

Akce: Komunitní centrum, č.p. 38 Rviště
Investor: Obec Orlické Podhůří, Dobrá Voda 4, 562 01 Orlické Podhůří
Místo: st.p.č. 43, k.ú. Rviště
Stupeň: stavební povolení

STATICKÝ VÝPOČET **(STAVEBNÉ – KONSTRUKČNÍ ČÁST)**

Obsah:

1. Úvod
2. Průvodní zpráva
3. Použité podklady
4. Výpočet zatížení
5. Návrh a posouzení použitých konstrukcí
6. Materiál

1) Úvod:

Předmětem tohoto statického výpočtu je ověření použitých základních prvků použitých při stavebních úpravách komunitního centra č.p. 38 v obci Orlické Podhůří – místní části Rviště na st.p.č. 43 v katastru obce Rviště. Statický výpočet pro povolení stavby obsahuje návrh hlavních nosných konstrukcí, které mají rozhodující vliv na statickou část konstrukce. V případě potřeby dalšího řešení navazujících prvků, je nutné řešit tyto prvky s projektantem stavby nebo v dokumentaci pro provedení stavby.

2) Průvodní zpráva:

Statický výpočet řeší stavební úpravy objektu Komunitního centra, tvořený obytným, částečně podsklepeným přízemím a neobytným podkrovím.

Jedná se o zděný objekt, kde obvodové svislé nosné konstrukce jsou tvořeny cihelným zdívem z cihel plných pálených na vápenocementovou maltu. Stávající vnitřní nosné konstrukce jsou tvořeny z cihel plných pálených na vápenocementovou maltu, nové vnitřní dělicí konstrukce jsou řešeny z pórobetonových příčekovek YTONG tl. 150mm, 125mm a 100mm. Vnější strana obvodového zdiva je opatřena systémovým certifikovaným zateplovacím systémem ETICS, kdy tepelný izolant je tvořen fasádním polystyrenem EPS v tl. 180mm a vrchní tenkovrstvou omítkou. Z vnitřní strany zdiva je omítka vápenocementová, opatřená štukováním. Nadokenní překlady jsou stávající a nové nadedveřní překlady jsou realizovány ze systémových nosných překladů, délky – dle světlosti jednotlivých otvorů. V nově vytvořených otvorech jsou osazeny ocelové válcované profily 2x HEB 140 (S235). Nový průvlak v garáži bude tvořen dvojicí válcovaných nosníků 2x HEB200 (S235).

Založení objektu je stávající řešením.

Stávající střešní nosná konstrukce je tvořena sedlovým, vaznicovým krovem, s plnými vazbami, kdy krokve jsou průřezů 110/160mm a 120/150mm. Pozednice jsou z rostlého řeziva 160/110 mm. Středová vaznice je řešena v průřezu 120/150 (tato vaznice bude zesílena přílohou 120/40mm). Sloupky podpírající středovou vaznici 120/150mm. Sloupky jsou osazeny na vazných trámech. Veškeré spoje jsou řešeny tesařsky. Na hlavní sedlové střeše je stávající krytina z falcovaného plechu na celoplošném prkenném podbití.

Stropní konstrukce mezi přízemím a neobytným podkrovím Komunitního centra je z dřevěných hraněných trámů 190/190mm v osově vzdálenosti 1,18m. Na rozpětí 5,6m je nutné stropní trámce doplnit do každého pole, aby se zmenšila osová vzdálenost stropních trámů na polovinu.

3) Použité podklady:

- ČSN EN 1991-1 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení vlastní tíhou a užitná zatížení
- ČSN EN 1991-3 – Zásady navrhování a zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1993 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- ČSN EN 1995 – Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí

4) Výpočet zatížení:
PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ:

Sníh: Rviště → podle ČSN EN 1991-1-3/Z1, Z2; Z4 spadá místo stavby do sněhové oblasti IV. s charakteristickým zatížením

- $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
- sedlová střecha $\alpha = 37^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$
- $C_e = 1,0, C_t = 1,0$
- $s_{k,37} = \mu_1 \cdot s_k \cdot C_e \cdot C_t = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0$
 $s_{k,37} = 1,6 \text{ kN/m}^2$
 $s_{d,37} = s_k \cdot \gamma_M = 1,6 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$
 $s_{d,37} = 2,40 \text{ kN/m}^2$

Vítr:

- Podle mapy v EN 1991-1-4 se jedná o větrnou oblast II. V nadmořské výšce do 700 m.n.m. (cca 410 m.n.m.) činí referenční rychlost větru $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$.

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{season} = 1,0$$

$$v_b = v_{b0} \cdot C_{season} \cdot C_{dir} = 25 \text{ m/s}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$$

Kategorie terénu II.

