



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

TRŽNICE

MARKET HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Stloukalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

A – PRŮVODNÍ DOKUMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

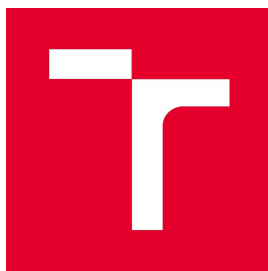
Tereza Stloukalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2022



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tereza Stloukalová
Název	Tržnice
Vedoucí práce	Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] ČSN EN 1990- Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991- Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1993- Navrhování ocelových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1995- Navrhování dřevěných konstrukcí
- [5] Koželouh B.: Dřevěné konstrukce podle eurokódu 5 - Step 1 Navrhování a konstrukční materiály, Bohumil Koželouh 1998
- [6] Melcher J., Straka B.: Kovové konstrukce- Konstrukce průmyslových budov, SNTL Praha 1985

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh nosné konstrukce zastřešené tržnice umístěné v lokalitě obce Jihlava. Požadovaná půdorysná plocha je minimálně 500 m². Minimální šířka konstrukce je 15 m. Světlá výška v nejnižším bodě je minimálně 4 m. Tvar konstrukce volte s ohledem na architektonické požadavky související s účelem stavby. Pro nosnou konstrukci zvolte ocel běžně dostupné pevnostní třídy.

Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů. Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Barnat, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na návrh a posouzení ocelové konstrukce. Jedná se o trojlodní halu Tržnice vysokou 6,5m o půdorysných rozměrech 18x30m. Nosná konstrukce je tvořena příhradovými vazníky pilového tvaru, které jsou osazeny na kyvných stojkách. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna podélnými i příčnými ztužidly. Celá konstrukce je navržena z oceli S235. Opláštění je provedeno ze sendvičových izolačních panelů.

KLÍČOVÁ SLOVA

ocelová konstrukce, příhradový vazník, pilová střecha, sloup, ztužidlo, táhlo, tržnice

ABSTRACT

The work is focused on the design and assessment of the steel structure. It is a three-aisle hall of the Market Hall, 6.5m high, with plan dimensions 18x30m. The supporting structure consists of sawtooth trusses, which are mounted on swinging uprights. The spatial rigidity of the structure is ensured by longitudinal and transverse stiffeners. The entire structure is designed in S235 steel. The cladding is made of sandwich insulation panels.

KEYWORDS

steel structure, truss girder, sawtooth roof, column, bracing, tie rod, market hall

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Tereza Stloukalová *Tržnice*. Brno, 2022. 17 s., 143 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Barnat, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Tržnice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

Tereza Stloukalová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Tržnice* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2022

Tereza Stloukalová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat panu Ing. Janu Barnatovi, Ph.D. za pomoc s tvorbou mé bakalářské práce a čas, který mi věnoval. Dále děkuji rodině a přátelům za podporu a pochopení.

OBSAH PRÁCE

A – PRŮVODNÍ DOKUMENT

1. Titulní list
2. Zadání práce
3. Abstrakt a klíčová slova
4. Bibliografická citace
5. Prohlášení o původnosti VŠKP
6. prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP
7. Poděkování
8. Obsah práce
9. Seznam použitých zdrojů
10. Seznam příloh

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

C – STATICKÝ VÝPOČET

D – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

- V1 – Půdorys
- V2 – Řezy
- V3 – Výkres montážního dílce
- V4 – Výkres směrných detailů
- V5 – Výkres kotvení

E – VÝSTUP ZE STATICKÉHO PROGRAMU

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: Navrhování prvků ocelových konstrukcí*. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2019. ISBN 978-80-7623-018-7.

FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s. *Firesta* [online]. Brno [cit. 2022-05-18]. Dostupné z: <https://www.firesta.cz/system-tahel-protah>

Adamietz s.r.o. *Adamietz s.r.o.* [online]. Strzelce Opolskie, Polsko [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://arpanel.cz/sendvicove-panely/>

Ferona, a.s. *Ferona, a.s.* [online]. Praha [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/>

Hilti ČR spol. s r.o. *Hilti.cz* [online]. Praha [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/>

Sika CZ, s.r.o. *Sika CZ, s.r.o.* [online]. Brno [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://cze.sika.com/>

ČSN EN 1990 ed 2 Eurokód: *Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: Český normalizační institut, 2021

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*, Praha: Český normalizační institut, 2004

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*, Praha: Český normalizační institut, 2005

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*, Praha: Český normalizační institut, 2007

ČSN EN 1993-1-1 ed 2 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha: Český normalizační institut, 2011

ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: *Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků*, Praha: Český normalizační institut, 2013

SEZNAM PŘÍLOH

B - Technická zpráva

C - Statický výpočet

D - Výkresová dokumentace

E - Výstup ze statického programu



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tereza Stloukalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BARNAT, Ph.D.

