



# 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

## OCELOVÁ VÝROBNÍ HALA

STEEL PRODUCTION HALL

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Svoboda

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ,  
CSc.

BRNO 2022



# 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	Petr Svoboda
Název	Ocelová výrobní hala
Vedoucí práce	prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.
Datum zadání	30. 11. 2021
Datum odevzdání	27. 5. 2022

V Brně dne 30. 11. 2021

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

1. Předběžná dispozice objektu - příčný řez, půdorys
2. Literatura a další zdroje (vč. on-line zdrojů) podle doporučení vedoucí bakalářské práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Provedte statický a konstrukční návrh ocelové nosné konstrukce dvoulodní výrobní haly. Hala má obdélníkový půdorys o šířce 36 m se stejnými rozpětími obou lodí, tj. 2 x 18 m, a délce cca 72 m. S ohledem na účel objektu a provozní požadavky je stanovena výška v okapu minimálně 7,5 m. Hala je vybavena jedním mostovým jeřábem nosnosti 5 t. Objekt je situován na okraji města Znojmo.

V rámci řešení vypracujte technickou zprávu, statický výpočet a výkresovou dokumentaci v rozsahu podle pokynů vedoucí diplomové práce.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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).

---

prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení ocelové dvoulodní haly pro průmyslovou výrobu ve Znojmě. Hala má obdélníkový půdorys o šířce 36 m (18 m a 18 m) a délce 75 m. Celková výška nosné konstrukce je 10,6 m. V hale je umístěn mostový jeřáb o nosnosti 5 t. Nosná konstrukce je tvořena příhradovými vazníky, plnostěnnými sloupy, ztužidly a plnostěnnými vaznicemi.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

bakalářská práce, ocelová konstrukce, výrobní hala, mostový jeřáb, jeřábová dráha, příčná vazba, ztužidlo, kotvení, vazník, vaznice

## **ABSTRACT**

The aim of the bachelor thesis is the design and assessment of a steel two-bay hall for industrial production in Znojmo. The hall has a rectangular plan with a width of 36 m (18 m and 18 m) and a length of 75 m. The total height of the supporting structure is 10.6 m. The hall houses a bridge crane with a capacity of 5 t. The supporting structure consists of trusses, full-wall columns, stiffeners and full-wall trusses.

## **KEYWORDS**

bachelor thesis, steel structure, production hall, overhead crane, crane track, cross link, stiffener, anchorage, girder, truss

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Petr Svoboda *Ocelová výrobní hala*. Brno, 2022. 6 s., 75 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav kovových a dřevěných konstrukcí. Vedoucí práce prof. Ing. Marcela Karmazínová, CSc.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Ocelová výrobní hala* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

---

Petr Svoboda  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Ocelová výrobní hala* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2022

---

Petr Svoboda  
autor práce



# 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

## OCELOVÁ VÝROBNÍ HALA

STEEL PRODUCTION HALL

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Svoboda

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. MARCELA KARMAZÍNOVÁ, CSc.

BRNO 2022

## Obsah

1. Úvod.....	3
2. Normy a referenční hodnoty .....	3
3. Materiály.....	3
4. Zatížení.....	3
4.1. Stálé zatížení .....	4
4.2. Proměnné zatížení .....	4
5. Hlavní konstrukční prvky .....	4
5.1. Vaznice .....	4
5.2. Vazník .....	4
5.3. Jeřábová dráha .....	4
5.4. Sloupy.....	5
5.5. Ztužidla.....	5
5.5.1. Stěnová ztužidla .....	5
5.5.2. Střešní ztužidlo.....	5
6. Povrchová úprava konstrukce .....	5
7. Doprava a montáž.....	5
8. Závěr .....	6



## 1. Úvod

Cílem bakalářské práce bylo konstrukčně a staticky navrhnout dvoulodní ocelovou výrobní halu. Hala má obdélníkový půdorys se symetrickými rozměry obou lodí 2 x 18 m. Celková délka haly je 75 m. Minimální výška okapu objektu byla stanovena na 7,5 m. Navržená výška byla poté stanovena na 10,6 m. Hala je vybavena jedním mostovým jeřábem o nosnosti 5 tun, který bude umístěn do levé haly. Výrobní hala je zastřešena sedlovou střechou se sklonem 5 % (2,9°). Modul haly je 6 m. Hala je umístěna na okraji města Znojma.

## 2. Normy a referenční hodnoty

Nosná ocelová konstrukce dvoulodní haly byla navržena v souladu s platnými normami:

- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb
- ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem
- ČSN EN 1991-3 Zatížení od jeřábu a strojního zařízení
- ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1993-1-5 Navrhování ocelových konstrukcí – Boulení stěn
- ČSN EN 1993-1-8 Navrhování ocelových konstrukcí – Navrhování styčníků
- ČSN EN 1993-1-9 Navrhování ocelových konstrukcí – Únava
- OH 73 2615 Směrnice pro kotvení ocelových konstrukcí

## 3. Materiály

Veškeré konstrukční prvky haly jsou navrženy z oceli S355. Většina spojů je provedena pomocí koutových svarů. Spoje jeřábové dráhy budou opatřeny žiháním, z důvodu snížení vnitřního pnutí. U šroubových spojů budou použity pevnostní třídy 5.6 nebo 8.8.

## 4. Zatížení

Pro určení velikosti vnitřních sil byl použit program RFEM 5. V programu byly vytvořeny zatěžovací stavy a následovně z nich byly vytvořeny požadované kombinace zatížení.

#### **4.1. Stálé zatížení**

Vlastní tíha konstrukce byla vygenerována a uvažovaná v programu RFEM 5. Jako ostatní stálé zatížení byly uvažovány střešní panely Kingspan KS 100 RW tloušťky 100 mm s charakteristickým zatížením  $0,3496 \text{ kN/m}^2$ .

