

Název akce: **Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu
Dopravního podniku města Ústí nad Labem**

Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26,
400 01 Ústí nad Labem

Místo stavby: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Jateční 426, 400 19
Ústí nad Labem – Předlice

Stupeň PD: Projektová dokumentace ke stavebnímu povolení (DSP)

D1.2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ



Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Obsah

str. 2/11

OBSAH:

1	TECHNICKÁ ZPRÁVA	3
1.1	OBSAH PROJEKTU	3
1.2	ZPRACOVATEL	3
1.3	PODKLADY, LITERATURA, ČSN	3
1.4	OBJEKTY S FOTOVOLTAIKOU	3
1.4.1	Vrátnice	3
1.4.2	Dispečink	4
1.5	ZATÍŽITELNOST STŘECH	5
2	STATICKÝ VÝPOČET	6
2.1	ZATĚŽOVACÍ POMĚRY	6
2.1.1	Zatížení větrem na střechu	6
2.1.2	Nutné přetížení panelu	6
2.1.3	Statické přetížení střechy	6
2.2	OBJEKT VRÁTNICE	7
2.2.1	Schéma konstrukcí	7
2.2.2	Zatížení	7
2.2.3	Ověření panelu	7
2.2.4	Ověření průvlaku	8
2.3	OBJEKT DISPEČINKU	8
2.3.1	Schéma konstrukce	8
2.3.2	Zatížení	9
2.3.3	Ověření stropnice	10
2.3.4	Ověření průvlaku	11

Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Technická zpráva

str. 3/11

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1 Obsah projektu

Jedná se statickou část projektu fotovoltaické elektrárny 70 kWp na objekty Dopravního podniku města Ústí nad Labem v ulici Jateční 426, 400 19 Ústí nad Labem – Předlice. Projekt je zpracován jako dokumentace ke stavebnímu povolení. Jsou ověřeny hlavní nosné konstrukce budov.

1.2 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

1.3 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 1992-1-1:2006 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-1:2006 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1996-1-1:2007 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- Advance Design 2021

1.4 Objekty s fotovoltaikou

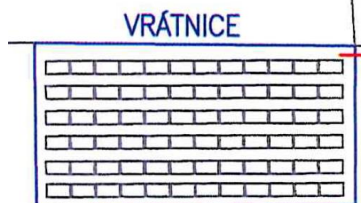
1.4.1 Vrátnice

1.4.1.1 Popis objektu

Jedná se o přízemí objektů půdorysných rozměrů 24,45 m x 12,45 m, výška objektu 3,85 m nad okolním terénem. Konstrukční systém je stěnový zděný s nosnými pilíři uprostřed budovy a s meziokenními pilíři v obvodových stěnách. V zásadě jde o dvoutrakt s nosnými ocelovými průvlaky 2xUE 240 uloženými á 3,0 m na pilířích. Na průvlaky jsou uloženy prefabrikované PZD panely označené jako 1p 300. Maximální světlé rozpětí průvlaků je 5,6 m. Na střeše bylo provedeno zateplení dle projektu z roku 2015.

1.4.1.2 Rozsah elektrárny

Panely budou rozmístěné po celé střeše – viz obr. 1



obr. 1 Rozsah elektrárny na vrátnici

Panely je nutné rozmístit alespoň 0,8 m od okrajů střechy.

1.4.1.3 Ověření stávajících konstrukcí

Stropní žb. panely jsou vyhovující jak z hlediska mezního stavu únosnosti, tak i použitelnosti.

Ocelové průvlaky jsou vyhovující z hlediska mezního stavu únosnosti, ke překročení únosnosti nedojde, jejich celkový průhyb po přetížení je však za hranicí doporučených hodnot normy. Po přetížení FVE dojde k nárůstu současného průhybu, což může způsobit trhliny na obalení průvlaků nebo na nenosných příčkách vyztužených až pod průvlak a bez dilatační mezery. Další průhyby od sněhu budou srovnatelné s průhyby současné konstrukce.

