

VESTAVBA ODBORNÉ UČEBNY V PODKROVÍ ZŠ TGM IVANČICE

D.1.2. Stavebně konstrukční řešení

Technická zpráva Statický výpočet

Stavebník : Město Ivančice, Palackého náměstí 196/6, 664 91 Ivančice

Stavba : Vestavba odborné učebny v podkroví ZŠ TGM Ivančice

Místo stavby : ZŠ TGM Ivančice, Na Brněnce 1, 664 91 Ivančice

Stupeň : DSP + DPS

Archivní číslo : CP4921-TZ-01

Počet listů : 4 (včetně titulního) + příloha

Vypracoval : Ing. Jiří Janeček

Brno, 21. dubna 2021

Vyhotovení :

1. Obsah dokumentu

Stavebně konstrukční část projektové dokumentace obsahuje popisy, návrhy a posouzení nosných konstrukcí, které se týkají navržené vestavby odborné učebny v podkroví ZŠ TGM v Ivančicích na ulici Na Brněnce 545/1. Stavebně konstrukční část koresponduje s architektonicko stavebním řešením, kde jsou všechny navržené a posuzované nosné konstrukce zakresleny.

2. Popis navrženého řešení

Vestavba odborné učebny je navržena v podkroví valbové střechy nad jihozápadním křídlem školní budovy. Stávající konstrukce krovu s vaznými trámy nad podlahou a se sloupky pod středními vaznicemi neumožňují vestavbu učebny ve vyhovující dispozici. Statickým výpočtem bylo navíc v rámci přípravy projektu zjištěno, že stávající dřevěný trámový strop pod částí půdního prostoru není schopen přenést zatížení od podlahy a užitného zatížení nové podlahy učebny. Pod zbývajícím částí půdního prostoru je železobetonový monolitický trámový strop, od kterého nejsou dostupné žádné technické informace a není tedy možné kvalifikovaně zjistit únosnost takového stropu. Na základě všech výše uvedených důvodů je navržena kompletní nová nosná konstrukce podlahy v podkroví a nová konstrukce krovu, která nebude vyžadovat sloupky. Prostor podkroví tak bude volný bez překážek v prostoru. Navržené řešení předpokládá snesení kompletní stávající střechy i s krovem a provedení nového krovu a nové střechy.

3. Technické řešení

3.1. Nosná konstrukce nové podlahy

Kompletní nová nosná konstrukce podlahy bude provedeny nad stávajícími nosnými konstrukcemi podlahy v podkroví. Stávající podlahové vrstvy budou odstraněny až po železobetonový strop resp. po záklop dřevěného trámového stropu. Se stávajícím krovem budou odstraněny i vazné trámy, které nyní probíhají nad podlahou (viz bod 3.2.).

Nosná konstrukce nové podlahy je navržena z ocelových válcovaných nosníků a železobetonové desky vybetonované do trapézových plechů. Nad stávajícím železobetonovým trámovým stropem budou osazeny ocelové nosníky HEB260 po vzdálenostech max. 1500 mm. **Nosníky HEB260 jsou uvažovány z jednoho kusu** délky 9250 mm. Nad dřevěným stropem jsou navrženy ocelové nosníky I240 po vzdálenostech 1500 mm. Nad dřevěným stropem je pro uložení nosníků využita střední nosná zeď, resp. nová nadezdívka na této zdi. Volná rozpětí nosníků jsou tedy menší, a proto je možné použít menší ocelové profily. Nosník I240 dl. 9250 mm, **na kterém je ocelový rám krovu**, je uvažován **z jednoho kusu**. Ostatní nosníky I240 mohou být v uložení na střední nosnou zeď rozdělené na 2 kusy.

Nosníky HEB260 i nosníky I240 budou uloženy min. 40 mm nad horním lícem stávající železobetonové stropní desky nebo nad dřevěným záklopem stropu. Mezera 40 mm pod nosníky dává dostatečný prostor k pružné deformaci nosníků.

Nosníky HEB260 budou uloženy na obvodové stěny budovy, resp. v tomto případě na betonový věnec, který je součástí stávajícího železobetonového stropu. V místě uložení

nosníků na věnec bude plocha vyrovnána a výškově upravena betonem s pevností v tlaku min. 25 MPa. Délka uložení nosníků je 300 mm.

Nosníky I240 budou uloženy na obvodové stěny budovy a na nadezdívku střední nosné zdi. Délka uložení na obvodové stěny je navržena 300 mm. V místech uložení na obvodové stěny i na střední nosnou zeď bude provedena roznášecí betonová vrstva tloušťky min. 50 mm z betonu C20/25 a nosníky I240 budou uloženy přes ocelové desky 250x250 mm a tloušťky 20 mm. Výšku uložení nosníků I240 je nutné upravit tak, aby horní pásnice nosníků I240 a nosníků HEB260 byly **v jedné rovině**.

Na podlahové nosníky budou uloženy trapézové plechy výšky 40 mm typu TR40S/160/0,63. V každé druhé spodní vlně budou plechy přišroubovány do horní pásnice nosníků samovrtným šroubem TEX 6,3 mm. Do trapézových plechů bude vybetonována deska z betonu třídy C20/25 celkové tloušťky 100 mm, tedy do výšky 60 mm nad vlny plechů. Do každé spodní vlny trapézových plechů vložíme výztuž ØR8 s krytím 15 mm. Při horním líci desky budou položeny svařované sítě z drátů Ø6 a oky 100/100 mm. Krytí sítě od horního líce desky bude 20 mm. Na nosnou podlahovou desku pak budou kladeny jednotlivé vrstvy podlahy specifikované ve stavební části projektu, kde je zakresleno i rozmístění podlahových nosníků.