Výška objekt 8,0 m

$$k_r = 0,19 \times (z_0 / z_{0,II})^{0,07} = 0,19 \times (0,05 / 0,05)^{0,07} = 0,19$$

$$z_0 = 0,05$$

$$z_{0,II} = 0,05$$

$$z_{min} = 2 \text{ m}$$

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 8,0 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(8,0/0,05) = 0,964$$

$$c_0 = 1,0, k_l = 1,0$$

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 0,964 \times 1,0 \times 25 = 24,107 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(8,0/0,05)) = 0,197$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,197) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 24,107^2$$

$$\mathbf{q_{p(z)} = 864,094 \text{ N/m}^2}$$

Vítr působící na stěny budovy:

Příčný vítr:

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 864,094 \cdot c_{pe}$$

Oblasti: A → $c_{pe} = -1,2$

B → $c_{pe} = -0,8$

C → $c_{pe} = -0,5$

D → $c_{pe} = +0,8$

E → $c_{pe} = -0,5$

$$q_{pA} = 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1555,369 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pB} = 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1036,913 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pE} = 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -648,07 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pD} = 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1036,913 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pE} = 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -648,07 \text{ N/m}^2$$

Podélný vítr:

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 864,094 \cdot c_{pe}$$

Oblasti: A → $c_{pe} = -1,2$
B → $c_{pe} = -0,8$
C → $c_{pe} = -0,5$
D → $c_{pe} = +0,8$
E → $c_{pe} = -0,5$

$$\begin{aligned} q_{pA} &= 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1555,369 \text{ N/m}^2 \\ q_{pB} &= 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1036,913 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE} &= 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -648,07 \text{ N/m}^2 \\ q_{pD} &= 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = +1036,913 \text{ N/m}^2 \\ q_{pE} &= 864,094 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -648,07 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

STÁLÉ ZATÍŽENÍ:

Vlastní tíha střechy:

<u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>gk[KN/m²]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m²]</u>
Plechová falcovaná krytina	0,05	1,35	0,068
Prkenné bednění tl. 24mm	0,20	1,35	0,270
Dřevěné krokve 120/160mm	0,5	1,35	0,675
	<u>Σ0,75 KN/m²</u>		<u>Σ 1,013 KN/m²</u>

<u>NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>qk[KN/m²]</u>	<u>γM</u>	<u>qk[KN/m²]</u>
Užitné zatížení (střechy nepřístupné)	0,75 KN/m ²	1,5	1,125 KN/m ²
	<u>Σ1,50 KN/m²</u>		<u>Σ 2,138 KN/m²</u>

Sklon střechy 37°

$$\text{Celkové zatížení střechy (sníh+vlastní tíha)} = 1,013 \text{ KN/m}^2 + 2,4 \text{ KN/m}^2 = \underline{\underline{3,413 \text{ KN/m}^2}}$$

ZATÍŽENÍ STROPEM – dřevěný trámový:

<u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>gk[KN/m²]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m²]</u>
Záklop – OSB tl. 18mm	0,13	1,35	0,176
STEPCROSS tl. 300mm	0,10	1,35	0,135
Betonová mazanina tl. 30mm	0,72	1,35	0,972
Násyp tl. 50mm	0,50	1,35	0,675
Dřevěný strop + záklop	0,50	1,35	0,675
Omítka + podbití	0,25	1,35	0,338
Kovový profilovaný rošt	0,06	1,35	0,081
Sádkartón	0,20	1,35	0,270
	<u>Σ2,46KN/m²</u>		<u>Σ 3,321 KN/m²</u>

<u>NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>qk[KN/m²]</u>	<u>γM</u>	<u>qk[KN/m²]</u>
Užitné zatížení	1,5 KN/m ²	1,5	2,25 KN/m ²
	<u>Σ3,96KN/m²</u>		<u>Σ 5,571 KN/m²</u>

ZATÍŽENÍ ZAVĚŠENÝM PODHLEDEM – samonosná konstrukce:

STÁLÉ ZATÍŽENÍ:	gk[KN/m²]	γM	gk[KN/m²]
Vlastní tíha konstrukce podhledu	0,2	1,35	0,270
Minerální izolace ISOVER UNI tl. 300mm	0,15	1,35	0,203
Kovový profilovaný rošt	0,12	1,35	0,162
Sádrokarton	0,15	1,35	0,203
	Σ0,62KN/m²		Σ 0,837 KN/m²

Vlastní tíha stěny:**Svislá nosná zed' - zdivo CP tl. 700mm**

	gk[KN/m²]	γM	gk[KN/m²]
kontaktní zateplovací plášť	0,107	1,35	0,145
1m ² zdiva	12,6	1,35	17,01
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
	Σ 13,107 KN/m²		Σ 17,695 KN/m²

Svislá nosná zed' - zdivo CP tl. 450mm

	gk[KN/m²]	γM	gk[KN/m²]
kontaktní zateplovací plášť	0,107	1,35	0,145
1m ² zdiva	8,10	1,35	10,935
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
	Σ 8,607 KN/m²		Σ 11,620 KN/m²

