

**NEMOCNICE PÍSEK a.s.**

**STATICKÉ POSOUZENÍ NOSNÝCH KONSTRUKCÍ  
ZASTŘEŠENÍ PRO MOŽNOST  
INSTALACE FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY**

**OBJEKT N NEUROLOGIE**



**Objednatel :** **NEMOCNICE PÍSEK a.s.**  
Karla Čapka 589  
397 01 Písek

**Vypracoval :** **KUPROS s.r.o.**  
Ing. Karel Šatava  
Vlkova 23  
130 00 Praha 3  
WWW.KUPROS-SRO.CZ



**Datum:** 11/2022

**Obsah:**

A	PODKLADY .....	3
B	ÚČEL POSUDKU .....	3
C	NOSNÁ KONSTRUKCE OBJEKTU .....	3
D	ZATÍŽENÍ .....	4
E	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE.....	6
E.1	BEDNĚNÍ STŘECHY .....	6
E.2	STŘEŠNÍ VAZNÍKY .....	7
E.3	OCELOVÝ PRŮVLAK.....	12
F	ZÁVĚR .....	15

## A PODKLADY

Pro vypracování dokumentace sloužily následující podklady:

- Archivní dokumentace: Stavební část ve stupni PS, Neurologie (Iktové centrum) – komplexní řešení Nemocnice Písek, lůžková stanice + JIP, vypracoval AGP nova spol s r.o. Projektová a obchodní spol. s r.o., Tř. 28. října 17 České Budějovice, 06/2012
- Archivní dokumentace: Statický výpočet dřevěných vazníků, Q1\_Nemocnice Písek\_2011-11-14 f, vypracoval BOHEMIA KONSTRUKT s.r.o.
- Projekt FVE, vypracoval AMPLUGGED s.r.o. Těšnov 1163/5, Nové Město , 11000 Praha 1

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí

ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1995 Navrhování dřevěných konstrukcí

ČSN EN 1994 Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí

ČSN EN 1996 Navrhování zděných konstrukcí

ČSN EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí

NORMY A PŘEDPISY PLATNÉ V ČR

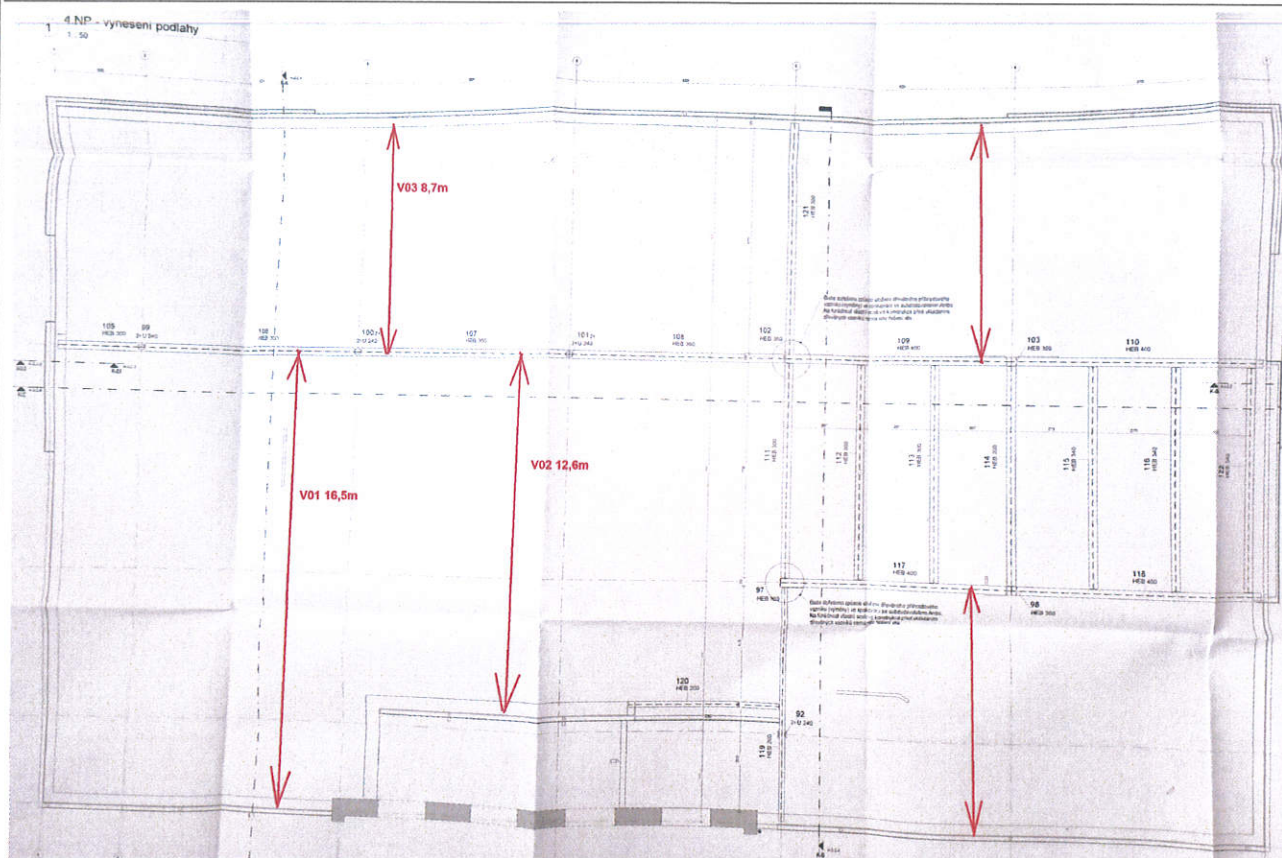
## B ÚČEL POSUDKU

Účelem posudku je statické posouzení konstrukce střech objektů v areálu Nemocnice Písek a.s. pro možnost instalace fotovoltaické elektrárny

