

Oponentský posudek diplomové práce

Název diplomové práce: Multifunkční kulturní centrum v Trutnově

Diplomant: Bc. Kateřina Outratová

Diplomantka měla za úkol navrhnout nosnou ocelovou konstrukci skeletové budovy s příhradovým přestřešením sálu. Hned na úvod recenze je bohužel nutno konstatovat, že diplomantka toto nepřiliš složité zadání prakticky nezvládla. Projekt vykazuje řadu hrubých statických chyb a celkově vzbuzuje obavu, zda si je autorka jista tím, co vlastně dělá.

Za zásadní považuji zcela nejasné statické schéma. S výjimkou zastřešení sálu jde o jednoduchý klasický skelet se ztužujícími betonovými jádry a kloubově připojovanými stropními nosníky. Projekt takovou konstrukci ale popisuje jako „ocelovou halu sloupového rámového systému“. Zde by mohlo jít jen o nějakou „nešikovnou“ formulaci, ovšem u konstrukce střechy nad sálem je už nejasnost statického působení až zářející. Z detailů na výkrese 8 vyplývá, že obloukový příhradový vazník je ke spodní konstrukci uložen u svého horního pasu a to neposuvně. Naopak spodní pas je k průběžným sloupům skeletu připojen axiálně posuvně (prostřednictvím ohybu plechu P5). Ve statickém výpočtu na str. 7 je znázorněno také uložení vazníku u horního pasu, ale s posuvem na jedné straně a naopak bez jakýchkoliv posunů u přípojů spodního pasu. Axonometrický obrázek na str. 23 pak pochopení situace nijak nepomůže, neboť vůbec neodpovídá tvaru konstrukce - horní a spodní pas vazníku se zde dokonce protínají v místě uložení na sloup! (U tohoto obrázku je navíc zářející zakončení spodního pasu podélného svislého střešního ztužidla, které svědčí o tom, že jeho autor absolutně netuší, co nakreslil.) Na str. 27 je pak další statické schéma vazníku, které uvažuje jeho kloubové uložení pro změnu u spodního pasu a to bez posuvů na obou stranách. Skutečnost, že vazník je kotven ke sloupům, jejichž ohybová tuhost zřejmě hraje nezanedbatelnou roli, není zohledněna nikde.

Ve statickém výpočtu vazníku chybí informace o vnitřních kloubech, o jeho reakcích, o průběhu smykových sil a případných ohybových momentů a o deformovaném tvaru, které by mohly ledascos objasnit.

Osové síly v prutech příhradového vazníku (např. na str. 31) nedávají moc smysl. Hledáme-li rovnováhu ve styčnicích, musíme se ptát, kam se vytrácí značná vodorovná složka tlakové síly v krajních polích horního pasu (cca 50 kN), když první diagonála není skoro vůbec namáhána (tlak 15 kN)? Kam se vytrácí svislá složka tahové síly ve středních diagonálách (cca 2x30 kN), když příslušná svislice není nijak významněji namáhána a vnější zatížení působí také dolů? Vnitřní diagonály jsou opravdu namáhány cca 3x více jak krajní? Tahová síla ve spodním pasu je opravdu zcela konstantní po celé délce?

Při pátrání po tom, jak skutečně vypadá počítaný statický model vazníku, můžeme na základě prezentovaných vnitřních sil dojít k hypotéze, že autorka zadala konstrukci jako rámovou (s tuhým spojením všech prutů). V takovém případě by ale velmi důležitou veličinou pro návrh prvků byly ohybové momenty, které nejsou nikde prezentovány a není s nimi ani uvažováno v posudku. Zcela konstantní osovou sílu v dolním pase a prapodivné namáhání diagonál by možná vysvětlila hypotéza, podle které není spodní pas v modelu propojen se styčníky diagonál a svislic (a tvoří vlastně jen jakési nezávislé táhlo). Nejspíš jde o nějakou kombinaci těchto dvou hypotéz. Statický model příhradového vazníku je tedy zcela chybný a zjevně neodpovídá výkresům.

Posouzení vaznice je rovněž svérázné. Maximální ohybový moment na spojitém nosníku nemá hodnotu $1/16 \cdot g \cdot L^2$, jak je uvedeno na str. 24 statického výpočtu. Obrázek na spodku této strany, z kterého také vyplývá, že jde o spojitý nosník, uvažuje rozpětí cca 4x menší, než jaké je reálné. Výpočet deformací už ovšem počítá s prostým nosníkem o správném rozpětí. V posudcích vůbec není řešeno klopení vaznice.

