

STAVBA:	POSOUZENÍ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE NA NOVOU POKLÁDKU FVE PANELŮ  Do Nového, Pardubice, pozemek parc. č. 4769, 4882/3		
STAVEBNÍK:	Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola Pardubice, Karla IV. 13 Pardubice, 530 02 Pardubice		
PROJEKTANT:	KRSTATIC s.r.o  Korunní 2569/108, PSČ 101 00  IČO: 08 25 7299,  <i>hozman.tomas@krstatic.com</i>		
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT:	Ing. Tomáš Fremr Ph.D., ČKAIT 0201989		
VYPRACOVAL:	Ing. Tomáš Hozman		RAZÍTKO, PODPIS:
ČÁST:	Stavebně konstrukční řešení		
STUPEŇ:	Statické posouzení		
DATUM:	10/2022	Č. ZAKÁZKY:  22085	
MĚŘÍTKO:	--		ČÍSLO VÝKRESU:
NÁZEV VÝKRESU:	TECHNICKÁ ZPRÁVA		A

<b>1.</b>	<b>Rozsah dokumentace</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Konstrukční systém stavby a průzkumy</b>	<b>3</b>
2.1.	Konstrukční systém stavby	3
<b>3.</b>	<b>Navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky</b>	<b>6</b>
3.1.	Materiály	6
3.2.	Hlavní konstrukční prvky – konstrukční systém stavby	6
3.2.1.	Stabilita objektu	6
3.3.	Mechanická odolnost a stabilita	6
3.3.1.	Zřícení stavby nebo její části	6
3.3.2.	Větší stupeň nepřístupného přetvoření	6
3.3.3.	Poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině	6
3.4.	Zásady návrhu a provádění	7
3.4.1.	Návrhová životnost	7
3.4.2.	Deformace nosných konstrukcí	7
<b>4.</b>	<b>Zatížení</b>	<b>7</b>
4.1.	Stálá a užitná zatížení	7
4.2.	Klimatická zatížení	8
4.2.1.	Zatížení sněhem	8
4.2.2.	Zatížení větrem	8
4.2.3.	Přírodní seismická	8
4.3.	Dynamické zatížení	8
4.4.	Kombinace zatížení	8
<b>5.</b>	<b>Použité podklady a normy</b>	<b>9</b>
5.1.	Podklady	9
5.2.	Normy a technické předpisy	9
5.2.1.	Navrhování konstrukcí a zatížení	9
5.2.2.	Železobetonové konstrukce	9
5.2.3.	Ocelové konstrukce	9
5.2.4.	Dřevěné konstrukce	9
5.2.5.	Speciální zakládání	10
5.2.6.	Zemětřesení	10
5.3.	Odborná literatura	10
5.4.	Software	10
<b>6.</b>	<b>Závěr</b>	<b>10</b>

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

### 1. ROZSAH DOKUMENTACE

Předmětem této části dokumentace je statické posouzení únosnosti a ověření zatížitelnosti (novou pokládkou FVE panelů) stávající střešní konstrukce školy v Pardubicích, ulice Do Nového.

### 2. KONSTRUKČNÍ SYSTÉM STAVBY A PRŮZKUMY

#### 2.1. Konstrukční systém stavby

ŽB monolitický rám s ŽB trémovým stropem:

Konstrukční systém:

Geometrie střechy:	Plocha, spád tvořen střešním souvrstvím
Nosná konstrukce střechy:	Jedná se o ŽB monolitický rám (sloupy 300x300 a příčle cca 300x500 (bez desky)). V jednotlivých patrech je provedena ŽB stropní deska s trámy. Deska uložena na příčle rámu (deska tl. 60 mm, trámy cca 150 x 350 (bez desky))

Zhodnocení stávajícího stavu: Na konstrukci byla v nedávné době zpracována konstrukční projektová dokumentace, kde byly veškeré problémy zhodnoceny a následně navrženy úpravy. Tato PD obsahuje pouze posudek na novou zatížitelnost střešní konstrukce.

Posouzení konstrukce:

V rámci posuzování konstrukce byly posouzeny nejzatíženější místa z jednotlivých prvků tvořící celý konstrukční systém, jmenovitě:

- 1) Posouzení ŽB desky tl. 60 mm
- 2) Posouzení ŽB trámy 150 x 420 mm (uvažován i s tloušťkou desky)
- 3) Posouzení ŽB průvlaku 300 x 550 mm (uvažován i s tloušťkou desky)

Jelikož se jedná o spojitý nosníky, byly konstrukce posuzovány jak v poli, tak nad podporou. Materiálové vlastnosti byly odhadnuty dle roku výstavby. Dle informací od správce budovy byl objekt postaven před II. Světovou válkou, v té době byla na území ČR platná norma ČSN 1090:1931, která pracovala s teorií dovoleného namáhání.

