

*Akce:* **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO,  
UJEP ÚSTÍ NAD LABEM**

*Objednatel:* UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova  
3544/1, 400 96 Ústí nad Labem-město

*Místo stavby:* Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO),  
Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem

# STATICKÉ POSOUZENÍ

Akce: **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ  
NAD LABEM**  
Objednatel: UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí  
nad Labem-město  
Stavba: Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15,  
400 96 Ústí nad Labem  
PD: Statické posouzení – SP str. 2/9

## **OBSAH:**

<b>1</b>	<b>OBSAH PROJEKTU .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ZPRACOVATEL .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>PODKLADY, LITERATURA, ČSN .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>SITUACE .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>POPIS OBJEKTU .....</b>	<b>5</b>
5.1	ROZMĚRY, KONSTRUKCE .....	5
5.2	STŘECHA .....	5
<b>6</b>	<b>POSOUZENÍ .....</b>	<b>6</b>
6.1	ÚKOL .....	6
6.2	PŘÍTÍŽENÍ OD FVE .....	6
6.3	HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE .....	6
6.3.1	Princip posouzení .....	6
6.3.2	Stav konstrukce .....	6
6.3.3	Ověření konstrukce .....	7
6.4	TRAPÉZOVÝ PLECH .....	8
6.4.1	Princip posouzení .....	8
6.4.2	Plošné zatížení .....	8
6.4.3	Lokální zatížení .....	8
6.5	ZÁVĚR .....	9

Akce: **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ NAD LABEM**  
Objednatel: UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí nad Labem-město  
Stavba: Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem  
PD: Statické posouzení – SP str. 3/9

## 1 OBSAH PROJEKTU

Jedná se o posouzení konstrukce halového typu strojovny vzduchotechnicky na střeše Centra přírodovědných a technických oborů (CPTO) pro umístění fotovoltaické elektrárny o výkonu 50,0 kWp. Jsou ověřeny možnosti nosné konstrukce budovy.

## 2 ZPRACOVATEL

Ing. Jiří Ratzenbek  
autorizovaný inženýr ČKAIT v oboru statika a dynamika staveb,  
reg. číslo ČKAIT: 0401637  
Masarykova 1165/148  
400 01 Ústí nad Labem

