

Statické posouzení stožáru
elektronické sirény
změna

objekt : SCIO Škola

Sokolova 145/4

objekt po rekonstrukci - nástavba

dokumentace pro provedení stavby



1. Zadání

Návrh a statické posouzení stožáru stávající elektronické sirény v souvislosti s provedenou rekonstrukcí objektu, především ve vztahu k nově řešené nástavbě objektu.

Původní objekt měl ve dvorní části zastřešení sedlovou střechou s dřevěným krovem se šikmou stolicí. Střecha včetně konstrukce krovu byla kompletně odstraněna a byla provedena nástavba, která má střechu řešenou jako plochou.

Stávající elektronická siréna o výkonu **118 dB**, včetně svého umístění zůstane zachována, bude pouze provedeno prodloužení stávajícího stožáru nad úroveň nově řešené ploché střechy.

2. Popis současného stavu

Jedná se o samostatně stojící budovu základní školy. Objekt má tři nadzemní podlaží, jedno podzemní a plochou střechu. Konstrukčně je řešen – včetně nástavby, jako zděný cihelný, provedený tradiční technologií.

Siréna je umístěna na konzolkách, kotvených k obvodovému cihelnému zdivu v prostoru podesty výstupního schodiště do nově řešeného posledního nadzemního podlaží.

Stávající elektronická siréna o výkonu **118 dB** zůstane umístěna ve stávajícím prostoru. Nově bude řešen ocelový stožár, který bude prodloužen o vložený mezikus, tak aby vlastní ozvučnice elektronické sirény byly umístěny nad nově řešeným zábradlím ploché střechy nástavby. Kotvení bude provedeno pomocí konzolek, ocelových příložek a třmenů M 12. Anténní stožár tak bude řešen ve třech dílech – spojení je řešeno přes přípojovací příruby.

3. Nový stav

Stávající elektronická siréna o výkonu **118 dB** bude umístěna na novém anténním stožáru – ocelová bezešvá trubka TR 102 x 4, který je řešen jako trojdílný. Spodní stávající díl – dl.3280 mm, je kotven k obvodové stěně původního objektu. Vzájemná rozteč kotvení v původním zdivu je 1500 mm – zůstává zachováno. Střední, nově vložený díl TR 102 x 4 dl. 4250 mm bude oboustranně opatřen přípojovacími přírubami. Se spodní částí stožáru je spojen přípojovací přírubou. Kotvení k obvodovému zdivu nástavby je provedeno přes ocelovou plotnu pomocí svorníků M16. Stožár je uchycen ke konzolce z profilu U100, pomocí ocelové příložky a dvojicí třmenů M12. Horní část stožáru dl. 2120 mm, na které jsou umístěny ozvučnice zůstane opět původní. Přípojovací příruha bude v úrovni cca 300 mm nad horním lícem nově instalovaného zábradlí ploché střechy.

Celková délka stožáru činí 9650 mm.

Všechny části anténního stožáru, včetně veškerých přípojovacích a spojovacích prvků budou žárově pozinkovány, jako ochrana proti působení povětrnostní vlhkosti.

4. Zatížení

* hmotnost zářičů 80 kg = 0,8 kN

nárysná plocha zářičů $A = 0,914 \cdot 1,905 \cdot 0,7 = 1,219 \text{ m}^2$

nový anténní stožár - trubka ocelová TR 102x4 - celk. dl. 9650 mm ČSN 41 5715-11353

hmotnost jedn. 9,66 kg/m celk. hm. 93,219 kg

průřezový modul $W = 29,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$,

konstrukční ocel pevnostní třídy S 235

* konstrukční ocel pevnostní třídy S 235 – prvky do tloušťky 40 mm

$$f_Y = 235 \text{ MPa} \quad \text{jmenovitá a charakteristická hodnota meze kluzu}$$

$$\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1,15$$

$$f_{Yd} = f_Y / \gamma_{M0} = 204,3 \text{ MPa} \quad \text{návrhová hodnota základního materiálu pro neoslabený průřez třídy 1,2,a 3}$$

$$E = 210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

* šroubový spoj – pevnostní třída šroubů 4,6 (hrubé)