Koncepce výpočtu byla následující:

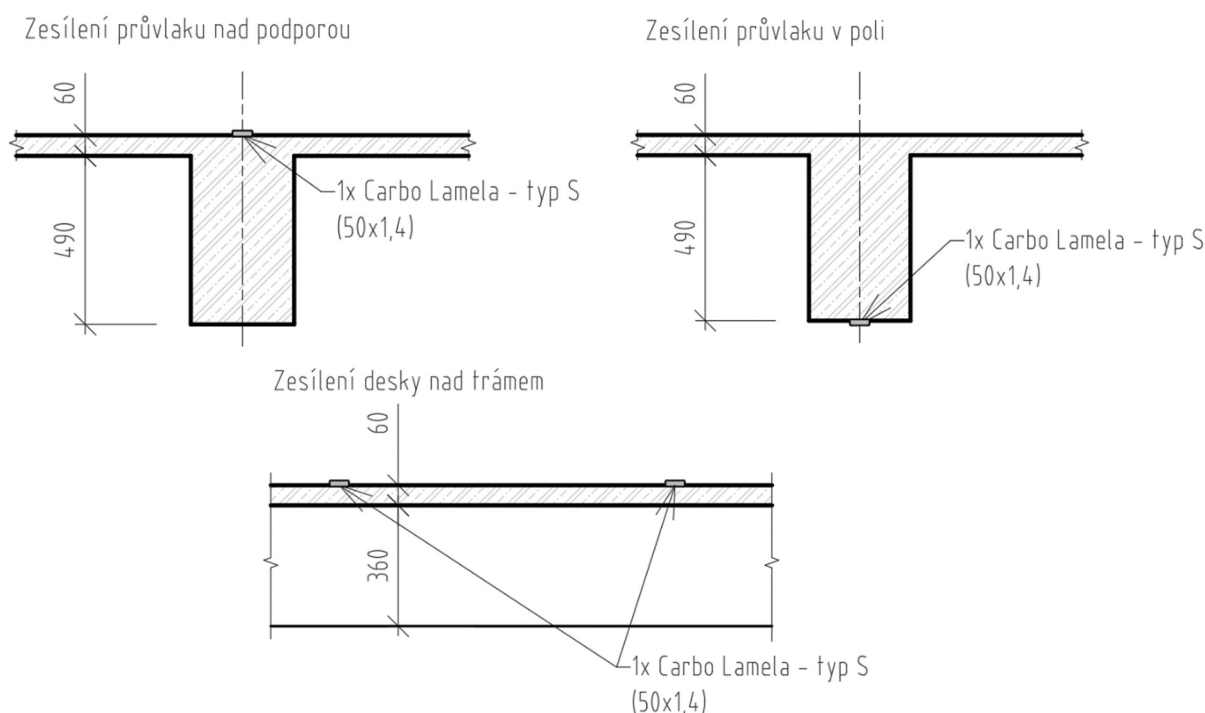
- 1) Zjištění vnitřních sil v konstrukci pro dva zatěžovací stavy
  - a. Zatížení, na které se dříve konstrukce navrhla (vlastní tíha, ostatní stálé, proměnné – údržba střechy/zatížení sněhem)
  - b. Maximální zatížení dle Eurokódu + pokládka FVE panely

- 2) Ze zatížení a byly vypočteny vnitřní síly, na které byla navržena výztuž metodou dovolených namáhání.
- 3) Navržena výztuž dle bod 2) byla posouzena podle stávajících platných norem – Eurokód 2 – Navrhování betonových konstrukcí, na nové zatížení b.
- 4) Prvky, které posouzením podle platných norem nevyhoví, musí být zesíleny. Zesílení bude provedeno pomocí uhlíkových lamel lepených při horním, nebo spodním povrchu zesilovaného prvku.
- 5) II. Mezní stav (průhyb konstrukce) byl dle stávajících platných norem zjednodušeně ověřen splněním kritérií pro mezní ohybovou štíhlost dílčích prvků.

Stávající střešní deska umožňuje osazení FVE panelů za předpokladu, že dojde k jejímu zesílení pomocí lepených uhlíkových lamel.

