



Podnikatelská 545
190 11 Praha 9
tel: 267 090 211
fax: 267 090 300
servis@kovprof.cz
www.kovprof.cz

počet stran statického výpočtu: 29 stran + 1 A4 přílohy

Akce: LIDL Buštěhrad

Zakázka č.: OP 2021xxxx

Objednatel: LIDL Česká republika v.o.s., Nárožní 1359/11, 155 00 Praha 5 - Stodůlky

Obsah: **Statický posudek stávajících střešních TR plechů
pod navrhovanou fotovoltaickou elektrárnou**

V Praze, 13.09.2021

Vypracoval: Ing. Michal Strejček, Ph.D.

Kontroloval:

Ing. Jiří Žižka

Autorizovaný inženýr pro obor
pozemní stavby, statiku a
dynamiku staveb.

Obsah

Seznam použitých norem a podkladů	2
Úvod	3
Konstrukční řešení	4
Předpoklady výpočtu	5
Posouzení trapézového plechu	8
Poznámky k montáži	29
Závěr	29
Příloha 1	30

Seznam použitých norem a podkladů

- [1] ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování
- [2] ČSN EN 1991-1 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-3 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-4 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1993-1-1 – Eurokód 1: Ocelové konstrukce – Obecná pravidla
- [6] ČSN EN 1993-1-3 – Eurokód 1: Ocelové konstrukce – Doplnující pravidla pro tenkostěnné za studena tvarované prvky
- [7] ČSN EN 1090-4: Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí – Část 4: Technické požadavky na ocelové za studena tvarované prvky a konstrukce pro použití ve střeších, stropích, podlahách a stěnách.
- [8] Kladečský výkres střešních trapézových plechů, Ing. Hana Müllerová, 07/2019
- [9] Report_163_2020_Bustehrad_EW10_V5__20210903_Overall.pdf
- [10] Statics_163_2020_Bustehrad_EW10_V5_Roof_1__20210903.dwg
- [11] Statics_163_2020_Bustehrad_EW10_V5_Roof_2__20210903.dwg

Úvod

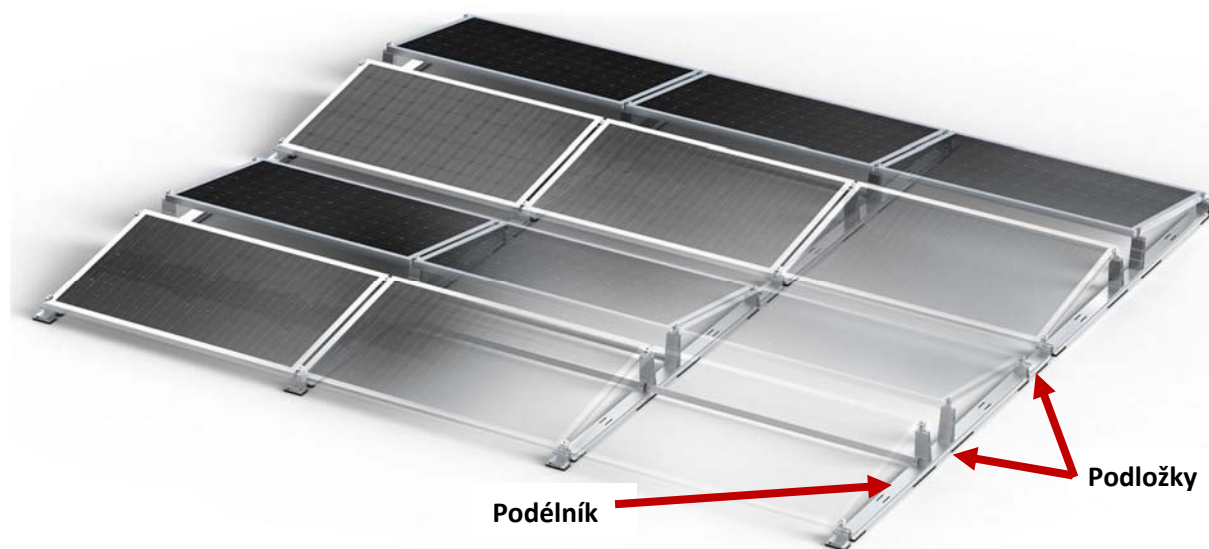
Na stávající střešní plášť objektu bude dodatečně instalována fotovoltaická elektrárna. Na ploše mezi osami E-O/9-32 bude rozmístěno celkem 2778 FV panelů o rozměrech 1,03 x 1,74 m, viz Obr. 1. Panely budou navzájem skloněné, čímž vytvoří vícelodní sedlovou plochu. Sklon panelů činí 10°. Výška panelů nad střešním pláštěm nepřesáhne 400 mm. Panely jsou orientovány kolmo či rovnoběžně vůči vlnám trapézového plechu. Některé sekce (B1 – B14) jsou půdorysně natočeny o 45°. Důvodem je potřeba většího rozložení zatížení do plochy, neboť se jedná o oblasti s většími roztečemi vaznic nosného skeletu.



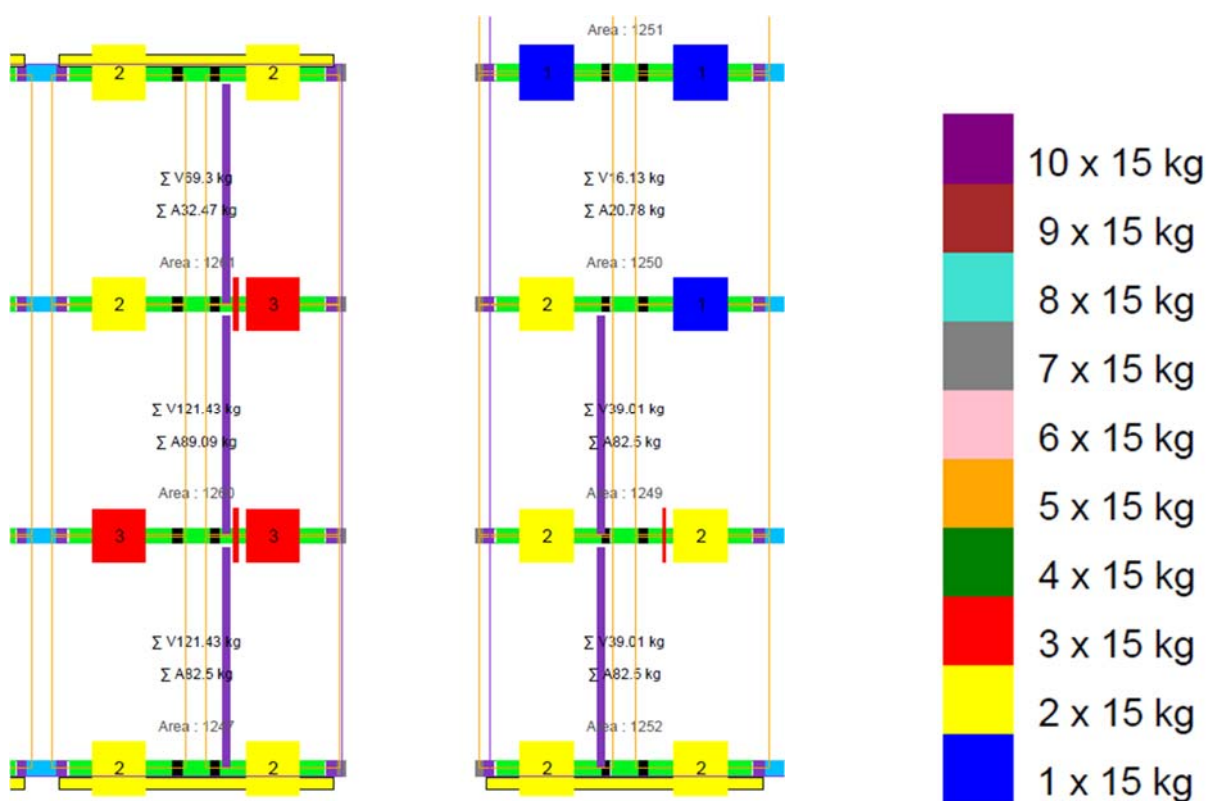
Obr. 1 – Rozmístění bloků FV elektrárny

Konstrukční řešení

Předpokládá se instalace panelů na certifikovaný podpůrný systém PMT Evo 2.0, viz Obr. 2. Jedná se o rámový systém z hliníkových profilů skloněných do vícelodní sedlové plochy o sklonu 10°. Podélníky jsou kladeny v rozteči $a' = 1,75$ m a jsou podepřeny pryžovými podložkami v max. vzdálenostech 1,05 m. Přes tyto podložky se přenáší veškeré zatížení působící na FV panely dále do střešního pláště. Z důvodu stabilizace konstrukce proti účinkům sání větru jsou podélníky přitíženy betonovými dlaždicemi, viz Obr. 3.



