



# 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

## JÍZDÁRNA

RIDING HALL

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

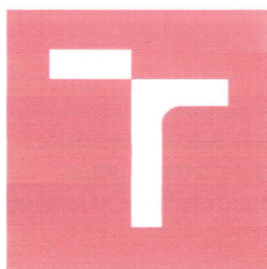
Bc. Tomáš Jakubíček

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. KAREL SÝKORA

BRNO 2017



# 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

DIPLOMANT	Bc. Tomáš Jakubíček
NÁZEV	Jízdárna
VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Karel Sýkora
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

prof. Ing. Marcela Karmazinová, CSc.  
Vedoucí ústavu



N. A.

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

## PODKLADY A LITERATURA

1. Prostorové uspořádání jízďárny.
2. ČSN EN 1993 ( 731401 ), Navrhování ocelových konstrukcí.
3. ČSN EN 1995 ( 731701 ), Navrhování dřevěných konstrukcí.
4. Literatura podle doporučení vedoucího diplomové práce.
5. Odborné publikace v časopisech a sbornících, které se vztahují k řešené problematice , podle doporučení vedoucího diplomové práce.

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Vypracujte návrh nosné konstrukce jízďárny.

Návrh rozměrů nosné konstrukce proveďte tak, aby minimální rozměry jízdní plochy byly 25,0 x 66,0 m v souladu s prostorovým uspořádáním objektu.

Konstrukci navrhňte pro oblast Pardubice.

Konstrukci navrhňte v několika variantách, vybranou variantu podrobně rozpracujte.

Požadované výstupy:

1. Technická zpráva obsahující základní charakteristiky navržené konstrukce, požadavky na materiál, spojovací prostředky, montáž a ochranu.
2. Statický výpočet hlavních nosných prvků a částí konstrukce.
3. Výkresová dokumentace obsahující zejména dispoziční výkres, výkres vybraných konstrukčních dílců, charakteristické detaily podle pokynů vedoucího diplomové práce.
4. Orientační výkaz spotřeby materiálu.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



Ing. Karel Sýkora

Vedoucí diplomové práce

## **Abstrakt**

V rámci diplomové práce jsem navrhl nosnou konstrukci zastřešení jízdárny umístěné v lokalitě Pardubice. Půdorysné rozměry stavby jsou 48,7x77,5m, výška v nejvyšším bodě zastřešení je 9,5m. Nosná část zastřešení je tvořena příhradovou soustavou elipsového tvaru. Konstrukce je vytvořena z běžného řeziva různých průřezů, plášť je podporován ocelovým trapézovým plechem. Jednotlivé dřevěné prvky jsou spojovány pomocí ocelových plechů, kolíků a svorníků. Výběr variant materiálů a statického systému se řídil také cenou materiálu a pracností výroby. Součástí diplomové práce jsou statické výpočty několika variant a výkresová dokumentace.

## **Klíčová slova**

Příhradová konstrukce, eliptický oblouk, dřevo, ocel, jízdárna, lepené lamelové dřevo, hala, trapézový plech.

## **Abstract**

In diploma thesis i designed supporting structure of roofing for riding hall located in Pardubice. Building height is 9,5m and the other two dimensions are 48,7x77,5m. The actual frame with elliptically shaped truss system. The actual structure is formed from a conventional timber of different cross-section. Roof is supported by trapezoidal sheet. wooden elements are connected by steel plates, pins and bolts. Chosing variants depends on material price and manufacturing cost. A goul of my diploma thesis is to make static calculations and drawings.

## **Keywords**

Truss construction, eliptic aech, wood, steel, riding hall, glued laminated timber, hall, trapezoidal sheet.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Tomáš Jakubíček *Jízdárna*. Brno, 2017. 279 s., 273 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí.  
Vedoucí práce Ing. Karel Sýkora

## **PROHLÁŠENÍ**

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

V Brně dne 13. 1. 2017

---

Bc. Tomáš Jakubíček  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Karlu Sýkorovi za příkladné vedení, ochotu mi pomáhat a za vřelý a přátelský přístup. Dále bych chtěl poděkovat svojí rodině a přátelům za pomoc a podporu během studia.

