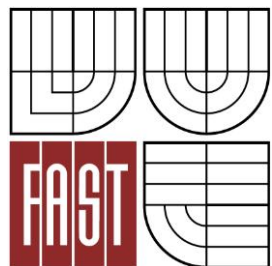




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

SPORTOVNÍ HALA
SPORTS HALL

A. ÚVODNÍ LÍSTY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Pavel Zogata

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2015



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

Diplomant	Bc. Pavel Zogata
Název	Sportovní hala
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
doc. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Ferjenčík, P., Schun, J., Melcher, J., Voříšek, V., Chladný, E.,: Navrhovanie ocelových konštrukcií 1. časť + 2. časť, SNTL Alfa, Praha, 1986

Marek, P. a kol.: Kovové konstrukce pozemních staveb, SNTL Alfa, Bratistava, 1985

Skripta zabývající se danou problematikou

Normativní dokumenty z dané problematiky

Zásady pro vypracování

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce sportovní haly na míčové sporty podle předané dispozice. Objekt se nachází v lokalitě Znojmo.

Předepsané přílohy

Technická zpráva se zhodnocením variant řešení

Statický výpočet hlavních nosných částí, návrh a výpočet směrných detailů.

Výkresová dokumentace v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce

Výkaz materiálu.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt a klíčová slova**Abstrakt v českém jazyce**

V diplomové práci je vypracován návrh nosné ocelové konstrukce sportovní haly o půdorysných rozměrech 45x54 m, maximální výškou 15,5 m, pro oblast Znojmo. Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny hlavní nosné konstrukční prvky jako plnostěnná vaznice, příhradový prostorový vazník, ztužidla a plnostěnné sloupy, které spolu s vazníkem tvoří příčnou vazbu, dále patka a kotvení, plus tribuna. Součástí práce je výkresová dokumentace skládající se z dispozičního výkresu, výkresu kotvení a výkresu vybraných detailů.

Abstrakt v anglickém jazyce

In my diploma thesis the proposal is developed as supporting steel structure sports hall with dimensions 45 x 54 m, a maximum height of 15.5 meters, for the area of Znojmo. In a static calculation are designed and assessed the main bearing structural components such as solid panel purlins, spatial lattice truss, bracing and solid panel columns, which together with the truss form create a crosslinks, column bases and anchoring, plus Tribune. The work includes the design documentation consisting of a layout drawing, drawing anchoring and drawing selected details.

Klíčová slova v českém jazyce

Nosná ocelová konstrukce, sportovní hala, vaznice, příhradový prostorový vazník, sloup, ztužidlo, příčná vazba, patka, kotvení, zatížení, vnitřní síly, posouzení.

Klíčová slova v anglickém jazyce

Load bearing steel structure, sports hall, purlin, spatial truss girder, column, bracing, main frame, square footing, column anchorage, load, internal forces, assessment.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Pavel Zogata *Sportovní hala*. Brno, 2014. 21 s., 187 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.12.2014

.....
podpis autora
Bc. Pavel Zogata

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

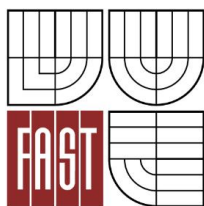
V Brně dne 26.12.2014

.....
podpis autora
Bc. Pavel Zogata

Poděkování:

Poděkování patří především vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Miroslavu Bajerovi, CSc. za odborné vedení a poskytnuté rady, také za vstřícné, ochotné a hlavně trpělivé jednání při konzultacích.

Dále bych rád poděkoval svojí rodině a všem mým blízkým, za podporu při tvorbě diplomové práce a při studiu na vysoké škole.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	doc. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Autor práce	Bc. Pavel Zogata
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Název práce	Sportovní hala
Název práce v anglickém jazyce	Sports Hall
Typ práce	Diplomová práce
Přidělovaný titul	Ing.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	V diplomové práci je vypracován návrh nosné ocelové konstrukce sportovní haly o půdorysných rozměrech 45x54 m, maximální výškou 15,5 m, pro oblast Znojmo. Ve statickém výpočtu jsou navrženy a posouzeny hlavní nosné konstrukční prvky jako plnostěnná vaznice, příhradový prostorový vazník, ztužidla a plnostěnné sloupy, které spolu s vazníkem tvoří příčnou vazbu, dále patka a kotvení, plus tribuna. Součástí práce je výkresová dokumentace skládající se z dispozičního výkresu, výkresu kotvení a výkresu vybraných detailů.
Anotace práce v anglickém jazyce	In my diploma thesis the proposal is developed as supporting steel structure sports hall with dimensions 45 x 54 m, a maximum height of 15.5 meters, for the area of Znojmo. In a static calculation are designed and assessed the main bearing structural components such as solid panel purlins, spatial lattice truss, bracing and solid panel columns, which together with the truss form create a crosslinks, column bases and anchoring, plus Tribune. The work includes the design documentation consisting of a layout drawing, drawing anchoring and drawing selected details.