Obr. 2 – Konstrukce pod FV panely – schéma polohy rámu a položek

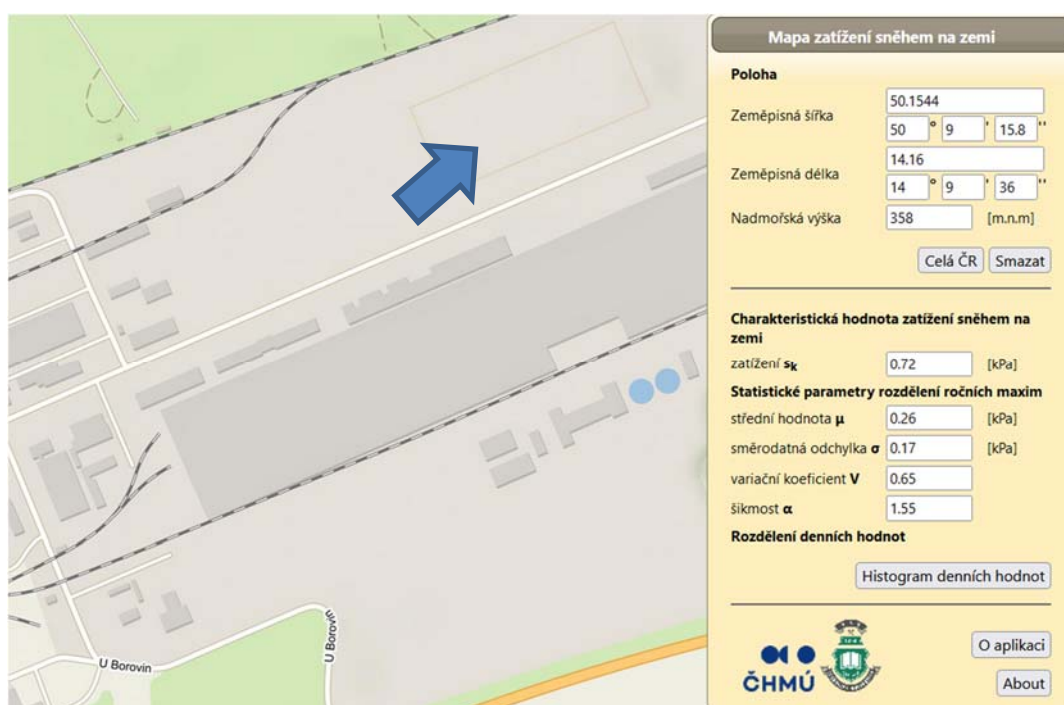


Obr. 3 – Příklad přitížení balastem

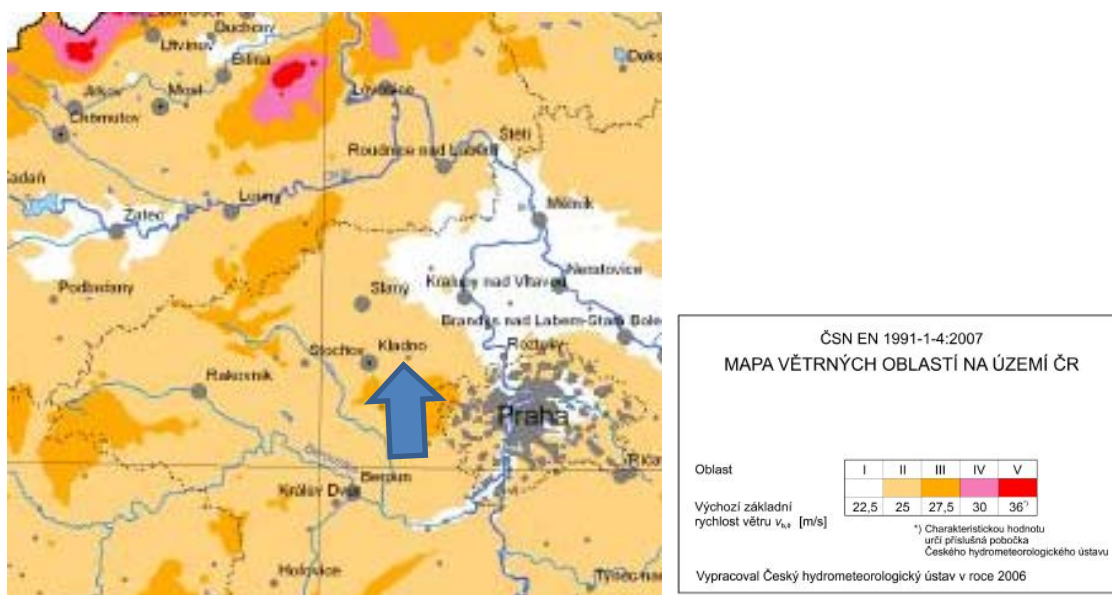
Předpoklady výpočtu

Nosnou konstrukci střechy tvoří železobetonové vazníky v rozteči od 4,5 m do 7,3 m se šířkou vaznic 250 mm. Trapézový plech TR 160/250/1,25 je kladen na tyto vazníky s vystřídánými spárami (šachovnicové kladení) vždy přes dvě a tři pole, čímž staticky působí jako spojitý dvupolový či třipolový nosník. Trapézový plech je zatížen plošným zatížením od jeho vlastní hmotnosti, hmotnosti skladby střešního pláště a technologickým přitížením z interiéru objektu. Klimatická zatížení sněhem a větrem a hmotnost FV panelů, včetně stabilizačního zatížení, jsou do trapézového plechu vnášena v podobě koncentrovaného zatížení v místě podložek. Zatěžovací plocha jedné podložky činí 1,8 m. Délka podložky cca 300 mm roznese koncentrované zatížení na dvě vlny trapézového plechu.

Skutečné zatížení sněhem činí $s_k = 0,72$ kPa (dle www.snehovamapa.cz). Dle přání zákazníka je dále dimenzováno na zatížení na třídu vyšší, tj. $s_k = 1,0$ kPa.



Zatížení větrem je uvažováno dle I. větrové oblasti a kategorie terénu III.



Obr. 4 – Mapy klimatických zatížení (sněhem a větrem)

Zatížení stálé – skladba střešního pláště

ZATÍŽENÍ dle ČSN EN 1991-x-x			Zatížení		
STÁLÉ			charakteristické	součinitel	návrhové
Vrstva	Tloušťka mm	Objemová hmotnost kg/m ³	kN/m ²	γ _f	kN/m ²
1					
2	Střešní krytina z PVC folie + separace		0,050	1,35	0,068
3	TI Rockwool Monrock MAX E	60	0,088	1,35	0,119
4	TI Rockwool Monrock MAX E	80	0,118	1,35	0,159
5	Parotěsná zábrana Sarnavap 5000E SA		0,020	1,35	0,027
6	Trapézový profil TR 160/250/1,25		0,200	1,35	0,270
7					
8	Technologické dlouhodobé		0,400	1,35	0,540
STÁLÉ CELKEM			0,88	(1,350)	1,18

Zatížení stálé – vlastní hmotnost FV panelů včetně konstrukce

Zatížení od FV panelu včetně konstrukce činí 0,14 kN/m².

Zatížení podložky: $P = 0,14 \cdot 1,8 = 0,26 \text{ kN}$

Zatížení stálé – přetížení balastem

Zatížení od stabilizačních betonových dlaždic je proměnné. Konkrétní poloha a hmotnosti jsou uvedené v protokolu, viz [9]. Přetížení je do výpočtu zahrnuto v souladu s tímto protokolem dle konkrétního hodnoceného případu.