BRNO 2022

OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. MATERIÁL.....	3
3. ZATÍŽENÍ.....	3
- VLASTNÍ TÍHA.....	3
- OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	3
- KLIMATICKÉ.....	3
4. KONSTRUKCE.....	4
- VAZNÍK.....	4
- SLOUP.....	4
- ZTUŽIDLA.....	4
- KOTVENÍ.....	5
- OPLÁŠTĚNÍ.....	5
5. SPOJE.....	5
6. POVRCHOVÁ ÚPRAVA.....	6
7. KONTROLA A ÚDRŽBA.....	6
8. MONTÁŽ.....	6

1. ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a posouzením nosné ocelové konstrukce haly tržnice. Stavba se bude nacházet v Jihlavě, krajském městě kraje Vysočina.

Pro návrh konstrukce byl použit výpočtový software Dlubal RFEM. Bylo provedené ověření ručním výpočtem. Návrh je v souladu s normou ČSN EN 1993

Hala je trojlodní a má půdorysné rozměry 18x30 m. Střešní konstrukce je řešena jako pilová se sklonem 15°. Ve vrcholu je konstrukce vysoká 6,5m a v úžlabí 5,5 m. Příčná vazba je řešena jako příhradový vazník na kyvných stojkách. Příčné vazby jsou vzájemně propojeny podélnými ztužidly a systémovými táhly a příčně ztuženy pomocí systémových táhel.

2. MATERIÁL

Konstrukce je navržena z oceli S235J0, připojovací plechy pro prefabrikovaná táhla jsou dle požadavku výrobce z oceli S355J0. Pro spoje jsou použity šrouby pevnostní třídy 5.6 a kotevní šrouby 5.8. Základové patky jsou z betonu pevnostní třídy C20/25.

3. ZATÍŽENÍ

- VLASTNÍ TÍHA

Vygenerována výpočtovým softwarem Dlubal RFEM

- OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Stěnové sendvičové panely	13,2 kg/m ²
Střešní sendvičové panely	13,7 kg/m ²
Konstrukce světlíků	35 kg/m ²

- KLIMATICKÉ

Sníh – oblast III.	$s_k=1,5 \text{ kN/m}^2$
Vítr – oblast II.	$v_b=25,0 \text{ m/s}$

4. POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU

Jedná se o nosnou konstrukci pro halu Tržnice. Hala je tvořena třemi totožnými loděmi. Půdorysné rozměry haly jsou 18x30m, výška v hřebeni je 6,5m a v úžlabí 5,5m. Konstrukce zastřešení je tvořena třemi příhradovými vazníky pultového tvaru a tvoří tak pilovou střechu. Vazníky jsou kloubově uloženy na sloupech. Osová vzdálenost mezi příčnými vazbami jsou 3 m. Jednotlivé příčné vazby jsou vzájemně propojeny podélnými ztužidly a systémem táhel a příčně ztuženy pomocí systémových táhel. Nosná konstrukce je navržena z oceli S235.

- VAZNÍK

Vazník je lichoběžníkového tvaru a tvoří jeden montážní dílec. Rozpětí vazníku je 6 m, výška na nízké straně je 0,5m a na vysoké pak 1,5m. Horní pásy jednotlivých vazníků jsou tvořeny dutými profily TR OBD 100x80x3 a TR OBD 100x60x3 a jsou posuvně (ve směru vazníku) kloubově připojeny se sloupům. Dolní pásy jsou navrženy z dutých profilů TR OBD 100x80x3, TR 4HR 100x3, TR 4HR 70x3 a TR 4HR 50.3 a jsou připojeny kloubě ke sloupům. Diagonály a svislice jsou z profilů TR 4HR 40x3, TR 4HR 50x3 a TR 4HR 30x3 a jsou k hornímu i dolnímu pásu připojeny pomocí svarových spojů.

- SLOUP

Sloupy tvořené z válcovaného profilu IPE 240. jsou dlouhé 6,5 m (osy A, B, C) a 5,5 m (osa D). Jsou navrženy jako obousměrně kloubově uložené, tzv. kyvné stojky. Sloupy budou kotvené dvojicí kotevních šroubů do základové konstrukce z betonu C20/25 přes patní plech.

- ZTUŽIDLA

Podélné ztužidlo je řešeno jako přímá příhradová konstrukce spojující příčné vazby vždy v místě sloupu (osy A, B, C, D). Jsou tvořena dutými průřezy. Horní pás je z TR 4HR 40x3. Dolní pás tvoří profily TR 4HR 70x3 a TR 4HR 40x3. Výplňové pruty jsou navrženy z TR 4HR 30x3. Ztužidlo je kloubově připojeno ke sloupům.