#### **4.2. Proměnné zatížení**

Objekt je umístěn na okraji města Znojma. Pro tuto oblast platí základní rychlost větru:  $27,5 \text{ m/s}$

### **5. Hlavní konstrukční prvky**

#### **5.1. Vaznice**

Vaznice jsou navrženy z plných za tepla válcovaných profilů HEB 160. Spojení vaznice se střešním pláštěm je uvažováno jako tuhé. Střešní plášť je také uvažovaný jako tuhý. Největší vodorovná vzdálenost vaznic je 2980 mm.

#### **5.2. Vazník**

Vazník je navržen jako příhradová konstrukce sedlového tvaru o rozpětí obou hal 18 metrů. Minimální výška vazníku je 2553 mm a největší výška vazníku je 3154 mm. Spodní pás vazníku je vodorovný. Osová vzdálenost vazníků je 6 m. Zatížení je do vazníku přenášeno od střešního pláště, vaznic, podélného svislého ztužidla a okapového ztužidla. Vazník je vyroben z dolního a horního pásu, mezi pásy jsou pak umístěny diagonály a svislice. Horní pás je navržený jako HEA 120 válcovaný. Dolní pás je navržený jako RO 101,6 x 6,3 za tepla válcovaný profil. Svislice jsou odstupňovány. Svislice, které nejsou tolik namáhány jsou z profilu RO 33,7 x 4,0 za tepla válcovaný. Svislice, které jsou více namáhány (především tlakem) jsou z profilu RO 48,3 x 4,0 za tepla válcovaný. Diagonály jsou odstupňovány. Diagonály, které nejsou tolik namáhány jsou z profilu RO 76,1 x 5,0 za tepla válcovaný. Diagonály, které jsou více namáhány jsou z profilu RO 101,6 x 6,3 za tepla válcovaný, který je shodný s dolním pásem. Připojení prutu je ve vazníku vždy provedeno koutovými svary po celém obvodu připojovaných prutů. Uložení vazníků na sloupy je zhotoveno jako kloubové připojení v úrovni horních pásů vazníků.

#### **5.3. Jeřábová dráha**

V levé lodi výrobní haly bude umístěn mostový jeřáb o nosnosti 5 t a rozpětí 17 m. Hlavní nosník jeřábové dráhy je zhotoven z profilu HEB 280. Nosník jeřábové dráhy bude uložen na konzolách, které budou přivařeny ke sloupům. Jeřáb bude pojíždět kolejnici 50 x 30 mm, která bude umístěna horní pásnici jeřábové dráhy. Hlavní nosník

přenáší svislá zatížení od jeřábu do sloupu a podélná zatížení do ztužidel. Dále byli při výpočtu uvažovány i dynamické síly od působení jeřábu (brzdné síly, vzpříčení jeřábu).

## 5.4. Sloupy

Sloupy jsou zhotoveny z válcovaného profilu IPE 450. Sloupy společně s vazníkem tvoří příčnou vazbu. Vzdálenost příčných vazeb je shodná s délkou jednotlivých vaznic a to je 6 m. Osová vzdálenost sloupu v ose příčné vazby je 18 m. Sloupy jsou uloženy do základů jako vetknuté. Kotvení sloupu bude provedeno za pomoci 4 předem zabetonovaných kotevních šroubů M 36 x 3 S355. Rozměry patního plechu jsou 900 x 450 mm a tloušťky 15 mm.

## 5.5. Ztužidla

Stěnová a střešní ztužidla budou umístěna mezi sloupy v řadě 6.

### 5.5.1. Stěnová ztužidla

Stěnová ztužidla jsou tvořena sloupy, mezi které jsou vloženy diagonály a vodorovné ztužující pruty. Ztužidlo přenáší účinky větru a také dynamické účinky od jeřábu. Vodorovný prut je z profilu RO 101,6 x 4,0 za tepla válcovaný, který je připojen ke sloupu koutovými svary. Diagonály jsou navrženy jako profil RO 88,9 x 4,0 za tepla válcovaný a budou připojeny pomocí koutových svarů. Geometrie stěnových ztužidel se liší podle toho, zda jsou umístěny mezi sloupy A, B anebo C z důvodu rozdílných zatížení a výšek sloupů.

### 5.5.2. Střešní ztužidlo

Střešní ztužidlo je tvořeno z horního pasu vazníků, vaznic a mezi ně do vzniklých polí jsou koutově přivařeny diagonály z profilu RO 76,1 x 4,0 za tepla válcovaný. Střešní ztužidlo zlepšuje tuhost celé konstrukce haly.

## 6. Povrchová úprava konstrukce

Z důvodu menší natíratelné plochy byly navrhovány profily prvků často jako profily RO. Konstrukci je nutné chránit před korozi, z tohoto důvodu bude konstrukce opatřena nátěrem v souladu s ČSN ISO 12944. Před nanesením nátěru je vhodné konstrukční prvky očistit potažmo opískovat pro zlepšení spojení prvku s nátěrem.

## 7. Doprava a montáž

Prvky jako vazníky a ztužidla budou předem vyrobeny ve výrobní hale a poté dopraveny na stavbu již spojené. Prvky u kterých by byl převoz z důvodu nadměrných rozměrů složitý, budou sestaveny až na místě stavby. Přeprava větších dílců jako jsou například vazníky, bude konzultována se správcem pozemních komunikací.

## **8. Závěr**

Nosná ocelová konstrukce dvojlodní výrobní haly s mostovým jeřábem, byla navržena v souladu s platnými normami na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti.