



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

ZASTŘEŠENÍ TRIBUNY

ROOFING OF TRIBUNE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Straka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Pavel Straka
Název	Zastřešení tribuny
Vedoucí práce	Ing. Ivan Balázs, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí

ČSN EN 1090: Provádění ocelových konstrukcí

MAREK, Pavel a kol. Kovové konstrukce pozemních staveb. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury; Alfa, vydavatelstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1985

BUJŇÁK, Ján, VIČAN, Josef. Navrhovanie oceľových konštrukcií. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2012, ISBN 978-80-554-0529-2

FERJENČÍK, Pavel a kol. Navrhovanie oceľových konštrukcií: 1. časť, 2. časť. Bratislava; Praha: ALFA - Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry; Státní nakladatelství technické literatury, 1986

LEDERER, Ferdinand. Priestorové oceľové konštrukcie. Bratislava: Alfa, vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, 1981

DA SILVA, Luís Simões, SIMÕES, Rui, GERVÁSIO, Helena. Design of Steel Structures. Brussels: ECCS - European Convention for Constructional Steelwork, 2010, ISBN 978-92-9147-098-3

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Vypracujte návrh a posouzení nosné ocelové konstrukce zastřešení tribuny o orientačních půdorysných rozměrech 35 × 70 m pro oblast města Moravské Budějovice. Dispoziční řešení navrhnete v souladu s koncepčními a architektonickými požadavky vyplývajícími z účelu konstrukce. Nosnou konstrukci předběžně navrhnete v několika variantách, z nichž nejvýhodnější bude vybrána pro podrobné rozpracování. Posouzení provedte v souladu s aktuálně platnými normativními dokumenty pro navrhování ocelových konstrukcí.

Požadované výstupy: Předběžný návrh variant řešení včetně jejich porovnání a zhodnocení, technická zpráva shrnující základní charakteristiky navržené konstrukce, statický výpočet hlavních nosných částí vybrané varianty konstrukce, výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím práce obsahující zejména dispoziční výkresy vybraných konstrukčních dílců včetně charakteristických detailů, orientační výkaz spotřeby materiálu.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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).

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce bylo navrhnout a posoudit nosnou konstrukci zastřešení tribuny na sportovním stadionu. Půdorysné rozměry jsou 35x70 m. Objekt se bude nacházet v lokalitě Moravské Budějovice. Konstrukce je navržena z oceli třídy S355 a ocelových spojovacích prostředků. Byly vytvořeny posudky pro 2 varianty. Varianta A s vazníkem příhradovým, varianta B s vazníkem plnostěnným. Jako výhodnější vyhodnocena varianta s příhradovým vazníkem, která je rozpracována podrobněji.

KLÍČOVÁ SLOVA

zastřešení tribuny, ocelová konstrukce, prutová konstrukce, příhradový vazník

ABSTRACT

The subject of this thesis was to design and assess the load-bearing structure of the grandstand roof at the sports stadium. The ground plan dimensions are 35x70 m. The object will be located in Moravské Budějovice. The construction is made of grade steel S355 and steel fasteners. Assessments were created for 2 variants. Variant A with truss, Variant B with plate girder. The truss variant, which is elaborated in more detail, was evaluated as more advantageous.

KEYWORDS

roofed stands, steel structure, beam structure, main truss structure

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Pavel Straka *Zastřešení tribuny*. Brno, 2020. 20 s., 136 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivan Balázs, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Zastřešení tribuny* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 2. 1. 2020

Bc. Pavel Straka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Zastřešení tribuny* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2. 1. 2020

Bc. Pavel Straka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl velmi poděkovat mému vedoucímu diplomové práce Ing. Ivanu Balázsovi, Ph.D., za čas, který mi věnoval během zpracovávání diplomové práce, jeho rady a ochotné zodpovídání mých dotazů.



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

ZASTŘEŠENÍ TRIBUNY

ROOFING OF TRIBUNE

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Pavel Straka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. IVAN BALÁZS, Ph.D.

BRNO 2020

OBSAH

1. ÚVOD.....	4
2. POPIS STAVBY.....	5
3. ZATÍŽENÍ.....	5
4. POPIS KONSTRUKCE	6
4.1 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ.....	6
4.2 VAZNICE	6
4.3 VAZNÍK	6
4.3.1 HORNÍ PÁS VAZNÍKU	6
4.3.2 DOLNÍ PÁS VAZNÍKU.....	6
4.3.3 DIAGONÁLY	6
4.3.4 SVISLICE	6
4.4 HLAVNÍ SLOUP.....	7
4.5 VEDLEJŠÍ SLOUP.....	7
4.6 PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO	8
5.6.1 STŘEŠNÍ ČÁST.....	7
5.6.2 STĚNOVÁ ČÁST.....	7
4.7 PODÉLNÉ ZTUŽIDLO	8
4.7.1 DIAGONÁLY	7
4.7.2 DOLNÍ PÁS.....	7
4.8 SPOJE.....	8
4.8.2 PŘIPOJENÍ PRVKŮ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE.....	7
4.8.2 PŘIPOJENÍ VAZNIC NA HORNÍ PÁS VAZNÍKU	7
4.8.2 PŘIPOJENÍ VAZNÍKU K HLAVNÍMU SLOUPU.....	8
4.8.2 PŘIPOJENÍ VAZNÍKU K VEDLEJŠÍMU SLOUPU.....	8
4.8.2 PŘIPOJENÍ DIAGONÁLY PŘÍČNÉHO ZTUŽIDLA KE SLOUPŮM	8
4.9 MONTÁŽNÍ SPOJ	8
4.10 KOTVENÍ SLOUPŮ.....	8
5. OCHRANA KONSTRUKCE	8
6. VÝROBA.....	9
7. DOPRAVA	9
8. MONTÁŽ.....	9

9. ÚDRŽBA	9
10. VÝKAZ MATERIÁLU	10
11. TŘÍDA PROVEDENÍ dle ČSN EN 1090-2	11
12. ZÁVĚR.....	12
13. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	13

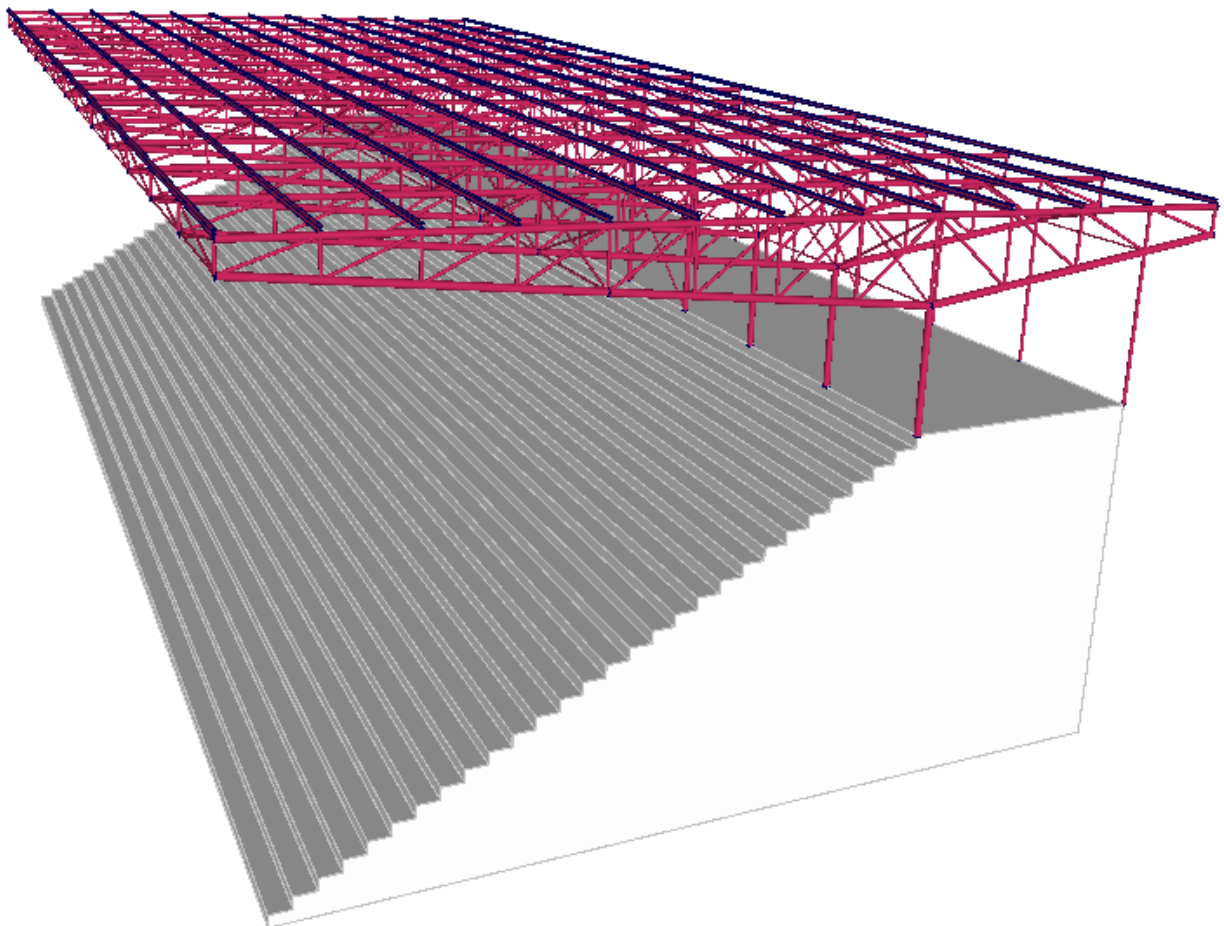
1. ÚVOD

Předmětem této diplomové práce bylo navrhnout a posoudit nosnou konstrukci zastřešení tribuny na sportovním stadionu. Půdorysné rozměry jsou 35x70 m, tribuna zastřešuje místa k sezení a také zázemí tribuny, kde mohou být navrženy toalety, stánek s občerstvením, nebo prostor pro novináře. Objekt se bude nacházet v lokalitě Moravské Budějovice. Konstrukce je navržena z oceli třídy S355 a ocelových spojovacích prostředků. Na zastřešení konstrukce je použit trapézový plech TR 85/280.

Tribuna je schopna pojmout zhruba 1500 diváků

Byly vytvořeny posudky pro 2 varianty. Varianta A počítá s vazníkem příhradovým, varianta B s vazníkem plnostěnným. Podle několika kritérií byla jako výhodnější vyhodnocena varianta s příhradovým vazníkem. Podrobné srovnání je rozpracováno v části B – porovnání variant.

V prostoru pro sezení nejsou navrženy žádné podpurné prvky konstrukce, které by bránily divákům ve výhledu na sportoviště.



2. POPIS STAVBY

Konstrukce je složená z vaznic, příhradových vazníků, sloupů a podélných a příčných ztužidel. Celá konstrukce je prostorově spolupůsobící.

Hlavními konstrukčními prvky jsou vazníky, které dávají tvar příčnému řezu zastřešení. Každý tento vazník je kloubově uložen na dvojici sloupů. Hlavní sloupy jsou do betonové spodní stavby konstrukce vetknuty, vedlejší sloup je uložen kloubově. Těchto příčných vazeb je celkem 15 a jsou od sebe vzdáleny 5,0 m.

Na vaznicích jsou uloženy vaznice, na které je připojen trapézový plech. Ztužení konstrukce zajišťují střešní a stěnové části jak podélného, tak příčného ztužidla.

Vaznice jsou z prvků HEA 160. Všechny ostatní části jsou z trubek různých průměrů a tloušťek.

Model konstrukce byl vytvořen v programu AxisVM X5. Výkresová dokumentace byla vytvořena v programu AutoCAD 2017. V těchto dvou programech byly také vytvořeny pomocné obrázky ve statickém výpočtu.

3. ZATÍŽENÍ

Zatížení je rozděleno do třech skupin, aby bylo zamezeno například působení větru z obou stran. Skupiny zatížení jsou Stálé, Větr a Sníh.

Současně se neuvažuje zatížení sněhem a zatížení užitné. A jelikož je zatížení sněhem větší, není s užitným zatížením počítáno.

Stálé zatížení se skládá z vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení, které zahrnuje tíhu střešního pláště a vybavení tribuny. Vlastní tíha byla vygenerovaná pomocí programu RFEM. Výpočet je proveden v souladu s normou ČSN EN 1991-1-1.

Zatížení sněhem je počítáno pro sněhovou oblast II. Charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$. Výpočet je proveden v souladu s normou ČSN EN 1991-1-3.

Zatížení větrem je počítáno pro větrovou oblast II. Základní rychlost větru $v_b = 25 \text{ m/s}$. Ve výpočtu je uvažováno s větrem příčným a podélným, s třením větru příčným a podélným a také s tlakem od větru na příhradu. Výpočet je proveden v souladu s normou ČSN EN 1991-1-4.

Kmitání konstrukce od větru není dle výpočtu třeba uvažovat.

Kombinace zatížení jsou vytvořeny programem AxisVM X5 tak, aby bylo dosaženo všech možných stavů zatížení. Všechny kombinace jsou vypsány v příloze č.2

4. POPIS KONSTRUKCE

4.1 STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

Střešní plášť je tvořen trapézovým plechem TR85/280 o tloušťce 0,88 mm. Plech je uložen v pozitivní poloze (širší vlna je pohledová). Je ukotven do vaznic, které jsou od sebe vzdáleny 2,92 m.

4.2 VAZNICE

Vaznice je navržena z oceli třídy S355 a je průřezu HEA 160. Působí jako prostý nosník o délce 5,0 m osazený na vazníky. Osová vzdálenost vaznic je 2,92 m. Natočení vaznic je dáno horním pásem vazníku, na kterém jsou osazeny. Vaznice v konstrukci částečně zajišťují podélné ztužení a nesou střešní plášť.

4.3 VAZNÍK

Vazník je navržen jako příhradový nosný prvek z oceli třídy S355. Osová vzdálenost vazníků je 5,0 m. Vzdálenost svislic v příčné vazbě byl zvolen tak, aby diagonály svíraly se svislicemi i pásy vazníku přibližně 45°.

4.3.1 HORNÍ PÁS VAZNÍKU

Horní pás je navržen z profilu TR 244,5/5. Celková délka je 35,04 m. Z důvodu přepravy je horní pás rozdělen na 3 dílčí části. 2 části jsou dlouhé 12,0 m, poslední část 11,04 m.

4.3.2 DOLNÍ PÁS VAZNÍKU

Dolní pás je navržen z ekonomických důvodů ze tří různých profilů. Všechny profily jsou z trubek, které mají stejný průměr, ale liší se svoji tloušťkou podle toho, jak moc jsou dané části namáhané. Na pohled tedy bude dolní pás tvořit jeden celek. Profily jsou TR 273/6,3, TR 273/10 a TR 273/16 o délkách 11,545 m, 12,0 m a 11,751 m. Celková délka je 35,296 m. V místech, kde se mění tloušťky jsou zároveň montážní spoje.

4.3.3 DIAGONÁLY

Diagonály jsou navrženy z profilu TR 121/7,1. Diagonály mají různé délky. Nejkratší má 3,039 m a nejdelší 3,938 m. Směr sklonu diagonál se mění u hlavního sloupu.

4.3.4 SVISLICE

Svislice jsou navrženy ze dvou různých profilů. Svislice nad převislou částí jsou z profilu TR 121/10, ostatní z profilu TR 121/4. Svislice mají různé délky. Nejkratší svislice z profilu tloušťky 10 mm má 1,0 m a nejdelší 3,0 m. Svislice tloušťky 4 mm jsou dlouhé od 1,0 m do 2,5 m. Osová vzdálenost svislic je 2,916 m.

4.4 HLAVNÍ SLOUP

Sloup je zhotoven z oceli S355 a je z profilu TR 244,5/16. Výška sloupu je 4,5 m. Je vetknutý do betonové patky, vetknutí je pouze v příčném směru. K dolnímu pásu vazníku je připojen kloubově.

4.5 VEDLEJŠÍ SLOUP

Sloup je zhotoven z oceli S355 a je z profilu TR 133/4. Výška sloupu je 5,563 m. Na obou koncích je uložen kloubově. Dole k betonové patce, nahoře k dolnímu pásu vazníku.

4.6. PŘÍČNÉ ZTUŽIDLO

Příčné ztužidlo je tvořeno dvojicí diagonál z oceli S355. Diagonály jsou uprostřed spojeny. Dva pásy příčného ztužidla jsou přibližně ve třetinách délky tribuny.

4.6.1 STŘEŠNÍ ČÁST

Střešní část příčného ztužidla je z profilu TR 54/5 a délka diagonál je 5,79 m. Diagonály jsou připojeny v místě, kde se potkává svislice s horním pásem vazníku.

4.6.2 STĚNOVÁ ČÁST

Stěnová část příčného ztužidla je z profilu TR 101,6/10. Diagonály jsou mezi dvojicí sousedních sloupů. Délka diagonál mezi hlavními sloupy je 6,727 m a mezi vedlejšími sloupy 7,48 m.

4.7 PODÉLNÉ ZTUŽIDLO

Podélné ztužidlo je tvořeno dvojicí diagonál a dolního pásu z oceli S355. Diagonály jsou uprostřed spojeny. Podélné ztužidlo je ve čtyřech pásech po šířce tribuny. Dva pásy jsou mezi svislicemi nad oběma sloupy, třetí pás je v polovině převislé části a čtvrtý pás je na konci převislé části.

4.7.1 DIAGONÁLY

Diagonály podélného ztužidla jsou z profilu TR 88,9/10 a délky závisí na tom, v kterém pásu se nachází. Délky jsou 5,22 m, 5,831 m, 5,385 m a 5,099 m. Diagonály jsou vždy od dolního konce svislice k hornímu konci vedlejší svislice.

4.7.2 DOLNÍ PÁS

Dolní pás podélného ztužidla je z profilu TR 76,1/5. Délka dolního pásu je 5,0 m. Je připojen v místě, kde se potkává svislice s dolním pásem vazníku.

4.8 SPOJE

4.8.1 PŘIPOJENÍ PRVKŮ PŘÍHRADOVÉ KONSTRUKCE

Všechny prvky vazníku jsou k sobě přivařeny tupým svarem s účinnou šířkou 4 mm.

4.8.2 PŘIPOJENÍ VAZNIC NA HORNÍ PÁS VAZNÍKU

Vaznice je připojena dvěma šrouby M10 třídy 8.8 k plechu tloušťky 10 mm. Plech je navařen koutovým svarem na horní pás vazníku svarem s účinnou tloušťkou 4 mm.

4.8.3 PŘIPOJENÍ VAZNÍKU K HLAVNÍMU SLOUPU

Vazník je připojen čepovým spojem. Čep je z oceli třídy S690 a průměru 60 mm. Horní plech je tloušťky 30 mm, je protažen naříznutou mezerou v dolním pásu vazníku a k přilehlé svislici, ke kterým je přivařen oboustranným koutovým svarem. Dva dolní plechy čepu jsou tloušťky 15 mm a jsou navařeny koutovým svarem na patní plech tloušťky 20 mm. Ten je přivařen koutovým svarem k hlavnímu sloupu.

4.8.4 PŘIPOJENÍ VAZNÍKU K VEDLEJŠÍMU SLOUPU

Vazník je připojen čepovým spojem. Čep je z oceli třídy S690 a průměru 55 mm. Horní plech je tloušťky 20 mm, je protažen naříznutou mezerou v dolním pásu, ke kterému je přivařen oboustranným koutovým svarem. Dva dolní plechy čepu jsou tloušťky 10 mm a jsou navařeny koutovými svary na patní plech tloušťky 10 mm. Ten je přivařen k vedlejšímu sloupu.

4.8.5 PŘIPOJENÍ DIAGONÁLY PŘÍČNÉHO ZTUŽIDLA KE SLOUPŮM

Na diagonály je navařen plech tloušťky 10 mm. Tento plech je připojen dvěma šrouby M20 třídy 8.8 ke styčnickovému plechu tloušťky 10 mm. Styčnickový plech je přivařen ke sloupu i k patnímu plechu oboustranným koutovým svarem s účinnou šířkou 4 mm. Patní plech je tloušťky 20 mm.

4.9 MONTÁŽNÍ SPOJ

Montážní spoje horního a dolního pásu jsou především z estetického hlediska navrženy jako tupý svar s plným průvarem.

4.10 KOTVENÍ SLOUPŮ

Sloupy jsou přivařeny koutovým svarem k patnímu plechu tloušťky 20 mm, který je připojen pomocí čtyř chemických kotev (šroubů M20 třídy 8.8) do betonové základové patky třídy C25/30.

5. OCHRANA KONSTRUKCE

Ochrana všech částí ocelové konstrukce je zajištěna nátěrovým systémem podle stupně korozní agresivity C3. Všechny nátěry a antikorozi ochrany musí být provedeny v souladu s platnými normami. Lze očekávat životnost ochrany 10-15 let.

Povrch je upraven otrýskáním a opatřen třívrstevným nátěrovým systémem o celkové tloušťce minimálně 130 μm . Nátěr se skládá ze základní antikorozi barvy, podkladní barvy a vrchního emailu.

Po dokončení montáže musí být konstrukce důkladně zkontrolována a případné poruchy antikorozi ochrany musí být řádně opraveny.

Barevné řešení konstrukce může být upraveno.

Při návrhu a posudku konstrukce nebylo uvažováno s požární odolností konstrukce.

Ocelové prvky použité na konstrukci se opatří žárovým zinkováním jako ochrana proti korozi.

6. VÝROBA

Všechny prvky, které jsou přepravované z výroby na stavbu mají délku maximálně 12,0 m. Horní i dolní pás vazníku je rozdělen na 3 části. Jednotlivé části budou svařeny na staveništi. Ve výrobním závodě budou všechny prvky opatřeny antikorozní ochranou.

7. DOPRAVA

Přeprava dlouhých částí horního a dolního pásu vazníku bude realizována pomocí tahače plošinovým přívěsem. U transportu nebude potřeba policejní doprovod, jelikož rozměry vozidla s nákladem nebudou přesahovat délku 25 m, ani výšku 3 m. Ostatní prvky budou přepravovány nákladním vozidlem s návěsem.

8. MONTÁŽ

První fází výstavby bude betonáž základových patek. Na základové patky se osadí montážní podložky, aby se vyrovnaly nerovnosti po betonáži patek. Na sloupy se navaří patní plechy a tento segment se postaví na vyrovnané montážní podložky. Následně se provede betonové podlití. Jednotlivé vazníky se sestaví na zemi a následně se umístí na místo pomocí jeřábu. Začne se příčnou vazbou, ke kterému je navrženo připojení příčného ztužidla. První příčná vazba se zajistí lešením, následuje druhá příčná vazba a namontování příčného ztužidla mezi nimi. Dále se budou osazovat další příčné vazby, které se připojují k již stojící konstrukci pomocí vaznic a ztužidel. Nakonec se provede montáž střešního pláště.

