

## STATICKÝ VÝPOČET

Tento statický výpočet se týká Novostavby „Altánu se zvoničkou“ na parc. č. 2 u KD Hrachovec.

Jednoduchá dřevěná konstrukce na podezdívce, otevřená do prostoru.

Je zastřešená valbovou střechou o sklonu 25 až 23° a ve vrcholu opatřenou zvoničkou.

Podezdívku o výšce asi 610 mm tvoří kamenná zídka, která je nahoře opatřena sedacím prknem.

Sloupková konstrukce je založena na čtvercových základových patkách, mezi kterými je základový betonový pás pod kamennou zídku.

Podlaha altánu je tvořena kamennou dlažbou tl. 80 mm do pískového lože o tl. 50 mm, na štěrkopískovém podsypu.

### Nosná dřevěná konstrukce střechy:

Je tvořena celkem osmi sloupky, a to třemi na každé straně půdorysu. Tato sloupová konstrukce nese horní průvlaky, které zde plní funkci „pozednice“. Na těchto nosnících pak budou opřené jednak krokve, a také dvě dvojice nosných kleštín, které vynášejí sloupky horní zvoničky. Dvojice kleštín jsou od sebe osově vzdáleny 1,50 m, a na nich uprostřed jsou pak postaveny dva sloupky zvoničky. Oba sloupky jsou staženy jednoduchým kleštínovým věncem, a na nich bude stříška půdorysných rozměrů 800 x 2000 mm, valbová, se sklonem valeb 54°.

Střecha altánu bude zatížena sněhem, a také případně větrem, i když proti němu je částečně chráněná budovou KD.

Zatížení střechy sněhem je zde:  $s_n = 1,25 + 0,30 = 1,55$  kPa.

Zatížení větrem je  $w_n = 0,45$  kPa.

Celková půdorysná plocha střechy je  $A = 4,60 \times 6,60 = 30,36$  m<sup>2</sup>.

Pokud tedy budeme uvažovat součtové působení obou zatížení, pak toto zatížení včetně krytiny na plnoplošné bednění a krovové konstrukce bude:

#### 1. konstrukce krovu:

$$[0,16^2 \cdot (4,0 \cdot 2 + 6,0 \cdot 2) + 0,06 \cdot 0,20 \cdot (4 \cdot (2,54 \cdot 4) + 0,06 \cdot 0,20 \cdot 2 \cdot 4,60 + 0,10^2 \cdot 1,65 \cdot 2 + 0,40 \cdot 0,10 \cdot (1,60 \cdot 2 + 0,18 \cdot 2)) + 0,8 \cdot 2,0 / \cos 54^\circ + 0,04 \cdot 0,10 \cdot 6] \cdot 4,0 = 14,4 \text{ kN}$$

krytina: + sníh + vítr:  $(0,35 + 1,55 + 0,45) \cdot 30,36 = 71,35$  kN

Zatížení krovem se střechou na sloupky:  $71,35 + 14,4 = 85,75$  kN

Takže předběžně na jeden sloupek:

$$F_{1sl} = 85,74 / 4 = 21,44 \text{ kN}$$

### Dvojitě kleštiny, zatížené uprostřed sloupkem zvoničky

tyto kleštiny vynášejí uprostřed jejich rozpětí sloupky (průřezu 100/100 mm) střechu zvoničky.

Zatížení touto střechou včetně sněhu a větru tedy bude:

$$q_z = 0,80 \cdot 2,00 \cdot 2,35 + (0,10^2 \cdot 1,65 + 0,04 \cdot 0,10 \cdot (1,80 + 0,18) \cdot 2) \cdot 4,0 = 3,97 \text{ kN}$$

Takže osamělé břemeno, zatěžující střed jedné dvojice kleštín pak bude:

$$F_{sl,zvon} = 4,0 / 2 = 2,0 \text{ kN}$$

Ohybový moment na jedné kleštině, zatížené uprostřed osamělým břemenem:

$$M_{max} = FL/4 = 2,0 \cdot 4,0/4 = 2,0 \text{ kNm}$$

### Dimenzování a návrh průřezu kleštiny:

Dimenzování:

$$f_{m,d} = 0,8/1,3 \cdot 22 = 13,54 \text{ N/mm}^2; \text{ šířka nosníku } b = 6 \text{ cm}$$

Pak z podmínky únosnosti:

$$h = \sqrt{[200 \cdot 6 / (1,35 \cdot 6)]} = 12,2 \text{ cm}$$

Revitalizace veřejného prostoru – ALTÁN SE ZVONIČKOU  
Investor: Město Valašské Meziříčí, Soudní 1221, 757 01 Valašské Meziříčí

Je navržena výška stropnice 16 cm, kleština 60/160 mm vyhoví, pokud vyhoví průhyb.  
Podle průhybu:

$$h \geq \sqrt[3]{[350 * 12 * 2,00 * 400^2 / (48 * 1100 * 6)]} = 16,2 \text{ cm.}$$

S ohledem na ohyb a průhyb navrhuji kleštinu průřezu **60/160** mm.

