

STATICKÝ VÝPOČET A POSOUZENÍ PRVKŮ NOSNÉ FOTOVOLTAICKÉ KONSTRUKCE

Projekt: FVE Křinec
Vypracoval: Ing. Robin Martinec
Autorizoval: Ing. Stanislav Martinec, PhD.
Datum: 03/2022



Obsah

Statický výpočet a posouzení prvků nosné fotovoltaické konstrukce	1
Obsah	2
1 Seznam použité literatury	4
2 Úvod.....	4
3 Podklady pro výpočet	4
4 Popis konstrukce	4
5 Vlastnosti materiálů	6
5.1 Materiály	6
5.2 S235JR.....	6
5.3 S450 GD.....	6
5.4 EN AW 6063/T66.....	6
6 Průřezové charakteristiky	7
6.1 PRŮŘEZY	7
6.2 RO 48.3x2.6	7
6.3 RO 60.3x2.6	9
6.4 120C15.....	10
6.5 HNP9.....	12
7 Zatížení	14
7.1 ZS1 - Vlastní tíha	14
7.2 ZS2 - Zatížení sněhem	15
7.3 ZS3/12- Zatížení větrem	15
7.4 Kombinace zatížení	16
8 Nižší konstrukce	17
8.1 3D Model	17
8.2 Uzlové podpory.....	17
8.3 Posouzení konstrukce.....	18

9	Vyšší konstrukce	21
9.1	3D model	21
9.2	Uzly – podporové síly.....	21
9.3	Posouzení konstrukce.....	22
10	Závěr	24

1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ČSN EN 1990 Eurokód : Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3 : Navrhování ocelových konstrukcí Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-3 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí Část 1-3: Obecná pravidla - Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky a plošné prvky

ČSN EN 1999-1-1 Eurokód 9: Navrhování hliníkových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla

2 ÚVOD

Předmětem posudku je statická analýza nosných konstrukcí FV elektrárny v lokalitě Křinec v České Republice. Nosné konstrukce jsou rozděleny na dva typy dle výšky:

- Vyšší konstrukce – výška panelů od země $h=1500$ mm
- Nižší konstrukce – výška panelů od země $h=500$ mm

Posouzení konstrukce neřeší samotné založení a zakotvení nosné konstrukce FV panelů, které může být provedeno pomocí zemních vrutů nebo kotevních železobetonových bloků.

3 PODKLADY PRO VÝPOČET

Výpočet nosných konstrukcí FV elektrárny je proveden na základě situačního plánu, výkresů konstrukce a údajů z datového listu použitých FV panelů. Všechny podklady byly poskytnuty investorem.

4 POPIS KONSTRUKCE

Konstrukce jsou tvořeny kombinací ocelových za tepla tvarovaných profilů pro stojiny a vzpěry, za studena tvarovaných profilů pro vaznice a hliníkových profilů pro krokve sloužící k upevnění FV panelů.

Sklon FV panelů: 30°

Rozměr FV panelu: $2252 \times 1048 \times 35$ mm

Základní rozměry konstrukcí jsou:

Nižší konstrukce:

$a = 750$ mm

$b = 2580$ mm

$h = 500$ mm

$l = 2252$ mm

$p = 4524$ mm

Vyšší konstrukce:

$a = 750$ mm

$b = 2580$ mm

$h = 1500$ mm

$l = 2252$ mm

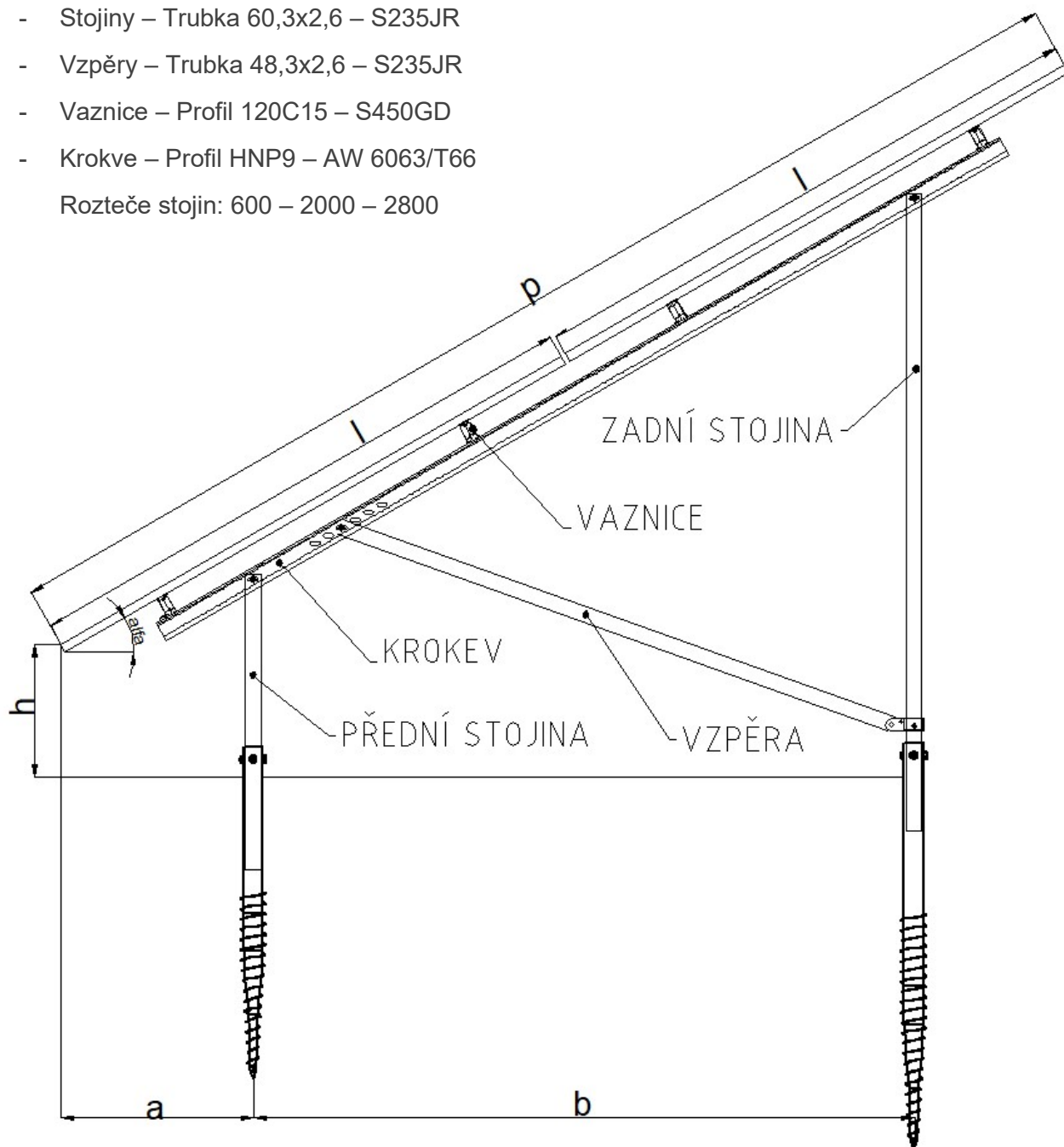
$p = 4524$ mm

Nižší konstrukce:

- Stojiny – Trubka 48,3x2,6 – S235JR
- Vzpěry – Trubka 48,3x2,6 – S235JR
- Vaznice – Profil 120C15 – S450GD
- Krokve – Profil HNP9 – AW 6063/T66
- Rozteče stojin: 600 – 2000 – 2800

Vyšší konstrukce:

- Stojiny – Trubka 60,3x2,6 – S235JR
- Vzpěry – Trubka 48,3x2,6 – S235JR
- Vaznice – Profil 120C15 – S450GD
- Krokve – Profil HNP9 – AW 6063/T66
- Rozteče stojin: 600 – 2000 – 2800



5 VLASTNOSTI MATERIÁLŮ

5.1 Materiály

Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. ν [-]	Objem. tíha γ [kN/m ³]	Souč. tepl. rozt. α [1/K]	Souč. spolehlivosti γ_M [-]	Materiálový model
1	Ocel S 235 EN 1993-1-1:2005-05						
	210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní elastický lineárně
2	Ocel S 450 EN 10025-2:2004-11						
	210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní elastický lineárně
3	Slitina hliníku EN-AW 6063 (ET,ER/B) T66 EN 1999-1-1:2007						
	70000.000	27000.000	0.296	27.00	2.30E-05	1.00	Izotropní elastický lineárně

5.2 S235JR

Materiál - è.	Označení materiálu	Modul pruž. E [MPa]	Smykový modul G [MPa]	Poissonův součinitel ν [-]	Mez kluzu f_{yk} [MPa]	Max. tloušťka dílce t [mm]
1	Ocel S 235 EN 1993-1-1:2005-05	210000.000	80769.200	0.300	235.000	40.0
					215.000	80.0
					215.000	100.0
					195.000	150.0
					185.000	200.0
					175.000	250.0
					165.000	400.0

5.3 S450 GD

Materiál - è.	Označení materiálu	Modul pruž. E [MPa]	Smykový modul G [MPa]	Poissonův součinitel ν [-]	Mez kluzu f_{yk} [MPa]	Max. tloušťka dílce t [mm]
2	Ocel S 450 EN 10025-2:2004-11	210000.000	80769.200	0.300	450.000	16.0
					430.000	40.0
					410.000	63.0
					390.000	80.0
					380.000	100.0
					380.000	150.0

