

STATICKÉ POSOUZENÍ

Krajský úřad Kraje Vysočina

Posouzení možnosti umístění FVE panelů na střechu budovy D

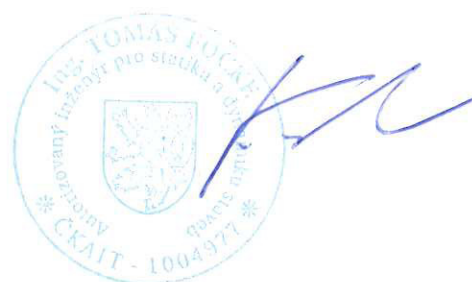
STAVEBNÍK: Kraj Vysočina,
Žižkova 1882/57
586 01 Jihlava
IČO: 70890749

VYPRACOVAL: Ing. Tomáš FOCKE
Žitná 1474/23
621 00 Brno
autorizovaný inženýr pro obor statika a dynamika staveb
zapsán u ČKAIT pod číslem 1004977
tel: 776 740 780, email: tom.focke@email.cz

OBSAH:

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA	2
1.1. ÚVODNÍ INFORMACE	2
1.2. OBECNÝ POPIS OBJEKTU	2
1.3. TECHNOLOGICKÉ ZADÁNÍ – UVAŽOVANÉ FVE PANELY	2
2. POSOUZENÍ STŘECHY	4
2.1. POPIS KONSTRUKCE STŘECHY	4
2.2. SESTAVENÍ ZATÍŽENÍ	4
2.3. POSOUZENÍ OCELOVÉ KROKVE I180	6
2.3. POSOUZENÍ OCELOVÉHO PRŮVLAKU SE SLOUPY	7
2.4. POSOUZENÍ TRAPÉZOVÉHO PLECHU	9
3. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ	9

Celkový počet stran : 9
Datum : 04/2023



STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

1. TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1. Úvodní informace

Předmětem tohoto statického posouzení je zhodnocení možnosti umístění FVE panelů na střechu objektu „D“ krajského úřadu Kraje Vysočina.



Střecha budovy „D“ s návrhem umístění FVE panelů

1.2. Obecný popis objektu

Budova „D“ KÚ Kraje Vysočina v Jihlavě je samostatně stojící objekt. Objekt má 1 podzemní a 3 nadzemní podlaží. Objekt je zděný, se železobetonovými stropními konstrukcemi. 3.NP bylo provedeno jako nástavba podlaží, svislé nosné konstrukce 3.NP jsou zděné tl.300 mm z keramických tvárnic. Konstrukce zastřešení (strop nad 3.NP) je řešen jako ocelová konstrukce, nosnou vrstvu střešního pláště tvoří trapézový plech. Založení objektu je dle dostupné dokumentace plošné pomocí základových pasů.

1.3. Technologické zadání – uvažované FVE panely

Jsou uvažovány panely pro instalaci na ploché střechy, tj. panely s nepřímou montáží ke střešní konstrukci se zátěžovými bloky.