Svislá nosná zed' - zdivo CP tl. 300mm

	gk[KN/m²]	γM	gk[KN/m²]
kontaktní zateplovací plášť	0,107	1,35	0,145
1m ² zdiva	5,4	1,35	7,29
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
	Σ 5,907 KN/m²		Σ 7,975 KN/m²

Interiérová nenosná zed' YTONG tl. 100mm:

	gk[KN/m²]	γM	gk[KN/m²]
Vnitřní omítka	0,2	1,35	0,27
1m ² zdiva	0,582	1,35	0,786
Vnitřní omítka	0,2	1,35	0,270
	Σ 0,982 KN/m²		Σ 1,327 KN/m²

5) Návrh a posouzení použitých konstrukcí:**POSOUZENÍ POUŽITÉ KROKVE 120/150mm – sedlová střecha 37°:**

Navrženy krokve z rostlého dřeva zatřídění SI o průřezu 120/150 mm, max. osová vzdálenost jednotlivých krokví je 1000 mm.

Průřezové charakteristiky: $A = 120 \times 150 = 18\,000 \text{ mm}^2$

$$W_y = 1/6 \times 120 \times 150^2 = 450\,000 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 1/12 \times 120 \times 150^3 = 33,75 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = \sqrt{(33,75 \cdot 10^6 / 18\,000)} = 43,301 \text{ mm}$$

Materiálové charakteristiky: $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$

$$f_{m,d} = 0,8 \times 22 / 1,45 = 12,138 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 13 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = 0,8 \times 13 / 1,45 = 7,172 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = 0,8 \times 20 / 1,45 = 11,034 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 6700 \text{ MPa}$$

Maximální vnitřní síly působící od daného zatížení:

$$M_{y,d} = 1/8 \times (2,933 \times 1,0) \times 3,5^2 = 4,49 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1/2 \times (2,933 \times 1,0) \times 3,5 = 5,13 \text{ kNm}$$

Vybočení kolmo k ose „z“ je bráněno střešním pláštěm a dřevěným podbitím, bude dále uvažováno pouze vybočení kolmo k ose „y“.

Vzpěrná délka: $L_{ef,y} = 3,50 \text{ m}$

Štíhlostní součinitel: $\lambda_y = L_{ef,y} / i_y = 3500 / 43,301 = 80,83$

Kritické napětí: $\sigma_{c,crit,y} = (\pi^2 \cdot E_{0,05}) / \lambda_y^2 = (\pi^2 \cdot 6700) / 80,83^2 = 10,121 \text{ MPa}$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{20 / 10,121} = 1,406 \geq 0,5$$

→ nosník nutno posoudit na vzpěr

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) \quad \beta_c = 0,2 \text{ (rostlé dřevo)}$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,406 - 0,5) + 1,406^2) = 1,579$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,248 + \sqrt{1,579^2 - 1,406^2})$$

$$k_{c,y} = 0,5085$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 5 \text{ kN} / 18 \text{ m}^2 = 0,285 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y = 4,49 / 0,45 = 9,98 \text{ MPa}$$

Posouzení navrženého nosníku:

$$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d})) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,d}) \leq 1,0$$

$$(0,285 / (0,5085 \times 11,034)) + (9,98 / 12,138) = 0,05 + 0,822 = \underline{\underline{0,872 \leq 1,0}}$$

Navržený průřez 120/150mm VYHOVUJE!

POSOUZENÍ DŘEVĚNÉ VAZNICE 120/190mm:

Stávající středová vaznice o průřezu 120/190 mm je z rostlého dřeva zatřídění SI.

Stávající vaznice 120/150mm bude zesílena příložkou 120/40mm a prošroubována!!

Prvek je zabudován ve třídě vlhkosti 1. Vaznice bude zkrácena diagonálními pásy.

Průřezové charakteristiky: $A = 120 \times 190 = 22 \text{ 800 mm}^2$

$$I_y = 1/12 \times 120 \times 190^3 = 68,59 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1/6 \times 120 \times 190^2 = 722 \text{ 000 mm}^3$$

Materiálové charakteristiky: $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$

$$f_{v,d} = 0,8 \times 2,4 / 1,45 = 1,324 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 0,8 \times 22 / 1,45 = 12,138 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 10 \text{ 000 MPa}$$

Zatěžovací stav:

Prvek je namáhán ohybovou silou a kombinací smyku za ohybu.

