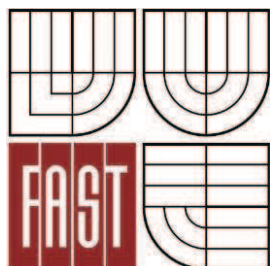




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV KOVOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF METAL AND TIMBER STRUCTURES

## VÍCEÚČELOVÁ SPORTOVNÍ HALA

MULTIPURPOSE SPORT HALL

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

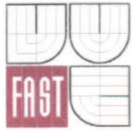
TOMÁŠ JAKUBÍČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. STANISLAV BUCHTA, Ph.D.

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** B3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Bakalářský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav kovových a dřevěných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Tomáš Jakubiček

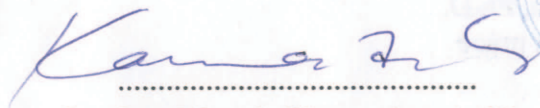
**Název** Víceúčelová sportovní hala

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

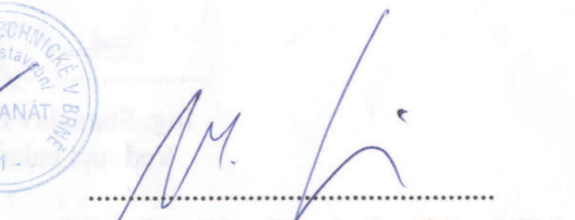
**Datum zadání  
bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání  
bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

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



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

## Podklady a literatura

ČSN EN 1991 Zatížení staveb

ČSN EN 1993 Navrhování ocelových konstrukcí

Ocelové konstrukce pozemních staveb, Faltus

Kovové konstrukce - Konstrukce průmyslových budov, Melcher, Straka

## Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Vypracujte návrh nosné ocelové konstrukce sportovního objektu pro rozpětí 50m v lokalitě Pardubice.

Vypracujte:

Technickou zprávu.

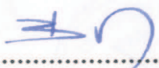
Statický výpočet základních nosných prvků.

Výkresovou dokumentaci v rozsahu dispozičních výkresů

## Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

  
.....  
Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

**ABSTRAKT:**

Navrhl jsem nosnou konstrukci zastřešení víceúčelové sportovní haly nacházející se ve městě Pardubice. Půdorysné rozměry budovy jsou 50x80m a výška je 15m. Jedná se o obloukovou příhradovou konstrukci, která se nachází nad rovinnou střešního pláště. Oblouk je nesymetricky uložen s výškovým rozdílem podpor 6,5m. Samotná nosná konstrukce je z oceli S355 a je tvořena kruhovými profily. Toto zvolené řešení nabízí volný podhled uvnitř haly a přiznává nosné prvky konstrukce. Součástí bakalářské práce bylo vypracování statického výpočtu a výkresové dokumentace.

**Abstract:**

I designed supporting structure of roofing for multipurpose sports hall located in Pardubice. Building height is 15 meters and the other two dimensions are 50x80 meters. It is an arched truss construction, which is located above the roof deck. The arch is asymmetrically supported with a height difference of supports 6.5 m. The actual frame is made out of steel S355 and is formed by circular profiles. The solution chosen offers free ceiling inside the hall and shows the supporting structures. Part of my bachelor thesis was to made static calculations and drawings.

**KLÍČOVÁ SLOVA:**

příhradová konstrukce, nesymetrický oblouk, příhradový sloup, ocel, hala, přiznaná konstrukce.

**KEY WORDS:**

truss construction, asymmetrical arch, truss column, steel, hall, shown construction.

## **Bibliografická citace VŠKP**

Tomáš Jakubiček *Víceúčelová sportovní hala*. Brno, 2015. 92 s., 88 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Stanislav Buchta, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 29.5.2015

.....  
podpis autora  
Tomáš Jakubiček

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Stanislavovi Buchtovi Ph.D. za odbornou pomoc, příkladné vedení a ochotu při konzultacích mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za projevenou podporu při studiu a během vytváření této práce.