### Okapová dolní vaznice na sloupcích jako průvlak

Vaznici, která je spojitá přes dva sloupky, počítáme jako zatíženou spojitým lichoběžníkovitým zatížením. Jedná se o spojitý nosník o dvou stejných polích, který je po celé své délce, tedy přes obě pole, zatížený tímto lichoběžníkovým zatížením, a to tak, že oba jeho vrcholy jsou od sebe symetricky vzdáleny 1,72 m.

Max. intenzita tohoto zatížení je  $q_{0,5} = (2,30 * 2,83) = 6,51 \text{ kN/m'}$  vaznice.

Zatížíme –li jedno pole polovinou tohoto zatížení, pak můžeme počítat jako nosník jednostranně vetknutý.

Reakce:  $A * 3,0 - 2,14 * 6,51 / 2 * (2,14/3 + 0,86) - 6,51 * 0,86^2 * 0,5 = 0$

$$A = 2,72 \text{ kN}$$

$$B = 19,69 \text{ kN}$$

$$C = 2,72 \text{ kN}$$

Průhyb:  $- 3,18 \text{ mm}$   $- 3,18 \text{ mm}$

Max.ohyb:  $+2,39$  **- 5,21 kNm**  $+2,39$

**Pozor !! Ten ohyb platí za předpokladu, že vaznice bude vcelku v délce 6,0 m (tedy nebude nad středním sloupem přerušená!**

Pokud bude nad středním sloupem nastavená, pak se bude chovat jako prostý nosník, zatížený lichoběžníkovitým zatížením !!

Pak  $A = 78,747 / 3,0 = 26,25 \text{ kN}$

Pak bude  $M_{\max} = 26,25 * 3,0 - (6,61 * 2,14 * 0,5) * (2,14/3 + 0,86) - 6,51 * 0,86^2 * 0,5 = \underline{65,22 \text{ kNm}}$

Takže raději to budeme dimenzovat jako prostý nosník:

Podle průhybu:  $h = \sqrt[3]{[400 * 12 * 5 * 0,0651 * 300^3 / (384 * 1100 * 16)]} = \underline{18,41 \text{ cm}}$

Z podmínky únosnosti:  $h = \sqrt{[652,2 * 6 / (1,35 * 16)]} = 13,46 \text{ cm}$

S ohledem na průhyb navrhujeme průřez okapové vaznice 160 / 160 mm.

## **Střešní nosná konstrukce**

Je navržena jako jednoduchá krovová soustava s malými kleštinami pod vrcholem. Krokve jsou ve vrcholu proti sobě opřeny, a dole jsou osedlány na okapových vaznicích, ve kterých vytvářejí vodorovné síly, které bude nutno zachytit kotvením.

**Krokve** o průřezu 60/120 mm jsou pod úhlem 23 až 25° od vodorovné, a jsou podepřeny v délce: 2,27 m. Tak vytvářejí prostě podepřený nosník, který je zatížený nezateplenou střešní konstrukcí o následující skladbě:

plechová krytina na dřevěném záklopu	0,10
krokve 60/120 po 820 mm	$0,06 * 0,12 * 4,0 / 0,8 / \cos 25^\circ = 0,13 / 0,0707 = 0,04$

STÁLÉ zatížení CELKEM:	$0,14 * 1,35 = 0,19$
PROMĚNNÉ nahodilé SNÍH	$= 1,55$
Proměnné nahodilé větrem:	$0,45 * 1,3 = 0,59$
CELKOVÉ zatížení střechy:	<b><u>2,33</u></b>

Liniové zatížení krokve:  $q_{lin} = 2,33 * 0,82 = 1,91 \text{ kN/m'}$  krokve

Max. ohyb. moment:  $0,125 * 1,91 * 2,54^2 = 1,54 \text{ kNm}$

Dimenzování:

$$f_{m,d} = 0,8/1,3 * 22 = 13,54 \text{ N/mm}^2; \text{ šířka nosníku } b = 6 \text{ cm}$$

Revitalizace veřejného prostoru – ALTÁN SE ZVONIČKOU  
Investor: Město Valašské Meziříčí, Soudní 1221, 757 01 Valašské Meziříčí

Pak z podmínky únosnosti:

$$h = \sqrt{[154 \cdot 6 / (1,354 \cdot 6)]} = 10,7 \text{ cm}$$

Je navržena výška krokví 12 cm, krokev 60/120 mm vyhoví, pokud vyhoví průhyb.

