

Akce : Odry – Kaménka, Mateřská školka,
Altán

Zadavatel : Carpea, Ing. Iva Škrovová

Statické posouzení altánu

Na základě projektové dokumentace, kterou vypracoval pan Pavel Hroch, jsem vypracoval Statické posouzení na výše uvedenou akci. Jedná se o posouzení nového dřevěného altánu.

Altán je šestibokého tvaru, půdorysných rozměrů 6,00 x 4,00 metrů. Je navržen z hraněného a kulatého řeziva, jakost dřeva dle EN 338 C24. Sklon střechy je 25° až 35°, krytina je navržena jako umělá břidlice. Sloupky jsou navrženy z kulatiny $\phi 160$ mm, vaznice z hranolů 160/160 mm, krokve z hranolů 80/120 mm, nárožní 120/120 mm. Střední sloupek podporující vrchol z kulatiny $\phi 160$ mm, bude osazen mezi kleštiny 2x 60/180 mm a to ve směru „x“ a „y“.

Založení je navrženo na betonových stěnách z betonových tvarovek, do hloubky minimálně 1,00 metrů.

Výpočet zatížení:

ČSN EN 1990, 1991

- Kategorie návrhové životnosti podle článku NA 2.1, tabulka 2.1 kategorie návrhové životnosti 4 budovy a další běžné stavby 80 let.
- Definice spolehlivosti podle článku B.3 - třídy následků – definice tříd následku CC2 => třída spolehlivosti podle B.3.2 – doporučené minimální hodnoty indexu spolehlivosti pro referenční dobu 50 let $\beta = 3,80$, $K_{FI} = 1,00$

Střecha:

Umělá břidlice	$0,20 \text{ kN.m}^{-2}$
Celkem g_k	$0,20 \text{ kN.m}^{-2}$
Celkem $g_k = 0,20 \text{ kN.m}^{-2} * 1/\cos 30^\circ =$	$0,25 \text{ kN.m}^{-2}$
stálé charakteristické zatížení	$g_k = 0,25 \text{ kN.m}^{-2}$

Snow load on the duopitch roof according to ČSN EN 1991-1-3 Kaménka školka altán

Geometrie

$$\alpha_1 = 30^\circ \quad \alpha_2 = 30^\circ$$

Výpočet zatížení sněhem

Případ (i) - Nenavátý sníh

$$s_1 = 1.6 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 1.6 \text{ kN/m}^2$$

Případ (ii) - Navátý sníh (více vpravo)

$$s_1 = 0.8 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 1.6 \text{ kN/m}^2$$

Případ (iii) - Navátý sníh (více vlevo)

$$s_1 = 1.6 \text{ kN/m}^2$$

$$s_2 = 0.8 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení na střechu 30°:

Mimo stále zatížení je přičteno charakteristické zatížení od sněhu, které je vyšší než od větru.

$$\gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot s_k = 1,35 \cdot 0,25 + 1,50 \cdot 1,60 = \mathbf{2,75 \text{ kN.m}^{-2}}$$

$$q_d = \mathbf{2,75 \text{ kN.m}^{-2}}$$

$$q_k = 0,25 + 1,60 = \mathbf{1,85 \text{ kN.m}^{-2}}$$

Krokve 80/120; l = 2,20 m

Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

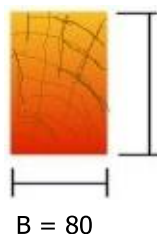
ČSN EN 1993-1-1

Kaménka školka altán krokve

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Dlouhodobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{mod} = \mathbf{0.7}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.7 \cdot 1.05 \cdot 24 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.08 \cdot 0.12^3 = 11.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