## OBSAH:

1. ÚVOD
2. ZHODNOCENÍ VARIANT
3. SEZNAM ZKRATEK, TABULEK A OBRÁZKŮ
  - 3.1 seznam zkratek
  - 3.2 seznam tabulek a obrázků
4. ZDROJE
  - 4.1 normy
  - 4.2 literatura
  - 4.3 software
5. SEZNAM PŘÍLOH



## 1. ÚVOD

Moje bakalářská práce se zabývá návrhem prvků nosné ocelové konstrukce v rovinné příhradovině. Zvolený nosný systém se zakládá na příčných příhradových obloucích. Obsahem práce bylo navrhnout a posoudit hlavní nosné prvky včetně jejich vzájemného spojení. Zatížení na konstrukci bylo navrženo v souladu s ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí. Samotná konstrukce se nachází nad střešním pláštěm budovy a je proto vystavena povětrnosti, na tento fakt byl kladen důraz při návrhu a výpočtu vnitřních sil. Vnitřní síly byly vypočítány pomocí studentské verze programu Scia Engineer 2013.0.2030 a jsou uvedeny v příloze B. Pro výpočet vnitřních sil jsem vytvořil 2D model odpovídající příčné vazbě bez ztužidla a 3D model odpovídající větrovému ztužidlu. Výsledné návrhové zatížení je kombinací těchto modelů. Výkresová dokumentace se nachází v příloze C. Protože se příčná vazba nachází nad úrovní střešního pláště, bylo zapotřebí vyřešit vodotěsnost spojů hydroizolace v místě vazníků a v místech prostupů vzpěrek. Tento problém byl vyřešen po konzultaci s odborníkem v oboru pozemního stavitelství.

## 2. ZHODNOCENÍ VARIANT

Pro statický výpočet byly uvažovány tři kombinace, jedná se o varianty 1(a, b,) a variantu 2., varianta 1, se zakládá na opření hlavního vazníku na již stojící objekt s dostatečnou tuhostí a únosností. Varianta 1a, uvažuje s pevnou kloubovou podporou a varianta 1b, s posuvnou podporou. Pozn.: tato varianta předpokládá nedostatečnou tuhost podpírajícího objektu. Varianta 2, je uvažována jako samostatně stojící objekt, kde je hlavní vazník kloubově opřen na příhradový sloup.

Vnitřní síly se v závislosti na druhu uložení mění. U varianty 1a, působí klenbový efekt, proto jsou akce v obou pásech po celém rozpětí přibližně stejné a tlakové. U varianty 1b, to ale neplatí, zde příhrada působí jako prostý ohýbaný nosník. Akce v pásech mají stejnou hodnotu, která je několikanásobně vyšší než u varianty 1a, ale opačného znaménka. Obloukový tvar navíc vyvoluje velkou vodorovnou deformaci (100 až 150mm), která je nepřipustná. Vnitřní síly u varianty 2, se nachází uprostřed mezi 1a, a 1b, síly v horním pásu jsou tlakové a v dolním pásu jsou mírně tahové. Vnější pás příhradového sloupu je silně tlakově namáhán (1500kN), přičemž vnitřní pás je silně tažen (1000kN). Tyto velké osové síly vznikají jako reakce na zamezení vodorovné deformace hlavního vazníku.

V statickém výpočtu (PŘÍLOHA B) jsou uvažovány všechny tři varianty pro výpočet vnitřních sil. Pro dimenzování hlavních nosných prvků a spojů byly použity pouze varianty 1a, a 2., Výpočet kotvení uvažuje už jen s variantou 2, protože ta vyvoluje vyšší zatížení. Výkresová dokumentace je zpracována pouze pro variantu 2.,

Varianta 1a, se jeví jako nejvýhodnější, jelikož vyvoluje na dané zatížení nejnižší vnitřní síly, je ale limitována předpokladem již stojícího objektu o který se opře a přitíží. Varianta 1b, je silně neefektivní a nelogická vzhledem k vyvolaným vnitřním silám. Varianta 2, je tedy finální a použitou variantou. Tato varianta má ale i nedostatky, hlavní je její vysoká plošná hmotnost  $36,5\text{kg/m}^2$ , která je způsobená masivností příhradového sloupu.