## C NOSNÁ KONSTRUKCE OBJEKTU

Původní přístavba operačních sálů má dvě nadzemní podlaží. Svislé nosné konstrukce jsou po obvodě z keramického zdiva, uvnitř se jedná o železobetonové monolitické sloupy. Stropní konstrukce jsou provedeny jako železobetonové monolitické desky lokálně podepřené. Následně byly provedena nástavba dalšího podlaží. Nad původní střešní deskou je proveden ocelový rošt jako zdvojená podlaha, podpořený v místech svislých nosných konstrukcí železobetonového skeletu. Svislé nosné konstrukce nástavby jsou po obvodě zděné, v interiéru jsou provedeny ocelové sloupy s centrálním průvlakem v podélném směru. Střešní konstrukce je provedena z dřevěných příhradových vazníků s lisovanými styčnickovými deskami. Vazník jsou uloženy na obvodovém zdivu, středním ocelovém průvlaku a ocelovém roštu, který je proveden pod konstrukci masivní VZT nástavby. Na vaznících je provedeno bednění z OSB desek





Střecha

## D ZATÍŽENÍ

STŘEŠNÍ		Hodnota zatížení (v kN/m <sup>2</sup> )	g <sub>k</sub>
PVC folie, geotextilie		0,05	
Bednění OSB 25mm	$7 \cdot 0,025 =$	0,17	
Příhradové vazníky cca		0,20	
Tepelná izolace 300mm	$0,35 \cdot 0,3 =$	0,11	
SDK podhled 2x15mm		0,35	
Technolog. rozvody		0,10	
Kazetový podhled		0,15	
<b>celkem</b>		<b>1,13</b>	

PŘÍTÍŽENÍ OD FVE		Hodnota zatížení (v kN/m <sup>2</sup> )	g <sub>k</sub>
FVE panely + instalační konstrukce + betonové dlaždice		0,60	

NAHODILÉ	Hodnota zatížení (v kN/m <sup>2</sup> )	q <sub>k</sub>	Poznámka
sněh oblast II	$1,0 \cdot 1,0 = 1,0$		$\mu_2 = 1,0$
vítr (oblast II, terén II)	25 m/s		

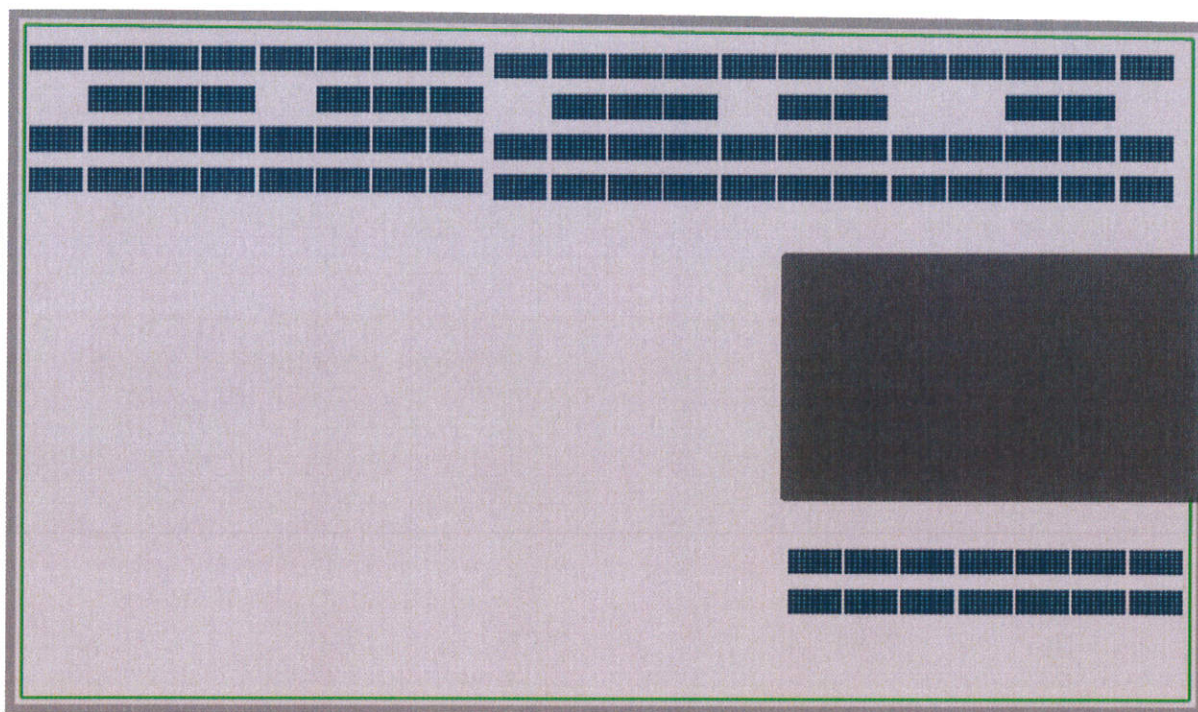
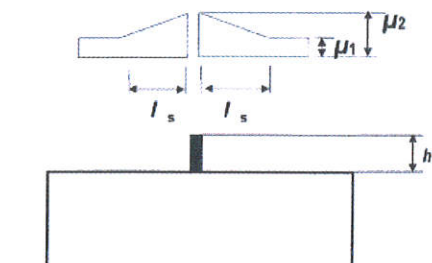
V případě instalace FVE je nutné uvažovat zvýšení zatížení sněhem vlivem návěje za překážkou.  
V normě ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem není

vliv solárních panelů na střeše řešen přímo, bude obsaženo v připravované revizi. Ve výpočtu je uvažován článek 6.2 normy: 6.2 Návěje na výstupky a překážky:

**Max. možná výška panelů nad střechou 0,5m.**

tvárový součinitel  $\mu_1 = 0,8$   $\mu_2 = \gamma * h / s_k = 2 * 0,5 / 1 = 1,0$ ,

délka návěje  $l_s = 2 * h = 2 * 0,5 = 1,0\text{m}$ , min. 5m, tj.  $l_s = 5\text{m}$  - vzhledem k rozměrům a vzdálenosti solár.panelů budu uvažovat tvarový součinitel 1,0 v celé ploše.



*Plánované rozmístění FV panelů*



## SUMMARY OF LOAD PARAMETERS [BUDOVA N]

Snow load	0.8 kN/m <sup>2</sup>
Wind load	0.81 kN/m <sup>2</sup>
Friction Constant $\mu$	0.5
Factor of Safety for Uplift	1.5
Factor of Safety for Sliding	1.5
Load factor applied to Dead Load	0.9
Weight per ballast block	15 kg
Number of ballast blocks:	396
System surface area	277.31 m <sup>2</sup>
Roof area	1,167.33 m <sup>2</sup>
Total ballast weight	5,940 kg
Weight Module/Rack	2,166.3 kg
Total System weight	8,106.3 kg
Surface load on system area	29.23 kg/m <sup>2</sup>
Surface load on roof	6.94 kg/m <sup>2</sup>
Max surface load on system area	62.43 kg/m <sup>2</sup>
Average horizontal load	0.11 kN
Maximum horizontal load	0.18 kN
Total horizontal load	10 kN

Plánované přitížení od FVE – max 62,43 kN/m<sup>2</sup> (posuzuji na 60kg/m<sup>2</sup>)

## E STŘEŠNÍ KONSTRUKCE

### E.1 BEDNĚNÍ STŘECHY

V archivní dokumentaci je uvedeno v řezu „30mm bednění z prken, nebo OSB desek“. V dokumentaci k vazníkům je OSB tl. 25mm – toto budu uvažovat.

Podpory pro FV panely jsou ve vzdálenosti cca 2,1m. Zatížení na 1m šířky desky:

FVE	0,6*2,1=	1,26
Skladba střechy		0,22
Sníh		1,00
		2,48 kN/m <sup>2</sup>

#### Rovnoměrné zatížení na prostém nosníku

■ rozpětí ve směru hlavní osy

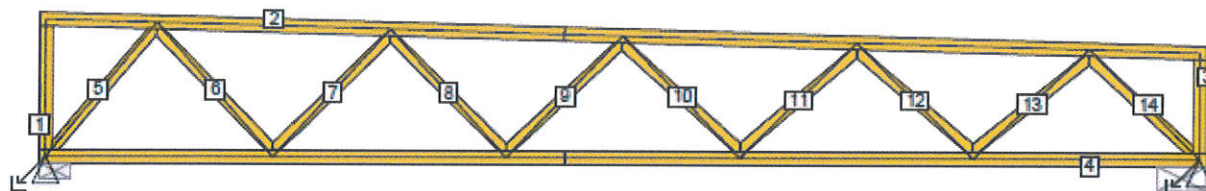
tloušťka desky [mm]	rozpětí [osová vzdálenost podpor] [mm]											
	312	400	417	500	600	625	700	800	833	900	1 000	1 250
	největší normové zatížení [kN/m] pro šířku desky 1 m											
12	9,80	4,72	4,18	2,44	1,42	1,25	0,89	0,60	0,53	0,42	0,31	0,15
15	17,25	9,10	8,06	4,72	2,75	2,44	1,74	1,17	1,03	0,82	0,60	0,30
18	24,85	15,12	13,72	8,08	4,72	4,18	2,99	2,01	1,78	1,41	1,03	0,53
22		25,41	23,38	16,26	9,59	8,51	6,10	4,12	3,65	2,90	2,12	1,09
25			30,19	21,00	13,92	12,37	8,88	6,00	5,33	4,24	3,10	1,60
					24,05	21,38	15,34	10,37	9,21	7,33	5,36	2,76

Únosnost bednění tl. 25mm při rozteči podpor 1,0 m potom bude 3,1 kN/m<sup>2</sup> < 2,48 kN/m<sup>2</sup>. Bednění vyhovuje.

## E.2 STŘEŠNÍ VAZNÍKY

Pole FV panelů je umístěno v prostoru s vazníky na rozpětí cca 8,5m – v archivním statickém výpočtu je vazník V03 s rozpětím 8,725m a roztečí 1m. Ostatní vazníky není třeba posuzovat.