Předpoklady, které je nutné ověřit:

Při posuzování nebyly k dispozici skutečně materiálové vlastnosti použitých konstrukcí. **Předpokládá se** použitý **beton C16/20** (dříve značený jako  $f / 250 / III / B20$ ) a **výztuž s hladkým povrchem  $f_{yk} = 180 \text{ MPa}$** . Jelikož uvažují jednotlivé posudky ve statickém výpočtu s výztuží, která sice byla navržena podle metody dřívějších norem, ale není důkaz o jejím skutečném použití v dané konstrukci, je nutné provést následující ověření. Je **nutné** ověřit předpokládaný **typ betonu** (který musí být minimálně totožný s uvažovanou třídou), zároveň je **nutné** ověřit **množství a vlastnosti betonářské výztuže** v jednotlivých konstrukčních prvcích.



Obrázek 1 – Schéma zesílení jednotlivých prvků pomocí uhlíkových lamel

K technické zprávě je přiložen schématický náčrtek zesilování, podle kterého je nutné postupovat.

Výpočtem dle teorie dovolených namáhání bylo odhadnuto množství výztuže, které je nutné ověřit.

Deska – horní povrch: krytí  $c = 15$  mm, výztuž  $6\phi 6/\text{bm}$

Deska – dolní povrch: krytí  $c = 15$  mm, výztuž  $5\phi 6/\text{bm}$

Trámy – horní povrch: krytí  $c = 20$  mm, výztuž  $5\phi 10$

Trámy – dolní povrch: krytí  $c = 20$  mm, výztuž  $3\phi 12$

Průvlak – horní povrch: krytí  $c = 20$  mm, výztuž  $4\phi 16$

Průvlak – dolní povrch: krytí  $c = 20$  mm, výztuž  $4\phi 12$

Pozn.:

Horním povrchem rozumí se místo nad podporami při horním povrchu jednotlivých prvků, např. horní povrch trámy = horní povrch na styku průvlaku a trámy.

Dolním povrchem rozumí se místo v poli při dolním povrchu.

## 2.2. Obecný postup aplikace uhlíkových lamel

### Příprava podkladu:

Betonový povrch, na který se budou aplikovat CFRP lamely, musí být čistý. Otryskáním pískem, broky či broušením se musí odstranit všechny nečistoty jako je prach, olej, mastnota, nátěry atd. a musí se tak vytvořit tzv. mechanický klíč. Rovinatosti podkladu: na 2 m délky max. 10 mm a na 0,3 m délky max. 4 mm. Nerovné povrchy, které jsou mimo výše uvedené parametry, musí být vyrovnány použitím buď lepidla např. ResiFix 20 (v případě malých nerovností) nebo např. ResiFix WR (u větších poškození). Betonový podklad musí být ve stáří min. 28 dnů, bez veškerých nesoudržných a prachových částic. Hlavním předpokladem pro aplikaci uhlíko-vláknitých CFRP lamel je zhodnocení stavebního prvku. Stav podkladového povrchu musí zaručovat přenos zatížení mezi stavbou a lamelou. Existuje několik testovacích metod k zjištění, zda je kvalita betonového podkladu vhodná pro spojení s kompozitním materiálem. Nejvhodnější metodou je přilepení kovového terčíku na beton a jeho následné odtržení. Tato zkouška (zjištění skladby poruchy a hodnota zatížení při porušení) poskytuje důležité informace pro účely navrhování. Minimální odtrhová pevnost betonu je 1,5 MPa, požadovaná průměrná hodnota odtrhové pevnosti jsou 2 MPa.

### Aplikace:

Namíchání lepidla např. CarboResin přesně podle návodu od výrobce. Nanešení vrstvy lepidla o tloušťce 1 mm na betonový celek, odstranění snímatelné ochranné vrstvy z povrchu lamely a nanešení lepidla na lamelu. Pomocí speciálního nanášecího zařízení např. Sanax přípravků na lepidlo CarboResin. Zajistěte rovnoměrnou vrstvu lepidla ve výšce 2 mm. Takto připravenou

CarboLamelu umístěte na konstrukci a přitlačte pomocí speciálního válečku, až se lepidlo vytlačí okolo lamely. Následně se odstraní přebytečné lepidlo. Nastavte lamelu do vhodné polohy proti povrchu stavby a aplikujte dostatečným přitlačením. Ne pouze držením, ale i vytlačením veškerého vzduchu a přebytečného lepidla z lepicí zóny. Nakonec zakončete kraje odstraněním přebytečného lepidla. Nánavnost jednotlivých kroků při aplikaci musí být předem plánována, aby bylo zajištěno, že lepidlo i lamely budou aplikovány po dobu zpracovatelnosti lepidla. Je nezbytné zajistit, aby se dosáhlo úplného styku lepidla s oběma povrchy, které jsou spojovány.

