

# STATICKÝ POSUDEK

Posouzení únosnosti střechy na objektu společnosti ČEPRO, a.s., sklad Hněvice, objekt 05 (116) Objekt garáží naproti bývalé autodílně (dříve SSHR) z důvodu přetížení střešní konstrukce instalací fotovoltaické elektrárny o výkonu 211,8 kWp.



## Umístění záměru:

k.ú. Hněvice [737321], p.p.st. 90

V Liberci dne 10.1.2019

  
Ing. Ivo Palouš



## Podklady a literatura :

---

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí  
ČSN EN 1991-1-1 Zatížení stavebních konstrukcí  
Užitná zatížení pozemních staveb  
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí  
ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí  
Návrh instalace FVE  
Podklady od investora

Investor :	<b>ČEPRO, a.s.</b> Dělnická 213/12, Holešovice, 170 00 Praha 7
Místo realizace :	<b>ČEPRO, a.s.</b> Sklad Hněvice k.ú. Hněvice [737321], p.p.st. 90
Autor technického návrhu :	ČEZ Solární, s.r.o. Mydlářská 105/10, 460 10 Liberec 10
Statický posudek :	Ing. Ivo Palouš Hanácká 442 460 08 liberec 8

## Zpráva statika :

---

### Popis FVE

Záměrem je instalace střešního fotovoltaického systému (FVE) na střechu stávajícího objektu ČEPRO, a.s. na p.p.st. 90, v k.ú. Hněvice [737321]. Střešní konstrukce objektu je ze tří půdorysů. Vlastní instalace FVE o velikosti 211,8 kWp se bude skládat z 706 ks fotovoltaických panelů, každý o jmenovitém výkonu 300Wp, z typové pomocné konstrukce Schletter. Panely budou umístěny na lehké zátěžové konstrukci pod sklonem 15°.

Rozměr panelů je 983x1639mm, sklon panelů je 15°. Výškově na stávající budově budou panely vystupovat o cca 35cm nad střešní krytinu. Pohledově při pohledu od země nebudou tedy viditelné. Hmotnost panelů a typové konstrukce je do 40kg/m<sup>2</sup>. Pomocná typová zátěžová konstrukce pro uchycení panelů na ploché střechy je umístěna na povrchu střešního pláště a je zatížena betonovými dlaždicemi – dle statického výpočtu podle jednotlivých oblastí.



### Popis stávajícího objektu

Objekt je ze tří půdorysů, objekt nižších garáží je zděný a zastřešený železobetonovými skořepinovými panely s pultovou střechou se spádem 2° a lepenkovou krytinou (nutná oprava) o rozměrech 10,5 x 126,7 m. Panely zde budou umístěny na lehké zátěžové konstrukci pod sklonem 15°.

Z druhé strany garáže je vyšší objekt s pultovou střechou, sklon je 25°, objekt je na čelech vyzděný, nosná konstrukce jsou ocelové sloupy u vrat kruhové průměru 100 mm, po 2,9 m ocelový sloup z I profilů, přes ně je ocelová krokev z I profilu 160 a rozpětí mezi sloupem a zdívkou je 8,9 m. Sloupy s krokvemi jsou po osových vzdálenostech 4,4 m, přes krokve jdou ocelové paždíkы U 120 a na nich je střešní krytina vlnité plechy. Půdorys objektu je 12,1 x 110,7 m. Panely budou umístěny na konstrukci na krytině a budou kopírovat sklon střechy. Konstrukci pro uchycení panelů je nutné kotvit pouze v místě ocelových paždíků, ke kterým je přichycena krytina z vlnitých ocelových plechů.

Třetí půdorys tvoří objekt z boku postavený o rozměrech 18,6 x 9,7 s atikami po 3 stranách, plochá střecha s malým spádem 1,5°, krytina asfaltové šindelové pásy. Panely zde budou umístěny na lehké zátěžové konstrukci pod sklonem 15°.

