

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

SPORTOVNÍ - TENISOVÁ HALA

TENNIS HALL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

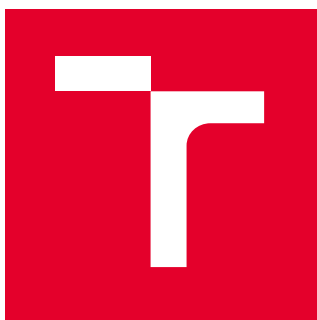
Alžběta Vachutková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Barnat,
Ph.D.

BRNO 2023



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

Alžběta Vachutková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Barnat,
Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studentka: **Alžběta Vachutková**
Vedoucí práce: **Ing. Jan Barnat, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Studijní program: B3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Sportovní - tenisová hala

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte návrh nosné konstrukce sportovní haly určené především pro tenis. Hala bude umístěna v lokalitě obce Litovel.

Požadované světlé půdorysné rozměry (v úrovni 3 m nad podlahou) jsou 22 x 45 m. Minimální světlá výška v celkové šíři 19 m je 7,5 m. Pro nosnou konstrukci zvolte ocel běžně dostupné pevnostní třídy.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Vypracujte statický výpočet hlavních nosných částí konstrukce včetně řešení směrných detailů.

Vypracujte technickou zprávu a výkresovou dokumentaci v rozsahu specifikovaném vedoucím práce.

Seznam doporučené literatury a podklady:

- [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

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2022

L. S.

doc. Ing. Milan Šmak, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. Jan Barnat, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce by návrh a posouzení ocelové nosné konstrukce sportovní - tenisové haly v Litovli. Příčná vazba je tvořena dvakrát lomeným rámem ve tvaru mansardy o rozpětí 24 m a půdorysné délce 50 m. Výška ve středu vazby je 12 m a osová vzdálenost těchto vazeb je 5 m. Použitým materiálem je ocel S 355. V rámci práce jsou řešeny montážní spoje příčné vazby a vliv jejich tuhosti na výsledky výpočtového modelu. Součástí je posouzení vybraných nosných prvků, detailů a jejich výkresová dokumentace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ocelová konstrukce, sportovní hala, rámová konstrukce, příčná vazba, polotuhé styčníky, válcované profily

ABSTRACT

The aim of the bachelor thesis was the design and assessment of the steel supporting structure of the sports hall in Litovel. The main frame is formed by a double-braced frame in the shape of a mansard with a span of 24 m and a plan length of 50 m. The height in the centre of the main frame is 12 m and the axial distance of these frames is 5 m. The used material is steel S 355. The joints of the frame and the effect of their stiffness on the results of the computational model are discussed. Thesis includes the assessment of selected load-bearing elements, details and their drawing documentation.

KEYWORDS

Steel structure, sports hall, frame, main frame, semi-rigid joints, rolled profile

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VACHUTKOVÁ, Alžběta. *Sportovní - tenisová hala*. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí Ing. Jan Barnat, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Sportovní - tenisová hala* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2023

Alžběta Vachutková
autor

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu Ing. Janovi Barnatovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, cenné rady a především za vynaložený čas.

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. Poděkování
7. Obsah práce
8. Seznam použitých zdrojů
9. Seznam příloh

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

C – STATICKÝ VÝPOČET

D – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

E – VÝSTUP Z PROGRAMU RFEM

F – VÝSTUP Z PROGRAMU IDEA STATICA

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Použité normy:

- [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 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků

Literatura:

- [7] PILGR, M., Kovové konstrukce – navrhování prvků ocelových konstrukcí. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM®, 2019, 700 s.
- [8] HORÁČEK, M., BOA002 Prvky kovových konstrukcí. Podklady do cvičení.

