



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# MONTOVANÁ ŽELEZOBETONOVÁ HALA S JEŘÁBOVOU DRÁHOU

PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE HALL WITH CRANE TRACK

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Velecký

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL POŽÁR, Ph.D.

BRNO 2018



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Tomáš Velecký
<b>Název</b>	Montovaná železobetonová hala s jeřábovou dráhou
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Michal Požár, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2017
<b>Datum odevzdání</b>	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

---

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

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

## **PODKLADY A LITERATURA**

Podklady:

Stavební podklady – půdorysy, řezy

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura: na základě doporučení vedoucím práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Pro montovanou železobetonovou halu navrhnete a posudíte vybrané nosné konstrukční prvky.

Provedte statické řešení a dimenzování vybrané části haly v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti dle směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Technická zpráva, výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím práce)

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚZBK 1x na CD.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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. Michal Požár, Ph.D.

Vedoucí práce

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá statickým řešením montované železobetonové haly s jeřábovou dráhou. Konkrétně je zde řešena příčná vazba haly, která je tvořena obdélníkovými sloupy a železobetonovým vazníkem tvaru T-profilu. Zatížení působící na konstrukci jsou přenášena do podloží pomocí kalichových železobetonových patek.

V bakalářské práci je řešen návrh a posouzení jednotlivých nosných konstrukčních prvků. Prvky jsou dimenzovány dle ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

Ve výkresové části bakalářské práce jsou zpracovány výkresy sestavy dílců, tvarů a výztuže jednotlivých částí.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Rámová konstrukce, železobetonový montovaný skelet, jeřábová dráha, vazník, sloup, kalichová patka, základový práh, krátká konzola, železobeton, statický výpočet, výkres tvaru, výkres výztuže.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused on static solution of prefabricated reinforced concrete hall with crane runway. Specifically, the cross-section of the hall, which consists of rectangular columns and a T-profile reinforced concrete truss, is solved here. The load on the structure is transmitted to the subsoil by calyx-reinforced concrete pavements.

The bachelor thesis deals with the design and assessment of individual structural elements. Elements are dimensioned according to ČSN EN 1992-1-1: Design of concrete structures - general rules and rules for building structures.

In the drawing part of the bachelor thesis are drawn drawings of the assembly of parts, shapes and reinforcement of individual parts.

## **KEYWORDS**

Frame construction, reinforced concrete prefabricated skeleton, crane runway, truss, column, calyx pavement, basement threshold, short bracket, reinforced concrete, static calculation, shape drawing, reinforcement drawing.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Tomáš Velecký *Montovaná železobetonová hala s jeřábovou dráhou*. Brno, 2018. 19 s., 183 s. příl.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Michal Požár, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

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

V Brně dne 25. 5. 2018

---

Tomáš Velecký  
autor práce

**PODĚKOVÁNÍ:**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Michalu Požárovi, Ph.D. za jeho rady, trpělivost a vstřícnost při vypracování této bakalářské práce.

V Brně dne 25. 5. 2018

.....

podpis autora



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MONTOVANÁ ŽELEZOBETONOVÁ HALA S JEŘÁBOVOU DRÁHOU

PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE HALL WITH CRANE TRACK

## TEXTOVÁ ČÁST

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Tomáš Velecký

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL POŽÁR, Ph.D.

BRNO 2018



## Obsah

1. Úvod .....	10
2. Popis konstrukčního systému stavby .....	11
3. Posuzované nosné konstrukční prvky .....	11
3.1 Vazník – V1 .....	11
3.2 Sloup – S2 .....	11
3.3 Kalichová patka – P1.....	12
3.4 Základový práh – ZP1.....	12
3.5 Ztužující nosník – ZT1 .....	12
4. Součinitelé $\gamma$ pro výpočet návrhového zatížení.....	12
5. Závěr .....	13
6. Použité podklady a literatura .....	14
7. Seznam příloh.....	19

## 1. Úvod

Hlavním úkolem této bakalářské práce je návrh a statické posouzení montované železobetonové haly, rozm. 48,00 x 18,00 m, výška hřebene +12,250m a jejích nosných konstrukčních prvků. Řešený objekt se nachází v průmyslové zóně v Uherském Brodě. K řešenému objektu bude přiléhat administrativní budova, která není předmětem této bakalářské práce.