Nadále bude ve výpočtu uvažována obecná hodnota **35,0 kg/m²**

STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

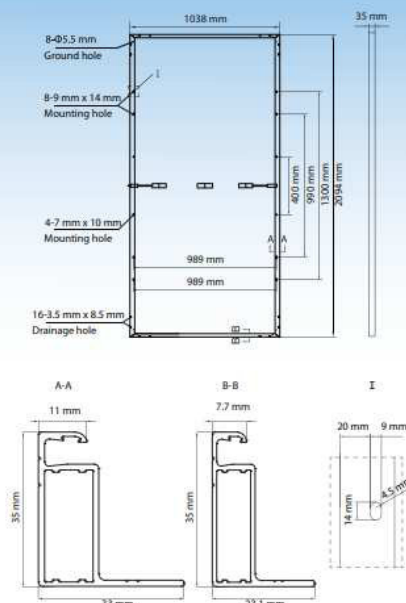
ELECTRICAL SPECIFICATIONS

STC rated output (P_{mpp})	445 Wp	450 Wp	455 Wp
Rated voltage (V_{mpp}) at STC	41.05 V	41.32 V	41.51 V
Rated current (I_{mpp}) at STC	10.84 A	10.89 A	10.96 A
Open circuit voltage (V_{oc}) at STC	48.80 V	49.05 V	49.35 V
Short circuit current (I_{sc}) at STC	11.30 A	11.37 A	11.44 A
Module efficiency	20.5%	20.7%	20.9%
Rated output (P_{mpp}) at NMOT	330.8 Wp	334.5 Wp	338.2 Wp
Rated voltage (V_{mpp}) at NMOT	38.12 V	38.37 V	38.55 V
Rated current (I_{mpp}) at NMOT	8.68 A	8.72 A	8.78 A
Open circuit voltage (V_{oc}) at NMOT	45.70 V	45.94 V	46.22 V
Short circuit current (I_{sc}) at NMOT	9.10 A	9.16 A	9.22 A
Temperature coefficient (P_{mpp})	- 0.35%/°C		
Temperature coefficient (I_{sc})	+ 0.050%/°C		
Temperature coefficient (V_{oc})	- 0.27%/°C		
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C		
Maximum system voltage (IEC/UL)	1500V _{DC}		
Number of diodes	3		
Junction box IP rating	IP 68		
Maximum series fuse rating	20 A		

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM=1.5

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

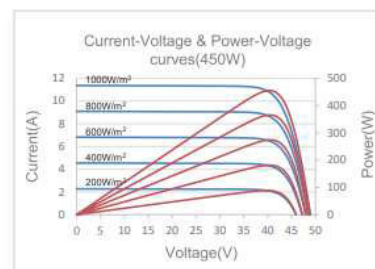
MODULE DIMENSION DETAILS



MECHANICAL SPECIFICATIONS

Outer dimensions (L x W x H)	2094 x 1038 x 35 mm
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front glass thickness	3.2 mm
Cable length (IEC/UL)	Portrait: 300 mm Landscape: 1300 mm
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm ² / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Fire performance (IEC/UL)	Class C (IEC) or Type 4 (UL)
Connector type (IEC/UL)	HCB40 / MC4-EVO2 (optional)

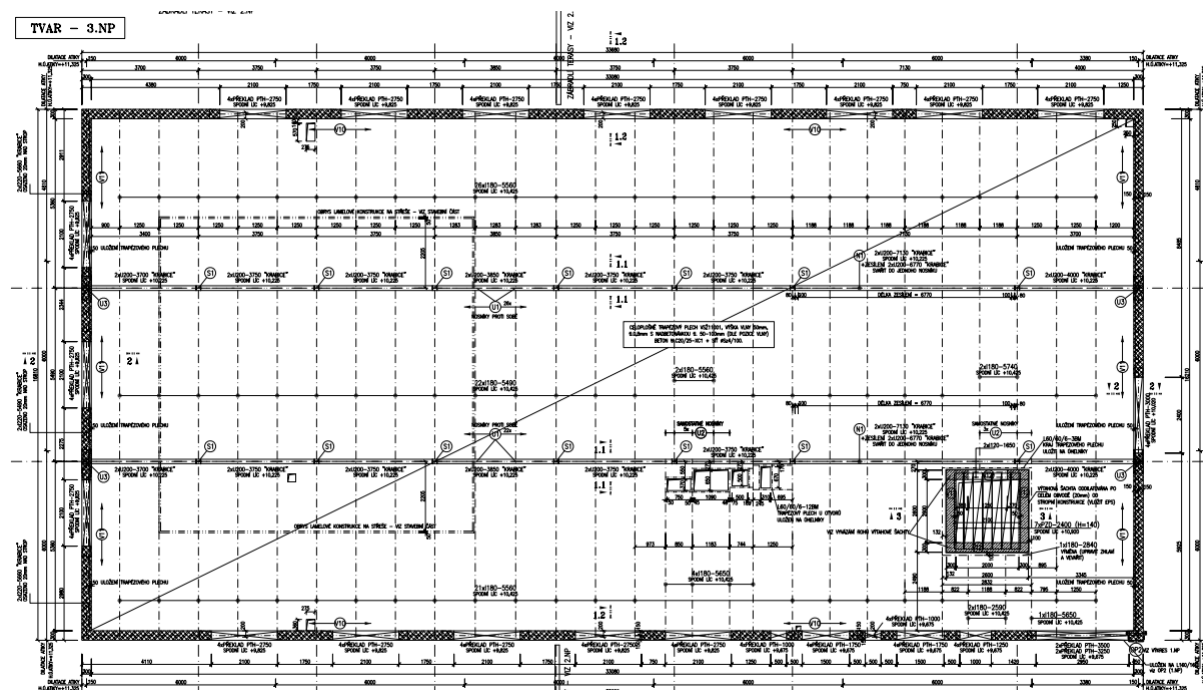
CURVE



2. POSOUZENÍ STŘECHY

2.1. Popis konstrukce střechy

Konstrukce zastřešení je tvořena ocelovými krokviemi profilu I180 s roztečemi 1250 mm. Ocelové krokve jsou podepřeny středovými průvlaky z profilu 2xU200, jež jsou podepřeny sloupy profilu HEB160.



