

STATICKÉ POSOUZENÍ

1. Základní údaje

Akce:	„FVE Čepro - Třemošná“
Místo:	areál společnosti Čepro a.s. – Třemošná
Investor:	Čepro a.s.
Hlavní inženýr projektant:	Ing. Miroslav Calda
Profese (část):	Stavebně-konstrukční (statika)
Zpracovatel části (statika):	Ing. Tomáš Čtvrtečka
Odpovědný projektant části:	Ing. Jiří Houra
Datum:	02/2020

2. Rozsah projektu

Předmětem dokumentace je statické posouzení únosnosti střešních konstrukcí na objektech společnosti Čepro a.s. z důvodu přitížení střešních konstrukcí instalací fotovoltaické elektrárny. Jedná se o areál Třemošná u Plzně.

Dokumentace je zpracována v podrobnosti projektu pro stavební povolení a nenahrazuje dokumentaci prováděcí, dodavatelskou, příp. dílenskou.

3. Podklady

Statická část projektu vychází z následujících podkladů:

- I. části archivní dokumentace vybraných objektů (půdorysy, řezy, pohledy)
- II. fotodokumentace poskytnutá projektantem z prohlídky stavby - 2019
- III. schematické vyznačení rozsahu FVE na střeších objektů v aktuálním stupni zpracovanosti

4. Obecný popis FVE

Záměrem investora jsou stavební úpravy představující instalaci střešního fotovoltaického systému (FVE) na střechy objektů v areálu Třemošná společnosti Čepro. Střešní konstrukce posuzovaných objektů jsou velmi rozmanité, a proto jsou podrobně popsány pro každý objekt zvlášť v následujících kapitolách. Materiálově jsou střechy posuzovaných objektů řešeny jako dřevěné, ocelové nebo železobetonové.

Vlastní instalace FVE se bude skládat z fotovoltaických panelů, které budou podle typu střechy umístěny na lehké typové zátěžové konstrukci (stabilizace pomocí zátěže) nebo na lehké typové pomocné konstrukci kopírující sklon střešní krytiny (stabilizace pomocí kotvení).

Výše uvedené stavební úpravy převážně nevyžadují zásah do stávajících nosných konstrukcí a významně nemění vzhled budovy. U vybraných objektů je navrženo zesílení stávající střešní konstrukce. Zesílení je podrobně popsáno v dalších kapitolách u vybraných objektů. Stavební úpravy výrazně nemění výškové ani půdorysné uspořádání objektu. Zastavěná plocha ani další statistické údaje se nemění.

Veškeré stavební práce budou probíhat na těchto pozemcích investora, jiné pozemky nebudou průběhem prací dotčeny. Stávající objekt je napojen na veškeré potřebné inženýrské sítě.

Vlastní instalace FVE se bude skládat z fotovoltaických panelů, z typové pomocné konstrukce a

střídačů. Tato soustava fotovoltaických panelů produkuje elektrickou energii, která je spotřebována pro vlastní spotřebu objektů a přebytek je dodán do místní distribuční sítě. Fotovoltaický systém obsahuje všechny nezbytné komponenty pro montáž na střechy objektů, kabelový rozvod, soustavu síťových invertorů a rozvaděč el. výroby RFVE.

5. Stručný popis FVE stabilizované pomocí zátěže

V případě plochých střech nebo střech s mírným sklonem budou jednotlivé panely umístěny na lehké hliníkové konstrukci a přitíženy pomocí betonových dlaždic. Výše uvedené stavební úpravy nevyžadují zásahy do stávajících nosných konstrukcí a nemění vzhled budovy. Výjimkou jsou vybrané objekty, u kterých je navrženo zesílení střešní konstrukce nebo kotvení prostřednictvím pomocné konstrukce. Hmotnost panelů, typové konstrukce a zátěže nepřekračuje **40,0 kg/m²**.

FVE systém je instalován na modulární stavební systém z hliníkových profilů, umožňující kotvení fotovoltaických panelů k rovině plochých střech pod libovolným úhlem (30°). Konstrukce je vyrobena z hliníkových profilů, materiál AW6063. Veškerý spojovací materiál je použitý s antikorozní povrchovou úpravou. Systém šroubových spojů umožňuje rychlou montáž bez nutnosti vrtání otvorů a eliminaci malých nepřesností, které mohou vzniknout při montáži v terénu. Konstrukce je sestavena ze tří konstrukčních celků spojených pomocí šroubů a matic s antikorozní povrchovou úpravou. Fotovoltaický panel je ke konstrukci přichycen pomocí hliníkových krajových a středových úchytlů. Zatížení konstrukcí pomocí betonových dlaždic v místech určených konstrukčním řešením. Zpracovatel PD umožňuje i jiné technicky a kvalitativně srovnatelné řešení.

6. Stručný popis FVE stabilizované pomocí kotvení ke konstrukci střechy

V případě šikmých střech budou jednotlivé panely umístěny na lehké hliníkové konstrukci, umožňující kotvení fotovoltaických panelů přímo ke střešní konstrukci. Výše uvedené stavební úpravy nevyžadují zásahy do stávajících nosných konstrukcí a nemění vzhled budovy. Výjimkou jsou vybrané objekty, u kterých je navrženo zesílení střešní konstrukce nebo kotvení prostřednictvím pomocné konstrukce. Hmotnost panelů a typové konstrukce nepřekračuje **25,0 kg/m²**.