### 3. SEZNAM ZKRATEK, TABULEK A OBRÁZKŮ

#### 3.1 seznam zkratek

d	jmenovitý průměr šroubu, průměr čepu, nebo spojovacího prostředku
$d_0$	průměr otvoru pro šroub, nýt nebo čep
$d_m$	menší z hod průměrů příčných vzdáleností rohů a hran, které stanoví na hlavě a matici šroubu
$e_1$	vzdálenost středu otvoru spojovacího prostředku k přilehlému konci jakékoliv části, která se měří ve směru zatížení
$e_2$	vzdálenost středu otvoru spojovacího prostředku k přilehlému konci jakékoliv části, která se měří v pravém úhlu ke směru zatížení
$l_{eff}$	účinná délka koutového svaru
$t_p$	tloušťka desky pod hlavou šroubu nebo maticí
$t_w$	tloušťka stojny nebo konzoly
$t_f$	tloušťka pásnice I nebo H profilu
A	plná průřezová plocha šroubu
$A_s$	plocha šroubu nebo kotevního šroubu účinná v tahu
$B_{p,Rd}$	návrhová smyková únosnost při protlačení hlavy nebo matice šroubu
E	modul pružnosti
$F_{t,Ed}$	návrhová tahová síla ve šroubu v mezním stavu únosnosti
$F_{t,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v tahu
$F_{T,Rd}$	únosnost náhradního T profilu pásnice v tahu
$F_{v,Rd}$	návrhová únosnost šroubu ve střihu
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otláčení
g	mezera mezi mezipásmovými pruty styčnicku K nebo N
l	vzpěrná délka prutu
$R_d$	návrhová hodnota únosnosti
$R_k$	charakteristická hodnota únosnosti
$f_y$	mez kluzu
$f_u$	pevnost v tahu
$N_{ed}$	návrhová hodnota osově síly
$M_{ed}$	návrhový ohybový moment
$V_{ed}$	návrhová smyková síla
$A_v$	smyková plocha
$C_e$	součinitel expozice
$C_t$	tepelný součinitel
b	šířka stavby
d	tloušťka sněhové vrstvy
h	výška stavby
s	zatížení sněhem na střeše
$s_k$	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi v místě staveniště ( $\text{kN/m}^2$ )
Re	Reynoldsovo číslo
$C_d$	dynamický součinitel
$C_f$	součinitel síly
$C_o$	součinitel ortografie
$C_{seas}$	součinitel ročního období
Z	výška nad zemí

### 3.2 seznam tabulek a obrázků

veškeré použité obrázky a tabulky jsou popsány ve statickém výpočtu (PŘÍLOHA B) u dané tabulky nebo obrázku.

## 4.ZDROJE

### 4.1 normy

ČSN EN 1990. *Eurokód 1: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: český normalizační institut. 2004

ČSN EN 1991. *Eurokód 2: Zatížení konstrukcí*. Praha: český normalizační institut. 2007

ČSN EN 1993. *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí*. Praha: český normalizační institut. 2008

ČSN EN 1995. *Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí*. Praha: český normalizační institut. 2006

ČSN EN 1090. *Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí*. Praha: český normalizační institut. 2009

### 4.2 literatura

Sortimentní katalog společnosti Feron, a.s. ([www.ferona.cz](http://www.ferona.cz))

### 4.3 software

Scia Engineer 2013.0.2030 – studentská verze

Autocad 2014 – studentská verze

Microsoft Office Word 2007 home edition

Microsoft Office Excel 2007 home edition

## 5. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA – A TECHNICKÁ ZPRÁVA

PŘÍLOHA – B STATICKÝ VÝPOČET

PŘÍLOHA – C VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Č.v. 1 – PŮDORYS 1:100

Č.v. 2 – ŘEZ A-A 1:100

Č.v. 3 – ŘEZ B-B 1:100

Č.v. 4 – SMĚRNÉ DETAILS 1:10

Č.v. 5 – KOTEVNÍ OBLAST 1:200