

ZASP - pomůcky pro cvičení Zatížení větrem

Tomáš Krejčí

Katedra mechaniky
Fakulta stavební
České vysoké učení technické v Praze

Zatížení větrem

ČSN EN 1991-1-4

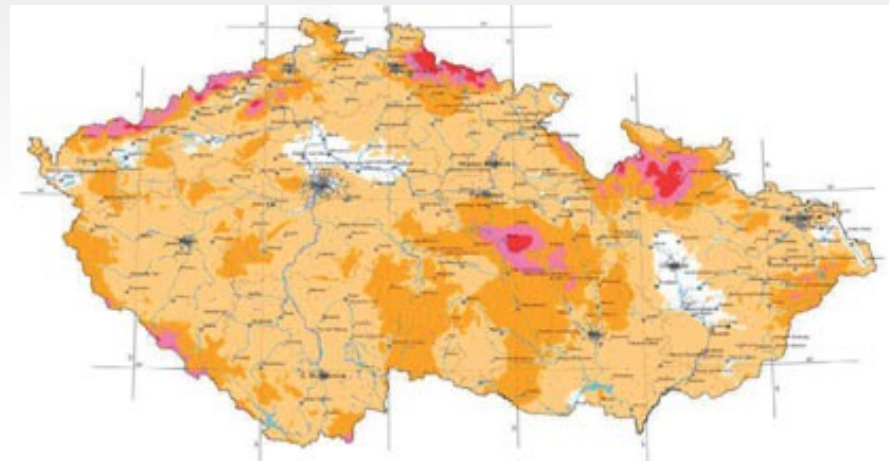
- Základní rychlost větru

$$v_b = C_{dir} C_{season} v_{b,0}$$

v_b	= základní rychlost větru
$v_{b,0}$	= výchozí základní rychlost větru
C_{dir}	= 1,0
C_{season}	= 1,0

dílčí součinitel zatížení $\gamma_Q = 1,5$

Mapa větrných oblastí



Maximální dynamický tlak

$$q_p = c_e(z) q_b(z)$$

$c_e(z)$ = součinitel expozice

základní tlak větru:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(z) \quad \text{kde} \quad \rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

součinitel expozice:

$$c_e(z) = \left[1 + 7 \frac{k_I}{c_0(z) \ln(z/z_0)} \right] c_r^2(z) c_0^2(z)$$

k_I ... součinitel turbulence = 1

z_0 ... délka drsnosti

Součinitele

C_r = součinitel drsnosti

$$C_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{pro} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max} \quad k_r = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

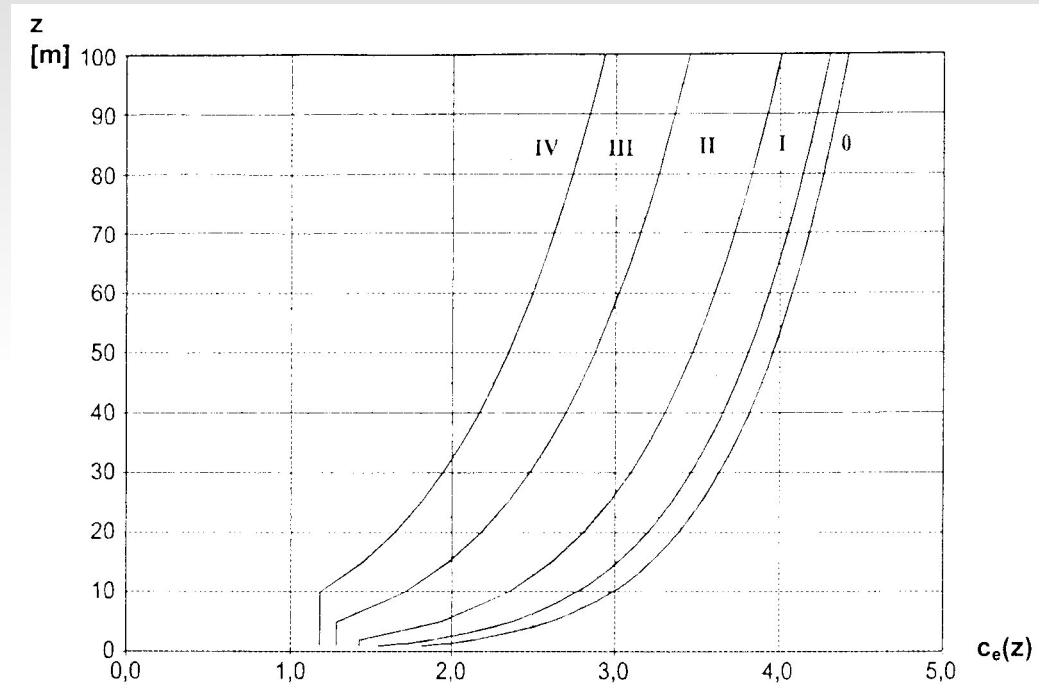
$$C_r(z) = C_r(z_{\min}) \quad \text{pro} \quad z \leq z_{\min}$$