Konstrukce objektu je navržena s dostatečnou únosností. Přetížení od FVE je 40 kg/m<sup>2</sup> na garážích a na přístavku. Na střeše se sklonem 25° budou panely zatěžovat 22 kg/m<sup>2</sup>. Provedli jsme zatěžovací zkoušku na garážích a na přístavku vždy na několika místech a to zatížením 200 kg/m<sup>2</sup>. Konstrukce nevykazovaly žádné průhyby a z hlediska únosnosti objektu a střešního pláště je možné zde umístit FVE.

Posoudíme ještě zatížení větrem na garážích z důvodu zjištění nutnosti zatížení konstrukce FVE betonovými deskami.

### Uvažované zatížení :

Zatížení sněhem (dle mapy ČHMÚ)	0,56 KN/m <sup>2</sup>
Zatížení větrem (ČSN EN 1991-1-2007) I. oblast	22,50 m/s
Nahodilé zatížení ploché střechy	0,75 KN/m <sup>2</sup>
Zatížení od FVE	0,40 KN/m <sup>2</sup>

### Hmotnost střešního pláště

3 x Bitagit	0,24 KN/m <sup>2</sup>
-------------	------------------------

---

<u>Celkem</u>	0,24 KN/m <sup>2</sup>
---------------	------------------------

## REKAPITULACE ZATÍŽENÍ

STÁLÉ ZATÍŽENÍ	charakteristické gk (KN/m <sup>2</sup> )	yf	návrhové gd (KN/m <sup>2</sup> )
Konstrukce střešního pláště	0,24	1,35	0,32
VI. hmotnost FVE	0,40	1,35	0,54
Celkem stálé zatížení	0,64		0,86

NAHODILÉ ZATÍŽENÍ	charakteristické gk (KN/m <sup>2</sup> )	yf	návrhové gd (KN/m <sup>2</sup> )
Sníh	0,56	1,5	0,84
Nahodilé zatížení	0,75	1,5	1,125

Ještě je nutné posoudit FVE na garážích na zatížení větrem, abychom stanovili množství betonových dlaždic, kterými je nutné pomocnou konstrukci FVE přitížit.

### Výpočet zatížení větrem

Výška :  $h = 4 \text{ m}$

Větrná oblast :  $v_b = 22,5 \text{ m/s}$  – výchozí základní rychlost větru

Kategorie terénu III: překážky s volným prostorem (vesnice, předměstské oblasti)  
 $z_0 = 0,3 \text{ m}$ ,  $z_{\min.} = 5 \text{ m}$

$$\text{součinitel terénu : } k_v = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,5}}\right)^{0,04} = 0,19 \cdot \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,04} = 0,22$$

$$\text{součinitel drsnosti terénu : } c_{r4} = k_v \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,22 \cdot \ln\left(\frac{4}{0,3}\right) = 0,22 \cdot 2,59 = 0,57$$

$$\text{střední rychlost větru : } v_m = c_{r4} \cdot c_0 \cdot v_b = 0,57 \cdot 1 \cdot 22,5 = 12,8 \text{ m/s}$$

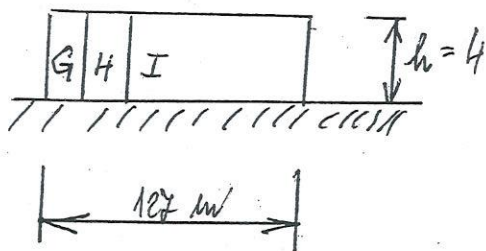
$$\text{vliv turbulencí : } I_v = \frac{k_1}{c_0 \cdot \rho_h \left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot 2,59} = 0,38$$

$$\text{součinitel expozice : } c_e = [1 + 7 \cdot I_v] \cdot \left(\frac{v_m}{v_b}\right)^2 = [1 + 7 \cdot 0,38] \cdot \left(\frac{12,8}{22,5}\right)^2 = 1,48$$

$$\text{základní dynamický tlak : } q_b = 0,5 \cdot p \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316 \text{ N/m}^2$$

$$\text{maximální dynamický tlak : } q_p = c_e \cdot q_b = 1,48 \cdot 316 = 344 \text{ N/m}^2$$

