením stávající skladby střešní konstrukce, její ekologické likvidace a následně montáže nového souvrství střechy.

Varianta 3 je výhradně na straně bezpečnosti stavební konstrukce z hlediska zamezení dalších škod případně havárie stavební konstrukce.

Kvalifikovaný odhad cenových nákladů:

Odhad nákladů na demontáž stávajícího souvrství je cca 2400 Kč/m². Odhad nákladů nového souvrství je cca 3500 Kč/m². Celkové náklady opravy všech střech jsou 5900 Kč x 5486 m² + DPH = cca 39,2 mil Kč.

Varianta je ekonomicky náročná.

6. Technicko ekonomické zhodnocení

Celkem jsou navrženy k realizaci 3 varianty řešení.

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Technické řešení	Zachování původní střechy + nosné profily na celý rozpon do sloupového systému	Zachování původní střechy + provedení detailního statického posouzení střešní konstrukce. Použití systému s plošným rozložením balastní zátěže	Náhrada souvrství střešního pláště, odlehčení původní konstrukce + Použití standardního systému pro neinvazivní kotvení s balastní zátěží.
Kvalifikovaný odhad cenových nákladů	6,0 mil Kč. Nevyžaduje okamžitou sanaci stropních panelů.	7,0 mil. Kč	39,2 mil. Kč všechny střechy.
Vyhodnocení	1.	2.	3.

7. Závěr a doporučení

Preferujeme provést nejprve detailní statický výpočet pro variantu 1 za účelem úplného vyloučení pochybností o způsobu této realizace.

Dále potvrzujeme závěr z předcházející studie, že NEDOPORUČUJEME realizaci FVE bez provedení koncepčních oprav střešního pláště. Navíc je nutné provedení statického zajištění / sanace poškozených stropních panelů.

Jako nejpravděpodobnější Variantu vidíme **Variantu č. 1 s pomocnou ocelovou konstrukcí.**

Jako další postup doporučujeme

1. Provedení detailního statického výpočtu Varianty 1. Může být součástí Design & Build dokumentace.

Dále nad rámec Varianty č. 1 v gesci mesta Opava, řešené jako samostatnou investiční akci.

2. Provedení detailního zmapování míry poškození stavebních stropních dílců
3. Vyhotovení projektu sanace stropní konstrukce
4. Provedení sanace stropních konstrukcí.

8. Fotodokumentace



Obrázek 1 - Stávající střešní konstrukce



Obrázek 2 - Atiková konstrukce střechy



Obrázek 3 - Střešní vpust



Obrázek 4 - Střešní konstrukce s SBS pásem




Obrázek 7 - Výlěz

Obrázek 6 - Světlíky



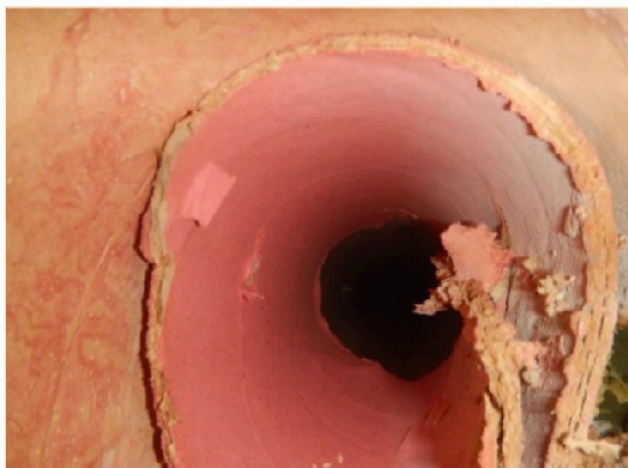
Obrázek 5 Stav stropních panelů nosné konstrukce střechy

SONDA S1

Identifikace stavby	ZŠ Edvarda Beneše, Edvarda Beneše 961/2 Opava		
Identifikace sondy	Střecha Budovy A, jižní část		
			
Zhotovitel	LAMBDA energy s.r.o., Oldřichova 49, 128 00 Praha 2 IČ: 00300535 DIČ: CZ00300535		
Sondu provedl	Ing. Ivo Lobodáš Ing. Jindřich Cendelín Patrik Kuča	Dne	31.8.2025
Povětrnostní podmínky	Polojasno 19-21°C. V době provedení sond bez deště.		
Zjištěná skladba	Asfaltový pás	10 mm	Zjištěno sondou
	Tepelná izolace EPS 100 S	240 mm	Zjištěno sondou
	Betonová mazanina	80 - 100 mm	Zjištěno sondou
	Struskový násyp (spádová vrstva)	260 mm	Zjištěno sondou
	ŽB dutinkový panel	250 mm	Z projektové dokumentace
	Celkem tloušťka	870 mm	
Slovní komentář	<p>Střešní konstrukce je tvořena plochou jednoplášťovou střechou, spádovaná k vnitřním střešním vtokům. Střešní konstrukce prošla v roce 2011 rekonstrukcí, kdy došlo k zateplení střešní konstrukce včetně výměny střešní hydroizolace.</p> <p>Stávající střešní konstrukce je řešena jako jednoplášťová s jednotlivými vrstvami s finální krytinou PVC Fatrafol.</p> <p>Zjištění 1: Střešní konstrukce vykazuje poruchy jak v ploše, tak u atikové konstrukce. Tento stav vyžaduje celkovou rekonstrukci střešní konstrukce a to minimálně v rozsahu výměny hlavní hydroizolační vrstvy s vyspravením atikových částí.</p> <p>Zjištění 2: Dále z důvodu poškození/poruchy plochy střešní konstrukce dochází ke vzniku vlhkosti ve střešní skladbě či k případnému výskytu vody v souvrství.</p> <p>Vzhledem k této skutečnosti se nedoporučuje provést montáž FVE panelů na danou konstrukci, do doby než proběhne rekonstrukce střešního pláště alespoň v minimálním rozsahu.</p> <p>Zjištění 3: Součástí střešní konstrukce je i železobetonový dutinový panel, který na hlavním objektu vykazuje havarijní stav a to nejméně na 10% své plochy.</p>		



Fotodokumentace z provedené sondy



Stav stropních panelů nosné konstrukce střechy