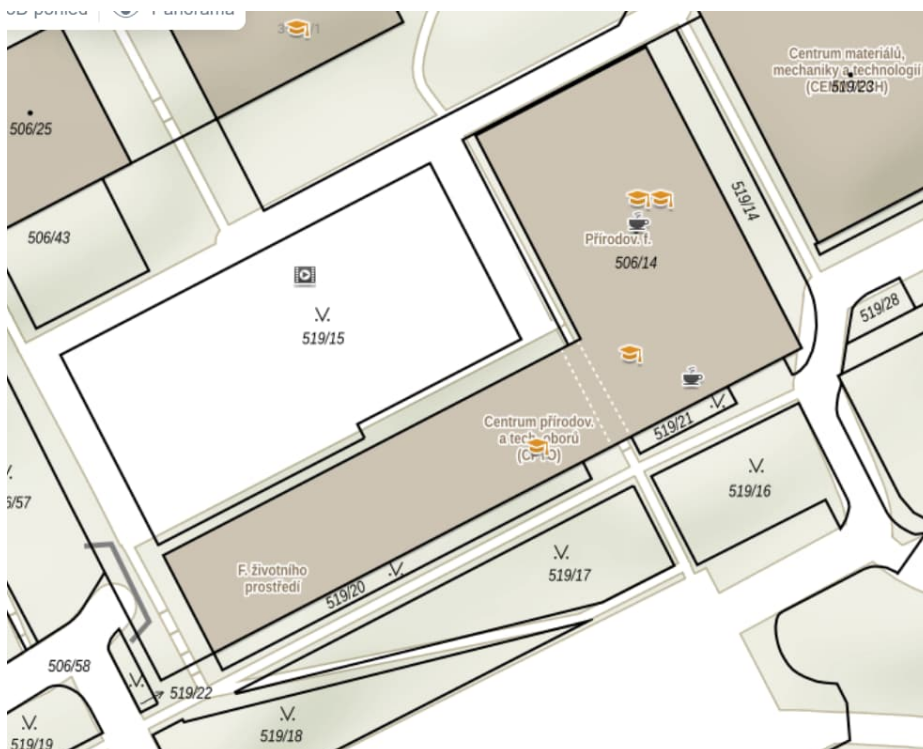
## 3 PODKLADY, LITERATURA, ČSN

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1:2004 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3:2005/Z1:2006 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4:2007 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí-Část 1-3: Obecná zatížení – zatížení větrem
- ČSN EN 1993-1-1:2006 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- Výtah z dokumentace skutečného provedení stavby
- CENTRUM PŘÍRODOVĚDNÝCH A TECHNICKÝCH OBORŮ (CPTO), id. č. EDS: 133D21W002203, dokumentace pro provedení stavby, část D1.2. Stavebně konstrukční řešení, Statický výpočet, VIN Consult s.r.o., Jeremenkova 763/88, Praha 4, Ing. Michal Svoboda
- K2-system, kotvení do trapézového plechu
- [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)

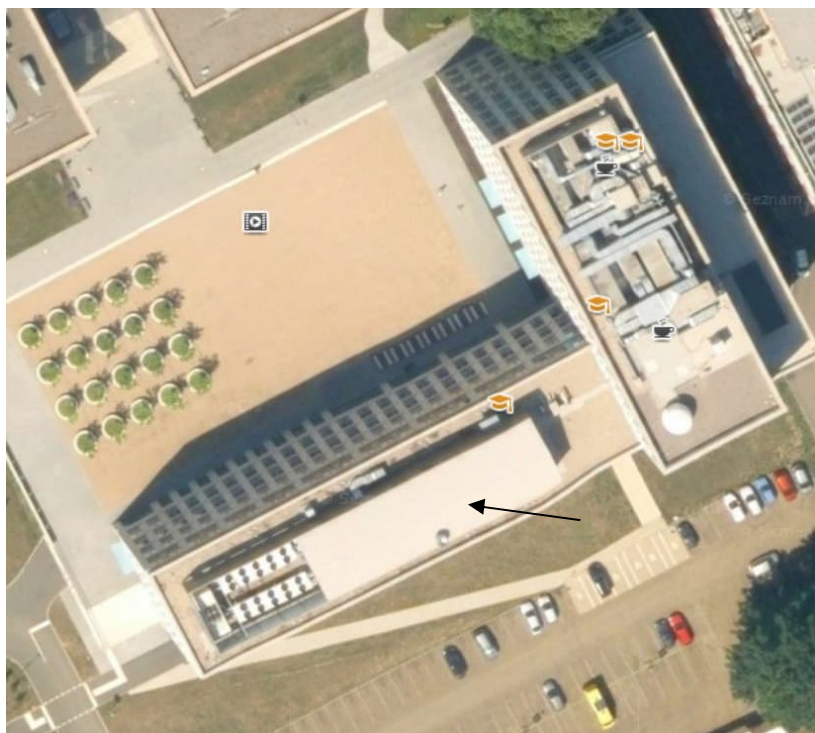
Akce: **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ NAD LABEM**  
Objednatel: UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí nad Labem-město  
Stavba: Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem  
PD: Statické posouzení – SP

str. 4/9

## 4 SITUACE



obr. 1 Výřez z katastrální mapy



obr. 2 Letecký pohled s vyznačením plochy střechy

Akce: **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ NAD LABEM**

Objednatel: UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí nad Labem-město

Stavba: Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem

PD: Statické posouzení – SP str. 5/9

## 5 POPIS OBJEKTU

### 5.1 Rozměry, konstrukce

Celá budova CPTO má půdorysný tvar písmene „L“ s užší částí směřovanou přibližně ve směru JZ – SV. Na střeše (nad 5.NP) užší části se nachází halový objekt strojovny VZT, který má sedlovou střechu a půdorysné rozměry 9,2 m x 36,0 m, výška halového objektu je cca 4,0 m. Celková výška stavby je cca 32,0 m, výška stavby v úrovni instalace FVE je 24 m nad okolním terénem.

Halový objekt je tvořen rámy o dvou polích, každé pole o sklonu cca 15°. Nosné rámy jsou z profilů IPE nebo HEB, osová vzdálenost rámu je 3,3 m. Rámy jsou kotvené do stropní desky nad 5.NP. Deska má tl. 250 mm a je podepřena sloupy, jižní užší křídlo je v příčném směru řešeno jako trojtrakt s rozpony 5,95+3,10+5,95m vnitřní sloupy jsou průřezu 50x50cm, na fasádě jsou použity prefabrikované segmenty rozměrů cca 1,0x0,25 m ve vzdálenostech přibližně 3 metry.