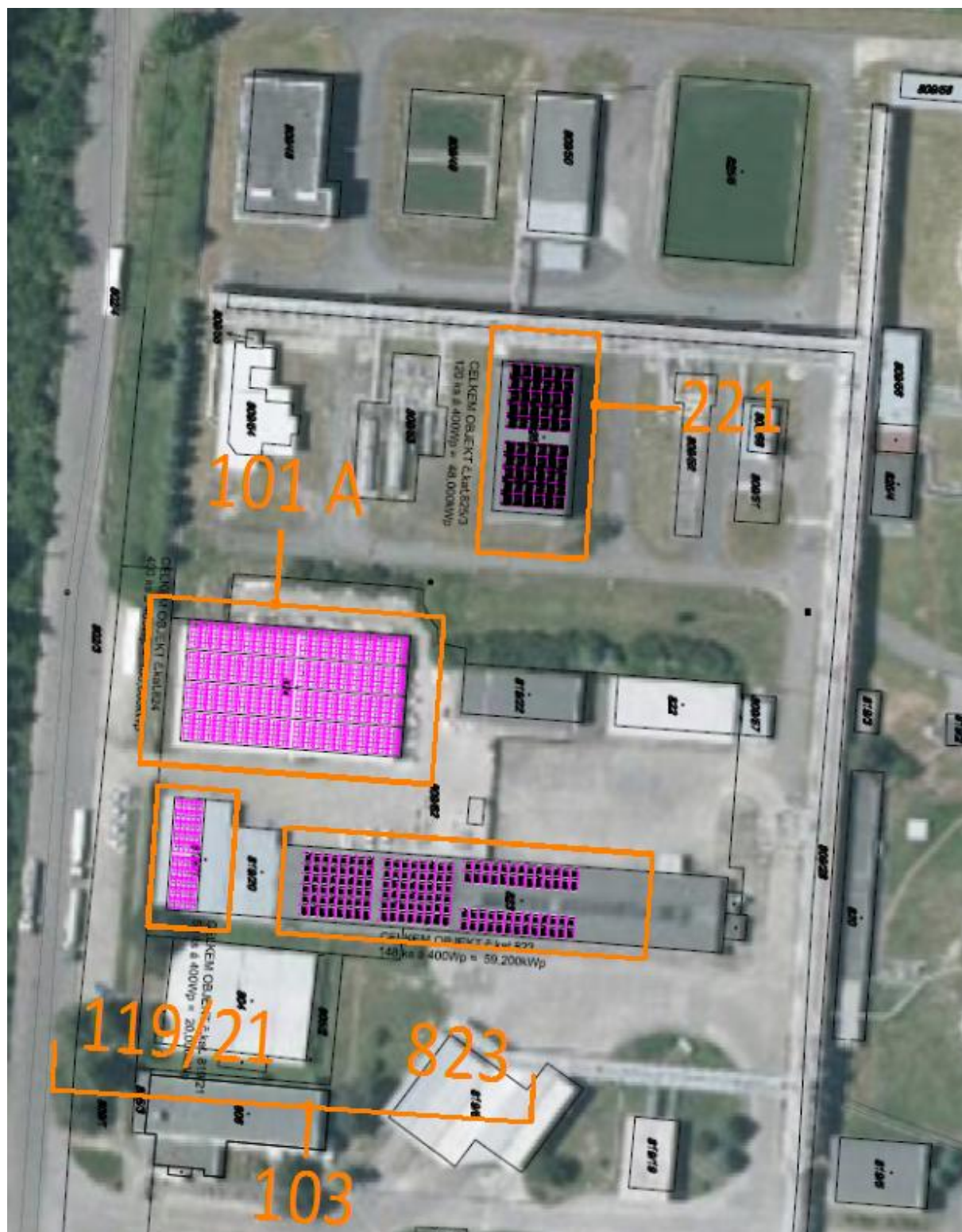
FVE systém je instalován na modulární stavební systém z hliníkových profilů, umožňující kotvení fotovoltaických panelů k střešní konstrukci. Veškerý spojovací materiál je použitý z nerezavějící oceli A2, jiný materiál z důvodu možného vzniku koroze není povolen. Systém šroubových spojů umožňuje rychlou montáž bez nutnosti vrtání otvorů a eliminaci malých nepřesností, které mohou vzniknout při montáži v terénu. Konstrukce je sestavena ze tří konstrukčních celků spojených pomocí nerezových šroubů a matic. Mezi dvěma konstrukcemi je ze zadu připevněn hliníkový krycí plech. Fotovoltaický panel je ke konstrukci přichycen pomocí hliníkových krajových a středových úchytlů. Zpracovatel PD umožňuje i jiné technicky a kvalitativně srovnatelné řešení.

7. Statický výpočet a použitá zatížení

Statický výpočet objektů byl proveden na 3D/2D modelech v programu Scia Engineer nebo byl proveden „ruční“ výpočet. Zatížení bylo uvažováno ve shodě s ČSN EN 1991. Obecně bylo uvažováno následující zatížení:

- vlastní hmotnosti nosných konstrukcí
- stálé zatížení dle předaných skladeb
- přitížení od FVE (40,0 kg/m² nebo 25,0 kg/m²)
- užité zatížení – střechy přístupné pouze za účelem údržby - 0,75 kN/m²
- zatížení sněhem - I. sněhové oblast – $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- zatížení větrem – II. větrová oblast – $v_b = 25,0 \text{ m/s}$

8. Schéma posuzovaných objektů



9. Objekt 221 (dle archivní dokumentace objekt 552) – ŽB hala – garáž

Jedná se o železobetonovou halu s mírným sklonem pultové střechy. Krytinu tvoří dle archivní dokumentace natavitelné pásy, Lignopor tl. 50 mm, Perbitagit a vyrovnávací perlitbeton tl. 50 mm (600 kg/m^3). Střešní skladba je uložena na střešní železobetonové nosníky TT – typové označení PPD AB74 A150/65-1170 o rozměrech 1500/650 mm (panely tvaru dvojitého písmene TT). Stropní nosníky jsou uloženy na prefabrikované železobetonové průvlaky P1 o rozměrech 500/600 mm. Rozpon nosníků TT je 11,5 m. Rozpon průvlaků je 4,5 m. Průvlaky jsou uloženy na žb sloupy S3, S4 o rozměrech 400/500 mm.

Přítížení střechy od zátěžové FVE je $40,0 \text{ kg/m}^2$. Vzhledem k tomu, že se jedná o masivní železobetonovou konstrukci, předpokládá se dostatečná rezerva v únosnosti pro instalaci FVE. Tento předpoklad je v následujícím textu ověřen výpočtem.

Závěr:

Byly posouzeny střešní nosníky typu PPD AB74 A150/65-1170 a střešní trámy P1 na přítížení od zátěžové FVE jejíž hmotnost nepřekračuje 40 kg/m^2 . Stropní nosníky a trámy vyhovují!