### 17.5 Posouzení dílců



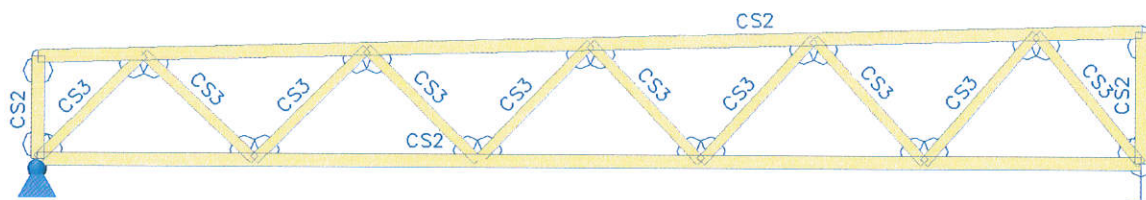
Dílec č.	Výška [m]	Ko. č.	Tah, tlak, ohyb			Smyk				Otlačení		
			$L_{cr}$ [m]	Štíhl.	Rozhodující způsob namáhání	Využ. [%]	Napětí [MPa]	Pevn. [MPa]	Využ. [%]	Napětí [MPa]	Pevn. [MPa]	Využ. [%]
1	0,100	2	v rov. 0,927 z rov. 0,100	32,1 6,9	Vzpěr v rovině a ohyb	16,9	0,11	2,15	5,3			
2	0,100	6(inf)	v rov. 1,589 z rov. 0,100	55,0 6,9	Tah a ohyb	88,9	1,02	2,77	36,8			
3	0,100	2	v rov. 0,721 z rov. 0,100	25,0 6,9	Vzpěr v rovině a ohyb	19,0	0,17	2,15	7,7			
4	0,100	6(inf)	v rov. 1,589 z rov. 1,500	55,0 103,9	Vzpěr z rov. a ohyb s klopením	98,1	0,03	2,77	1,0			
5	0,080	31	v rov. 1,176 z rov. 1,306	50,9 90,5	Vzpěr z rov. a ohyb s klopením	64,0	0,08	2,77	2,7			
6	0,080	13	v rov. 1,207 z rov. 1,341	52,2 92,9	Tah a ohyb	38,6	0,04	2,77	1,3			
7	0,080	13	v rov. 1,174 z rov. 1,304	50,8 90,4	Vzpěr z rov. a ohyb s klopením	42,4						
8	0,080	13	v rov. 1,176 z rov. 1,306	50,9 90,5	Tah a ohyb	16,7						
9	0,080	6(inf)	v rov. 1,144 z rov. 1,271	49,5 88,0	Tah a ohyb	13,5	0,01	2,77	0,3			
10	0,080	6(inf)	v rov. 1,145 z rov. 1,273	49,6 88,2	Tah a ohyb	6,8						
11	0,080	25	v rov. 1,114 z rov. 1,238	48,2 85,8	Tah a ohyb	20,6	0,04	2,77	1,4			
12	0,080	13	v rov. 1,116 z rov. 1,240	48,3 85,9	Vzpěr z rov. a ohyb s klopením	35,1	0,01	2,77	0,2			
13	0,080	13	v rov. 1,085 z rov. 1,206	47,0 83,5	Tah a ohyb	39,4	0,05	2,77	1,7			
14	0,080	13	v rov. 1,054 z rov. 1,172	45,7 81,2	Vzpěr z rov. a ohyb s klopením	58,1	0,07	2,77	2,6			

*Výsledky posouzení prutů vazníku z archivního statického výpočtu.*

Prut č.4 – dolní pás je využit na původní zatížení na 98,1%, jde ale o kombinaci zatěžovacích stavů 6(inf), což je kombinace s minimálním stálým zatížením a maximálním sáním větru. Obdobně prut č.2 (horní pás) je využit na 88,9% při stejné kombinaci. Při přitížení od FVE se zvětší svislé zatížení, tj. vazník musíme posoudit znovu, nebude ho třeba posuzovat na sání větru.




## 1. Výpočtový model

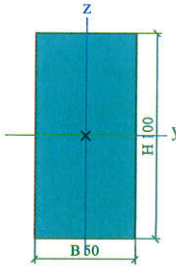
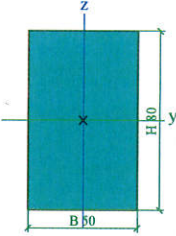


## 2. Materiály

Timber EC5

Jméno	Typ dřeva	$\mu$	$E_{mod}$ [MPa]	$f_{m,k}$ [MPa]	$f_{t,0,k}$ [MPa]	$f_{t,90,k}$ [MPa]	$f_{c,0,k}$ [MPa]	$f_{c,90,k}$ [MPa]	$f_{v,k}$ [MPa]	Barva
	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$\alpha$ [m/mK]	$G_{mod}$ [MPa]							
C24 (EN 338)	Rostlé dřevo 420,00	0 0,01e-003	1,1000e+04 6,9000e+02	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	

## 3. Průřezy

<b>CS2</b>	
Typ Detailní Typ tvaru Materiál Výroba Obrázek	OBDEL 50; 100 Tlustostěnný C24 (EN 338) dřevo
	
<b>CS3</b>	
Typ Detailní Typ tvaru Materiál Výroba Obrázek	OBDEL 50; 80 Tlustostěnný C24 (EN 338) dřevo
	