Půdorys ocelové konstrukce stropu nad 3.NP

2.2. Sestavení zatížení

- 1.ZS – Vlastní tíha konstrukce

Ocelová krokve I180 ... $g = 0,22 \text{ kN/m}$

Ocelový průvlak profilu 2xU200 ... $g = 0,51 \text{ kN/m}$

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,35$

STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

• 2.ZS – Stálé zatížení

Zatížení stálé - vlastní tíha:

skladba střechy S1

Položka	q_n kN/m ³	t mm	q_n kN/m ²	γ_f	q_d kN/m ²
HI folie	12,0	2,0	0,02	1,35	0,03
TI EPS	0,3	330,0	0,10	1,35	0,13
parozábrana			0,15	1,35	0,20
zabetonování TR plechu	23,0	75,0	1,73	1,35	2,33
trapézový plech			0,10	1,35	0,14
podhled	12,0	30,0	0,36	1,35	0,49

CELKEM	2,46	1,35	3,32
---------------	------	------	-------------

• 3.ZS – Zatížení sněhem

Lokalita:		Jihlava	
Dle ČSN 73 0035-86+Z1+Z3 je lokalita	III.sněhová oblast	▼ ...charakteristická hodnota $S_k =$	1,50 kN/m²

Zatížení sněhem (dle ČSN 73 0035-změna Z3)

normová hodnota zatížení sněhem:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k$$

kde:

S_k	... je char. hodnota zatížení sněhem na zemi v kN/m ²	$S_k =$	1,50 kN/m²
μ_i	... tvarový součinitel podle kap.5.3	$\mu_{i1} =$	0,800
Schéma:	Pultová střecha ▼	sklon:	3°
C_e	... součinitel expozice	normální krajina ▼	$C_e =$ 1,0
C_t	... tepelný součinitel		$C_e =$ 1,0

normová hodnota statické složky zatížení sněhem - na plochu:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = \mathbf{1,20 \text{ kN/m}^2}$$

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,50$

• 4.ZS – FVE panely

FVE panely ... $g = 0,350 \text{ kN/m}^2$

Součinitel zatížení: $\gamma_f = 1,35$

STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

- Kombinace zatížení

$$K1 = 1.ZS + 2.ZS + 3.ZS + 4.ZS$$

Zatěžovací šířka krokví ... 1250 mm

Zatěžovací šířka průvlaku ... 5425 mm

2.3. Posouzení ocelové krokve I180

ZADÁNÍ PRŮŘEZU

1 ▼

I180 ▼

modul průřezu

$$W_{y,el} = 0,000161 \text{ m}^3$$

moment setrvačnosti

$$I_z = 0,0000145 \text{ m}^4$$

$$A_{wz} = 0,001242 \text{ m}^2$$

Rozpon nosníku

$$L = 5,49 \text{ m}$$

ÚČINKY ZATÍŽENÍ

char. rovn. zatížení

$$q_k = 5,24 \text{ kN/m}$$

návrh. rovn. zatížení

$$q_d = 7,29 \text{ kN/m}$$

ohybový moment

$$M_d = 21,972133 \text{ kNm}$$

smyková síla

$$V_d = 20,01105 \text{ kN}$$

POSOUZENÍ PRŮŘEZU

1.MS - únosnost

$$M_{Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} =$$

37,835 kNm

> M_d

Vyhovuje

$$V_{pl.Rd} = \frac{A_{wz} \cdot f_y}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} =$$

168,51 kN

> V_d

Vyhovuje

2.MS - použitelnost

$$\delta = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot L^4}{E \cdot I_z} = 20,36 \text{ mm}$$