5.4 EN AW 6063/T66

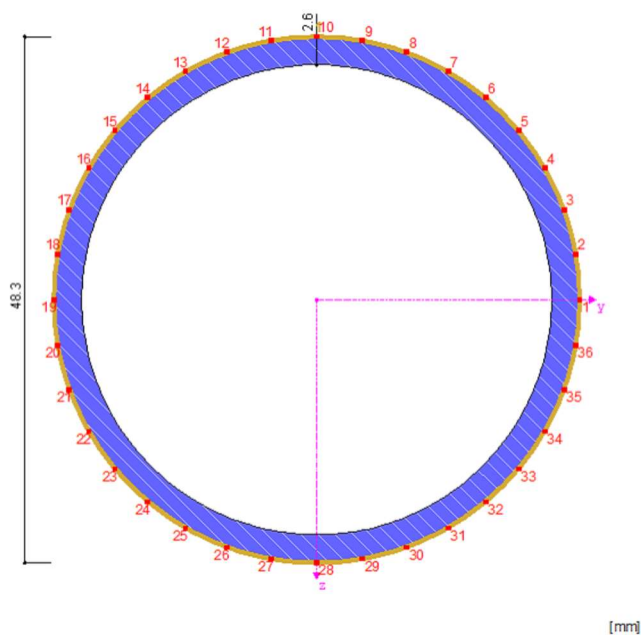
Materiál - č.	Označení materiálu	Modul pruž. E [kN/cm ²]	Smykový modul G [kN/cm ²]	Poissonův součinitel ν [-]	Smluvní mez f_o [kN/cm ²]	Max. tloušťka dílce t [mm]
5	Slitina hliníku EN-AW 6063 (ET,ER/B) T66 EN 1999-1-1:2007	7000.00	2700.00	0.300	20.00	10.0

6 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

6.1 PRŮŘEZY

Průřez č.	Mater. č.	I_y [mm ⁴] A [mm ²]	$I_{y/u}$ [mm ⁴] $A_{y/u}$ [mm ²]	$I_{z/v}$ [mm ⁴] $A_{z/v}$ [mm ²]	Hlavní osy α [°]	Natočení α' [°]	Celkové rozměry [mm] Šířka b Výška h	
1	RO 48.3x2.6	196000.0 373.0	97800.0 186.3	97800.0 186.3	0	0	48.3	48.3
2	RO 60.3x2.6	393000.0 471.0	197000.0 235.1	197000.0 235.1	0.00	0.00	60.3	60.3
3	120C15	595.3 491.1	1118268.1 147.6	198932.4 187.7	0.00	0.00	55.0	120.0
4	HNP9	126643.4 498.8	398364.6 81.9	151910.1 196.1	0.00	0.00	54.0	81.0

6.2 RO 48.3x2.6



Průřezové charakteristiky

RO 48.3x2.6 (warmgefertigt)

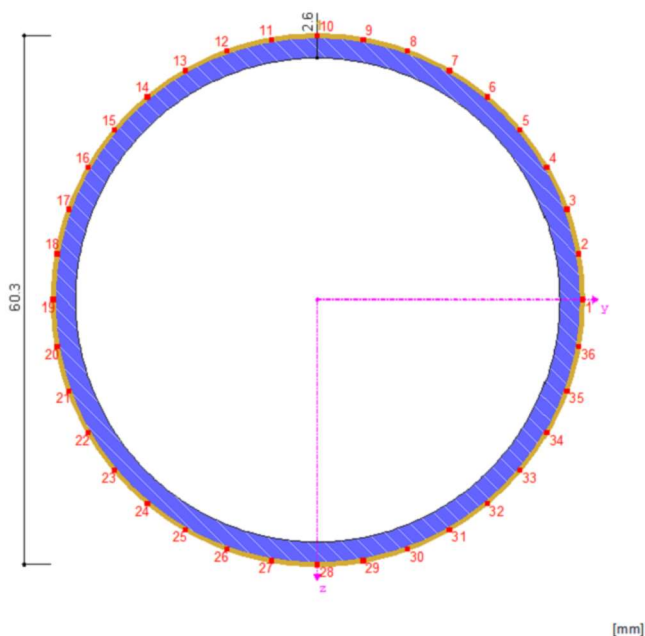
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Vnější průměr	D	48.3	mm
Tloušťka stěny	s	2.6	mm
Plocha průřezu	A	373.0	mm ²
Smyková plocha	A_y	186.3	mm ²

Průřezové charakteristiky

RO 48.3x2.6 (warmgefertigt)

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Plocha jádra	$A_{\text{jád}}$	1640.3	mm ²
Plastická smyková plocha	$A_{\text{pl,y}}$	237.6	mm ²
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I_y	97800.0	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i_y	16.2	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_p	22.9	mm
Objem	V	373.0	mm ³ /mm
Hmotnost průřezu	G	2.9	kg/m
Plocha pláště	$A_{\text{plášť}}$	0.152	m ² /m
Součinitel profilu	A_m/V	407.507	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I_t	196000.0	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W_t	8100.0	mm ³
Elastický průřezový modul	W_y	4050.0	mm ³
Statický moment	$S_{y,\text{max}}$	1357.9	mm ³
Plastický průřezový modul	$W_{\text{pl,y}}$	5440.0	mm ³
Plastický tvarový součinitel	$\alpha_{\text{pl,y}}$	1.343	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{y,\text{DIN}}$	a	
Vzpěrná křivka pro ocel s $f_y=460$ N/mm ² (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{y,\text{DIN},S460}$	a ₀	
Vzpěrná křivka podle EN	$VK_{y,\text{EN}}$	a	
Vzpěrná křivka podle EN pro ocel S 460	$VK_{y,\text{EN},S460}$	a ₀	
Plně plast. normál. síla podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82$ kN/cm ²	$N_{\text{pl,d}}$	0.081	MN
Plně plast. posouv. síla podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82$ kN/cm ²	$V_{\text{pl,d}}$	0.030	MN
Plně plast. ohyb. moment podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82$ kN/cm ²	$M_{\text{pl,d}}$	0.001	MNm
Plně plast. torzní moment podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82$ kN/cm ²	$M_{\text{pl,x,d}}$	0.001	MNm

6.3 RO 60.3x2.6



Průřezové charakteristiky

RO 60.3x2.6 (warmgefertigt)

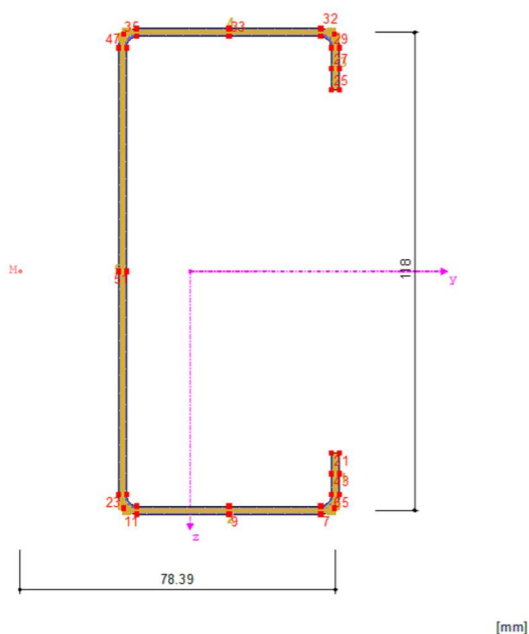
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Vnější průměr	D	60.3	mm
Tloušťka stěny	s	2.6	mm
Plocha průřezu	A	471.0	mm ²
Smyková plocha	A _y	235.1	mm ²
Plocha jádra	A _{jád}	2614.8	mm ²
Plastická smyková plocha	A _{pl,y}	300.0	mm ²
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I _y	197000.0	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	20.4	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	28.8	mm
Objem	V	471.0	mm ³ /mm
Hmotnost průřezu	G	3.7	kg/m
Plocha pláště	A _{plášť}	0.189	m ² /m
Součinitel profilu	A _m /V	401.274	1/m
Moment tuhosti v kroucení	I _t	393000.0	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W _t	13000.0	mm ³
Elastický průřezový modul	W _y	6520.0	mm ³
Statický moment	S _{y,max}	2164.1	mm ³
Plastický průřezový modul	W _{pl,y}	8660.0	mm ³
Plastický tvarový součinitel	α _{pl,y}	1.328	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	VK _{y,DIN}	a	
Vzpěrná křivka pro ocel s f _y =460 N/mm ² (DIN 18800-2:2008-11)	VK _{y,DIN,S460}	a ₀	

Průřezové charakteristiky

RO 60.3x2.6 (warmgefertigt)

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Vzpěrná křivka podle EN	$VK_{y,EN}$	a	
Vzpěrná křivka podle EN pro ocel S 460	$VK_{y,EN,S460}$	a_0	
Plně plast. normál. síla podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$	$N_{pl,d}$	0.103	MN
Plně plast. posouv. síla podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$	$V_{pl,d}$	0.038	MN
Plně plast. ohyb. moment podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$	$M_{pl,d}$	0.002	MNm
Plně plast. torzní moment podle DIN 18800-1 pro $f_{y,d} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$	$M_{pl,x,d}$	0.002	MNm

6.4 120C15



Průřezové charakteristiky

SHAPE-THIN C120-S5-15-20

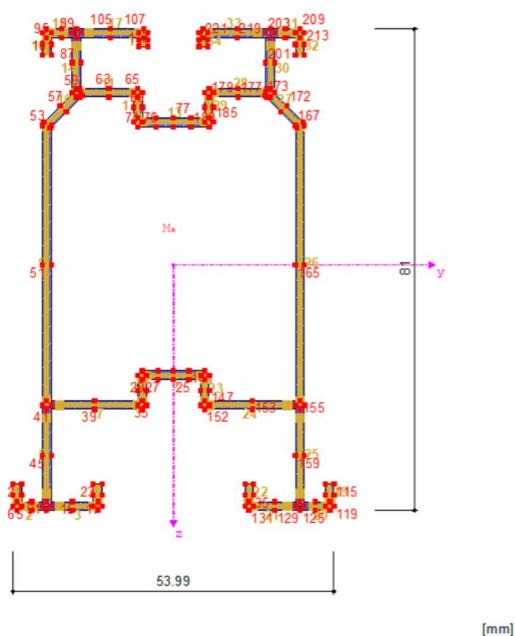
Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Plocha průřezu	A	491.1	mm ²
Smyková plocha	A_u	147.6	mm ²
Smyková plocha	A_v	187.7	mm ²
Poloha těžiště	y_s	16.8	mm
Poloha těžiště	z_s	-59.0	mm
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I_y	1118270.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I_z	198932.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I_{yz}	0.0	mm ⁴
Úhel natočení hlavních os	α	0.00	°
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I_u	1118270.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I_v	198932.0	mm ⁴
Polární moment setrvačnosti	I_p	1317200.0	mm ⁴