## 4. Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	krytina a podhled	Stálé Standard	SZ1			
ZS7	sníh plný Standard	Proměnné Statické	SZ4		Krátkodobé	Žádný
ZS10	FVE	Stálé Standard	SZ1			



## 5. Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah	Typ
SZ1	Stálé		
SZ2	Proměnné	Výběrová	Vítr
SZ3	Proměnné	Standard	Kat A : obytné
SZ4	Proměnné	Výběrová	Sníh

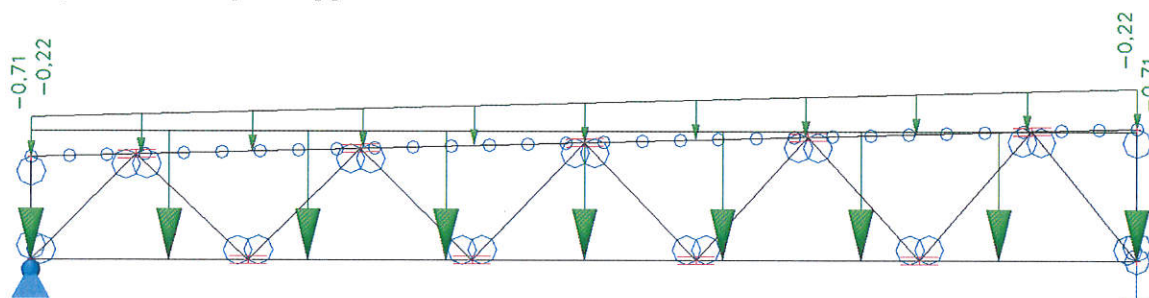
## 6. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
001 - EN-MSÚ		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - krytina a podhled ZS7 - sníh plný ZS10 - FVE	1,00 1,00 1,00 1,00
101 - EN-MSP		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - krytina a podhled ZS7 - sníh plný ZS10 - FVE	1,00 1,00 1,00 1,00
102 - okamžitý průhyb		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - krytina a podhled ZS7 - sníh plný ZS10 - FVE	1,00 1,00 1,00 1,00
103 - konečný průhyb		Obálka - použitelnost	ZS1 - Vlastní tíha ZS2 - krytina a podhled ZS7 - sníh plný ZS10 - FVE	1,80 1,80 1,00 1,80

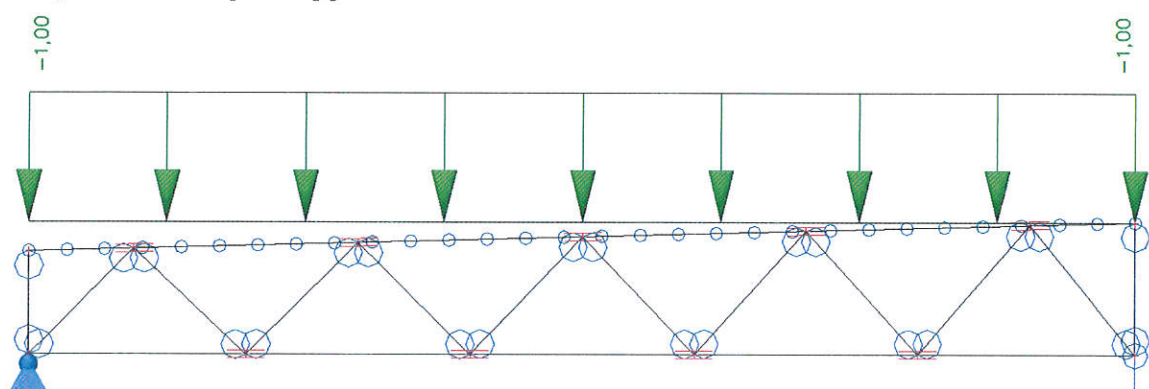
## 7. Skupiny výsledků

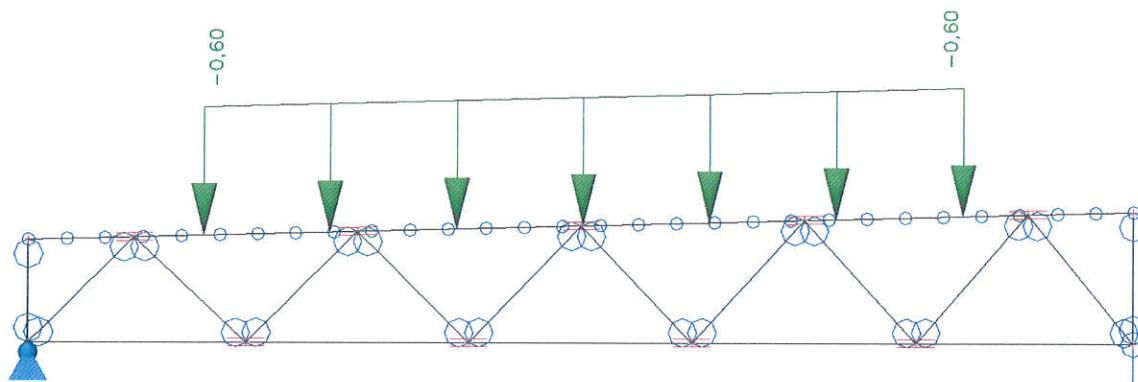
Jméno	Výpis
Všechny MSÚ	001 - EN-MSÚ - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
Všechny MSP	101 - EN-MSP - EN-MSP charakteristická 102 - okamžitý průhyb - Obálka - použitelnost 103 - konečný průhyb - Obálka - použitelnost
Vše MSÚ+MSP	001 - EN-MSÚ - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B 101 - EN-MSP - EN-MSP charakteristická 102 - okamžitý průhyb - Obálka - použitelnost 103 - konečný průhyb - Obálka - použitelnost