1.4.2 Dispečink

1.4.2.1 Popis objektu

Jedná se o přízemí objektu půdorysných rozměrů 36,45 m x 18,45 m, výška atiky objektu je 3,85 m nad okolním terénem, ve střední části je světlík vyvýšený o 1,0 m. Konstruktivní systém je kombinovaný stěnový a sloupový, obvodové stěny jsou zděné tl. 450 mm. Uvnitř půdorysu jsou dvě řady ocelových sloupů s průvlaky 2x I260, osová vzdálenost středního pole je 5950 mm, krajní pole 6025 mm. Mezi průvlaky jsou ocelové stropnice z profilů I180 á 1,20 m a strop je tvořen keramickými deskami HURDIS. Na střeše bylo provedeno zateplení dle projektu z roku 2015.

1.4.2.2 Rozsah elektrárny

Panely budou pouze na části střechy mimo světlík – viz obr. 2



obr. 2 Rozsah elektrárny na dispečinku

Panely je nutné rozmístit alespoň 0,8 m od okraje střechy, dále jsou uvažovány pruhy šíře 1,0 m, mezi nimi vzdálenost 2,0 m.

Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Technická zpráva

str. 5/11

1.4.2.3 Ověření stávajících konstrukcí

Ocelové stropnice I180 jsou vyhovující z hlediska mezního stavu únosnosti, k překročení únosnosti nedojde, jejich celkový průhyb po přetížení je však za hranicí doporučených hodnot normy. Po přetížení FVE dojde k nárůstu současného průhybu, což může způsobit trhliny v osách stropnic nebo na nosných příčkách vyžděných až pod stropnice a bez dilatační mezery. Další průhyby od sněhu budou srovnatelné s průhyby současné konstrukce.

Ocelové průvlaky 2x I260 jsou vyhovující jak z hlediska únosnosti, tak průhybu.

1.5 Zatížitelnost střech

Aby nedošlo k odvátí fotovoltaických panelů působením sání větru, je nutné panely a potažmo střechu přitížit rozdílem zatížení od sání a vlastní váhy fotovoltaických panelů vynásobené součinitelem $\gamma_f = 0,9$.

Při vlastní tíze panelů $0,12 \text{ kN/m}^2$ je nutné mít přitížení ve velikosti $0,63 \text{ kN/m}^2 = 63 \text{ kg/m}^2$ což představuje na jeden panel 107 kg zátěže.

Žádné jiné přitížení na střechu není možné.

Akce:	Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel:	Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD:	D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka:	Statický výpočet

