

Akce : **Rekonstrukce střechy FZŠ**
České mládeže 230/2, Ústí nad Labem

Stupeň : DSP + DPS

Číslo zakázky : 91d / 09 – 24

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

Technická zpráva
Statický výpočet

Datum : březen, duben 2024

Vypracoval : ing. Karel Stránský

IČO : 164 356 48



K. Stránský

D.1.2 a) Technická zpráva

Popis navrženého konstrukčního systému stavby,

Budova školy byla postavená r. 1912 – 1913 ze střední hlavní části a bočních částí. Hlavní střední část má půdorysný tvar širokého U, které je z podélného traktu půdorysných rozměrů 12 x 54 m se středním schodištěm vystupujícím před zadní průčelí a z obou bočních traktů půdorysných rozměrů 10,8 x 22,5 m. V jižním bočním traktu je v 1.PP kuchyně se sklady, v 1.NP je učebna dílen, ve 2.NP je multimediální učebna, ve 3. NP třídy, prostor půdy není využíván. Na severní straně na hlavní budovu navazuje objekt tělocvičny vytvořené z původního sálu. Na jižní straně na hlavní budovu navazuje objekt ředitelské vily.

Nosná konstrukce hlavní budovy staticky působí jako stěnový systém z podélného dvojtraktu u podélného i u bočních křídel. Jižní boční křídlo má světlou šířku učebny dílen 5,50 m, světlá šířka chodby je 2,50 m, výška je 4,20 m. Tloušťka zdí je v 1.NP 750 mm u obvodových, u vnitřní i u štítové stěny. Zdivo je v nadzemních podlažích cihelné, v suterénním podlaží ze smíšeného zdiva. Stropy jižního bočního křídla jsou železobetonové trámové, v 1.NP v učebně dílen nejsou trámy zakryté podhledem. Krov hlavní budovy je dřevěný. Budova školy je založená na zděných kamenných základových pasech.

Nosná konstrukce tělocvičny staticky působí jako jednotrakt. Na zděných stěnách je uložený dřevěný krov.

Nosná konstrukce objektu ředitelské vily je ze zděných stěn. Stropy nadzemních podlaží jsou betonové trámové a dřevěné trámové. Krov je dřevěný vaznicové soustavy. Plné vazby staticky působí jako dvojité věšadla se šikmými vzpěrami, vazné trámy jsou nad podlahou půdy.

Objekt školy byl v minulosti již opravován, drobnými úpravami prošly i vnitřní dispozice. Původní tašková krytina byla vyměněná za plechovou. Mikropilotami byly ve 2 etapách zpeňované základy bočního jižního křídla. Některé obvodové stěny byly zateplené.

V tomto projektu řešíme výměnu střešní krytiny ALUKRIT za novou, případnou opravu poškozených dřevěných profilů, montáž fotovoltických panelů na jižní a západní strany střech, zateplení střechy v prostoru krovu ředitelské vily nad bytem školníka.

Výsledek průzkumu stávajícího stavu nosného systému stavby při návrhu její změny;

Stěny i stropy jižního křídla hlavní budovy byly porušeny trhlinami od sedání základů. Po provedeném zpevnění základů jižního křídla hlavní budovy mikropilotami je stav stabilizovaný.

Stav dřevěných konstrukcí krovu prověřil mykologickým průzkumem ing. Konopík. Zjistil chybné konstrukční detaily : opření dřevěných konstrukcí o protipožární příčky i o větrací komíny. Vlhkost dřevěných profilů měřil vlhkoměrem. U více profilů zjistil destrukci dřeva dřevokaznými houbami. V místech zatékání střešní krytinou zjistil čerstvé plodnice dřevokazné houby – trámovky. Dřevokaznými houbami jsou poškozené volné a hlavně zazděné části profilů : zhlaví vazných trámů, zazděné sloupky a pásy pozednic, paty krokví, lokálně pozednice, horní plochy krokví pod bedněním, kleštiny. Mykologickým průzkumem zjistil poškození dřeva chemickou korozí (rozvláknění povrchových vrstev, macerace) starými protipožárními nástřiky.

Podrobný popis narušených míst viz zpráva mykologického průzkumu.