3.2. Nosná konstrukce nového krovu

Nová konstrukce krovu je navržena tak, aby nebyly nutné vazné trámy nad podlahou a sloupky v prostoru podkroví. Navržené řešení umožní využití prostoru pro vestavbu odborné učebny bez překážek.

Plné vazby krovu jsou navrženy ve formě ocelových ráků ze dvou profilů U180 svařených do krabice. Ráky jsou umístěny nad novými podlahovými nosníky HEB260 a I240. Celkem jsou navrženy 3 ráky osazené v osových roztečích 4500 a 3566 mm. Podlahové nosníky plní v rákách funkci táhla, což je z hlediska statiky výhodné řešení. Ráky jsou svařeny z jednotlivých přímých úseků do jednoho montážního celku. K podlahovým nosníkům jsou ráky přivařeny montážními svary anebo je možný i šroubový spoj na čelní desky. Konkrétní řešení spoje bude upřesněno ve výrobní dokumentaci ráků. Všechny 3 ráky jsou propojeny vodorovnými dílci ze dvou ocelových profilů U100 svařených do krabice. Tyto dílce tvoří podélné ztužení nosné konstrukce krovu. Dílce 2x U100 budou k rákům přivařeny montážními svary.

Pod valbou střechy nad štítem jsou navrženy dva půlráky ze dvou profilů U180 svařených do krabice. Paty půlráků jsou upevněny na krajní podlahový nosník HEB260, horní části půlráků jsou upevněny do krajního ocelového ráku. Půlráky mohou být k podlahovému nosníku a ke krajnímu ráku přivařeny anebo připevněny šroubovými spoji. Konkrétní řešení spojů bude upřesněno ve výrobní dokumentaci ráků.

Na propojovací dílce 2x U100 jsou uloženy a upevněny dřevěné střední vaznice 180/220 mm. Na nadezdívky obvodových stěn budou upevněny dřevěné pozednice průřezu 160/120 mm. **Pozednice budou upevněny závitovými tyčemi M14 po vzdálenostech max. 900 mm nebo ohnutými ocelovými pásnicemi PLO 50/5 mm a kotevními šrouby.** Kolmo na pozednice a střední vaznice jsou kladeny krokve průřezu 60/200 mm po vzdálenostech 635 mm. V místech, kde jsou osazeny střešní okna, jsou krokve ve dvojnásobné vzdálenosti a zároveň jsou zde krokve zdvojené (2x 60/200 nebo 1x 120/200). Všechny protilehlé krokve jsou nad středními vaznicemi propojeny kleštinami průřezu 100/180 mm. Pro střešní okna jsou mezi krokve vloženy výměny 60/200. Kromě výměn kolem střešních oken jsou mezi všechny krokve osazeny propojky průřezu 60/200, které slouží jako výztuhy proti klopení štíhlých krokví. Propojky průřezu 60/200 jsou umístěny

v hřebeni krovu, nad pozednicí a pak ještě ve dvou liniích mezi hřebenem a pozednicí. Rozmístění a specifikace všech ocelových i dřevěných dílců krovu jsou dobře patrné z výkresu krovu ve stavební části projektové dokumentace. Ve stavebním projektu jsou specifikované i všechny vrstvy střešního pláště a podhledu krovu.

4. Společná ustanovení

Projekt je zpracován ve stupni pro povolení stavby a zároveň i pro provedení stavby. Jedná se o novou konstrukci umístěnou na stávající budovu. Bez rozebrání stávající střechy a podlahy v podkroví není možné v projektu přesně vyřešit všechny detaily napojení a uložení nových konstrukcí. Tyto detaily je tedy nutné upřesnit až v průběhu stavby za součinnosti s autorem projektu. Doporučuji rovněž vypracování výrobní dokumentace ocelových rámců a souvisejících ocelových konstrukcí, kde bude upřesněno také provedení montážních spojů jednotlivých dílců. Výrobní dokumentaci zpracovává výrobce ocelové konstrukce.

Stavebně konstrukční část projektu koresponduje s architektonicko stavebním řešením, kde jsou všechny konstrukce zakresleny a specifikovány.

V Brně, 7. října 2021

Ing. Jiří Janeček

GSM: 603 533 981

E-mail: janecek.costa@seznam.cz

Příloha : **č. 1 – Statický výpočet (14xA4)**

VESTAVBA ODBORNÉ UČEBNY V PODKROVÍ ZŠ TGM IVANČICESTATICKÝ VÝPOČETVýpočet zatíženíNová konstrukce podlahy: (skladba S102)Stálé zatížení:

	KN/m^2
podlaha PVC + lepidlo	0,05
nivelační stěrka 5 mm	0,13
betonová masovina 60 mm	1,50
MW tl. 40 mm + separační fólie	0,05
deska do klapového plechu výšky 40 mm + 60 mm nad vlny	2,00
Klapový plech výšky 40 mm (TR40S/160/0,63)	0,07

$$g_1 = \Sigma \quad 3,80 \text{ KN/m}^2$$

vlastní tíha ocelového nosníku I 280 (I 240) ---- $g_2 = 0,480 (0,362)$
 (předběžně) KN/m

Proměnné zatížení:

úžitné zatížení podlahy - učebny (kategorie C1) $p_u = 2,00 \text{ KN/m}^2$

Kombinace zatížení:

charakteristická:

$$q_{1c} = g_1 + p_u = 3,80 + 2,00 = 5,80 \text{ KN/m}^2$$

návrhová:

$$q_{1D} = g_1 \cdot f_G + p_u \cdot f_Q \cdot \psi = 3,80 \cdot 1,35 + 2,0 \cdot 1,5 \cdot 0,7 = 7,23 \text{ kN/m}^2$$

$$\underline{q_{1D} = g_1 \cdot f_G \cdot \xi + p_u \cdot f_Q = 3,80 \cdot 1,35 \cdot 0,85 + 2,0 \cdot 1,5 = 7,36 \text{ kN/m}^2}$$