9. ÚDRŽBA

Správce objektu je povinen zajistit pravidelné revizní kontroly objektu. V prvních dvou letech je nutné konstrukci kontrolovat 2x ročně. O kontrole bude sepsán záznam. Budou-li odhaleny závady, je povinností správce objektu zajistit jejich odstranění. Kontroly v následujících letech budou prováděny dle příslušných předpisů. Všechny změny užívání je nutné konzultovat se zodpovědnou osobou.

10. VÝKAZ MATERIÁLU

Prvek konstrukce	Průřez	Materiál	Celková délka [m]	Celkový objem [m ³]	Hmotnost na délce [kg/m]	Celková hmotnost [kg]	Nátěrová plocha [m ²]
Vaznice	HE 160 A	S 355	910,000	3,529	30,443	27702,759	824,685
Horní pás vazníku	TR 244,50/5,0	S 355	525,596	1,975	29,495	15502,277	403,720
Dolní pás vazníku A	TR 273,00/6,3	S 355	176,587	0,931	41,384	7307,875	151,451
Dolní pás vazníku B	TR 273,00/16,0	S 355	176,587	2,278	101,279	17884,656	151,451
Dolní pás vazníku C a D	TR 273,00/10,0	S 355	176,261	1,454	64,777	11417,756	151,171
Svislice A	TR 121,00/10,0	S 355	270,023	0,940	27,340	7382,290	102,644
Svislice B	TR 121,00/4,0	S 355	105,008	0,154	11,527	1210,415	39,917
Diagonály	TR 121,00/7,1	S 355	621,776	1,579	19,939	12397,873	236,357
Hlavní sloup	TR 244,50/16,0	S 355	67,500	0,774	90,048	6078,243	51,848
Vedlejší sloup	TR 133,00/4,0	S 355	83,445	0,135	12,709	1060,519	34,866
Střešní část příčného ztužidla	TR 54,00/5,0	S 355	277,929	0,214	6,034	1677,135	47,150
Stěnová část příčného ztužidla	TR 101,60/10,0	S 355	56,826	0,163	22,561	1282,074	18,138
Diagonály podélného ztužidla	TR 88,90/10,0	S 355	602,995	1,493	19,433	11718,151	168,409
Dolní pás podélného ztužidla	TR 76,10/5,0	S 355	280,000	0,312	8,756	2451,692	66,941
Celkem				15,933		125073,714	2448,749

Prvek spoje	Šířka	Výška	Tloušťka	Materiál	Počet [ks/spoj]	Počet [ks]	Celkový objem [m ³]	Celková hmotnost [kg]
P10 172x480	172	480	10	S 355	1	195	0,161	1263,787
P10 100x45	100	45	10	S 355	2	390	0,018	137,767
P30 350x850	350	850	30	S 355	1	15	0,134	1050,918
P15 313x426	313	426	15	S 355	2	30	0,060	471,016
P20 ø372	372	372	20	S 355	1	15	0,033	255,957
P20 300x630	300	630	20	S 355	1	15	0,057	445,095
P20 197x319	197	319	10	S 355	2	30	0,019	147,996
P20 ø237	237	237	20	S 355	1	15	0,013	103,895
P10 130x210	130	210	10	S 355	1	16	0,004	34,289
P10 345x432	345	432	10	S 355	1	16	0,024	187,191
P10 100x270	100	270	10	S 355	2	30	0,008	63,585
P20 350x550	350	550	20	S 355	1	15	0,058	453,338
P20 250x250	250	250	20	S 355	1	15	0,019	147,188
Celkem							0,608	4762,022

Spojovací prostředky	Průměr	Délka	Materiál	Počet [ks/spoj]	Počet [ks]
Šroub M10	10	35	8.8	2	780
Čep ø60	60	64	S 690	1	15
Čep ø60	60	42	S 690	1	15
Šroub M20	20	30	8.8	2	32
Šroub M20	20	230	8.8	4	120

Po přičtení 3 % na svary bude celková hmotnost konstrukce **133730,808 kg**.