Mykologický průzkum zjistil největší narušení dřevěných profilů za podélným štítem předního průčelí. Doporučuji v tomto místě prověřit stav stropních trámů pod podlahou půdy. Při stavebních pracích se na půdě budou pohybovat stavební dělníci. Při uhnulém zhlaví stropních trámů v podlaze půdy hrozí zřícení stropu.

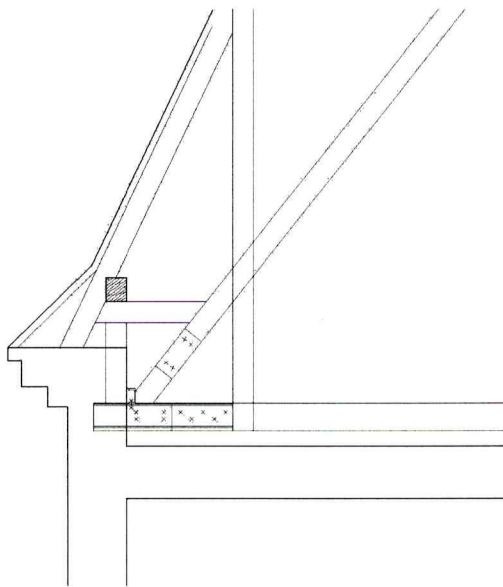
Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky;

Veškeré profily krovu budou mechanicky očištěné. Mechanicky budou odstraněné povrchové rozvlákněné vrstvy dřevěných profilů.

Profily s poškozením větším než $1/3$ průřezu budou vyříznuté a nahrazené novými. Pro nové profily bude použité plně hraněné řezivo třídy pevnosti C22 stejných rozměrů jako stávající. Napojení nových profilů na zdravé části stávajících profilů bude řešeno svislými přeplátovanými spoji a svorníky nebo závitovými tyčemi M10.

Z důvodů únosnosti budou poškozené vaznice vyměněné za nové profily vždy v celém poli mezi sloupky plných vazeb. Po výměně musí být vrácené šikmé zavětrovací pásy mezi nový profil vaznice a sloupek.

Zhlaví poškozených vazných trámů bude opravené přišroubováním ocelových profilů 2x U 180 pomocí závitových tyčí nebo svorníků M12. Musí zůstat zachované statické působení plných vazeb jako dvojitych věšadel se šikmými vzpěrami působícími na koncích vazných trámů. Šikmé vzpěry budou opřené o profil U 120, který bude přišroubovaný k novým příložkám.



Délka ocelových příložek U 180 bude maximálně 1500 mm od líce stěny, to je při poškození trámu 900 mm od zdi. Při delším poškození bude profil vazného trámu vyměněný za nový stejného průřezu. Šikmý přeplátovaný spoj bude upřesněn podle místa zjištěného konce poškození trámu. Zdvojené dřevěné sloupky budou podklínované na zesilující U 180.

Dřevěnými fošnami 80/180 mm budou zesílené vaznice ve spojovací části krovu mezi hlavní budovou a bytem školníka.

Za podélným štítem předního hlavního průčelí bylo zjištěné narušení zazděných profilů i profilů před zdívkou. Zde bude na nové sloupky osazená nová vaznice. Rozpadlé dřevo zazděných sloupků bude odstraněné, kapsy budou zazděné plnými cihlami.

Po ubourání komínů budou schody do centrální věže zajištěné šikmými zavětrovacími pásky 120/120 mm mezi sloupky a horními vaznými trámy. Nad poldahou půdy budou doplněné šikmé vzpěry.

Z důvodů zamezení dalšího růstu dřevokazných hub je třeba všechno napadené dřevo ze stavby odstranit.

Všechno původní očištěné dřevo a všechno nové dřevo bude natřené chemickými konzervačními prostředky podle doporučení mykologa.

Hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažovaných při návrhu nosné konstrukce;

Klimatické :

- sníh pro II. pásmo	$s_k = 1,00 \text{ kPa}$
- vítr pro II. pásmo	$v_{b,0} = 25,0 \text{ m/s}$

Nahodilé :

- užité pro půdu	$0,75 \text{ kN/m}^2$
- užité pro třídy škol, kabinety	$3,00 \text{ kN/m}^2$
- užité pro chodby, společné prostory, schodiště	$4,00 \text{ kN/m}^2$

Stálé :

Nová střešní krytina bez zateplení :	
- hliníková krytina, pojistná izolace, bednění	$0,20 \text{ kN/m}^2$
Nová střešní krytina s rezervou pro zateplení :	
- hliníková krytina, pojistná izolace, bednění	$0,20 \text{ kN/m}^2$
- zateplení	$0,10 \text{ kN/m}^2$
- bednění	$0,12 \text{ kN/m}^2$
	$0,42 \text{ kN/m}^2$
- fotovoltaika	$0,25 \text{ kN/m}^2$

Zásady pro provádění bouracích a podchycovacích prací a zpevňovacích konstrukcí či prostupů;

Stavební práce na rekonstrukci střechy budou prováděné ručně a pomocí ručního elektrického nářadí.

Technologické podmínky postupu prací, které by mohly ovlivnit stabilitu vlastní konstrukce, případně sousední stavby;

Před opravou poškozených úžlabních krokví, vaznic, pozednic a vazných trámů budou vždy přilehlé části krovu zajištěné výdřevou.

Seznam použitých podkladů, norem, technických předpisů, odborné literatury, výpočetních programů apod.;

ČSN EN 1990	Zásady navrhování stavebních konstrukcí
ČSN EN 1991	Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN EN 1995	Dřevěné konstrukce
ČSN EN 1996	Zděné konstrukce
ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – hodnocení existujících konstrukcí
ČSN 73 0038	Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách
STATIKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ : ing.Novák, ing.Hořejší	
DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE : ing.Kuklík	
Stavební část projektu : G DESIGN Ústí n.L., ing. Kopal, ing. Musilová	

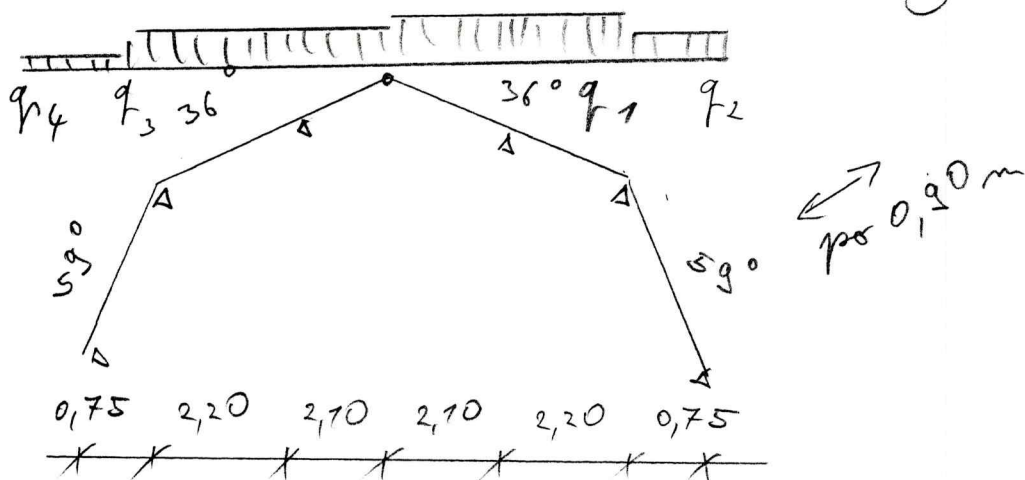
D.1.2 c) Statické posouzení

Ověření základního koncepčního řešení nosné konstrukce;

Rekonstrukcí střechy a opravením poškozených dřevěných profilů se statické působení krovu nezmění.