### **3. NAVRŽENÉ VÝROBKY, MATERIÁLY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY**

#### **3.1. Materiály**

V rámci posudku jsou navrženy zesilující uhlíkové lamely ref. značka SANAX.

#### **3.2. Hlavní konstrukční prvky – konstrukční systém stavby**

##### 3.2.1. Stabilita objektu

Celková prostorová tuhost objektu je zajištěna konstrukčním uspořádáním jednotlivých ztužujících prvků, jak stávajících, tak případně dodatečně navrhovaných. Toto řešení vychází z optimalizace prostorového statického modelu.

#### **3.3. Mechanická odolnost a stabilita**

Mechanická odolnost a stabilita je prokázána statickými výpočty. Posouzení a návrh nové konstrukce je zpracován v souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN. Dimenze jednotlivých prvků byly navrženy a optimalizovány pomocí softwarů určených k řešení této problematiky.

##### 3.3.1. Zřízení stavby nebo její části

Konstrukce jako celek byla posuzovaná na základě zadaného zatížení odsouhlaseného investorem, které je v souladu s platnými normovými předpisy soustavy ČSN EN, a to tak, aby nedošlo k jejímu zřízení, nebo zřízení její části při provádění stavby a po celou dobu její životnosti. Zřízení stavby nebo její části se proto nepředpokládá.

##### 3.3.2. Větší stupeň nepřístupného přetvoření

Celá konstrukce byla posuzována tak, aby nepřekračovala po celou dobu životnosti stavby limitní deformace stanovené normovými předpisy soustavy ČSN EN. Větší stupeň nepřístupného přetvoření se proto nepředpokládá.

##### 3.3.3. Poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině

Nosná konstrukce byla posouzena dle platných normových předpisů. Do výpočtů byly zavedeny všechny normou požadované zatěžovací stavy, na jejichž působení je objekt navržen. Při výpočtu bylo zohledněno zatížení stanovené ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí v platném

znění, které může působit na konstrukci po dobu její realizace a životnosti. Poškození konstrukce se proto nepředpokládá.

### 3.4. Zásady návrhu a provádění

Konstrukce je posouzena podle norem ČSN EN. Vstupní data, kritéria návrhu a posouzení konstrukcí jsou uvedena v následujících bodech.

#### 3.4.1. Návrhová životnost

Objekt je dle ČSN EN 1990 zařazen do 4. kategorie (budovy bytové, občanské a další běžné stavby) s informativní návrhovou životností 50 let (článek NA.2.1.).

#### 3.4.2. Deformace nosných konstrukcí

Svislé deformace nosné konstrukce jsou omezeny ustanoveními norem:

- 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: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Vodorovné deformace nebyly omezovány v této části PD. Zpracovatel projektu upozorňuje na skutečnost, že všechny nosné prvky objektu budou vykazovat deformace, které vyhoví požadavkům dnes platných norem. Následně připojované stavební konstrukce a práce musí tyto průhyby respektovat.

## 4. ZATÍŽENÍ

### 4.1. Stálá a užitná zatížení

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

Užitné zatížení střechy je uvažováno charakteristickými hodnotami takto:

- Střecha nepřístupná 0,75 kN/m<sup>2</sup> – kategorie H
- FVE panely (hodnota dle investora) 0,45 kN/m<sup>2</sup>

Součinitel pro všechna stálá zatížení (vlastní tíha konstrukce, skladby atd.) je  $\gamma_g=1,35$ .

Součinitel zatížení pro užitná zatížení je  $\gamma_q=1,5$ .

## 4.2. Klimatická zatížení

### 4.2.1. Zatížení sněhem

Staveniště se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem v I. sněhové oblasti, pro kterou platí charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$ .

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je  $\gamma_q = 1,5$ .

### 4.2.2. Zatížení větrem

Uvažuje se dle: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Podle znění této normy se staveniště nachází v II. větrové oblasti, ve které se uvažuje výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$  a ve III. kategorii terénu.

Součinitel zatížení pro zatížení větrem je  $\gamma_q = 1,5$ .

### 4.2.3. Přírodní seismicita

Referenční špičkové zrychlení zájmové oblasti  $a_{gR} = 0,02g$

(dle mapy seizmických oblastí obr.NA.1. ČSN EN 1998-1)

Třída významu stavby: II tř. = obvyklé pozemní stavby

(dle tab.3.1 – Typy základových půd)

Součinitel významu  $\gamma_I = 1$

Typ základového prostředí: B

(dle tab.3.3 – Parametry popisující spektrum odezvy typu 2)

Součinitel podloží  $S = 1,35$

Posouzení případu velmi malé seismicity:  $a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S \leq 0,05g$

Pro danou stavbu:  $0,02g \cdot 1 \cdot 1,35 = 0,027g \leq 0,05g$

Závěr: Danou stavbu není nutné podrobně posuzovat dle ČSN EN 1998-1.