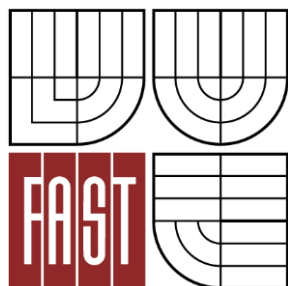
Klíčová slova .Nosná ocelová konstrukce, sportovní hala, vaznice, příhradový prostorový vazník, sloup, ztužidlo, příčná vazba, patka, kotvení, zatížení, vnitřní síly, posouzení.

Klíčová slova v anglickém jazyce Load bearing steel structure, sports hall, purlin, spatial truss girder, column, bracing, main frame, square footing, column anchorage, load, internal forces, assessment.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVENÝCH
KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

SPORTOVNÍ HALA
SPORTS HALL

C. TECHNICKÁ ZPRÁVA
TECHNICAL DOCUMENTATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. PAVEL ZOGATA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MIROSLAV BAJER, CSc.

BRNO 2015

Obsah

1.	Zadání.....	3
2.	Varianty řešení	3
2.1.	Varianta 1	3
2.2.	Varianta 2	5
2.3.	Vyhodnocení variant	7
3.	Popis konstrukce zvolené varianty	7
3.1.	Geometrie konstrukce.....	7
3.2.	Výpočtový model	8
3.3.	Zatížení	8
3.4.	Materiál	8
3.5.	Střešní a stěnový plášť.....	8
3.6.	Vaznice	9
3.7.	Vazník	9
3.8.	Ztužidla.....	9
3.9.	Sloup a sloupek	9
3.10.	Paždíky	9
3.11.	Patka a kotvení sloupu.....	10
4.	Výroba konstrukce	10
5.	Montáž konstrukce	10
6.	Ochrana konstrukce	10
7.	Závěr.....	10
8.	Použitá literatura.....	11

1. Zadání

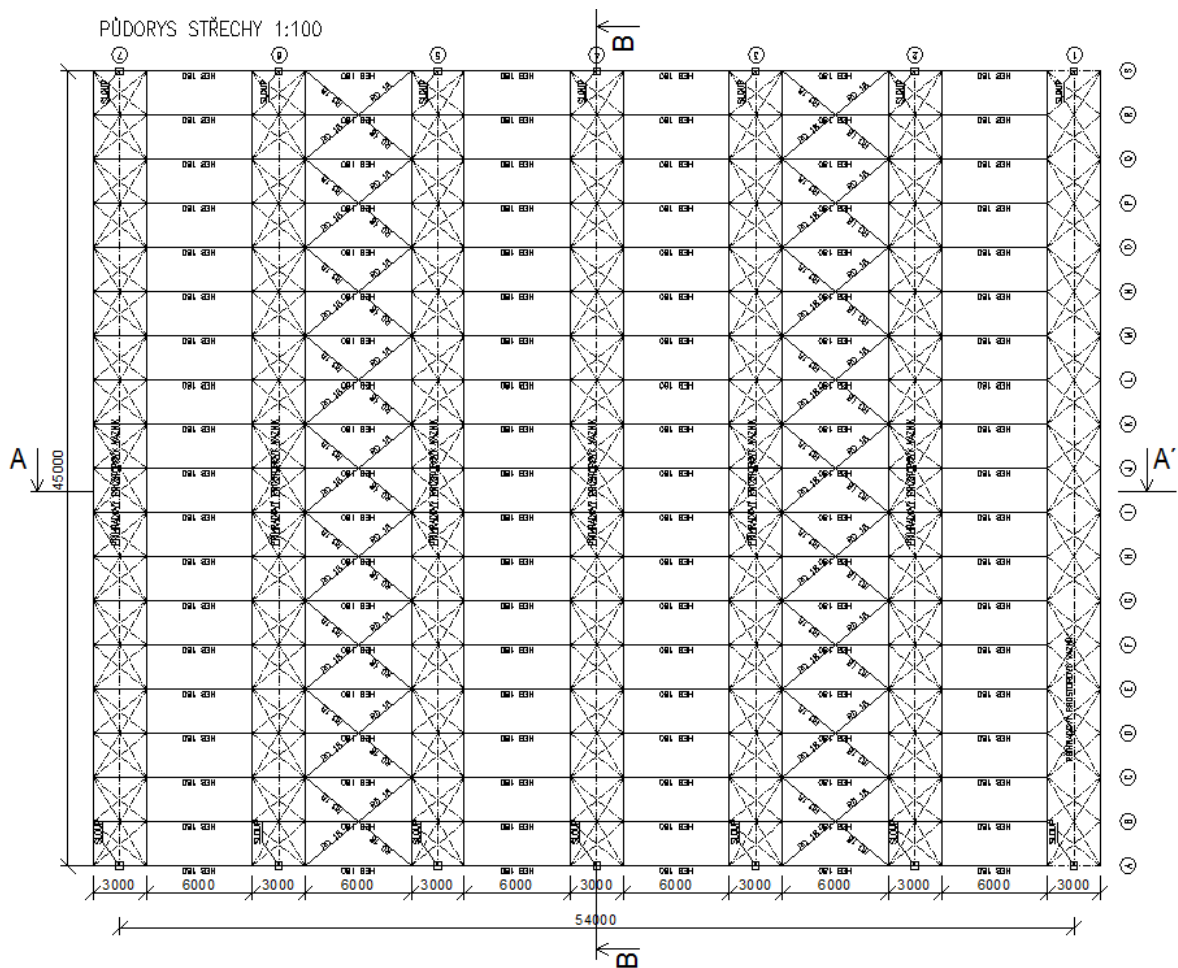
Předmětem diplomové práce je návrh nosné ocelové konstrukce sportovní haly na míčové sporty podle předané dispozice. Půdorysné rozměry sportovní haly jsou 45×54 m, výška konstrukce je 15,5 m. Konstrukce má být navržena pro oblast Znojmo.