Podle průhybu:

$$h \geq \sqrt[3]{[250 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 0,0191 \cdot 254^3 / (384 \cdot 1100 \cdot 6)]} = 12,3 \text{ mm.}$$

S ohledem na ohyb a průhyb navrhuji krokve průřezu **60/120** mm po vzdál. 820 mm osově.

Okapová vaznice (viz výše)

## Sloupky podporující krov

Jsou průřezu 160/160, jsou po vzdálenostech (osově) 3000 mm, délka 2,02 m, a jsou zatíženy svislou osovou silou (viz výše)  $F_v = 21,44 \text{ kN}$

Sloupek posoudím na vzpěrnou pevnost.

Návrhová hodnota  $F_{c,0,d} = 21,44 \text{ kN}$

$$\lambda = 2202 / 0,289 / 160 = 47,62$$

$$\lambda_{rel,c} = [47.62 / \pi \cdot \sqrt{[21/7333]}] = 0.81$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + 0,2 \cdot (0,81 - 0,3) + 0,81^2] = 0,88$$

$$k_{c,min} = 1 / [0,88 + \sqrt{(0,88^2 - 0,81^2)}] = 0,817$$

**Posouzení:**

$$F_{c,0,d} / A_n / (k_c \cdot f_{c,0,d}) = 21.440 / 160^2 / (0,817 \cdot 12,31) = 0,083 \leq 1,0$$

Takže dostačuje průřez sloupků 160/160 mm. Ale stačil by i průřez 140/140 mm.

## Nosná konstrukce ZVONIČKY

Na vrcholu valbové střechy altánu je navržena zvonička. Prostorový tvar zvoničky je zase valbová stříška, půdorysně obdélného tvaru, jehož podélná osa je v délce hřebenu hlavní střechy altánu. Půdorysné rozměry stříšky zvoničky jsou 800 x 2000 mm, sklony všech čtyř valem 54°, a je postavena na dvou sloupcích, které jsou umístěny ve styčnicích hřebene hlavní střechy altánu.

Nosné sloupky zvoničky jsou navrženy průřezu 120/120 mm, délka je 1650 mm, a jsou oba kotveny mezi dvojicí kleštín, uložených na hlavním nosném obvodovém rámu střechy altánu.

Pro uložení krokví hlavní střechy je těsně pod vrcholem umístěný kleštinový věnec, jehož kleštiny jsou průřezu 60/100 mm, a na který jsou horní konce krokví uloženy.

Výška stříšky zvoničky je 600 mm, šířka v základně 800 mm, a její nosná konstrukce je vytvořena následovně:

Na obou nosných sloupcích bude provedena dolní vaznice o průřezu 120/120 mm, která bude vynášet vodorovné nosníčky krokví, a ty budou v příčném řezu vytvářet rovnostranný trojúhelník, který zajistí větrovou tuhost stříšky zvoničky.

Délka dolní vaznice, která bude uložena na sloupcích zvoničky, bude 1600 mm.

Lepší by bylo protáhnout sloupky stříšky až do vrcholů průniku střešních rovin, a krajní vodorovné nosníčky k nim zboku přichytit.

Krovičky valem zvoničky budou průřezu 50/80 mm, osově od sebe po vzdálenostech 750 mm a ve vrcholu spojeny na ostřih. V patě pak budou přibity lípnutím na vodorovné nosníčky krokví, aby bylo dosaženo potřebné větrové prostorové tuhosti stříšky.

### Statika dolní vaznice stříšky

Tato dolní vaznice je zatížena jednak vlastní konstrukcí stříšky, ale také bočním větrem, který se bude snažit ji vyvrátit, takže bude namáhána také kroucením.

Vrcholový kleštinový věnec valbové střechy altánu (viz výše) podepírá a vynáší oba sloupky v koncích půdorysu zvoničky, a stabilizuje je ve vodorovném směru.

