

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ



Diplomová práce

Příloha 1+2.

Výpočet zatížení větrem působícího na náboj
Výpočet zatížení větrem na kruhový průřez ve vrcholu věže

Zpracoval: Bc. Jan Svoboda

2021/2022

Příloha 1

Výpočet zatížení větrem působící na náboj

Oblast: II

Výška náboje:

$$z := 100 \text{ m}$$

Kategorie terénu: II

Výchozí základní rychlost větru

$$v_{b.0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Základní rychlost větru

$$c_{dlr} := 1 \quad c_{season} := 1$$

$$v_b := c_{dlr} \cdot c_{season} \cdot v_{b.0} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Součinitel terénu

$$z_0 := 0.05 \text{ m} \quad z_{0.II} := 0.05 \text{ m}$$

$$k_r := 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0.II}} \right)^{0.07} = 0.19$$

Součinitel drsnosti terénu

$$c_{r.z.} := k_r \cdot \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) = 1.444$$

Součinitel orografie

$$c_{0.z.} := 1$$

Střední rychlost větru (závislá na výšce)

$$v_{m.z.} := c_{r.z.} \cdot c_{0.z.} \cdot v_b = 36.104 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Základní tlak větru

$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.391 \text{ kPa}$$

Maximální dynamický tlak

$$c_{e.98.} := 4$$

$$q_{p.98.} := c_{e.98.} \cdot q_b = 1.563 \text{ kPa}$$

$$c_{e.90.} := 3.9$$

$$q_{p.90.} := c_{e.90.} \cdot q_b = 1.523 \text{ kPa}$$

$$c_{e.8.} := 2.2$$

$$q_{p.8.} := c_{e.8.} \cdot q_b = 0.859 \text{ kPa}$$

Tlak

Sání

Oblast D

$$c_{pe.10.D} := 0.8$$

Oblast E

$$c_{pe.10.E} := -0.7$$

$$W_{e.98.D} := q_{p.98.} \cdot c_{pe.10.D} = 1.25 \text{ kPa}$$

$$W_{e.98.E} := q_{p.98.} \cdot c_{pe.10.E} = -1.094 \text{ kPa}$$

$$W_{e.90.D} := q_{p.90.} \cdot c_{pe.10.D} = 1.219 \text{ kPa}$$

$$W_{e.90.E} := q_{p.90.} \cdot c_{pe.10.E} = -1.066 \text{ kPa}$$

$$W_{e.8.D} := q_{p.8.} \cdot c_{pe.10.D} = 0.688 \text{ kPa}$$

$$W_{e.8.E} := q_{p.8.} \cdot c_{pe.10.E} = -0.602 \text{ kPa}$$

Příloha 2

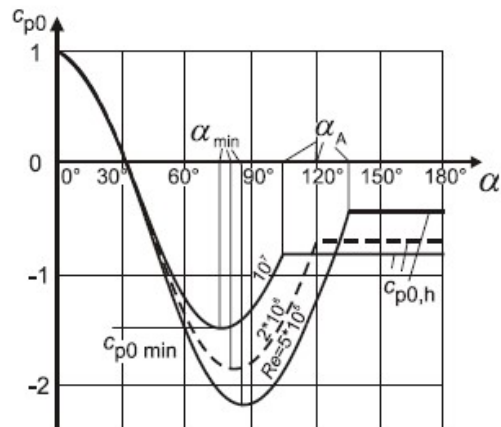
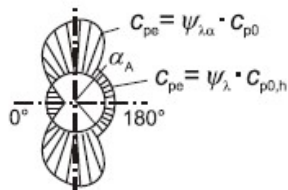
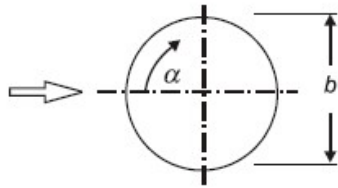
Výpočet zatížení větrem na kruhový průřez ve vrcholu věže