Maximální vnitřní síly působící od daného zatížení:

$$M_{y,d} = 1/8 \times 14,665 \times 2,1^2 = 8,084 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1/2 \times 14,665 \times 2,1 = 15,4 \text{ kNm}$$

I. MEZNÍ STAV – ÚNOSNOST:

Posouzení průřezu 140/220mm na ohyb:

$$\sigma_{m,d} = M_{E,d} / W_y = 8,084 \cdot 10^6 / 722\,000$$

$$\sigma_{m,d} = 11,197 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1,0$$

$$11,197 / 12,138 = 0,922 \leq 1,0$$

Navržený průřez 120/190mm na ohybové zatížení VYHOVUJE!

Posouzení průřezu 120/190mm na smyk za ohybu:

$$\text{Statický moment setrvačnosti: } S_y = 120 \times 95 \times 47,5 = 0,541 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = (V_{sd,max} \cdot S_y) / (b \cdot I_y)$$

$$\tau_{v,d} = (15,4 \cdot 10^3 \times 0,541 \cdot 10^6) / (120 \times 68,59 \cdot 10^6)$$

$$\tau_{v,d} = 1,012 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$1,012 \text{ MPa} \leq 1,324 \text{ MPa}$$

Navržený průřez 120/190mm na smykové zatížení VYHOVUJE!

POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO STROPNÍHO NOSNÍKU :

Stávající stropnice jsou z rostlého dřeva zatřídění SI o průřezu 190/190 mm, osová vzdálenost jednotlivých nosníků je 0,59m. **(je nutné doplnit stropní nosníky!!)** Prvek je zabudován ve třídě vlhkosti 1. Stropnice jsou proti vybočení vyztuženy dřevěným záklopem.

Průřezové charakteristiky: $A = 190 \times 190 = 36\,100 \text{ mm}^2$

$$I_y = 1/12 \times 190 \times 190^3 = 108,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 1/6 \times 190 \times 190^2 = 1\,143\,167 \text{ mm}^3$$

Materiálové charakteristiky: $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$

$$f_{v,d} = 0,8 \times 2,4 / 1,45 = 1,324 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = 0,8 \times 22 / 1,45 = 12,138 \text{ MPa}$$

$$E_{0,mean} = 10\,000 \text{ MPa}$$

Zatěžovací stav:

Prvek je namáhán ohybovou silou a kombinací smyku za ohybu.

Zatížení: $(g_d + q_d) = 5,571 \text{ kN/m}^2$. $0,59\text{m} = 3,287 \text{ kN/m}$

Rozpětí stropního trámu $l = 5,6 \text{ m}$

Maximální vnitřní síly působící od daného zatížení:

$$M_{E,d} = 1/8 \times 3,287 \times 5,6^2 = 12,885 \text{ kNm}$$

$$V_{E,d} = 1/2 \times 3,287 \times 5,6 = 9,204 \text{ kN}$$

I. MEZNÍ STAV – ÚNOSNOST:

Posouzení průřezu 190/190 mm na ohyb:

$$\sigma_{m,d} = M_{E,d} / W_y = 12,885 \cdot 10^6 / 1\,143\,167$$

$$\sigma_{m,d} = 11,271 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1,0$$

$$11,271 / 12,138 = 0,93 \leq 1,0$$

Navržený průřez 190/190 na ohyb. zatížení VYHOVUJE!

Posouzení průřezu 190/190 mm na smyk za ohybu:

$$\text{Statický moment setrvačnosti: } S_y = 190 \times 95 \times 47,5 = 857\,375 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = (V_{sd,max} \cdot S_y) / (b \cdot I_y)$$

$$\tau_{v,d} = (9,204 \cdot 10^3 \times 857\,375) / (120 \times 138,24 \cdot 10^6)$$

$$\tau_{v,d} = 0,476 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,476 \text{ MPa} \leq 1,324 \text{ MPa}$$

Navržený průřez 190/190mm na smykové zatížení VYHOVUJE!

II, MEZNÍ STAV – POUŽITELNOST:

Charakteristické hodnoty zatížení:

$$\text{stálé zatížení } g_k = 2,46 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,59 \text{ m} = 1,451 \text{ kN/m'}$$

$$\text{užitné zatížení } q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 0,59 \text{ m} = 0,885 \text{ kN/m'}$$

Posouzení průřezu 190/190mm na dovolený průhyb:

Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref} = 1,0 \text{ kN/m}$:

$$u_{ref} = (5 \cdot q_{ref} \cdot L^4) / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y) = (5 \times 1,0 \times 5600^4) / (384 \times 10\,000 \times 108,6 \cdot 10^6)$$

$$u_{ref} = 11,79 \text{ mm}$$

Průhyb od užitného zatížení:

$$u_{2,inst} = q_k \cdot u_{ref} < L / 300$$

$$u_{2,inst} = 0,885 \times 11,79 = 10,434 \text{ mm} < 5600 / 300 = 18,667 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!