Statický návrh vykazuje celou řadu dalších chyb, jejichž podrobný rozbor by byl nad rámec recenze i časového prostoru pro běžnou obhajobu diplomové práce. Zmíním tedy jen stručně některé z nich:

- Chybí rozbor stálého zatížení od proskleného střešního pláště (pravděpodobně by šlo o výrazně vyšší hodnoty - není to okno, jde o střešní plášť, který musí přenášet zatížení a být pochozí alespoň pro údržbu).
- Neuváženy závěje na střeše skeletu.
- Neuváženy závěje na střeše sálu dle národní přílohy normy.
- Na střeše je nesprávně uváženo zároveň zatížení užité a zatížení sněhem.
- Na str. 27 je ve výpočtu stálého zatížení uvažováno se zatížením sněhem(?), přitom ve výsledné rovnici vypadne nejenom sníh, ale i stálé zatížení střešním pláštěm a uvážena je tak jen vlastní tíha vazníku.
- Na stejném místě je ve výpočtu zatížení sněhem uvažováno se zatěžovací šířkou 2,5 m, zatímco reálné rozteče vazníků jsou až 8,1 m.
- Z výkresů vyplývá, že vaznice nejsou uloženy ve styčnicích vazníku (je 8 příhradových polí vazníku a jen 7 polí mezi vaznicemi), což je v rozporu se statickým výpočtem.
- Chybí posouzení krajního obloukového plnostěnného vazníku.
- Neuvážena správná rozpětí tr. plechu ani jeho atypická pole.
- Chybí posouzení nosné konstrukce střechy skeletu.
- Minimálně u sloupu S1 chybí uvážení ohybu od větru působícího na stěnu střešní nástavby.
- V posudku MSP provozního stavu spřažené stropnice není uváženo zatížení od hmotnosti podlahy a naopak je nesprávně uvážena hmota mokrého betonu stropní desky.
- Není řešena otázka proveditelnosti spřažení průvlaku s betonovou deskou, když tr. plech má jinou modulaci než OK (vlny tedy nevyjdou nad všechny průvlaky).

Zvolený konstrukční systém je nelogický a lze mít například tyto výhrady:

- Spodní pás podélného svislého střešního ztužidla nástavby končí ve vzduchu.

- K čemu slouží příčné a podélné stěnové ztužidlo a také příčné střešní ztužidlo, když stejnou funkci přebírají sloupy skeletu a vzájemná interakce těchto sloupů s navrženými ztužidly není řešena na 3D modelu?
- Pokud by představou autorky bylo, že horní nástavba je zcela ztužena a do sloupů skeletu se tak nevnaší žádné ohyby, bylo by nutné konstrukci doplnit o podélné vodorovné střešní ztužidlo a do sloupů skeletu započítat zvýšené svislé reakce od všech ztužidel nástavby.

Rovněž k výkresové dokumentaci lze mít mnohé připomínky, které svědčí o pramalé znalosti navrhované konstrukce:

- Značení podlaží je nesprávné a matoucí (3NP je ve skutečnosti 4NP nebo spíše střecha skeletu).
- Zcela chybí výkres podlaží 0,000 nebo-li 1NP, kde by měla být vidět vodorovná nosná konstrukce sálu.
- Zásadní nedostatek kót znemožňující správné pochopení konstrukce.
- Nikde není vykreslen a okótován příhradový vazník s popisem všech profilů.
- Řez A-A není vhodně volen a zobrazuje příliš mnoho objektů v různé vzdálenosti od roviny řezu – vytváří tak nesprávný dojem, že podélné střešní svislé ztužidlo je napojeno do sloupů – ve skutečnosti jeho horní pás je připojen do plnostěnného obloukového vazníku a spodní pás končí ve vzduchu.
- V pohledu C není správně zobrazeno střešní příčné vodorovné ztužidlo.
- V pohledu C není správně vykreslen sloup ve štítu konstrukce nad sálem.
- Zcela postrádám informace o spřažení a spřahovacích prvcích.
- Ve výkresech není nikde uveden tr. plech.
- Výkres detailů je značně zjednodušený, chybí výztuhy v det. uložení vazníku a pod.

Technická zpráva je formální a nepopisuje dostatečně zvolené konstrukční řešení. Odpověď na otázky zmíněné v této recenzi v ní nalézt nelze.

Projekt neobsahuje výkaz materiálu, který by případně mohl doplnit údaje chybějící v technické zprávě a výkresech.

Celkově musím bohužel konstatovat, že projekt vykazuje nadměrné množství hrubých chyb a nedostatků. Ani jeho rozsah neodpovídá požadavkům na diplomovou práci s takto jednoduchým zadáním. Diplomantku lze pochválit snad jen za grafickou úpravu.

Známka: F – nedostatečně

Vypracoval: Ing. Jan Seifert

V Praze, 22. 1. 2019