Přepočítání zatížení na podlahový nosník:

rosteč podlahových nosníků $d = 1500 \text{ mm}$

$$\bar{q}_{1c} = q_{1c} \cdot d = 5,80 \cdot 1,5 \text{ m} = 8,70 \text{ kN/m}$$

$$\bar{q}_{1D} = q_{1D} \cdot d = 7,36 \cdot 1,5 \text{ m} = 11,04 \text{ kN/m}$$

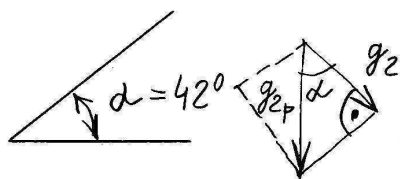
Poznámka: Do tíhy zde není započítána vlastní tíha nosníků I 280 (I 240), která bude započtena automaticky při složitím výpočtu v NEXIS.

Střecha:

Stálé zatížení: (skladba S101)

	kN/m^2
falcirování krytina TiZn 0,7mm + smýšková rohož	0,07
desky OSB 3 tl. 25mm	0,16
kontralatě 40/60 + pojistná hydroizolace	0,04
dřevotřísková deska STEICO SPECIAL DRY tl. 60mm ^(140 kg/m³)	0,09
krokve KVH 60/200 a 635mm	0,08
tepelná izolace STEICO FLEX 036 tl. 200mm mezi krokve	0,12
dřevěný rošt - latě 30/50 + MW ISOVER UNI tl. 50mm	0,05
SDK podhled tl. 12,5mm	0,15
<hr/>	
$g_2 = \Sigma$	0,76 kN/m^2

Přepočít na přídovysný průmět:



$$g_{2p} = \frac{g_2}{\cos \alpha} = \frac{0,76}{\cos 42^\circ} = \underline{1,02 \text{ kN/m}^2}_{\text{přídovysn}}$$

Proměnné zatížení:

Sněh: oblast I. a II. - II. sněhová oblast; $s = 1,0 \text{ kN/m}^2$
 $\mu = \frac{0,8 \cdot (60 - \alpha)}{30} = \frac{0,8 \cdot (60 - 42)}{30} = 0,48$ (pro spád $\alpha = 42^\circ$)

$$s_k = \mu \cdot s = 0,48 \cdot 1,0 = 0,48 \text{ kN/m}^2 \text{ (přídovysn)}$$

Větr: oblast I. a II. - II. větrná oblast, $v_b = 25 \text{ m/s}$

Terén kategorie III (oblast rovnoměrně pokrytá
budovami nebo vegetací)

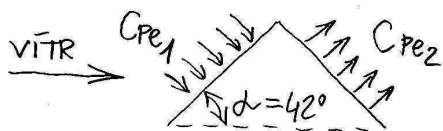
Výška nad terénem: $H = 17 \text{ m}$

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 391 \text{ N/m}^2$$

$C_{e(z)} = 2,061$ (terén kategorie III, výška 17 m)

$$q_{p(z)} = q_b \cdot C_{e(z)} = 391 \cdot 2,061 = 806 \text{ N/m}^2 \approx 0,81 \text{ kN/m}^2$$

Součinitele vnějšího tlaku:



$$C_{pe1} = +0,6 \text{ (tlak)}$$

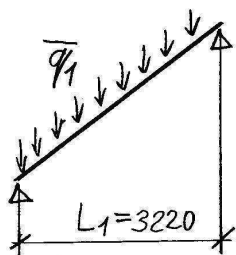
$$C_{pe2} = -0,2 \text{ (sání)}$$

Přepočít zatížení větem na přídovysný průmět:

$$w_{e1p} = q_{p(z)} \cdot C_{pe1} \frac{1}{\cos \alpha} = 0,81 \cdot (+0,6) \frac{1}{\cos 42^\circ} = \underline{+0,65 \text{ kN/m}^2} \text{ (tlak)}$$

$$w_{e2p} = q_{p(z)} \cdot C_{pe2} \frac{1}{\cos \alpha} = 0,81 \cdot (-0,2) \frac{1}{\cos 42^\circ} = \underline{-0,22 \text{ kN/m}^2} \text{ (sání)}$$

Krokve:



rosteře běžných krokví: $d_1 = 635 \text{ mm}$

zatěrovací šířka krokve sdvojené: $d_2 = 998 \text{ mm}$

Kombinace zatížení:

charakteristická:

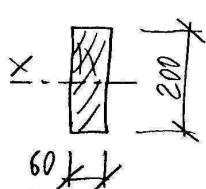
$$\underline{q_{1c}} = g_{2p} + S_k + w_{e1p} = 1,02 + 0,48 + 0,65 = \underline{2,15 \text{ kN/m}^2} \text{ proudovým}$$

návrhová:

$$\underline{q_{1d}} = g_{2p} \cdot \gamma_G + S_k \cdot \gamma_Q \cdot \psi_0 + w_{e1p} \cdot \gamma_Q \cdot \psi_0 = 1,02 \cdot 1,35 + 0,48 \cdot 1,5 \cdot 0,5 + \\ + 0,65 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 2,32 \text{ kN/m}^2 \text{ proudovým}$$

$$\underline{q_{1d}} = g_{2p} \cdot \gamma_G \cdot \xi + S_k \cdot \gamma_Q \cdot \psi_0 + w_{e1p} \cdot \gamma_Q = 1,02 \cdot 1,35 \cdot 0,85 + 0,48 \cdot 1,5 \cdot 0,5 + \\ + 0,65 \cdot 1,5 = \underline{2,51 \text{ kN/m}^2} \text{ proudovým}$$