pohled zevnitř haly na panely, průvlaky a sloupy

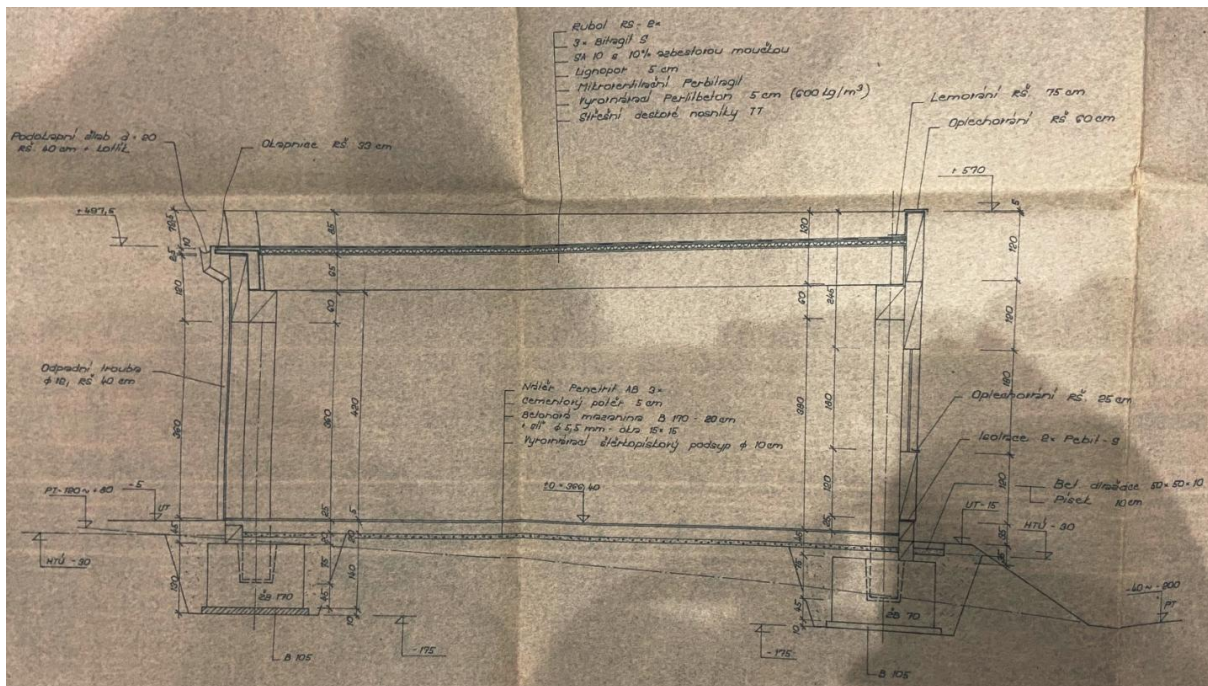
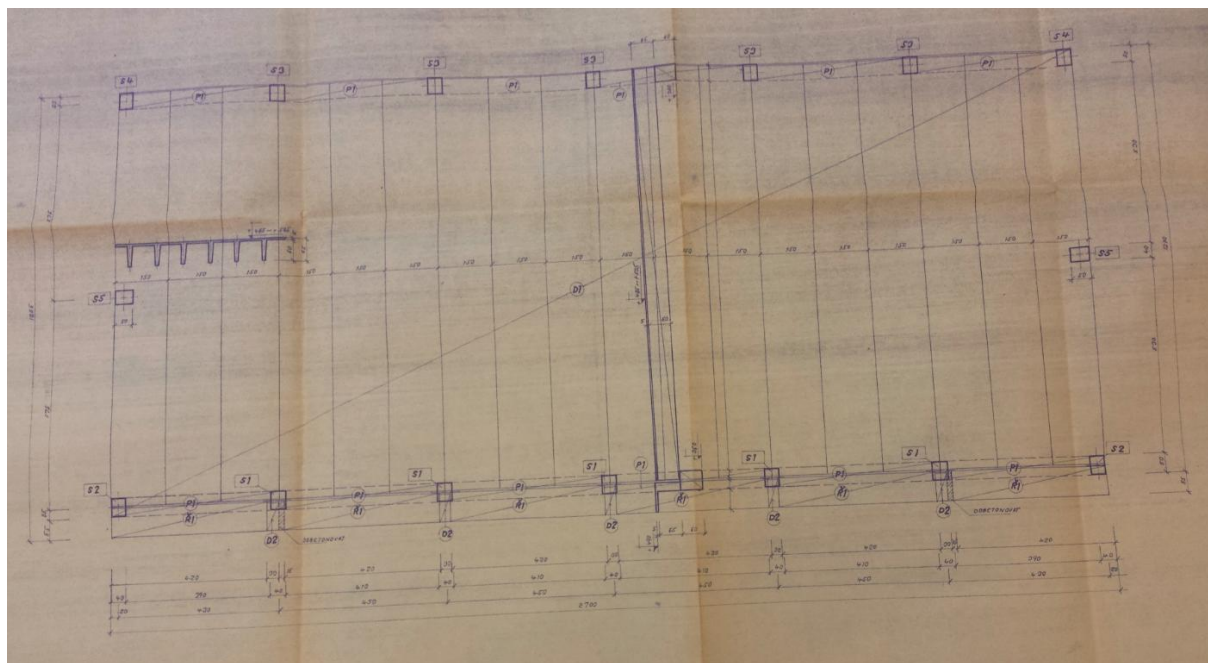
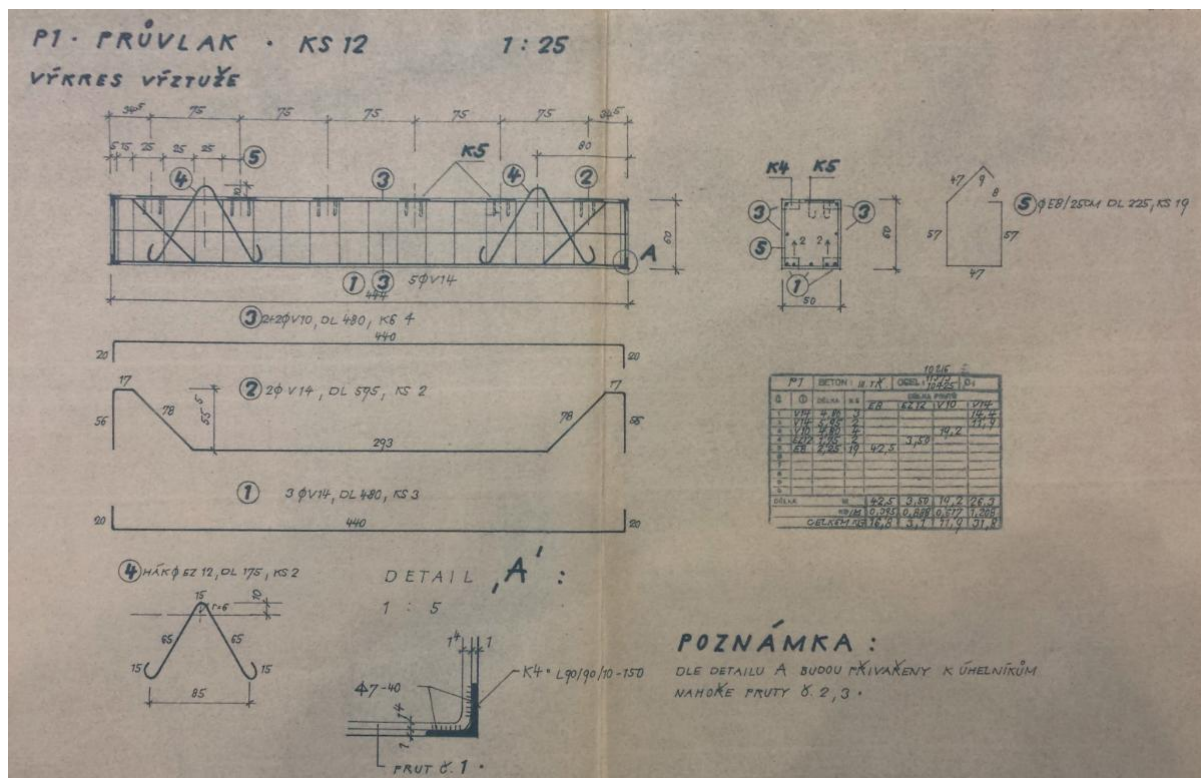