Konečný průhyb od stálého a užitného zatížení:

$$u_{1,inst} = g_k \cdot u_{ref}$$

$$u_{1,inst} = 1,451 \times 11,79 = 17,107 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = u_{1,inst} (1 + k_{1,def}) + u_{2,inst} (1 + k_{2,def}) < L / 200$$

$$k_{1,def} = 0,6 \text{ (stálé zatížení)}$$

$$k_{2,def} = 0,5 \text{ (dlouhodobé zatížení)}$$

$$u_{net,fin} = 17,107 \times (1 + 0,6) + 10,434 \times (1 + 0,5) = 43,02 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = 43,02 \text{ mm} \geq 5600 / 200 = 28,0 \text{ mm}$$

U podhledu je nutno uvažovat se zvýšeným průhybem! Nebo je nutné zmenšit osovou vzdálenost stropních trámů!

POSOUZENÍ STROPNÍHO NOSNÍKU – délka 4,2m:

Stávající stropnice jsou z rostlého dřeva zatřídění SI o průřezu 190/190 mm, osová vzdálenost jednotlivých nosníků je 1,18m. Prvek je zabudován ve třídě vlhkosti 1. Stropnice jsou proti vybočení vyztuženy dřevěným záklopem.

Průřezové charakteristiky: $A = 190 \times 190 = 36\,100 \text{ mm}^2$
 $I_y = 1/12 \times 190 \times 190^3 = 108,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
 $W_y = 1/6 \times 190 \times 190^2 = 1\,143\,167 \text{ mm}^3$

Materiálové charakteristiky: $f_{v,k} = 2,4 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0,8 \times 2,4 / 1,45 = 1,324 \text{ MPa}$
 $f_{m,k} = 22 \text{ MPa}$
 $f_{m,d} = 0,8 \times 22 / 1,45 = 12,138 \text{ MPa}$
 $E_{0,mean} = 10\,000 \text{ MPa}$

Zatěžovací stav:

Prvek je namáhán ohybovou silou a kombinací smyku za ohybu.

Zatížení: $(g_d + q_d) = 5,571 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,18 \text{ m} = 6,574 \text{ kN/m}$

Rozpětí stropního trámu $l = 3,9 \text{ m}$

Maximální vnitřní síly působící od daného zatížení:

$$M_{E,d} = 1/8 \times 6,574 \times 3,9^2 = 12,5 \text{ kNm}$$

$$V_{E,d} = 1/2 \times 6,574 \times 3,9 = 12,82 \text{ kN}$$

I. MEZNÍ STAV – ÚNOSNOST:

Posouzení průřezu 190/190 mm na ohyb:

$$\sigma_{m,d} = M_{E,d} / W_y = 12,5 \cdot 10^6 / 1\,143\,167$$

$$\sigma_{m,d} = 10,935 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1,0$$

$$10,935 / 12,138 = 0,9 \leq 1,0$$

Navržený průřez 190/190 na ohyb. zatížení VYHOVUJE!

Posouzení průřezu 190/190 mm na smyk za ohybu:

$$\text{Statický moment setrvačnosti: } S_y = 190 \times 95 \times 47,5 = 857\,375 \text{ mm}^3$$

$$\tau_{v,d} = (V_{sd,max} \cdot S_y) / (b \cdot I_y)$$

$$\tau_{v,d} = (12,82 \cdot 10^3 \times 857\,375) / (120 \times 138,24 \cdot 10^6)$$

$$\tau_{v,d} = 0,663 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$$

$$0,663 \text{ MPa} \leq 1,324 \text{ MPa}$$

Navržený průřez 190/190mm na smykové zatížení VYHOVUJE!

II. MEZNÍ STAV – POUŽITELNOST:

Charakteristické hodnoty zatížení:

$$\text{stálé zatížení } g_k = 2,46 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,18 \text{ m} = 2,903 \text{ kN/m}$$

$$\text{užitné zatížení } q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,18 \text{ m} = 1,77 \text{ kN/m}$$

Posouzení průřezu 190/190mm na dovolený průhyb:

Průhyb od jednotkového rovnoměrného zatížení $q_{ref} = 1,0 \text{ kN/m}$:

$$u_{ref} = (5 \cdot q_{ref} \cdot L^4) / (384 \cdot E_{0,mean} \cdot I_y) = (5 \times 1,0 \times 3900^4) / (384 \times 10\,000 \times 108,6 \cdot 10^6)$$

$$u_{ref} = 2,774 \text{ mm}$$

Průhyb od užitečného zatížení:

$$u_{2,inst} = q_k \cdot u_{ref} < L / 300$$

$$u_{2,inst} = 1,77 \times 2,774 = \underline{4,91 \text{ mm}} < 2900/300 = 9,67 \text{ mm}$$

VYHOVUJE!