Použité webové stránky:

- [9] Dlubal.com, Oblasti zatížení sněhem, větrem a zemětřesením [online]. Dostupné na: <https://www.dlubal.com/cs/oblasti-zatizeni-snehem-vetrem-a-zemetresenim/snih-csn-en-1991-1-3.html?#¢er=49.701502367852775,17.09558486938477&zoom=13&marker=49.701478,17.075692>
- [10] Kingspan.com, Střešní izolační panely [online]. Dostupné na: <https://www.kingspan.com/cz/cs/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stresni-izolacni-panely/ks1000-rw-quadcore/>
- [11] Kingspan.com, Stěnové izolační panely [online]. Dostupné na: <https://www.kingspan.com/cz/cs/produkty/izolacni-sendvicove-panely/stenove-izolacni-panely/ks1000-at-quadcore/>

SEZNAM PŘÍLOH

B – TECHNICKÁ ZPRÁVA

C – STATICKÝ VÝPOČET

D – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

E – VÝSTUP Z PROGRAMU RFEM

F – VÝSTUP Z PROGRAMU IDEA STATICA



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

Alžběta Vachutková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Barnat,
Ph.D.

BRNO 2023

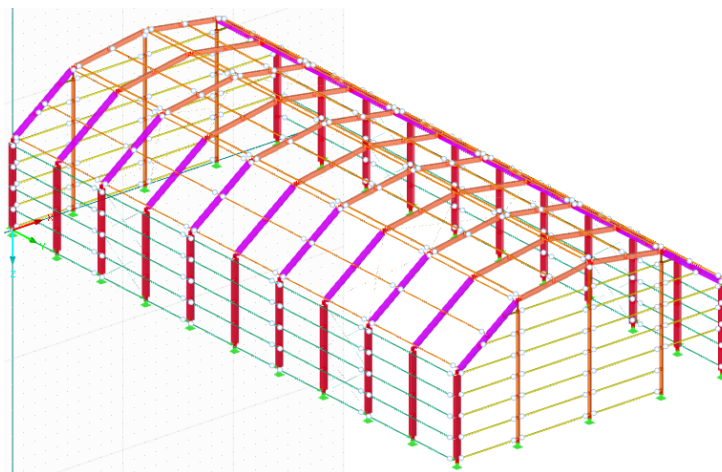
Obsah

1. OBECNÉ INFORMACE	3
2. GEOMETRIE	3
3. MATERIÁL	4
4. ZATÍŽENÍ	4
VLASTNÍ TÍHA.....	4
OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	4
ZATÍŽENÍ SNĚHEM.....	4
ZATÍŽENÍ VĚTREM	4
5. PRVKY KONSTRUKCE.....	4
SLOUPY	4
PŘÍČLE	4
SLOUPY V ČELNÍ STĚŇE.....	5
VAZNICE	5
PAŽDÍKY V PODÉLNÉM SMĚRU	5
PAŽDÍKY V ČELNÍ STĚŇE.....	5
ZTUŽIDLA	5
6. OCHRANA KONSTRUKCE	5
7. DOPRAVA.....	5
8. MONTÁŽ	6
9. ODHAD HMOTNOSTI KONSTRUKCE	6

1. OBECNÉ INFORMACE

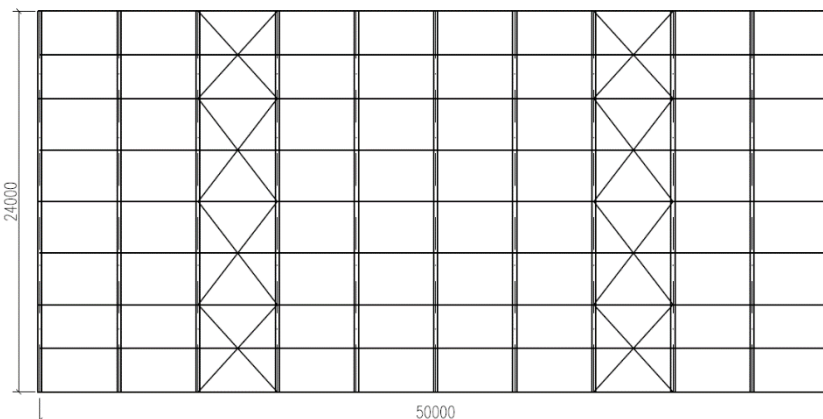
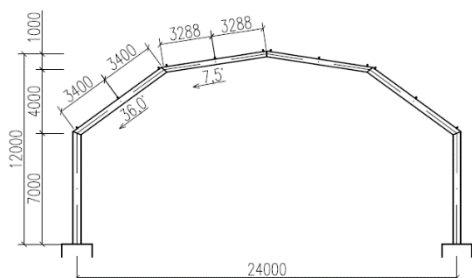
Předmětem návrhu je ocelová sportovní - tenisová hala. Stavba se bude nacházet ve městě Litovel v Olomouckém kraji. Půdorysné i výškové rozměry vychází z doporučených rozměrů pro tenisový kurt. Příčná vazba je navržena jako polotuhý rám.

