

STAVOVÁ ROVNICA - VÝPOČET MONTÁŽNYCH TABULIEK (teória stredného rozpätia)

Stavová rovnica umožňuje prepočet medzi jednotlivými stavmi vodiča, pričom všetky musia byť definované v tom istom bode na časovej osi! Pre prepočet medzi jednotlivými obdobiami životnosti vodiča je nutné použiť teóriu tečenia vodičov.

údaje o vodiči a konštanty

m - jednotková hmotnosť vodiča [kg/m]
 g - tiažové zrýchlenie 9,80655 m/s²
 S - celkový prierez vodiča [mm²]
 g_c - jednotková tiaž vodiča [N/m]

$$\gamma = \frac{m * g}{S} = \frac{g_c}{S}$$

údaje o vodiči

E - modul pružnosti vodiča [MPa]
 α - koeficient lineárnej rozťažnosti [1/°C]
 γ - merná tiaž vodiča [N/m*mm²]

stredné rozpätie klasicky

$$a = a_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}}$$

s prevýšeniami

$$a = a_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \frac{a_i^4}{\sqrt{a_i^2 + \Delta h_i^2}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt{a_i^2 + \Delta h_i^2}}}$$

geometrické údaje kotevného úseku

a_i - veľkosť i-teho rozpätia kotevného úseku [m]
 Δh_i - prevýšenie závesných bodov na susedných stožiaroch [m]
 n - počet rozpätí v kotevnom úseku [-]

klimatické a zaťažovacie parametre vodiča vo východiskovom a hľadanom stave

σ_{H_0} - horizontálna zložka namáhania vo vodiči v stave 0 [MPa]
 ϑ_0 - teplota vodiča v stave 0 [°C]
 z_0 - preťaženie vodiča v stave 0 [-]
 ϑ_1 - teplota vodiča v stave 1 [°C] (stav, v ktorom počítame namáhanie)
 z_1 - preťaženie vodiča v stave 1 [-]

stavová rovnica napnutého vodiča v základnom tvare

$$\sigma_{H_1}^3 + \sigma_{H_1}^2 * \left[\frac{\gamma^2 * E}{24} * \left(\frac{a * z_0}{\sigma_{H_0}} \right)^2 + \alpha * E * (\vartheta_1 - \vartheta_0) - \sigma_{H_0} \right] = \frac{\gamma^2 * E}{24} * (a * z_1)^2$$

všeobecný zápis kubickej rovnice

$$A * \sigma_{H_1}^3 + B * \sigma_{H_1}^2 + C * \sigma_{H_1} + D = 0$$

ANALYTICKÉ RIEŠENIE

viditeľný priebeh v i-tom rozpätí kotevného úseku

$$f_{v,i} = c * \left\{ \cosh \left[\frac{a_i}{2 * c} + \operatorname{arcsinh} \frac{h_i}{2 * c * \sinh \frac{a_i}{2 * c}} \right] - \cosh \left(\operatorname{arcsinh} \frac{h_i}{a_i} \right) - \frac{h_i}{a_i} * \left[\frac{a_i}{2 * c} + \operatorname{arcsinh} \frac{h_i}{2 * c * \sinh \frac{a_i}{2 * c}} - \operatorname{arcsinh} \frac{h_i}{a_i} \right] \right\}$$

(prieby sa počítajú pre každé rozpätie osobitne)

pre koeficienty kubickej rovnice vždy platí:

$$\begin{aligned} A &= 1 \\ B &= \frac{\gamma^2 * E}{24} * \left(\frac{a * z_0}{\sigma_{H_0}} \right)^2 + \alpha * E * (\vartheta_1 - \vartheta_0) - \sigma_{H_0} \\ C &= 0 \\ D &= -\frac{\gamma^2 * E}{24} * (a * z_1)^2 \end{aligned}$$

príklad analytického výpočtu reálneho koreňa kubickej rovnice

$$\begin{aligned} &Ak \left(-\frac{B^2}{9} \right)^3 + \left(-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} \right)^2 > 0, \text{ potom} \\ &\sigma_{H_1} = \sqrt[3]{-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} - \sqrt{\left(-\frac{B^2}{9} \right)^3 + \left(-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} \right)^2}} + \\ &\quad + \sqrt[3]{-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} + \sqrt{\left(-\frac{B^2}{9} \right)^3 + \left(-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} \right)^2}} - \frac{B}{3} \\ &Ak \left(-\frac{B^2}{9} \right)^3 + \left(-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54} \right)^2 \leq 0, \text{ potom} \\ &\sigma_{H_1} = 2 * \sqrt[3]{-\left(-\frac{B^2}{9} \right)^3} * \cos \frac{\arccos \left(\frac{-\frac{27 * D + 2 * B^3}{54}}{\sqrt{-\left(-\frac{B^2}{9} \right)^3}} \right)}{3} - \frac{B}{3} \end{aligned}$$

údaje vo výstupe montážnych tabuliek

namáhanie
 σ_{H_1}

ťahová sila
 $F_{H_1} = \sigma_{H_1} * S$

parameter priebybovej krivky

$$c = \frac{\sigma_{H_1}}{\gamma * z_1}$$

maximálny priebeh ideálneho poľa

$$f_{\max,i} = c * \left(\cosh \frac{a_i}{2 * c} - 1 \right)$$

Poznámka: Stavová rovnica napnutého vodiča slúži pre výpočet mechanického namáhania σ_{H1} v klimatickom stave definovanom okolitou teplotou ϑ_1 a preťažením vodiča z_1 . Vychádza sa vždy zo stavu 0 definovanom veličinami σ_{H0} , u_0 , z_0 . Rovnica môže slúžiť na výpočet ktorejkoľvek zo šiestich stavových veličín, za predpokladu že ostatných 5 veličín je známych. V takom prípade sa z nej stáva kvadratická alebo lineárna rovnica.