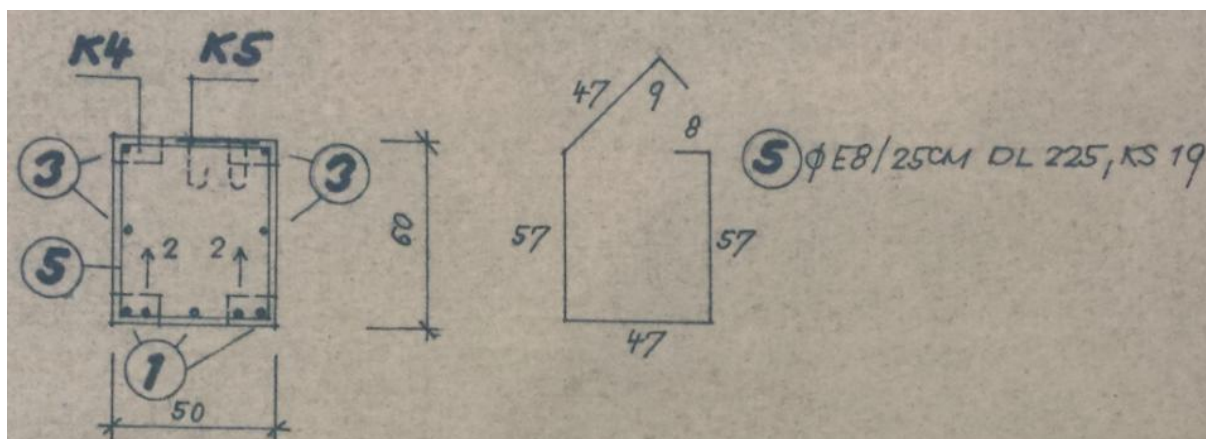
schéma haly v řezu – archivní dokumentace



půdorys haly – archivní dokumentace



výztuž průvlaku P1 – archivní dokumentace



výztuž průvlaku P1 – archivní dokumentace

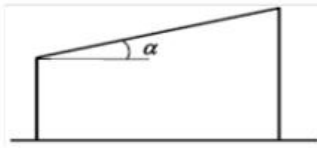
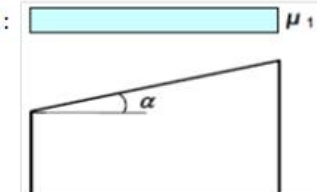
VÝPIS PREFABRIKÁTŮ:

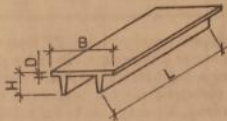
ZN.	NÁZEV	OZNAČENÍ	KS
D1	STR. DESK. NOSNÍK TT	PPD AB 74 · A 150/65 - 117	18
D2	STROPNÍ DESKA	PZO 70 - 75	5
P1	PRŮVLAK	STAV. PREFA	12
Ř1	ŘÍMSOVÝ NOSNÍK	- II -	6
S1	SLOUP 40/50 - VNITŘNÍ	- II -	5
S2	- II - - ROHOVÝ	- II -	2
S3	- II - - VNITŘNÍ	- II -	5
S4	- II - - ROHOVÝ	- I -	2
S5	- II - - ŠTÍTOVÝ	- I -	2

tabulka prefabrikátů – archivní dokumentace

Zatížení stálé (dle ČSN EN 1991-1)					
Popis	tl.	ρ	Charakterist.	γ_f	Návrhové
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	--	[kN/m ²]

Skladba střechy objektu 221 (552) - garáž					
Fotovoltaické panely zátěžové			0,400	1,35	0,540
hydroizolační vrstvy			0,250	1,35	0,338
Lignopor	50	1,0	0,050	1,35	0,068
Perbitagit			0,050	1,35	0,068
perlitbeton	50	6,0	0,300	2,35	0,705
Stálé celkem			1,050		1,718

Zatížení sněhem: Plochá / pultová střecha											
Podle normy: ČSN EN 1991-1-3:2006/Z1:2006			Datum:								
Prvek: střecha objektu			Vypracoval:								
Údaje o stavbě:		Lokalita: Třemošná									
Sněhová oblast:	I	Sklon střechy: $\alpha =$	5,0°								
Topografie:	normální										
Zatížení: $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$ $C_s = 1,0$		$C_t = 1,0$	SN1: 								
<table border="1"> <tr> <th>α</th> <th>$0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$</th> <th>$30^\circ < \alpha < 60^\circ$</th> <th>$\alpha \geq 60^\circ$</th> </tr> <tr> <td>$\mu_1$</td> <td>0,8</td> <td>$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$</td> <td>0,0</td> </tr> </table>		α	$0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$	μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0	$\mu_1 = 0,80$	
α	$0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$								
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0								
$s = \mu_1 \cdot C_s \cdot C_t \cdot s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$											