## **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

Tato diplomová práce se zabývá návrhem nosné dřevěné konstrukce, zastřešující prostor jízdárny určené pro parkur o čisté půdorysné ploše 25x66m. Zvolený nosný systém tvoří příčné příhradové oblouky elipsovitého tvaru, variantně plnostěnný eliptický oblouk. Cílem práce bylo navržení nosné konstrukce, dimenzování a posouzení hlavních nosných prvků včetně jejich spojů. Zatížení na konstrukce bylo stanoveno v souladu s ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí. Vnitřní síly byly vypočteny pomocí studentské verze programu RFEM a jsou uvedeny v PŘÍLOZE C – VNITŘNÍ SÍLY. Pro výpočet vnitřních sil byl vytvořen 2D model odpovídající příčné vazbě bez ztužidla a 3D model odpovídající větrovému ztužidlu. Samotné dimenzování je v souladu s ČSN EN 1193 – Navrhování ocelových konstrukcí a ČSN EN 1995 – Navrhování dřevěných konstrukcí v platném znění. Výsledné návrhové zatížení je kombinací těchto modelů. Výkresová dokumentace se nachází v příloze D.

## 2. ZHODNOCENÍ VARIANT

Základní dělení variant vychází z návrhu střešního pláště, který se dělí na vaznicovou (varianta 1) a bezvaznicovou (varianta 2) soustavu. Vaznicová soustava byla navržena s vaznicemi s osovou vzdáleností 1,25m a vzdáleností příčných vazeb po 4,0m. Varianta 2 byla uvažována s nosným trapézovým plechem na rozpětí příčných vazeb 6,0m. Díky jednodušší montáži a nižší ceně materiálu za 1m<sup>2</sup> pláště vychází bezvaznicová varianta výhodněji. Z tohoto důvodu jsem se rozhodl, zaobírat se podrobněji variantou 2. Tato varianta je dále rozpracována v několika podvariantách.

- **První podvarianta:** Příčná vazba s osovou vzdáleností 6,0m je posouzena jako nosník z lepeného lamelového dřeva podporovaný vnitřními sloupy. Tyto sloupy se v průběhu výpočtu ukázaly jako nepotřebné, a proto nebyly pro další dimenzování uvažovány. Výsledný návrh průřezu na osovou vzdálenost 6,0m byl lepený lamelový nosník 180/1200 GL24H. Vzhledem k ceně LLD jsem zvolil příhradový vazník, který vykazuje menší spotřebu materiálu, ale je náročnější na spojovací prostředky a na výrobu.

- **Druhá podvarianta:** Příčná vazba s osovou vzdáleností 6,0m, je posouzena jako příhradový vazník, který přibližně kopíruje střednici plnostěnného nosníku. Pásky příčné vazby byly navrženy z lepeného lamelového dřeva a mezipásové pruty z běžného řeziva. Tato podvarianta vykazovala velké osové síly do pásů příhradoviny, které nešli již z běžného řeziva vydimenzovat. Malá úspora materiálu a nutnost použití lepených průřezů mne vedla zpět na osovou vzdálenost příčných vazeb 4,0m, při zachování bezvaznicového pláště.

- **Třetí podvarianta:** příhradovina s osovou vzdáleností 4,0m byla navržena z běžného řeziva, které vykazuje výrazně nižší cenu materiálu než lamelové průřezy. Tato úspora je vykoupena větším počtem příčných vazeb a z toho vyplývajících základových patek.

Třetí podvariantu jsem zhodnotil jako nejoptimálnější. V PŘÍLOZE D je přiložena výkresová dokumentace popisující tuto finální variantu.