C_0 = součinitel orografie = 1,0

Kategorie terénu

Kategorie	z_0 (m)	z_{\min} (m)
0 moře a přímořská krajina	0,003	1
I jezera nebo plochá krajina se zanedbatelnou vegetací bez překážek	0,010	1
II travnatá krajina s ojedinělými překážkami	0,050	2
III plocha s vegetací nebo budovami (vesnice, předměstí, les)	0,300	5
IV plocha, kde nejméně 15 % povrchu je zastavěno budovami s průměrnou výškou přes 15 m	1,000	10

Součinitel expozice $c_e(z)$ pro $c_0=1$



– Součinitel expozice $c_e(z)$ pro $c_0 = 1,0$, $k_i = 1,0$

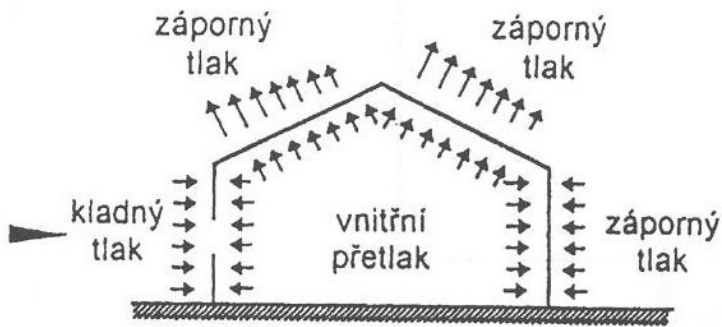
Tlaky na povrch

Tlak tlak větru na vnější povrch:

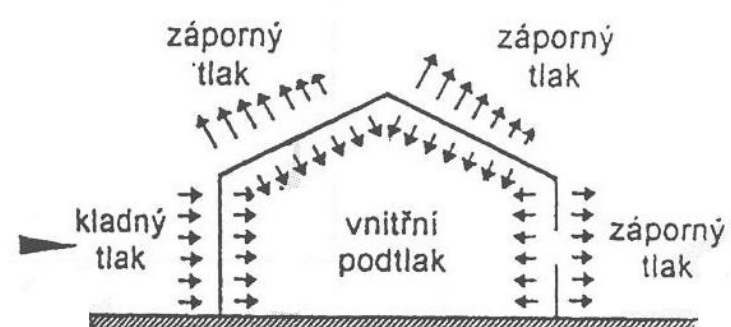
$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

Tlak tlak větru na vnitřní povrch:

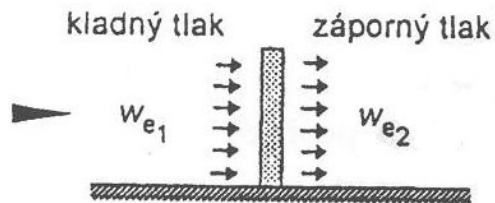
$$w_i = q_p(z_i) \cdot c_{pi}$$



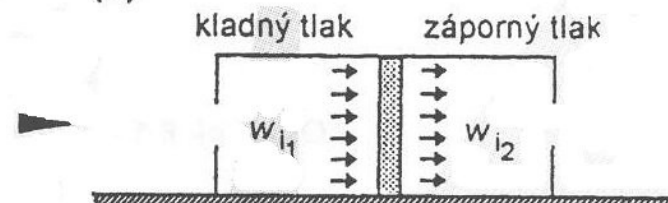
(a)



(b)

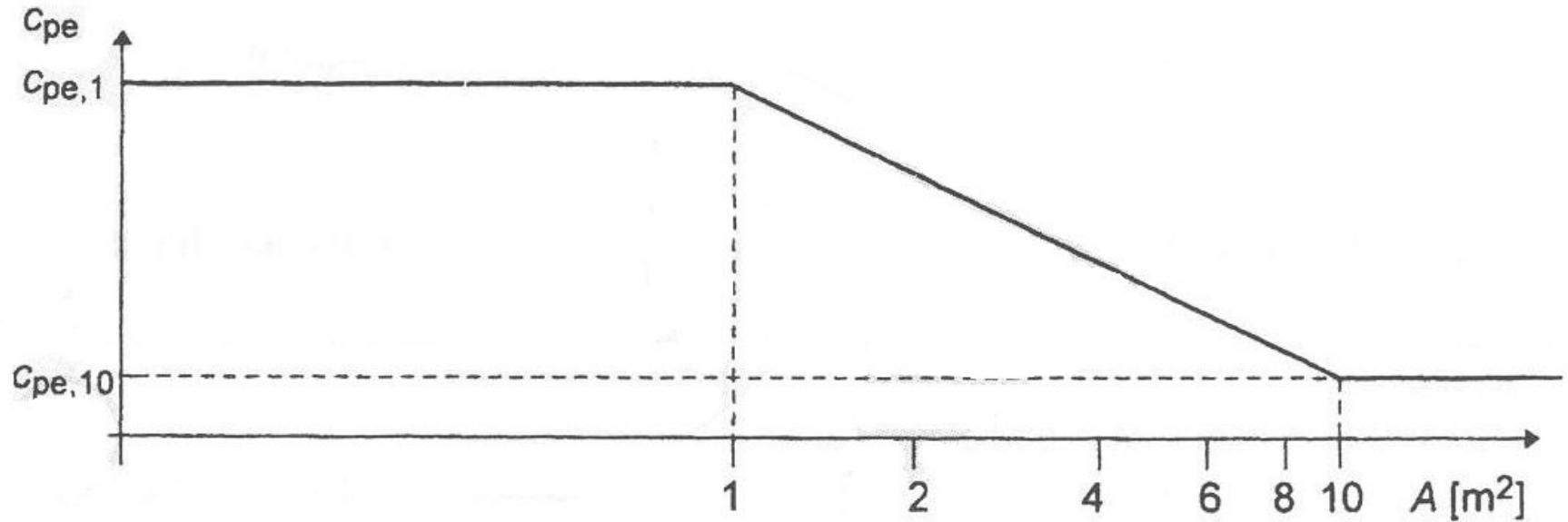


(c)



(d)

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}



POZNÁMKA - Obrázek zobrazuje následující vztahy:

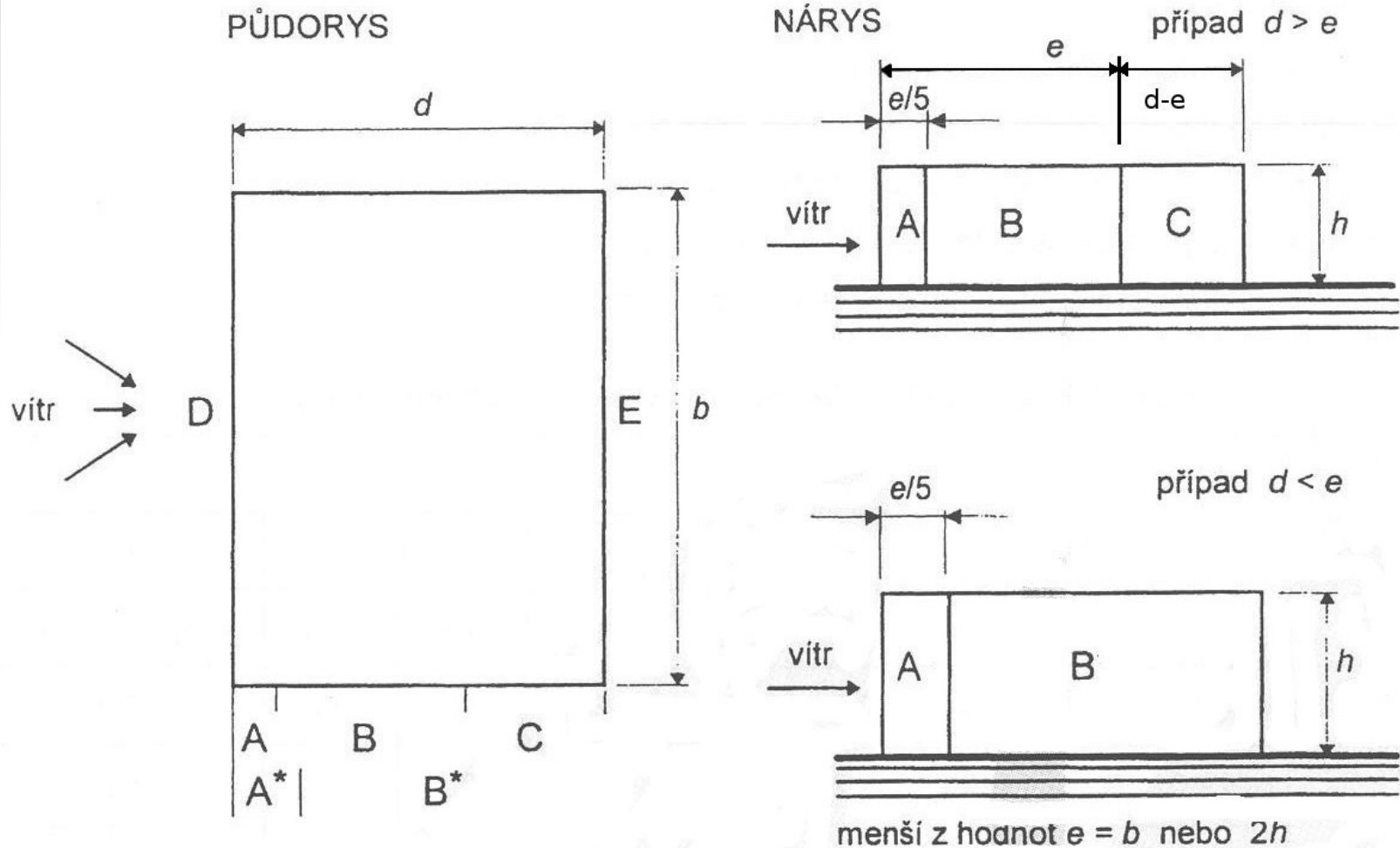
$$\begin{aligned} A &\leq 1\text{m}^2 \\ 1\text{m}^2 &< A < 10\text{m}^2 \\ A &\geq 10\text{m}^2 \end{aligned}$$

$$c_{pe} = c_{pe,1}$$

$$c_{pe} = c_{pe,1} + (c_{pe,10} - c_{pe,1}) \cdot \log_{10} A$$

$$c_{pe} = c_{pe,10}$$

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} - Oblasti pro svislé stěny



Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} - Oblasti pro svislé stěny