V rámci bakalářské práce byla řešena typická příčná vazba haly, která je tvořena ze sloupů a železobetonových vazníků tvaru T-profilu. Statický výpočet typického rámu byl proveden pomocí softwaru SCIA ENGINEER 17.1 a ověřen ručním výpočtem.

Výkresová dokumentace, obsahující výkresy sestavy dílců, výkresy tvarů a výztuží jednotlivých prvků, byla zpracována v programu AutoCAD.

Návrh výztuže jednotlivých prvků byl proveden v souladu s jednotlivými normami, a to převážně ČSN EN 1992-1-1.

## 2. Popis konstrukčního systému stavby

Konstrukční systém haly tvoří jednodlní železobetonový montovaný skelet. Modulová vzdálenost sloupů ve vnitřních polích je 6,00m a v krajních polích 5,80m, resp. 5,65m. Vazník tvaru T-profilu, výšky 1,20m a délky 17,40m, je uložen na sloupy obdélníkového tvaru o rozměru 0,70 x 0,40m. Sloupy jsou vetknuty do základových kalichových patek. Nosnou konstrukci zastřešení tvoří trapézové plechy délky 6,00m. Obvodový plášť je tvořen stěnovými sendvičovými panely, které jsou uloženy na železobetonový základový práh.

## 3. Posuzované nosné konstrukční prvky

### 3.1 Vazník – V1

Vazníky průřezu T-profilu, rozm. 1,20 x 17,40m (v x d), jsou navrženy z betonu třídy C30/37-XC1 a vyztuženy betonářskou výztuží B550B. Vazníky budou osazeny na sloupy, podloženy pomocí pryžové podložky. Kotvení vazníků bude zajištěno ocelovými trny. Po osazení vazníků bude provedena cementová zálivka trnů – Groutex 603.

### 3.2 Sloup – S2

Sloupy S2 jsou navrženy obdélníkového průřezu, rozm. 0,40 x 0,70m, z betonu třídy C30/37-XC1 a vyztuženy betonářskou výztuží B550B. Sloupy jsou vetknuty do kalichových patek, vyklínovány do svislé polohy a zality cementovou zálivkou – Groutex 608. Dolní část sloupů bude mít na výšku kalichu (1,20m) zdrsňený povrch. V hlavě sloupu budou ocelové trny pro osazení vazníku a ztužidel. Ve výšce +7,750m je provedena konzola pro uložení jeřábové dráhy.

### 3.3 Kalichová patka – P1

Základové patky P1 jsou navrženy obdélníkového tvaru, půdorysného rozm. 2,50 x 3,00 m a výšky 1 m, z betonu třídy 25/30 –XC2 a vyztuženy betonářskou výztuží B550B. Patka bude uložena na vodorovnou zhutněnou zeminu, popř. zhutněný štěrkopísek – krytí výztuže  $c = 75$  mm pro ukládání patek bez podkladního betonu. Kalich výšky 1,20 m a minimální tloušťky stěny 0,30 m je navržen z betonu třídy C25/30-XC2 a vyztužen betonářskou výztuží B550B. Na kalich budou uloženy základové prahy pomocí ocelových trnů.

### 3.4 Základový práh – ZP1

Základové prahy jsou navrženy obdélníkového průřezu, rozm. 0,30 x 1,00m, z betonu třídy 30/37-XC2 a vyztuženy betonářskou výztuží B550B. Prahly budou uloženy na kalichy a kotveny pomocí ocelových trnů. Kotvicí trny budou zalaty cementovou zálivkou – Groutex 603. Na základové prahy bude uložen obvodový sendvičový plášť z panelů Kingspan.

### 3.5 Ztužující nosník – ZT1

Střešní ztužidla jsou navržena obdélníkového průřezu, rozm. 0,30 x 0,40m, z betonu třídy C30/37-XC1 a vyztuženy betonářskou výztuží B550B. Ztužidla budou uložena na sloupy a kotvení provedeno pomocí ocelových trnů. Zalítí trnů cementovou zálivkou – Groutex 603.