Posouzení krokve běžné:



$$W_{x1} = \frac{1}{6} 0,06 \cdot 0,2^2 = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_{x1} = \frac{1}{12} 0,06 \cdot 0,2^3 = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

dřevo třídy C22

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \frac{22}{1,3} =$$

$$= 13,54 \text{ MPa (návrhová pevnost)}$$

$$\bar{q}_{1c} = q_{1c} \cdot d_1 = 2,15 \cdot 0,635 \text{ m} = 1,37 \text{ kN/m}$$

$$\bar{q}_{1d} = q_{1d} \cdot d_1 = 2,51 \cdot 0,635 \text{ m} = 1,59 \text{ kN/m}$$

$$M_1 = \frac{1}{8} \cdot \bar{q}_{1d} \cdot L_1^2 = \frac{1}{8} \cdot 1,59 \cdot 3,22^2 = 2,06 \text{ kNm}$$

Únosnost:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_{x1}} = \frac{2,06 \cdot 10^3}{4,0 \cdot 10^{-4}} = 5,15 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

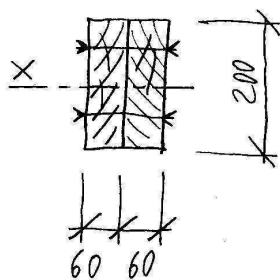
VYHOVUJE

Průhyb:

$$v = \frac{5 \cdot \bar{q}_{1c} \cdot L_1^4}{384 \cdot E \cdot I_{x1}} = \frac{5 \cdot 1,37 \cdot 10^3 \cdot 3,22^4}{384 \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot 4,0 \cdot 10^{-5}} = 4,8 \text{ mm} < \frac{1}{250} \overset{(L1)}{3220} = 12,9 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Posazení krokvé sdvojené: (kolem střešních oken)



$$W_{x2} = \frac{1}{6} 0,12 \cdot 0,2^2 = 8,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$I_{x2} = \frac{1}{12} 0,12 \cdot 0,2^3 = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$$

dřevo třídy C22

$$f_{m,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

(návrhová pevnost)

$$\bar{q}_{2c} = q_{1c} \cdot d_2 = 2,15 \cdot 0,998 \text{ m} = 2,15 \text{ kN/m}$$

$$\bar{q}_{2D} = q_{1D} \cdot d_2 = 2,51 \cdot 0,998 = 2,51 \text{ kN/m}$$

$$M_2 = \frac{1}{8} \cdot \bar{q}_{2D} \cdot L_1^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,51 \cdot 3,22^2 = 3,25 \text{ kNm}$$

Únosnost:

$$\sigma = \frac{M_2}{W_{x2}} = \frac{3,25 \cdot 10^3}{8,0 \cdot 10^{-4}} = 4,06 \text{ MPa} < f_{m,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

VYHOVUJE

Průhyb:

$$v = \frac{5 \cdot \bar{q}_{2c} \cdot L_1^4}{384 \cdot E \cdot I_{x2}} = \frac{5 \cdot 2,15 \cdot 10^3 \cdot 3,22^4}{384 \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot 8,0 \cdot 10^{-5}} = 3,8 \text{ mm} < \frac{1}{250} \overset{(L1)}{3220} = 12,9 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Střední vaznice:

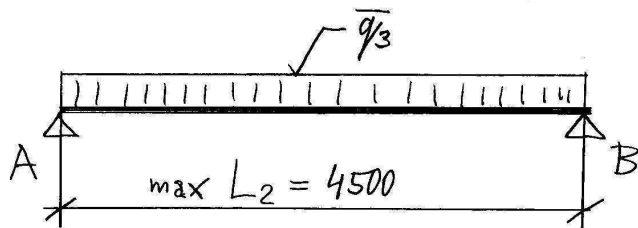
Zatížení na vaznici

$$z_{\check{s}} = \frac{1}{2} (3,22\text{m} + 2,53\text{m}) = 2,785\text{m} \text{ (zatěžovací šířka na vaznici v příčném průměru)}$$

$$\bar{q}_{3c} = q_{1c} \cdot z_{\check{s}} + g_v = 2,15 \cdot 2,785 + 0,17 = \underline{6,16 \text{ kN/m}} \text{ (charakter. hodnoty)}$$

$$g_v = 0,18 \cdot 0,22 \cdot 4,2 \text{ kN/m}^3 \cong 0,17 \text{ kN/m} \text{ (mrtvá tíha vaznice)}$$

$$\bar{q}_{3d} = q_{1d} \cdot z_{\check{s}} + g_v \cdot f_G = 2,51 \cdot 2,785 + 0,17 \cdot 1,35 = \underline{7,22 \text{ kN/m}} \text{ (návrhová hodnota)}$$

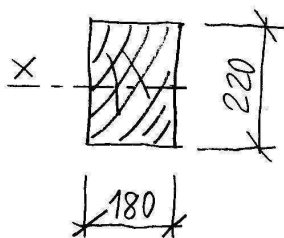


$$M_3 = \frac{1}{8} \cdot \bar{q}_{3d} \cdot L_2^2 = \frac{1}{8} \cdot 7,22 \cdot 4,500^2 = 18,28 \text{ kNm}$$

$$A_c = B_c = \frac{1}{2} \cdot \bar{q}_{3c} \cdot L_2 = \frac{1}{2} \cdot 6,16 \cdot 4,50 = 13,86 \text{ kN} \text{ (charakter. hodnoty)}$$

$$A_d = B_d = \frac{1}{2} \cdot \bar{q}_{3d} \cdot L_2 = \frac{1}{2} \cdot 7,22 \cdot 4,50 = 16,25 \text{ kN} \text{ (návrhová hodnota)}$$