2. Varianty řešení

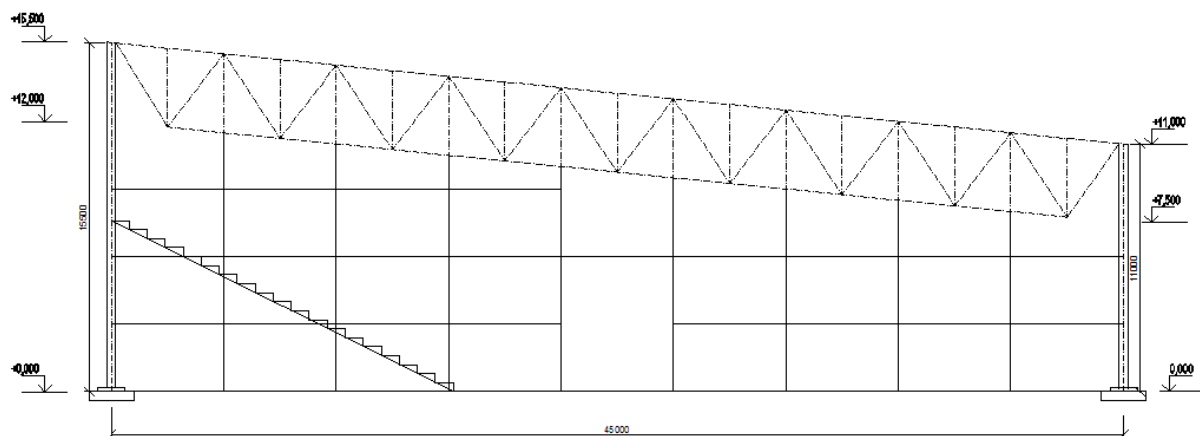
Ke zvolenému půdorysnému tvaru jsou navrženy 2 varianty uspořádání střešní konstrukce.