Název	STROPNÍ PANELE TYP ARMABETON Deskové nosníky tvaru TT	Zobrazení							
Pramen	Konstruktivně technologický podklad — UNI SKELET — Armabeton, n. p., Praha — červenec 1975								
Použití	Deskové nosníky tvaru TT se používají pro stropní a střešní konstrukce na velká rozpětí								
Výrobce	Armabeton, n. p., Praha								
Rozměry a technické vlastnosti									
Označení		Výrobní rozměry				Objem	Hmotnost	Únosnost	
Nové	Původní	B	H	L	D			q _{dov}	T max.
		(cm)				(m ³)	(kg)	(kN/m ²)	(kN)
TT 1-200/30/715		199	30	715	5	1,396	3630	4,90	26,58
TT 2-150/30/715	PPD AB 28A	149	30	715	6	1,203	3128	8,80	41,97
TT 3-200/45/715	PPD AB 33	199	45	715	5	1,586	4124	11,28	50,80
TT 4-150/45/715	PPD AB 22A	149	45	715	6	1,514	3938	15,77	69,73
TT 5-100/45/715	PPD AB 34	99	45	715	5	1,222	3177	25,00	100,59
TT 6-200/30/745		199	30	745	5	1,455	3782	4,41	25,79
TT 7-150/30/745	PPD AB 28A	149	30	745	6	1,253	3259	7,85	40,11
TT 8-200/45/745	PPD AB 33	199	45	745	5	1,652	4297	10,78	51,09
TT 9-150/45/745	PPD AB 22A	149	45	745	6	1,577	4101	13,73	73,84
TT 10-100/45/745	PPD AB 34	99	45	745	5	1,273	3310	24,52	108,27
TT 11-200/30/895		199	30	895	5	1,747	4543	4,90	33,24
TT 12-200/45/895	PPD AB 32A	199	45	895	7	2,006	5216	9,81	56,98
TT 13-150/45/895	PPD AB 23A	149	45	895	5	1,760	4576	11,36	70,22
TT 14-100/45/895	PPD AB 34A	99	45	895	5	1,546	4020	16,67	96,93
TT 15-150/60/895	PPD AB 32A	149	60	895	7	2,335	6071	19,61	108,36
TT 16-200/45/1195	PPD AB 36B	199	45	1195	5	2,595	6750	4,90	46,19
TT 17-100/45/1195	PPD AB 24B	99	45	1195	5	2,300	5981	8,83	72,67
TT 18-150/60/1195	PPD AB 37B	149	60	1195	5	2,007	5216	11,77	87,67
TT 19-200/60/1495	PPD AB 39A	199	60	1495	6	4,123	10719	4,90	63,25
TT 20-100/60/1495	PPD AB 40A	99	60	1495	6	3,156	8204	8,78	95,61

předpokládaná typová řada deskových nosníků dle Rochlových tabulek

Dovolené namáhání deskových nosníků $q_{dov} = 4,9 \text{ kN/m}^2 > \text{celkové zatížení vč. přitížení } f = 1,8 \text{ kN/m}^2$

VYHOVUJE

POSOUZENÍ PRŮVLAKU (P1)

$z.s. = 6,0m, L = 4,5m$

ZAT. STÁLE + UŽITNÉ : $12,06 \text{ kN/m'}$
 VL. HŮ. KOSNÍKU TT : $26,55 \text{ kN/m'}$
 VL. HŮ. PRŮVLAKU P1 : $10,12 \text{ kN/m'}$

$\Sigma f = 53,7 \text{ kN/m'}$

$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot 53,7 \cdot 4,5^2 = 135,9 \text{ kNm}$

Posouzení železobetonového trámu											
dle ČSN EN 1992											
Průvlak P1											
Šířka - b	500 mm			λ	0,8						
Výška - h	600 mm			η	1,0						
Krytí - c	25 mm			$\xi_{bal,1}$	0,663		ϕ - třmínku	8 mm			
Beton	C16/20			f_{cd}	10,7 MPa		f_{ctm}	1,9 MPa			
Ocel	10 425			f_{yd}	356,5 MPa		f_{yk}	410,0 MPa			
Schema:		Výpočet proveden podle vzorců:									
		$d = h - c - 0,5 \cdot \phi$ $\xi = \frac{x}{d} < \xi_{bal,1}$									
		$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}}$ $M_{Rd} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x)$									
Pos.	ks	ϕ	A_{s1}	x	ξ		$\xi_{bal,1}$	M_{Rd}		M_{Ed}	
		mm	mm ²	mm				kNm		kNm	
P1	5	14	770	64,3	0,113	<	0,663	148,8	>	135,9	Vyhoví

10. Objekt 103 (č. kat. 823) – ŽB hala – se světlíkem

Jedná se o železobetonovou halu s mírným sklonem sedlové střechy se světlíkem. Krytinu tvoří dle místního šetření natavitelné pásy. Další vrstvy skladby střešního pláště jsou odhadovány dle archivní dokumentace sousedních objektů: Lignopor tl. 50 mm, Perbitagit a vyrovnávací perlitbeton tl. 50 mm (600 kg/m^3). Střešní skladba je uložena na střešní železobetonové panely (kazetové) – typové označení SZD 37-150/600 o rozměrech 1500/6000 mm. Panely jsou uloženy na předepnuté železobetonové vazníky (plnostenné). Střešní vazníky jsou uloženy na prefabrikované železobetonové sloupy o rozměrech 400/500 mm. Rozpon kazetových panelů je 6,0 m. Rozpon vazníků je cca 15,0 m. Rozměry a dimenze nosných konstrukcí vycházejí ze zaměření objektu a jsou pouze orientační. Podle vnějších rozměrů byl odhadnut odpovídající typ střešního panelu dle Rochlových tabulek.

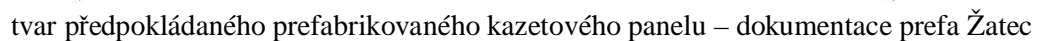
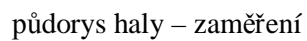
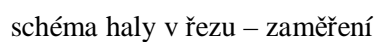
Přítížení střechy od zátěžové FVE je $40,0 \text{ kg/m}^2$. Vzhledem k tomu, že se jedná o masivní železobetonovou konstrukci, předpokládá se dostatečná rezerva v únosnosti pro instalaci FVE. Tento předpoklad je v následujícím textu ověřen výpočtem.

Závěr:

Byly posouzeny střešní panely typu SZD 37-150/600. Střešní vazníky jsou masivní železobetonové a předpokládá se dostatečná rezerva v únosnosti na přítížení od zátěžové FVE jejíž hmotnost nepřekračuje 40 kg/m^2 . Střešní panely a vazníky vyhovují!



pohled zevnitř haly na kazetové panely, vazníky a sloupy



Zatížení stálé (dle ČSN EN 1991-1)					
Popis	tl.	ρ	Charakterist.	γ_f	Návrhové
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	--	[kN/m ²]

Skladba střechy objektu 823 - se světlíkem					
Fotovoltaické panely zátěžové			0,400	1,35	0,540
hydroizolační vrstvy			0,250	1,35	0,338
Lignopor	50	1,0	0,050	1,35	0,068
Perbitagit			0,050	1,35	0,068
perlitbeton	50	6,0	0,300	2,35	0,705
Stálé celkem			1,050		1,718

Zatížení sněhem: Sedlová střecha

Podle normy: ČSN EN 1991-1-3:2006/Z1:2006

Datum:

Prvek: Střecha objektu

Vypracoval:

Údaje o stavbě:

Lokalita: Třemošná

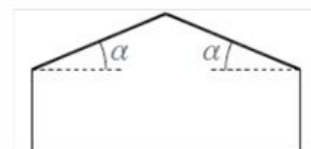
Sněhová oblast:

I

Sklon střechy: $\alpha = 5,0^\circ$

Topografie:

normální



Zatížení:

$$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

$$C_e = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu_1 = 0,80$$

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0

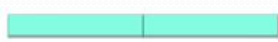
Zatěžovací stavy:

SN1: $0,5 \cdot s = 0,28 \text{ kN/m}^2$

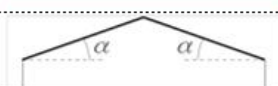


$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

SN2: $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$



$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$



Dovolené namáhání deskových nosníků $q_{dov} = 3,2 \text{ kN/m}^2 > \text{celkové zatížení vč. přitížení } f = 1,8 \text{ kN/m}^2$
VYHOVUJE

11. Objekt 103 (č. kat. 819/21) – ocelová hala - sklad

Jedná se o ocelovou halu se sklonem sedlové střechy cca 12°. Střešní konstrukci haly tvoří příhradové vazníky na rozpon 12,0 m. Vazníky jsou rozděleny na dvě části a uprostřed sešroubovány. Osová vzdálenost vazníků je 4,5 m. Na vazníky jsou uloženy ocelové vaznice U140 á cca 1,5 m. Na ocelové vaznice je uložen trapézový plech s výškou vlny 80 mm, vzdáleností vln 134 mm a tl. plechu je 1,5 mm. Výška vlny trapézového plechu působí masivním dojmem. Robustním dojmem působí také celková ocelová konstrukce haly. Proto se předpokládá, že rezerva v únosnosti pro osazení lehké kotvené FVE bude dostatečná. V následujícím textu je konstrukce posouzena.

Závěr:

Nosná konstrukce ocelové haly byla dimenzovaná s dostatečnou rezervou na přetížení od kotvené FVE jejíž hmotnost nepřekračuje 25 kg/m². Byla provedena vizuální prohlídka. Samotný příhradový vazník působí masivním dojmem. Vlnitý pozinkovaný plech je rovněž dostatečně masivní. Při pochozí zkoušce nedocházelo k průhybům plechu. Posudkem je prokázáno, že samotné vaznice mají dostatečnou rezervu pro přenesení zatížení od instalace FVE. Střecha objektu vyhovuje.



pohled na střešní konstrukci zevnitř haly



pohled na halu z venku

Zatížení stálé (dle ČSN EN 1991-1)					
Popis	tl.	ρ	Charakterist.	γ_f	Návrhové
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	--	[kN/m ²]

Skladba střechy objektu 819/21 - sklad					
Fotovoltaické panely kotvené			0,250	1,35	0,338
trápězový plech			0,150	1,35	0,203
Stálé celkem			0,400		0,540

Zatížení sněhem: Sedlová střecha

Podle normy: ČSN EN 1991-1-3:2006/Z1:2006

Datum:

Prvek: Střecha objektu

Vypracoval:

Údaje o stavbě:

Lokalita: Třemošná

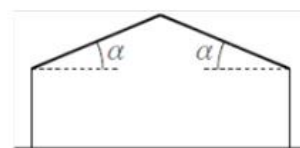
Sněhová oblast:

I

Sklon střechy: $\alpha = 12,0^\circ$

Topografie:

normální



Zatížení:

$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

$C_e = 1,0$

$C_t = 1,0$

$\mu_1 = 0,80$

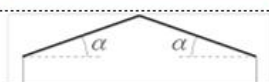
$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0

Zatěžovací stavy:

SN1: $0,5 \cdot s = 0,28 \text{ kN/m}^2$ $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$

SN2: $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$ $s = 0,56 \text{ kN/m}^2$



Posouzení ocelového průřezu: Ohyb																																																			
Podle normy: ČSN EN 1993-1-1:2007				Datum:																																															
Prvek: vaznice - objekt 819/21				Vypracoval:																																															
Materiál:		Ocel: S235	$\gamma_{M0} = 1,0$	$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 235 \text{ MPa}$																																															
		$f_y = 235 \text{ MPa}$	$E = 210 \text{ GPa}$																																																
Geometrie:		počet: 1	U 140																																																
		$L_1 = 4500 \text{ mm}$																																																	
		$L_2 = 0 \text{ mm}$																																																	
		$L_3 = 0 \text{ mm}$																																																	
		$L = 4500 \text{ mm}$																																																	
$W_{y,el} = 86400 \text{ mm}^3$		$A_{yz} = 1010 \text{ mm}^2$	$I_y = 6050000 \text{ mm}^4$	$g = 16,014 \text{ kg/m}$																																															
Zatížení:																																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Zatěžovací šířka pro f:</th> <th>f_k kN/m² plošná</th> <th>f_k kN/m liniová</th> <th>f_k kN/m</th> <th>γ_F -</th> <th>f_d kN/m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">1,5 m</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">q</td> <td>Stálé</td> <td>vlastní váha</td> <td></td> <td>0,16</td> <td>0,76</td> <td>1,35</td> <td>1,03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>0,4</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Nahodilé</td> <td></td> <td>0,8</td> <td>0</td> <td>1,20</td> <td>1,5</td> <td>1,80</td> </tr> <tr> <td>Celkem</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1,96</td> <td>1,44</td> <td>2,83</td> </tr> </tbody> </table>						Zatěžovací šířka pro f:			f_k kN/m ² plošná	f_k kN/m liniová	f_k kN/m	γ_F -	f_d kN/m	1,5 m								q	Stálé	vlastní váha		0,16	0,76	1,35	1,03			0,4	0				Nahodilé		0,8	0	1,20	1,5	1,80	Celkem				1,96	1,44	2,83	
Zatěžovací šířka pro f:			f_k kN/m ² plošná	f_k kN/m liniová	f_k kN/m	γ_F -	f_d kN/m																																												
1,5 m																																																			
q	Stálé	vlastní váha		0,16	0,76	1,35	1,03																																												
			0,4	0																																															
	Nahodilé		0,8	0	1,20	1,5	1,80																																												
	Celkem				1,96	1,44	2,83																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Zatěžovací šířka pro síly F:</th> <th>f_k kN/m liniová</th> <th>F_k kN bodová</th> <th>F_k kN</th> <th>γ_F -</th> <th>F_d kN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">1 m</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">F1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">F2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						Zatěžovací šířka pro síly F:			f_k kN/m liniová	F_k kN bodová	F_k kN	γ_F -	F_d kN	1 m								F1															F2														
Zatěžovací šířka pro síly F:			f_k kN/m liniová	F_k kN bodová	F_k kN	γ_F -	F_d kN																																												
1 m																																																			
F1																																																			
F2																																																			
$M_{Ed} = 7,2 \text{ kNm}$ $V_{Ed} = 6,4 \text{ kN}$ $R_A = 6,4 \text{ kN}$ $R_B = 6,4 \text{ kN}$																																																			
Ohyb bez ztráty stability:																																																			
$M_{el,Rd} = W_{y,el} \cdot f_{yd} = 20,3 \text{ kN} \geq M_{Ed} = 7,2 \text{ kN}$																																																			
== vyhovuje ==																																																			
$\sigma_{el,Ed} = M_{Ed} / W_{y,el} = 82,8 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 235 \text{ MPa}$																																																			
Smyk:																																																			
$V_{pl,Rd} = \frac{A_{yz} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = 137,0 \text{ kN} \geq V_{Ed} = 6,4 \text{ kN}$																																																			
== vyhovuje ==																																																			
Průhyb:																																																			
$u_{inst,G} = 3,2 \text{ mm}$ $u_{inst,Q} = 5,0 \text{ mm}$																																																			
$w = 8,2376 \text{ mm} = \frac{l}{546} \leq \frac{l}{250} = 18,0 \text{ mm}$																																																			
== průřez vyhovuje ==																																																			