Posouzení vaznice:



$$W_{x3} = \frac{1}{6} \cdot 0,18 \cdot 0,22^2 = 1,452 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$I_{x3} = \frac{1}{12} \cdot 0,18 \cdot 0,22^3 = 1,597 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

dřvo křídly C22

$$F_{m,d} = 13,54 \text{ MPa} \text{ (návrhová pevnost)}$$

Únosnost:

$$\sigma = \frac{M_3}{W_{x3}} = \frac{18,28 \cdot 10^3}{1,452 \cdot 10^{-3}} = 12,59 \text{ MPa} < F_{m,d} = 13,54 \text{ MPa}$$

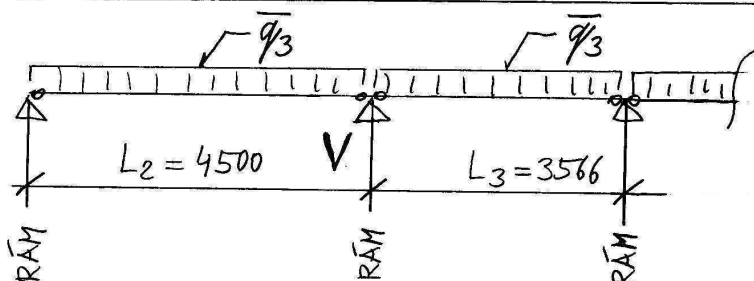
VYHOVUJE

Průhyb:

$$v = \frac{5 \cdot \bar{q}_{3c} \cdot L_2^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 6,16 \cdot 10^3 \cdot 4,5^4}{384 \cdot 10 \cdot 10^9 \cdot 1,597 \cdot 10^{-4}} = 20,6 \text{ mm} > \frac{1}{250} L_2 = 18,0 \text{ mm}^*$$

* Doporučený průhyb je méně překročen, avšak v reálném stavu bude průhyb nosnic výrazně omezen působením vazeb krovu (krokve propojené v úrovni nosnic kladinami). Z hlediska statiky je navržený průřez nosnic VYHOVUJÍCÍ.

Svislé reakce od nosnic na příčné ocelové rámy:

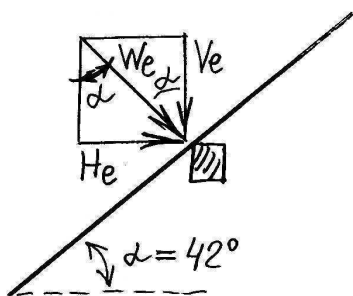


$$V_c = \bar{q}_{3c} \cdot \frac{1}{2} (L_2 + L_3) = 6,16 \cdot \frac{1}{2} (4,500 + 3,566) = 24,84 \text{ kN (charakter. hodnota)}$$

$$V_d = \bar{q}_{3d} \cdot \frac{1}{2} (L_2 + L_3) = 7,22 \cdot \frac{1}{2} (4,500 + 3,566) = 29,12 \text{ kN (navrhová hodnota)}$$

Vodorovné reakce na příčné ocelové rámy:

Vodorovné síly od působení tlaku a sání větru.



$$Z\check{S} = \frac{1}{2} (L_2 + L_3) = \frac{1}{2} (4,500 + 3,566) = 4,033 \text{ m (zatěžovaná šířka na rámu viz sh. 7)}$$

$$Z\check{S}1 = \frac{1}{2} 6,100 = 3,05 \text{ m}$$

$$ZP = Z\check{S} \cdot Z\check{S}1 = 4,033 \cdot 3,05 = 12,3 \text{ m}^2 \text{ (zatěžovaná plocha na rámu)}$$

$$We_1 = q_{P(ze)} \cdot C_{pe1} \cdot ZP = 0,81 \cdot (+0,6) \cdot 12,3 \text{ m}^2 = 5,98 \text{ kN (tlak)}$$

$$We_2 = q_{P(ze)} \cdot C_{pe2} \cdot ZP = 0,81 \cdot (-0,2) \cdot 12,3 \text{ m}^2 = -1,99 \text{ kN (sání)}$$

$$He_{1c} = We_1 \cdot \sin \alpha = 5,98 \cdot \sin 42^\circ = 4,00 \text{ kN (tlak)}$$

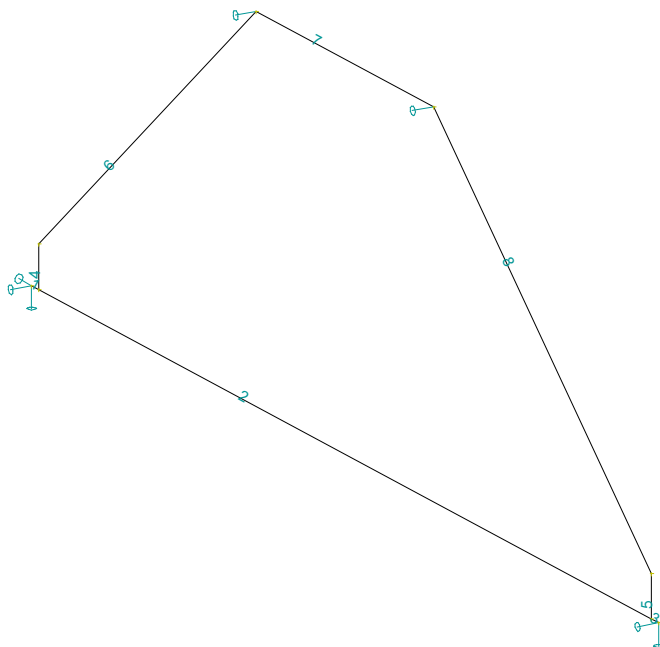
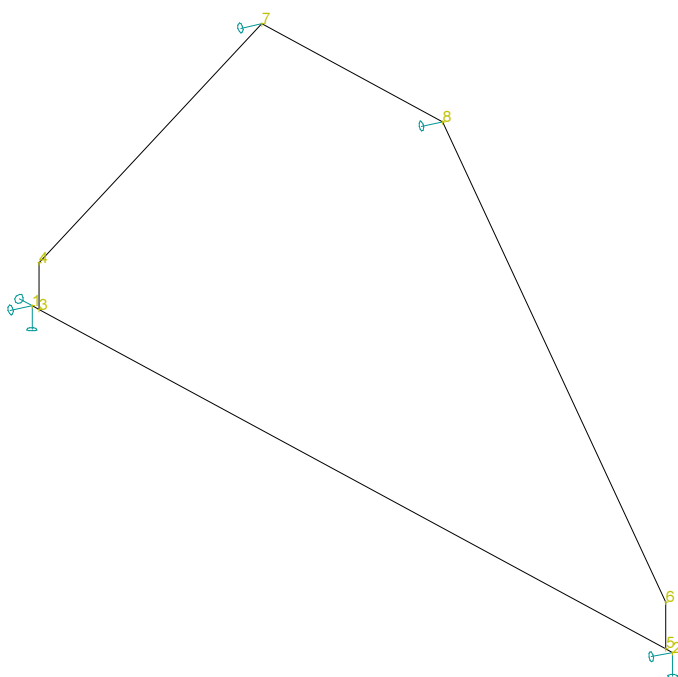
$$He_{2c} = We_2 \cdot \sin \alpha = -1,99 \cdot \sin 42^\circ = -1,33 \text{ kN (sání)}$$

$$He_{1b} = He_{1c} \cdot f_q = 4,00 \cdot 1,5 = 6,00 \text{ kN (tlak)}$$

$$He_{2b} = He_{2c} \cdot f_q = -1,33 \cdot 1,5 = -2,00 \text{ kN (sání)}$$

Vnitřní síly a posouzení navržených ocelových rámu (včetně podlahových nosníků) bylo provedeno na výpočetním modelu v programu NEXIS.

Výsledky výpočtu jsou na následujících stranách.

Schema konstrukce rámu a podlahového nosníku:**Číslování maker:****Číslování uzlů:**

NEXIS

Projekt : ZŠ TGM Ivančice - Rám krovu

Autor : Ing. Jiří Janeček

Posouzení na únosnost:

Posouzení prutů

Součinitele spolehlivosti $\gamma_{M0} = 1.15$ $\gamma_{M1} = 1.15$

Standardní výpis, extrém v prvcích.

Makro :1	Prut :2	L=8.650m	Pr. : 1 - HEB260 – Podlahový nosník		
řez=4.553m	kombi únos.=1	mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$			
N=34.4kN	$V_y=0.0\text{kN}$	$V_z=-2.7\text{kN}$	$M_x=0.0\text{kNm}$	$M_y=123.4\text{kNm}$	$M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost :	$\sigma=-104.7\text{MPa}$	110.5MPa	$\tau=1.2\text{MPa}$		souč.=0.52
Ohyb y-y :	$\kappa=0.72$	$M_{sd}=123.4$	$M_{brd}=177.1$		souč.=0.70
Tah + ohyb :	$\xi_{vec}=0.80$	$\sigma_{com}=104.9$	$M_{eff}=120.7$		souč.=0.68
Maximální využití = 0.70			- průřez <u>VYHOVUJE</u>		

Posouzení prutů

Součinitele spolehlivosti $\gamma_{M0} = 1.15$ $\gamma_{M1} = 1.15$

Standardní výpis, extrém v prvcích.

Makro :2	Prut :4	L=0.350m	Pr. : 2 - 2x U180 - Rám		
řez=0.350m	kombi únos.=1	mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$			
N=-29.5kN	$V_y=0.0\text{kN}$	$V_z=-26.4\text{kN}$	$M_x=0.0\text{kNm}$	$M_y=-9.2\text{kNm}$	$M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost :	$\sigma=-35.3\text{MPa}$	24.9MPa	$\tau=10.9\text{MPa}$		souč.=0.17
Tlak :	$\kappa=0.79$	$N_{sd}=29.5$	$N_{brd}=959.7$		souč.=0.03
Ohyb y-y :	$\kappa=1.00$	$M_{sd}=9.2$	$M_{brd}=65.5$		souč.=0.14
Tlak + ohyb :	$\mu_{iy}=-0.02$	$\mu_{iz}=-1.23$	$\mu_{iLT}=0.04$		
- vzpěr:	$\kappa=0.79$	$\kappa_y=1.00$	$\kappa_z=1.03$	$\sigma=-36.7\text{MPa}$	souč.=0.17
- klopení:	$\kappa_{\phi Z}=0.79$	$\kappa_{LT}=1.00$	$\kappa_z=1.03$	$\sigma=-36.6\text{MPa}$	souč.=0.17
Maximální využití = 0.17			- průřez <u>VYHOVUJE</u>		