2.1. Varianta 1

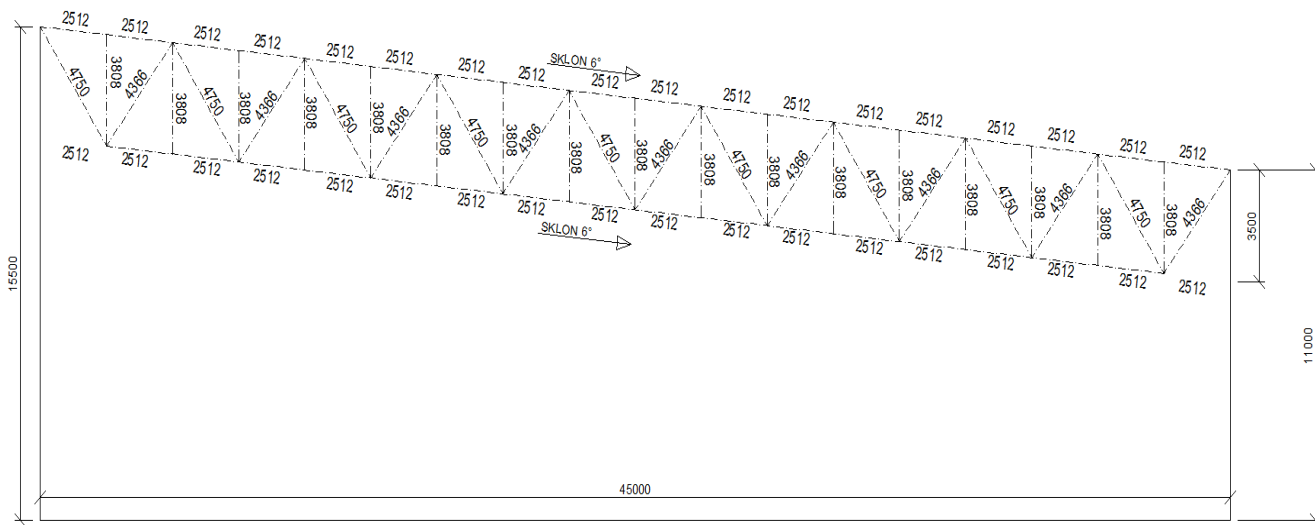
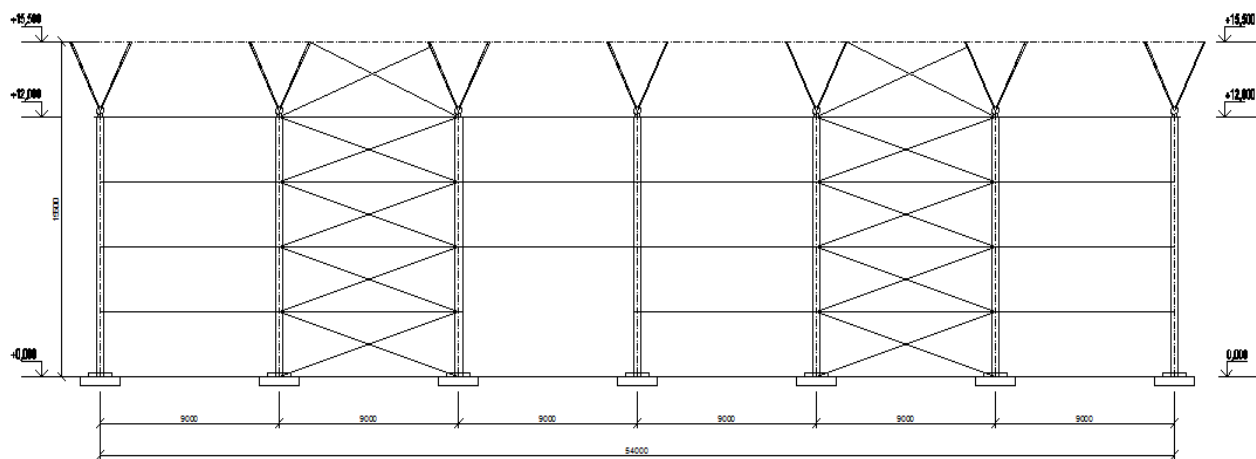
První varianta je uvažována s pultovou střechou se sklonem 6° . Střešní konstrukci tvoří prostorové příhradové vazníky, které jsou kloubově uloženy na sloupech v osové vzdálenosti 9 m. Vaznice jsou uloženy kolmo na směr sklonu střechy. Maximální výška konstrukce u varianty 1 je 15,5 m.



POHLED NA ČELNÍ STĚNU (BEZ OPLÁŠTĚNÍ)