## 4. Součinitelé $\gamma$ pro výpočet návrhového zatížení

- **Stálé zatížení**
  - Vlastní tíha nosného prvku součinitel  $\gamma = 1,35$
  - Ostatní stálá zatížení  $\gamma = 1,35$
  - Jeřábová dráha  $\gamma = 1,35$
  
- **Proměnné zatížení**
  - Užitná  $\gamma = 1,50$
  - Sníh – Oblast III, typ krajiny: normální  $\gamma = 1,50$
  - Vítr – Oblast I, kat. terénu II  $\gamma = 1,50$
  - Zatížení jeřábem 12,5t  $\gamma = 1,35$

## 5. Závěr

V bakalářské práci byly posouzeny základní typy prvků vyskytující se v konstrukci, a to vazník, vnitřní sloup, kalichová patka, základový práh a ztužující nosník. Ostatní prvky nejsou předmětem této bakalářské práce. Jsou materiálově stejné, liší se pouze rozměry a zatížením. Posudky těchto prvků by byly velmi obdobné.

## 6. Použité podklady a literatura

### **Seznam použité literatury:**

- [1] BAŽANT, Zdeněk, ČÍRTEK, Ladislav a Petr ŠTĚPÁNEK. *Betonové konstrukce II. Betonové konstrukce montované – část 2. (studijní opora)*. Brno, 2006.
- [2] BAŽANT, Zdeněk, ČÍRTEK, Ladislav a Petr ŠTĚPÁNEK. *Betonové konstrukce II. Speciální problémy betonových montovaných konstrukcí. (studijní opora)*. Brno, 2006.
- [3] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce. Výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6*. Akademické nakladatelství CERM, s. r. o. Brno, 2012. ISBN 978-80-7204-807-6.
- [4] PROCHÁZKA, Jaroslav, ŠMEJKAL, Jiří, VÍTEK, Jan L. a Jitka VAŠKOVÁ. *Navrhování betonových konstrukcí. Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Informační centrum ČKAIT, s.r.o., Praha, 2010. ISBN 978-80-87438-03-9.
- [5] ZICH, Miloš. *Vybrané statě z nosných konstrukcí. Betonové základy – část 1. (studijní opora)*. Brno, 2006.
- [6] Deha systém přepravních úchytů s kulovou hlavou. *HALFEN* [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z:  
[http://downloads.halfen.com/catalogues/cz/media/catalogues/reinforcementsystems/KKT08\\_CZ.pdf](http://downloads.halfen.com/catalogues/cz/media/catalogues/reinforcementsystems/KKT08_CZ.pdf)

### **Seznam použitých norem:**

- [7] ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
- [8] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – část 1-1: Vlastní tíha a užitná zatížení
- [9] ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – část 1-3: Zatížení sněhem
- [10] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – část 1-1: Zatížení větrem
- [11] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla [12] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

### **Seznam použitých softwarů:**

Microsoft Word 2016  
Microsoft Excel 2016  
AutoCAD 2016  
SCIA Engineer 17.1

## **Seznam použitých značek a symbolů:**

$A$	plocha průřezu
$A_{cc}$	plocha tlačené části betonu
$A_{st}$	plocha betonářské výztuže
$A_{s,max}$	maximální hodnota plochy tažené betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální hodnota plochy tažené betonářské výztuže
$A_{s,prov}$	navržená plocha výztuže v extrémně namáhaném průřezu
$A_{s,req}$	staticky nutná plocha tažené betonářské výztuže
$A_{sw}$	průřezová plocha smykové výztuže
$b$	šířka prvku, zatěžovací šířka
$c$	návrhová hodnota krycí vrstvy výztuže
$c_{nom}$	nominální hodnota krycí vrstvy výztuže
$c_{min}$	minimální hodnota krycí vrstvy výztuže
$C_e$	součinitel tepla
$c_{st}$	krycí vrstva třmínků
$d$	účinná výška průřezu
$d_1$	poloha těžiště betonářské výztuže od taženého okraje
$E$	účinky zatížení, modul pružnosti materiálu
$E_d$	návrhové hodnoty účinků zatížení
$e_i$	výstřednost
$E_{cm}$	střední modul pružnosti betonu
$E_s$	střední modul pružnosti betonářské výztuže
$f_{bd}$	návrhová hodnota mezního napětí
$f_{cd}$	návrhová pevnost betonu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická pevnost betonu v tlaku
$f_{cm}$	střední pevnost betonu v tlaku
$f_{ctd}$	návrhová hodnota pevnosti betonu v tahu
$f_{ctk,0,05}$	kvantil charakteristické pevnosti betonu v tahu
$f_{ctm}$	střední pevnost betonu v tahu
$F_d$	návrhové hodnoty zatížení

