

Stanovení únosnosti podhledů

Základní škola Vizovice Masarykovo nám. č.p. 420

D.1.2 Stavebně konstrukční část

Statické posouzení

Dokumentace pro ohlášení stavby a stavební povolení

Vypracoval: Ing. Stanislav Martinec, Ph.D.
Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku staveb

Horní Lhota, únor 2019

OBSAH VÝPOČTU

1	Popis konstrukce	3
2	Technická zpráva	4
2.1	Strop nad 1.NP	4
2.2	Strop nad 2.NP	4
2.3	Strop nad 3.NP	4
3	Zatížení	5
3.1	Zatížení stropu 1.NP a 2.NP.....	5
3.2	Zatížení stropu nad 3.NP.....	6
4	Posudek stropních trámů	7
4.1	Vnitřní síly	7
4.2	Posouzení deformací	7
5	Závěr	10

1 Popis konstrukce

Předmětem statického posudku, je zjištění únosnosti stropních konstrukcí pro zavěšení nového podhledu na stávajícím objektu základní školy ve Vizovicích na Masarykově náměstí č.p. 420. Jedná se o stávající třípodlažní objekt z předminulého století, podsklepený, se šikmou sedlovou střechou. Objekt školy je zasazen do rovného terénu vedle místní komunikace a cca 25 m od říčky Lutoninky. Objekt má přibližně obdélníkový půdorys s protáhlou čelní stěnou směrem k náměstí. V rámci navrhovaných stavebních úprav objektu se jedná zejména o přeposouzení stropních konstrukcí, které mají být nově ze spodní strany opatřeny novým podhledem pro snadné vedení instalací a umístění osvětlení a podobně.

Stávající vodorovné nosné konstrukce jsou dřevěné trámové. Stropní konstrukce na malé rozpory jsou tvořeny klenbou stejně jako sklepní prostory. Stabilita konstrukce je zajištěna dostatečnou tuhostí stěnového systému.

Nahodilá zatížení jsou ve výpočtu uvažována takto:

Nahodilé zatížení dle ČSN EN 1991-1

Užitné třídy	2,5 kN/m ²
Schodiště	3,0 kN/m ²
Chodby	3,0 kN/m ²

Dřevěné konstrukce

Nosné konstrukce krovů jsou navrženy z rostlého jehličnatého dřeva s třídou pevnosti C20: $f_{m,k}=20$, $f_{t,0,k}=12,0$, $f_{t,90,k}=0,5$, $f_{v,k}=2,2$ MPa, $E_{0,mean}=9,5$ GPa, $G_{mean}=0,59$ GPa, $\rho_k = 330$ kg/m³ – třída provozu - 1.

Výpočet vnitřních sil a dimenzování

Průřezové plochy nosných prvků včetně posouzení je provedeno v prostředí Microsoft Excel dle platných níže uvedených norem. Výpočty jsou dále doloženy.

Použité normy a podklady

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení
- [6] ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí Část 1-1: Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce
- [8] Projektová dokumentace včetně výkresů architektonicko-stavební části projektu pro stavební povolení

2 Technická zpráva

2.1 Strop nad 1.NP

Stropní konstrukce je tvořena z nosných tesaných trámů o průřezu 240/320 mm, které jsou uspořádány v osově rozteči 0,8-0,9 m. Mezi stropními trámy jsou ve stejné osově rozteči umístěny trámy nesoucí podbití s rákosovou omítkou tzv. rákosníky. Tyto rákosníky mají rozměr 140/180 mm a jsou zhotoveny opět z tesaných trámů jehličnatého dřeva. Ze spodní strany je připevněn pomocí hřebíků prkenné podbití tloušťky 25 mm. Na tomto podbití je připevněna rákosová omítka o tloušťce 20-25 mm.

Tento strop má světlé rozpony místností o následujících rozměrech 6,66 m, 6,635 m, 6,70 m a 6,80 m. Rozhodující je zde strop s největším rozpětím tedy 6,80 m.

2.2 Strop nad 2.NP

Stropní konstrukce je tvořena z nosných opět z tesaných trámů o průřezu 240/320 mm, které jsou uspořádány v osově rozteči 0,8-0,9 m. Mezi stropními trámy jsou ve stejné osově rozteči umístěny trámy nesoucí podbití s rákosovou omítkou tzv. rákosníky. Tyto rákosníky mají rozměr 140/180 mm a jsou zhotoveny opět z tesaných trámů jehličnatého dřeva. Ze spodní strany je připevněn pomocí hřebíků prkenné podbití tloušťky 25 mm. Na tomto podbití je připevněna rákosová omítka o tloušťce 20-25 mm.