Statický výpočet, popřípadě dynamický výpočet, pokud na konstrukci působí dynamické namáhání

Hlavní budova - boční trakt



Ytrama Δ FVE:

$$q_{1d} = 1,35 (0,90 \cdot 0,828 + 0,08) + 1,50 (0,90 \cdot 0,64 \cdot 1,0) = 1,978 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{2d} = 1,35 (0,90 \cdot 1,307 + 0,08) + 1,50 (0,90 \cdot 0,05 \cdot 1,0) = 1,756 \text{ kN/m}^2$$

Bez FVE:

$$q_{3d} = 1,35 (0,90 \cdot 0,579 + 0,08) + 1,50 (0,90 \cdot 0,64 \cdot 1,0) = 1,603 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{4d} = 1,35 (0,90 \cdot 0,815 + 0,08) + 1,50 (0,90 \cdot 0,05 \cdot 1,0) = 1,766 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 1,978 \cdot 2,20^2 = 1,797 \text{ kNm}$$



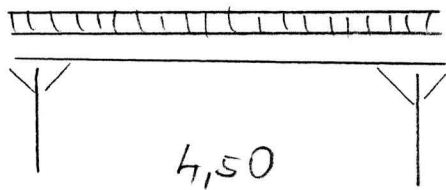
$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,12 \cdot 0,15^2 = 450 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{med} = \frac{1,797 \cdot 10^3}{450 \cdot 10^{-6}} = 2,66 \text{ MPa}$$

pro stani' zchari' diervo:

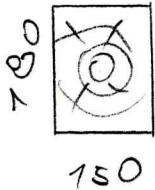
$$f_{med} = 0,9 \cdot \frac{22,0}{1,3} = 15,23 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{med} < f_{med}$$



$$q_{dl} = (0,5 \cdot 2,20 + 2,10) \cdot \frac{1,978}{0,90} + 1,35 \cdot 0,10 = 7,768 \text{ kN/m'}$$

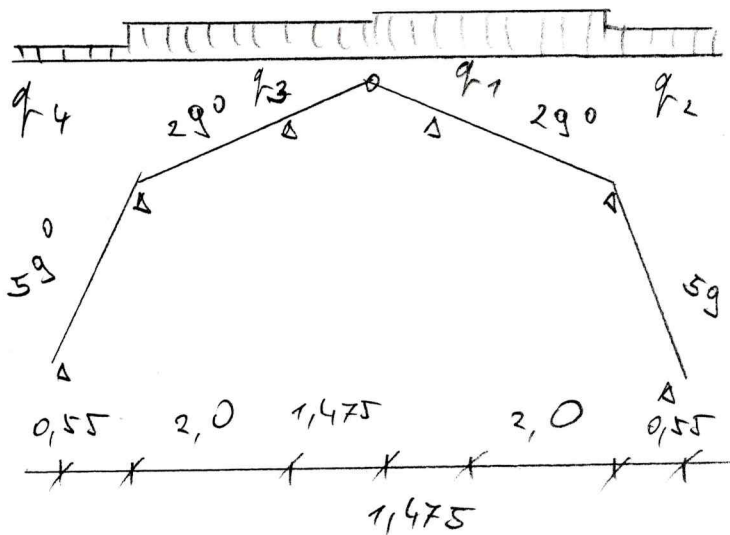
$$L_0 = \frac{4,50^2}{2 \cdot 4,50 - 3,10} = 3,432 \text{ m}$$



$$W = \frac{\pi}{6} \cdot 0,15 \cdot 0,18^2 = 810 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{md} = \frac{10,554 \cdot 10^3}{810 \cdot 10^3} = 13,03 \text{ MPa} < f_{md}$$

Hlarni budova nad školou



po max 1,0 m

Utrama A FVE:

$$q_{1,dl} = 1,35 (1,0 \cdot 0,766 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0) = 2,342 \text{ kN/m'}$$

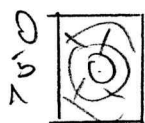
$$q_{2,dl} = 1,35 (1,0 \cdot 1,301 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,05 \cdot 1,0) = 1,939 \text{ kN/m'}$$

Beť FVE:

$$q_{3,dl} = 1,35 (1,0 \cdot 0,519 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0) = 2,009 \text{ kN/m'}$$

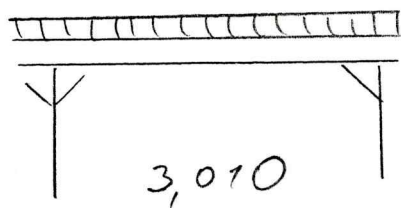
$$q_{4,dl} = 1,35 (1,0 \cdot 0,815 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,05 \cdot 1,0) = 1,283 \text{ kN/m'}$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 2,342 \cdot 2,0^2 = 1,171 \text{ kNm}$$