Oblast: II

Kategorie terénu: II

Výška věže:	$z := 98 \text{ m}$	$l := 98000 \text{ mm}$
Šířka věže u vrcholu	$b := 3658 \text{ mm}$	
Výchozí základní rychlost větru	$v_{b,0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Hustota vzduchu	$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
Kinematická viskozita vzduchu	$\nu := 15 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	
	$c_{dlr} := 1$	$c_{season} := 1$
Základní rychlost větru	$v_b := c_{dlr} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Základní tlak větru	$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.391 \text{ kPa}$	
Součinitel expozice	$c_e := 4$	
Maximální dynamický tlak větru	$q_p := c_e \cdot q_b = 1.563 \text{ kPa}$	
Špičková rychlost	$v_{ze} := \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	
Ekvivalentní drsnost povrchu	$k := 0.2 \text{ mm}$	hladký beton
Poměr ekvivalentní drsnosti a šířky	$\frac{k}{b} = 5.467 \cdot 10^{-5}$	
Reynoldsovo číslo	$Re := \frac{b \cdot v_{ze}}{\nu} = 1.219 \cdot 10^7$	
Součinitel síly bez volného konce	$c_{f,0} := 1.2 + \frac{0.18 \cdot \ln\left(10 \cdot \frac{k}{b}\right)}{1 + 0.4 \cdot \ln\left(\frac{Re}{10^6}\right)} = 0.524$	
Ekvivalentní štíhlost	$\lambda := \min\left(0.7 \cdot \frac{l}{b}, 70\right) = 18.753$	
Součinitel plnosti	$\phi := 1$	
Součinitel koncového efektu	$\psi_\lambda := 0.75$	
Součinitel síly	$c_f := c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 0.393$	

Součinitel vnějšího tlaku C_{pe}



Součinitel koncového efektu

$$\psi_{\lambda\alpha} := 1 \quad \text{pro } 0^\circ < \alpha < \alpha_{min}$$

$$\psi_{\lambda\alpha} := \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right) \quad \text{pro } \alpha_{min} < \alpha < \alpha_A$$

$$\psi_{\lambda\alpha} := \psi_\lambda \quad \text{pro } \alpha_A < \alpha < 180^\circ$$

Tabulka 7.12 – Typické hodnoty pro rozdělení tlaku na kruhových válcích pro různé hodnoty Reynoldsova čísla bez vlivu proudění kolem volných konců

Re	α_{min}	$C_{p0,min}$	α_A	$C_{p0,h}$
$5 \cdot 10^5$	85	-2,2	135	-0,4
$2 \cdot 10^6$	80	-1,9	120	-0,7
10^7	75	-1,5	105	-0,8

Kde je
 α_{min} místo minimálního tlaku ve [°];
 $C_{p0,min}$ hodnota součinitele minimálního tlaku;
 α_A poloha bodu oddělení proudu ve [°];
 $C_{p0,h}$ součinitel tlaku na závětné straně válce.

hodnoty z tabulky

$$\alpha_{min} := 75^\circ$$

$$\alpha_A := 105^\circ$$

$$C_{p0,min} := -1.5$$

$$C_{p0,h} := -0.8$$

$$\psi_{\lambda 0} := 1$$

$$C_{pe.0} := \psi_{\lambda 0} \cdot C_{f.0} = 0.524$$

$$C_{pe.45} := -0.69$$

$$\alpha := 75^\circ \quad \psi_{\lambda 75} := \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right) = 1$$

$$C_{pe.75} := \psi_{\lambda 75} \cdot C_{p0,min} = -1.5$$

$$\psi_{\lambda 105} := \psi_\lambda = 0.75$$

$$C_{pe.105} := \psi_{\lambda 105} \cdot C_{p0,h} = -0.6$$

Tlak větru ve výšce 98 metrů

$$W_{e.0} := C_{pe.0} \cdot q_p = 0.819 \text{ kPa}$$

$$W_{e.45} := C_{pe.45} \cdot q_p = -1.078 \text{ kPa}$$

$$W_{e.75} := C_{pe.75} \cdot q_p = -2.344 \text{ kPa}$$

$$W_{e.105} := C_{pe.105} \cdot q_p = -0.938 \text{ kPa}$$

Výpočet zatížení větrem na kruhový průřez v patě věže

Oblast: II

Kategorie terénu: II

$$z_{min} := 2 \text{ m}$$

Výška věže:

$$z := 8 \text{ m} \quad l := 8000 \text{ mm}$$

Šířka věže u vrcholu

$$b := 7838 \text{ mm}$$

Výchozí základní rychlost větru

$$v_{b,0} := 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Hustota vzduchu

$$\rho := 1.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Kinematická viskozita vzduchu

$$\nu := 15 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$c_{dlr} := 1 \quad c_{season} := 1$$

Základní rychlost větru

$$v_b := c_{dlr} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Základní tlak větru

$$q_b := \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0.391 \text{ kPa}$$

Součinitel expozice

$$c_e := 1.7$$

Maximální dynamický tlak větru

$$q_p := c_e \cdot q_b = 0.664 \text{ kPa}$$

Špičková rychlost

$$v_{ze} := \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}} = 32.596 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ekvivalentní drsnost povrchu

$$k := 0.2 \text{ mm} \quad \text{hladký beton}$$

Poměr ekvivalentní drsnosti a šířky

$$\frac{k}{b} = 2.552 \cdot 10^{-5}$$

Reynoldsovo číslo

$$Re := \frac{b \cdot v_{ze}}{\nu} = 1.703 \cdot 10^7$$

Součinitel síly bez volného konce

$$c_{f,0} := 1.2 + \frac{0.18 \cdot \ln\left(10 \cdot \frac{k}{b}\right)}{1 + 0.4 \cdot \ln\left(\frac{Re}{10^6}\right)} = 0.502$$