Průřezové charakteristiky

SHAPE-THIN C120-55-15-20

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Polární moment setrvačnosti	$I_{p,M}$	2190720.0	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i_y	47.7	mm
Poloměr setrvačnosti	i_z	20.1	mm
Poloměr setrvačnosti	i_{yz}	0.0	mm
Hlavní poloměr setrvačnosti	i_u	47.7	mm
Hlavní poloměr setrvačnosti	i_v	20.1	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_p	51.8	mm
Polární poloměr setrvačnosti	$i_{p,M}$	66.8	mm
Výsečový poloměr setrvačnosti	$i_{\omega,M}$	16.4	mm
Hmotnost průřezu	G	3.9	kg/m
Plocha pláště	$A_{plášť}$	0.370	m ² /m
Moment tuhosti v kroucení	I_t	595.3	mm ⁴
Moment tuhosti v kroucení, podíl St. Venant	$I_{t,StVen}$	595.3	mm ⁴
Moment tuhosti v kroucení, podíl Bredt	$I_{t,Bredt}$	0.0	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W_t	297.7	mm ³
Vzdálenost od středu smyku k těžišti	y_M	-42.2	mm
Vzdálenost od středu smyku k těžišti	z_M	0.0	mm
Výsečový moment setrvačnosti vtažený na M	I_{ω}	5.859E+08	mm ⁶
Součinitel tlumení	λ	0.000625	1/mm
Elastický průřezový modul	$W_{y,max}$	18637.8	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{y,min}$	-18637.8	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{z,max}$	5345.5	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{z,min}$	-11185.2	mm ³
Výsečový průřezový modul	$W_{w,max}$	215880.0	mm ⁴
Výsečový průřezový modul	$W_{w,min}$	-215853.0	mm ⁴
Statický moment	$S_{u,max}$	10805.6	mm ³
Statický moment	$S_{v,max}$	2206.2	mm ³
Výsečová souřadnice	ω_{max}	2714.4	mm ²
Výsečová plocha (plošný moment 1. stupně výseče)	$S_{\omega,max}$	100031.0	mm ⁴
Stabilitní parametr podle Kindema	$r_{y,Kindem}$	0.0	mm
Stabilitní parametr	$r_{M,y}$	137.3	mm
Stabilitní parametr podle Kindema	$r_{z,Kindem}$	53.0	mm
Stabilitní parametr	$r_{M,z}$	0.0	mm
Plastický průřezový modul	$W_{pl,y,max}$	21611.2	mm ³
Plastický průřezový modul	$W_{pl,z,max}$	8170.8	mm ³
Plastický tvarový součinitel	$\alpha_{pl,u,max}$	1.160	
Plastický tvarový součinitel	$\alpha_{pl,v,max}$	1.529	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{y,DIN}$	c	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{z,DIN}$	c	

6.5 HNP9



Průřezové charakteristiky

SHAPE-THIN HNP9

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Plocha průřezu	A	498.8	mm ²
Smyková plocha	A _u	81.9	mm ²
Smyková plocha	A _v	196.1	mm ²
Poloha těžiště	y _s	26.3	mm
Poloha těžiště	z _s	-40.6	mm
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I _y	398365.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I _z	151910.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti (plošný moment 2. stupně)	I _{yz}	0.0	mm ⁴
Úhel natočení hlavních os	α	0.00	°
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I _u	398365.0	mm ⁴
Moment setrvačnosti okolo hlavní osy	I _v	151910.0	mm ⁴
Polární moment setrvačnosti	I _p	550275.0	mm ⁴
Polární moment setrvačnosti	I _{p,M}	567829.0	mm ⁴
Poloměr setrvačnosti	i _y	28.3	mm
Poloměr setrvačnosti	i _z	17.5	mm
Poloměr setrvačnosti	i _{yz}	0.0	mm
Hlavní poloměr setrvačnosti	i _u	28.3	mm
Hlavní poloměr setrvačnosti	i _v	17.5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _p	33.2	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i _{p,M}	33.7	mm
Výšečový poloměr setrvačnosti	i _{ω,M}	6.9	mm

Průřezové charakteristiky

SHAPE-THIN HNP9

Průřezová charakteristika	Symbol	Hodnota	Jednotka
Hmotnost průřezu	G	1.3	kg/m
Plocha pláště	$A_{plášť}$	0.482	m ² /m
Moment tuhosti v kroucení	I_t	126643.0	mm ⁴
Moment tuhosti v kroucení, podíl St. Venant	$I_{t,StVen}$	361.0	mm ⁴
Moment tuhosti v kroucení, podíl Bredt	$I_{t,Bredt}$	126282.0	mm ⁴
Průřezový modul v kroucení	W_t	6149.2	mm ³
Vzdálenost od středu smyku k těžišti	y_M	0.0	mm
Vzdálenost od středu smyku k těžišti	z_M	-6.0	mm
Výsečový moment setrvačnosti vztažený na M	I_{ω}	2.703E+07	mm ⁶
Součinitel tlumení	λ	0.042514	1/mm
Elastický průřezový modul	$W_{y,max}$	9640.9	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{y,min}$	-10039.5	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{z,max}$	5627.3	mm ³
Elastický průřezový modul	$W_{z,min}$	-5627.3	mm ³
Výsečový průřezový modul	$W_{w,max}$	37441.7	mm ⁴
Výsečový průřezový modul	$W_{w,min}$	-37441.7	mm ⁴
Statický moment	$S_{u,max}$	3232.3	mm ³
Statický moment	$S_{v,max}$	2082.8	mm ³
Výsečová souřadnice	ω_{max}	721.8	mm ²
Výsečová plocha (plošný moment 1. stupně výseče)	$S_{\omega,max}$	15794.2	mm ⁴
Stabilitní parametr podle Kindema	$r_{y,Kindem}$	2.0	mm
Stabilitní parametr	$r_{M,y}$	0.0	mm
Stabilitní parametr podle Kindema	$r_{z,Kindem}$	0.0	mm
Stabilitní parametr	$r_{M,z}$	13.8	mm
Plastický průřezový modul	$W_{pl,y,max}$	13745.3	mm ³
Plastický průřezový modul	$W_{pl,z,max}$	8345.0	mm ³
Plastický tvarový součinitel	$\alpha_{pl,u,max}$	1.426	
Plastický tvarový součinitel	$\alpha_{pl,v,max}$	1.483	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{y,DIN}$	c	
Vzpěrná křivka (DIN 18800-2:2008-11)	$VK_{z,DIN}$	c	

7 ZATÍŽENÍ

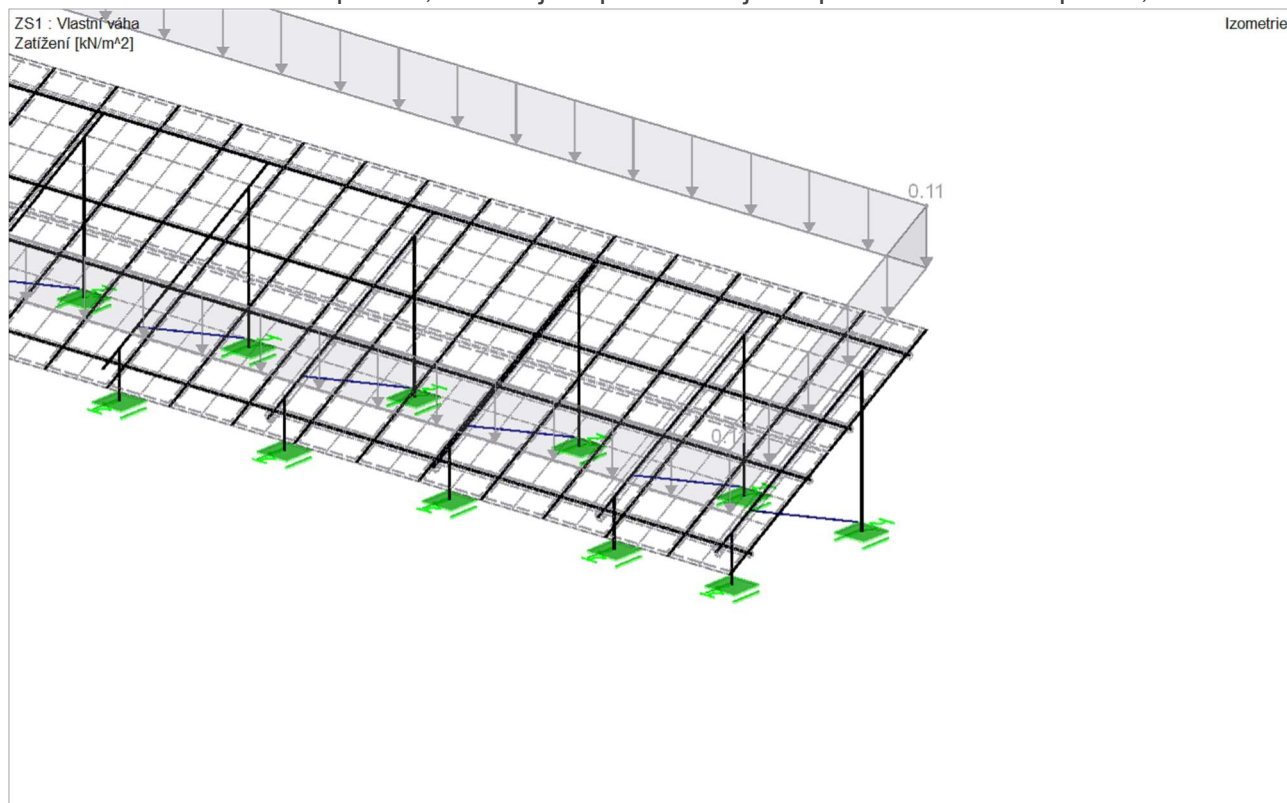
Zatížení konstrukce je provedeno v souladu s normou ČSN EN 1991-1.