120

$$\sigma_{md} = \frac{1,171 \cdot 10^3}{450 \cdot 10^{-6}} = 260 \text{ MPa} < f_{md}$$

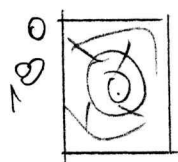


3,010

$$q_d = (0,5 \cdot 2,0 + 1,475) \cdot 2,342 + 1,35 \cdot 0,10 = 5,937 \text{ kN/m}$$

$$L_0 = 0,60 \cdot 3,010 = 1,806 \text{ m}$$

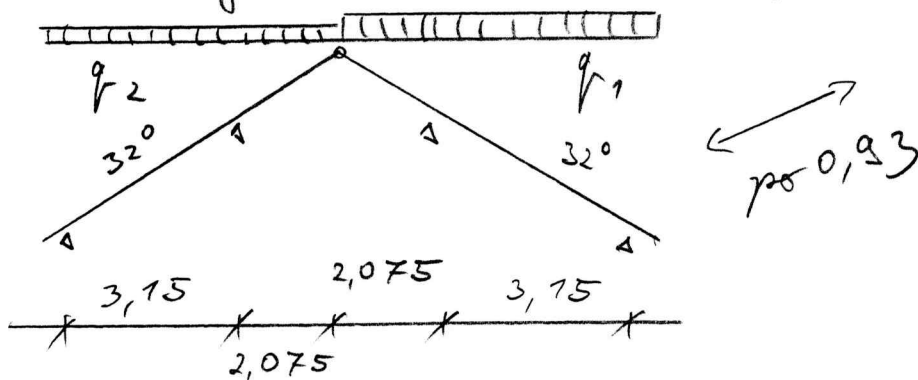
$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 5,937 \cdot 1,806^2 = 2,478 \text{ kNm}$$



150

$$\sigma_{md} = \frac{2,478 \cdot 10^3}{810 \cdot 10^{-6}} = 306 \text{ MPa} < f_{md}$$

čerstvý beton s kolmíky - spojovací tráta

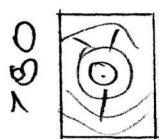


$$q_{1,d} = 1,35 (0,93 \cdot 0,79 + 0,08) + 1,50 (0,93 \cdot 0,747 \cdot 1,0) = 2,142 \text{ kN/m'}$$

$$q_{2,d} = 1,35 (0,93 \cdot 0,495 + 0,08) + 1,50 (0,93 \cdot 0,747 \cdot 1,0) = 1,772 \text{ kN/m'}$$

$$M_{1,Ed} = 0,125 \cdot 2,142 \cdot 3,15^2 = 2,657 \text{ kNm}$$

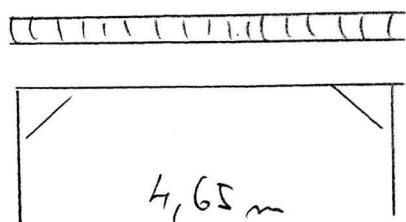
$$M_{2,Ed} = 0,125 \cdot 1,772 \cdot 3,15^2 = 2,198 \text{ kNm}$$



160

$$\sigma_{md} = \frac{2,657 \cdot 10^3}{312 \cdot 10^{-6}} = 8,51 \text{ MPa} < f_{md}$$

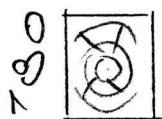
Važnice - sloupa a FYE



$$q_d = (2,075 + 0,5 \cdot 3,15) \cdot \frac{2,142}{0,93} + 1,35 \cdot 0,10 = 8,542 \text{ kN/m'}$$

$$L_0 = \frac{4,65^2}{2 \cdot 4,65 - 3,25} = 3,574$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 8,542 \cdot 3,574^2 = 13,639 \text{ kNm}$$

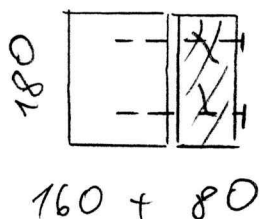


160

$$\sigma_{md} = \frac{13,639 \cdot 10^3}{864 \cdot 10^{-6}} = 15,79 \text{ MPa} > f_{md}$$