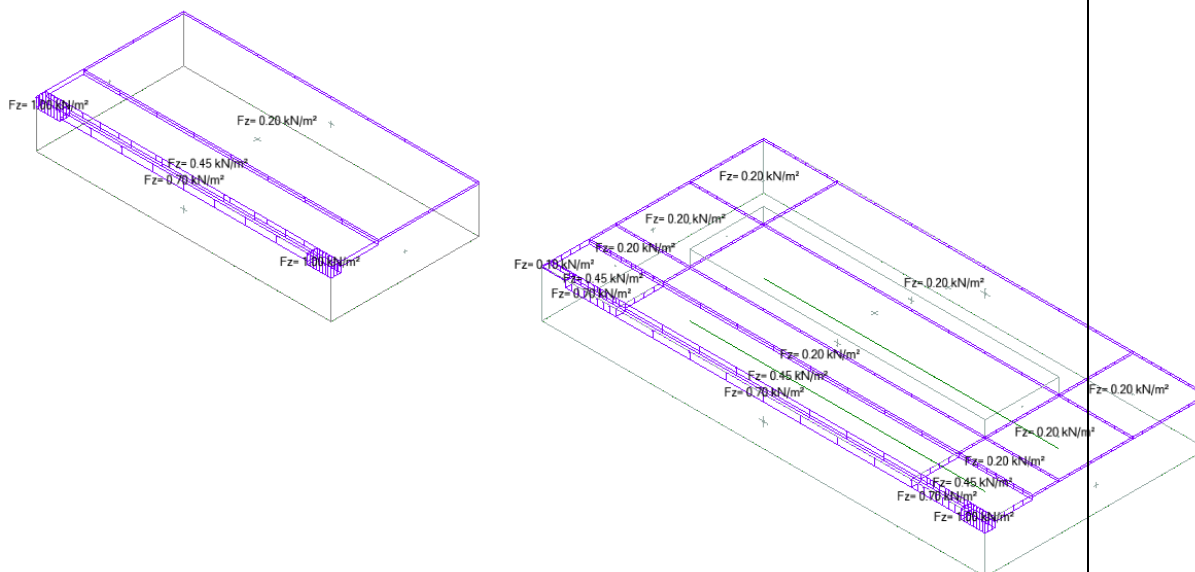
str. 6/11

2 STATICKÝ VÝPOČET

2.1 Zatěžovací poměry

2.1.1 Zatížení větrem na střechu

Generováno výpočtetním programem, pro dispečink uvažují shodné hodnoty



Uvažované zatížení větrem	0,45 kN/m ² (1,50)	0,68 kN/m ²
---------------------------	-------------------------------	------------------------

2.1.2 Nutné přetížení panelu

Vlastní tíha panelu	0,12 kN/m ² (0,9)	0,11 kN/m ²
Přetížení	návrhové návrhové/0,9	0,57 kN/m ² 0,63 kN/m²

=> 63 kg/m² na jeden panel plochy 1,7m x1,0 m => **107 kg/panel**

2.1.3 Statické přetížení střechy

Statické přetížení střechy pod panely:

$$0,63 + 0,12 =$$

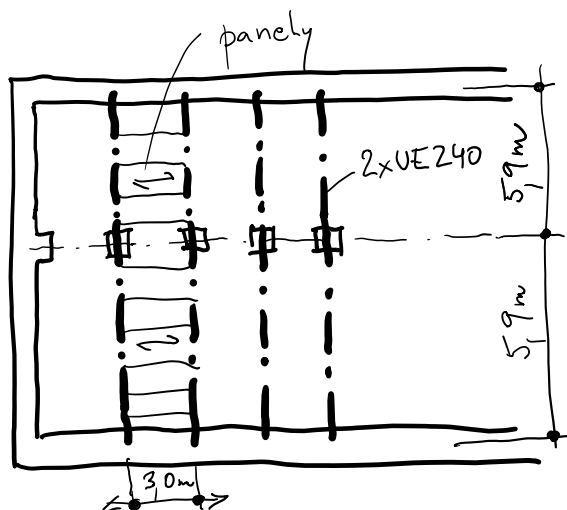
0,75 kN/m²

Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
 Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
 PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
 Složka: Statický výpočet

str. 7/11

2.2 Objekt vrátnice

2.2.1 Schéma konstrukcí



2.2.2 Zatížení

	obj. hmot.	tl.	
- fotovoltaika+zátěž			0,75 kN/m²
- PVC krytina	25,00 x	0,002	0,05 kN/m ²
- tepelná izolace	0,5 x	0,220	0,11 kN/m ²
- živichná krytina	25,00 x	0,006	0,15 kN/m ²
- cementový potěr	24,00 x	0,020	0,48 kN/m ²
- plynosilikátové desky	6,80 x	0,100	0,68 kN/m ²
- škvára, popílek	9,00 x	0,080	0,72 kN/m ²
- SDK podhled+instalace			0,40 kN/m²
celkové plošné zatížení			3,34 kN/m²
- vl. tíha panelů			2,16 kN/m²
- sníh			1,00 kN/m²
			6,50 kN/m²

2.2.3 Ověření panelu

Rozměry, technické vlastnosti	Značka	Základní rozměry			Svět- lost	Objem	Hmot- nost	Beton	q _{dov} ¹⁾	M _n ²⁾	Výrobce*)
		L	B	H							
		(mm)			(m)	(m ³)	(kg)	zn.	(kN/m)	(kNm)	
PZD 1/240	2 390				2,10	0,060	150			1,647	
PZD 1/270	2 690				2,40	0,067	168			2,108	
PZD 1/300	2 990	± 10	290	± 5	2,70	0,075	187	170	1,912	2,638	01
PZD 1/330	3 290				3,00	0,082	206			3,226	

$q_{dov} = 1,912 \text{ kN/m} \Rightarrow 1,912/0,29 = 6,59 \text{ kN/m}^2$ (bez vlastní tíhy panelu)