Konečný průhyb od stálého a užitečného zatížení:

$$u_{1,inst} = g_k \cdot u_{ref}$$

$$u_{1,inst} = 2,903 \times 2,774 = 8,053 \text{ mm}$$

$$u_{net,fin} = u_{1,inst} (1 + k_{1,def}) + u_{2,inst} (1 + k_{2,def}) < L / 200$$

$$k_{1,def} = 0,6 \text{ (stálé zatížení)}$$

$$k_{2,def} = 0,5 \text{ (dlouhodobé zatížení)}$$

$$u_{net,fin} = 8,053 \times (1 + 0,6) + 4,91 \times (1 + 0,5) = 20,25 \text{ mm}$$

$$\underline{u_{net,fin} = 20,25 \text{ mm} \geq 2900 / 200 = 14,5 \text{ mm}}$$

U pohledu je nutno uvažovat se zvýšeným průhybem! Nebo je nutné zmenšit osovou vzdálenost stropních trámů!

POSOUZENÍ OCELOVÉ KONSTRUKCE PRO ZAVĚŠENÍ PODHLEDU – KONSTRUKCE JE NEZÁVISLÁ NA STÁVAJÍCÍ SKOŘEPINOVÉ KONSTRUKCI:

Zatěžovací šířka nosníku: 1,2m

Zatížení nosníku: spojitě zatížení $1,2 \times 0,837 = 1,0044 \text{ kN/m'}$

Rozpětí ocelového nosníku o jednom poli: $l = 1,05 \times 9,77 = 10,26 \text{ m}$

Maximální ohybový moment:

$$M = 1/8 \times 1,0044 \times 10,26^2 = 13,22 \text{ KNm}$$

$$W = M / f_{yd}$$

$$W = M \cdot \gamma_m / f_{yk} = 13,22 \cdot 10^6 / 200 = 66,1 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Na průvlak bude použito **1x I 160** $W_i = 117 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Posouzení průvlaku:

$$M_{Rd} = W \cdot f_{yd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_m = 1 \times 117 \cdot 10^3 \times 200 / 1,0 = 23,4 \text{ KNm}$$

$$\underline{M_{Rd} = 23,4 \text{ KNm} > M_{Ed} = 13,22 \text{ KNm}}$$

Navržený průvlak VYHOVUJE!

Volba velikostí nosníků je v závislosti na omezení průhybu a klopení nosníku.

POSOUZENÍ OCEL. PRŮVLAKU – l = 5,62 m:

Zatížení nosníku:

$$\begin{aligned}\text{Střešní konstrukce} & 3,0\text{m} \times 3,413 \text{ KN/m}^2 = 10,239 \text{ KN/m} \\ \text{Stropní konstrukce} & 5,18\text{m} \times 5,571 \text{ KN/m}^2 = 28,858 \text{ KN/m} \\ \text{Stěnová konstrukce} & 0,5\text{m} \times 7,975 \text{ KN/m}^2 = 3,988 \text{ KN/m} \\ \text{Vl. Tíha (odhad)} & \underline{1,0 \text{ KN/m} \times 1,35 = 1,35 \text{ KN/m}} \\ & \mathbf{44,435 \text{ KN/m}}\end{aligned}$$

Zatížení ocelového nosníku: spojitě zatížení 44,435 kN/m

Rozpětí ocelového nosníku o jednom poli: $l = 1,05 \times 5,62 = 5,901\text{m}$

Maximální ohybový moment:

$$M = 1/8 \times 44,435 \times 5,901^2 = 193,41 \text{ KNm}$$

$$W = M/f_{yd}$$

$$W = M \cdot \gamma_m / f_{yk} = 193,41 \cdot 10^6 / 200 = 967,07 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Na průvlak bude použito **2x HEB 200** $W_i = 570 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Posouzení průvlaku:

$$M_{Rd} = W \cdot f_{yd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_m = 2 \times 570 \cdot 10^3 \times 200 / 1,0 = 228,0 \text{ KNm}$$

$$\mathbf{M_{Rd} = 228,0 \text{ KNm} > M_{Ed} = 193,41 \text{ KNm}}$$

Navržený průvlak VYHOVUJE!

Volba velikostí nosníků je v závislosti na omezení průhybu a klopení nosníku.

POSOUZENÍ OCEL. VLOŽENÉHO PŘEKLADU l = 3,0 m:

Zatížení nosníku:

$$\begin{aligned}\text{Střešní konstrukce} & 3,8\text{m} \times 3,413 \text{ KN/m}^2 = 12,969 \text{ KN/m} \\ \text{Stropní konstrukce} & 2,76\text{m} \times 5,571 \text{ KN/m}^2 = 15,38 \text{ KN/m} \\ \text{Stěnová konstrukce} & 1,7\text{m} \times 11,62 \text{ KN/m}^2 = 19,754 \text{ KN/m} \\ \text{Vl. Tíha (odhad)} & \underline{1,0 \text{ KN/m} \times 1,35 = 1,35 \text{ KN/m}} \\ & \mathbf{49,453 \text{ KN/m}}\end{aligned}$$