Pro návrh konstrukce byl použit výpočtový software Dlubal RFEM a ke zjištění tuhosti a posouzení montážních spojů příčné vazby software IDEA StatiCa.



2. GEOMETRIE

Rozpětí:	24 m
Délka:	50 m
Výška ve vrcholu sloupu:	7 m
Výška mezilehlého vrcholu:	11 m
Výška ve středu vazby:	12 m
Osová vzdálenost vazeb:	5 m
Sklony střešní konstrukce:	36 ° a 7,5 °



3. MATERIÁL

Nosná konstrukce je navržena z oceli S 355. Základové patky jsou z betonu C20/25. Pro spoje jsou použity šrouby pevnostní třídy 8.8.

4. ZATÍŽENÍ

VLASTNÍ TÍHA

Vygenerována výpočtovým programem Dlubal RFEM.

OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Střešní plášť KINGSPAN KS 1000 RW – Quad Core tl. 120 mm $g_1 = 0,1247 \text{ kN/m}^2$

Stěnový plášť KINGSPAN KS 1000 AT – Quad Core tl. 120 mm $g_2 = 0,1358 \text{ kN/m}^2$

ZATÍŽENÍ SNĚHEM

Zatížení sněhem bylo stanoveno podle ČSN EN 1991-1-3. Objekt se nachází v II. sněhové oblasti.

ZATÍŽENÍ VĚTREM

Zatížení větrem bylo stanoveno podle ČSN EN 1991-1-4. Objekt se nachází v I. větrné oblasti a ve III. kategorii terénu.

5. PRVKY KONSTRUKCE

SLOUPY

Sloupy v příčné vazbě jsou navrženy z válcovaného profilu TR OBD 500x300x16 a jejich systémová délka je 7,0 m. V rovině vazby je sloup modelován se zadanou tuhostí, z roviny vazby je sloup uložen kloubově. Sloupy budou kotvené čtveřicí kotevních šroubů do základové konstrukce z betonu C20/25 přes patní plech. Posouvající síly budou přeneseny smykovou zarážkou.

PŘÍČLE

Příčle navazující na sloup ve sklonu 36 ° jsou navrženy z válcovaného profilu TR OBD 450x250x12,5 a jejich systémová délka je 6,8 m. Na tento profil navazuje příčel ve sklonu 7,5 ° tvořená profilem TR OBD 350x250x12,5 o systémové délce 6,58 m. Příčle společně se sloupy tvoří příčnou vazbu, jejíž styčníky byly modelovány se zadanou tuhostí a spoje byly navrženy jako montážní šroubované. Jsou tvořeny čelními deskami tl. 20 mm, výztuhami tl. 15 mm a šrouby M24 pevnostní třídy 8.8.

SLOUPY V ČELNÍ STĚŇĚ

Sloupy v čelní stěně jsou tvořeny profilem TR OBD 260x180x14,2 a jejich systémové délky jsou 11,0 a 12,0 m. Jsou kloubově uloženy v patě i ve vrcholu a budou kotvené dvojicí konstrukčních šroubů do základové konstrukce z betonu C20/25 přes patní plech. Smykové síly budou přeneseny smykovou zarážkou. Ve vrcholu budou sloupy připojené k příčlím pomocí dvojice předem přivařených plechů, které se během montáže sešroubují.

VAZNICE

Vaznice jsou navrženy z profilu TR OBD 100x60x8 a jsou dlouhé 10,0 m. Působí jako spojitý nosník o 2 polích. K příčlím jsou připojeny pomocí dvojice přivařených plechů, které budou na stavbě sešroubovány.