Zatěžovací stavy

Zatěž. stav	Označení zatěž. stavu	EN 1990 STN Kategorie účinků	Vlastní tíha - Součinitel ve směru			
			Aktivní	X	Y	Z
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	x	0.000	0.000	1.000
ZS2	Sníh	Sníh (H ≤ 1000 m n.m.)	-			
ZS3	Vítr 45 °	Vítr	-			
ZS4	Vítr 67.5 °	Vítr	-			
ZS5	Vítr 90 °	Vítr	-			
ZS6	Vítr 112.5 °	Vítr	-			
ZS7	Vítr 135 °	Vítr	-			
ZS8	Vítr 225 °	Vítr	-			
ZS9	Vítr 247.5 °	Vítr	-			
ZS10	Vítr 270 °	Vítr	-			
ZS11	Vítr 292.5 °	Vítr	-			
ZS12	Vítr 315 °	Vítr	-			

7.1 ZS1 - Vlastní tíha

Zatížení je provedeno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-1. Je uvažována vlastní tíha profilů konstrukce a tíha FV panelů, která je aplikována jako plošné zatížení $q = 0,11 \text{ kN/m}^2$.



7.2 ZS2 - Zatížení sněhem

Zatížení je provedeno v souladu s normou ČSN EN 1991-1-3. Hodnota zatížení vychází z následujících údajů:

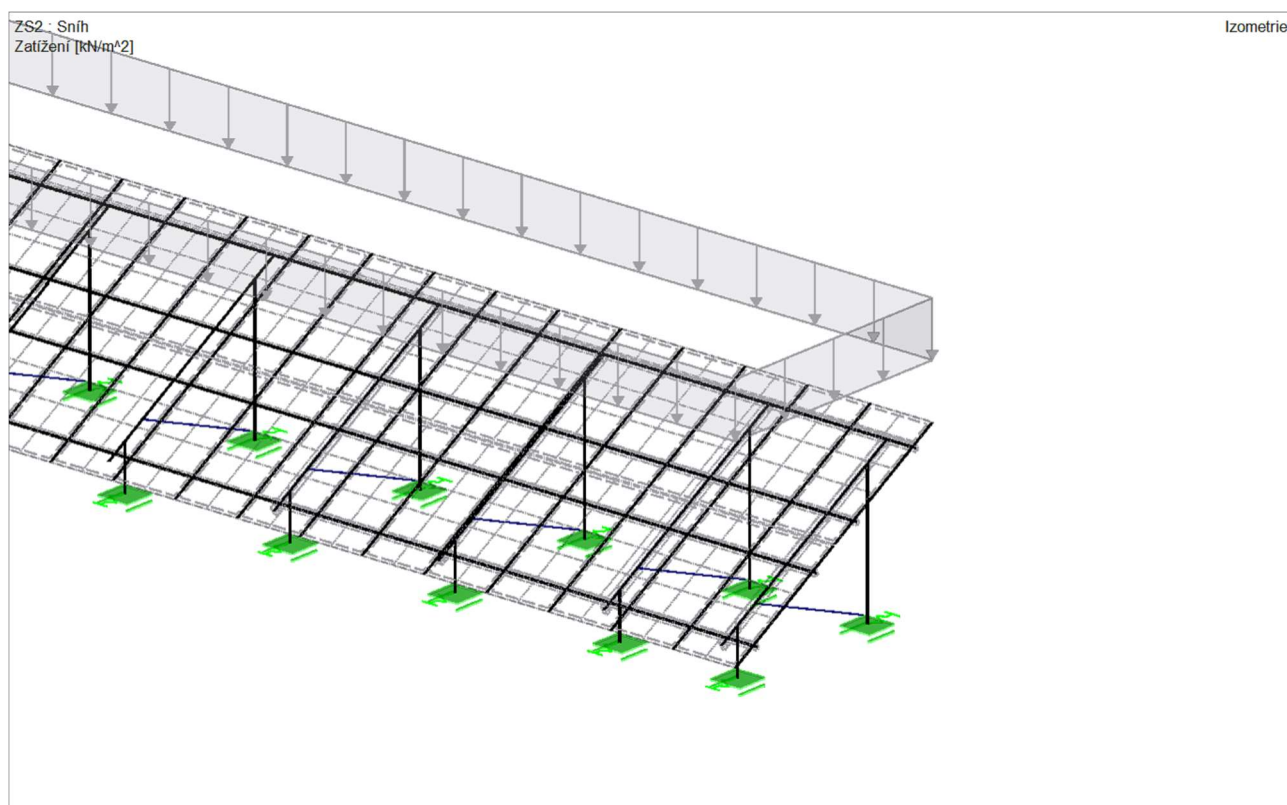
Sněhová oblast II

Základní zatížení sněhem $s_k=1 \text{ kN/m}^2$

Typ krajiny: Normální

Součinitel expozice $c_e=1,0$

Teplotní součinitel: $c_t=1,0$



7.3 ZS3/12- Zatížení větrem

Výchozí podmínky zatížení jsou v souladu s normou ČSN EN 1991-1-4:

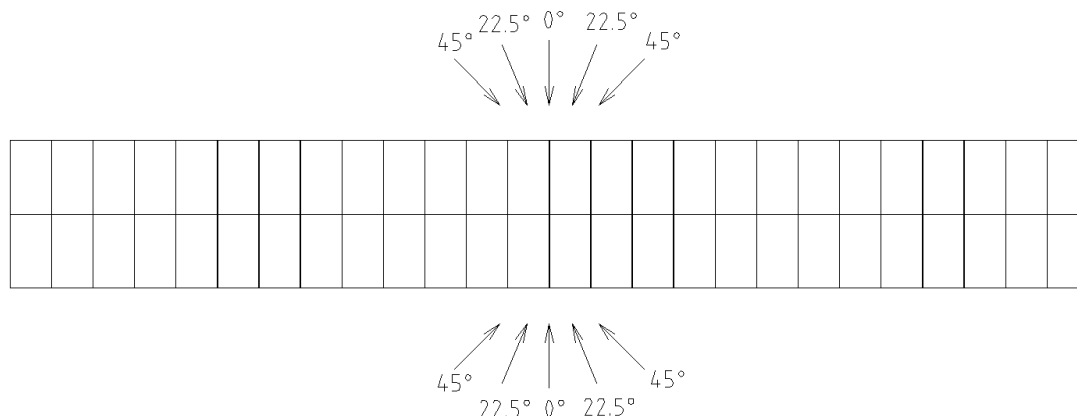
Větrová oblast: 2

Základní rychlost větru $v_b=25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu: 2

Sklon konstrukce: 30°

Hodnoty zatížení jsou aplikovány na základě výsledků z větrného tunelu programu RWIND společnosti Dlubal Software. Významné směry působícího větru vychází ze závěrů experimentální studie z větrného tunelu.



7.4 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení jsou aplikována v souladu s normou ČSN EN 1990 a České národní přílohy dle tabulky A1.2(B)(CZ)-1:

Součinitele bezpečnosti:

γ_G - 1,35 – příznivé / 1,0 – nepříznivé

Q - 1,5 – příznivé / 0,0 – nepříznivé

Kombinační součinitele:

$\Psi_{0,w}$ - 0,6

$\Psi_{0,s}$ - 0,5

Součinitel bezpečnosti konstrukce

K_{VI} = 0,9

Kombinační pravidla pro MSÚ dle rovnic 6.10a a 6.10b:

1,22.G

1,22.G+0,67.Q_s

1,22G+0,67.Q_s+0,81.Q_w

1,22G+0,81.Q_w

1,03.G

1,03.G+1,35.Q_s

1,03.G+1,35.Q_s+0,81.Q_w

1,03.G+0,67.Q_s+1,35.Q_w

Kombinační pravidla pro MSP:

1,00.G

1,00.G+1,00.Q_s

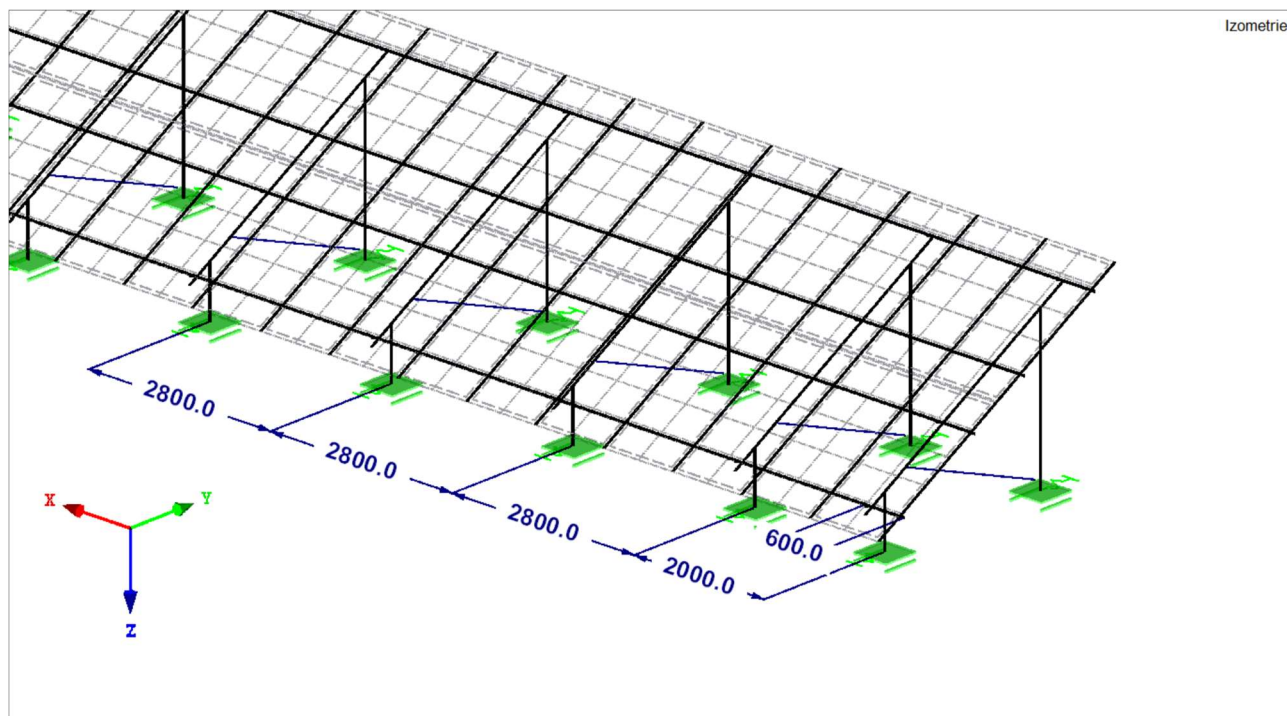
1,00.G+1,00.Q_s+0,6.Q_w

1,00.G+1,00.Q_w

1,00.G+1,00.Q_s+1,00.Q_w

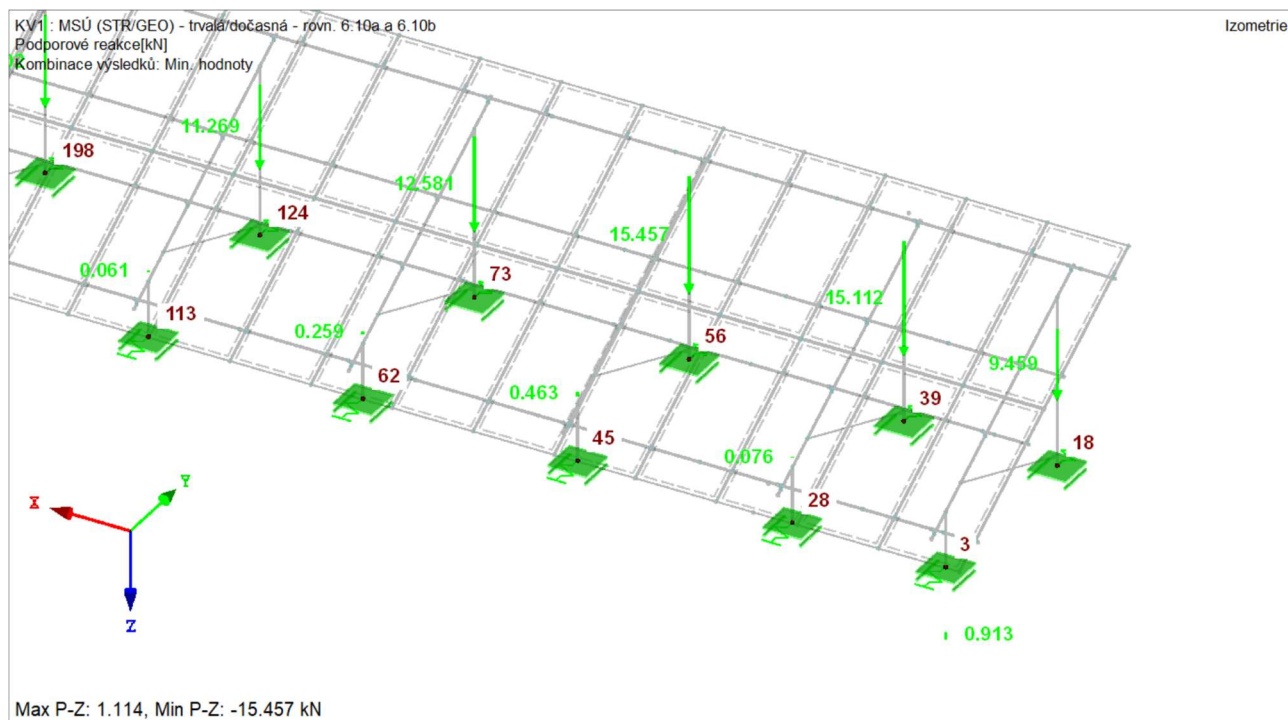
8 NIŽŠÍ KONSTRUKCE

8.1 3D Model



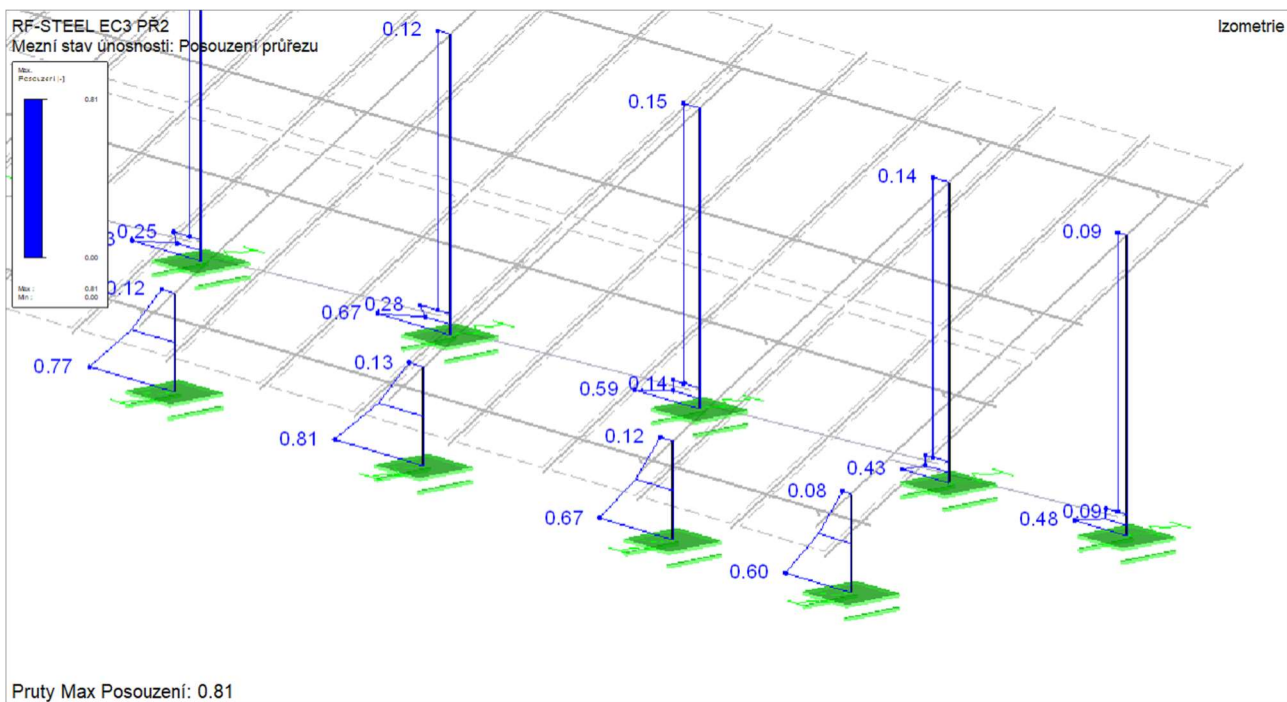
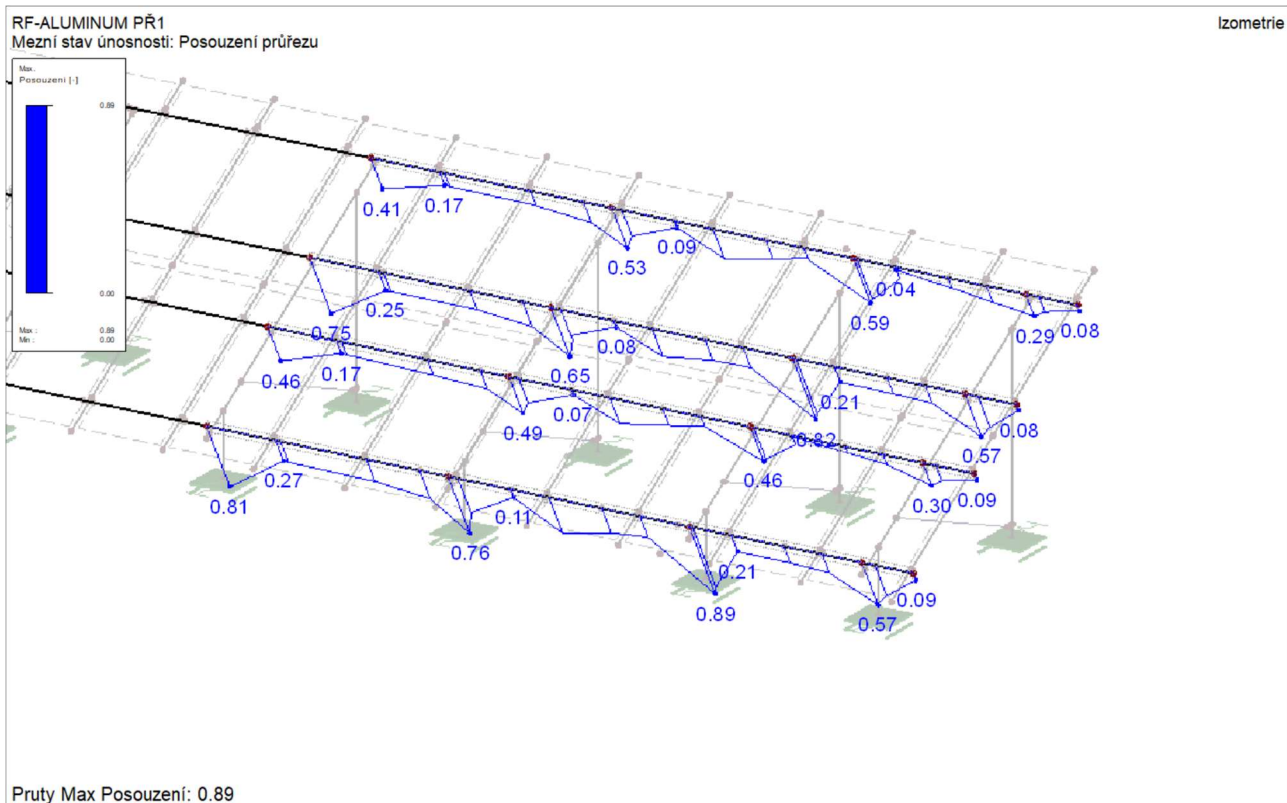
8.2 Uzlové podpory