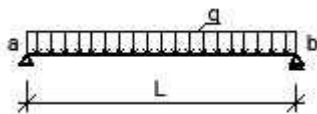
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.08 \cdot 0.12^2 = 192 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 192 \cdot 10^{-6} \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{2.59 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 2.75 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 1.85 \text{ kN/m}$$

$$L = 2.2 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 2.750 \cdot 2.2 = 3.03 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 2.750 \cdot 2.2 = 3.03 \text{ kN}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 2.750 \cdot 2.2^2 = 1.66 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{1.664}{2.594} = \mathbf{64.1 \%}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 1.850 \cdot 2.2^4}{7.4 \cdot 10^9 \cdot 11.5 \cdot 10^{-6}} = 6.62 \text{ mm} = \mathbf{1 / 332 L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 1.850 \cdot 2.2^3}{7.4 \cdot 10^9 \cdot 11.5 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{9.63 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$$

Nárožní kroky 120/120; l = 3,00 m

$$q_d = 2,75 \text{ kN.m}^{-2} * 1,20 \text{ m} = \mathbf{3,30 \text{ kN.m}^{-1}}$$

$$q_k = 1,85 \text{ kN.m}^{-2} * 1,20 \text{ m} = \mathbf{2,25 \text{ kN.m}^{-1}}$$

Kleštiny 2x60/180; l = 4,20 m

$$F_d = 2,75 \text{ kN.m}^{-2} * 4,00 \text{ m}^2 / 2 = \mathbf{5,50 \text{ kN}}$$

$$F_k = 1,85 \text{ kN.m}^{-2} * 4,00 \text{ m}^2 / 2 = \mathbf{3,70 \text{ kN}}$$

**Dřevěné sloupky $\phi 160$ mm (odpovídá dřevěnému hranolu 140/140 mm, h = 2,00 m
nejdou posuzovány, bezpečně vyhoví**

Prostý nosník - dřevo - rovnoměrné zatížení

ČSN EN 1993-1-1

Kaménka školka altán nárožní krokve

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Dlouhodobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{mod} = \mathbf{0.7}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.7 \cdot 1.05 \cdot 24 \cdot 10^6}{1.3} = 13.5 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.12 \cdot 0.12^3 = 17.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

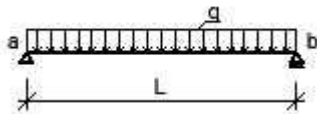
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.12 \cdot 0.12^2 = 288 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 288 \cdot 10^{-6} \cdot 13.5 \cdot 10^6 = \mathbf{3.89 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$q_d = 3.3 \text{ kN/m}$$

$$q_k = 2.25 \text{ kN/m}$$

$$L = 3 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 3300 \cdot 3 = 4.95 \text{ kN}$$

$$R_b = 0.5 \cdot q_d \cdot L = 0.5 \cdot 3300 \cdot 3 = 4.95 \text{ kN}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 3300 \cdot 3^2 = 3.71 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{3713}{3892} = \mathbf{95.4 \%}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{\frac{5}{384} \cdot q_k \cdot L^4}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{5}{384} \cdot 2250 \cdot 3^4}{7.4 \cdot 10^9 \cdot 17.3 \cdot 10^{-6}} = 18.6 \text{ mm} = \mathbf{1 / 162 L}$$

$$\phi_{ab} = \frac{\frac{1}{24} \cdot q_k \cdot L^3}{E \cdot I_y} = \frac{\frac{1}{24} \cdot 2250 \cdot 3^3}{7.4 \cdot 10^9 \cdot 17.3 \cdot 10^{-6}} = \mathbf{0.0198 \text{ rad}}$$

Prostý nosník - dřevo - osamělá síla volná

ČSN EN 1993-1-1

Kaménka školka altán kleštiny

Modifikační součinitel pro dřevo dle Eurokódu 5, tab.2.3, 3.1

Třída trvání zatížení	Střednědobé zatížení
Modifikační součinitel	$k_{\text{mod}} = \mathbf{0.8}$ (tab. 3.1)
Třída provozu	Service class 1
Materiál	Solid timber

Průřez



Pevnost dřeva

$$f_{m,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_H \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{0.8 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 10^6}{1.3} = 14.8 \text{ MPa}$$

Moment setrvačnosti - osa y $I_y = \frac{1}{12} \cdot B \cdot H^3 = \frac{1}{12} \cdot 0.12 \cdot 0.18^3 = 58.3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$