## 4.3. Dynamické zatížení

V této části objektu není a nebude instalováno žádné nestandardní technologické zatížení, které by vyvozovalo dynamické účinky na nosné konstrukce. S dynamickým zatížením proto není ve výpočtu uvažováno.

## 4.4. Kombinace zatížení

Základní kombinaci zatížení jsou uvažována v souladu ČSN EN 1990 včetně zavedení redukčních součinitelů dle základní normy a Národního aplikačního dokumentu (NAD).

Nepříznivá kombinace:



- Výraz (6.10a):  $1.35 \cdot G_{kj,sup} + 1.5 \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + 1.5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
- Výraz (6.10b):  $1.35 \cdot 0.85 \cdot G_{kj,sup} + 1.5 \cdot Q_{k,1} + 1.5 \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Příznivá kombinace:

- Výraz (6.10a):  $1.00 \cdot G_{kj,inf}$
- Výraz (6.10b):  $1.00 \cdot G_{kj,inf} + 1.5 \cdot Q_{k,1}$

## 5. POUŽITÉ PODKLADY A NORMY

### 5.1. Podklady

- Dokumentace pro provedení stavby – konstrukční část: [www.statika-dynamika.cz](http://www.statika-dynamika.cz)
- Dokumentace pro provedení stavby – stavební část: Energy Benefit Centre a.s.

### 5.2. Normy a technické předpisy

#### 5.2.1. Navrhování konstrukcí a zatížení

- ČSN EN 1990 ed.2 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-1-6 Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení při prov.
- ČSN 73 0037 Zemní a horninový tlak na stavební konstrukce

#### 5.2.2. Železobetonové konstrukce

- ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb (vyd.: 9.2010)
- ČSN EN 13369 Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty
- ČSN EN 14843 Betonové prefabrikáty – Schodiště

#### 5.2.3. Ocelové konstrukce

- ČSN EN 1090-1 a 2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí
- ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

#### 5.2.4. Dřevěné konstrukce

- ČSN EN 336 Konstrukční dřevo – Rozměry, dovolené odchylky
- ČSN EN 338 Konstrukční dřevo – Třídy pevnosti
- ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

#### 5.2.5. Speciální zakládání

- ČSN EN 1536                      Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty
- ČSN EN 1997-1 a 2              Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- ČSN 73 1002 (kom.)            Pilotové základy
- ČSN 73 1001                      Základová půda pod plošnými základy (zruš.: 1.4.2010)

#### 5.2.6. Zemětřesení

- ČSN EN 1998-1                  Eurokód 8: Navrhování konstrukcí odolných proti zemětřesení

#### 5.3. Odborná literatura

- O.Novák, J.Hořejší TP51        Statické tabulky pro stavební praxi, SNTL 1978 (2.vydání)
- M.Rochla                          Stavební tabulky, SNTL 1988 (6.vydání)

#### 5.4. Software

- Dlubal RFEM, výpočtový a návrhový program
- DraftSight grafické zpracování

### 6. ZÁVĚR

Autor si vyhrazuje právo být neodkladně informován o všech změnách v rámci stávajícího stavu a případných odchylkách skutečného stavu od dokumentace z důvodu neprovedených sond nebo anomálií v rámci stavby objektu nebo jeho rekonstrukcí. Současně si vyhrazuje právo podle těchto sdělení v rámci A.D. upravit konstrukci nebo úpravy konstrukce schválit.

**Tento projekt řeší pouze obecné posouzení konstrukce.** Autor tohoto materiálu si vyhrazuje právo korigovat svůj názor na technické řešení a upravit znění tohoto textu na základě jakýchkoliv skutečností, které budou zjištěny v průběhu případných dalších prací.

**PŘI DODRŽENÍ POSTUPU A PŘEDPOKLADŮ, KTERÉ JSOU NAPSÁNY V TÉTO TZ, JE STÁVAJÍCÍ KONSTRUKCE DLE ZADANÉ GEOMETRIE A DLE PŮSOBÍCÍHO ZATÍŽENÍ VYHOVUJÍCÍ. JE MOŽNÁ POKLÁDKU FVE PANELŮ.**

Praha / říjen 2022

Vypracoval: Ing. Tomáš Hozman

Kontroloval: Ing. Tomáš Fremr, Ph.D.