①



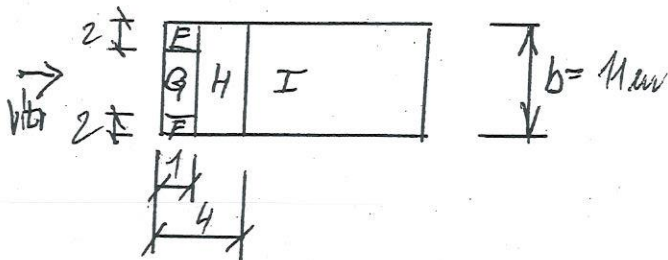
$e = \text{menší z hodnot } b \text{ nebo } 2h$

$$e = 8 \text{ cm}$$

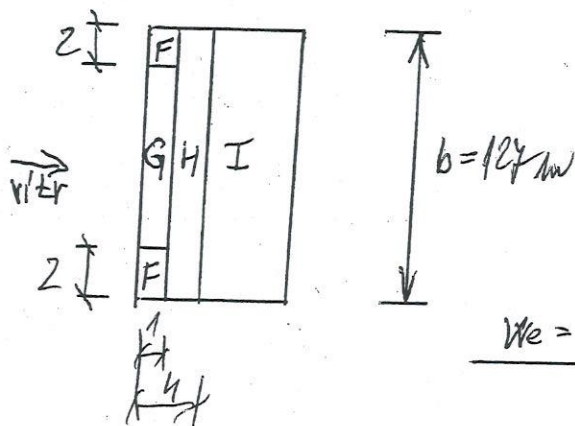
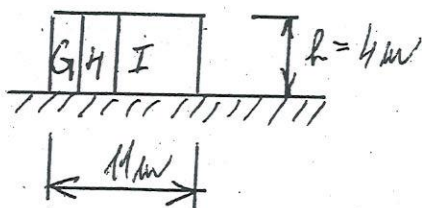
$$\frac{e}{10} = 0,8 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{2} = 4 \text{ cm}$$

$$\frac{e}{4} = 2 \text{ cm}$$



②



$\text{KN/m}^2$	F	G	H	I
$C_{pe}$	-1,8	-1,2	-0,7	$\pm 0,2$
$W_e = 344 \cdot C_{pe}$	-0,67	-0,44	-0,26	$\pm 0,07$

VLASTNÍ TÍHA  $F_{VE} = 40 \text{ kg/m}^2$

TÍHA 1 KS BETONOVÉ DLAŽDICE = 16 kg  
400/400/40

OBLAST F = VĚTLAK  $67 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 1,7 \text{ DLAŽDICE/m}^2$

OBLAST G = VĚTLAK  $44 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow 1 \text{ DLAŽDICE/m}^2$

OBLAST H = VĚTLAK  $26 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow \text{NENÍ NUTNÉ ZATĚŽOVAT}$

OBLAST I = VĚTLAK + TLAK  $7 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow \text{NENÍ NUTNÉ ZATĚŽOVAT}$



### **ZÁVĚR :**

Přetížení od FVE je do 40 kg/m<sup>2</sup> na garážích a na přístavku, konstrukce objektu je dimenzována s dostatečnou rezervou, zatížení od instalace FVE přeneseno. Na garážích bude nutná oprava asfaltových lepenek.

Na části objektu se střešní krytinou z vlnitých plechů je nutné konstrukci pro uchycení panelů kotvit pouze v místě ocelových paždíků, ke kterým je přichycena krytina z vlnitých ocelových plechů. Zde je přetížení pouze 22 kg/m<sup>2</sup>.

Dále jsme posoudili na objektu garáží s lepenkovou krytinou nutnost přetížení konstrukce FVE na zatížení větrem - dle výpočtu je nutné FVE zatěžovat betonovými dlaždicemi 400/400/40 (1 váží 16 kg) v množství dle statického výpočtu.

**Lze doporučit instalaci FVE na tento objekt, střešní konstrukce jejímu přetížení vyhoví.**