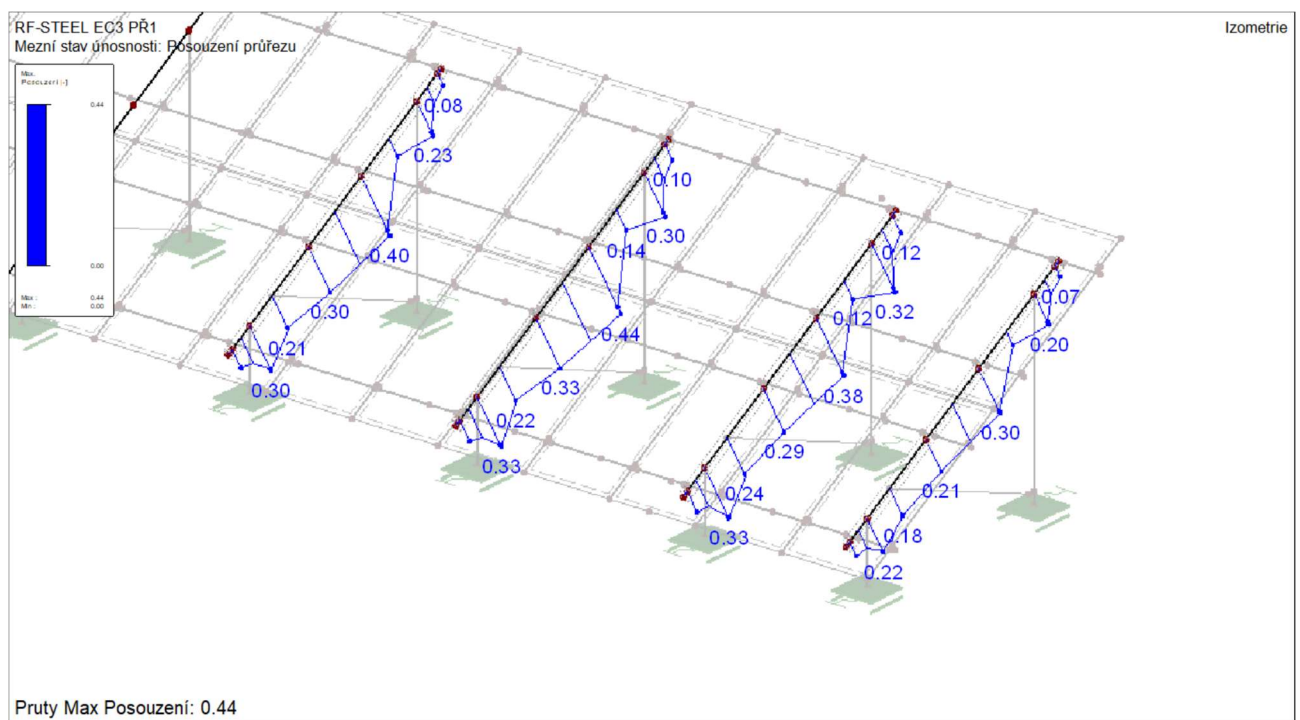
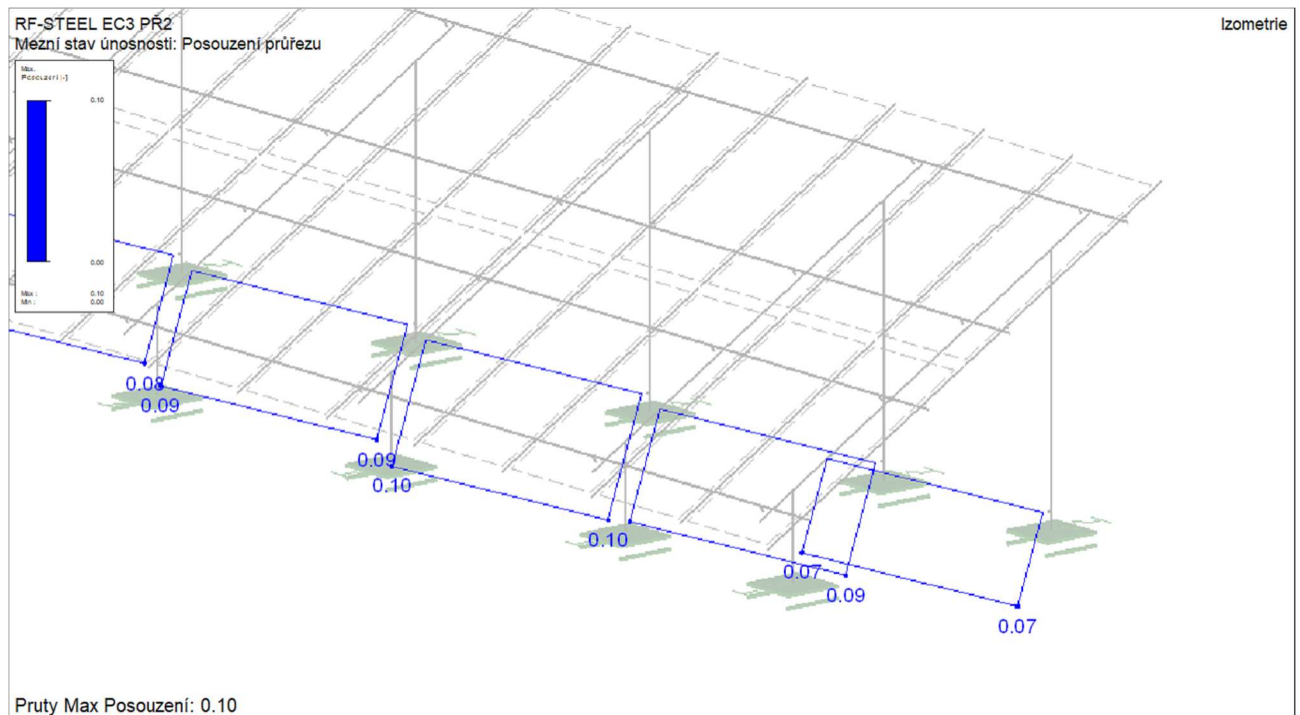
Uzel č.	KV		Podporové síly [kN]			Podporové momenty [kNm]		
			$P_{x'}$	$P_{y'}$	$P_{z'}$	$M_{x'}$	$M_{y'}$	$M_{z'}$
3	KV1	Max	0.036	1.006	6.826	0.763	0.045	0.000
		Min	-0.063	-1.301	0.913	-0.983	-0.027	-0.011
18	KV1	Max	0.004	5.226	8.916	0.603	0.005	0.002
		Min	-0.003	-5.868	-9.459	-0.690	-0.006	-0.005
28	KV1	Max	0.054	1.069	10.193	0.829	0.113	0.002
		Min	-0.164	-1.380	-0.076	-1.041	-0.038	-0.027
39	KV1	Max	0.015	5.965	10.786	0.684	0.008	0.006
		Min	-0.002	-6.995	-15.112	-0.793	-0.015	-0.005
45	KV1	Max	0.102	1.019	11.768	0.794	0.009	0.019
		Min	-0.014	-1.528	-0.463	-1.147	-0.069	-0.003
56	KV1	Max	0.001	5.546	11.174	0.639	0.009	0.002
		Min	-0.007	-7.863	-15.457	-0.895	-0.004	0.000
62	KV1	Max	0.012	1.000	10.320	0.769	0.022	0.002
		Min	-0.033	-1.378	-0.259	-1.030	-0.009	-0.006
73	KV1	Max	0.002	5.421	10.578	0.620	0.002	0.001
		Min	-0.001	-7.164	-12.581	-0.805	-0.002	-0.001