Rozpětí nosníku: $l = 1,05 \times 3,0 = 3,15\text{m}$

Max. ohybový moment nosníku:

$$M_{Ed} = 1/8 \times 49,453 \times 3,15^2 = \underline{61,34 \text{ KNm}}$$

$$W = M/f_{yd} = M \cdot \gamma_m / f_{yk} = 61,34 \cdot 10^6 \times 1,0 / 200 = 306,7 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad /:2$$

$$\underline{W_p = 153,35 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}$$

Na průvlak bude použito **2x HEB 140** $W_i = 216 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

Posouzení průvlaku:

$$M_{Rd} = W \cdot f_{yd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_m = (2 \times 216 \cdot 10^3) \times 200 / 1,0 = 86,4 \text{ KNm}$$

$$\mathbf{M_{Rd} = 86,4 \text{ KNm} > M_{Ed} = 61,34 \text{ KNm}}$$

Navržený průvlak VYHOVUJE!

Použity 2x HEB 140 (S235) – uložení nosníků minimálně 200 mm! Volba velikostí nosníků je v závislosti na omezení průhybu.

Pilíř pod překlady bude nově vyzděn a zmonolitněn z tvárnic ztraceného bednění.

ETICS – kontaktní zateplovací systém:

Statický posudek řeší počet kotevních hmoždinek systému ETICS s doplňkovým lepením. Zateplovací systém je navržen z EPS minimální třídy TR 100.

Výpočet je proveden podrobným návrhem. Pro návrh platí tyto podmínky - hmotnost celého souvrství zateplení bude do 20 kg/m² zateplení bude provedeno EPS F s pevností v tahu min. TR100. Počet hmoždinek platí pro desky o rozměrech 1000x500 mm, pokud rozměr je jiný určuje počet výrobce ETICS.

Tuhost talířku hmoždinky bude min $c = 0,30$ kN/mm a jeho průměr min. 60 mm.

Počet hmoždinek nesmí klesnout pod 6 ks/m² a být větší než 16 ks/m²

Doporučuje se aby počet hmoždinek nepřesáhl 12 ks/m², kdy může dojít k narušení podkladní vrstvy

Z výpočtu dle přesného návrhu vyplývá, že omezující je více odolnost proti protažení hmoždinky z izolantu, kdy normové hodnoty jsou výrazně nižší, než udávají výrobci ETICS.

V případě aplikace podkladových talířků, či "přes výztuž" lze počty redukovat, vždy však musí být daná únosnost deklarována výrobcem ETICS dle příslušné ETAG.

Počet hmoždinek je stanoven dle normových hodnot ČSN 73 2902.

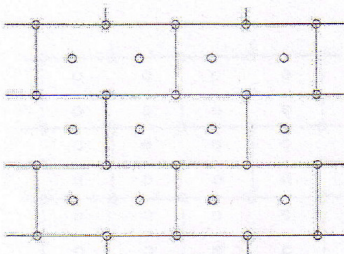
Zateplení objektu bude navrženo na toto základní návrhové zatížení od větru:

- Krajiní zóna 1,556 kN/m²
- Vnitřní zóna 1,04 kN/m²

Návrh a posouzení kotev:

Návrh počtu hmoždinek pro vnitřní zónu objektu:

Rozmístění hmoždinek při počtu 8ks na m², z toho 4 ks ve spárách



Obrázek C.2 – Rozmístění hmoždinek při počtu 8 ks na m², z toho 4 ks ve spárách

Typ hmoždinky

EJOT STR U

Charakteristická únosnost hmoždinky v tahu

$N_{RK} = 1,5$ kN (údaj výrobce)

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše a ve spáře bude počítána dle ČSN 73 2902

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše **$R_{panel} = 0,25$ kN**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře **$R_{joint} = 0,18$ kN**

Návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru **$R_{d,hm} = 0,142$ kN**

Součinitel odolnosti proti protažení

$k_k = 0,8$ kN

Počet hmoždinek v ploše na 1m²

$n_{panel} = 4$ ks

Počet hmoždinek ve spárách na 1m²

$n_{joint} = 4$ ks

Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace

$\gamma_{Mb} = 1,2$

Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži

$\gamma_{Mc} = 1,8$

Materiál tepelné izolace

pěnový polystyrén třídy min TR100

Materiál nosné vrstvy podkladu – cihelné zdivo Porotherm (případně jiná značka)

Způsob montáže hmoždinky se šroubem aktivované jeho zašroubováním

Navržený počet hmoždinek u desek o rozměru 500x1000 mm nemá být nižší než 6 ks/m² a nemá být vyšší než 16 ks/m².