Zatížení nahodilé – zatížení sněhem na FV panelech

Panely jsou rozmístěny po celé ploše posuzované střechy. Vzhledem k jejich tvaru, tvořící vícelodní sedlovou plochu, nepředpokládám podstatný transport sněhu po střeše vlivem větru, tj. nebudou se tvořit závěje. Vliv usazování sněhu v úžlabí zahrnuji průměrným tvarovým součinitelem $\mu = 0,9$.

Plošné zatížení: $S = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9 \text{ kN/m}^2$

Zatížení podložky: $P = 0,9 \cdot 1,8 = 1,62 \text{ kN}$

Zatížení nahodilé – zatížení větrem na FVE panely

Větrová oblast	II	Výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$
Kategorie terénu	II	$z_0 = 0,05 \text{ m}$	$z_{\min} = 2,00 \text{ m}$
"Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenost je větší než 20-ti násobek výšky překážek"			
Referenční výška nad terénem	$z = 20,00 \text{ m}$		
$C_{dir} = 1,00$	$C_{season} = 1,00$	$c_0(z) = 1,00$	
Základní rychlost větru	$v_b = 25,0 \text{ m/s}$	$k_r = 0,19$	
Střední rychlost větru	$v_m(z) = 28,5 \text{ m/s}$	$c_r(z) = 1,14$	
Turbulence větru	$I_v(z) = 0,167$	$k_l = 1,00$	
$q_b = 391 \text{ N/m}^2$	$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$		
Maximální dynamický tlak větru	$q_p(z) = 1098 \text{ N/m}^2$	$c_e(z) = 2,81$	

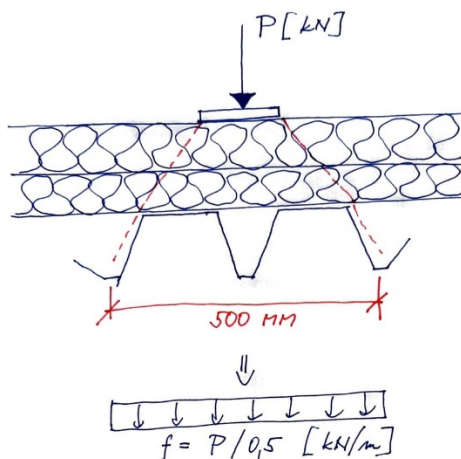
Zatížení tlakem větru (směrem k zemi) je hodnoceno jako vícelodní přístřešek ve smyslu ČSN EN 1991-1-4, kapitola 7.3, Tabulka 7.7 a 7.8.

Plošné zatížení: $q_t = C_{p,net} * q_p * \psi_{mc} = 0,7 * 1,1 * 0,9 = 0,69 \text{ kN/m}^2$

Zatížení podložky: $P = 0,69 * 1,8 = 1,25 \text{ kN}$

Rozbor koncentrovaného zatížení pro statickou analýzu trapézového plechu

Bodové zatížení se pod podložkou rozloží přes tuhou tepelnou izolaci na 2 vlny trapézového plechu, tedy do šířky 500 mm. Bodové zatížení pod patkami je převedeno na rovnoměrné spojitě zatížení následujícím způsobem:



Stálé zatížení: $f = 0,26 / 0,5 = 0,52 \text{ kN/m}$

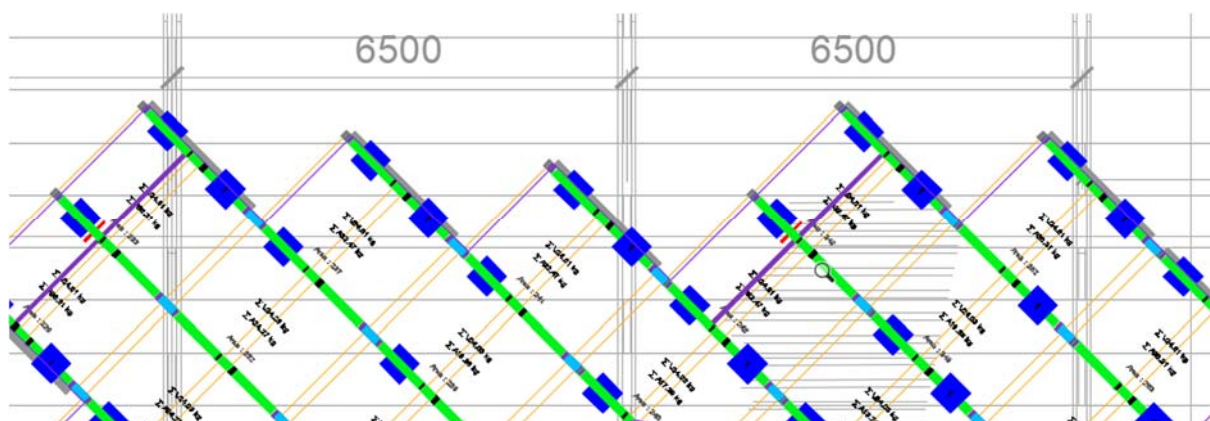
Zatížení větrem: $f = 1,25 / 0,5 = 2,5 \text{ kN/m}$

Zatížení sněhem: $f = 1,62 / 0,5 = 3,24 \text{ kN/m}$

Poznámka: všechny výše uvedené hodnoty zatížení jsou v charakteristických hodnotách

Posouzení trapézového plechu

Posudek A: Zóna 8

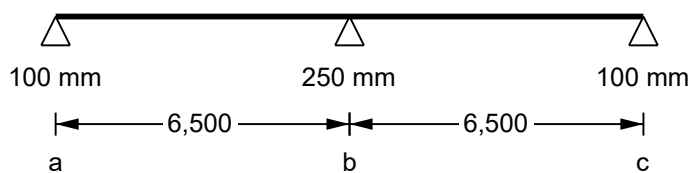


Posuzován spojitý nosník o dvou polích s rozpětím 6,5 m. Každé sedlo rámu FV panelů je přitíženo dvojicí dlaždic o hmotnosti 15 kg. Tj. každá podložka je přitížena silou $P = 0,15 \text{ kN}$.

Síla do podložky: $f = 0,15 / 0,5 = 0,30 \text{ kN/m}$

1. Statický systém:

pro plochou střechu



2. Zatížení (dílčí zatěžovací stavy):

typ zatížení 1: rovnoměrné zatížení po celém nosníku

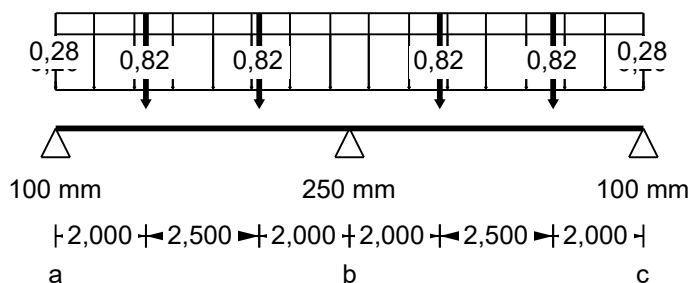
typ zatížení 3: osamělé břemeno

směr zatížení 1: kolmo k rovině nosníku

směr zatížení 2: svisle, k ploše střechy

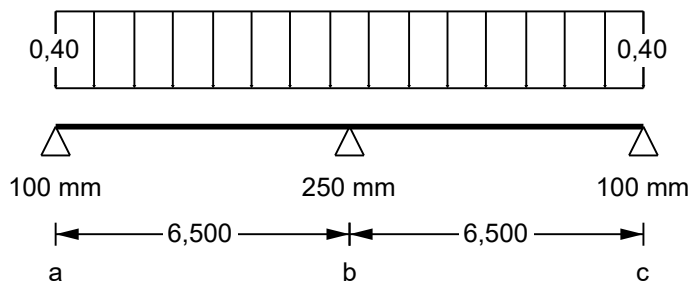
směr zatížení 3: svisle , na průmět do vodorovné