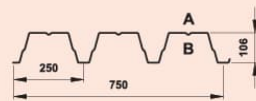


obr. 3 Foto interiéru halového objektu strojovny

### 5.2 Střecha

Jedná se o nezateplený trapézový plech uložený na příčné rámy. Dle fotografie lze uvažovat o trapézovém plechu se vzdáleností vln cca 260 mm a s výškou vlny, která je blízká výšce ocelového profilu rámu. Pro posudek budu uvažovat trapézový plech TR 106/275/0,75, který únosností odpovídá i zatížení uvažovanému ve Statickém výpočtu objektu.

TR 106/250



0,75	9,81
0,88	11,51
1,00	13,08
1,25	16,35

Únosnost trapézového plechu:

Tl. [mm]	Hmot. [kg/m <sup>2</sup> ]	únosnost q [kN/m <sup>2</sup> ] pro rozpětí pole L [m]										
		3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	
0,75	9,65	q <sup>d</sup> 1	5,45	4,81	4,28	3,84	3,46	3,14	2,86	2,61	2,40	2,21
		q <sup>d</sup> 2	5,05	4,4	3,99	3,59	3,24	2,95	2,69	2,46	2,27	2,09
		q <sup>k</sup> (L/200)	13,36	10,51	8,91	6,84	5,64	4,70	3,96	3,37	2,89	2,49
		q <sup>k</sup> (L/400)	6,68	5,26	4,21	3,42	2,82	2,35	1,98	1,69	1,45	1,25
0,88	11,33	q <sup>d</sup> 1	6,84	6,03	5,35	4,79	4,31	3,90	3,54	3,24	2,97	2,73
		q <sup>d</sup> 2	6,38	5,63	5,02	4,50	4,06	3,68	3,35	3,07	2,82	2,60
		q <sup>k</sup> (L/200)	15,68	12,33	9,87	8,03	6,61	5,51	4,63	3,93	3,39	2,93
		q <sup>k</sup> (L/400)	7,84	6,17	4,94	4,02	3,31	2,76	2,33	1,99	1,70	1,47

q<sup>d</sup> 2 výpočtová hodnota únosnosti :

pro prostý nosník bez přesahu plechu za podporu, šířka podpory 60 mm

pro spojitý nosník s vnitřní podporou šířky 120 mm a krajní podporou bez přesahu plechu

Akce:	<b>FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ NAD LABEM</b>
Objednatel:	UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí nad Labem-město
Stavba:	Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15, 400 96 Ústí nad Labem
PD:	Statické posouzení – SP

str. 6/9

## 6 POSOUZENÍ

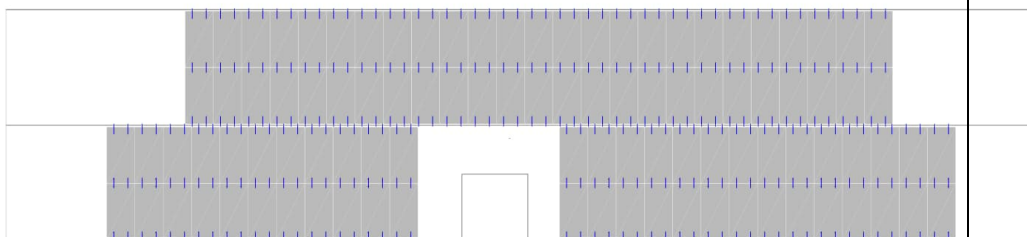
### 6.1 Úkol

Určit účinky zatížení od FVE na střešní konstrukci, tj. na vrstvy skladby střechy a následně na další nosné konstrukce a účinky vyhodnotit.

### 6.2 Přetížení od FVE

Pro FVE jsou navrženy fotovoltaické panely, které budou na střešní krytinu připevněny našroubováním na trapézový plech přes roznášecí hliníkové rošty. Rošty budou kotveny na horní plochu každé druhé vlny, vzdálenost podélníků roštu bude max. 1,0 m. Hmotnost takovéto soustavy panelů je maximálně **15 kg/m<sup>2</sup>**.