$F_k$	charakteristické hodnoty zatížení
$F_{yd}$	návrhová pevnost betonářské výztuže v tahu
$F_{yk}$	mez kluzu betonářské výztuže
$G$	stálá zatížení
$g_d$	návrhové stálé zatížení plošné/liniové
$g_k$	charakteristické stálé zatížení plošné/liniové
$h$	výška prvku
$I$	moment setrvačnosti průřezu
$l$	rozpětí, zatěžovací šířka
$l_{bd}$	návrhová kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka výztuže
$l_0$	vzpěrná délka prutu
$M_{Ed}$	návrhová hodnota působícího ohybového momentu
$M_{Rd}$	návrhová hodnota ohybového momentu na mezi únosnosti
$Q$	proměnná zatížení
$Q_d$	návrhové proměnné zatížení plošné/liniové
$Q_k$	charakteristické proměnné zatížení plošné/liniové
$R$	odolnost konstrukce, reakce v podpoře
$s$	charakteristické zatížení sněhem
$s_l$	osová vzdálenost výztuže v podélném směru
$s_k$	normové zatížení sněhem
$s_{max}$	maximální osová vzdálenost výztuže
$s_{min}$	minimální osová vzdálenost výztuže
$s_t$	osová vzdálenost výztuže v příčném směru
$v_k$	počet vetknutí
$V_{Rd,c}$	návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,c,min}$	minimální návrhová únosnost ve smyku prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,c,max}$	maximální návrhová únosnost ve smyku prvku se smykovou výztuží



$V_{Rd,s}$	návrhová únosnost ve smyku prvku se smykovou výztuží
$w$	průhyb
$z$	rameno vnitřních sil
$\gamma_c$	dílčí součinitel betonu
$\gamma_F$	dílčí součinitel zatížení
$\gamma_G$	dílčí součinitel stálého zatížení
$\gamma_M$	dílčí součinitel materiálu
$\gamma_Q$	dílčí součinitel proměnného zatížení
$\gamma_S$	dílčí součinitel betonářské výztuže
$\Delta c_{dev}$	návrhový přírůstek krytí
$\varepsilon_{c3}$	mezní poměrné přetvoření rovnoměrně tlačенého betonového průřezu
$\varepsilon_{cu3}$	mezní přetvoření betonu dle MSÚ
$\varepsilon_s$	poměrné přetvoření betonářské výztuže
$\varepsilon_t$	mezní přetvoření betonářské výztuže
$\varepsilon_{yd}$	přetvoření betonářské výztuže na mezi kluzu
$\eta_1$	součinitel závislý na kvalitě podmínek soudržnosti
$\eta_2$	součinitel závislý na průměru prutu
$\theta$	roznášecí úhel zatížení betonu, sklon tlačенé diagonály
$\kappa_{c1}$	součinitel závislý na tvaru průřezu sloupu
$\kappa_{c2}$	součinitel závislý na rozpětí
$\kappa_{c3}$	součinitel napětí tahové výztuže
$\lambda$	součinitel, ohybová štíhlost
$\lambda_d$	vymežující ohybová štíhlost
$\lambda_{lim}$	maximální štíhlost
$\mu$	součinitel tvaru střechy
$\nu$	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
$\xi$	redukční součinitel
$\rho_w$	geometrický stupeň smykového vyztužení
$\rho_{w,min}$	minimální geometrický stupeň smykového vyztužení

$\rho_1$	geometrický stupeň vyztužení započitatelnou podélnou výztuží
$\sigma_c$	napětí betonu v tlaku
$\sigma_s$	napětí v prutu betonářské výztuže
$\psi$	kombinační součinitel

## 7. Seznam příloh

**P1) Statický výpočet**

**Výstupy z SCIA Engineer 17.1**

**P2) Výkresová dokumentace**

2.1 Výkres sestavy dílců

2.2 Půdorys základů

2.3 Vazník V1 – výkres tvaru a výztuže

2.4 Sloup S2 – výkres tvaru a výztuže

2.5 Patka P1 – výkres tvaru a výztuže

2.6 Základní práh ZP1 – výkres tvaru a výztuže

2.7 Ztužidlo ZT1 – výkres tvaru a výztuže

2.8 Detaily