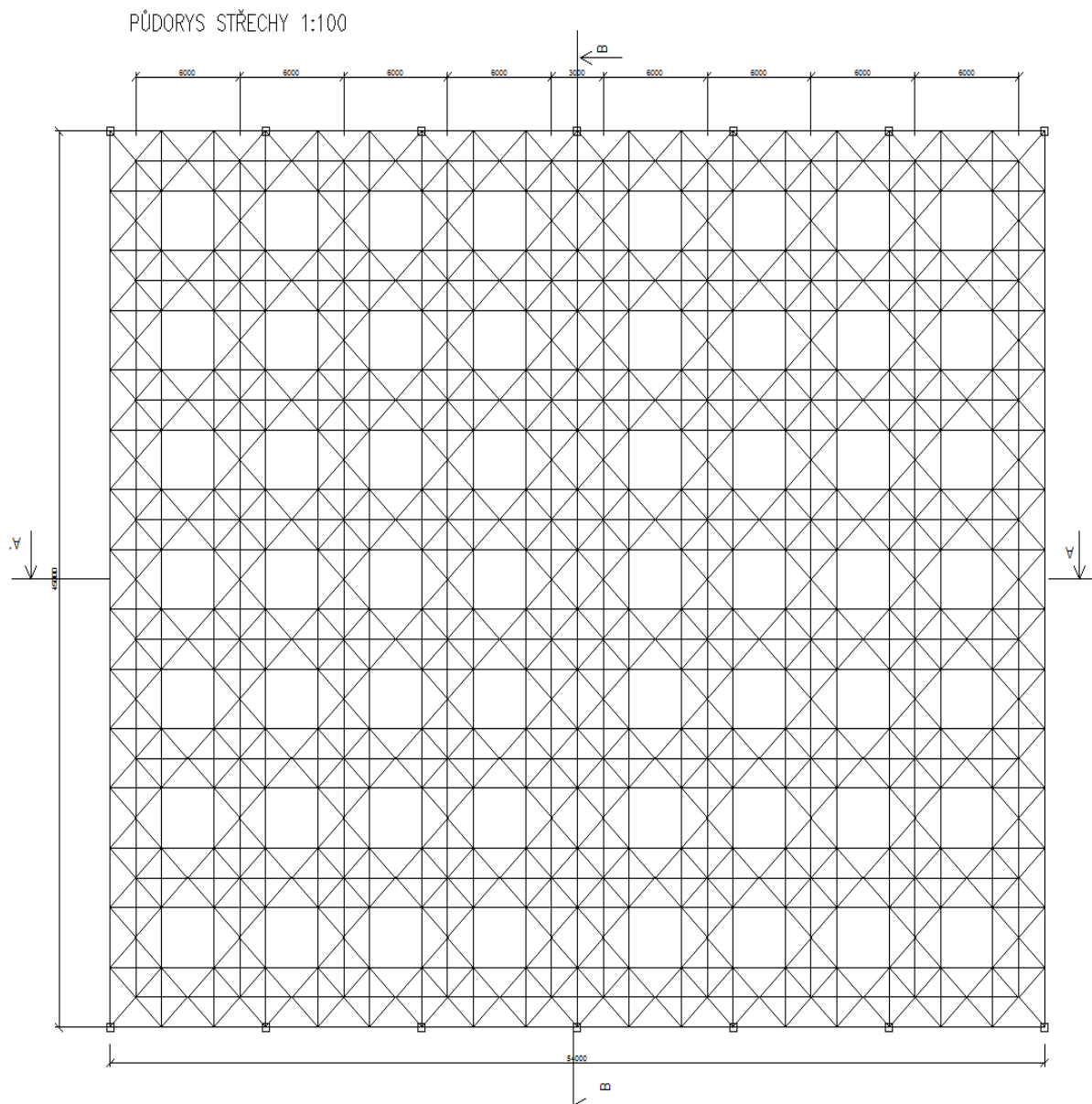


POHLED NA BOČNÍ STĚNU (BEZ OPLÁŠTĚNÍ)

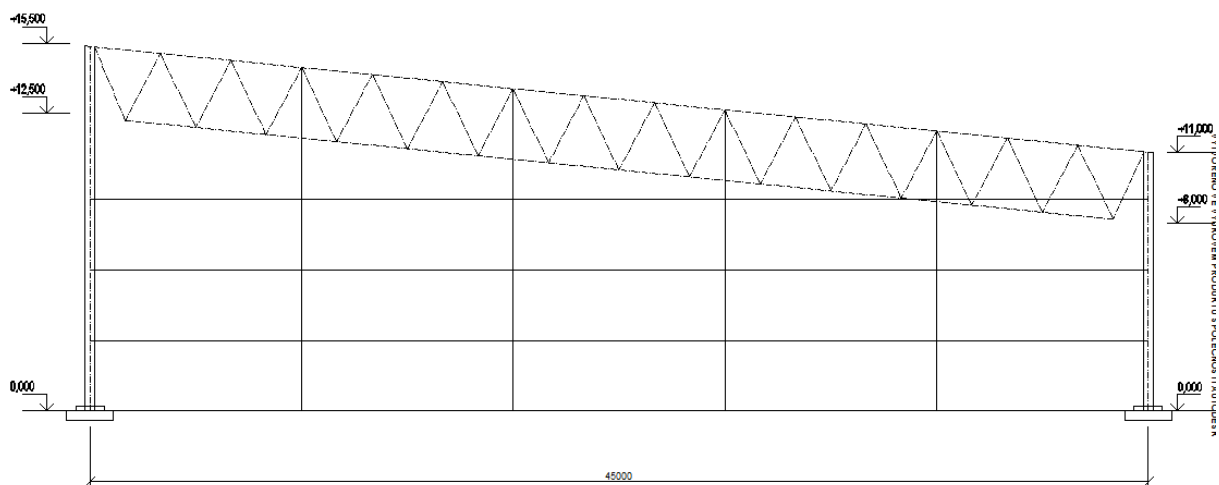


2.2. Varianta 2

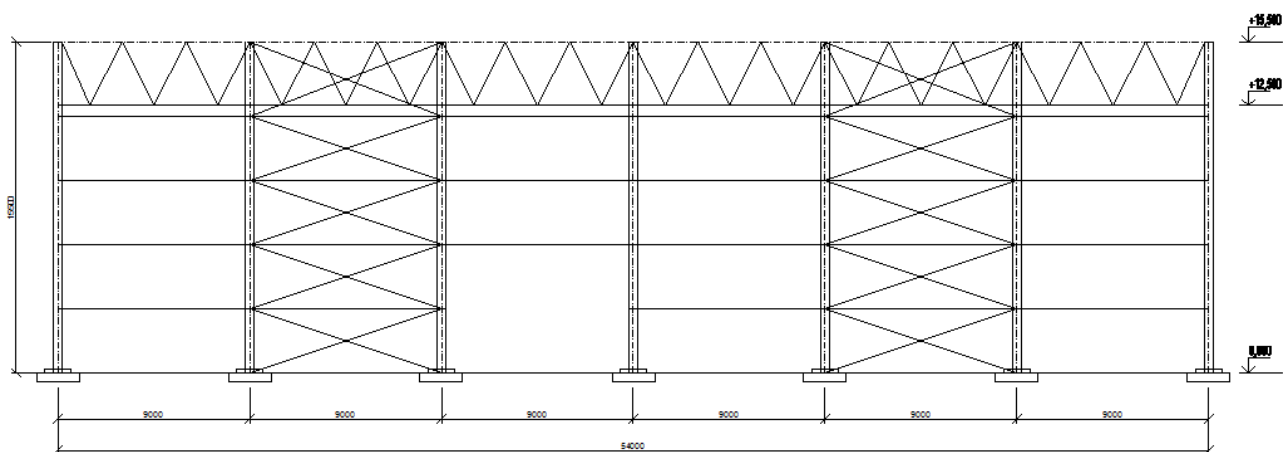
Druhá varianta je uvažována znovu s pultovou střechou se sklonem 6° . Střešní konstrukci tvoří příhradová deska, která je uložena na sloupech v osové vzdálenosti 9 m. Maximální výška konstrukce varianty 2 je stejně jak u první varianty 15,5 m.