$q = 3,34 + 1,00 = 4,34 \text{ kN/m}^2 < q_{dov} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Statický výpočet

str. 8/11

2.2.4 Ověření průvlaku

2.2.4.1 Mezní stav únosnosti

z.š 3,0 m

$$q_k = 6,50 \cdot 3,0 = 19,50 \text{ kN/m}$$

$$q_d = (1,35 \cdot (3,34 + 2,16) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 1,00) \cdot 3,0 = 25,43 \text{ kN/m}$$

$$M_d = 1/8 \cdot 25,43 \cdot 5,9^2 = 110,65 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 2 \cdot 0,242 \cdot 235 = 113,74 \text{ kNm} > M_d \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

2xUE240



$$W_y = 2 \times 242 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 2 \times 29 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

2.2.4.2 Mezní stav použitelnosti

$$\delta_{\max} = 5/384 \cdot 19,50 \cdot 5900^4 / (210000 \cdot 2 \cdot 29 \cdot 10^6) = 25,26 \text{ mm} < 29,5 \text{ mm} = L/200$$

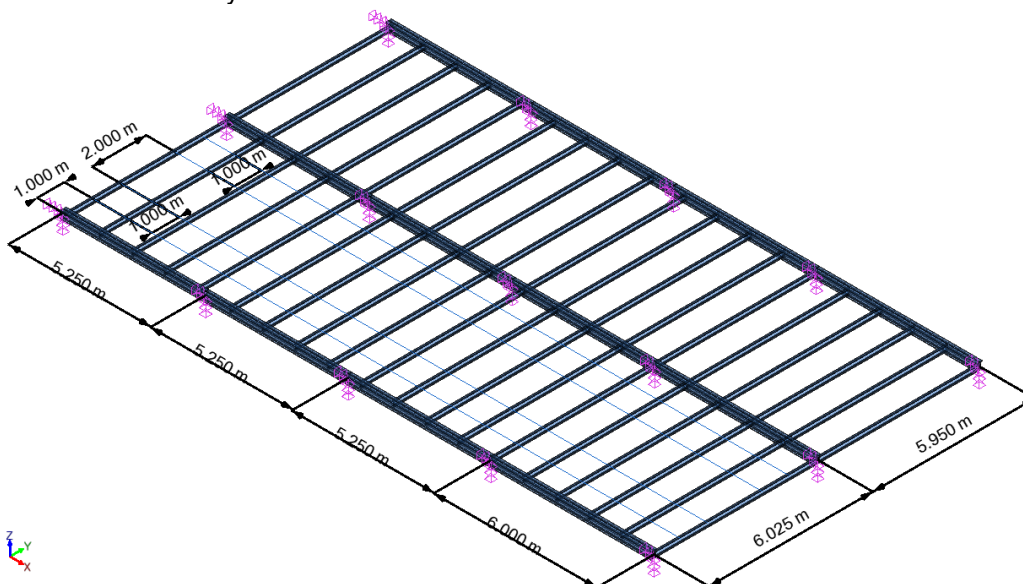
NEVYHOVUJE z hlediska doporučených hodnot EC 1993-1-1

!!
00

2.3 Objekt dispečinku

2.3.1 Schéma konstrukce

Modelován výsek z konstrukce:



Stropnice I180, průvlaky 2xI260 do krabice, spojené nad podporami. Klopení horní pásnice stropnic uvažují teoreticky ve třetinách rozpětí.

Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Statický výpočet

str. 9/11

2.3.2 Zatížení

2.3.2.1 Stálé

	obj. hmot.		tl.	
- PVC krytina	25,00	x	0,002	0,05 kN/m ²
- tepelná izolace	0,5	x	0,220	0,11 kN/m ²
- živičná krytina	25,00	x	0,006	0,15 kN/m ²
- cementový potěr	24,00	x	0,020	0,48 kN/m ²
- plynosilikátové desky	6,80	x	0,100	0,68 kN/m ²
- škvára, popílek	9,00	x	0,080	0,72 kN/m ²
- Hurdis	8,50	x	0,080	0,68 kN/m ²
- SDK pohled+instalace				0,40 kN/m ²
celkové plošné zatížení				3,27 kN/m²