$$f_{Yb} = 235 \text{ MPa} \quad \text{jmenovitá a charakteristická hodnota meze kluzu}$$

$$f_{ab} = 400 \text{ MPa} \quad \text{jmenovitá a charakteristická hodnota meze pevnosti v tahu}$$

$$\gamma_{Mb} = 1,45$$

* svarový spoj – koutové svary

$$\beta_w = 0,80$$

$$\gamma_{Mw} = 1,50$$

$$f_{w,d} = f_u / (3^{0,5} * \beta_w * \gamma_{Mw}) = 360 / (3^{0,5} * 0,80 * 1,5) = 173,21 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost svaru ve smyku}$$

$$f_w = f_u / (\beta_w * \gamma_{Mw}) = 360 / (0,80 * 1,5) = 300,0 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost svaru}$$

$$f_{w,kol} = f_u / \gamma_{Mw} = 360 / 1,5 = 240,0 \text{ MPa} \quad \text{návrhová pevnost svaru pro } T_{kol}$$

* vodorovné zatížení větrem

Brno - město větrová oblast IV . Dle ČSN 73 0037 je uvažovaná rychlost větru max. 140,0 km/hod. Vodorovné zatížení je udáváno pro rychlost větru $v = 45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ což odpovídá rychlosti 162 km/h.

normové zatížení větrem .. $w_n = w_0 \cdot \kappa_w \cdot C_w$

w_0 ...základní tlak větru kN/m^2 pásmo IV. $0,70 \text{ kN m}^{-2}$
 κ_w ...součinitel výšky – pro 30 m nad terénem $\kappa_w = 1,33$
 C_w ... tvarový součinitel $C_w = 1$

výpočtové zatížení $w_v = w_n \cdot \gamma_f$ γ_f ... pro stožáry ... $\gamma_f = 1,3$

IV. pásmo $w_n = 0,70 \cdot 1,33 \cdot 1 = 0,931 \text{ kN/m}^2$ $w_v = 0,931 \cdot 1,3 = 1,21 \text{ kN/m}^2$

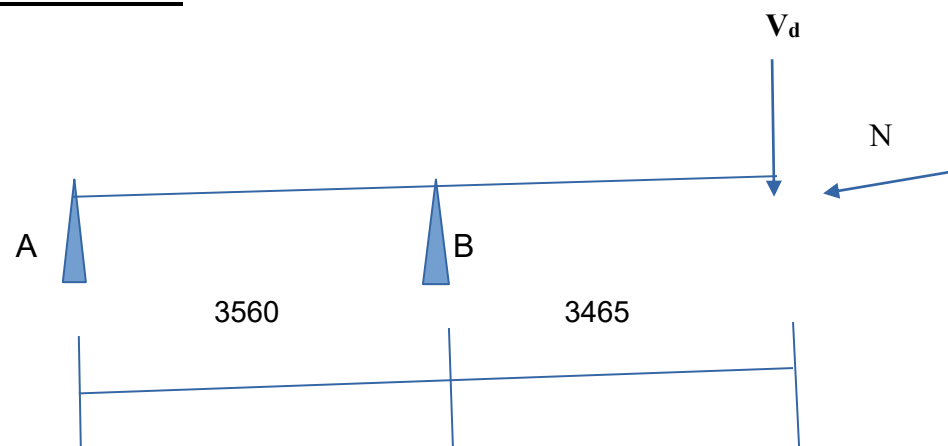
$V_d = w_v \cdot A$ A ... celková nárysna plocha zářičů ... $A = 1,219 \text{ m}^2$

$V_d = w_v \cdot A = 1,21 \cdot 1,219 = 1,4749 \approx 1,5 \text{ kN}$

svislé zatížení	hmotnost sirény	0,8 . 1,1	= 0,88	≈ 0,9 kN
	hmotnost stožáru	0,93 . 1,2	= 1,116	≈ 1,2 kN

c e l k e m

N = 2,1 kN

5. statické schéma - stožár

výpočet reakcí A, B

$$\uparrow : A + B - V_d = 0$$

$$a : -3,56 \cdot B + 7,025 \cdot V_d = 0$$

$$B = \frac{7,025 \cdot 1,5}{3,56} = 2,96 \text{ kN} \approx 3,0 \text{ kN}$$

$$\text{reakce } A = -3,0 + 1,5 = -1,5 \text{ kN}$$

ohybový moment $M_b = V_d \cdot l_V = 1,5 \cdot 3,465 = 5,1975 \text{ kNm} \approx 5,2 \text{ kNm}$