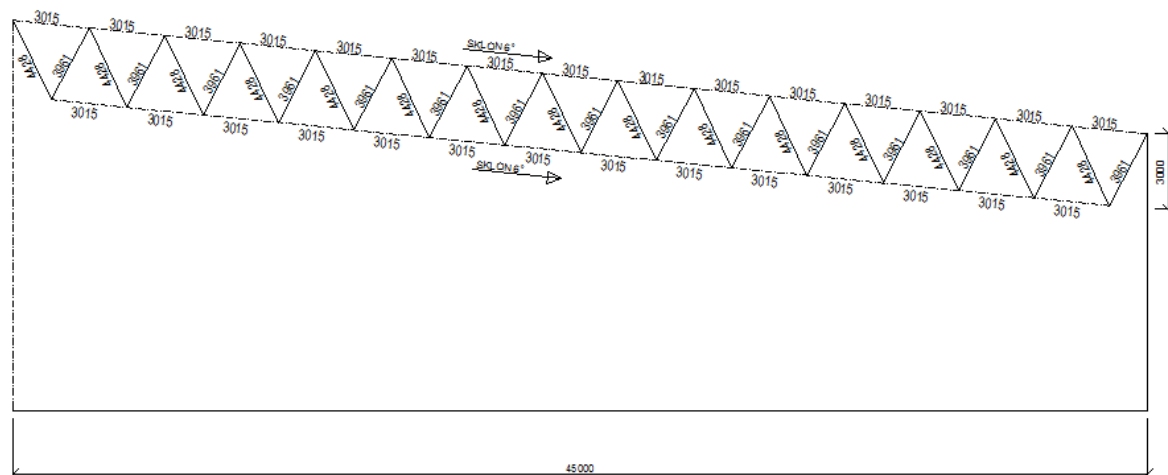
POHLED NA ČELNÍ STĚNU (BEZ OPLÁŠTĚNÍ)



POHLED NA BOČNÍ STĚNU (BEZ OPLÁŠTĚNÍ)



PRÍČNÁ VAZBA



2.3. Vyhodnocení variant

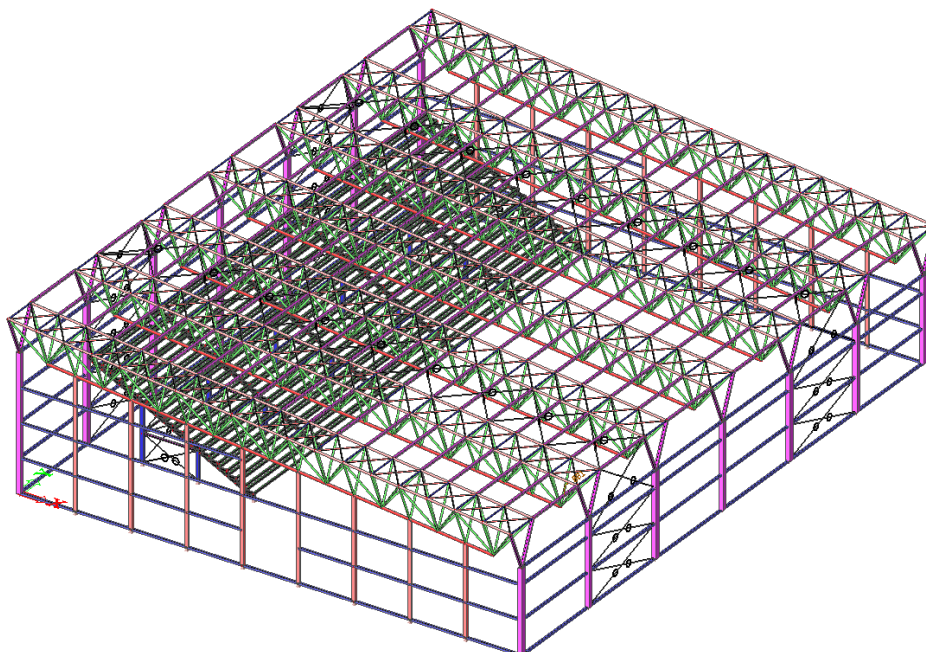
Při hodnocení obou variant jsem vzal v úvahu několik faktorů, mezi které patří náročnost výstavby konstrukce, ekonomický návrh, estetický vzhled, hmotnost konstrukce - viz. výkaz materiálu a proto jsem se rozhodl pro variantu I