100ks FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ 500W, STŘECHA TRAPÉZOVÝ PLECH



obr. 4 Rozmístění FVE panelů

### 6.3 Hlavní nosná konstrukce

#### 6.3.1 Princip posouzení

Nosná konstrukce halového objektu je oproti statickému výpočtu provedena o dvou polích, takže přibyla podpora uprostřed, předpokládám, že i finální konstrukce musela být navržena na zatížení uvažované ve statickém výpočtu, které lze odvodit z uvedených reakcí na stropní desku. Pro posouzení postačí porovnání tohoto uvažovaného zatížení a současného skutečného zatížení s instalací FVE. Pokud bude celková kombinace zatížení přesažena do 10 %, lze považovat nosnou konstrukci z hlediska mezního stavu únosnosti za vyhovující, mezní stav použitelnosti u strojovny VZT není nutné ověřovat.

#### 6.3.2 Stav konstrukce

Na nosné konstrukci střechy, která byla realizována v roce 2020 nebyly v době zpracování posudku pozorovány žádné poruchy, které by znamenaly snížení únosnosti a důvod pro sanaci.

#### 6.3.3 Klimatické zatížení

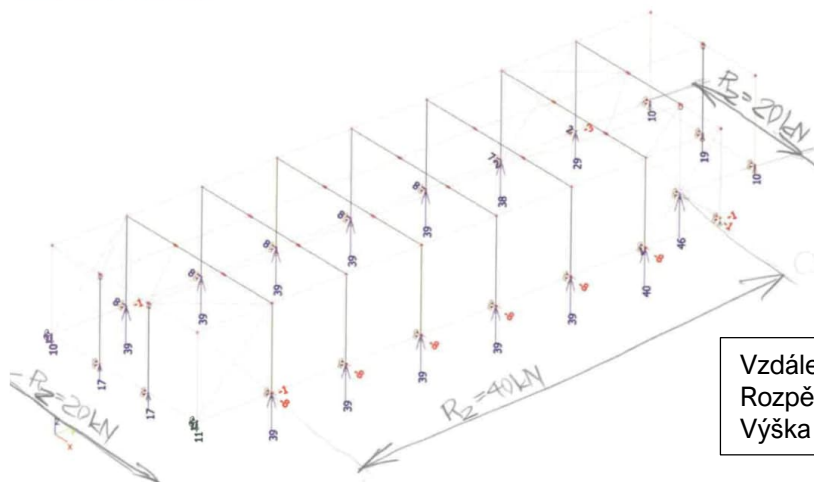
Objekt se nachází ve II. sněhové oblasti,  $s_n = 1,0 \text{ kN/m}^2$  a ve II. větrové oblasti se základní rychlostí větru 25 m/s.

## 6.3.4 Ověření konstrukce

### 6.3.4.1 Reakce halového objektu strojovny uvažované ve statickém výpočtu objektu

- Reakce stálé

1.1.1. Reakce;  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ;  $G$

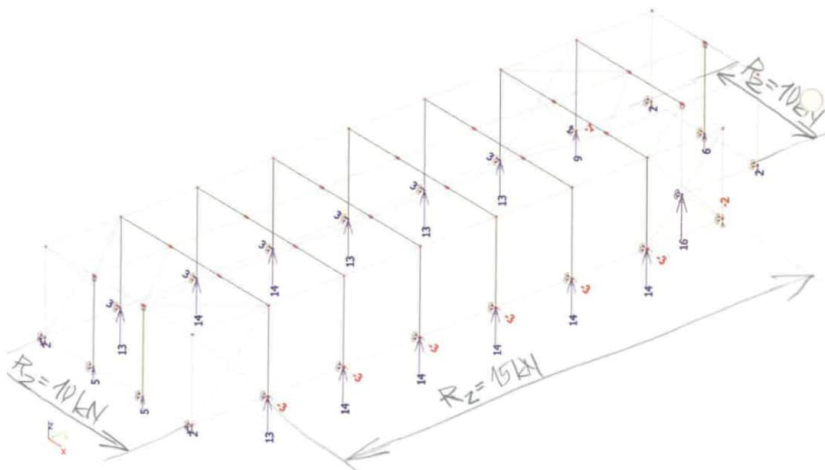


Vzdálenost ráků:	3,3 m
Rozpětí ráků:	8,8 m
Výška ráků:	4,0 m

Při uvažování PUR panelů pro obvodové stěny  $0,5 \times 3,3 \times 4,0 = 6,6 \text{ kN}$   
 Odpovídající plošné zatížení  
 $(39,0 - 6,6) / (3,3 \times 8,8 / 2) = 2,23 \text{ kN/m}^2$

