

ZATÍŽENÍ VĚTREM PODLE ČSN EN 1991-1-4

Základní rychlost větru

Základní rychlost větru ve výšce 10 m nad zemí v terénu kategorie II, definovaná jako funkce směru větru a ročního období.

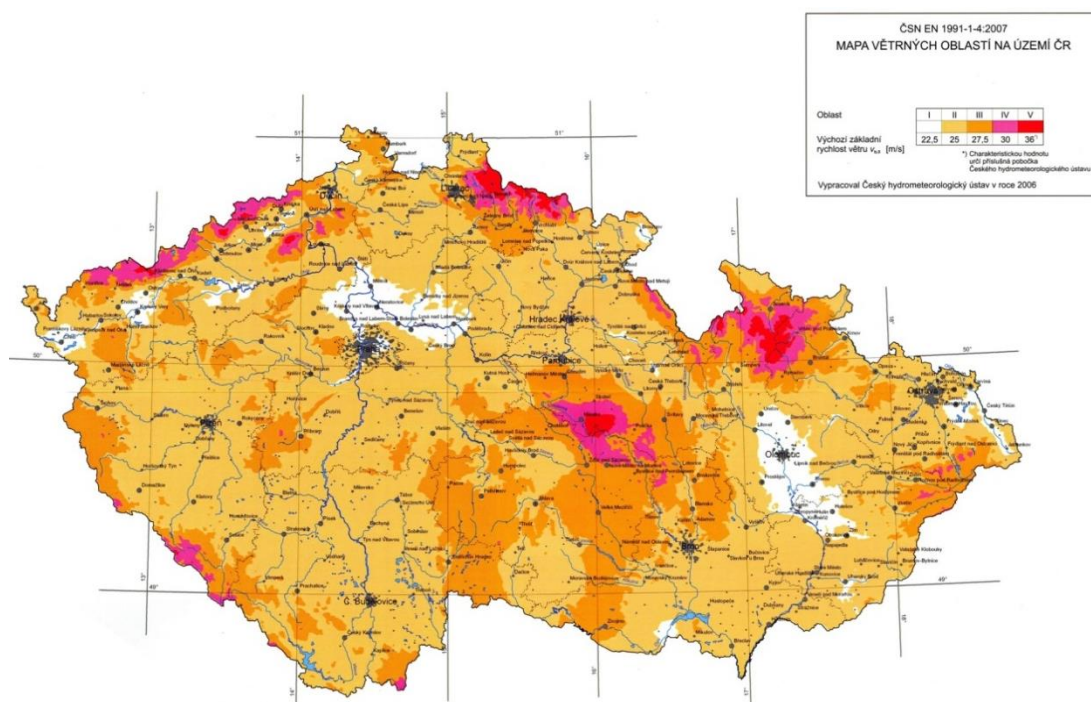
$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0}$$

kde

$v_{b,0}$ je výchozí základní rychlost větru – rozdělení území ČR na větrné oblasti viz obr.

c_{dir} součinitel směru větru, doporučená hodnota 1,0

c_{season} součinitel ročního období, doporučená hodnota 1,0



Střední rychlost větru

Střední rychlost větru $v_m(z)$ ve výšce z nad terénem závisí na drsnosti terénu, orografii a základní rychlosti větru v_b .

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

kde

$c_r(z)$ je součinitel drsnosti terénu

$c_o(z)$ součinitel orografie, doporučená hodnota 1,0

Drsnost terénu

Součinitel drsnosti terénu $c_r(z)$ vyjadřuje změnu střední rychlosti větru v místě konstrukce způsobenou výškou nad úrovní terénu a drsností povrchu terénu na návětrné straně konstrukce pro uvažovaný směr větru.

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{pro} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z_{\min}}{z_0}\right) \quad \text{pro} \quad z \leq z_{\min}$$

kde

z_0 je parametr drsnosti terénu

k_r součinitel terénu, který závisí na uvažovaném parametru drsnosti terénu z_0

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

kde

$z_{0,II}$ je 0,05 (kategorie terénu II)

$z_{\min}$ minimální výška

$z_{\max}$ se uvažuje 200 m

Kategorie terénu		z_0 [m]	$z_{\min}$ [m]
0	Moře nebo pobřežní oblasti vystavené otevřenému moři	0,003	1
I	Jezera nebo vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek	0,01	1
II	Oblasti s nízkou vegetací jako je tráva a s izolovanými překážkami (stromy, budovy), jejichž vzdálenosti jsou větší než 20-ti násobek výšky překážek	0,05	2
III	Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací nebo budovami, nebo s izolovanými překážkami, jejichž vzdálenost je maximálně 20-ti násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)	0,3	5
IV	Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejichž průměrná výška je větší než 15 m	1,0	10

Turbulence větru

Intenzita turbulence $I_v(z)$ ve výšce z je definována jako podíl směrodatné odchylky turbulence a střední rychlosti větru.