!! nepřekroží

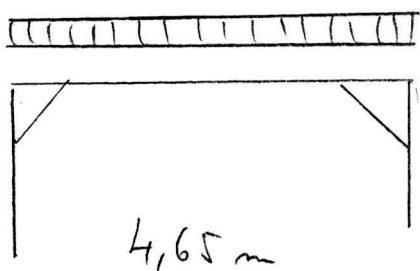
Nutni rezilenci varnice



$$W = 864 \cdot 10^{-6} + \frac{1}{6} \cdot 0,08 \cdot 0,18^2 = 1296 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{\text{md}} = \frac{13,639 \cdot 10^3}{1296 \cdot 10^{-6}} = 10,53 \text{ MPa} < f_{\text{md}}$$

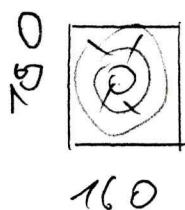
Varnice - skema bez FVE



$$q_d = (2,075 + 0,5 \cdot 3,15) \cdot \frac{1,772}{0,93} + 1,35 \cdot 0,10 = 7,090 \text{ kN/m}$$

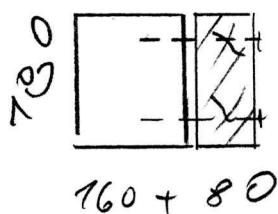
$$L_0 = 3,574 \text{ m}$$

$$M_{\text{Ed}} = 0,125 \cdot 7,090 \cdot 3,574^2 = 11,320 \text{ kNm}$$



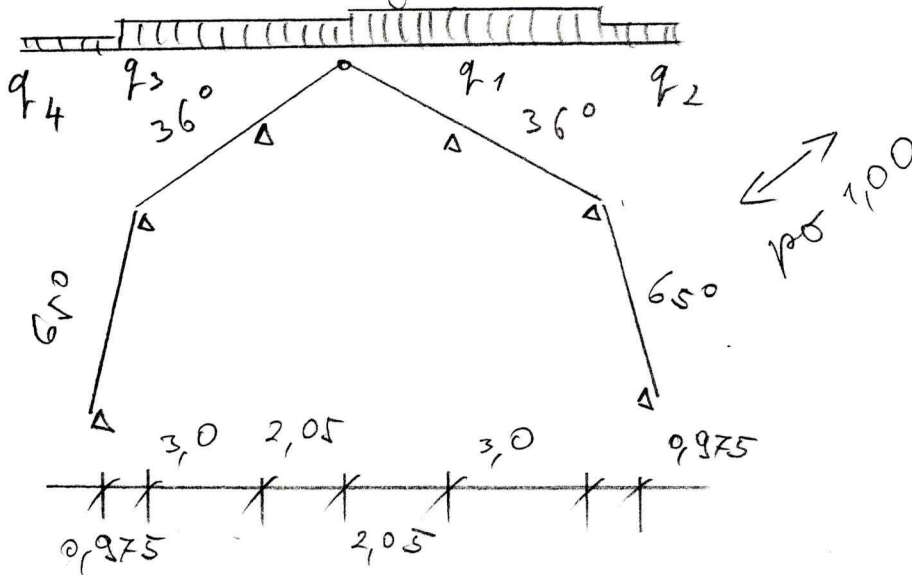
$$\sigma_{\text{md}} = \frac{11,320 \cdot 10^3}{864 \cdot 10^{-6}} = 13,10 \text{ MPa} < f_{\text{md}}$$

Varnice bude rezilenta i na strani bez FVE



$$\sigma_{\text{md}} = \frac{11,320 \cdot 10^3}{1296 \cdot 10^{-6}} = 8,73 \text{ MPa} < f_{\text{md}}$$

Krov nad lytem školníka



Úhram a FVE :

$$q_{1,d} = 1,35 (1,0 \cdot 0,828 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,64 \cdot 1,0) = 2,786 \text{ kN/m}^2$$

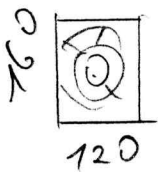
$$q_{2,d} = 1,0 \cdot (1,0 \cdot 1,585 \cdot 0,08) = 2,248 \text{ kN/m}^2$$

