



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

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Velecký
Název	Montovaná železobetonová hala s jeřábovou dráhou
Vedoucí práce	Ing. Michal Požár, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	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 vypracovávání 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 γ 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 jednoduší 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 zality 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 γ 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

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
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_F	dílčí součinitel zatížení
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
γ_M	dílčí součinitel materiálu
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_S	dílčí součinitel betonářské výztuže
Δc_{dev}	návrhový přídavek krytí
ε_{c3}	mezní poměrné přetvoření rovnoměrně tlačенého betonového průřezu
ε_{cu3}	mezní přetvoření betonu dle MSÚ
ε_s	poměrné přetvoření betonářské výztuže
ε_t	mezní přetvoření betonářské výztuže
ε_{yd}	přetvoření betonářské výztuže na mezi kluzu
η_1	součinitel závislý na kvalitě podmínek soudržnosti
η_2	součinitel závislý na průměru prutu
θ	roznášecí úhel zatížení betonu, sklon tlačенé diagonály
κ_{c1}	součinitel závislý na tvaru průřezu sloupu
κ_{c2}	součinitel závislý na rozpětí
κ_{c3}	součinitel napětí tahové výztuže
λ	součinitel, ohybová štíhlost
λ_d	vymezuující ohybová štíhlost
λ_{lim}	maximální štíhlost
μ	součinitel tvaru střechy
ν	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
ξ	redukční součinitel
ρ_w	geometrický stupeň smykového vyztužení
$\rho_{w,min}$	minimální geometrický stupeň smykového vyztužení

ρ_1	geometrický stupeň vyztužení započitatelnou podélnou výztuží
σ_c	napětí betonu v tlaku
σ_s	napětí v prutu betonářské výztuže
ψ	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