Součinitele vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb s pravouhlym půdorysem

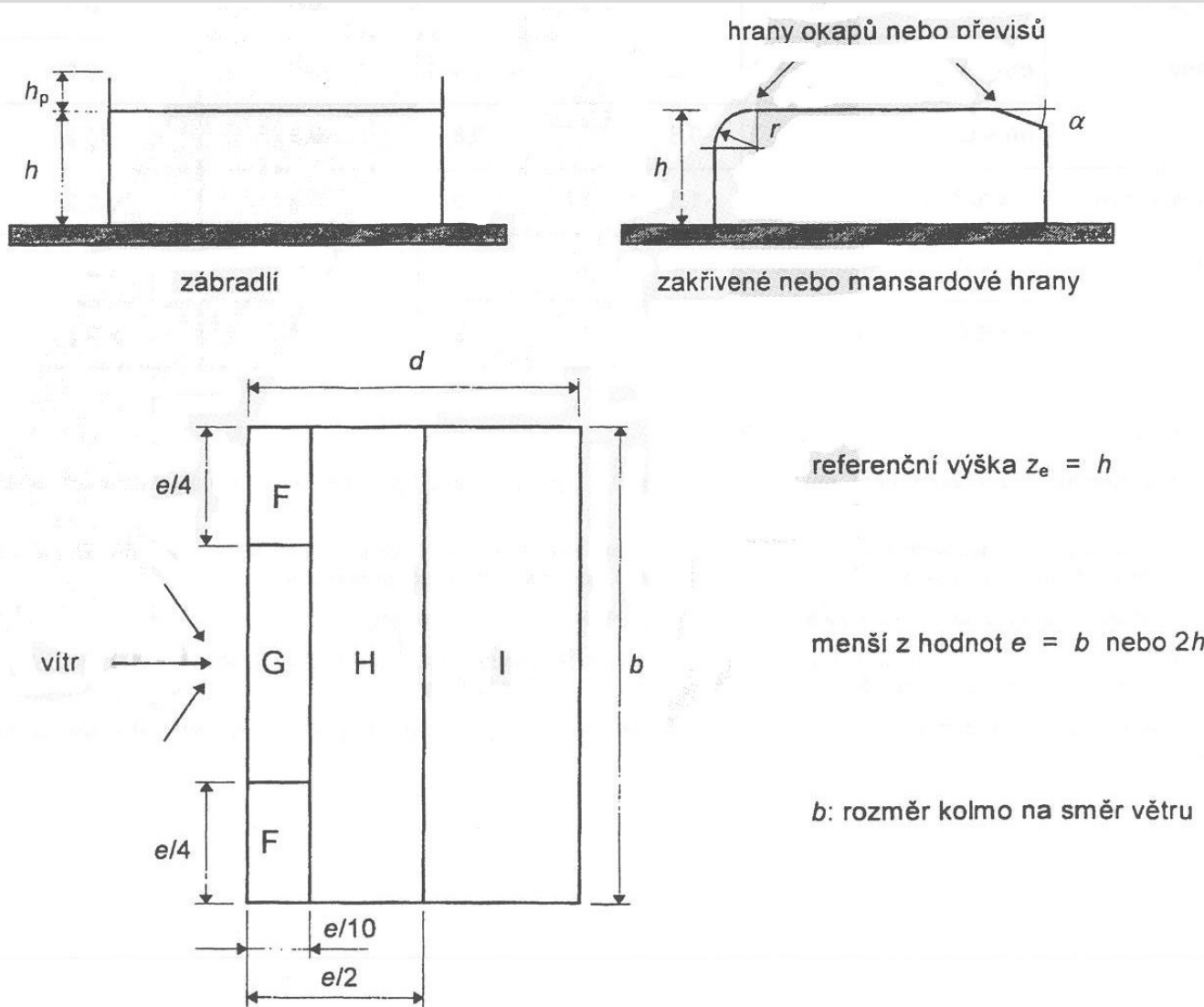
Oblast	A		B		C		D		E	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,7	
1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0	-0,5	
$\leq 0,25$	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0	-0,3	

v tabulce lze interpolovat

oprava!