2.1 Zatěžovací stav g - Dachaufbau (ständig) (LF 1):



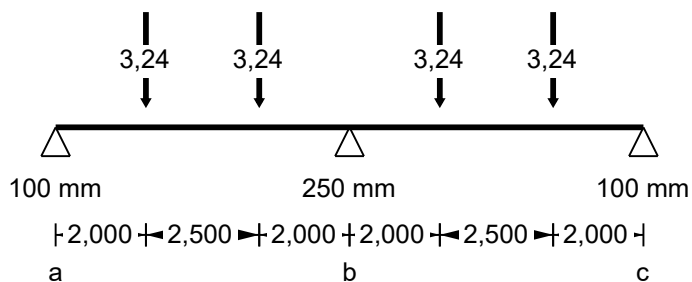
typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,200 kN/m ²	-	-	-	tíha profilu (automaticky)
1	2	0,280 kN/m ²	-	-	-	Dämmung und Dichtung
3	1	0,820 kN/m	-	2,000 m	-	
3	1	0,820 kN/m	-	4,500 m	-	
3	1	0,820 kN/m	-	8,500 m	-	
3	1	0,820 kN/m	-	11,000 m	-	

2.2 Zatěžovací stav p - Ausbaulast (veränderlich) (LF 2):



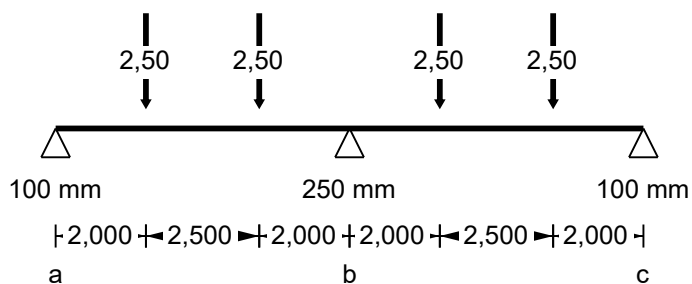
typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,400 kN/m ²	-	-	-	Installation etc.

2.3 Zatěžovací stav s - Schnee (LF 3):



typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	3	3,240 kN/m	-	2,000 m	-	= 0,8 * 0,00
3	1	3,240 kN/m	-	4,500 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	8,500 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	11,000 m	-	

2.4 Zatěžovací stav wD - Winddruck (LF 4):



typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	1	2,500 kN/m	-	2,000 m	-	= 0,00 * 0,90
3	1	2,500 kN/m	-	4,500 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	8,500 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	11,000 m	-	

3. Kombinace zatěžovacích stavů:

LK	označení	předpis kombinací ($\sum \psi_i * \gamma_{F,i} * S_{k,i}$)
1	dle 6.10 a)	$1,0 \cdot 1,35 \cdot \text{LF 1} + 1,0 \cdot 1,35 \cdot \text{LF 2} + 0,5 \cdot 1,5 \cdot \text{LF 3} + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{LF 4}$
2	dle 6.10 b)	$0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{LF 1} + 0,85 \cdot 1,35 \cdot \text{LF 2} + 1,0 \cdot 1,5 \cdot \text{LF 3} + 0,6 \cdot 1,5 \cdot \text{LF 4}$
3	dle 6.14 b)	$1,0 \cdot 1,0 \cdot \text{LF 1} + 1,0 \cdot 1,0 \cdot \text{LF 2} + 1,0 \cdot 1,0 \cdot \text{LF 3} + 0,6 \cdot 1,0 \cdot \text{LF 4}$

4. Vnitřní síly pro kombinace zatížení:

Výpočet deformace se provádí s užitným zatížením s $\gamma_{F,i} = 1,00$.

modul pružnosti: $E = 21000,0 \text{ kN/cm}^2$

4.1 dle 6.10 a) (LK 1):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	11,291	15,0
pole 2	11,291	15,0

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	6,834	6,834	-	-	-
b	-12,462	12,462	24,925	-18,293	-16,745	-16,745
c	-6,834	-	6,834	-	-	-

*) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

4.2 dle 6.10 b) (LK 2):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	13,860	-
pole 2	13,860	-

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	7,940	7,940	-	-	-
b	-14,726	14,726	29,452	-22,054	-20,221	-20,221
c	-7,940	-	7,940	-	-	-

*) Kombinace zatížení se pro posouzení použitelnosti nepoužije.

4.3 dle 6.14 b) (LK 3):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	10,097	18,9
pole 2	10,097	18,9

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	5,928	5,928	-	-	-
b	-10,912	10,912	21,823	-16,195	-14,838	-14,838
c	-5,928	-	5,928	-	-	-

*) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

M_{St,l}; M_{St,r}: Body ohybu na okraji podpory (podle EN 1993-1-3, 6.1.11)

5. Profil:

zvoleno: **JORISIDE** ocelový-trapézový profil v pozitivní poloze
Joris Ide JID 158.250.750, $t_N = 1,25 \text{ mm}$ ($g = 0,200 \text{ kN/m}^2$)

podle Prüfbescheid-Nr. T14-018 vom 07.02.2014 (posouzení podle DIN EN 1993-1-3)

6. Využití profilu:

posouzení	využití	komentář
mezní vzdálenost podpor	40,6%	
únosnost - elastická	77,4%	
únosnost - plastická	-	
deformace v poli	87,4%	povoleno $f = L / 300$

kontrola profilu: o.k. 

U vnitřních podpor se posuzuje automaticky pro minimální nutné připevnění (viz podrobné posouzení).
 Skutečné počty spojovacích prostředků jsou uvedeny v posouzení připevnění, uvedeném zvlášť.

7. Posouzení elastické:

mezní vzdálenost podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{vorh } L}{L_{\text{grenz}}} = \frac{6,500}{16,020} = 0,406 < 1,0$$

7.1 dle 6.10 a) (LK 1):

7.1.1 moment v poli:

posouzení: $\frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	11,291	35,890	0,315 < 1,0
pole 2	11,291	35,890	0,315 < 1,0

7.1.2 reakce krajní podpory:

posouzení: $\frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_A [-]	$R_{A,Ed}$ [kN/m]	$R_{A,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
a	$b_A = 100 \text{ mm}$	6,834	38,870	0,176 < 1,0
c	$b_A = 100 \text{ mm}$	6,834	38,870	0,176 < 1,0

7.1.3 podporové momenty:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$M_{St,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-18,293	-28,510	0,642 < 1,0

7.1.4 reakce vnitřních podpor:

posouzení: $\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$R_{B,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	24,925	88,990	0,280 < 1,0

7.1.5 interakce:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$M_{B,k}^0$ [kNm/m]	$R_{B,k}^0$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-16,745	24,925	-30,970	117,950	0,585 < 1,0

7.1.6 deformace:

posouzení: $\frac{\text{skutečná. } f}{\text{povolená. } f} \leq 1,0$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	15,0 (L/434)	21,7 (L/300)	0,691 < 1,0
pole 2	15,0 (L/434)	21,7 (L/300)	0,691 < 1,0

7.2 dle 6.10 b) (LK 2):

7.2.1 moment v poli:

posouzení: $\frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	13,860	35,890	0,386 < 1,0
pole 2	13,860	35,890	0,386 < 1,0

7.2.2 reakce krajní podpory:

posouzení: $\frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_A [-]	$R_{A,Ed}$ [kN/m]	$R_{A,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
a	$b_A = 100 \text{ mm}$	7,940	38,870	0,204 < 1,0
c	$b_A = 100 \text{ mm}$	7,940	38,870	0,204 < 1,0

7.2.3 podporové momenty:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$M_{St,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-22,054	-28,510	0,774 < 1,0

7.2.4 reakce vnitřních podpor:

posouzení: $\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$R_{B,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	29,452	88,990	0,331 < 1,0

7.2.5 interakce:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$M_{B,k}^0$ [kNm/m]	$R_{B,k}^0$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-20,221	29,452	-30,970	117,950	0,715 < 1,0

7.3 dle 6.14 b) (LK 3):

7.3.1 moment v poli:

posouzení: $\frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	10,097	35,890	0,281 < 1,0
pole 2	10,097	35,890	0,281 < 1,0

7.3.2 reakce krajní podpory:

posouzení: $\frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b _A [-]	R _{A,Ed} [kN/m]	R _{A,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
a	b _A = 100 mm	5,928	38,870	0,153 < 1,0
c	b _A = 100 mm	5,928	38,870	0,153 < 1,0

7.3.3 podporové momenty:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	M _{St,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-16,195	-28,510	0,568 < 1,0

