

Statický výpočet

Předmět

Předmětem statického výpočtu je posouzení cel svařovaného hliníkového zábradlí. Zábradlí je určeno pro obytné budovy do výšky 40m nad terénem. Zábradlí je používáno při rekonstrukci panelových obytných domů. Zábradlí je dimenzováno na zatížení od vodorovného zatížení zábradlí 0,5kN/m 1 dle tab. 6.12 v ČSN EN 1991-1-1 pro kategorie místností A a B A C1 v souladu s NAD. U zábradlí se uvažuje s možností zasklení celého prostoru balkonu. Zábradlí se sestává z jednotlivých hliníkových prvků profil TR 4HR 56,8/56,8/3 z hliníku 6060 - T66 - profil protlačovaný dutý. Madlo je provedeno ze zdvojeného profilu TR 4HR 56,8/56,8/3+TR 4HR 50/50/4. Kotvení je řešeno pomocí jedné lepené kotvy M16 v úrovni horní a spodní příčky.

Přehled zatížení

Zatížení zábradlí je simulováno příslušnými rovnoměrnými zatíženími na příslušných prvcích. 1. Vlastní hmotnost – odvozeno z hmotnosti hliníkových profilů 2. Sklo na parapetu – hmotnost skla je simulována na spodním profilu zábradlí v souladu se skutečností. Předpokládá se použití bezpečnostního skla tloušťky do 8mm o hmotnosti 25 kg/m² . 3. vítr - je určen pro výšky do 40m. Předpokládá se součinitel $C_w = 1,0$ – přímý účinek na prvek 4. nahodilé na zábradlí 0,5kN/m1 vodorovně pro obytné prostory Kombinace zatížení jsou stanoveny pro zatížení užité (vodorovně 0,5kN/m1) a pro vítr.

Materiál

Jsou uvažovány hliníkové profily protlačované duté profily ze slitiny EN AW-6066 (AlMgSi). Rozměry i materiál jsou použity podle požadavku zadavatele:

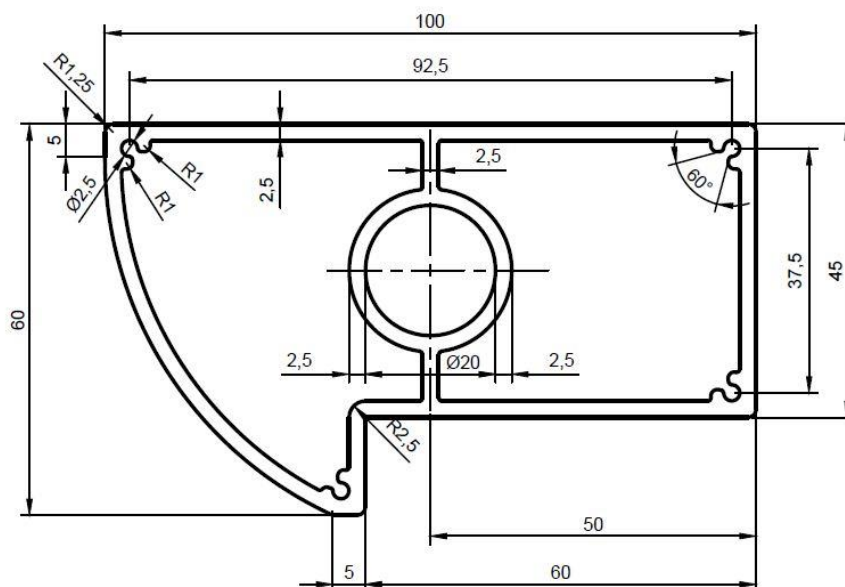
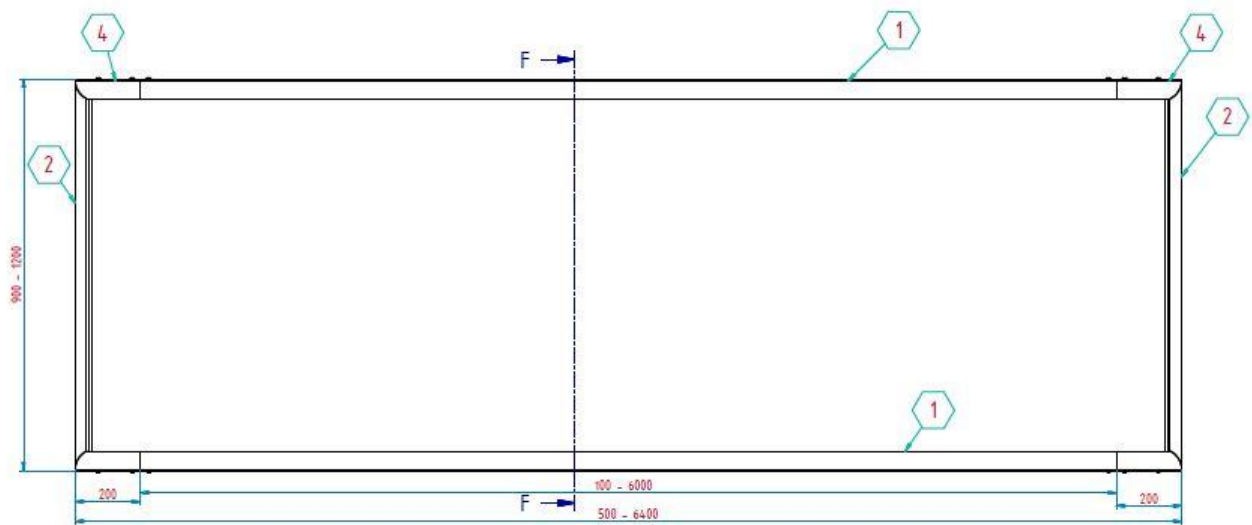