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}

- Oblasti pro ploché střechy



Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}

- Oblasti pro ploché střechy

Součinitele vnějšího tlaku pro ploché střechy

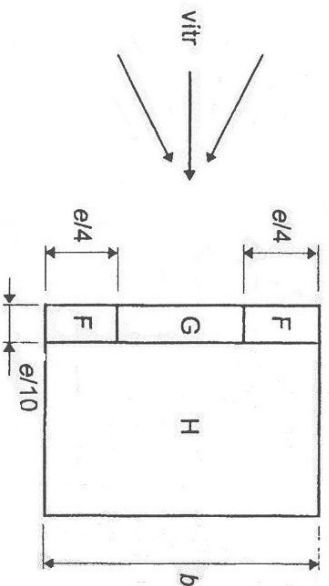
		Oblasti							
		F		G		H		I	
		$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Ostré hrany		-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
se	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
zábradlim	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	$\pm 0,2$	
zakřivené hrany	$r/h = 0,05$	-1,0	-1,5	-1,2	-1,8	-0,4		$\pm 0,2$	
	$r/h = 0,10$	-0,7	-1,2	-0,8	-1,4	-0,3		$\pm 0,2$	
	$r/h = 0,20$	-0,5	-0,8	-0,5	-0,8	-0,3		$\pm 0,2$	
mansardové hrany	$\alpha = 30^\circ$	-1,0	-1,5	-1,0	-1,5	-0,3		$\pm 0,2$	
	$\alpha = 45^\circ$	-1,2	-1,8	-1,3	-1,9	-0,4		$\pm 0,2$	
	$\alpha = 60^\circ$	-1,3	-1,9	-1,3	-1,9	-0,5		$\pm 0,2$	

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}

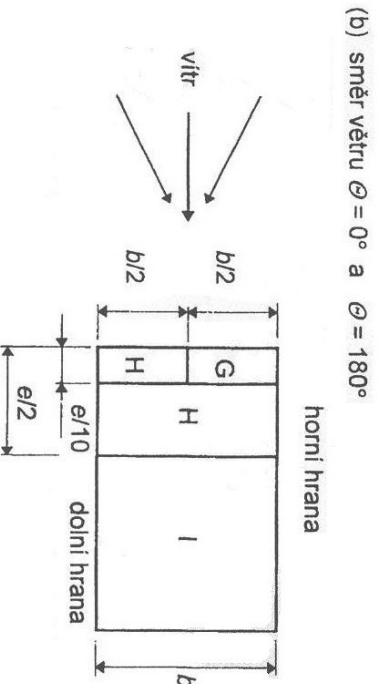
- Oblasti pro pultové střechy



a) obecně



menší z hodnot
 $e = b$ nebo $2h$



b : rozměr kolmo
na směr větru

(c) směr větru $\vartheta = 90^\circ$

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} - Oblasti pro pultové střechy

Součinitele vnějšího tlaku pro pultové střechy

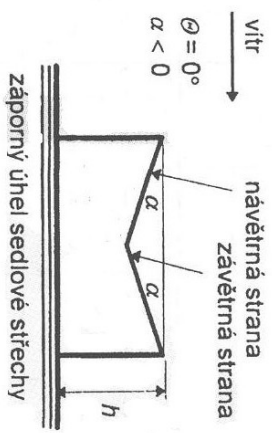
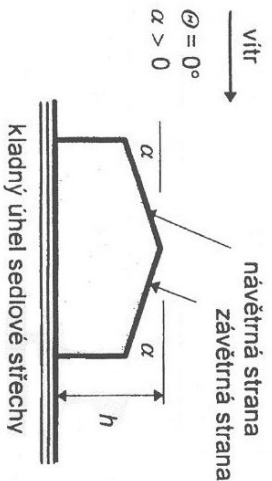
Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$						Oblast pro směr větru $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	+0,7		+0,7		+0,6		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,5	-1,0	-0,5		-0,5	