#### Zatížení:

$$[0,05 * 0,08 * 1,00 * 6 \text{ (ks)} + 3 * 0,05 * 0,08] * 4,0 * 1,35 + (1,55+0,45) * 0,8 * 2,0 = 3,40 \text{ kN}$$

Uvažuji toto zatížení jako spojitě rovnoměrné, tedy pak ohybový moment dolní vaznice bude:

$$M_{d,max} = 0,125 * 3,40 * 1,6^2 = 1,09 \text{ kNm}$$

#### Únosnost:

$$h = \sqrt{[109 * 6 / (1,48 * 12)]} = 6,07 \text{ cm} < 12 \text{ cm} \text{ vyhovuje}$$

#### Průhyb:

$$h = \sqrt[3]{[350 * 12 * 5 * 0,034 * 160^3 / (384 * 1100 * 12)]} = 8,33 \text{ cm} < h_{navr.} = 12 \text{ cm}$$

Dolní vaznice nesoucí stříšku, jejíž navržený průřez je 120/120 mm, vyhoví na únosnost i průhyb pro zadané parametry zatížení.

## **Základové konstrukce**

Jsou navrženy jako základové patky pod sloupky které svou základovou spárou zasahují do nezámrazné hloubky.

Nové základové pasy budou pod obvodovými zídkami mezi sloupy, kde jsou rovněž navrženy nové betonové základové pasy o šířce 500 mm, které nesou obvodové zídky vysoké 600 mm.

Všechny tyto konstrukce budou z betonu C20/25.

#### zatížení.

Protože únosnost zeminy v základové spáře není známa, a nesené konstrukce jsou celkem lehké konstrukce, předpokládáme, že šířka základu v 500 mm široké v základové spáře je dostačující.

Pro sjednocení základové spáry doporučujeme 50 mm nad základovou spárou vložit do základového pasu svařovanou KARI síť Ø6 x 150 x 150 mm.

Základové pásy jsou zatíženy:

1. Nahodilým zatížením osobami	$1,50 * 0,5 * 1,50 = 1,13 \text{ kN/m'}$
2. novou stěnou šíř. 500 mm a výšky 600 mm	$0,5 * 0,6 * 27 * 1,35 = 10,94$
3. Vlastní tíhou zákl. pasu:	$0,50 * 0,40 * 23,5 * 1,35 = 6,35$

---

Zatížení na zákl. spáru CELKEM: 18,42 kN/m'

Pak napětí v základové spáře při šířce zákl. pasu 500 mm:

$$\sigma_z = 18.420 / (500 * 1000) = 0,0369 \text{ MPa} = 36,9 \text{ kPa} < 80 \text{ kPa}$$

Šíře základu v základové spáře B = 500 mm vyhovuje pro dané zatížení.

## **Základové patky pod sloupky**

Jsou navrženy jako základové patky čtvercového půdorysu 500 x 500 mm, výšky 880 mm z betonu C 20/25, se ŠP podsypem tl. 100 mm.

Jsou zatíženy vertikální osovou silou o velikosti:

$$F_{z.sp.} = 21,44 + 0,16^2 * 2,60 * 4,0 * 1,35 + 0,50^2 * 0,75 * 24 * 1,35 + 10,94 * 0,5 = 33,35 \text{ kN}$$

Pak napětí v základové spáře při ploše základové patky 500 \* 500 mm:

Revitalizace veřejného prostoru – ALTÁN SE ZVONIČKOU  
Investor: Město Valašské Meziříčí, Soudní 1221, 757 01 Valašské Meziříčí

$$\sigma_z = 33,35 \cdot 10^3 \text{ [N]} / (500 \cdot 500) = 0,1334 \text{ MPa} = 133,4 \text{ kPa} > 80 \text{ kPa}$$

Tedy pokud bude v základové spáře jílovitá zemina, je nutné zvětšit plochu základové spáry zvětšením půdorysné délky patky na 700 mm, takže půdorysná délka patky bude ve směru základového pasu 750 mm !!

Takže půdorys každé z patek bude min. **500 x 750 mm !!**

Stejně tak v případě, že v zákl. spáře bude např. navážka, která i po konsolidaci má únosnost ještě menší, tedy asi 50 kPa !!

Příčné i podélné zavětrování stavby bude zajištěno horním ztužujícím rámem na sloupech, při dobrém zajištění spojů dřevěných prvků!

Ve Valašském Meziříčí, dne 27.10.2024

Vypracoval: Ing Oldřich Both