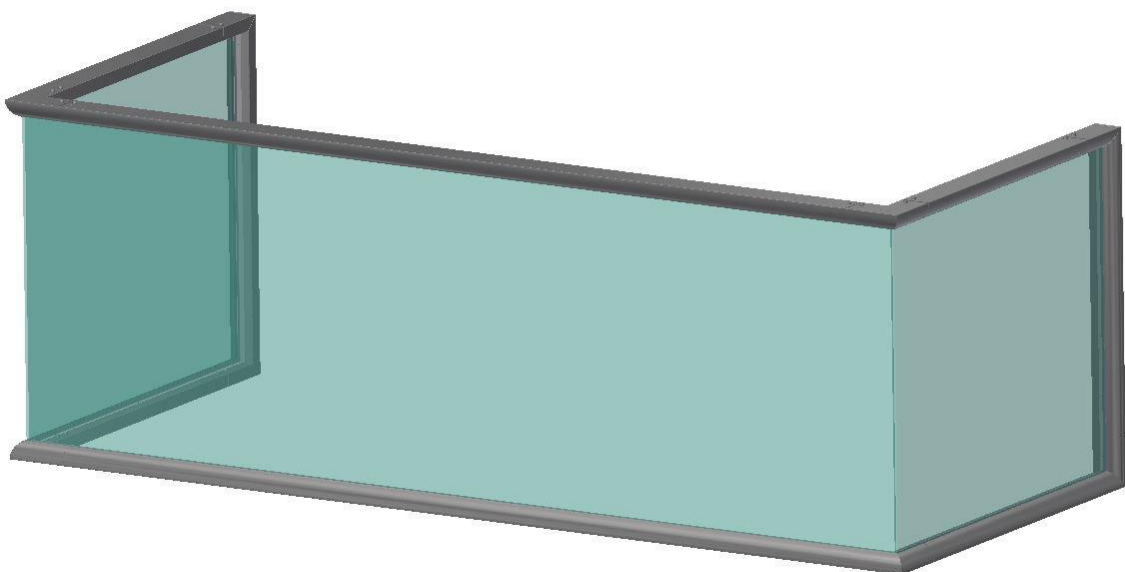
Schéma zábradlí



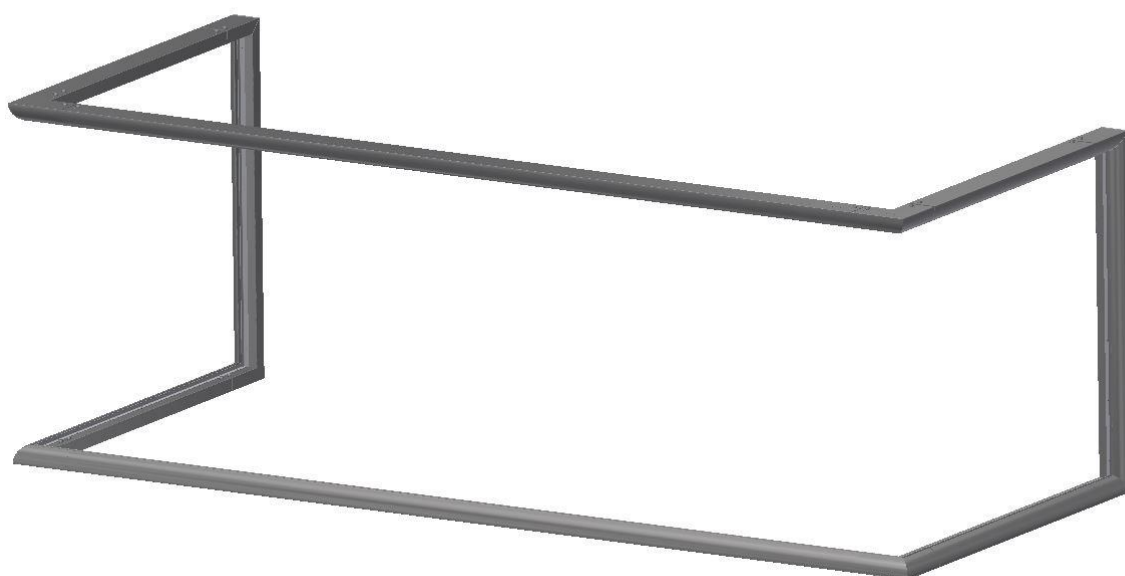
Posouzení

Zábradlí je posouzeno jako prostorová konstrukce. Protože u hliníkových profilů (viz ČSN EN 1999-1-1) se uvažuje pouze pružné působení – nebylo počítáno s plasticitním spolupůsobením.