Úhram bez FVE :

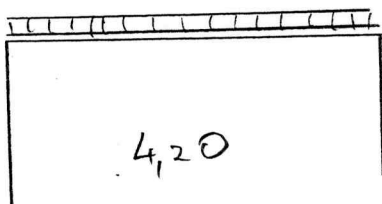
$$q_{3,d} = 1,35 (1,0 \cdot 0,579 + 0,08) + 1,50 (1,0 \cdot 0,64 \cdot 1,0) = 1,769 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{4,d} = 1,35 (1,0 \cdot 0,994 \cdot 0,08) = 1,450 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 2,786 \cdot 3,0^2 = 2,459 \text{ kNm}$$

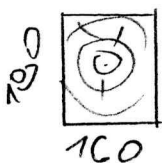


$$\sigma_{ed} = \frac{2,459 \cdot 10^3}{512 \cdot 10^{-6}} = 4,80 \text{ MPa} < f_{med}$$



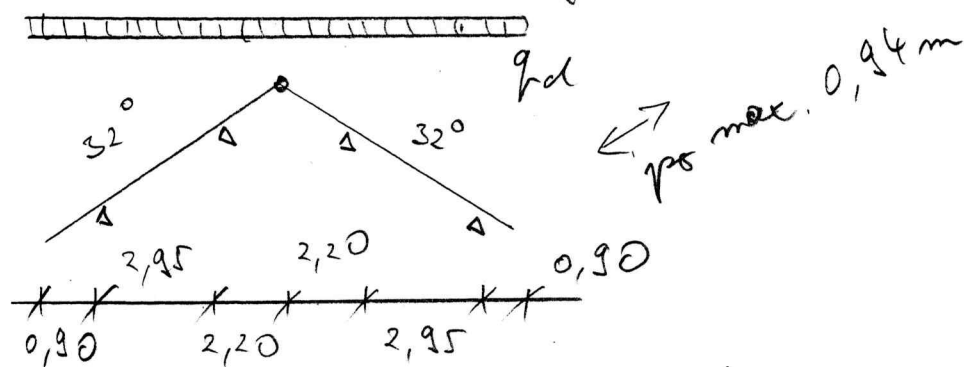
$$q_{d1} = (0,5 \cdot 3,0 + 0,33 \cdot 2,05) \cdot 2,786 + 1,35 \cdot 0,70 = 4,893 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 4,893 \cdot 4,20^2 = 10,789 \text{ kNm}$$



$$\sigma_{ed} = \frac{10,789 \cdot 10^3}{864 \cdot 10^{-6}} = 12,49 \text{ MPa} < f_{med}$$

Tělocvina - spojovací trakt



$$q_d = 1,35 \cdot (0,94 \cdot 0,236 + 0,08) + 1,50 (0,94 \cdot 0,747 \cdot 1,0) = 1,467 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 1,467 \cdot 2,95^2 = 1,589 \text{ kNm}$$



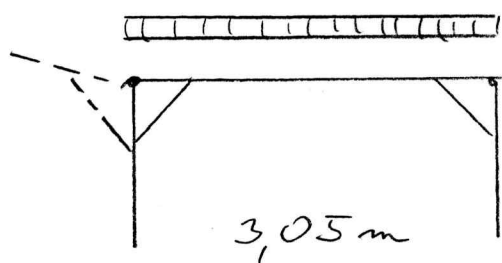
Pro staré zchane' dlevo

$$f_{md} = 0,9 \cdot \frac{22,0}{1,30} = 15,23 \text{ MPa}$$

$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,12 \cdot 0,16^2 = 512 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{md} = \frac{1,589 \cdot 10^3}{512 \cdot 10^{-6}} = 3,10 \text{ MPa} < f_{md}$$