- Reakce proměnné bez větru

1.1.2. Reakce;  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ;  $S$



Odpovídající charakteristické plošné zatížení  
 $14,0 / (3,3 \times 8,8 / 2) = 0,96 \text{ kN/m}^2$

### 6.3.4.2 Porovnání zatížení

- Kombinace zatížení navržené konstrukce  
 $q_{Rd} = 1,35 \times 2,23 + 1,50 \times 0,96 = 4,45 \text{ kN/m}^2$   
 tomuto zatížení odpovídá i předpokládáný trapézový plech  
 TR 106/275/0,75



tloušťka plechu není známa, ale vzhledem k nižší únosnosti při tl. plechu 0,75 mm volím jako návrhové zatížení  $q_{Rd} = 3,99 \text{ kN/m}^2$

- Kombinace zatížení na současně střeše s FVE:

- vl. tíha plechu	0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
- technologie	0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
- FVE	0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
- sníh, užité	0,80 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,20 kN/m <sup>2</sup>
	1,30 kN/m <sup>2</sup>		1,88 kN/m <sup>2</sup>

- Porovnání  
 $q_{Ed} = 1,88 \text{ kN/m}^2 < 3,99 \text{ kN/m}^2$   
**=>VYHOVUJE**

## 6.4 Trapézový plech

### 6.4.1 Princip posouzení

Pro střechu s trapezovým plechem se jedná o přitížení pouze vlastní tíhou FVE, potažmo klimatickým zatížením soustředěným se do míst kotvení. To bude provedeno přes gumovou roznášecí desku na vrcholu vlny a pro II. sněhovou oblast nebude zvýšená koncentrace zatížení znamenat překročení lokální únosnosti, jedná se v zásadě o stejný případ jako přenášení reakce trapezového plechu na pásnici rámu. Posouzena bude celková únosnost trapezového plechu.

### 6.4.2 Plošné zatížení

- Kombinace zatížení na současně střeše s FVE:

- vl. tíha plechu	0,10 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,14 kN/m <sup>2</sup>
- technologie	0,25 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,34 kN/m <sup>2</sup>
- FVE	0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
- sníh, užité	0,80 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,20 kN/m <sup>2</sup>
	1,30 kN/m <sup>2</sup>		1,88 kN/m <sup>2</sup>

- Porovnání

Únosnost vybraného plechu dle tabulek:

$$q_{Rd2} = 3,99 \text{ kN/m}^2 > 1,88 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

### 6.4.3 Lokální zatížení

Reakce trapezového plechu při tabulkovém zatížení na mezi únosnosti:

$$3,99 \cdot 3,5/4 = 3,5 \text{ kN na vlnu (4 vlny/bm)}$$

Reakce z FVE panelu při zat. ploše 1,0 m<sup>2</sup>:

- FVE	0,15 kN/m <sup>2</sup>	1,35	0,20 kN/m <sup>2</sup>
- sníh, užité	0,80 kN/m <sup>2</sup>	1,50	1,20 kN/m <sup>2</sup>
	0,95 kN/m <sup>2</sup>		1,40 kN/m <sup>2</sup>
zat. plocha	1,00 m <sup>2</sup>	0,95 kN	<b>1,40 kN</b>

$$1,40 \text{ kN} < 3,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$



Akce: **FOTOVOLTAICKÁ ELEKTRÁRNA NA BUDOVĚ CPTO, UJEP ÚSTÍ  
NAD LABEM**  
Objednatel: UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ, Pasteurova 3544/1, 400 96 Ústí  
nad Labem-město  
Stavba: Centrum přírodovědných a technických oborů (CPTO), Pasteurova 3632/15,  
400 96 Ústí nad Labem  
PD: Statické posouzení – SP str. 9/9

## 6.5 Závěr

Přetížení střechy od instalace FVE, která bude provedená dle předloženého projektu a s podmínkami uvedenými výše nebude znamenat překročení mezního stavu únosnosti střechy, a tudíž je **VYHOVUJÍCÍ**. U mezního stavu použitelnosti nedojde k překročení limitů daných normou, na které byly posuzované konstrukce navrhovány, a tudíž lze i z hlediska MSP konstrukci považovat za vyhovující.

**Jiné přetížení střechy je nutné znovu staticky ověřit.**

V Ústí nad Labem, 30.8. 2024

Ing. Jiří Ratzenbek