Dále je prostorové ztužení zajištěno prefabrikovanými systémovými táhly PROTAH od společnosti Firesta. Tvoří, jak ztužení v rovině příčné vazby, tak i v rovině podélného ztužidla a i v rovině dolního pásu vazníku.

V prostředních polích krajních příčných vazeb (osy 1, 11) je navrženo ztužidlo o průměru 30 mm a v prostředním poli střední příčné vazby (osa 6) je táhlo o průměru 20 mm. Táhla navržená v podélném směru se nachází v krajních polích na osách A a D a jsou o průměru 16 mm. Ztužení navržené v rovině dolního pásu vazníku se nachází mezi osami B a C v každém poli po celé délce konstrukce a dále také mezi osami A a B a také C a D a to pouze v prvních a posledních polích. Tato táhla jsou z oceli pevnostní třídy S355 a přípojovací plechy pro tato táhla musí být z oceli identických vlastností.

- **KOTVENÍ**

Konstrukce je kotvena pomocí lepených kotev do základů z betonu pevnostní třídy C20/25. Základové patky mají půdorysný rozměr 600x600 mm a jsou navrženy do nezámrzné hloubky. Kotvení je v úrovni 150 mm pod úrovní podlahy. Pata sloupu je opatřena patním plechem tl. 10 mm. Pod patním plechem je navrženo podlití z cementové malty tl. 30 mm. Sloup je k betonovému základu kotven vždy pomocí dvou kotevních šroubů o průměru 24 a 16 mm. Do patního plechu jsou vyvrtány otvory dvojnásobného průměru, než je průměr kotvy pro snazší osazování na patku a následně budou na tyto otvory osazeny podložky s otvory o průměru odpovídajícímu průměru vrtáku doporučeného od výrobce. Vzniklý prostor je nutné zainjektovat. Jsou navrženy kotvy od výrobce HILTI.CZ – kotva HIT RE 500, HAS.

- **OPLÁŠTĚNÍ**

Budova bude opláštěna izolačními sendvičovými panely ARPLANE tvořenými dvojicí plechů a izolačního jádra z minerální vlny. Střešní (ARPANEL D PIR) i stěnové (ARPANEL SU PIR) panely mají celkovou tloušťku 120 mm. Opláštění je do nosné konstrukce kotveno pomocí upevňujících šroubů navržených výrobcem.

5. SPOJE

Montážní spoje jednotlivých prvků jsou navrženy šroubové ze šroubů pevnostní třídy 5.6. Dílenské svařování je prováděno v ochranné atmosféře metodou obloukového svařování. Během montáže již žádné svařování nebude probíhat. Kotevní šrouby jsou pevnostní třídy 5.8. Spojovací prvky budou pozinkované.

Šrouby pro připojení dolního pásu vazníku jsou navrženy jako M20, horní pás je připojen pomocí šroubů M16. Horní i dolní pás podélného ztužidla v krajních polích je připojen šrouby M20 u ostatních polí pak stačí šrouby M16. Kotevní šrouby jsou navrženy o průměru M16 u většiny patek. Nejnamáhanější patky se nachází na ose B vždy ve vazbě u příčného ztužení táhly. Zde jsou navrženy kotvy M24.

6. POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Před provedením nátěrem musí být konstrukce odmaštěna a otryskána. Ochranný nátěr Sika Unitherm Platinum 120 bude proveden v tloušťce minimálně 80 μ m.

7. KONTROLA A ÚDRŽBA

Konstrukci je třeba během užívání pravidelně kontrolovat. Každých 5 let proběhne kontrola běžná a jednou za 10 let kontrola podrobná. Kontrolují se hlavně tato hlediska: koroze a stav ochranného nátěru, poškození jednotlivých prvků, kotvení, nadměrné deformace, kmitání a kontrola spojů.

8. MONTÁŽ

Po dokončení základových prací se provedou vrty pro dodatečné osazení kotev. Po provedení vrtů se provede osazení sloupů příčné vazby (osa 1) a jejich zakotvení přes patní plech. Nutno provést výškovou i směrovou rektifikaci a následně provést podlití a zainjektování kotev. Sloupy nutno ukotvit dočasnými táhly pro udržení stability. Na sloupy se následně osadí vazníky a táhla tvořící příčné ztužení. Tyče táhel se pomocí vidlic a čepů dodávaných výrobcem ukotví na připravené styčnickové plechy a pomocí spojek se uprostřed rozpětí propojí. Pro zajištění polohy se používají aretační matice. Dále provedeme výstavbu příčné vazby č.2 obdobným způsobem a podélně tyto dvě vazby ztužíme táhly a příhradovým ztužidlem. Tato konstrukce již je prostorově tuhá, tudíž lze odstranit provizorní táhla. Postupně podobným způsobem připojujeme další vazby. Po provedení nosné konstrukce následuje opláštění a dokončení celé stavby.