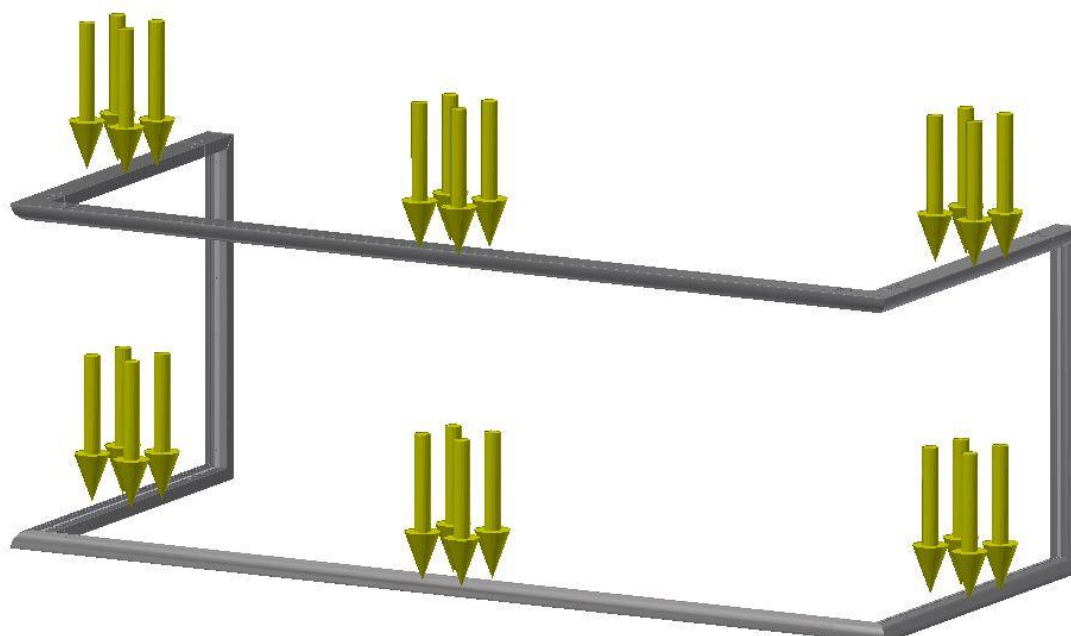
Statický model



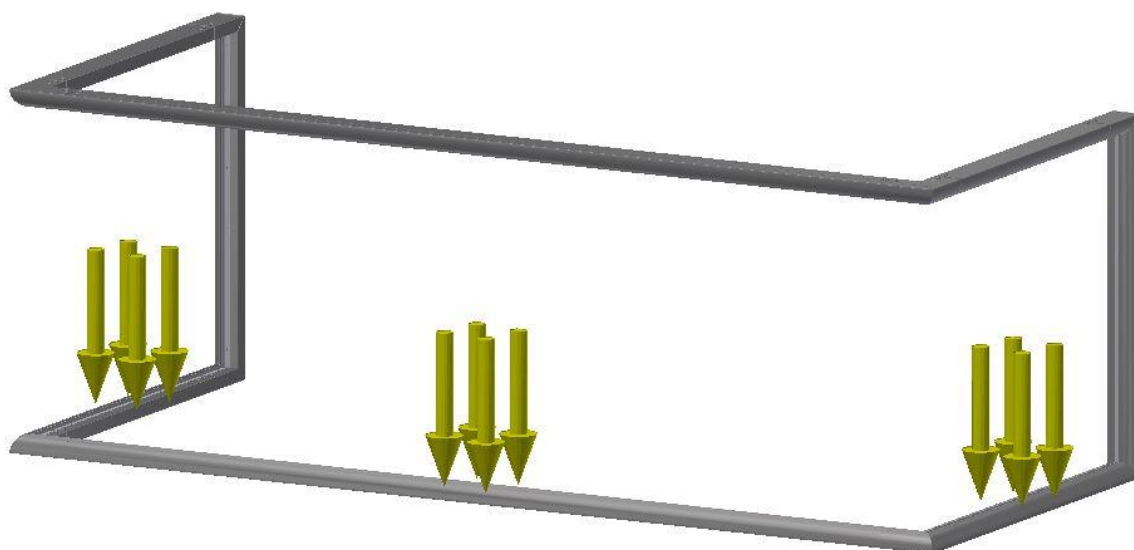
Profilace



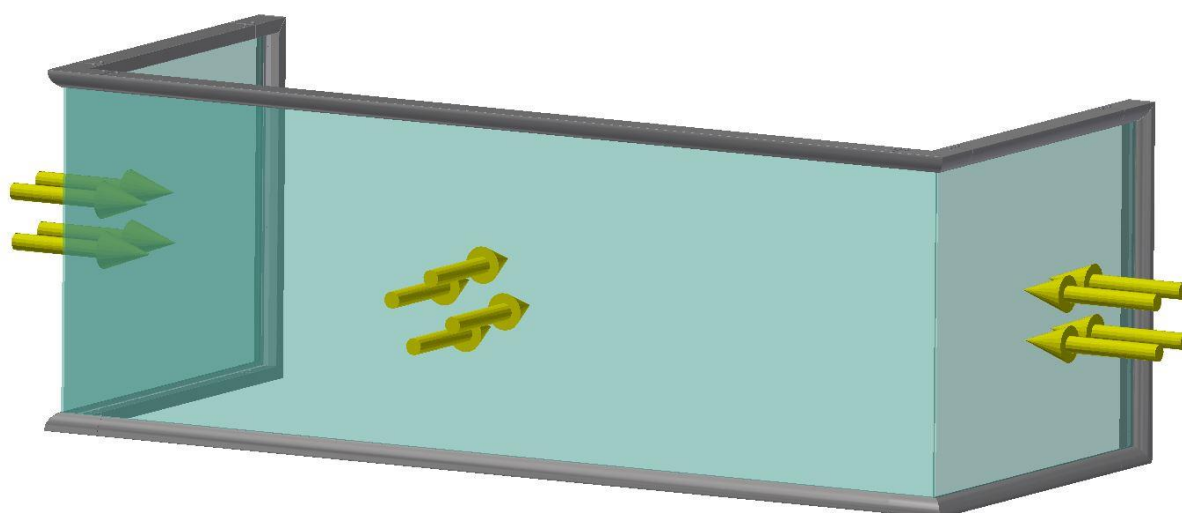
Vlastní hmotnost



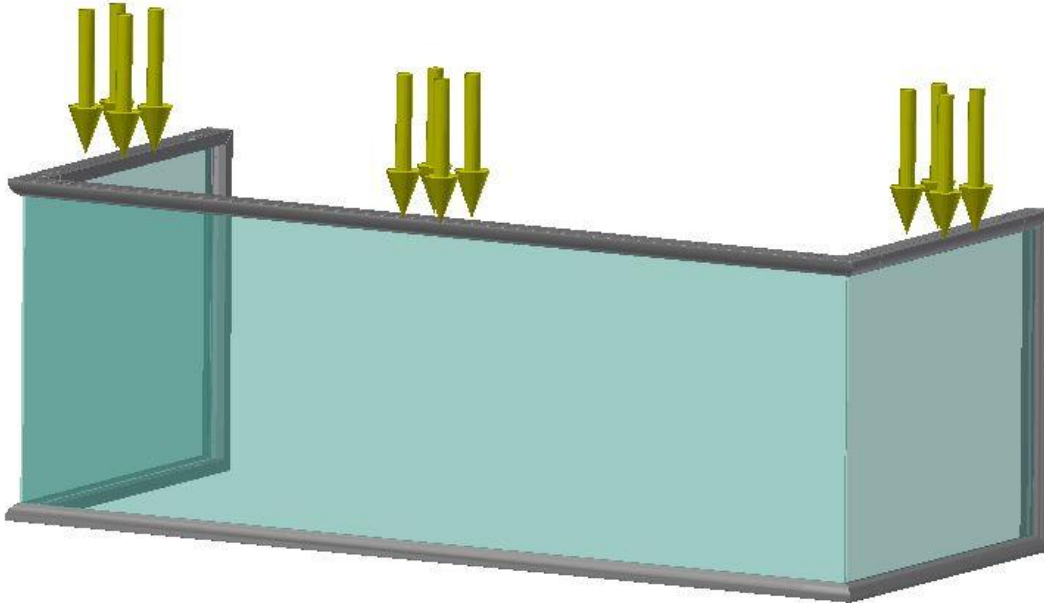
Sklo na spodním profilu



Vítr na zábradlí



Zatížení na horní profil od osob



Průhyb od větru 30 mm

Průhyb od osob 15 mm

Průhyb je vyhovující – reálný profil je tužší

Únosnost zábradlí

$$R_d = 1,2 \cdot c_d \cdot N_c + (1 + \sin \varphi_d) \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \cdot L \cdot N_d + 0,7 \gamma_d \frac{d}{2} N_b$$

$$N_c = 2 + \pi \quad \text{pro } \varphi_u = 0^\circ$$

$$N_c = (N_d - 1) \cot g \varphi_d \quad \text{pro } \varphi_u > 0^\circ$$

$$N_d = \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi_d}{2} \right) e^{-\pi g \varphi_d}$$

$$N_b = 1,5(N_d - 1) \operatorname{tg} \varphi_d$$

výpočtové hodnoty:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_n}{\gamma_{m\gamma}} \quad \gamma_{m\gamma} = 1.0$$

$$\varphi_d = \frac{\varphi_n}{\gamma_{m\varphi}} \quad \gamma_{m\varphi} = 1.4 \quad \text{pro } \varphi > 12^\circ \quad \text{nebo } \gamma_{m\varphi} = 1.5 \quad \text{pro } \varphi \geq 12^\circ$$

$$c_d = \frac{c_n}{\gamma_{mc}} \quad \gamma_{mc} = 2.0$$

Vyhovuje

Únavová pevnost zábradlí

$$\alpha = 0,025 \left(\frac{2070 \text{MPa}}{R_m} \right)^{1,8} = 0,025 \left(\frac{2070}{758} \right)^{1,8} = 0,153 \text{mm},$$

$$k_f = 1 + \frac{k_t - 1}{1 + \frac{\alpha}{\rho}} = 1 + \frac{1,85 - 1}{1 + \frac{0,153 \text{mm}}{4 \text{mm}}} = 1,82$$

$$S_m = \frac{6M_m}{w_1^2 t} = \frac{6(0,004 \text{MNm})}{(0,08 \text{m})^2 (0,01 \text{m})} = 375 \text{MPa}.$$

$$\sigma_{ar} = AN_f^B = 897(10^6)^{-0,0648} = 366 \text{MPa}$$

$$S_a = \frac{\sigma_{ar}}{k_f} \left(1 - \frac{S_m}{R_m} \right) = \frac{366 \text{MPa}}{1,82} \left(1 - \frac{375 \text{MPa}}{758 \text{MPa}} \right) = 102 \text{MPa};$$

$$M_a = \frac{w_1^2 t S_a}{6} = \frac{(0,08 \text{m})^2 (0,01 \text{m}) (102 \text{MPa})}{6} = 0,00109 \text{MN.m} \Rightarrow \underline{\underline{M_a = 0,4 \text{kN.m}}}$$

Vyhovuje

Požární odolnost zábradlí

Základní konstrukci zábradlí tvoří AL profily ze slitiny AlMgSi dodané výrobcem. Tyto profily jsou použity jak na vodorovné spojníky tak i na svislé sloupky. Konstrukce je sestavena a vyzkoušena při výrobě. Spojovací články konstrukce tvoří nerezové spojky. Ke kompletnímu složení zábradlí jsou použity nerezové šrouby s půlkulatou hlavou M10. Na upevnění zábradlí na lodžii jsou v systému použity kotvy vyrobeny dle ISO 9002. Pro ukotvení zábradlí na podlahu se používají chemické kotvy. Kotva se používá pro kotvení do otvoru pomocí chemické dvousložkové hmoty.

Konstrukce výplně mezer zábradlí při zasklení lodžie lze hodnotit z hlediska požární bezpečnosti jako svislé konstrukce – stěny. Pro výplně mezer a zatěsnění zábradlí při zasklení lodžie jsou vhodné deskové materiály a konstrukce.

Závěr

Daný typ zábradlí je možno použít pro obytný dům do výšky 40 - ti metrů nad terénem. Pevnostně je konstrukce zábradlí vyhovující. Při montáži zábradlí je nutno zvýšenou pozornost věnovat zakotvení ocelových kotev. Kotvy musí mít min. průměr 16mm z materiálu S355 nebo lepší.