Faktor	Varianta I	Varianta II
Náročnost výstavby	+	-
Ekonomický návrh	+	-
Estetický vzhled	-	+
Hmotnost konstrukce	+	-
Náročnost provedení	+	-

3. Popis konstrukce zvolené varianty

3.1. Geometrie konstrukce

Hlavní příčnou vazbu tvoří prostorový příhradový vazník. Konstrukce se skládá z 7 příčných vazeb, mezi nimiž je osová vzdálenost 9 m. V podélném směru je konstrukce ztužena plnostěnnými vaznicemi z válcovaných profilů HEA 180, jejichž půdorysna vzdálenost je 2,5 m. Prostorová tuhost konstrukce je zajištěna pomocí příčných ztužidel v rovině střechy a stěny. Uložení vazníku na sloup je provedeno pomocí kulového styčnicku. Čelní stěna je tvořena sloupky z uzavřených průřezů, na které jsou kloubově připojené paždíky. V konstrukci je taky navržena vestavba (tribuna), která je navržena z válcovaných plnostěnných průřezů a je řešena jako samostatný objekt. Na všechny prvky byla použita konstrukční ocel S355.



3.2. Výpočtový model

Prostorová konstrukce je vymodelována ve výpočetním programu Scia Engineer.

3.3. Zatížení

Stálé zatížení je uvažováno vlastní tíhou nosné konstrukce, ostatní stálé zatížení je tvořeno střešním a stěnovým pláštěm. Nahodilá zatížení jsou uvažovaná: zatížení větrem a sněhem. Užité zatížení tribuny se bere $1000 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ kN/m}^2$.

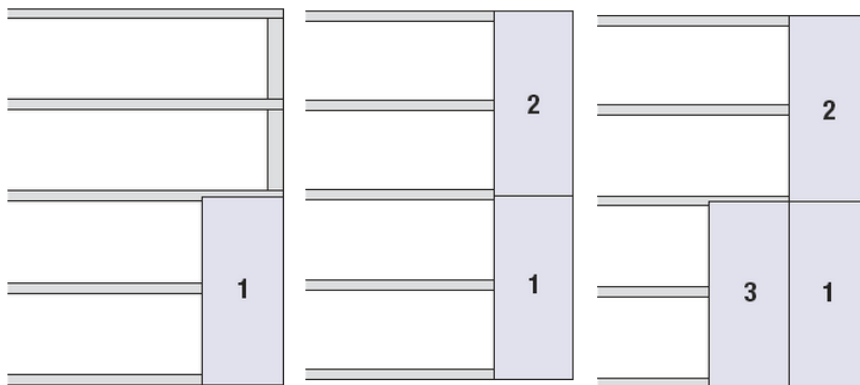
3.4. Materiál

Základním materiálem konstrukce sportovní haly je ocel S355. Kotevní šrouby jakostí 5.8.; 8.8.; 10.9. jsou z oceli S235 a svary z materiálu E44.83.

3.5. Střešní a stěnový plášť

Střešní i stěnový plášť je tvořen panely Kingspan KS1000RW. V konstrukci byl zajištěn dostatečný sklon pro střešní panely a to 10 %. Panely se upevňují standardní metodou (viditelnými upevňovacími prvky).

Tloušťka jádra:	890 mm
Celková tloušťka:	115 mm
Hmotnost:	11,54 kg/m ²
Postup montáže:	



3.6. Vaznice

Vaznice jsou navrženy z profilu HEA 180 jako prostý nosník. Délka vaznice je 6 m. Vaznice slouží ke spojení jednotlivých vazníků, dále plní funkci podélného ztužení konstrukce a hlavně přenášení zatížení střešního pláště. Půdorysná vzdálenost jednotlivých vaznic je 2,50 m.

3.7. Vazník

Hlavní příčná vazba je navržena jako prostorový příhradový vazník. Vazníky tvoří celkem 7 příčných vazeb, jejich osová vzdálenost je 9 m. Délka vazníku je 45 m. Horní a dolní pásy jsou rovnoběžné ve spádu 6° . Vazník je tvořen 2 horními pásy, které jsou navrženy z trubek CHS 168,3/6,3 a jedním dolním pásem, který je opět navržen z trubky CHS 219,1/8,0. Diagonály vazníku jsou navrženy z trubek CHS 114,3/10,0 a mezi horníma pásy CHS. Spojení vazníku ve styčnicích jsou řešena jako kulové styčníky, což se týče montážních spojů, ty jsou navrženy jako šroubové. Z důvodů převozních a montážních je vazník složen ze tří dílčích částí, které budou smontovány v jeden celek až na místě montáže.

3.8. Ztužidla

Prostorová stabilita konstrukce je zajištěna ztužidly. Příčnou tuhost konstrukce zajišťují vetknuté sloupy, podélná tuhost je zajištěna soustavou střešních a stěnových ztužidel. Na střešní ztužidla navazují stěnová ztužidla, která přenášejí zatížení do základů. Střešní a stěnová ztužidla jsou navržena z válcovaných profilů RD 18.