Fotovoltaika se zátěží **0,75 kN/m²**

Zdivo na průvlaku
18,5*0,45*0,9 = **7,49 kN/m**

2.3.2.2 Sníh

Uvažuji z důvodu možné tvorby závějí se součinitelem $\mu = 1,00$
=> $s_n = 1,00 \text{ kN/m}^2$

2.3.2.3 Kombinace

Popis kombinací			
Č.	Název	Detaily	Kód
103	1.35x[1 G]+0.75x[2 Sníh]	1.35*1 + 0.75*2	ECELUSTR
105	1x[1 G]+1x[2 Sníh]	1.00*1 + 1.00*2	ECELSCQ

ECELUSTR návrhová základní kombinace

ECELSCQ charakteristická kombinace

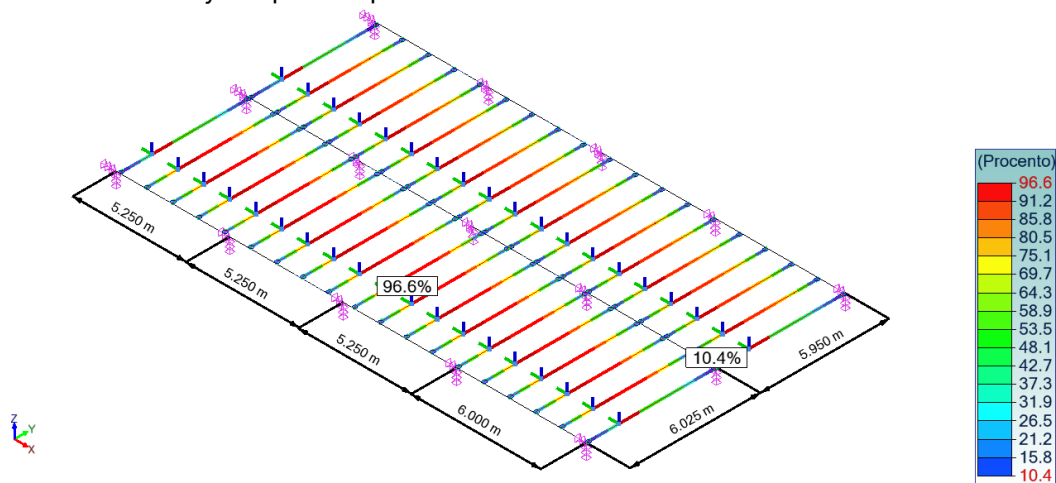
Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
 Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
 PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
 Složka: Statický výpočet