7.3.4 reakce vnitřních podpor:

posouzení: $\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$

podpora [-]	b _B [-]	R _{B,Ed} [kN/m]	R _{B,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	21,823	88,990	0,245 < 1,0

7.3.5 interakce:

posouzení: $\frac{M_{St,Ed}}{M^0_{B,k} / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R^0_{B,k} / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$

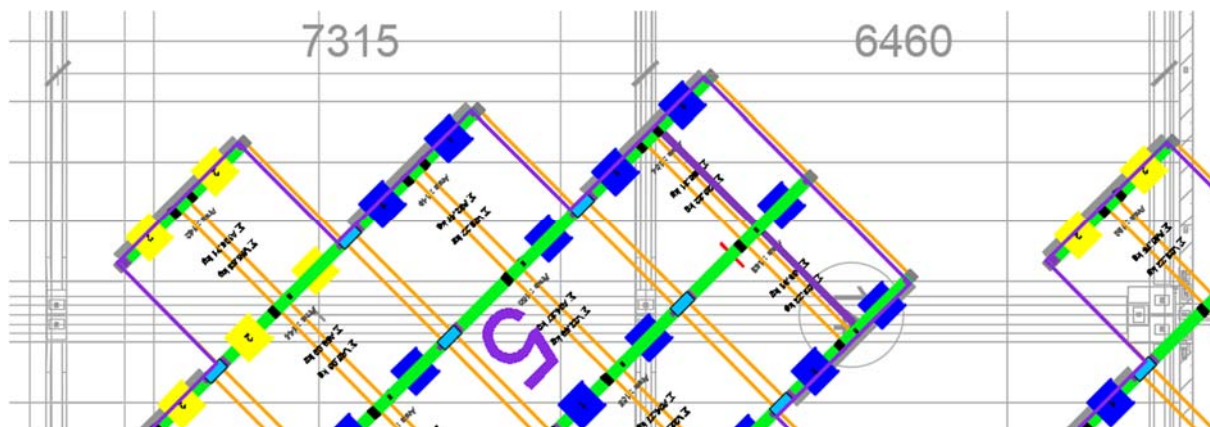
podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	R _{B,Ed} [kN/m]	M ⁰ _{B,k} [kNm/m]	R ⁰ _{B,k} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-14,838	21,823	-30,970	117,950	0,513 < 1,0

7.3.6 deformace:

posouzení: $\frac{\text{skutečná. } f}{\text{povolená. } f} \leq 1,0$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	18,9 (L/343)	21,7 (L/300)	0,874 < 1,0
pole 2	18,9 (L/343)	21,7 (L/300)	0,874 < 1,0

Posudek B: Zóna 5

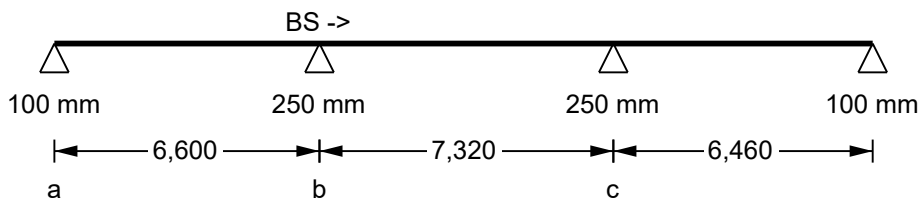


Posuzován spojitý nosník o třech polích s rozpětím 6,6 + 7,32 + 6,46 m. Sedla rámu FV panelů jsou přitížena dvojicí dlaždic o hmotnosti 15 kg nebo 30 kg. Tj. každá podložka je přitížena silou $P = 0,15 \text{ kN}$ a $0,30 \text{ kN}$.

Síla do podložky: $f = 0,15 / 0,5 = 0,30 \text{ kN/m}$
 $f = 0,30 / 0,5 = 0,60 \text{ kN/m}$

1. Statický systém:

pro plochou střechu



BS = Spoj v ohybu

2. Zatížení (dílčí zatěžovací stavy):

typ zatížení 1: rovnoměrné zatížení po celém nosníku

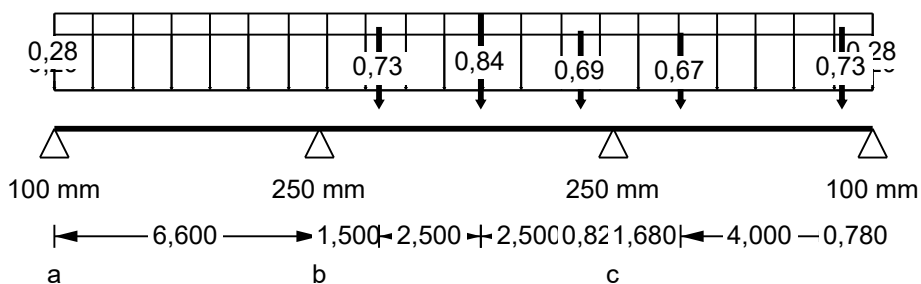
typ zatížení 3: osamělé břemeno

směr zatížení 1: kolmo k rovině nosníku

směr zatížení 2: svisle, k ploše střechy

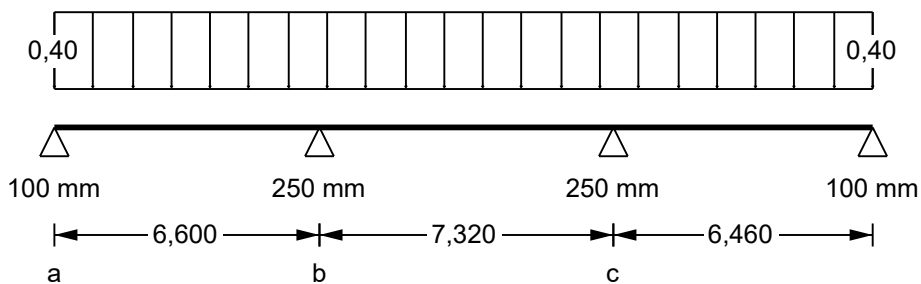
směr zatížení 3: svisle , na průmět do vodorovné

2.1 Zatěžovací stav g - Dachaufbau (ständig) (LF 1):



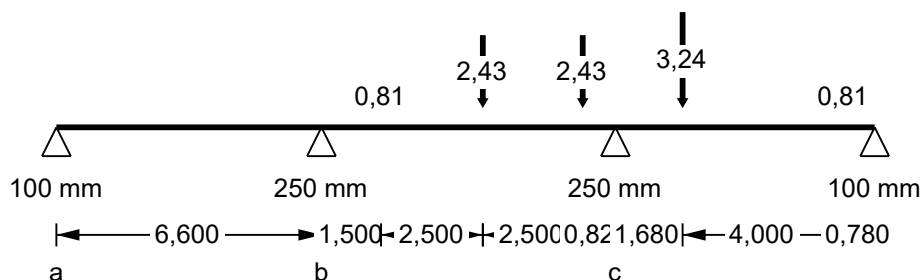
typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,200 kN/m ²	-	-	-	tíha profilu (automaticky)
1	2	0,280 kN/m ²	-	-	-	Dämmung und Dichtung
3	1	0,730 kN/m	-	8,100 m	-	
3	1	0,840 kN/m	-	10,600 m	-	
3	1	0,690 kN/m	-	13,100 m	-	
3	1	0,670 kN/m	-	15,600 m	-	
3	1	0,730 kN/m	-	19,600 m	-	

2.2 Zatěžovací stav p - Ausbaulast (veränderlich) (LF 2):



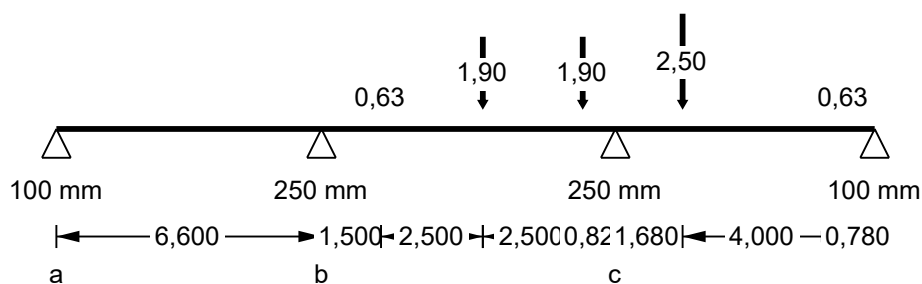
typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,400 kN/m ²	-	-	-	Installation etc.