PAŽDÍKY V PODÉLNÉM SMĚRU

Paždíky jsou v podélném směru navrženy z profilu TR OBD 100x50x5, jsou dlouhé 10,0 m a působí jako spojitý nosník o 2 polích. Ke sloupům jsou připojeny pomocí dvojice přivařených sešroubovaných plechů podobným způsobem jako vaznice.

PAŽDÍKY V ČELNÍ STĚŇĚ

V čelní stěně jsou paždíky navrženy z profilu TR OBD 140x8x8. Uloženy jsou na obou koncích kloubově. Ke sloupům budou připojeny pomocí dvojice přivařených plechů, které se na stavbě přišroubují.

ZTUŽIDLA

Střešní i stěnová ztužidla jsou tvořena plnými tyčemi průměru 14 mm. Modelovány byly jako pruty přenášející pouze tahové síly. K příčlím a sloupům budou připojeny pomocí přivařených plechů a čepů. Příčná ztužidla budou v konstrukci zajišťovat celkovou tuhost v podélném směru.

6. OCHRANA KONSTRUKCE

Před provedením nátěru musí být konstrukce odmaštěna a otryskána. Ochranný nátěr bude proveden v tloušťce minimálně 120 μm .

7. DOPRAVA

Každý rám je rozdělen na 6 částí (2 sloupy a 4 příčle). Všechny ocelové konstrukční části se na stavbu přivezou běžnou nákladní kamionovou dopravou. Nejdelším prvkem jsou sloupy v čelní stěně se systémovou délkou 12,0 m.

8. MONTÁŽ

- 1) Provedení výkopových prací.
- 2) Osazení kotevních šroubů pomocí šablon.
- 3) Osazení sloupů a jejich zakotvení přes patní plech. Nutno provést výškovou i směrovou rektifikaci.
- 4) Podlití sloupů.
- 5) Sešroubování příčlů a jejich osazení na sloupy v příčných vazbách č. 3 a 4 pomocí jeřábu.
- 6) Propojení vazeb č. 3 a 4 střešními a stěnovými ztužidly.
- 7) Osazení příčlů v následující vazbě.
- 8) Propojení vazby se ztuženým polem vaznicemi a paždíky.
- 9) Opakování postupu od bodu č. 7. Propojování příčných vazeb provedeno po dvou polích vaznicemi a paždíky, které působí jako spojitě nosníky o 2 polích.
- 10) Po provedení celé konstrukce opláštění střechy a stěn.

9. ODHAD HMOTNOSTI KONSTRUKCE

Odhad hmotnosti byl stanoven na základě systémových délek prutů, průřezových ploch a objemové hmotnosti oceli.

OZNAČENÍ	PRVEK	PROFIL	DÉLKA [m]	POČET	CELKOVÁ HMOTNOST [t]
I	SLOUP	TR OBD 500x300x16	7,00	22	29,41
II	PŘÍČEL 1	TR OBD 450x250x12,5	6,80	22	19,60
III	PŘÍČEL 2	TR OBD 350x250x12,5	6,58	22	16,21
IV	VAZNICE	TR OBD 120x60x8	10,00	60	12,06
V	PAŽDÍK	TR OBD 100x50x5	10,00	50	5,40
VI	PAŽDÍK V ČELNÍ STĚNĚ 1	TR OBD 140x80x8	5,50	16	2,21
VII	PAŽDÍK V ČELNÍ STĚNĚ 2	TR OBD 140x80x8	6,50	28	4,57
VIII	PAŽDÍK V ČELNÍ STĚNĚ 3	TR OBD 140x80x8	3,09	4	0,31
IX	ČELNÍ SLOUP 1	TR OBD 260x180x14,2	11,00	4	3,96
X	ČELNÍ SLOUP 2	TR OBD 260x180x14,2	12,00	2	2,16
XI	STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO 1	KR 14	7,43	8	0,07
XII	STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO 2	KR 14	8,20	8	0,08
XIII	STĚNOVÉ ZTUŽIDLO	KR 14	6,10	16	0,12
HMOTNOST KONSTRUKCE [t]					96,17