U jiných rozměru desek stanovuje výrobce dle ETICS. 500x1000 mm

Návrhová odolnost hmoždinek na účinky sání větru na 1 m² menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{\text{panel}} \times n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} \times n_{\text{joint}}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,147 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{Mc} = 6,667 \text{ kN/m}^2$$

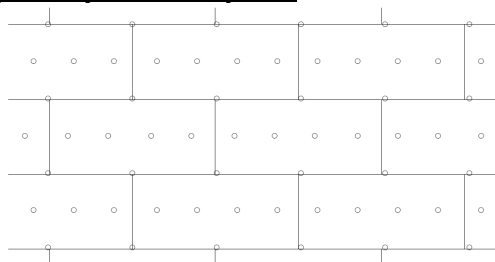
$$\text{Návrhová hodnota účinku zatížení větrem } S_d = 1,04 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,147 \text{ kN/m}^2$$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

Před vlastní realizací budou provedeny výtažné zkoušky a únosnost hmoždinky v tahu porovnána s uvažovanou hodnotou ve výpočtu!

Při použití dodavatelem certifikovaného systému dle Evropského technického schválení ETA, je možno přepočítat počet kotev dle použitého systému a vyzkoušených hodnot R_{panel} a R_{joint} . Je nutné provést dle těchto skutečností nový statický posudek!

Návrh počtu hmoždinek pro krajní zónu objektu:



Rozmístění hmoždinek při počtu 12ks na m², z toho 4 ks ve spárách

Typ hmoždinky

EJOT STR U

Charakteristická únosnost hmoždinky v tahu

$N_{Rk} = 1,5 \text{ kN}$ (údaj výrobce)

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše a ve spáře bude počítána dle ČSN 73 2902

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku v ploše **$R_{\text{panel}} = 0,25 \text{ kN}$**

Průměrná hodnota odolnosti proti protažení na 1 hmoždinku ve spáře **$R_{\text{joint}} = 0,18 \text{ kN}$**

Návrhová odolnost hmoždinky vůči účinkům sání větru **$R_{d,hm} = 0,142 \text{ kN}$**

Součinitel odolnosti proti protažení

$k_k = 0,8 \text{ kN}$

Počet hmoždinek v ploše na 1 m²

$n_{\text{panel}} = 8 \text{ ks}$

Počet hmoždinek ve spárách na 1 m²

$n_{\text{joint}} = 4 \text{ ks}$

Součinitel bezpečnosti upevnění při spolupůsobení izolace

$\gamma_{Mb} = 1,2$

Součinitel bezpečnosti upevnění při montáži

$\gamma_{Mc} = 1,5$

Materiál tepelné izolace

pěnový polystyrén třídy min TR100

Způsob montáže hmoždinky se šroubem aktivované jeho zašroubováním

Navržený počet hmoždinek u desek o rozměru 500x1000 mm nemá být nižší než 6 ks/m² a nemá být vyšší než 16 ks/m².

U jiných rozměru desek stanovuje výrobce dle ETICS. 500x1000 mm

Návrhová odolnost hmoždinek na účinky sání větru na 1 m² menší z hodnot:

$$R_{d1} = (R_{\text{panel}} \times n_{\text{panel}} + R_{\text{joint}} \times n_{\text{joint}}) \times k_k / \gamma_{Mb} = 1,813 \text{ kN/m}^2$$

$$R_{d2} = N_{Rk} \times (n_{\text{panel}} + n_{\text{joint}}) / \gamma_{Mc} = 12,0 \text{ kN/m}^2$$

Návrhová hodnota účinku zatížení větrem $S_d = 1,556 \text{ kN/m}^2 \leq R_{d1} = 1,813 \text{ kN/m}^2$

POČET NAVRŽENÝCH HMOŽDINEK VYHOVUJE!

Před vlastní realizací budou provedeny výtažné zkoušky a únosnost hmoždinky v tahu porovnána s uvažovanou hodnotou ve výpočtu!

Při použití dodavatelem certifikovaného systému dle Evropského technického schválení ETA, je možno přepočítat počet kotev dle použitého systému a vyzkoušených hodnot R_{panel} a R_{joint} . Je nutné provést dle těchto skutečností nový statický posudek!

Dodavatel ETIC je povinen při provádění stavby dodržovat nařízení všech platných norem. Dále je nutné bezpodmínečně dodržovat všechny předpisy technického provedení a bezpečnosti práce. Při stavebních pracích dbát na ochranu zdraví osob na staveništi.

Při realizaci stavby je nutné dodržovat montážní předpisy a návody výrobců!

6) Materiál:

V konstrukcích jsou použity materiály, které splňují požadavky na jednotlivé konstrukce a jsou certifikovanými výrobky pro použití na dané konstrukce v rámci našeho území.

DŮLEŽITÉ UPOZORNĚNÍ: nejasnosti a případné změny oproti projektu nutno konzultovat s níže podepsaným projektantem.

V Ústí nad Orlicí, dne 15. 8. 2019

Vypracoval: Ing. Libor Barvínek