11. TŘÍDA PROVEDENÍ dle ČSN EN 1090-2

Vzhledem k tomu, že pod zastřešením tribuny může být až 1500 lidí, byla určena třída následků jako CC3 – Velké následky s ohledem na ztráty na lidských životů nebo významné následky ekonomické, sociální nebo pro prostředí.

Výrobní kategorie je PC2 pro Svařované dílce vyrobené z výrobků z oceli S355 a vyšší pevnostní třídy.

Kategorie použitelnosti je SC1 – Konstrukce a dílce navržené pouze na kvazistatické zatížení.

Díky výše uvedenému bude celková třída provedení konstrukce EXC3.

12. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout zastřešení tribuny pro diváky na sportovním stadionu, které splňuje moderní estetické požadavky.

Vnitřní síly a přetvoření konstrukce jsou počítány z části ručně a z části pomocí softwaru AxisVM X5. Navržení a posouzení všech prvků a spojů bylo provedeno v souladu s platnými normami. Všechny prvky konstrukce vyhověly na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Všechny spoje vyhověly na mezní stav únosnosti.

13. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

NORMY A ODBORNÉ PUBLIKACE

- [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 sněhem.*
- [4] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – část 1-4: Obecná 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 a pravidla pro pozemní stavby.*
- [7] ČSN EN 1993-1-10, Houževnatost materiálu a vlastnosti
- [8] ČSN 01 3483. *Výkresy stavebních konstrukcí. Výkresy kovových konstrukcí.*
- [8] MELCHER, J.,BAJER, M. PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02-M04, Pruty namáhané smykem a ohybem.*
- [9] MELCHER, J., KARMAZÍNOVÁ, M., BAJER, M., SÝKORA, K. PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02 – M03, Pruty namáhané tahem a tlakem.*
- [10] KARMAZÍNOVÁ, M., PRVKY KOVOVÝCH KONSTRUKCÍ: *Modul BO02-M02, Spoje.*
- [11] WANKE, J., SPAL, L., OCELOVÉ TRUBKOVÉ KONSTRUKCE, *vyd., nakladatelství technické literatury, n.p., Spálená 51, Praha 1, v r. 1975*
- [12] MAREK, P. a kol. KOVOVÉ KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB, *vyd., nakladatelství technické literatury, n.p., Spálená 51, 113 02, Praha 1*
- [13] WALD, F., MACHÁČEK, J., JANDERA, M., SOKOL, Z., DOLEJŠ, J.,HÁJEK, P., STRUCTURAL STEEL DESIGN ACCORDING TO EUROCODES, *Published by ČVUT Praha, Czech Technical University in Prague, Czech Tech. University Publishing House, Thákurova 1, 160 41 Prague 6.*
- [14] Ing. Milan Pilgr,Ph.D. KOVOVÉ KONSTRUKCE, *Podklady pro navrhování prvků ocelových konstrukcí*

WEBOVÉ ZDROJE

- [15] Mapa zatížení sněhem. ČHMÚ. [online]. Dostupné z: <http://www.snehovamapa.cz/>
- [16] www.fce.vutbr.cz/KDK/pilgr.m/BO02
- [17] www.vikampraha.cz/produkty/trapezove-plechy/tr-85-280
- [18] Ocelářské tabulky. Dostupné na www.staticstools.eu/cs/
- [19] Spoje ocelových konstrukcí. Dostupné na www.ocel.wz.cz/