<

L/

250

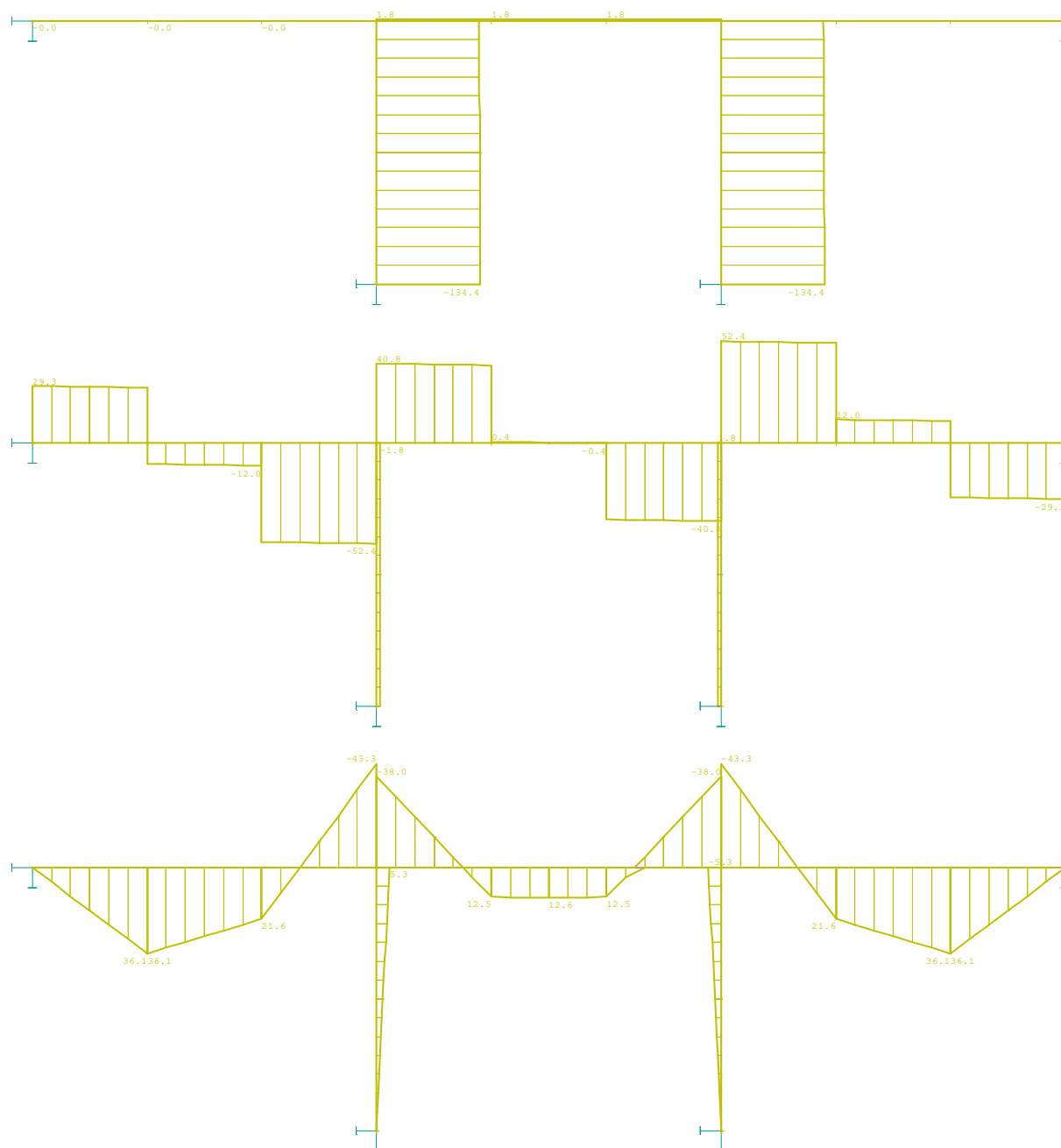
=

21,96 mm

Vyhovuje

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

- *Výsledné vnitřní síly*



STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

• Posudek profilu průvlaku

Součinitele spolehlivosti $\gamma_{M0} = 1.15$ $\gamma_{M1} = 1.15$
Standardní výpis, globální extrémy.