2.3 Zatěžovací stav s - Schnee (LF 3):



typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	3	0,810 kN/m	-	8,100 m	-	= 0,8 * 0,00
3	1	2,430 kN/m	-	10,600 m	-	
3	1	2,430 kN/m	-	13,100 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	15,600 m	-	
3	1	0,810 kN/m	-	19,600 m	-	

2.4 Zatěžovací stav wD - Winddruck (LF 4):



typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	1	0,630 kN/m	-	8,100 m	-	= 0,00 * 0,90
3	1	1,900 kN/m	-	10,600 m	-	
3	1	1,900 kN/m	-	13,100 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	15,600 m	-	
3	1	0,630 kN/m	-	19,600 m	-	

3. Kombinace zatěžovacích stavů:

LK	označení	předpis kombinací ($\sum \psi_i * \gamma_{F,i} * S_{k,i}$)
1	dle 6.10 a)	$1,0 \cdot 1,35 \cdot LF\ 1 + 1,0 \cdot 1,35 \cdot LF\ 2 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot LF\ 3 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot LF\ 4$
2	dle 6.10 b)	$0,85 \cdot 1,35 \cdot LF\ 1 + 0,85 \cdot 1,35 \cdot LF\ 2 + 1,0 \cdot 1,5 \cdot LF\ 3 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot LF\ 4$
3	dle 6.14 b)	$1,0 \cdot 1,0 \cdot LF\ 1 + 1,0 \cdot 1,0 \cdot LF\ 2 + 1,0 \cdot 1,0 \cdot LF\ 3 + 0,6 \cdot 1,0 \cdot LF\ 4$

4. Vnitřní síly pro kombinace zatížení:

Výpočet deformace se provádí s užitným zatížením s $\gamma_{F,i} = 1,00$.

modul pružnosti: $E = 21000,0 \text{ kN/cm}^2$

4.1 dle 6.10 a) (LK 1):

pole [-]	max M _F [kNm/m]	max f [*] [mm]
pole 1	2,751	3,1
pole 2	8,150	12,2
pole 3	5,171	8,1

podpora [-]	V _{li} [kN/m]	V _{re} [kN/m]	A [kN/m]	M _{St} [kNm/m]	M _{St,l} [kNm/m]	M _{St,r} [kNm/m]
a	-	2,557	2,557	-	-	-
b	-5,284	8,014	13,298	-9,000	-8,349	-8,008
c	-11,973	10,381	22,354	-13,894	-12,406	-12,605
	-5,038	-	5,038	-	-	-

^{*}) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

4.2 dle 6.10 b) (LK 2):

pole [-]	max M _F [kNm/m]	max f [*] [mm]
pole 1	1,888	-
pole 2	9,798	-
pole 3	5,157	-

podpora [-]	V _{li} [kN/m]	V _{re} [kN/m]	A [kN/m]	M _{St} [kNm/m]	M _{St,l} [kNm/m]	M _{St,r} [kNm/m]
a	-	1,953	1,953	-	-	-
b	-4,712	8,383	13,094	-9,105	-8,524	-8,065
c	-14,094	11,894	25,989	-16,063	-14,309	-14,584
	-5,127	-	5,127	-	-	-

^{*}) Kombinace zatížení se pro posouzení použitelnosti nepoužije.

4.3 dle 6.14 b) (LK 3):

pole [-]	max M _F [kNm/m]	max f [*] [mm]
pole 1	1,850	2,1
pole 2	7,200	15,4
pole 3	4,141	9,0

podpora [-]	V _{li} [kN/m]	V _{re} [kN/m]	A [kN/m]	M _{St} [kNm/m]	M _{St,l} [kNm/m]	M _{St,r} [kNm/m]
a	-	1,805	1,805	-	-	-
b	-4,003	6,573	10,576	-7,256	-6,762	-6,441
c	-10,457	8,937	19,394	-12,018	-10,718	-10,908
	-4,075	-	4,075	-	-	-

^{*}) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

M_{St,l}; M_{St,r}: Body ohybu na okraji podpory (podle EN 1993-1-3, 6.1.11)

5. Profil:

zvoleno: **JORISIDE** ocelový-trapézový profil v pozitivní poloze
Joris Ide JID 158.250.750 , $t_N = 1,25 \text{ mm}$ ($g = 0,200 \text{ kN/m}^2$)

podle Prüfbescheid-Nr. T14-018 vom 07.02.2014 (posouzení podle DIN EN 1993-1-3)

6. Využití profilu:

posouzení	využití	komentář
mezní vzdálenost podpor	45,7%	
únosnost - elastická	56,3%	
únosnost - plastická	-	
deformace v poli	63,1%	povoleno $f = L / 300$

kontrola profilu: o.k. 

U vnitřních podpor se posuzuje automaticky pro minimální nutné připevnění (viz podrobné posouzení).
Skutečné počty spojovacích prostředků jsou uvedeny v posouzení připevnění, uvedeném zvlášť.

7. Posouzení elastické:

mezní vzdálenost podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{vorh } L}{L_{\text{grenz}}} = \frac{7,320}{16,020} = 0,457 < 1,0$$

7.1 dle 6.10 a) (LK 1):

7.1.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	2,751	35,890	0,077 < 1,0
pole 2	8,150	35,890	0,227 < 1,0
pole 3	5,171	35,890	0,144 < 1,0

7.1.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_A [-]	$R_{A,Ed}$ [kN/m]	$R_{A,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
a	$b_A = 100 \text{ mm}$	2,557	38,870	0,066 < 1,0
	$b_A = 100 \text{ mm}$	5,038	38,870	0,130 < 1,0

7.1.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$M_{St,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-9,000	-28,510	0,316 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-13,894	-28,510	0,487 < 1,0

7.1.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$R_{B,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	13,298	88,990	0,149 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	22,354	88,990	0,251 < 1,0

7.1.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$M_{B,k}^0$ [kNm/m]	$R_{B,k}^0$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-8,349	13,298	-30,970	117,950	0,282 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-12,605	22,354	-30,970	117,950	0,443 < 1,0

7.1.6 deformace:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{skutečná. f}}{\text{povolená. f}} \leq 1,0$$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	3,1 (L/2136)	22,0 (L/300)	0,140 < 1,0
pole 2	12,2 (L/601)	24,4 (L/300)	0,499 < 1,0
pole 3	8,1 (L/800)	21,5 (L/300)	0,375 < 1,0

7.2 dle 6.10 b) (LK 2):

7.2.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	1,888	35,890	0,053 < 1,0
pole 2	9,798	35,890	0,273 < 1,0
pole 3	5,157	35,890	0,144 < 1,0

7.2.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_A [-]	$R_{A,Ed}$ [kN/m]	$R_{A,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
a	$b_A = 100 \text{ mm}$	1,953	38,870	0,050 < 1,0
	$b_A = 100 \text{ mm}$	5,127	38,870	0,132 < 1,0

7.2.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$M_{St,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-9,105	-28,510	0,319 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-16,063	-28,510	0,563 < 1,0

7.2.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$R_{B,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	13,094	88,990	0,147 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	25,989	88,990	0,292 < 1,0

7.2.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$M_{B,k}^0$ [kNm/m]	$R_{B,k}^0$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-8,524	13,094	-30,970	117,950	0,288 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-14,584	25,989	-30,970	117,950	0,519 < 1,0

7.3 dle 6.14 b) (LK 3):

7.3.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

pole [-]	$M_{F,Ed}$ [kNm/m]	$M_{F,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	1,850	35,890	0,052 < 1,0
pole 2	7,200	35,890	0,201 < 1,0
pole 3	4,141	35,890	0,115 < 1,0

7.3.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_A [-]	$R_{A,Ed}$ [kN/m]	$R_{A,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
a	$b_A = 100 \text{ mm}$	1,805	38,870	0,046 < 1,0
	$b_A = 100 \text{ mm}$	4,075	38,870	0,105 < 1,0

7.3.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$M_{St,Rk}$ [kNm/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-7,256	-28,510	0,255 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-12,018	-28,510	0,422 < 1,0

7.3.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b_B [-]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$R_{B,Rk}$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	10,576	88,990	0,119 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	19,394	88,990	0,218 < 1,0