Makro :3	Prut :5	L=0.350m	Pr. : 2 - 2x U180 - Rám		
řez=0.350m	kombi únos.=1	mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$			
N=-35.1kN	$V_y=0.0\text{kN}$	$V_z=34.4\text{kN}$	$M_x=0.0\text{kNm}$	$M_y=12.0\text{kNm}$	$M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost :	$\sigma=-45.4\text{MPa}$	33.1MPa	$\tau=14.2\text{MPa}$		souč.=0.21
Tlak :	$\kappa=0.79$	$N_{sd}=35.1$	$N_{brd}=959.7$		souč.=0.04
Ohyb y-y :	$\kappa=1.00$	$M_{sd}=12.0$	$M_{brd}=65.5$		souč.=0.18
Tlak + ohyb :	$\mu_{iy}=-0.02$	$\mu_{iz}=-1.23$	$\mu_{iLT}=0.04$		
- vzpěr:	$\kappa=0.79$	$\kappa_y=1.00$	$\kappa_z=1.04$	$\sigma=-47.1\text{MPa}$	souč.=0.22
- klopení:	$\kappa_{\phi Z}=0.79$	$\kappa_{LT}=1.00$	$\kappa_z=1.04$	$\sigma=-47.0\text{MPa}$	souč.=0.22
Maximální využití = 0.22			- průřez <u>VYHOVUJE</u>		

NEXIS

Projekt : ZŠ TGM Ivančice - Rám krovu

Autor : Ing. Jiří Janeček

Makro :4 Prut :6 L=4.092m Pr. : 2 - 2x U180 - Rám

řez=0.000m **kombi únos.=1** mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$
N=-39.3kN $V_y=0.0\text{kN}$ $V_z=4.7\text{kN}$ $M_x=0.0\text{kNm}$ $M_y=-9.2\text{kNm}$ $M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost : sig=-37.0MPa 23.2MPa tau=2.0MPa souč.=0.17
Tlak : kapa=0.18 Nsd=39.3 Nbrd=216.9 souč.=0.18
Ohyb y-y : kapa=0.83 Msd=9.2 Mbrd=54.3 souč.=0.17
Tlak + ohyb : $m_{iy}=0.24$ $m_{iz}=-3.93$ $m_{iLT}=0.58$
- vzpěr: kapa=0.18 $k_y=0.99$ $k_z=1.50$ sig=-68.5MPa souč.=0.32
- klopení: kapaZ=0.18 $k_{LT}=0.90$ $k_z=1.50$ sig=-71.5MPa souč.=0.33
Maximální využití = **0.33** - průřez **VYHOVUJE**

Makro :5 Prut :7 L=2.500m Pr. : 2 - 2x U180 - Rám

řez=0.000m **kombi únos.=1** mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$
N=-32.4kN $V_y=0.0\text{kN}$ $V_z=-2.1\text{kN}$ $M_x=0.0\text{kNm}$ $M_y=6.4\text{kNm}$ $M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost : sig=-26.5MPa 15.0MPa tau=0.9MPa souč.=0.12
Tlak : kapa=0.57 Nsd=32.4 Nbrd=696.7 souč.=0.05
Ohyb y-y : kapa=0.90 Msd=6.4 Mbrd=58.9 souč.=0.11
Tlak + ohyb : $m_{iy}=-0.08$ $m_{iz}=-1.86$ $m_{iLT}=0.14$
- vzpěr: kapa=0.57 $k_y=1.00$ $k_z=1.08$ sig=-30.7MPa souč.=0.14
- klopení: kapaZ=0.57 $k_{LT}=0.99$ $k_z=1.08$ sig=-32.9MPa souč.=0.15
Maximální využití = **0.15** - průřez **VYHOVUJE**

Makro :6 Prut :8 L=4.092m Pr. : 2 - 2x U180 - Rám

řez=4.092m **kombi únos.=1** mez kluzu $f_y=235.0\text{MPa}$
N=-49.0kN $V_y=0.0\text{kN}$ $V_z=-3.7\text{kN}$ $M_x=0.0\text{kNm}$ $M_y=-12.0\text{kNm}$ $M_z=0.0\text{kNm}$
Pevnost : sig=-47.9MPa 30.6MPa tau=1.5MPa souč.=0.22
Tlak : kapa=0.18 Nsd=49.0 Nbrd=216.9 souč.=0.23
Ohyb y-y : kapa=0.83 Msd=12.0 Mbrd=54.3 souč.=0.22
Tlak + ohyb : $m_{iy}=-0.27$ $m_{iz}=-3.93$ $m_{iLT}=0.42$
- vzpěr: kapa=0.18 $k_y=1.01$ $k_z=1.50$ sig=-87.9MPa souč.=0.41
- klopení: kapaZ=0.18 $k_{LT}=0.91$ $k_z=1.50$ sig=-91.5MPa souč.=0.43
Maximální využití = **0.43** - průřez **VYHOVUJE**

Deformace na makrech – extrémny

Podlahový nosník:

Skupina maker : 1

Skupina kombinací na použitelnost : 1

makro	prut	kombi	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
1	2	1	8.650	0.10	0.00	-0.97			
1	2	1	4.553	0.05	0.00	-25.88			
1	1	1	0.000	0.00	0.00	-0.00			
1	3	1	0.100	0.10	0.00	-0.00			

svisle: $u_{z\max} = 25,88\text{ mm} < u_{z\lim} = 1/250 \times L = 1/250 \times 8850\text{ mm} = 35,40\text{ mm}$

VYHOVUJE

NEXIS

Projekt : ZŠ TGM Ivančice - Rám krovu

Autor : Ing. Jiří Janeček

Rám:

Vykonáno pro :

Skupina maker : 2/6

Skupina kombinací na použitelnost : 1

makro	prut	kombi	dx [m]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
6	8	1	0.000	1.51	0.00	-0.25			
4	6	1	4.092	-1.00	0.00	-2.69			
6	8	1	2.273	1.43	0.00	1.44			

svisle: $u_{z \max} = 2,69 \text{ mm} < u_{z \lim} = 1/250 \times dx = 1/250 \times 4092 \text{ mm} = 16,37 \text{ mm}$

VYHOVUJE

vodorovně: $u_{x \max} = 1,51 \text{ mm} < u_{x \lim} = 1/300 \times H = 1/300 \times 3050 \text{ mm} = 10,17 \text{ mm}$

VYHOVUJE

Reakce podlahového nosníku s rámem:

Reakce v podporách - lokální extrém

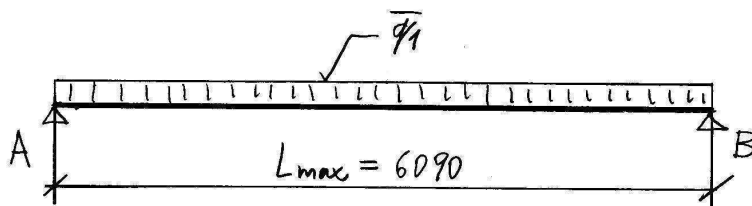
Vykonáno pro :

Skupina uzlů : 1/2

Skupina kombi. na únosnost: 1

uzel	kombi	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1	1	-8.00	0.00	84.16	0.00	0.00	0.00
2	1	0.00	0.00	89.67	0.00	0.00	0.00

Podlahové nosníky podepřené střední nosnou rdí



$$L_{s_{\max}} = 5800 \text{ mm}$$

$$L_{\max} = 1,05 \cdot L_{s_{\max}} =$$

$$= 1,05 \cdot 5800 = 6090 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} \bar{q}_{1c} &= 8,70 \text{ kN/m} \\ \bar{q}_{1d} &= 11,04 \text{ kN/m} \end{aligned} \right\} \text{ viz st. 2}$$

vlastní tíha podlahových nosníků:

$$\bar{g}_{v1c} = 0,362 \text{ kN/m} \text{ (charakteristická hodnota)}$$

$$\bar{g}_{v1d} = \bar{g}_{v1c} \cdot \gamma_G = 0,362 \cdot 1,35 = 0,489 \text{ kN/m} \text{ (návrhová hodnota)}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot (\bar{q}_{1d} + \bar{g}_{v1d}) \cdot L_{\max}^2 = \frac{1}{8} \cdot (11,04 + 0,489) \cdot 6,090^2 = 53,5 \text{ kNm}$$

Posouzení nosníku:

$$\boxed{\text{I 240}} \quad W_x = 354 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$I_x = 4250 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Únosnost:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{53,5 \cdot 10^3}{354 \cdot 10^{-6}} = \frac{151 \text{ MPa}}{\text{VYHOVUJE}} < \frac{f_d}{\gamma_n} = \frac{235}{1,15} = 204 \text{ MPa}$$

Průhyb:

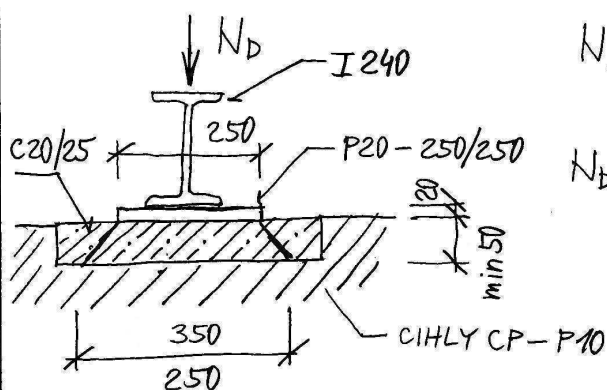
$$\delta = \frac{5 \cdot (\bar{q}_{1c} + \bar{g}_{v1c}) \cdot L_{\max}^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot (8,70 + 0,362) \cdot 10^3 \cdot 6,090^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 4250 \cdot 10^{-8}} = 18,2 \text{ mm} < \frac{1}{250} \overset{(L_{\max})}{6090} = 24,4 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Uložení nosníků na rdívo

$$A_d = B_d = \frac{1}{2} (\bar{q}_{1d} + \bar{g}_{v1d}) \cdot L_{\max} = \frac{1}{2} (11,04 + 0,489) \cdot 6,09 = 35,1 \text{ kN}$$

reakce - návrhová
hodnota



$N_D = A_D = 35,1 \text{ kN}$ uložení na obvodovou řadu

$N_{D1} \approx 2 \cdot A_D = 2 \cdot 35,1 = 70,2 \text{ kN}$ uložení na střední řadu

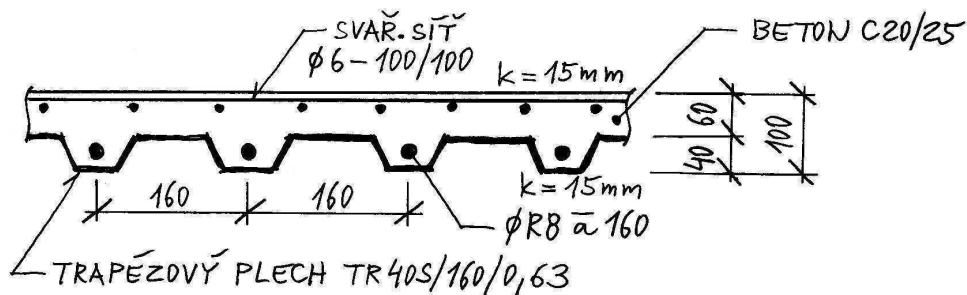
Roznášecí plocha na cihly:

$$A_R = 0,25 \cdot 0,35 = 0,0875 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{N_{D1}}{A_R} = \frac{70,2 \cdot 10^3}{0,0875} = 0,80 \text{ MPa} < 10 \text{ MPa} \quad (\text{pevnost v tlaku cihel plných P10})$$

VYHOVUJE

Výztužení podlahové desky do trapezových plechů



V Brně, 6.10.2021


ING. JIŘÍ JANEČEK