Makro :1 Prut :3 L=1.250m Pr. : 1 - Průvlak (U200,0) S 235
třída 3

řez=1.250m kombi únos.=1 $f_y=235.0$ MPa

Posudek únosnosti	N kN	V _y kN	V _z kN	M _x kNm	M _y kNm	M _z kNm
Návrh	-0.0	0.0	-52.4	0.0	-43.3	0.0
Limit	1333.9	196.0	342.6	0.0	79.5	61.2
souč.	0.00	0.00	0.15	0.00	0.54	0.00

Napětí : : sig=-111.2MPa 111.2MPa tau=18.4MPa souč.=0.54

Posudek stability souč.
Tlak : $\chi = 0.86$ N_{sd}=0.0 N_{brd}=1148.6 0.00
Ohyb y-y : $\chi = 0.96$ M_{sd}=43.3 M_{brd}=76.4 0.57
Tlak + ohyb : $\mu_{iy} = 0.09$ $\mu_{iz} = -0.09$ $\mu_{LT} = -0.08$
- vzpěr: $\chi = 0.96$ $\kappa_y = 1.00$ $\kappa_z = 1.00$ sig=-111.2MPa 0.54
- klopení: $\chi_Z = 0.99$ $\kappa_{LT} = 1.00$ $\kappa_z = 1.00$ sig=-115.8MPa 0.57

Maximální jednotkový posudek = **0.57** - průřez vyhovuje.

• Posudek profilu sloupu

Součinitele spolehlivosti $\gamma_{M0} = 1.15$ $\gamma_{M1} = 1.15$
Standardní výpis, globální extrémy.

Makro :2 Prut :10 L=2.870m Pr. : 2 - Sloup (HEB160) S 235
třída 1

řez=0.000m kombi únos.=1 $f_y=235.0$ MPa

Posudek únosnosti	N kN	V _y kN	V _z kN	M _x kNm	M _y kNm	M _z kNm
Návrh	-132.8	0.0	-1.8	0.0	5.3	0.0
Limit	1108.6	302.0	245.4	0.0	72.3	34.7
souč.	0.12	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00

Obecná podmínka - vzorec (6.19) 0.15

Posudek stability souč.
Tlak : $\chi = 0.66$ N_{sd}=132.8 N_{brd}=736.7 0.18
Ohyb y-y : $\chi = 0.92$ M_{sd}=5.3 M_{brd}=66.8 0.08
Tlak + ohyb : $\mu_{iy} = -0.26$ $\mu_{iz} = 0.23$ $\mu_{LT} = 0.05$
- vzpěr: $\chi = 0.66$ $\kappa_y = 1.04$ $\kappa_z = 0.97$ 0.26
- klopení: $\chi_Z = 0.75$ $\kappa_{LT} = 0.99$ $\kappa_z = 0.97$ 0.24

Maximální jednotkový posudek = **0.26** - průřez vyhovuje.

STATICKÉ POSOUZENÍ

AKCE: KÚ Kraje Vysočina, budova D – posouzení možnosti umístění FVE panelů

2.4. Posouzení trapézového plechu

Zatížení na trapézový plech - charakteristické: $q_n = 2,46 + 1,20 + 0,35 = 4,01 \text{ kN/m}^2$

Zatížení na trapézový plech - návrhové: $q_d = 3,32 + 1,80 + 0,48 = 5,60 \text{ kN/m}^2$

Únosnost trapézového plechu (výška vlny 50 mm, tl.plechu 0,80 mm), plech uvažován jako spojitý nosník s délkou pole 1,25 m

Únosnost trapézového plechu - charakteristická: $g_n = 8,77 \text{ kN/m}^2 > q_n = 4,01 \text{ kN/m}^2$

Únosnost trapézového plechu - návrhová: $g_d = 6,97 \text{ kN/m}^2 > q_d = 5,60 \text{ kN/m}^2$

Trapézový plech vyhovuje

3. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Na základě výsledků statického posouzení lze konstatovat, že umístění FVE panelů na střechu objektu „D“ KÚ Kraje Vysočina **lze provést** při dodržení následujících podmínek:

- Budou použity FVE panely pro nepřímou montáž se zátěžovými bloky, hmotnost instalace FVE panelů nepřekročí 35 kg/m^2
- FVE panely budou umístovány dle přiloženého schématu



- Pro realizaci FV elektrárny bude zpracována dodavatelská dokumentace

V Brně 04/2023

Ing. Tomáš. Focke