3.9. Sloup a sloupek

Sloupy se skládají se z 2 částí. Spodní část je navržena z uzavřeného profilu 400/400/16 a horní z 2 částí, z trubek 168,3/10. Sloup spolu s příhradovým vazníkem tvoří příčnou vazbu. Vnitřní síly ve sloupech jsou řešeny v rámci statického modelu příčné vazby s vetknutými sloupy v rovině příčné vazby a kloubově uložené z roviny příčné vazby. Sloupky štítových stěn jsou navrženy z uzavřených průřezů 200/200/10.

3.10. Paždíky

Paždík je vodorovný nosný prvek opláštění, který je navrženy z válcovaného uzavřeného profilu RHS 200/120/10 jako prostý nosník o délce 9,0 m. Paždíky také slouží ke spojení jednotlivých sloupů a sloupků. Svislá vzdálenost jednotlivých paždíků je 3,0 m.

3.11. Patka a kotvení sloupu

Kotvení sloupu haly je provedeno pomocí patního plechu navařeného na sloup, vyztuženého hlavními podélnými a příčnými výztuhami. Mimo půdorys patního plechu jsou předem zabetonované 4 kotevní šrouby s kotevní hlavou závitu M36x3. Uchycení patky k těmto šroubům je provedeno kotevními příčníky navržené z dvojice profilů U80. Kotvení štítového sloupu je provedeno pomocí kloubové patky. Patní deska leží na betonové mazanině tl. 30mm (dle normy maximálně $0,2 \times \min.\{a;b\}$) a je k základové patce ukotvena pomocí kotevních šroubů. Kotevní šrouby pouze konstrukčně.

4. Výroba konstrukce

Výroba konstrukce proběhne ve výrobním závodě v souladu s ČSN EN 1090-2. Při výrobě musí být materiál zbaven hrubých nečistot a vyrovnán v rámci mezních odchylek stanovených v ČSN 73 2611.

5. Montáž konstrukce

Nejprve budou umístěny a upevněny sloupy příčné vazby 2. Poté bude osazen vazník 2, který bude provizorně zavětrován, dále se umístí a upevní příčná vazba 3, která se spojí vaznicemi a příčnými ztužidly s vazbou 2. Po spojení vazby 2 a 3 se demontuje provizorní zavětrování. Poté se již postupně budou připojovat jednotlivé vazby pomocí plnostěnných vaznic. Prvky ocelové konstrukce budou vyráběny z válcovaných profilů. Styky jsou navržené jako šroubové, svařované nebo provedené pomocí kulových styčnicků. Jednotlivé montážní dílce budou na stavbu dovezeny po částech, kde pak budou smontovány. Prvky musí být z výroby dodány tvarově neporušené a s neporušeným základním nátěrem. Maximální hmotnost dílce osazovaného do konstrukce je 13,2 t, dle této hmotnosti se stavba vybaví jeřábem, který tuto hmotnost zvedne.

6. Ochrana konstrukce

U všech prvků ocelové konstrukce bude zajištěna antikorozní ochrana pomocí ochranných nátěrových systémů. Nátěr bude proveden ve dvou vrstvách a to základní S2146 a venkovní S2013. Základním nátěrem bude konstrukce opatřena při výrobě. Po montáži bude základní nátěr obnoven a konstrukce bude natřena dvojnásobným povrchovým nátěrem. Odstín nátěru bude upřesněn investorem.

7. Závěr

Cílem mé práce bylo navrhnout nosnou konstrukci sportovní haly na míčové sporty. Konstrukce byla řešena jako prostorový model, v programu Scia Engineer, bylo zadáno zatížení, kombinace a následně určeny vnitřní síly v jednotlivých prvcích. Vzpěrné délky byly do programu zadávány ručně. Jednotlivé prvky jsem posoudil programem a některé vybrané jsem posoudil ručním výpočtem.

8. Použitá literatura

1. ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí:
2. ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
3. ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
4. ČSN 01 4833 Výkresy kovových konstrukcí
5. Josef Macháček, Tomáš Vraný, František Wald, Zdeněk Sokol – Navrhování ocelových konstrukcí podle ŠSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 Komentáře a příklady. Navrhování hliníkových konstrukcí podle ČSN EN 1999-1
6. Melcher J., Straka B., Kovové konstrukce – Konstrukce průmyslových budov; SNTL Praha, 1985
7. Tomáš Vraný, Michal Jandera, Martina Eliašová – OCELOVÉ KONSTRUKCE 2, Cvičení
8. Tomáš Vraný – OCELOVÉ KONSTRUKCE 20, Projekt, haly
9. Ing. Karel Sýkora – Kovové a dřevěné konstrukce – Modul B007 – M01 – Kovové konstrukce průmyslových hal a vícepodlažní budovy s ocelovou kostrou
10. Spoje ocelových konstrukcí, Svarové spoje, Koutový svar, dostupné z www.ocel.wz.cz