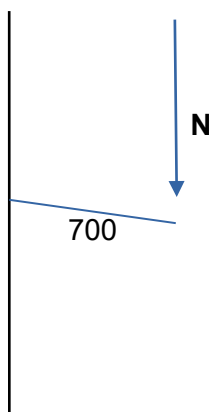
6. posouzení

* **stožár** - TR 102 x 4,0 posuzován na ohybový moment $M_b = 5,2 \text{ kNm}$

$$W = 29,0 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad f_{Yd} = 204,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma = \frac{M_b}{W} \leq R_D \quad \sigma = \frac{5,2 \cdot 10^3}{29,0} = 179,31 \text{ MPa} < R_D = 204,3 \text{ MPa} \dots \text{vyhovuje}$$

* **konzolka U 100 – dl. 700 mm**



vyložení $l = 700 \text{ mm}$, svislá síla $N = 2,1 \text{ kN}$

moment na konzole $M_N = 2,1 \cdot 0,7 = 1,47 \approx 1,5 \text{ kNm}$

$$W_y = 8,45 \cdot 10^3 \text{ mm}^3, \quad R_d = 190 \text{ MPa}$$

$$\text{napětí } \sigma = \frac{1,5 \cdot 10^3}{2 \cdot 8,45} = 88,76 \text{ MPa} < R_d = 190 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

- posouzení **koutových svarů** konzolky U 100 – dl. 700 mm

ruční svařování $a_{we} = a = 4 \text{ mm}$, délka svaru $L = 371,0 \text{ mm}$

spojovací materiál $R_d = 210 \text{ Mpa}$

tl. svaru $a = 4 \text{ mm}$

$$\alpha = 1,3 - 0,3 \cdot \frac{a_{we}}{7} \quad \text{pro } a < 7 \text{ mm} \dots \alpha = 1,3 - 0,3 \cdot \frac{4}{7} = 1,129$$

výpočet napětí

účinná plocha svaru $L \cdot a_{we} = 312 \cdot 4 = 1248 \text{ mm}^2$

průřezový modul účinné plochy $\dots \frac{1}{6} \cdot a_{we} \cdot L^2 = 1038,34 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$$\tau = \frac{N}{a_{we} \cdot L_a} = \frac{2,1 \cdot 10^3}{1248} = 1,683 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{M_v}{\frac{1}{6} \cdot a_{we} \cdot L_a^2} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{1038,34 \cdot 10^3} = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}$$

posouzení

převodní součinitelé kout. svarů $\gamma = 0,7$ $\gamma = 0,86$ pro ocel ř. 37
 podmínka $R_d = 210 \text{ MPa}$

$$\sqrt{\left(\frac{1,44 \cdot 10^{-3}}{0,7}\right)^2 + \left(\frac{1,683}{0,86}\right)^2} = 1,957 \text{ MPa} < \alpha \cdot R_d = 237,1 \text{ MPa} \rightarrow \text{vyhoví}$$

- posouzení **svorníků** M16

tahová síla na 1 svorník $N_1 = 3,0 / 2 = 1,5 \text{ kN}$

posouzení na stříh :

$$N_2 = \frac{N}{2} = \frac{2,1}{2} = 1,05 \text{ kN}$$

únosnost šroubů M16 * v tahu $N_T = 23,55 \text{ kN} > N_1$

* ve stříhu $N_S = 26,14 \text{ kN} > N_2$

spojovací prostředky vyhoví

7. závěr : konstrukce kotvení vyhoví

použité podklady :

* konstrukční schémata a zatěžovací údaje výrobců elektronických sirén

* ČSN EN 1991-1-4 Obecná zatížení – zatížení větrem

* ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování stav. konstrukcí při přestavbách

* ČSN 73 1401 Navrhování ocelových konstrukcí

Praha, 01/2020

vypracoval :