7.3.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

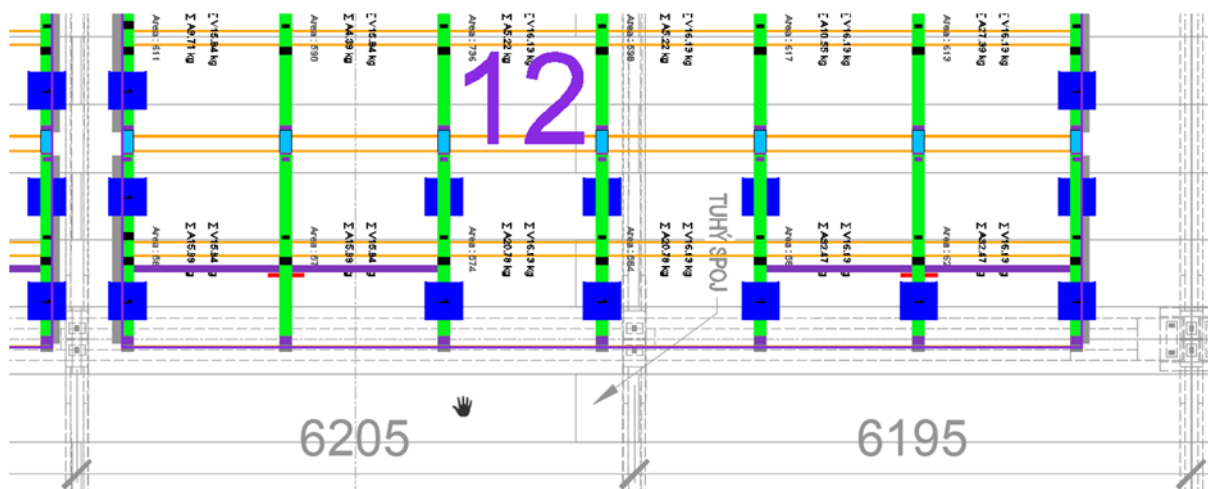
podpora [-]	b_B [-]	$M_{St,Ed}$ [kNm/m]	$R_{B,Ed}$ [kN/m]	$M_{B,k}^0$ [kNm/m]	$R_{B,k}^0$ [kN/m]	posouzení [-]
b	$b_B = 250 \text{ mm}$	-6,762	10,576	-30,970	117,950	0,226 < 1,0
c	$b_B = 250 \text{ mm}$	-10,908	19,394	-30,970	117,950	0,379 < 1,0

7.3.6 deformace:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{skutečná. f}}{\text{povolená. f}} \leq 1,0$$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	2,1 (L/3184)	22,0 (L/300)	0,094 < 1,0
pole 2	15,4 (L/476)	24,4 (L/300)	0,631 < 1,0
pole 3	9,0 (L/714)	21,5 (L/300)	0,420 < 1,0

Posudek C: Zóna 12

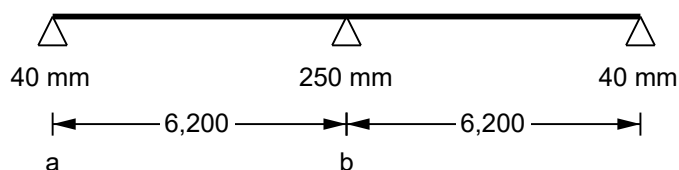


Posuzován spojitý nosník o dvou polích s rozpětím 6,2 m. Každé sedlo rámu FV panelů je přitíženo dvojicí dlaždic o hmotnosti 15 kg. Tj. každá podložka je přitížena silou $P = 0,15 \text{ kN}$.

Síla do podložky: $f = 0,15 / 0,5 = 0,30 \text{ kN/m}$

1. Statický systém:

pro plochou střechu



2. Zatížení (dílní zatěžovací stavy):

typ zatížení 1: rovnoměrné zatížení po celém nosníku

typ zatížení 3: osamělé břemeno

směr zatížení 1: kolmo k rovině nosníku

směr zatížení 2: svisle, k ploše střechy

směr zatížení 3: svisle, na průmět do vodorovné

2.1 Zatěžovací stav g - Dachaufbau (ständig) (LF 1):

typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,200 kN/m ²	-	-	-	tíha profilu (automaticky)
1	2	0,280 kN/m ²	-	-	-	Dämmung und Dichtung
3	1	0,560 kN/m	-	0,600 m	-	
3	1	0,520 kN/m	-	2,350 m	-	
3	1	0,860 kN/m	-	4,100 m	-	
3	1	0,860 kN/m	-	5,850 m	-	
3	1	0,860 kN/m	-	7,600 m	-	
3	1	0,670 kN/m	-	9,350 m	-	
3	1	0,560 kN/m	-	11,100 m	-	

2.2 Zatěžovací stav p - Ausbaulast (veränderlich) (LF 2):

typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
1	2	0,400 kN/m ²	-	-	-	Installation etc.

2.3 Zatěžovací stav s - Schnee (LF 3):

typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	3	1,620 kN/m	-	0,600 m	-	= 0,8 * 0,00
3	1	3,240 kN/m	-	2,350 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	4,100 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	5,850 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	7,600 m	-	
3	1	3,240 kN/m	-	9,350 m	-	
3	1	1,620 kN/m	-	11,100 m	-	

2.4 Zatěžovací stav wD - Winddruck (LF 4):

typ	směr	P ₁	P ₂	a ₁	a ₂	komentář
3	1	1,250 kN/m	-	0,600 m	-	= 0,00 * 0,90
3	1	2,500 kN/m	-	2,350 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	4,100 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	5,850 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	7,600 m	-	
3	1	2,500 kN/m	-	9,350 m	-	
3	1	1,250 kN/m	-	11,100 m	-	

3. Kombinace zatěžovacích stavů:

LK	označení	předpis kombinací ($\sum \psi_i \cdot \gamma_{F,i} \cdot S_{k,i}$)
1	dle 6.10 a)	1,0·1,35·LF 1 + 1,0·1,35·LF 2 + 0,5·1,5·LF 3 + 0,6·1,5·LF 4
2	dle 6.10 b)	0,85·1,35·LF 1 + 0,85·1,35·LF 2 + 1,0·1,5·LF 3 + 0,6·1,5·LF 4
3	dle 6.14 b)	1,0·1,0·LF 1 + 1,0·1,0·LF 2 + 1,0·1,0·LF 3 + 0,6·1,0·LF 4

4. Vnitřní síly pro kombinace zatížení:

Výpočet deformace se provádí s užitným zatížením s $\gamma_{F,i} = 1,00$.

modul pružnosti: $E = 21000,0 \text{ kN/cm}^2$

4.1 dle 6.10 a) (LK 1):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	12,157	15,0
pole 2	10,501	13,4

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	8,875	8,875	-	-	-
b	-18,651	14,856	33,507	-20,180	-17,858	-18,332
	-7,031	-	7,031	-	-	-

*) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

4.2 dle 6.10 b) (LK 2):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	15,394	-
pole 2	13,074	-

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	10,863	10,863	-	-	-
b	-23,496	18,199	41,695	-25,073	-22,144	-22,806
	-8,235	-	8,235	-	-	-

*) Kombinace zatížení se pro posouzení použitelnosti nepoužije.

4.3 dle 6.14 b) (LK 3):

pole	max M _F	max f*
[-]	[kNm/m]	[mm]
pole 1	11,062	19,5
pole 2	9,465	17,0

podpora	V _{li}	V _{re}	A	M _{St}	M _{St,l}	M _{St,r}
[-]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
a	-	7,923	7,923	-	-	-
b	-16,923	13,270	30,192	-18,168	-16,059	-16,516
	-6,126	-	6,126	-	-	-

*) Výpočet deformace pro $I_{ef}^+ = 759,3 \text{ cm}^4/\text{m}$ (zatížení tlakem); $E = 21000 \text{ kN/cm}^2$

M_{St,l}; M_{St,r}: Body ohybu na okraji podpory (podle EN 1993-1-3, 6.1.11)

5. Profil:

zvoleno: **JORISIDE** ocelový-trapézový profil v pozitivní poloze
Joris Ide JID 158.250.750 , t_N = 1,25 mm (g = 0,200 kN/m²)

podle Prüfbescheid-Nr. T14-018 vom 07.02.2014 (posouzení podle DIN EN 1993-1-3)

6. Využití profilu:

posouzení	využití	komentář
mezní vzdálenost podpor	38,7%	
únosnost - elastická	87,9%	
únosnost - plastická	-	
deformace v poli	94,3%	povoleno f = L / 300

kontrola profilu: o.k. 

