

**Akce:** Černovír č.p. 89, Ústí nad Orlicí  
Pozemek parc.č. 55/1, 55/2, stav.parc.č. 146  
**PŘÍSTAVBA POŽÁRNÍ ZBROJNICE**

**Investor:** Město Ústí nad Orlicí, Sychrova 16, 562 01 Ústí nad Orlicí

**Místo:** p.p.č. 55/1, 55/2 a st.p.č. 146, k.ú. Černovír

**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 nosné konstrukce přístavby požární zbrojnice na p.p.č. 55/1, 55/2 a st.p.č. 146 v katastru obce města Ústí nad Orlicí – místní části Černovír. 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 přístavbu požární zbrojnice, tvořenou jedním nadzemním podlažím a využitým podkrovím. Budova není podsklepena. Součástí stavby je věž na sušení hadic.

Vnější obvodové zdivo bude keramické z broušených cihelných bloků POROTHERM 38 Profi, zděné na tenkovrstvou lepicí maltu. Vnitřní nosné konstrukce jsou tvořeny broušenými cihelnými bloky POROTHERM 30 Profi na systémové zdící lepidlo. Vnitřní dělicí svislé konstrukce jsou tvořeny broušenými příčkovkami POROTHERM tl. 115mm. Vnější strana obvodového zdiva jádrovou omítkou a tenkovrstvou fasádou. Z vnitřní strany zdiva je omítka vápenocementová, opatřená štukováním. Nadokenní a nade dveřní překlady jsou realizovány ze systémových překladů POROTHERM 7 délky – dle světlosti jednotlivých otvorů. Detail uložení překladu, včetně tepelné izolace je patrný ze systémových podkladů výrobce materiálu POROTHERM.

Pod rovinou stropu a pozednic bude proveden železobetonový věnec výšky 250mm vyztužený 4 pruty  $\phi$  R12, svázaných po cca 200 mm třmínky z betonářské oceli  $\phi$  R6.

Zdivo věže bude po cca 2,5m rozděleno ztužujícím železobetonovým věncem výšky 250mm vyztužený 4 pruty  $\phi$  R12, svázaných po cca 200 mm třmínky z betonářské oceli  $\phi$  R6.

Založení bude provedeno na monolitických základových pásech. Základovou spáru je nutno uložit až do nezámrazné hloubky, tj. minimálně 1,1m pod upravený terén. Základové pasy budou z prostého betonu C12/15 bude vybetonována do vykopaných rýh. Na pasy a šterkopískový hutněný podsyp mezi nimi bude provedena podkladní betonová mazanina tl.150mm C 16/20 se sítí kari 5,0.100/5,0.100.

Investor po obnažení základové spáry pozve projektanta ke kontrole složení základového podloží, jestli nedochází k rozporu s uvažovaným složením.

Střešní nosná konstrukce je tvořena vaznicovým krovem, kdy krokve jsou průřezů 120/180mm. Pozednice jsou z rostlého řeziva 160/120 mm. Středové vaznice jsou řešeny v průřezu 160/220. Středová vaznice je uložena na zalomeném válcovaném nosníku 2xU160 (S235), který je svařený do krabice. Zalomený nosník je podepřen sloupkem 80/80/4,0mm, uloženým na nosné svislé konstrukci přízemí. Veškeré spoje jsou řešeny tesařsky s doplněním kovových spojovacích prvků! Na hlavní sedlové střeše je položena krytina z asfaltového šindelu na celoplošném bednění. Pod bedněním je vytvořena vzduchová mezera kontralatěmi 60/40mm.

Stropní konstrukce mezi přízemím a poschodím objektu je tvořeno z prefabrikovaných železobetonových panelů Goldbeck tl. 200mm, skládaným na provedený ztužující věnec. Stropní panely jsou šířky 1200mm. Je nutné je před výrobou zaměřit a provést dle skutečného provedení rozmístění nosných konstrukcí. Betonová zálivka z betonové směsi třídy C25/30 je vyztužena betonářskou výztuží  $\phi$ R12 v každé spáře.



### 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:** Ústí nad Orlicí → 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  $\alpha = 40^\circ \rightarrow \mu_1 = 0,8$
- $C_e = 1,0, C_t = 1,0$
- $s_k = \mu_1 \cdot s_{k0} \cdot C_e \cdot C_t = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 2,0$   
 **$s_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$**
- $s_d = s_k \cdot \gamma_M = 1,6 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$   
 **$s_d = 2,4 \text{ kN/m}^2$**

#### **Vítr:**

- Podle mapy v EN 1991-1-4 se jedná o větrnou oblast II. V nadmořské výšce do 700 m.n.m. (cca 340 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 13,73 m

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

$$z_0 = 0,05$$

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

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

$$z_{min} \leq z \leq z_{max} \rightarrow 2,0 \text{ m} \leq 13,73 \text{ m} \leq 200 \text{ m}$$

$$c_r = k_r \cdot \ln(z/z_0) = 0,19 \cdot \ln(13,73/0,05) = 1,067$$

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

Střední rychlost větru:

$$v_{m(z)} = c_r \cdot c_0 \cdot v_b = 1,067 \times 1,0 \times 25 = 26,675 \text{ m/s}$$

Intenzita turbulence:

$$I_{v(z)} = k_l / (c_0(z) \cdot \ln(z/z_0)) = 1,0 / (1,0 \times \ln(13,73/0,05)) = 0,178$$

Dynamický tlak větru

$$q_{p(z)} = (1 + 7 \cdot I_{v(z)}) \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_{m(z)}^2 = (1 + 7 \cdot 0,178) \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 26,675^2$$
  
 **$q_{p(z)} = 998,846 \text{ N/m}^2$**

#### Vítr působící na stěny budovy:

##### Příčný vítr:

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 998,846 \cdot c_{pe}$$

Oblasti: A  $\rightarrow c_{pe} = -1,2$

$$q_{pA} = 998,846 \cdot c_{pe} \cdot 1,5 = -1\,797,923 \text{ N/m}^2$$



B → C <sub>pe</sub> = -0,8	q <sub>pB</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 1 198,615 N/m <sup>2</sup>
C → C <sub>pe</sub> = -0,5	q <sub>pE</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 749,135 N/m <sup>2</sup>
D → C <sub>pe</sub> = +0,8	q <sub>pD</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = + 1 198,615 N/m <sup>2</sup>
E → C <sub>pe</sub> = -0,5	q <sub>pE</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 749,135 N/m <sup>2</sup>

Podélný vítr:

$$q_{p(x)} = q_{p(z)} \cdot c_{pe} = 998,846 \cdot c_{pe}$$

Oblasti: A → C <sub>pe</sub> = -1,2	q <sub>pA</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = -1 797,923 N/m <sup>2</sup>
B → C <sub>pe</sub> = -0,8	q <sub>pB</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 1 198,615 N/m <sup>2</sup>
C → C <sub>pe</sub> = -0,5	q <sub>pE</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 749,135 N/m <sup>2</sup>
D → C <sub>pe</sub> = +0,8	q <sub>pD</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = + 1 198,615 N/m <sup>2</sup>
E → C <sub>pe</sub> = -0,5	q <sub>pE</sub> = 998,846. c <sub>pe</sub> . 1,5 = - 749,135 N/m <sup>2</sup>

### **STÁLÉ ZATÍŽENÍ:**

***Vlastní tíha střechy nad hlavní budovou:***

<u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ:</u>	gk[KN/m <sup>2</sup> ]	γM	gk[KN/m <sup>2</sup> ]
Asfaltový šindel + pojistná hydroizolace	0,096	1,35	0,130
Dřevěné krokve 120/180mm	0,5	1,35	0,675
Střešní latě + kontralatě 40x60mm	0,20	1,35	0,270
Záklop z dřevěných desek tl. 24mm	0,16	1,35	0,216
Tepelná izolace tl.240mm	0,13	1,35	0,176
Kovový profilovaný rošt	0,06	1,35	0,081
Sádkartón	0,20	1,35	0,270
	Σ1,346 KN/m <sup>2</sup>		Σ 1,817 KN/m <sup>2</sup>

<u>NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:</u>	qk[KN/m <sup>2</sup> ]	γM	qk[KN/m <sup>2</sup> ]
Užitné zatížení (střechy nepřístupné)	0,75 KN/m <sup>2</sup>	1,5	1,125 KN/m <sup>2</sup>
	Σ2,096 KN/m <sup>2</sup>		Σ 2,942 KN/m <sup>2</sup>

Sklon střechy 40°

Celkové zatížení střechy (sníh+vlastní tíha) = 1,817KN/m<sup>2</sup> + 2,4KN/m<sup>2</sup> = **4,22 KN/m<sup>2</sup>**

***Vlastní tíha střechy nad pultovou střechou:***

<u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ:</u>	gk[KN/m <sup>2</sup> ]	γM	gk[KN/m <sup>2</sup> ]
Asfaltový šindel + pojistná hydroizolace	0,096	1,35	0,130
Dřevěné krokve 120/180mm	0,5	1,35	0,675
Střešní latě + kontralatě 40x60mm	0,20	1,35	0,270
Záklop z dřevěných desek tl. 24mm	0,16	1,35	0,216
	Σ0,956 KN/m <sup>2</sup>		Σ 1,291 KN/m <sup>2</sup>

<u>NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:</u>	qk[KN/m <sup>2</sup> ]	γM	qk[KN/m <sup>2</sup> ]
Užitné zatížení (střechy nepřístupné)	0,75 KN/m <sup>2</sup>	1,5	1,125 KN/m <sup>2</sup>
	Σ1,706 KN/m <sup>2</sup>		Σ 2,416 KN/m <sup>2</sup>

Sklon střechy 8°

Celkové zatížení střechy (sníh+vlastní tíha) = 1,291KN/m<sup>2</sup> + 3,0KN/m<sup>2</sup> = **4,29 KN/m<sup>2</sup>**



**ZATÍŽENÍ STROPEM prefabrikovaný železobetonový:**

<u>STÁLÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
Nášlapná vrstva tl. 15mm	0,30	1,35	0,405
Betonová mazanina tl. 80mm	1,92	1,35	2,592
Tepelná izolace tl.50mm	0,13	1,35	0,176
Cementová stěrka tl 50mm	1,15	1,35	1,553
Želbet. panely Goldbeck tl. 200mm	2,70	1,35	3,645
Vnitřní omítka	0,2	1,35	0,270
	Σ6,40KN/m <sup>2</sup>		Σ 8,64 KN/m <sup>2</sup>
<u>NAHODILÉ ZATÍŽENÍ:</u>	<u>qk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>qk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
Užitné zatížení (kategorie C1)	3,0 KN/m <sup>2</sup>	1,5	4,5 KN/m <sup>2</sup>
	Σ9,40KN/m <sup>2</sup>		<b>Σ 13,14 KN/m<sup>2</sup></b>

**Vlastní tíha stěny:****Vnější nosná zeď POROTHERM 38 Profi:**

	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
Vnější omítka	0,4	1,35	0,54
1m <sup>2</sup> zdiva	2,816	1,35	3,802
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
	Σ 3,616 KN/m <sup>2</sup>		<b>Σ 4,882 KN/m<sup>2</sup></b>

**Vnitřní nosná zeď POROTHERM 30 Profi**

	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
Vnitřní omítka vápenocementová	0,4	1,35	0,54
1m <sup>2</sup> zdiva	2,512	1,35	3,391
Vnitřní omítka vápenocementová	0,4	1,35	0,54
	Σ 3,312 KN/m <sup>2</sup>		<b>Σ 4,471 KN/m<sup>2</sup></b>

**Nenosná příčka POROTHERM tl. 115 mm:**

	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
1m <sup>2</sup> zdiva	1,2	1,35	1,62
Vnitřní omítka	0,4	1,35	0,54
	Σ 2,0 KN/m <sup>2</sup>		<b>Σ 2,7 KN/m<sup>2</sup></b>

**Opěrná stěna ze ZB tl. 500mm:**

	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>γM</u>	<u>gk[KN/m<sup>2</sup>]</u>
1m <sup>2</sup> zdiva	12,5	1,35	16,875
	Σ 12,5 KN/m <sup>2</sup>		<b>Σ 16,875 KN/m<sup>2</sup></b>



## 5) Návrh a posouzení použitých konstrukcí:

### POSOUZENÍ POUŽITÉ KROKVE 120/180mm – sedlová střecha 30°:

Navrženy krokve z rostlého dřeva zatřídění SI o průřezu 120/180 mm, max. osová vzdálenost jednotlivých krokví je 1000 mm.

Průřezové charakteristiky:  $A = 120 \times 180 = 21\,600 \text{ mm}^2$   
 $W_y = 1/6 \times 120 \times 180^2 = 648\,000 \text{ mm}^3$   
 $I_y = 1/12 \times 120 \times 180^3 = 58,32 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$   
 $i_y = \sqrt{I_y / A} = \sqrt{(58,32 \cdot 10^6) / 21\,600} = 51,962 \text{ mm}$

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:

$M_{y,d} = 1/8 \times (4,22 \times 1,0) \times 3,40^2 = 6,098 \text{ kNm}$   
 $N_d = 1/2 \times (4,22 \times 1,0) \times 3,40 = 7,174 \text{ kNm}$

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

Vzpěrná délka:  $L_{ef,y} = 3,40 \text{ m}$   
Štíhlostní součinitel:  $\lambda_y = L_{ef,y} / i_y = 3400 / 51,962 = 65,432$   
Kritické napětí:  $\sigma_{c,crit,y} = (\pi^2 \cdot E_{0,05}) / \lambda_y^2 = (\pi^2 \cdot 6700) / 65,432^2 = 15,445 \text{ MPa}$

$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{20 / 15,445} = 1,138 \geq 0,5$   
**→ nosník nutno posoudit na vzpěr**

$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) \quad \beta_c = 0,2 \text{ (rostlé dřevo)}$   
 $k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,138 - 0,5) + 1,138^2) = 1,211$   
 $k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,211 + \sqrt{1,211^2 - 1,138^2})$   
 $k_{c,y} = 0,615$

$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 7\,174 / 21\,600 = 0,332 \text{ MPa}$   
 $\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y = 6,098 / 0,648 = 10,857 \text{ MPa}$

### Posouzení navrženého nosníku:

$(\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d})) + (\sigma_{m,y,d} / f_{m,d}) \leq 1,0$   
 $(0,332 / (0,615 \times 11,034)) + (10,857 / 12,138) = 0,05 + 0,894 = \underline{0,944 \leq 1,0}$

**Navržený průřez 120/180mm VYHOVUJE!**



### **POSOUZENÍ DŘEVĚNÉ středové VAZNICE 160/220mm:**

Navržená vrcholová vaznice o průřezu 160/220 mm je z rostlého dřeva zatřídění SI. Prvek je zabudován ve třídě vlhkosti 1. Vaznice bude zkrácena diagonálními pásy.

Průřezové charakteristiky:  $A = 160 \times 220 = 35\,200 \text{ mm}^2$   
 $I_y = 1/12 \times 160 \times 220^3 = 141,973 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$   
 $W_y = 1/6 \times 160 \times 220^2 = 1\,290\,667 \text{ mm}^3$

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.

Maximální vnitřní síly působící od daného zatížení:

$M_{y,d} = 15,66 \text{ kNm}$   
 $N_d = 19,819 \text{ kNm}$

### **I. MEZNÍ STAV – ÚNOSNOST:**

Posouzení průřezu 160/220mm na ohyb:

$\sigma_{m,d} = M_{E,d} / W_y = 15,66 \cdot 10^6 / 1\,290\,667$   
 $\sigma_{m,d} = 12,13 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,d} / f_{m,d} \leq 1,0$   
**12,13 / 12,138 = 0,999 ≤ 1,0**

**Navržený průřez 160/220mm na ohybové zatížení VYHOVUJE!**

Posouzení průřezu 160/220mm na smyk za ohybu:

Statický moment setrvačnosti:  $S_y = 160 \times 110 \times 55 = 0,968 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$   
 $\tau_{v,d} = (V_{sd,max} \cdot S_y) / (b \cdot I_y)$   
 $\tau_{v,d} = (19,819 \cdot 10^3 \times 0,968 \cdot 10^6) / (160 \times 141,973 \cdot 10^6)$   
 $\tau_{v,d} = 0,845 \text{ MPa}$

$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$   
**0,845 MPa ≤ 1,324 MPa**

**Navržený průřez 160/220mm na smykové zatížení VYHOVUJE!**



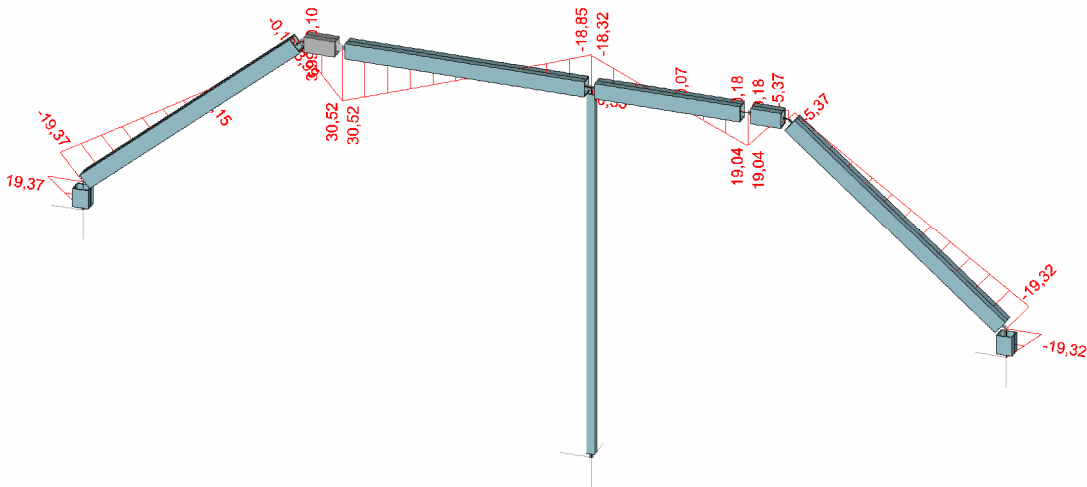
### **POSOUZENÍ ZALOMENÉHO PRŮVLAKU – rám pod středovými vaznicemi:**

Ocelový zalomený rám bude kopírovat tvar sedlové střechy. Bude podepřen na obvodových nosných konstrukcích a uprostřed ocelovým sloupkem na vnitřní nosné stěně (ve 2.N.P. bude sloupek schován do dělicí konstrukce).

Zatížení nosníku:

Vlastní tíha nosníku – viz. příloha výpočet zalomeného rámu

Bodové zatížení:  $F = 55,174 \text{ kN}$  (uložení středových vaznic)



Výpočet a posouzení je v samostatné příloze na konci posudku.

Výpočet byl proveden v programu FIN.

### **POSOUZENÍ POUŽITÉ KROKVE 120/180mm – pultová střecha 8°:**

Navrženy krokve z rostlého dřeva zatřídění SI o průřezu 120/180 mm, max. osová vzdálenost jednotlivých krokví je 750 mm.

Průřezové charakteristiky:  $A = 120 \times 180 = 21\,600 \text{ mm}^2$

$$W_y = 1/6 \times 120 \times 180^2 = 648\,000 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 1/12 \times 120 \times 180^3 = 58,32 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_y = \sqrt{I_y / A} = \sqrt{(58,32 \cdot 10^6 / 21\,600)} = 51,962 \text{ mm}$$

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:

$$M_{y,d} = 1/8 \times (4,29 \times 0,75) \times 3,76^2 = 5,69 \text{ kNm}$$

$$N_d = 1/2 \times (4,29 \times 0,75) \times 3,76 = 6,05 \text{ kNm}$$



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

Vzpěrná délka:  $L_{ef,y} = 3,76 \text{ m}$

Štíhlostní součinitel:  $\lambda_y = L_{ef,y} / i_y = 3760 / 51,962 = 72,361$

Kritické napětí:  $\sigma_{c,crit,y} = (\pi^2 \cdot E_{0,05}) / \lambda_y^2 = (\pi^2 \cdot 6700) / 72,361^2 = 12,629 \text{ MPa}$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y}} = \sqrt{20 / 12,629} = 1,258 \geq 0,5$$

**→ nosník nutno posoudit na vzpěr**

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

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (1,258 - 0,5) + 1,258^2) = 1,367$$

$$k_{c,y} = 1 / (k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}) = 1 / (1,367 + \sqrt{1,367^2 - 1,258^2})$$

$$k_{c,y} = 0,526$$

$$\sigma_{c,0,d} = N_d / A = 6\,050 / 21\,600 = 0,281 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_{y,d} / W_y = 5,69 / 0,648 = 8,78 \text{ MPa}$$

Posouzení navrženého nosníku:

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

$$(0,281 / (0,526 \times 11,034)) + (8,78 / 12,138) = 0,05 + 0,723 = \underline{\underline{0,773 \leq 1,0}}$$

**Navržený průřez 120/180mm VYHOVUJE!**

### **POSOUZENÍ STROPNÍCH BETONOVÉHO STROPU z PANELŮ GOLDBECK:**

Zatížení stropní konstrukce:  $(q_d + q_d) = 13,14 \text{ KN/m}^2$

Zatížení stropní konstrukce BEZ vl. tíhy prefabrikátů:  $(q_d + q_d) = 9,495 \text{ KN/m}^2$

Maximální délka panelů:  $l = 5,85 \text{ m}$

$$M_{Ed} = 1/8 \times (13,14 \times 1,2) \times 5,85^2 = 67,453 \text{ kNm} / 1,20 \text{ m}$$

Maximální hodnota ohybového momentu na mezi únosnosti dílce stropu

**GOLDBECK SPG 20043** – tl. nosného panelu 200mm (dle podkladů výrobce):

$$M_{R,d} = 117,3 \text{ kNm} / \text{dílec}$$

### **POSOUZENÍ STROPNÍ KONSTRUKCE:**

$$\underline{\underline{M_{Rd} = 117,3 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 67,453 \text{ kNm}}}$$

NAVRŽENÁ STROPNÍ KONSTRUKCE VYHOVUJE!

**Při zaměření stropních panelů a před zadáním do výroby bude vypracována výrobní projektová dokumentace na dodávané železobetonové panely, kde bude posouzeno vyztužení, případně dovyztužení panelu na navrhované zatížení!**



### **VÝPOČET A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉHO PÁSU:**

Kdyby došlo při realizaci k zjištění jiné základové zeminy, nežli je zde uvedena, je nutné povolat statika, jenž posoudí nové základové podmínky.  
Základové pásy jsou monolitické z betonové směsi třídy C12/15.

### **NOSNÁ OBVODOVÁ STĚNA:**

Zatížení základového pásu: Střešní konstrukce  $3,5\text{m} \times 3,75 \text{ KN/m}^2 = 13,125 \text{ KN/m}'$   
Stěna  $5,00 \times 3,616 \text{ KN/m}^2 = 18,08 \text{ KN/m}'$   
Stropní k-ce  $2,5 \times 9,40 \text{ KN/m}^2 = 23,50 \text{ KN/m}'$   
Vl. tíha  $0,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 23 \text{ KN/m}^2 = 11,50 \text{ KN/m}'$   
 $V_{Ed} = 66,205 \text{ KN/m} = 6\,620,5 \text{ Kg/m}$

Kontaktní napětí v základové spáře:  $1,5 \text{ kg/cm}^2 = 150 \text{ kPa}$

NÁVRH ŠÍŘKY ZÁKLADOVÉHO PÁSU:  $b = 0,5 \text{ m}$

Výška pasu  $h = 1,0 \text{ m}$

POSOUZENÍ:  $50 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 1,2 \text{ kg/cm}^2 = 7\,500 \text{ kg/m}$

$7\,500 \text{ kg/m} = 75,0 \text{ kN/m} \geq V_{Ed} = 66,205 \text{ kN/m}$

Základový pás VYHOVUJE!

### **NOSNÁ VNITŘNÍ STĚNA:**

Zatížení základového pásu: Střešní konstrukce  $2,0 \text{ m} \times 3,75 \text{ KN/m}^2 = 7,5 \text{ KN/m}'$   
Stěna  $3,00 \times 3,312 \text{ KN/m}^2 = 9,936 \text{ KN/m}'$   
Stropní k-ce  $4,75 \times 9,40 \text{ KN/m}^2 = 44,65 \text{ KN/m}'$   
Vl. tíha  $0,5 \times 1,0 \times 1,0 \times 23 \text{ KN/m}^2 = 11,50 \text{ KN/m}'$   
 $V_{Ed} = 73,01 \text{ KN/m} = 7\,301 \text{ Kg/m}$

Kontaktní napětí v základové spáře:  $1,5 \text{ kg/cm}^2 = 150 \text{ kPa}$

NÁVRH ŠÍŘKY ZÁKLADOVÉHO PÁSU:  $b = 0,5 \text{ m}$

Výška pasu  $h = 1,0 \text{ m}$

POSOUZENÍ:  $50 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 1,2 \text{ kg/cm}^2 = 7\,500 \text{ kg/m}$

$7\,500 \text{ kg/m} = 75,0 \text{ kN/m} \geq V_{Ed} = 73,01 \text{ kN/m}$

Základový pás VYHOVUJE!

### **NÁVRH A POSOUZENÍ ŽB OPĚRNÉ STĚNY:**

**Opěrná stěna z betonových tvárnic ZB tl. 500mm – max. výška svahu 2,0m:**

Základový pás bude šířky 1,3m, výšky 1,0m. Na základový pás bude vybetonována a provázána betonářskou výztuží stěna ze ZB tl. 500mm.

Síla působící aktivním tlakem na zadní stranu stěny:

$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot k_a = \frac{1}{2} \times 19 \times 1,8^2 \times 0,5$$

$$S_1 = 15,39 \text{ kN}$$

zatížení působí ve 1/3 výšky stěny 0,60m

Vlastní hmotnostní síly opěrné stěny:

Rozdělíme stěnu při výpočtu na 2 obrazce

$$G_1 = 0,5 \times 2,0 \times 1,0 \times 25 = 25,0 \text{ kN}$$

$$G_2 = 1,0 \times 1,3 \times 1,0 \times 25 = 32,5 \text{ kN}$$



### **POSOUZENÍ STABILITY OPĚRNÉ STĚNY:**

Ztráta celkové stability, překocení kolem bodu v pravém rohu základové spáry (základový pás je vyztužen základovou konstrukcí přístavby v kombinaci s monolitickou železobetonovou podkladní deskou přístavby, kdy je vytvořena tuhá deska:

Ramena působících sil:

$$r_1 \text{ (pro sílu } G_1) = 0,25\text{m}$$

$$r_2 \text{ (pro sílu } G_2) = 0,65\text{m}$$

$$s_1 \text{ (pro sílu } S_1) = 1,6\text{m}$$

Nepříznivý ohybový moment působící na kritický bod základové spáry:

$$M_{Ed} = S_1 \times s_1 = 15,39 \times 1,6 = 24,624 \text{ kNm}$$

Ohybový moment od přetížení opěrné stěny:

$$M_{Rd} = G_1 \times r_1 + G_2 \times r_2$$

$$= 25,0 \times 0,25 + 32,5 \times 0,65 = 27,375 \text{ kNm}$$

### **Posouzení stability:**

$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

$$M_{Ed} = 24,624 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 27,375 \text{ kNm}$$

**Navržená stěna VYHOVUJE!**

### **VYZTUŽENÍ OPĚRNÉ STĚNY:**

**Ohybový moment:**

$$\text{Návrhový ohybový moment } M_{Ed} = 24,624 \text{ kNm}$$

### ***Materiály***

$$\text{beton C16/20} - f_{cd} = 16 / 1,5 = 10,67 \text{ MPa}$$

$$\text{výztuž } 10 \text{ 505} - f_{yd} = 490 / 1,15 = 426,087 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon_{yd} = 426,087 / 200 = 2,13 \text{ ‰}$$

Předpoklad :  $\emptyset$  R12 – podélná výztuž ;  $\emptyset_{st}$  R10 - třmínky

$$\xi_{bal,1} = 3,5 / (3,5 + 2,13) = 0,662$$

### **Návrh ohybové výztuže trámu**

$$d = h - d_1 = 0,50 - 0,25 = 0,25 \text{ m} ;$$

$$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 24,624 / (1,0 \cdot 0,25^2 \cdot 10670) = 0,037 ;$$

$$\text{z tabulky } \omega = 0,041 ; \xi = 0,051 < \xi_{bal,1} = 0,662$$

$$\varepsilon_{s1} = 65,071 > \varepsilon_{yd} = 2,13 \text{ ‰} \rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} ;$$

$$A_{s1} = \omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,041 \cdot 1,0 \cdot 0,25 \cdot 10,67 / 426,087 = 256,68 \text{ mm}^2 ;$$

Navrženo : **4  $\emptyset$  R 12 do 1m'** (  $A_{s1} = 452 \text{ mm}^2$  ) - viz tabulka ploch výztuže

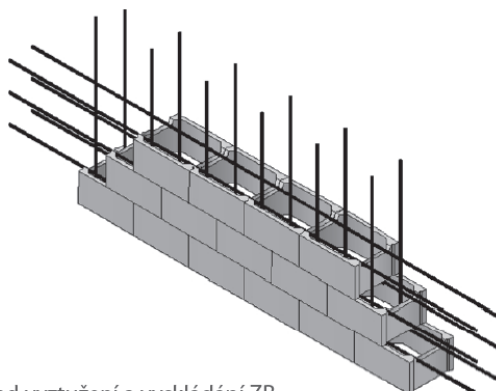
**Smyková výztuž 2 $\emptyset$ R10 do každé řady ztraceného bednění**

Přesné rozkreslení nosné a rozdělovací výztuže nosné stěny bude součástí prováděcí dokumentace!!!!



## **VYZTUŽENÍ BETONOVÉ STĚNY ZTRACENÉHO BEDNĚNÍ:**

### **Technická doporučení při realizaci**



Příklad vyztužení a vyskládání ZB

#### **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.***

Přílohy:

Statické posouzení zalomeného rámu – viz. výpočet v programu FIN.

V Ústí nad Orlicí, dne 22. 11. 2019

Vypracoval: Ing. Libor Barvínek