Tento strop má světlé rozpony místností o následujících rozměrech 6,85 m, 6,90 m a 6,95 m. Rozhodující je zde strop s největším rozpětím tedy 6,95 m.

2.3 Strop nad 3.NP

Stropní konstrukce je tvořena opět z nosných tesaných trámů o průřezu 240/320 mm, které jsou uspořádány v osově rozteči 0,8-0,9 m. Zde již ale není vložen další trám, který by nesl konstrukci podhledu a vše tedy přenáší vlastní stropní trámy. Tyto jsou od shora následně zatíženy: palubkovou podlahou, tepelnou izolací z minerální vaty, půdovkami, škárovým zásypem a prkenným záklopem. Ze spodní strany je připevněn pomocí hřebíků prkenné podbití tloušťky 25 mm. Na tomto podbití je připevněna rákosová omítka o tloušťce 20-25 mm.

Tento strop má světlé rozpony místností o následujících rozměrech 6,95 m, 7,05 m a 7,10 m. Rozhodující je zde strop s největším rozpětím tedy 7,10 m.

3 Zatížení

3.1 Zatížení stropu 1.NP a 2.NP

Celkem stálé + nahodilé zatížení (extrém)	Charakter. hodnota	Souč.	Návrhová hodnota
Stálé zatížení			
rákosník 140/180 mm	0,12 kN/m ²	1,35	0,16 kN/m ²
podbití 25 mm	0,11 kN/m ²	1,35	0,15 kN/m ²
rákosová omítka 20 mm	0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
SDK podhled + instalace	0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
	0,00 kN/m ²	1,35	0,00 kN/m ²
Stálé zatížení - STŘECHA CELKEM	0,83 kN/m ²	1,35	1,12 kN/m ²
Užitné			
není	0,00 kN/m ²	1,5	0,00 kN/m ²
není	0,00 kN/m ²	1,5	0,00 kN/m ²
Proměnné zatížení - CELKEM	0,00 kN/m ²	1,5	0,00 kN/m ²
STŘECHA CELKEM stálé + nahodilé zatížení	0,83 kN/m ²	1,35	1,12 kN/m ²

$$\text{Kombinace zatížení dle 6.10a} \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gij} \cdot G_{kj} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq k} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{Qi} \cdot Q_{ki}$$

$$q_{da} = 1,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kombinace zatížení dle 6.10b} \quad \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gij} \cdot \xi \cdot G_{kj} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq k} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{Qi} \cdot Q_{ki}$$

$$q_{db} = 0,95 \text{ kN/m}^2$$

Zatěžovací šířka pro stropní trám je uvažována hodnotou 0,9 m

Hodnota do výpočtu zatížení stropu je uvažována $q_{da} = 1,12 \text{ kN/m}^2$

Návrhové rozpětí trámu je pak

$$L_1 = l_s \times 1,05 = 6,95 \times 1,05 = 7,30 \text{ m}$$

Návrhové zatížení pro posudek trámu dle MSU

$$q_{d1} = q_{da} \times zš = 1,12 \times 0,9 = 1,01 \text{ kN/m}$$

Charakteristická hodnota zatížení pro výpočet dle MSP

$$Q_{k1} = q_{ka} \times zš = 0,83 \times 0,9 = 0,75 \text{ kN/m}$$

3.2 Ztížení stropu nad 3.NP

Celkem stálé + nahodilé zatížení (extrém)	Charakter. hodnota	Souč.	Návrhová hodnota
Stálé zatížení			
Palubky 22mm	0,44 kN/m ²	1,35	0,59 kN/m ²
minerální vata 400 mm	0,10 kN/m ²	1,35	0,14 kN/m ²
půdovky 30 mm	0,45 kN/m ²	1,35	0,61 kN/m ²
škvára 30 mm	0,27 kN/m ²	1,35	0,36 kN/m ²
záklp 25 mm	0,11 kN/m ²	1,35	0,15 kN/m ²
trám 240/320 mm	0,35 kN/m ²	1,35	0,47 kN/m ²
podbití 25 mm	0,11 kN/m ²	1,35	0,15 kN/m ²
rákosová omítka 20-25 mm	0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
SDK podhled + instalace	0,30 kN/m ²	1,35	0,41 kN/m ²
Stálé zatížení - STŘECHA CELKEM	2,43 kN/m ²	1,35	3,28 kN/m ²
užitné půda			
půda	0,75 kN/m ²	1,5	1,13 kN/m ²
	0,00 kN/m ²	1,5	0,00 kN/m ²
Proměnné zatížení - CELKEM	0,75 kN/m ²	1,5	1,13 kN/m ²
STŘECHA CELKEM stálé + nahodilé zatížení	3,18 kN/m ²	1,39	4,41 kN/m ²

Kombinace zatížení dle 6.10a

$$q_{da} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gij} \cdot G_{kj} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot \psi_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq k} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{Qi} \cdot Q_{ki} = 4,07 \text{ kN/m}^2$$

Kombinace zatížení dle 6.10b

$$q_{db} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{Gij} \cdot \xi \cdot G_{kj} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq k} \gamma_{Qi} \cdot \psi_{Qi} \cdot Q_{ki} = 3,91 \text{ kN/m}^2$$

Zatěžovací šířka pro stropní trám je uvažována hodnotou 0,9 m

Hodnota do výpočtu zatížení stropu je uvažována $q_{da} = 4,07 \text{ kN/m}^2$

Návrhové rozpětí trámu je pak

$$L_2 = l_s \times 1,05 = 7,10 \times 1,05 = 7,45 \text{ m}$$

Návrhové zatížení pro posudek trámu dle MSU

$$q_{d2} = q_{da} \times zš = 4,07 \times 0,9 = 3,66 \text{ kN/m}$$

Charakteristická hodnota zatížení pro výpočet dle MSP

$$Q_{k2} = q_{ka} \times zš = 3,18 \times 0,9 = 2,86 \text{ kN/m}$$

4 Posudek stropních trámů

4.1 Vnitřní síly

Velikost návrhového ohybového momentu na střepech 1.NP a 2. NP je:

$$M_{Ed1} = q_{d1} \cdot l^2 / 8 = 1,01 \cdot 7,3^2 / 8 = \mathbf{6,73 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed1} = q_{d1} \cdot l / 2 = 1,01 \cdot 7,3 / 2 = 3,69 \text{ kN},$$

Velikost návrhového ohybového momentu na střepech 3.NP je:

$$M_{Ed1} = q_{d1} \cdot l^2 / 8 = 3,66 \cdot 7,45^2 / 8 = \mathbf{25,39 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed1} = q_{d1} \cdot l / 2 = 3,66 \cdot 7,45 / 2 = 13,63 \text{ kN},$$

4.2 Posouzení deformací

Rákosníky nad 1.NP a 2.NP

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{I \cdot E} = 5/384 \cdot 750 \cdot 7,3^4 / (6,804 \cdot 10^{-5} \cdot 9,5 \cdot 10^9) = 42,9 \text{ mm} > w_{\text{lim}} = l/250 = 29,2 \text{ mm}$$

Posouzený nosník NEVYHOVÍ na MSP

Rákosový nosník bez přetížení:

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{I \cdot E} = 5/384 \cdot 480 \cdot 7,3^4 / (6,804 \cdot 10^{-5} \cdot 9,5 \cdot 10^9) = 27,5 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = l/250 = 29,2 \text{ mm}$$

Posouzený nosník VYHOVÍ na MSP

Stropní trámy nad 3.NP

$$w = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_k \cdot l^4}{I \cdot E} = 5/384 \cdot 2860 \cdot 7,45^4 / (6,5536 \cdot 10^{-4} \cdot 9,5 \cdot 10^9) = 18,46 \text{ mm} < w_{\text{lim}} = l/250 = 29,84 \text{ mm}$$

Posouzený nosník VYHOVÍ na MSP

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - ROSTLÉ DŘEVO

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 1

Je charakterizována vlností materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu přesahujícího 65% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 1 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 12%.

Třída pevnosti : C20 - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :
 $f_{m,k} = 20$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :
 $f_{v,k} = 2,2$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :
Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení

☒ základní ☐ mimořádná

 $\gamma_m = 1,3$
Rozhodující je zatížení : Stálé

 $k_{mod} = 0,6$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídu provozu a třídu trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

 $f_{m,d} = 9,23$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :
 $f_{v,d} = 1,01$ MPa

Geometrie profilu : h x b

 PROFIL 180 x 140 mm
 výška x šířka

Průřezové charakteristiky :
 $A = 25,20 \cdot 10^3$ mm²
 $I_y = 68,0 \cdot 10^6$ mm⁴
 $W_y = 756,0 \cdot 10^3$ mm³
 $I_z = 41,2 \cdot 10^6$ mm⁴
 $W_z = 588,0 \cdot 10^3$ mm³
Vnitřní síly působící na profil:
 $M_{sdy} = 6,73$ kNm $V_{sdy} = 3$ kN

 $M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 0$ kN

Návrhové ohybové napětí:
 $\sigma_{m,y,d} = 8,90$ MPa $\leq 9,23$ MPa **VYHOVUJE**
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 9,23$ MPa **VYHOVUJE**
 $k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,96 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,68 \leq 1$$

VYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

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

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,18$$
 MPa

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 0,00$$
 MPa

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,18 \leq 1$$
 VYHOVUJE

Využití průřezu : 96 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - ROSTLÉ DŘEVO

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 1

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkostí okolního vzduchu přesahujícího 65% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 1 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřev a jehličnatých dřev in 12%.

Třída pevnosti : C20 - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 20$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,2$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení

☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Stálé

$k_{mod} = 0,6$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídu provozu a třídu trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 9,23$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,01$ MPa

Geometrie profilu :

h	x	b
PROFIL 320	x	240 mm
výška	x	šířka

Průřezové charakteristiky :

$A = 76,80 \cdot 10^3$ mm²

$I_y = 655,4 \cdot 10^6$ mm⁴

$W_y = 4096,0 \cdot 10^3$ mm³

$I_z = 368,6 \cdot 10^6$ mm⁴

$W_z = 3072,0 \cdot 10^3$ mm³

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 25,39$ kNm $V_{sdy} = 7$ kN

$M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 0$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 6,20$ MPa $\leq 9,23$ MPa **VYHOVUJE**

$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 9,23$ MPa **VYHOVUJE**

$k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,67 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,47 \leq 1$$

VYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

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

$$\tau_{v,y} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,14 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,z} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{v,y}^2 + \tau_{v,z}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,13 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

Využití průřezu : 67 %

Statická projekční kancelář	ZŠ Vizovice	-10-
-----------------------------	-------------	------

5 Závěr

Výše popsané stávající **nosné konstrukce stropu a podhledů**, jsou z hlediska mechanické pevnosti a posuzovaných **mezních stavů únosnosti plně vyhovující**, stejně tak i z hlediska stability konstrukce. Z hlediska mezních stavů použitelnosti nevychází deformace rákosníků nesoucích pouze podhled. Zde je však nutné vzít v úvahu, že stávající konstrukce je již z dlouhodobého hlediska deformována a vykazuje již nějaký průhyb. Nově namontovaný podhled bude vyrovnávat stávající průhyb a nově se od přetížení zdeformuje o max. 15,4 mm což je 1/474 rozpětí. Dá se tedy tvrdit, že **i z hlediska druhého mezního stavu je tato konstrukce vyhovující**. Nosné konstrukce jsou navrženy v souladu s platnými výše uvedenými normami a předpisy.

Při výpočtu bylo uvažováno se sádkartonovou konstrukcí podhledu včetně přetížení od osvětlení a dalších kabelových rozvodů s **celkovou hodnotou přetížení na 1 m² 30 kg!** Pokud se použije lehká kazetová konstrukce či jiná lehká konstrukce podhledu nepřevyšující v součtu s dalším zařízením a vybavením tuto hodnotu lze ji použít.

Pro zabezpečení únosnosti stávajícího podbití, ke kterému se bude kotvit nosná konstrukce nového podhledu, je nutné zajistit **dostatečné kotvení prken podbití** ke stropním trámům nebo rákosníkům. Toto zajištění bude provedeno **pomocí stavebních vrutů Ø6 a délce 80 mm**, které budou **aplikovány po 200 mm** do každého stropního prvku!

V Horní Lhotě dne 12. 2. 2019

Vypracoval: Ing. Stanislav Martinec, Ph.D.

.....