## 8. ZS2 / Hodnota pro výpočet



## 9. ZS7 / Hodnota pro výpočet



**10. ZS10 / Hodnota pro výpočet****11. 1D deformace;  $u_z$** Hodnoty:  $u_z$ 

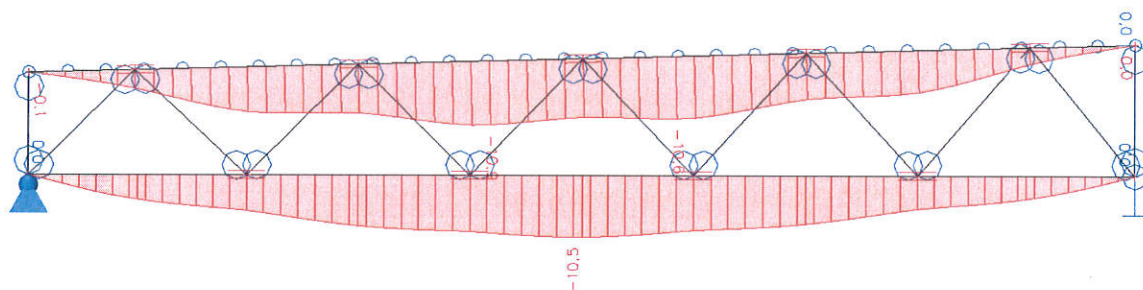
Lineární výpočet

Kombinace: 102 - okamžitý průhyb

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1, B2



$$u_{lim} = 8725/300 = 29\text{mm} > 10,5\text{mm} \text{ VYHOVUJE}$$

**12. 1D deformace;  $u_z$** Hodnoty:  $u_z$ 

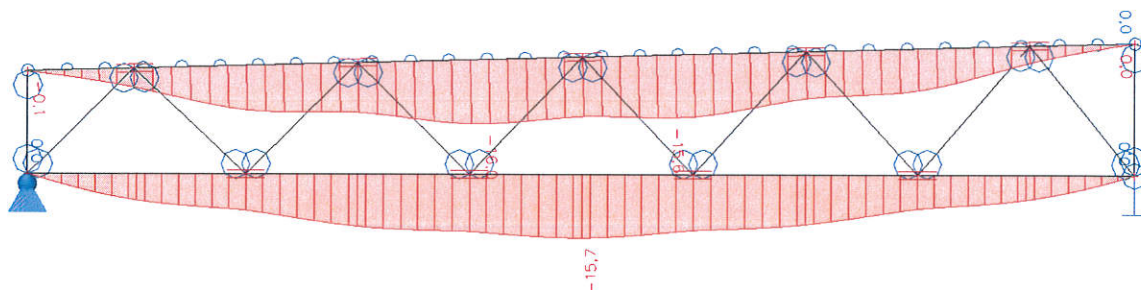
Lineární výpočet

Kombinace: 103 - konečný průhyb

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B1, B2



$$u_{lim} = 8725/250 = 34,9\text{mm} > 15,7\text{mm} \text{ VYHOVUJE}$$



### 13. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: **N**

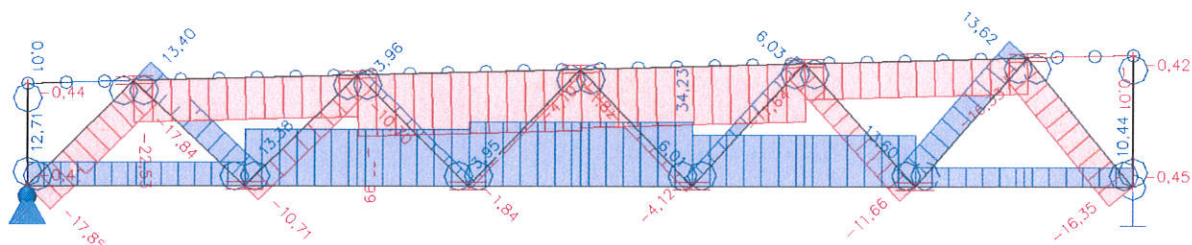
### Lineární výpočet

Kombinace: 001 - EN-MSÚ

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 14. 1D vnitřní síly; $V_z$

Hodnoty:  $V_z$

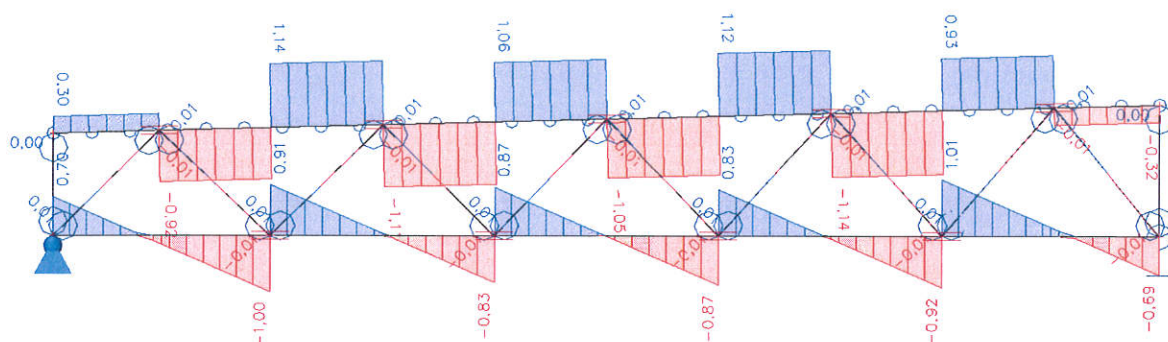
### Lineární výpočet

Kombinace: 001 - EN-MSÚ

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



## 15. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

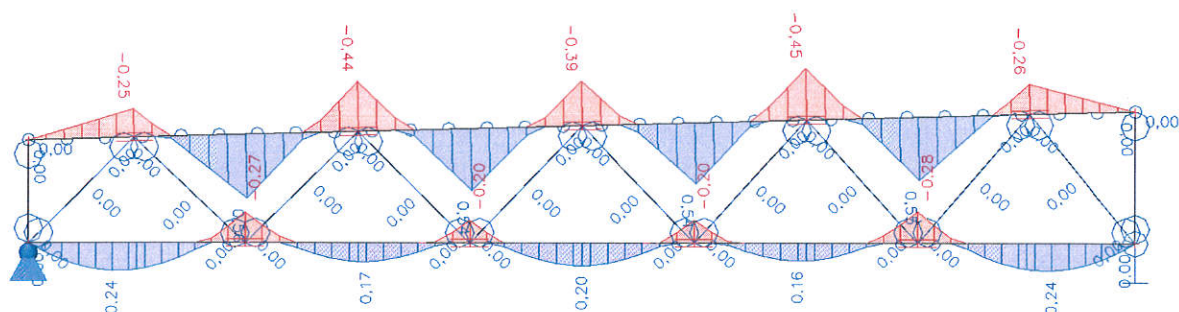
### Lineární výpočet

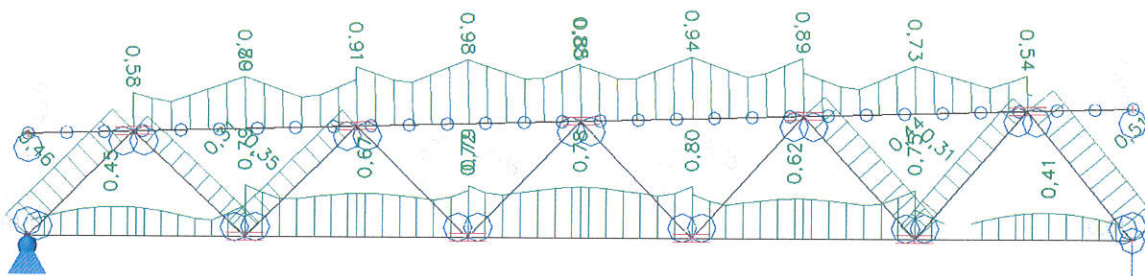
Kombinace: 001 - EN-MSÚ

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: Vše