U vnitřních podpor se posuzuje automaticky pro minimální nutné připevnění (viz podrobné posouzení).
 Skutečné počty spojovacích prostředků jsou uvedeny v posouzení připevnění, uvedeném zvlášť.

7. Posouzení elastické:

mezní vzdálenost podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{vorh } L}{L_{\text{grenz}}} = \frac{6,200}{16,020} = 0,387 < 1,0$$

7.1 dle 6.10 a) (LK 1):

7.1.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

pole [-]	M _{F,Ed} [kNm/m]	M _{F,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	12,157	35,890	0,339 < 1,0
pole 2	10,501	35,890	0,293 < 1,0

7.1.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _A [-]	R _{A,Ed} [kN/m]	R _{A,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
a	b _A = 40 mm	8,875	31,890	0,278 < 1,0
	b _A = 40 mm	7,031	31,890	0,220 < 1,0

7.1.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	M _{St,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-20,180	-28,510	0,708 < 1,0

7.1.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	R _{B,Ed} [kN/m]	R _{B,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	33,507	88,990	0,377 < 1,0

7.1.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{B,k}^0 / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R_{B,k}^0 / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	R _{B,Ed} [kN/m]	M _{B,k} ⁰ [kNm/m]	R _{B,k} ⁰ [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-18,332	33,507	-30,970	117,950	0,673 < 1,0

7.1.6 deformace:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{skutečná. } f}{\text{povolená. } f} \leq 1,0$$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	15,0 (L/414)	20,7 (L/300)	0,724 < 1,0
pole 2	13,4 (L/463)	20,7 (L/300)	0,647 < 1,0

7.2 dle 6.10 b) (LK 2):

7.2.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk}} \leq 1,0$$

pole [-]	M _{F,Ed} [kNm/m]	M _{F,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	15,394	35,890	0,429 < 1,0
pole 2	13,074	35,890	0,364 < 1,0

7.2.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk}} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _A [-]	R _{A,Ed} [kN/m]	R _{A,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
a	b _A = 40 mm	10,863	31,890	0,341 < 1,0
	b _A = 40 mm	8,235	31,890	0,258 < 1,0

7.2.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk}} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	M _{St,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-25,073	-28,510	0,879 < 1,0

7.2.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk}} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	R _{B,Ed} [kN/m]	R _{B,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	41,695	88,990	0,469 < 1,0

7.2.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M^0_{B,k} / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R^0_{B,k} / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	R _{B,Ed} [kN/m]	M ⁰ _{B,k} [kNm/m]	R ⁰ _{B,k} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-22,806	41,695	-30,970	117,950	0,861 < 1,0

7.3 dle 6.14 b) (LK 3):

7.3.1 moment v poli:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{F,Ed}}{M_{F,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

pole [-]	M _{F,Ed} [kNm/m]	M _{F,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
pole 1	11,062	35,890	0,308 < 1,0
pole 2	9,465	35,890	0,264 < 1,0

7.3.2 reakce krajní podpory:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{A,Ed}}{R_{A,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _A [-]	R _{A,Ed} [kN/m]	R _{A,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
a	b _A = 40 mm	7,923	31,890	0,248 < 1,0
	b _A = 40 mm	6,126	31,890	0,192 < 1,0

7.3.3 podporové momenty:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M_{St,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	M _{St,Rk} [kNm/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-18,168	-28,510	0,637 < 1,0

7.3.4 reakce vnitřních podpor:

$$\text{posouzení: } \frac{R_{B,Ed}}{R_{B,Rk} / 1,00} \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	R _{B,Ed} [kN/m]	R _{B,Rk} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	30,192	88,990	0,339 < 1,0

7.3.5 interakce:

$$\text{posouzení: } \frac{M_{St,Ed}}{M^0_{B,k} / 1,00} + \left(\frac{R_{B,Ed}}{R^0_{B,k} / 1,00} \right)^2 \leq 1,0$$

podpora [-]	b _B [-]	M _{St,Ed} [kNm/m]	R _{B,Ed} [kN/m]	M ⁰ _{B,k} [kNm/m]	R ⁰ _{B,k} [kN/m]	posouzení [-]
b	b _B = 250 mm	-16,516	30,192	-30,970	117,950	0,599 < 1,0

7.3.6 deformace:

$$\text{posouzení: } \frac{\text{skutečná. f}}{\text{povolená. f}} \leq 1,0$$

pole [-]	skutečná f [mm]	povolená f [mm]	posouzení [-]
pole 1	19,5 (L/318)	20,7 (L/300)	0,943 < 1,0
pole 2	17,0 (L/364)	20,7 (L/300)	0,824 < 1,0

Poznámky k montáži

Při montáži fotovoltaické elektrárny nesmí docházet k hromadění materiálu (konstrukční prvky, FE panely, balast) či shlukování osob. Při skládání materiálu na střechu je nutné jednotlivé palety rozložit rovnoměrně do plochy, ideálně vždy nad železobetonový vazník. Při součinnosti více osob nesmí v daném místě překročit zatížení $0,75 \text{ kN/m}^2$.

Po montáži je nezbytná přejímka hotového díla, při které se zkontroluje soulad s projektovým řešením (kontrola půdorysné polohy jednotlivých sekcí, rozmístění balastu). Jakékoliv změny oproti projektové dokumentaci [9], [10], [11] je nutné konzultovat s autorem tohoto statického posouzení, jinak tento statický posudek pozbývá platnosti.

Závěr

Statickým výpočtem byla prověřena únosnost stávajícího trapézového plechu a byla přijata náležitá opatření, aby dodatečné přetížení střešního pláště fotovoltaickými panely nemělo za následek:

- a) zřícení stavby nebo její části,
- b) větší stupeň nepřípustného přetvoření,
- c) poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení anebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce,
- d) poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině.

Stavebně - konstrukční částí dokumentace pro stavební povolení byly posouzeny nosné konstrukce střešního pláště (trapézový plech) dle platných norem ČSN EN a údajů od zadavatele na působící zatížení. **Konstrukce opláštění (trapézové plechy) při splnění výše uvedených předpokladů vyhovují.**

Posouzení nosné železobetonové konstrukce není předmětem tohoto statického posouzení.

Jakékoliv změny případně nejasnosti je třeba konzultovat s projektantem. V případě změny podkladů, či vzniku nových skutečností, si projektant vyhrazuje právo posouzení dopadu těchto změn na řešení a eventuální doplnění nebo úpravu projektu.

Při provádění se musí dodržovat příslušné platné ČSN EN, související normy, technologické předpisy a zásady bezpečnosti práce a ochrany zdraví pracujících. Dodavatel stavby musí dbát montážních a technologických pokynů příslušných výrobců stavebních prvků a konstrukcí uvedených v této dokumentaci.

V Praze dne 13. září 2021

Vypracoval
Ing. Michal Strejček, Ph.D.

Příloha 1 - Rekapitulace zatížení

Zatížení střechy s FVE

Stálé zatížení – vlastní hmotnost FV panelů včetně podpůrné kce:	0,14 kN/m ² viz [9]
Stálé zatížení – přitížení balastem (betonové cihly):	0,08 kN/m ² viz [9]
Nahodilé zatížení – sníh na FV panelech:	0,90 kN/m ²
Nahodilé zatížení – vítr na FV panely:	0,69 kN/m ²

Zatížení střechy bez FVE

Nahodilé zatížení – sníh v ploše:	0,80 kN/m ²
Nahodilé zatížení – vítr na střešní plášť:	0,22 kN/m ²

Poznámky:

- výše uvedené hodnoty zatížení jsou v charakteristických hodnotách
- hodnoty zatížení vlastní hmotnosti FV panelů a balastu jsou průměrné, tedy vypočítané z celkové hmotnosti a celkové výměry panelů podle reportu k návrhu FVE [9]. Místně se hodnota zatížení mění.