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}

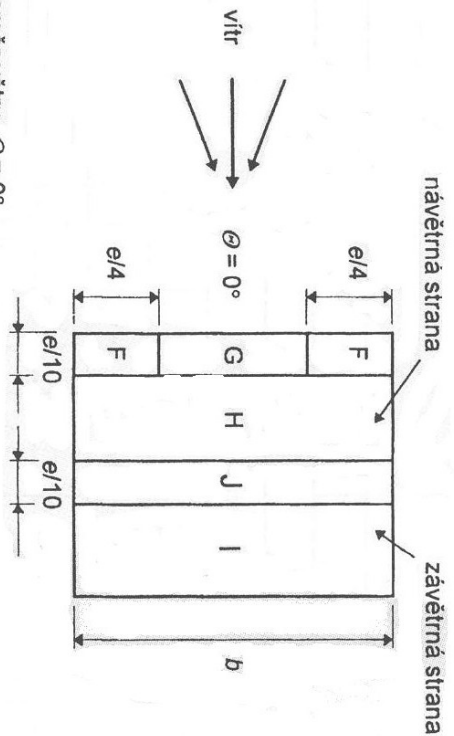
- Oblasti pro pultové střechy

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\vartheta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5°	-1,6	-2,2	-1,8	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
15°	-1,3	-2,0	-1,9	-2,5	-0,8	-1,2	-0,7	-1,2
30°	-1,2	-2,0	-1,5	-2,0	-1,0	-1,3	-0,8	-1,2
45°	-1,2	-2,0	-1,4	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
60°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,7	-1,2
75°	-1,2	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,5	

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} - Oblasti pro sedlové střechy



(a) obecně

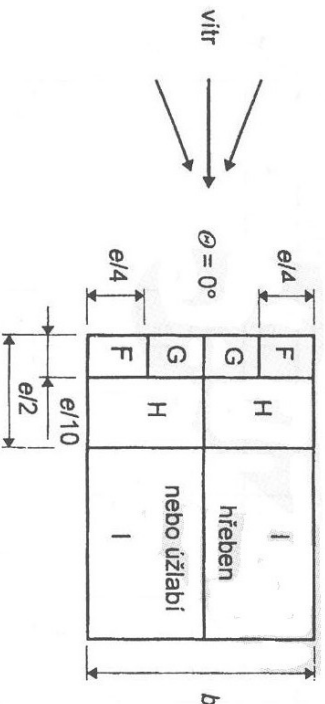


(b) směr větru $\vartheta = 0^\circ$

referenční výška:
 $z_e = h$

menší z hodnot
 $e = b$ nebo $2h$

b : kolmo na směr větru



(c) směr větru $\vartheta = 90^\circ$

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe} - Oblasti pro sedlové střechy