8.3 Posouzení konstrukce

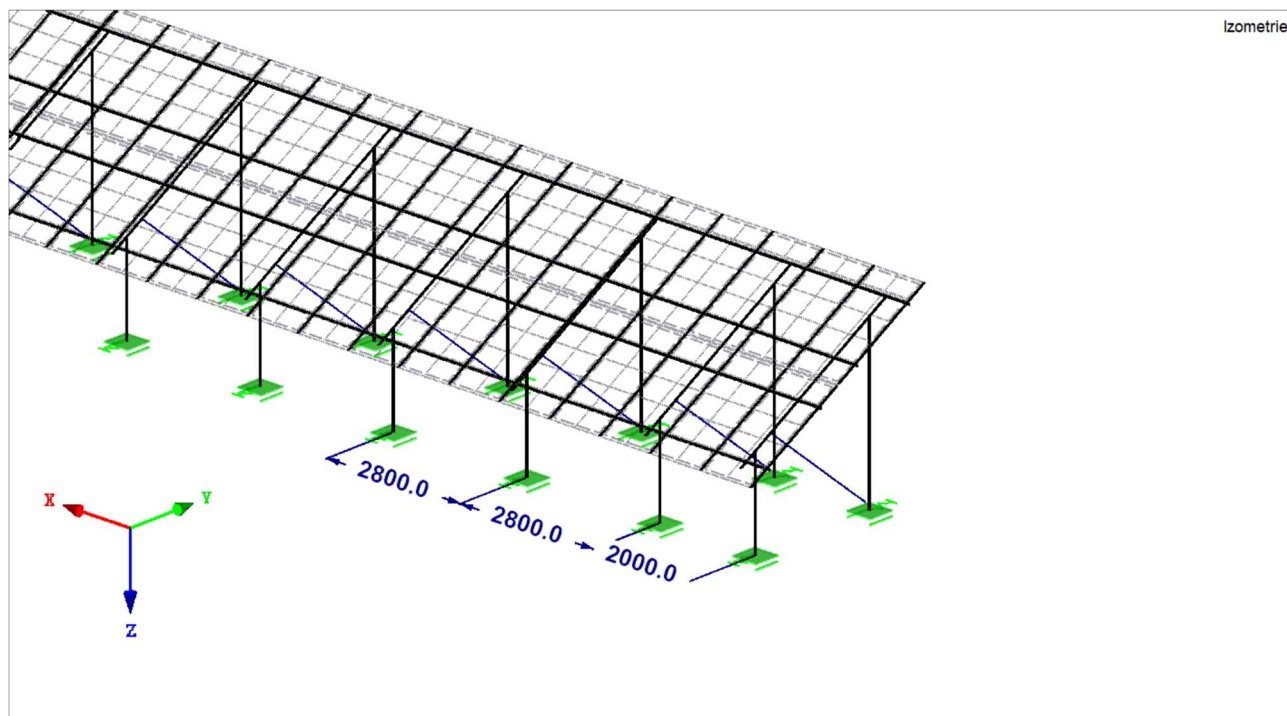
Část konstrukce Průřez - Materiál	Celkové posouzení	Posouzení průřezu	Posouzení stability	Posouzení použitelnost
Vaznice 1 HNP9 – AW 6063/T66	0,89	0,89	-	0,56
Vaznice 2 HNP9 – AW 6063/T66	0,49	0,49	-	0,41
Vaznice 3 HNP9 – AW 6063/T66	0,82	0,82		0,42
Vaznice 4 HNP9 – AW 6063/T66	0,59	0,59		0,44
Přední stojiny 48,3x2,6 – S235J0	0,81	0,81	0,59	-
Zadní stojiny 48,3x2,6 – S235J0	0,67	0,67	0,36	-
Vzpěry 42,4x2 – S235J0	0,20	0,10	0,20	-
Krokve 120C15 – S450GD	0,44	0,44	-	0,34





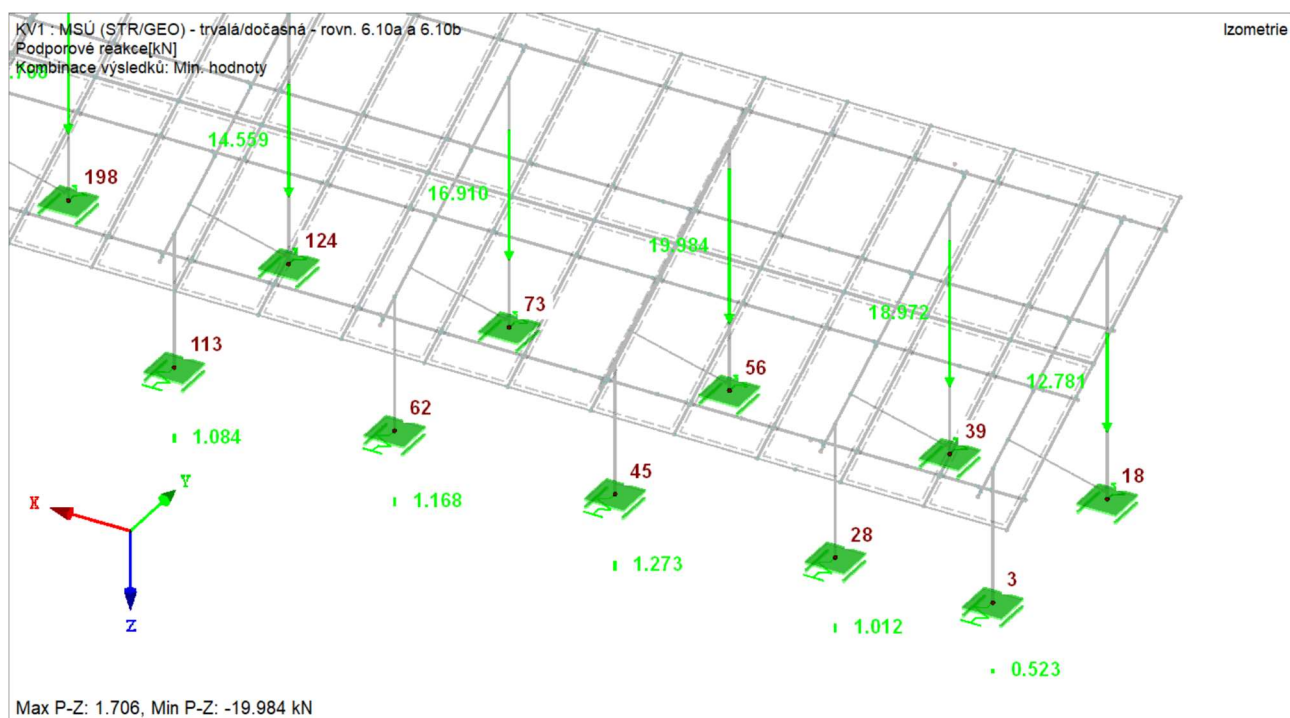
9 VYŠŠÍ KONSTRUKCE

9.1 3D model



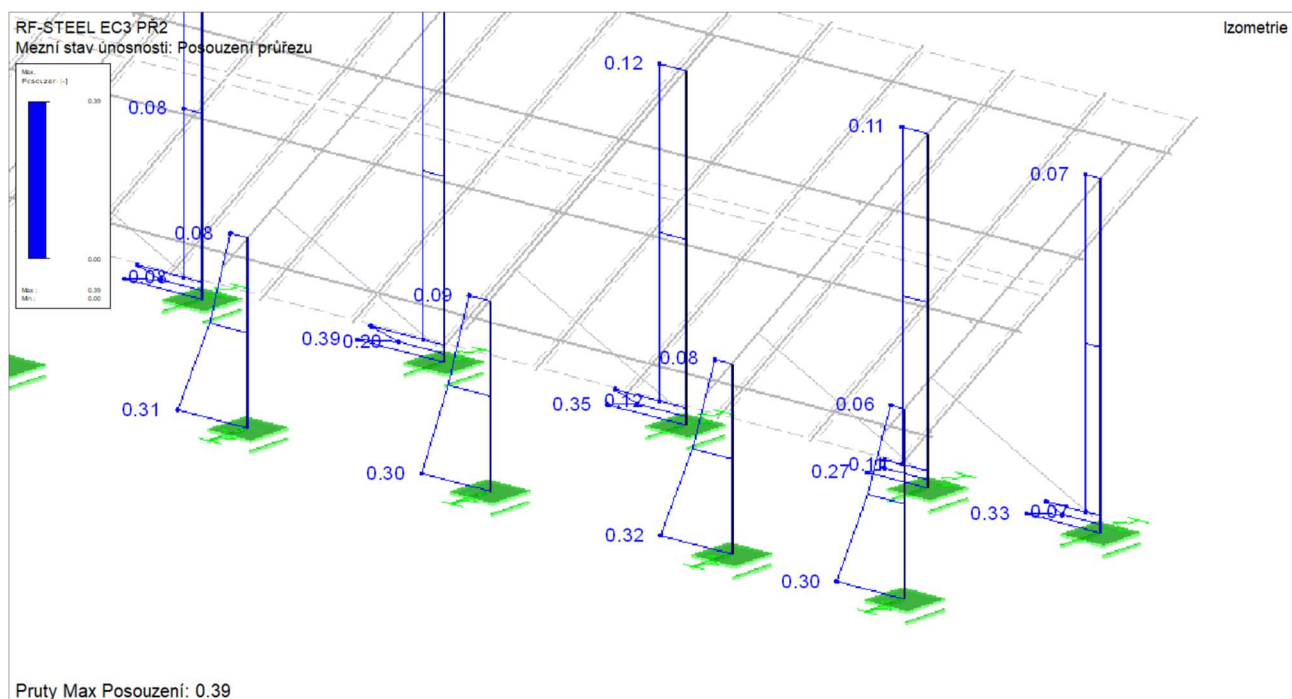
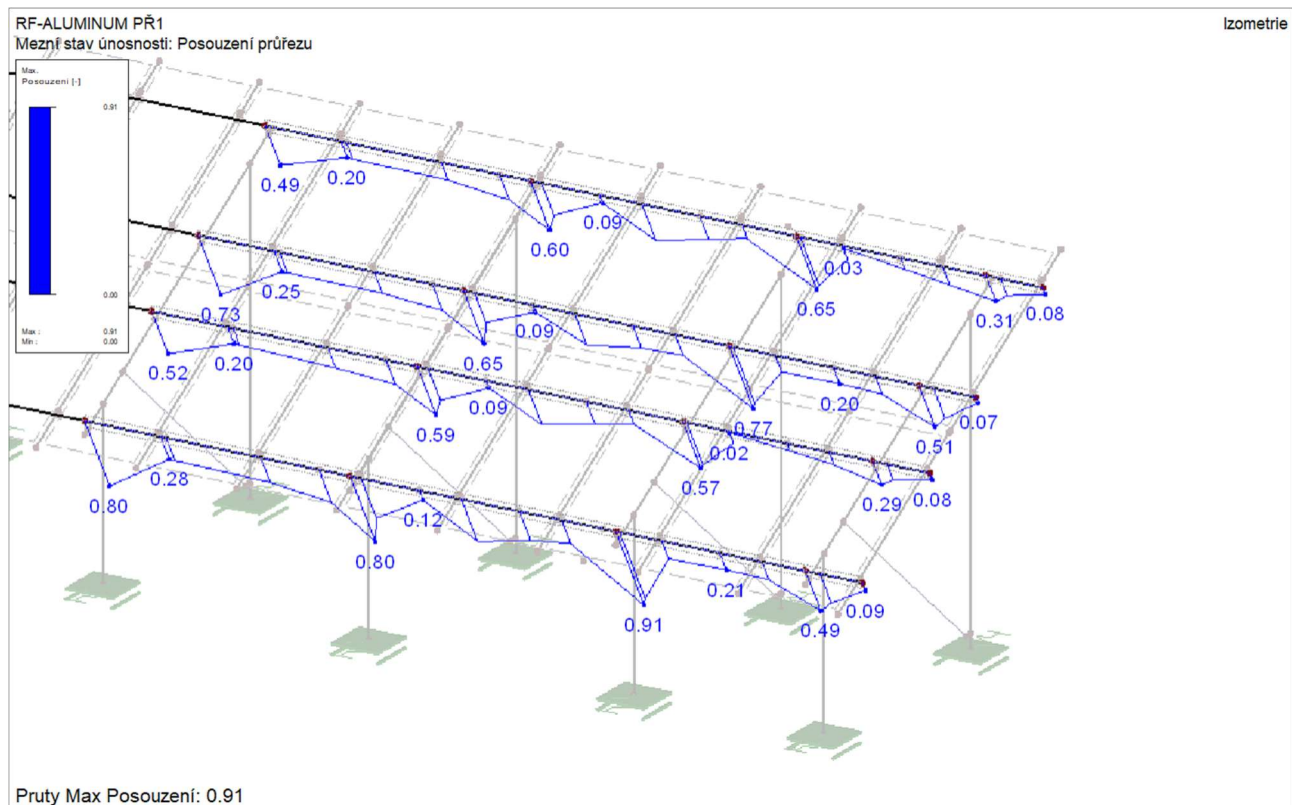
9.2 Uzly – podporové síly