### 3. SEZNAM ZKRATEK, TABULEK A OBRÁZKŮ

#### 3.1 SEZNAM ZKRATEK

$d$	jmenovitý průměr kolíku, průměr čepu, nebo spojovacího prostředku
$d_0$	průměr otvoru pro kolík, svorník 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 stojiny 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 stříhu
$F_{b,Rd}$	návrhová únosnost šroubu v otláčení
$l$	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 (kN/m <sup>2</sup> )
$Re$	Reynoldsovo číslo
$C_d$	dynamický součinitel
$C_f$	součinitel síly
$C_o$	součinitel ortografie
$C_{seas}$	součinitel ročního období
$Z$	výška nad zemí
TR	trapézový plech
$f_{vk}$	charakteristická pevnost ve smyku
$f_{mk}$	charakteristická pevnost v ohybu
$f_{c;0;k}$	charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c;90;k}$	charakteristická pevnost v tlaku kolmo na vlákna
$f_{t;0;k}$	charakteristická pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny
$f_{t;90;k}$	charakteristická pevnost v tahu kolmo na vlákna

Případné další zkratky použité ve statickém výpočtu jsou uvedeny a popsány u výpočtu, a nebo je lze dohledat v použitých normách.

### 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 - *Zásady navrhování konstrukcí*. Český normalizační institut, 2003.

ČSN EN 1991 - *Zatížení konstrukcí*. Český normalizační institut, 2005.

ČSN EN 1993 - *Navrhování ocelových konstrukcí*. Český normalizační institut, 2006.

ČSN EN 1995 - *Navrhování dřevěných konstrukcí*. Český normalizační institut, 2006.

#### 4.2 Literatura

- KUKLÍK, Petr. *Dřevěné konstrukce*. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03310-4.
- KUKLÍK, Petr, Anna KUKLÍKOVÁ a Karel MIKEŠ. *Dřevěné konstrukce: Cvičení*. Praha: ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03313-9.
- LORENZ, Karel. *Navrhování nosných konstrukcí*. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2015. ISBN 978-80-87438-65-7.
- STRAKA, Bohumil. *Navrhování dřevěných konstrukcí*. Brno: CERM, 1996. ISBN 80-7204-015-4.
- STRAKA, Bohumil, Jana PECHALOVÁ. *Dřevěné konstrukce*. Brno: CERM, 1996. ISBN 80-7204-017-0.
- NEUFERT, Ernst. *Navrhování staveb*. 2. Praha: CONSULTINVEST, 2000. ISBN 80-901486-6-6.
- Bochemie [online]. Bohumín: BOCHEMIE [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://bochemie.cz/>
- DEK STAVEBNINY. *Dek* [online]. Praha: DEK, 2017 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- TENSION SYSTEMS. *TENSION* [online]. Praha: Tension Systems, 2014 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.tension.cz/>
- KOVOVÉ PROFILY. *Kovprof* [online]. Praha: Kovové profily, 2015 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://kovprof.cz/>
- Fatra: Fatrafol. *Fatrafol* [online]. Napajedla: Fatra, 2017 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <http://www.fatrafol.cz/>
- Kingspan. *Kingspan* [online]. Irsko: Kingspan Group, 2017 [cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/group/>

#### 4.3 Software

- Dlubal RFEM 5.06 64-bit – studentská verze
- AutoCAD 2016 – studentská verze
- Microsoft Office Word 2016 – studentská verze
- Microsoft Office Excel 2016 – studentská verze

---

## 5. SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA – A	TECHNICKÁ ZPRÁVA	
PŘÍLOHA – B1	STATICKÝ VÝPOČET – VARIANTA 1	
PŘÍLOHA – B2	STATICKÝ VÝPOČET – VARIANTA 2	
PŘÍLOHA – C	VNITŘNÍ SÍLY	
PŘÍLOHA – D	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	
	č. v. 1 – PŮDORYS	1:150
	č. v. 2 – PODÉLNÝ A PŘÍČNÝ ŘEZ	1:100
	č. v. 3 – POHLEDY	1:150
	č. v. 4 – VÝROBNÍ VÝKRES V1	1:20 / 1:5
	č. v. 5 – DETAILS STYČNÍKOVÝCH PLECHŮ	1:5
	č. v. 6 – VÝKRES KOTEVNÍCH OBLASTÍ	1:150