12. Objekt 101A (č. kat. 824) – ocelová hala

Jedná se o ocelovou dvoulodní halu se sklonem sedlové střechy cca 12°. Střešní krytinu tvoří trapézový plech. TR40/183 - tl. 1 mm. Při prohlídce stavby byla provedena pochozí zkouška v podobě dvou pohybujících se osob na střeše. Samotná střešní krytina působila dostatečně únosným dojmem. Neprohýbala se a celkově působila tuze. Předpokládá se, že trapézový plech má dostatečnou rezervu v únosnosti. Hlavní nosnou střešní konstrukci tvoří příhradové ocelové vazníky na rozpon cca 12,0 m. Vazníky jsou uloženy na ocelové sloupy v osových vzdálenostech cca 4,5 m. Mezi vazníky jsou uloženy vaznice U200. Vaznice jsou přišroubovány z boku k vazníkům v osových vzdálenostech cca 1,0 m. Celková ocelová konstrukce haly působí masivním dojmem. Proto se předpokládá, že rezerva v únosnosti pro osazení lehké kotvené FVE bude dostatečná. V následujícím textu je konstrukce posouzena.

Závěr:

Nosná konstrukce ocelové haly byla dimenzovaná s dostatečnou rezervou na přitížení od kotvené FVE jejíž hmotnost nepřekračuje 25 kg/m². Byla provedena vizuální prohlídka. Samotný příhradový vazník působí masivním dojmem. Trapézový plech je rovněž dostatečně masivní. Při pochozí zkoušce nedocházelo k průhybům plechu. Posudkem je prokázáno, že samotné vaznice mají dostatečnou rezervu pro přenesení zatížení od instalace FVE. Střecha objektu vyhovuje.



pohled na dvoulodní halu z venku



pohled na podhled zakrývající nosnou konstrukci střechy





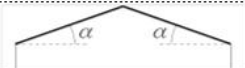
Pohled na střešní vazník



Pohled na kotvení vaznic k vazníku (vlevo) a spoj horní pásnice vazníku v hřebeni (vpravo)

Zatížení stálé (dle ČSN EN 1991-1)					
Popis	tl.	ρ	Charakterist.	γ_f	Návrhové
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	--	[kN/m ²]

Skladba střechy objektu 101A - č.kat. 824					
Fotovoltaické panely kotvené			0,250	1,35	0,338
trapézový plech			0,150	1,35	0,203
Stálé celkem			0,400		0,540

Zatížení sněhem: Sedlová střecha											
Podle normy: ČSN EN 1991-1-3:2006/Z1:2006		Datum:									
Prvek: Střecha objektu		Vypracoval:									
Údaje o stavbě:		Lokalita: Třemošná									
Sněhová oblast:	I	Sklon střechy: $\alpha = 12,0^\circ$									
Topografie:	normální										
Zatížení:		$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$	$C_e = 1,0$								
		$C_t = 1,0$	$\mu_1 = 0,80$								
$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$		<table><tr><td>α</td><td>$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$</td><td>$30^\circ < \alpha < 60^\circ$</td><td>$\alpha \geq 60^\circ$</td></tr><tr><td>$\mu_1$</td><td>0,8</td><td>$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$</td><td>0,0</td></tr></table>		α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$	μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0
α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$								
μ_1	0,8	$0,8 \cdot (60 - \alpha) / 30$	0,0								
Zatěžovací stavy:											
SN1:	$0,5 \cdot s = 0,28 \text{ kN/m}^2$		$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$								
SN2:	$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$		$s = 0,56 \text{ kN/m}^2$								
											