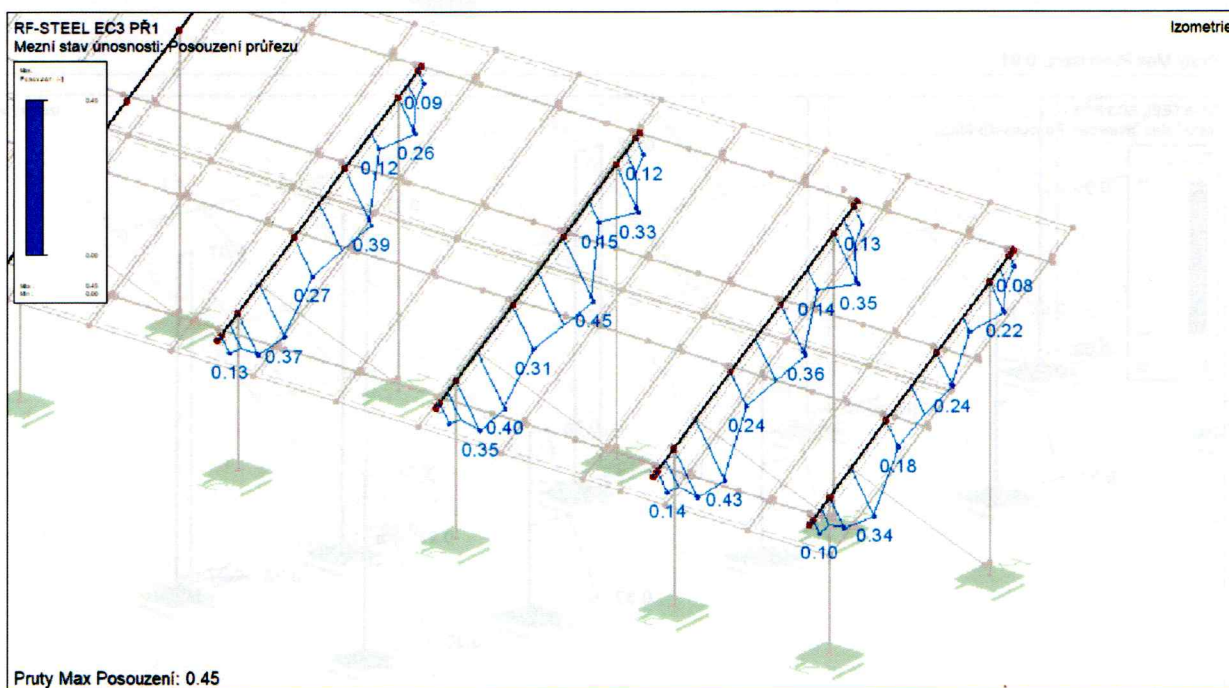
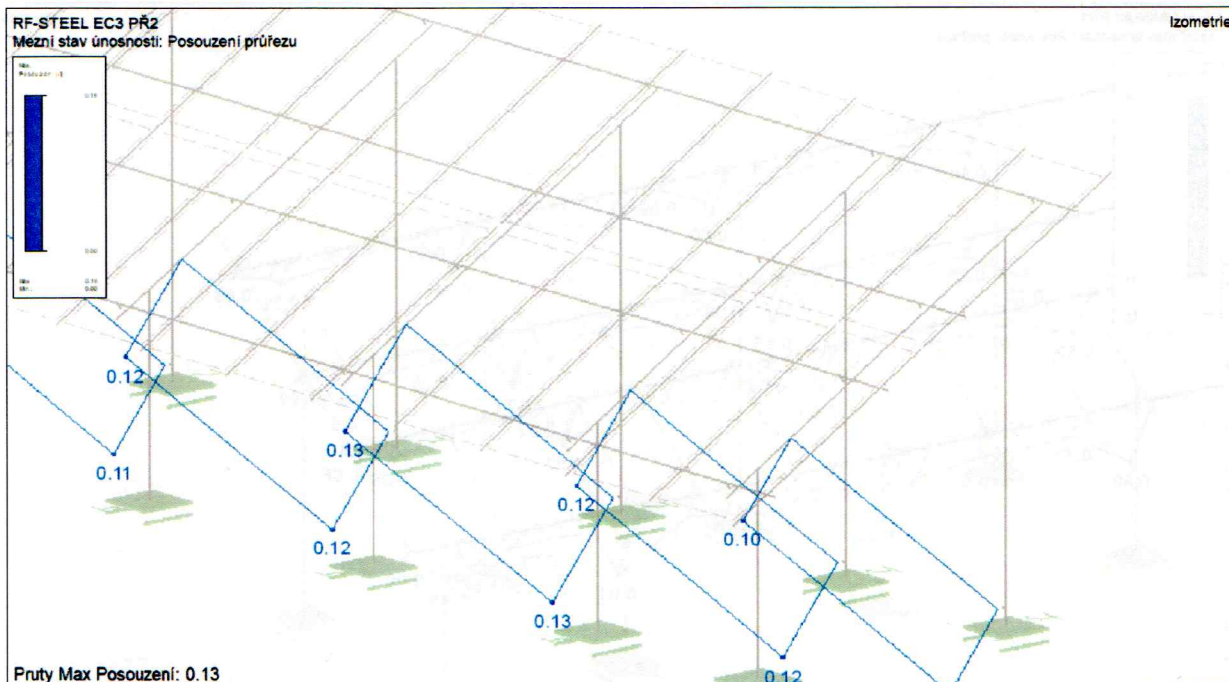
Uzel č.	KV		Podporové síly [kN]			Podporové momenty [kNm]		
			$P_{x'}$	$P_{y'}$	$P_{z'}$	$M_{x'}$	$M_{y'}$	$M_{z'}$
3	KV1	Max	0.004	0.281	7.029	0.504	0.021	0.000
		Min	-0.011	-0.289	0.523	-0.599	-0.009	-0.005
18	KV1	Max	0.004	6.470	10.972	0.558	0.005	0.003
		Min	-0.003	-6.956	-12.781	-0.633	-0.007	-0.007
28	KV1	Max	0.005	0.279	8.469	0.548	0.052	0.001
		Min	-0.031	-0.305	1.012	-0.626	-0.010	-0.014
39	KV1	Max	0.012	7.877	14.469	0.658	0.009	0.006
		Min	-0.001	-7.903	-18.972	-0.693	-0.017	-0.008
45	KV1	Max	0.015	0.266	10.391	0.524	0.003	0.013
		Min	-0.001	-0.317	1.273	-0.667	-0.026	-0.001
56	KV1	Max	0.001	7.763	15.815	0.651	0.009	0.003
		Min	-0.005	-8.860	-19.984	-0.776	-0.003	-0.001
62	KV1	Max	0.002	0.262	8.732	0.495	0.011	0.002
		Min	-0.007	-0.306	1.168	-0.618	-0.004	-0.004
73	KV1	Max	0.001	7.057	13.949	0.585	0.003	0.002
		Min	-0.001	-8.198	-16.910	-0.711	-0.002	-0.001



9.3 Posouzení konstrukce

Část konstrukce Průřez - Materiál	Celkové posouzení	Posouzení průřezu	Posouzení stability	Posouzení použitelnost
Vaznice 1 HNP9 – AW 6063/T66	0,91	0,91	-	0,70
Vaznice 2 HNP9 – AW 6063/T66	0,61	0,59	-	0,61
Vaznice 3 HNP9 – AW 6063/T66	0,77	0,77		0,54
Vaznice 4 HNP9 – AW 6063/T66	0,65	0,65		0,61
Přední stojiny 48,3x2,6 – S235J0	0,32	0,32	0,30	-
Zadní stojiny 48,3x2,6 – S235J0	0,39	0,39	0,28	-
Vzpěry 42,4x2 – S235J0	0,45	0,13	0,45	-
Krokve 120C15 – S450GD	0,45	0,45	-	0,33





10 ZÁVĚR

Nosná konstrukce FVE elektrárny vyhovuje meznímu stavu únosnosti a meznímu stavu použitelnosti pro zadané podmínky zatížení.

Vypracoval:

Ing. Robin Martinec

Autorizoval:

Ing. Stanislav Martinec, PhD.

Datum:

03/2022