**16. Posudek dřeva podle MSÚ; Jedn. posudek**



	[m]	[kNm]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	4.00	137.85	0.00	0.00	0.00	0.00	68.92	-68.92 g
1	4.00	99.20	0.08	0.00	0.00	0.00	49.60	-49.60 q
1	4.00	237.05	0.00	0.00	0.00	0.00	118.52	-118.52 sum

**Vnitřní účinky** (Návrhové na MSÚ)

Pole	x	max Md	x	min Md	Md-le	Md-pr	Vd-le	Vd-or
	[m]	[kNm]	[m]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	4.00	334.89	0.00	0.00	0.00	0.00	167.45	-167.45

**Průhyby** (charakteristické)

Pole	L'	x	min f	x	max f	L'/f
	[m]	[m]	[cm]	[m]	[cm]	[1/n]
1	8.00	0.00	0.00	4.00	1.81	442

**Posouzení napětí** (gamma-F bezpečnost na únosnost)

Průřez: A = 181.0 cm<sup>2</sup>, Wy = 2400 cm<sup>3</sup>, Iy = 43190 cm<sup>4</sup>  
 A-St = 42.2 cm<sup>2</sup>, Wpl,y = 2736 cm<sup>3</sup>, alfa,ply = 1.14

Kombinace: M = max sigma-x V = max tau-V v = max sigma-v  
 el = posudek elasticky pl = lokálně plasticky

Pole	x	sig-M/	dov.<= 1.00	tau-V/	dov.<= 1.00	sig-v/	dov.<= 1.00
	[m]	[N/mm2]		[N/mm2]		[N/mm2]	
1 M,pl	4.00	122.4/235.0 =	<b>0.52</b>	0.0/135.7 =	<b>0.00</b>	122.4/258.5 =	<b>0.47</b>
1 V,pl	0.00	0.0/235.0 =	<b>0.00</b>	39.7/135.7 =	<b>0.29</b>	68.7/258.5 =	<b>0.27</b>
1 v,pl	4.00	122.4/235.0 =	<b>0.52</b>	0.0/135.7 =	<b>0.00</b>	122.4/258.5 =	<b>0.47</b>

**Klasifikace průřezu**

Třída průřezu: 1 (Pásnice: 1 Stojina: 1)