TR 40/183


pozitivní



dle ČSN EN 1993-1-3: 2010

$\gamma_{M0} = 1,00$

Deformace = $L/200$

		Přípustné rovnoměrné zatížení [kN/m²]																							
t_N [mm]	g [kg/m²]													Rozpětí [m]											
		1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00			
0,63	6,89	q_{d1}	13,84	8,86	6,15	4,52	3,46	2,73	2,21	1,83	1,54	1,31	1,13	0,98	0,87	0,77	0,68	0,61	0,55	0,50	0,46	0,42	0,38		
		q_{d2}	10,99	8,80	6,15	4,52	3,46	2,73	2,21	1,83	1,54	1,31	1,13	0,98	0,87	0,77	0,68	0,61	0,55	0,50	0,46	0,42	0,38		
		q_k	10,08	5,16	2,99	1,88	1,26	0,88	0,65	0,48	0,37	0,29	0,24	0,19	0,16	0,13	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05		
0,75	8,20	q_{d1}	18,35	11,74	8,15	5,99	4,59	3,62	2,94	2,43	2,04	1,74	1,50	1,30	1,15	1,02	0,91	0,81	0,73	0,67	0,61	0,55	0,51		
		q_{d2}	15,71	11,74	8,15	5,99	4,59	3,62	2,94	2,43	2,04	1,74	1,50	1,30	1,15	1,02	0,91	0,81	0,73	0,67	0,61	0,55	0,51		
		q_k	13,03	6,67	3,86	2,43	1,63	1,14	0,83	0,63	0,48	0,38	0,30	0,25	0,20	0,17	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06		
0,88	9,62	q_{d1}	23,67	15,15	10,52	7,73	5,92	4,68	3,79	3,13	2,63	2,24	1,93	1,68	1,48	1,31	1,17	1,05	0,95	0,86	0,78	0,72	0,66		
		q_{d2}	21,70	15,15	10,52	7,73	5,92	4,68	3,79	3,13	2,63	2,24	1,93	1,68	1,48	1,31	1,17	1,05	0,95	0,86	0,78	0,72	0,66		
		q_k	16,74	8,57	4,96	3,12	2,09	1,47	1,07	0,81	0,62	0,49	0,39	0,32	0,26	0,22	0,18	0,16	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08		
1,00	10,93	q_{d1}	27,76	17,77	12,34	9,07	6,94	5,48	4,44	3,67	3,08	2,63	2,27	1,97	1,74	1,54	1,37	1,23	1,11	1,01	0,92	0,84	0,77		
		q_{d2}	27,76	17,77	12,34	9,07	6,94	5,48	4,44	3,67	3,08	2,63	2,27	1,97	1,74	1,54	1,37	1,23	1,11	1,01	0,92	0,84	0,77		
		q_k	20,39	10,44	6,04	3,81	2,55	1,79	1,31	0,98	0,76	0,59	0,48	0,39	0,32	0,27	0,22	0,19	0,16	0,14	0,12	0,11	0,09		
1,13	12,35	q_{d1}	32,25	20,64	14,33	10,53	8,06	6,37	5,16	4,26	3,58	3,05	2,63	2,29	2,02	1,79	1,59	1,43	1,29	1,17	1,07	0,98	0,90		
		q_{d2}	32,25	20,64	14,33	10,53	8,06	6,37	5,16	4,26	3,58	3,05	2,63	2,29	2,02	1,79	1,59	1,43	1,29	1,17	1,07	0,98	0,90		
		q_k	24,54	12,57	7,27	4,58	3,07	2,15	1,57	1,18	0,91	0,71	0,57	0,47	0,38	0,32	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,11		
1,25	13,66	q_{d1}	36,41	23,30	16,18	11,89	9,10	7,19	5,83	4,81	4,05	3,45	2,97	2,59	2,28	2,02	1,80	1,61	1,46	1,32	1,20	1,10	1,01		
		q_{d2}	36,41	23,30	16,18	11,89	9,10	7,19	5,83	4,81	4,05	3,45	2,97	2,59	2,28	2,02	1,80	1,61	1,46	1,32	1,20	1,10	1,01		
		q_k	28,51	14,60	8,45	5,32	3,56	2,50	1,82	1,37	1,06	0,83	0,67	0,54	0,45	0,37	0,31	0,27	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13		

Trapézový plech VYHOVUJE

Posouzení ocelového průřezu: Ohyb		Datum:	
Podle normy: ČSN EN 1993-1-1:2007		Vypracoval:	
Prvek: vaznice - objekt 101A			
Materiál: Ocel: S235		$\gamma_{M0} = 1,0$	
$f_y = 235 \text{ MPa}$		$f_{yk} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 235 \text{ MPa}$	
$E = 210 \text{ GPa}$			
Geometrie: počet: 1		U 200	
$L_1 = 4500 \text{ mm}$			
$L_2 = 0 \text{ mm}$			
$L_3 = 0 \text{ mm}$			
$L = 4500 \text{ mm}$			
$W_{y,ed} = 1910000 \text{ mm}^3$		$A_{te} = 1730,75 \text{ mm}^2$	
$I_y = 191000000 \text{ mm}^4$		$g = 25,277 \text{ kg/m}$	
Zatížení:			
Zatěžovací šířka pro f:			
1 m			
Stálé		vlastní váha	
Nahodilé			
Celkem			
Zatěžovací šířka pro f:			
1 m			
F1			
F2			
$M_{ed} = 5,3 \text{ kNm}$		$V_{ed} = 4,7 \text{ kN}$	
$R_A = 4,7 \text{ kN}$		$R_B = 4,7 \text{ kN}$	
Ohyb bez ztráty stability:			
$M_{d,ed} = W_{y,ed} \cdot f_{yk} = 44,9 \text{ kN}$		$M_{ed} = 5,3 \text{ kN}$	
$\sigma_{d,ed} = M_{d,ed} / W_{y,ed} = 27,6 \text{ MPa}$		$\sigma_{yk} = 235 \text{ MPa}$	
Snyk:			
$V_{pl,ed} = \frac{A_{te} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3}} = 234,8 \text{ kN}$		$V_{ed} = 4,7 \text{ kN}$	
Průhyb:			
$u_{inst,G} = 0,9 \text{ mm}$		$u_{inst,G} = 1,1 \text{ mm}$	
$w = 1,9339 \text{ mm}$		$\frac{w}{l} \leq \frac{1}{250} = 18,0 \text{ mm}$	
		== průřez vyhovuje ==	

13. Použité normy a literatura

Projektová dokumentace statické části byla zpracována dle následujících platných norem, předpisů a literatury:

- 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 1996: Navrhování zděných konstrukcí
- ČSN EN 206-1 Beton - Část 1 - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 13670 – Provádění betonových konstrukcí
- ČSN ISO 13822 - Zásady navrhování konstrukcí - hodnocení existujících konstrukcí
- ČSN EN ISO 17660-1: Svařování – Svařování betonářské oceli – Část 1: Nosné svarové spoje

S přihlédnutím k ČSN řady 73 xxxx (převážně zrušeným nebo tzv. zbytkovým), z nichž především:

- ČSN 73 0035 - Zatížení stavebních konstrukcí
- ČSN 73 1101 - Navrhování zděných konstrukcí
- ČSN 73 1201 - Navrhování betonových konstrukcí
- ČSN 73 1401 - Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN 73 1701 - Navrhování dřevěných konstrukcí
- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 0031 – Spolehlivost základových konstrukcí a základových půd

14. Závěr

Přítížení od FVE nepřekračuje 40,0 kg/m² u zátěžové konstrukce a 25,0 kg/m² u kotvené konstrukce. Konstrukce posuzovaných střech byla dimenzována s dostatečnou rezervou, výpočtem byla ověřena únosnost jednotlivých konstrukcí, které zatížení od instalace FVE přenesou.

Za výše uvedených předpokladů lze doporučit instalaci FVE na vybrané objekty společnosti Čepro a.s. v rozsahu viz přílohy. Střešní konstrukce jejímu přetížení vyhoví. Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které mu nebyly známy v době zpracování této projektové dokumentace. Návrh byl zpracován s využitím běžně dostupných tradičních materiálů a technologií. Dokumentace nenahrazuje dokumentaci prováděcí, dílenskou nebo dodavatelskou.

V Praze 02/2020

Ing. Tomáš Čtvrtečka