str. 10/11

2.3.3 Ověření stropnice

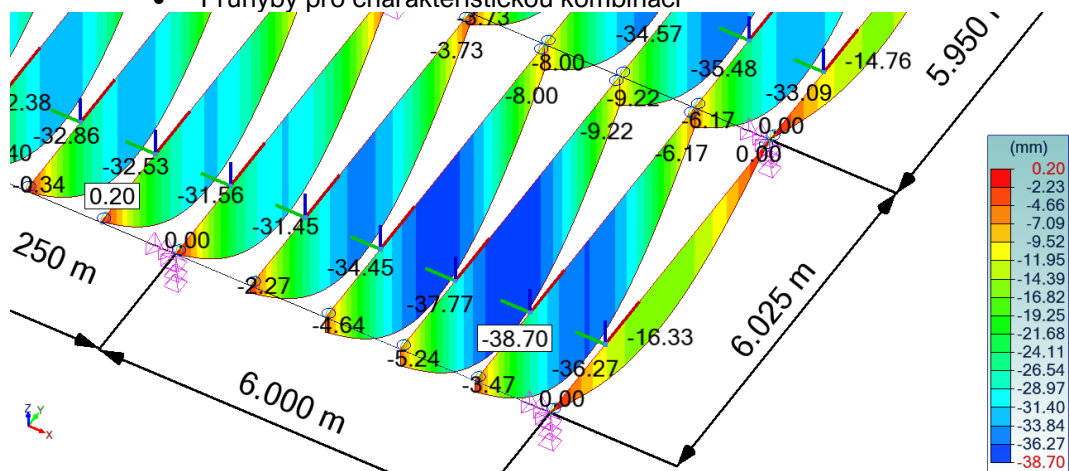
2.3.3.1 Mezní stav únosnosti

- Využití průřezu pro návrhovou kombinaci



2.3.3.2 Mezní stav použitelnosti

- Průhyby pro charakteristickou kombinaci



!!
oo

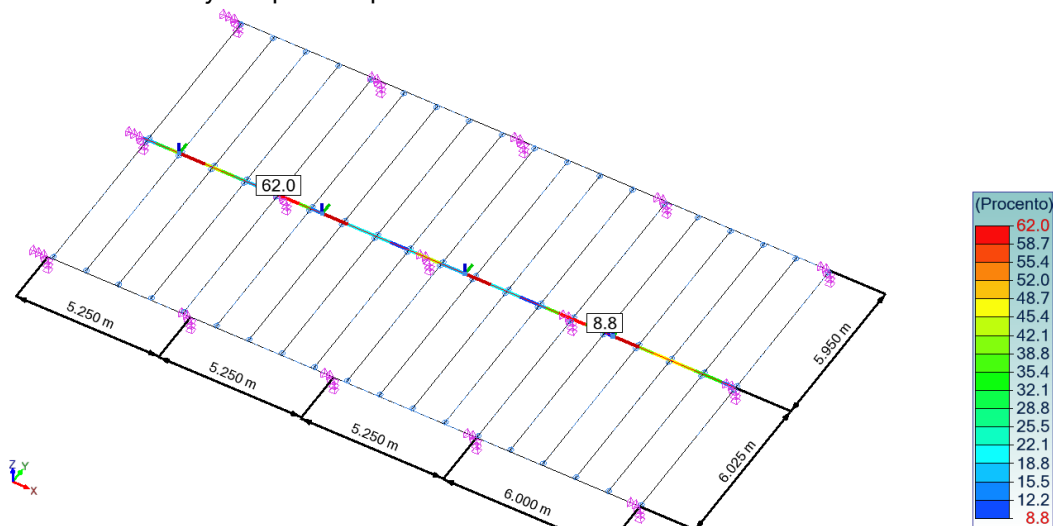
Akce: Fotovoltaická elektrárna 47,36 kWp na objektu Dopravního podniku města Ústí nad Labem
Objednatel: Dopravní podnik města Ústí nad Labem a.s., Revoluční 3088/26, 400 01 Ústí nad Labem
PD: D1.2. Stavebně konstrukční část – DSP
Složka: Statický výpočet

str. 11/11

2.3.4 Ověření průvlaku

2.3.4.1 Mezní stav únosnosti

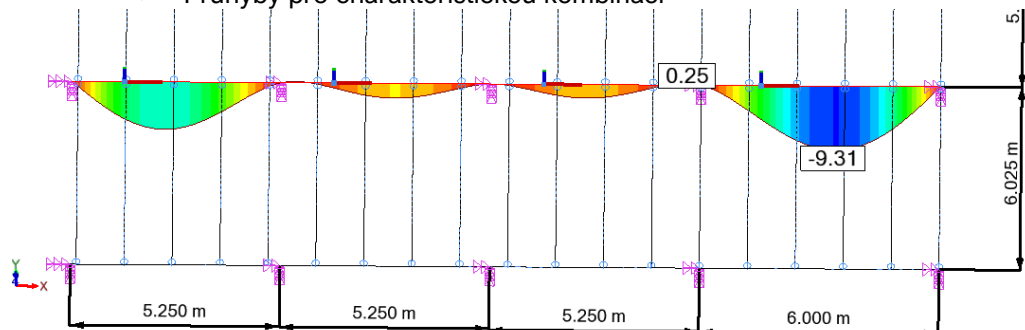
- Využití průřezu pro návrhovou kombinaci



62,0 % < 100 % => **VYHOVUJE**

2.3.4.2 Mezní stav použitelnosti

- Průhyby pro charakteristickou kombinaci



$\delta_{\max} = 9,31 \text{ mm} < 15 \text{ mm} = L/400$

VYHOVUJE z hlediska doporučených hodnot EC 1993-1-1

V Ústí nad Labem, 20.11. 2020

Ing. Jiří Ratzenbek



[Handwritten signature]