Součinitele vnějšího tlaku pro sedlové střechy

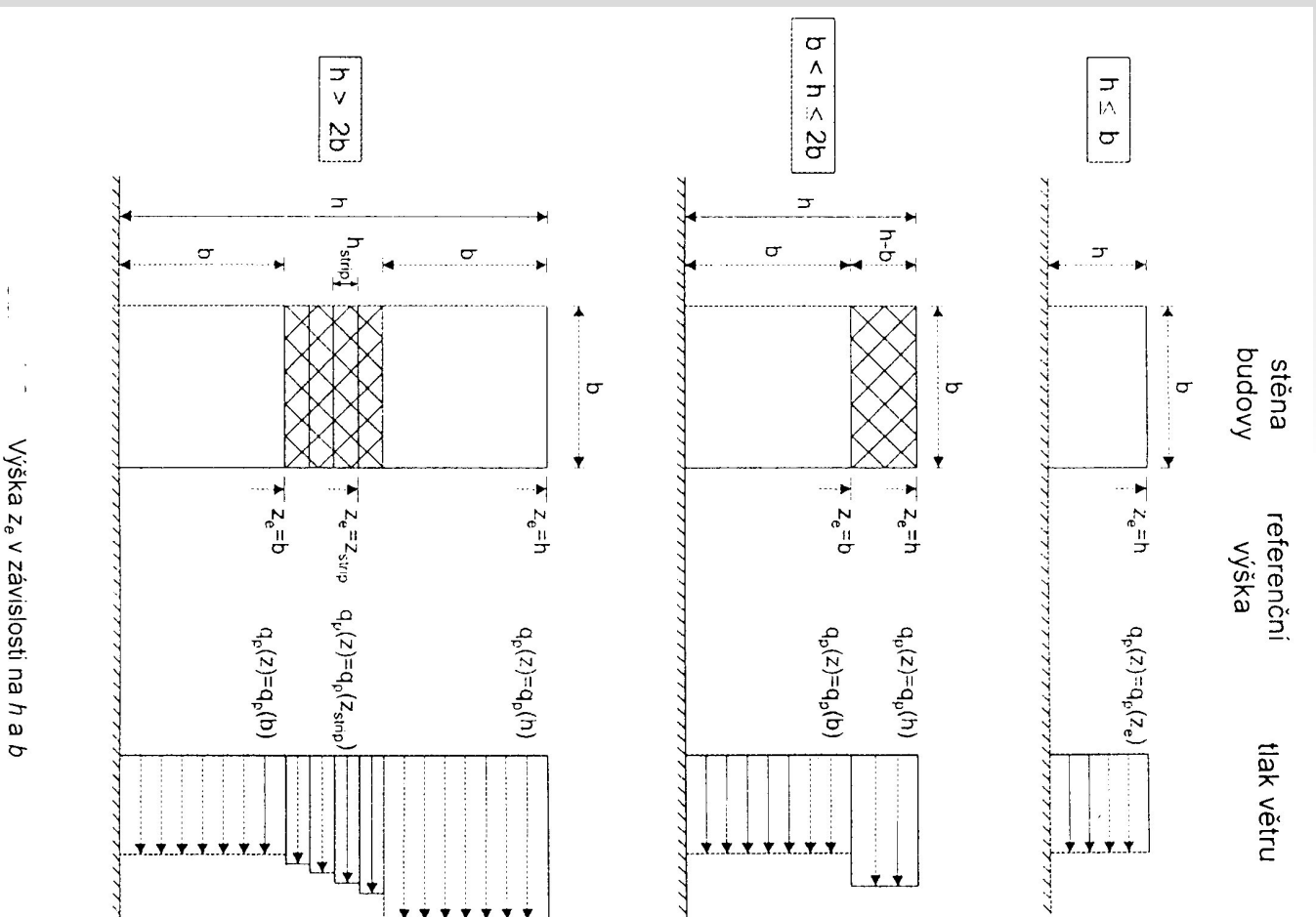
Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,3		-0,3	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,3		-0,3	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2					
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4					
45°	+0,7		+0,7		+0,6		-0,2		-0,3	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

Součinitel vnějšího tlaku c_{pe}

- Oblasti pro sedlové střechy

úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-1,4	-2,0	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-30°	-1,5	-2,1	-1,2	-2,0	-1,0	-1,3	-0,9	-1,2
-15°	-1,9	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,8	-1,2
-5°	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
5°	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,5	
15°	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	
30°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	
45°	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	
60°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	
75°	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	

Určení referenční výšky



ZASP - pomůcky pro cvičení

Zatížení větrem - zdroje:

- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. ČNI, 2007.
- ČSN P ENV 1991-2-4 Eurokód 1: Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Část 2-4: Zatížení konstrukcí - Zatížení větrem. ČNI, 1997.
- Školení ČBS: ZATÍŽENÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ PODLE ČSN EN 1991