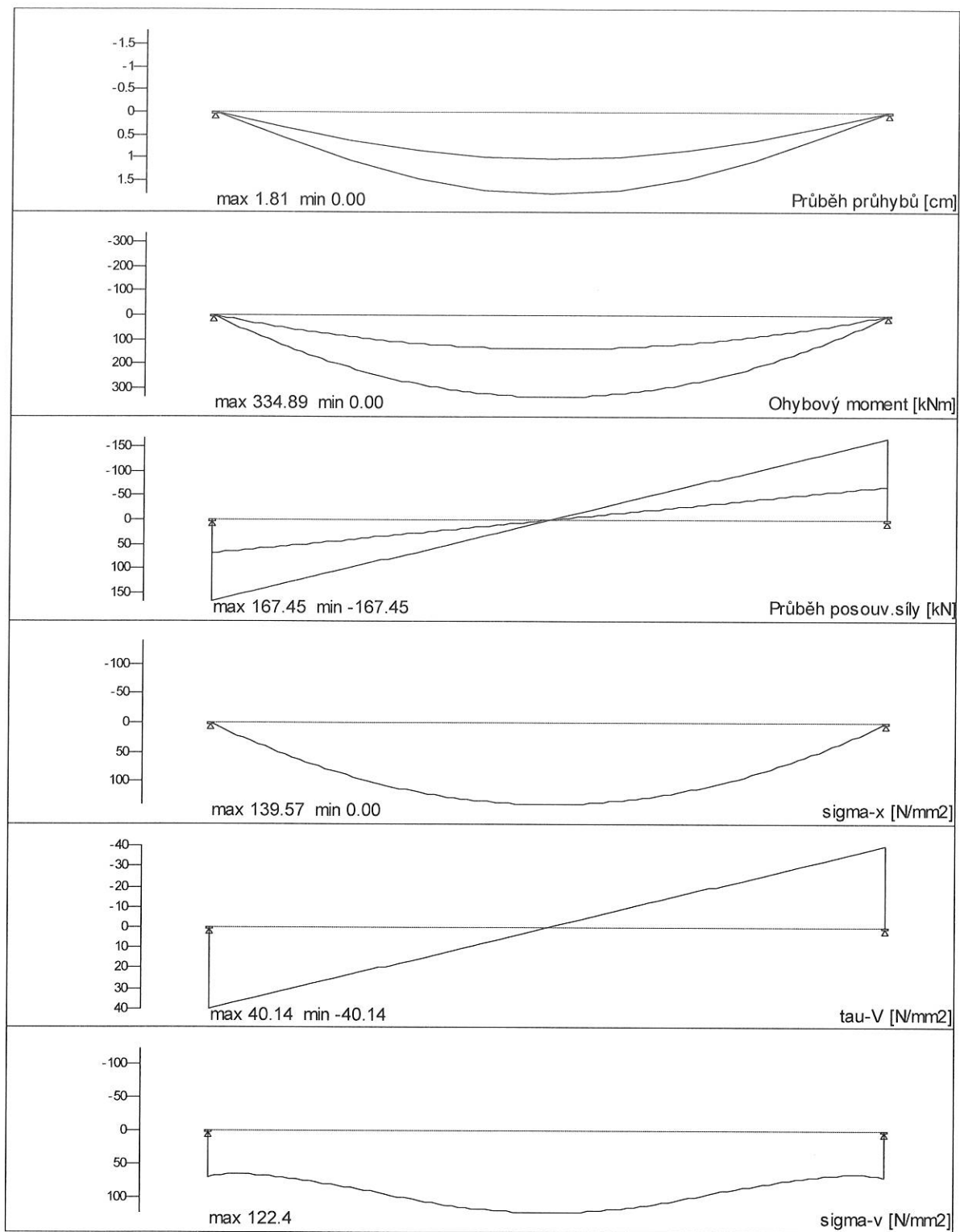
**Reakce** (charakteristické)

Podpora	max A	min A	max M	min M	ZS
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	
A	68.92	68.92	-0.00	-0.00	g
B	68.92	68.92	-0.00	-0.00	g
A	49.60	0.00	0.00	0.00	q
B	49.60	0.00	0.00	0.00	q
A	118.52	68.92	-0.00	-0.00	sum
B	118.52	68.92	-0.00	-0.00	sum

**Reakce** (Návrhové na MSÚ)

Podpora	max A	min A	max M	min M
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
A	167.44	68.92	0.00	0.00
B	167.44	68.92	0.00	0.00

## Výsledková grafika





## F ZÁVĚR

**Konstrukce střechy vyhovuje na přetížení od plánované fotovoltaické elektrárny, o předloženém zatížení a rozsahu.** Dřevěné příhradové vazníky budou v mezním stavu únosnosti využity téměř na 100%.

Přetížení nosných konstrukcí střechy od FVE není vzhledem k původnímu zatížení velké (vyjma bednění). Proto bylo statické posouzení zpracováno pouze podle archivní projektové dokumentace předané objednatelem. Nebyl prováděn stavebně technický a diagnostický průzkum stavu konstrukcí. Předpokládáme, že je prováděna běžná údržba konstrukcí střechy tak, aby byly nosné konstrukce v dobrém technickém stavu, že jsou prováděny opravy střešního pláště proti zatékání vody a kondenzaci vlhkosti, atd..

Při realizaci FVE není možné lokálně přitěžovat střešní konstrukci např. skladováním materiálu!

V Praze, 11/2022

vypracoval: Ing. Karel Šatava