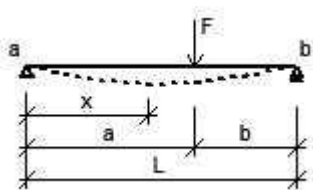
Průřezový modul k ose y

$$W_y = \frac{1}{6} \cdot B \cdot H^2 = \frac{1}{6} \cdot 0.12 \cdot 0.18^2 = 648 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Únosnost průřezu

$$M_{Rd} = W_y \cdot f_{m,d} = 648 \cdot 10^{-6} \cdot 14.8 \cdot 10^6 = \mathbf{9.57 \text{ kNm}}$$

Statické schéma



$$F_d = 5.5 \text{ kN}$$

$$F_k = 3.7 \text{ kN}$$

$$L = 4.2 \text{ m} \quad a = 2.1 \text{ m} \quad b = 2.1 \text{ m}$$

Reakce

$$R_a = \frac{F_d \cdot b}{L} = \frac{5500 \cdot 2.1}{4.2} = 2.75 \text{ kN}$$

$$R_b = \frac{F_d \cdot a}{L} = \frac{5500 \cdot 2.1}{4.2} = 2.75 \text{ kN}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

$$M_{Ed} = \frac{F_d \cdot a \cdot b}{L} = \frac{5500 \cdot 2.1 \cdot 2.1}{4.2} = 5.78 \text{ kNm} \quad s = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{5775}{9570} = \mathbf{60.3 \%}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti

$$w = \frac{F_k \cdot a \cdot b}{27 \cdot E \cdot I_y \cdot L} \cdot \sqrt{3 \cdot a \cdot (L + b)^3}$$
$$= \frac{3700 \cdot 2.1 \cdot 2.1}{27 \cdot 7.4 \cdot 10^9 \cdot 58.3 \cdot 10^{-6} \cdot 4.2} \cdot \sqrt{3 \cdot 2.1 \cdot (4.2 + 2.1)^3} = 13.2 \text{ mm} = \mathbf{1 / 317 L}$$

$$\phi_a = \frac{F_k \cdot a \cdot b}{6 \cdot E \cdot I_y \cdot L} \cdot (L + b) = \frac{3700 \cdot 2.1 \cdot 2.1}{6 \cdot 7.4 \cdot 10^9 \cdot 58.3 \cdot 10^{-6} \cdot 4.2} \cdot (4.2 + 2.1) = \mathbf{9.45 \cdot 10^{-3} \text{ rad}}$$

$$x = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot a \cdot (L + b)} = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 2.1 \cdot (4.2 + 2.1)} = \mathbf{2.1 \text{ m}}$$

Základy:

Zatížení na obvodový základ:

Střecha $2,75 \text{ kN.m}^{-2} \cdot 2,50 \text{ m} = 7,00 \text{ kN.m}^{-1}$

Obvodová stěna - dřevo

$0,10 \cdot 2,00 \text{ m} \cdot 6,00 \text{ kN.m}^{-3} \cdot (\gamma)1,35 = 1,60 \text{ kN.m}^{-1}$

Základ

$0,30 \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 23,00 \text{ kN.m}^{-3} \cdot (\gamma)1,35 = 14,00 \text{ kN.m}^{-1}$

Celkem $23,00 \text{ kN.m}^{-1}$

Zatížení na základovou spáru:

$23,00 \text{ kN.m}^{-1} / 0,30 \text{ m} = 80,00 \text{ kPa}$

Základová spára vyhoví, bude-li minimální únosnost $R_{dt} = 150,00 \text{ kPa}$ ($1,50 \text{ kg.cm}^{-2}$)

Výztuž základových pásů (bednicích tvarovek):

Svislá výztuž $\phi R10$ á 200 mm oboustranně, vodorovná výztuž do každé vodorovné spáry $2\phi R10$.

Nejasnosti konzultovat s projektantem.

Statický výpočet prokázal, že navržené konstrukce vyhoví.

Brušperk červenec 2019

Vypracoval: Ing. Štěpán Dubový

AI v oborech pozemní stavby, statika a dynamika staveb

Číslo autorizace 1100251