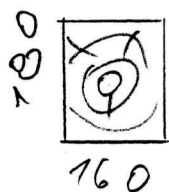
Vaznice



$$q_d = (2,2 + 0,5 \cdot 2,95) \cdot \frac{1,467}{0,94} + 1,35 \cdot 0,10 = 5,847 \text{ kN/m}$$

$$L_0 = \frac{3,05^2}{2 \cdot 3,05 - 1,65} = 2,090 \text{ m}$$

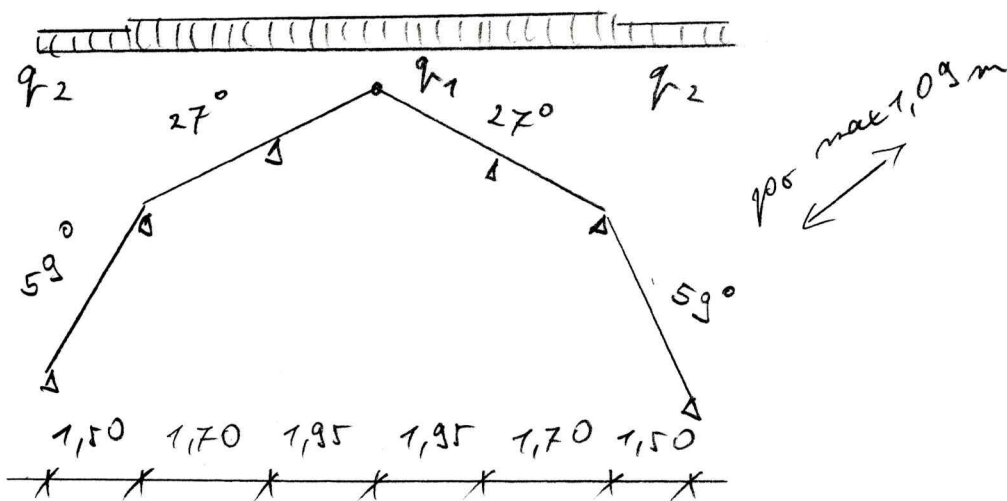
$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 5,847 \cdot 2,090^2 = 3,793 \text{ kNm}$$



$$W = \frac{1}{6} \cdot 0,16 \cdot 0,18^2 = 864 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma_{md} = \frac{3,793 \cdot 10^3}{864 \cdot 10^{-6}} = 3,70 \text{ MPa} < f_{md}$$

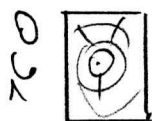
Hlavní tráťt tělocvičny



$$q_{1,d} = 1,35(1,09 \cdot 0,222 + 0,08) + 1,50(1,09 \cdot 0,8 \cdot 1,0) = 1,743 \text{ kN/m'}$$

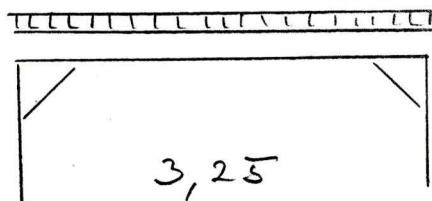
$$q_{2,d} = 1,35(1,09 \cdot 0,388 + 0,08) + 1,50(1,09 \cdot 0,05 \cdot 1,0) = 0,767 \text{ kN/m'}$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 1,743 \cdot 1,95^2 = 0,828 \text{ kN/m'}$$



120

$$\sigma_{med} = \frac{0,828 \cdot 10^3}{512 \cdot 10^{-6}} = 1,62 \text{ MPa} < f_{med}$$



$$q_{d1} = (1,95 + 0,5 \cdot 1,70) \cdot \frac{1,743}{1,09} + 1,35 \cdot 0,10 = 4,642 \text{ kN/m'}$$

$$L_0 = \frac{3,25^2}{2 \cdot 3,25 - 1,85} = 2,272 \text{ m}$$

$$M_{Ed} = 0,125 \cdot 4,642 \cdot 2,272^2 = 2,995 \text{ kNm}$$



160

$$\sigma_{med} = \frac{2,995 \cdot 10^3}{864 \cdot 10^{-6}} = 3,47 \text{ MPa} < f_{med}$$

Závěr :

Konstrukce krovu vyhovuje pro výměnu krytiny na nový hliníkový plech, pro budoucí zateplení střechy a pro montáž fotovoltaických panelů na jižní strany střech hlavní budovy a budovy bytu školníka. Jediné místo, kde musí být zesílené vaznice je spojovací krov mezi hlavní budovou a bytem školníka.