Ekvivalentní štíhlost

$$\lambda := \min\left(0.7 \cdot \frac{l}{b}, 70\right) = 0.714$$

Součinitel plnosti

$$\phi := 1$$

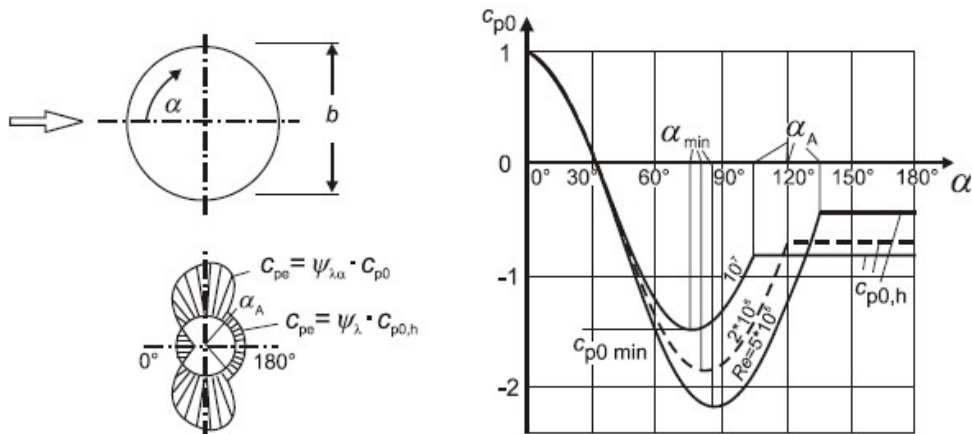
Součinitel koncového efektu

$$\psi_\lambda := 0.75$$

Součinitel síly

$$c_f := c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 0.377$$

Součinitel vnějšího tlaku C_{pe}



Součinitel koncového efektu

$$\psi_{\lambda\alpha} := 1 \quad \text{pro } 0^\circ < \alpha < \alpha_{min}$$

$$\psi_{\lambda\alpha} := \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right) \quad \text{pro } \alpha_{min} < \alpha < \alpha_A$$

$$\psi_{\lambda\alpha} := \psi_\lambda \quad \text{pro } \alpha_A < \alpha < 180^\circ$$

Tabulka 7.12 – Typické hodnoty pro rozdělení tlaku na kruhových válcích pro různé hodnoty Reynoldsova čísla bez vlivu proudění kolem volných konců

Re	α_{min}	$C_{p0,min}$	α_A	$C_{p0,h}$
$5 \cdot 10^5$	85	-2,2	135	-0,4
$2 \cdot 10^6$	80	-1,9	120	-0,7
10^7	75	-1,5	105	-0,8

Kde je
 α_{min} místo minimálního tlaku ve [°];
 $C_{p0,min}$ hodnota součinitele minimálního tlaku;
 α_A poloha bodu oddělení proudu ve [°];
 $C_{p0,h}$ součinitel tlaku na závětrné straně válce.

hodnoty z tabulky

$$\alpha_{min} := 75^\circ$$

$$\alpha_A := 105^\circ$$

$$C_{p0,min} := -1.5$$

$$C_{p0,h} := -0.8$$

$$\psi_{\lambda 0} := 1$$

$$C_{pe.0} := \psi_{\lambda 0} \cdot c_{f.0} = 0.502$$

$$C_{pe.45} := -0.69$$

$$\alpha := 75^\circ \quad \psi_{\lambda 75} := \psi_\lambda + (1 - \psi_\lambda) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2} \cdot \left(\frac{\alpha - \alpha_{min}}{\alpha_A - \alpha_{min}}\right)\right) = 1$$

$$C_{pe.75} := \psi_{\lambda 75} \cdot C_{p0,min} = -1.5$$

$$\psi_{\lambda 105} := \psi_\lambda = 0.75$$

$$C_{pe.105} := \psi_{\lambda 105} \cdot C_{p0,h} = -0.6$$

Tlak větru ve výšce 2 metrů

$$W_{e.0} := C_{pe.0} \cdot q_p = 0.333 \text{ kPa}$$

$$W_{e.45} := C_{pe.45} \cdot q_p = -0.458 \text{ kPa}$$

$$W_{e.75} := C_{pe.75} \cdot q_p = -0.996 \text{ kPa}$$

$$W_{e.105} := C_{pe.105} \cdot q_p = -0.398 \text{ kPa}$$