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \quad \text{pro} \quad z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln\left(\frac{z_{\min}}{z_0}\right)} \quad \text{pro} \quad z \leq z_{\min}$$

kde

σ_v je směrodatná odchylka turbulentní složky rychlosti větru $\sigma_v = k_r \cdot v_b \cdot k_I$

k_I součinitel turbulence, doporučená hodnota 1,0

Maximální dynamický tlak větru

Maximální dynamický tlak větru $q_p(z)$ zahrnuje střední a krátkodobé fluktuace rychlosti větru.

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

kde

ρ je měrná hmotnost vzduchu, která závisí na nadmořské výšce, teplotě a barometrickém tlaku, který je v oblasti očekáván při silné vichřici, doporučená hodnota 1,25 kg/m³

$$c_e(z) \text{ součinitel expozice, } c_e(z) = \frac{q_p(z)}{q_b}$$

$$q_b \text{ základní dynamický tlak větru, } q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

Tlak větru na povrchy

Tlak větru w_e působící na vnější povrchy a w_i působící na vnitřní povrchy:

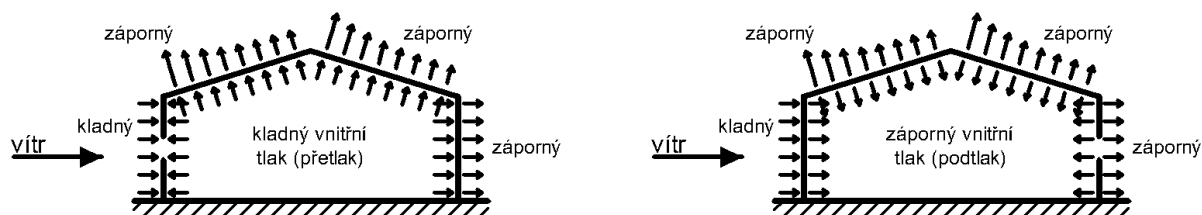
$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe}$$

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

kde

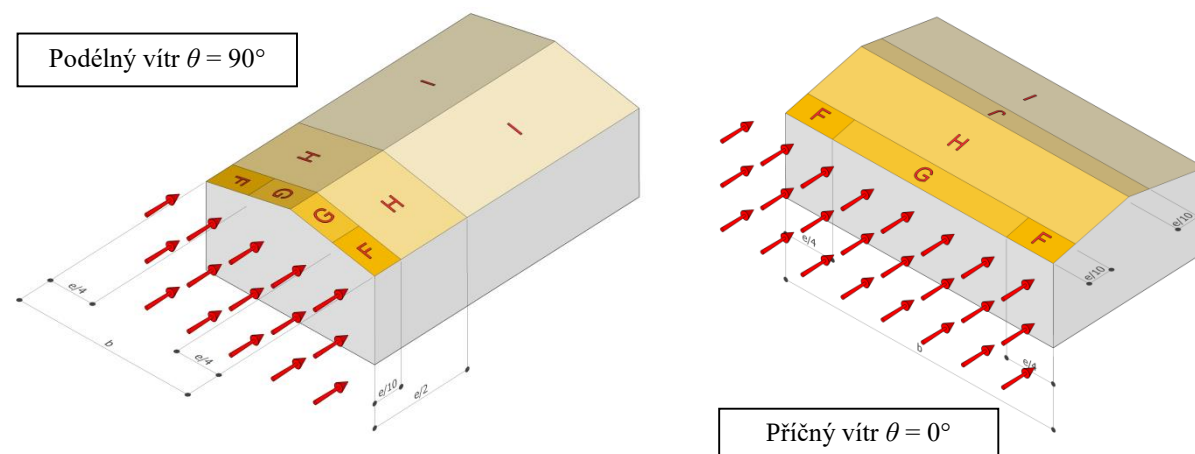
c_{pe}, c_{pi} je součinitel vnějšího a vnitřního tlaku

z_e, z_i referenční výška pro vnější a vnitřní tlak



Tlak větru na sedlové střechy

Střecha, včetně přechínajících částí, se rozdělí na oblasti podle obrázků:



$$e = \min \left\{ \begin{matrix} b \\ 2 \cdot h \end{matrix} \right\}$$

b je rozměr kolmý na směr větru

Tab. 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	-0,8	-1,2	+0,2		+0,2	
							-0,6		-0,6	
+5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		+0,2	
		+0,0		+0,0		+0,0			-0,6	
+15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
		+0,2		+0,2		+0,2	+0,0		+0,0	+0,0
+30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
		+0,7		+0,7		+0,4	+0,0		+0,0	
+45°		+0,0		+0,0		+0,0	-0,2		-0,3	
		+0,7		+0,7		+0,6	+0,0		+0,0	
+60°		+0,7		+0,7		+0,7	-0,2		-0,3	
+75°		+0,8		+0,8		+0,8	-0,2		-0,3	

POZNÁMKA 1 Při $\theta = 0^\circ$ se tlaky prudce mění mezi kladnými a zápornými hodnotami pro úhly sklonu přibližně $\alpha = -5^\circ$ až $+45^\circ$; proto jsou uvedeny kladné a záporné hodnoty. Pro tyto střechy se mají uvažovat čtyři případy, ve kterých největší a nejmenší hodnoty ze všech oblastí F, G, a H jsou kombinovány s největšími a nejmenšími hodnotami v oblastech I a J. Na stejné straně nelze použít smíšené kladné a záporné hodnoty.

POZNÁMKA 2 Pro mezilehlé úhly sklonu se stejným znaménkem lze použít lineární interpolaci mezi hodnotami se stejným znaménkem. (Není dovoleno interpolovat mezi $\alpha = +5^\circ$ a $\alpha = -5^\circ$, ale použijí se hodnoty pro ploché střechy podle 7.2.3). Hodnoty 0,0 jsou uvedeny pro potřeby interpolace.

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
$+5^\circ$	-1,6	-2,2	-1,3	-2,0	-0,7	-1,2	-0,6	-1,2
$+15^\circ$	-1,3	-2,0	-1,3	-2,0	-0,6	-1,2	-0,5	-1,2
$+30^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,8	-1,2	-0,5	-1,2
$+45^\circ$	-1,1	-1,5	-1,4	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5	-1,2
$+60^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2
$+75^\circ$	-1,1	-1,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,0	-0,5	-1,2

Tření větru na sedlových střeších

Účinky tření větru na povrchu lze zanedbat, jestliže celková plocha všech povrchů rovnoběžných se směrem větru (nebo odkloněných o malý úhel od tohoto směru), je rovna nebo menší než čtyřnásobek celkové plochy všech vnějších povrchů, kolmých k větru (návětrných a závětrných).

Třecí síly:

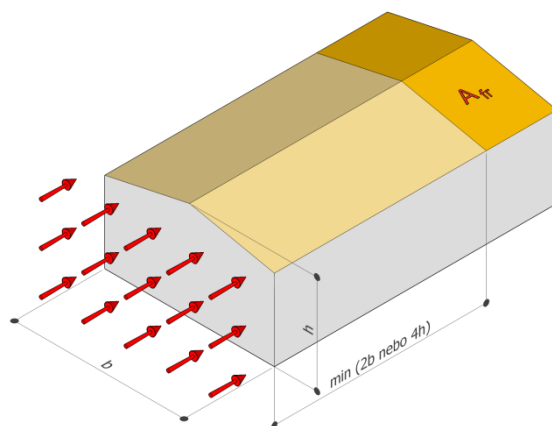
$$F_{fr} = c_{fr} \cdot q_p(z_e) \cdot A_{fr}$$

kde

c_{fr} je součinitel tření podle tabulky

A_{fr} referenční (třecí) plocha - plocha vnějšího povrchu rovnoběžná s větrem podle obrázku

Povrch	Součinitel tření c_{fr}
Hladký (ocel, hladký beton)	0,01
Hrubý (drsňý beton, asfaltový šindel)	0,02
Velmi hrubý (vlnovky, žebra, drážky)	0,04



DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE BO03, BO06 zimní semestr 2019/2020

Maximální dynamický tlak větru $q_p(z)$ [N/m ²]						
Výška hřebene nad terénem	Větrová oblast I ($v_{b,0} = 22,5$ m/s)		Větrová oblast II ($v_{b,0} = 25$ m/s)		Větrová oblast III ($v_{b,0} = 27,5$ m/s)	
h [m]	Kategorie terénu		Kategorie terénu		Kategorie terénu	
	III	IV	III	IV	III	IV
9	519	372	641	459	776	556
10	541	372	668	459	808	556
11	561	392	692	483	837	585

Součinitele vnějšího tlaku c_{pe}								
Úhel sklonu střechy	Oblast pro směr větru $\theta = 90^\circ$							
α [°]	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	-1,60	-2,20	-1,30	-2,00	-0,70	-1,20	-0,60	
10	-1,45	-2,10	-1,30	-2,00	-0,65	-1,20	-0,55	
15	-1,30	-2,00	-1,30	-2,00	-0,60	-1,20	-0,50	