VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÝ SKELET
CONCRETE SKELETON CONSTRUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE — Bc. TOMÁŠ DVOŘÁK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012

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	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Dvořák Tomáš
Název	Železobetonový skelet
Vedoucí diplomové práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2011
Datum odevzdání diplomové práce	13. 1. 2012

V Brně dne 31. 3. 2011

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

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

Podklady a literatura

Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:
ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 19901 -1 až 4 Zatížení stavebních konstrukcí
ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím diplomové práce

Zásady pro vypracování

V rámci diplomové práce bude navržena železobetonová montovaná konstrukce tělocvičny. Pro analýzu nosné konstrukce bude použit výpočetní program MKP. Výsledky budou ověřeny zjednodušenou ruční metodou. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu. Přesný rozsah práce bude upřesněn vedoucím práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 2x v elektronické podobě na CD s formální úpravou podle směrnice rektora č. 9/2007 (včetně dodatku č. 1) a 2/2009 a směrnice děkana č. 12/2009

Předepsané přílohy

A) Textová část
B) Přílohy textové části
   B1) Použité podklady
   B2) Statický výpočet
   B3) Výkresová dokumentace

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užít školní dílo (3x)
Popisný soubor závěrečné práce.

.....

Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt
Diplomová práce je zaměřena na návrh železobetonového montovaného skeletu sportovní haly. Předmětem návrhu je vnitřní příčný rám haly, skládající se ze střešního železobetonového předpjatého vazníku, sloupů, pilotového založení. Práce obsahuje vypracování statického výpočtu, výkresů tvaru a výztuže řešených prvků, vypracování výkresů sestavy dílců. Ostatní části objektu nejsou v této práci řešeny.

Klíčová slova v českém jazyce

montovaný skelet, sportovní hala, železobetonový předpjatý vazník, sloup, pilota, dimenzování, vnitřní síly, zatížení, zatěžovací stavy, výkresová dokumentace

Abstract

The master's thesis is focused on a design of reinforced concrete prefabricated skeleton of the sports hall. Object of the design is internal traverse frame of the hall which consists of reinforced concrete prestressed truss, columns and concrete pile construction of foundation. Thesis includes working-out of static calculation, elaboration drawings of shape, reinforcement of solved elements and evolvement of assembly drawings. The rest of the project parts are not analyzed.

Keywords

prefabricated skeleton, sports hall, reinforced concrete prestressed truss, column, concrete pile, design of structures, internal forces, load, load cases, drawing documentation

Bibliografická citace VŠKP

DVOŘÁK, Tomáš. *Železobetonový skelet.* Brno, 2011. 13 s., 165 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 12.1.2012

.....

podpis autora

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za jeho ochotu, rady a připomínky, které mi v průběhu práce poskytnul. Dále děkuji Ing. Milanu Mátlovi za poskytnutí zadání a podkladů pro vypracování diplomové práce. V neposlední řadě děkuji mým rodičům za podporu během mého studia.

OBSAH:

1. ÚVOD ..... - 16 -
2. POPIS NAVRHOVANÝCH PRVKŮ ..... - 16 -
3. ZÁVĚR ..... - 19 -
4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ ..... - 20 -
5. SEZNAM PŘÍLOH ..... - 21 -

1. ÚVOD

Diplomová práce se zabývá řešením nosné konstrukce sportovní víceúčelové haly o půdorysných rozměrech 36,80 x 27,22 m, vnitřní výška haly 9,05m. Hala přiléhá ke stávající základní škole na ul. Hradecká v Telči, se kterou je také spojena spojovacím krčkem. Jedná se o dvoulodní halu, přičemž menší boční loď je navržena jako dvoupodlažní s využitím prvního podlaží jako technického zázemí a druhého podlaží jako divácké galerie. Nosná konstrukce stavby je navržena jako prefabrikovaný montovaný železobetonový skelet, příčná vazba haly je tvořena dvěma hlavními ž.b. sloupy o průměru 0,5x0,5 m vetknutými v patě a předpjatým střešním vazníkem výšky 1,5 m působícím jako prostý nosník s převislým koncem, osová vzdálenost příčných vazeb je 6,05 m. Každá příčná vazba je potom ještě doplněna o sloup 0,3x0,3m vetknutým v patě nutným pro konstrukci boční dvoupodlažní lodě. Podélné ztužení haly je zajištěno systémem obvodových průvlaků a ztužidel. Založení nosné konstrukce haly je navrženo na pilotách o průměru 900 mm s monolitickým železobetonovým kalichem pro sloupy. Zastřešení je navrženo z předpjatých stropních panelů Spiroll, na které bude zhotovena spádová vrstva ze spádových klínů nebo z lehkého betonu. Obvodový plášť haly je dvouplášťový, tvořený vyzdívkou mezi sloupy z keramických tvarovek typu Therm tl. 300 mm na které navazuje prosklená fasáda haly, tepelnou izolací z minerální vaty a zdiva z lícových cihel. Obvodový plášť je samonosný, založen na samostatném základu. Nad prosklenou částí fasády, je obvodový plášť včetně atiky tvořen PUR panely.

2. POPIS NAVRHOVANÝCH PRVKŮ

2.1. STŘEŠNÍ PŘEDPJATÝ VAZNÍK V2

Předmětem návrhu je předem předpjatý střešní vazník tvaru symetrického T – profilu, výška profilu 1,5m, výška pásnice 0,2m, šířka pásnice 0,45 m, šířka stojiny 0,25 m, celková délka vazníku 26,92m. Vazník staticky působí jako prostý nosník s převislým koncem, délka uložení vazníku je 0,5 m, osová vzdálenost vazníků 6,05 m. Vazník bude vylehčen pěti kruhovými otvory o průměru 600 mm. Uložení vazníku na sloup je navrženo pomocí vidličkového tvaru hlavy sloupu a pomocí vyčnívajících ocelových trnů z hlavy sloupu. Výpočtová osová vzdálenost podpor vazníku je 22,5 m. Vazník je navržen z betonu C50/60 pro prostředí XC1. Předpětí vazníku je navrženo pomocí 18 ks sedmidrátových lan typu

Y1860S7-15,2A. Všechna lana budou napnuta na hodnotu přepínací síly 201,6 kN, kotevní napětí 1440 MPa. Bude doplněna přídavná podélná výztuž z betonářské oceli v průměrech øR8 až øR16 třídy B500B, výztuž je doplněna především v kotevní oblasti předpínacích lan, v nadpodporové části vazníku, v místě uchycení manipulačních ok, v místech otvorů a také konstrukčně po výšce vazníku. Dále je navržena konstrukčně smyková výztuž z prutů øR8 a øR10, vzdálenost třmínků 75 mm až 200 mm. Vzhledem ke třídě prostředí XC1 je navrženo krytí výztuže 25 mm. V místě podpor bude osazena do vazníku 2x trubka TR 22x1,5, délky 500 mm, do vazníku budou také osazena velká atypická manipulační oka typu BS kotva Pfeifer. Oka jsou navržena vzhledem k výhodnosti v místech definitivních podpor. Doporučená manipulace s vazníkem musí je přes vahadlo, uložení na skládce musí být na prokladech položených v místech definitivních podpor. Vazník bude předepnut po 24 hodinách kdy již beton dosáhne alespoň 70% pevnosti v tlaku. Předpínání a betonáž vazníku se bude provádět na délce 53,84 m, který se po uvolnění předpínacích lan rozdělí řezem na poloviny. V období 24 hodin až 28 dnů bude vazník umístěn na skládce, 28. den bude zabudován do konstrukce.

2.2. SLOUP S2

Sloup S2 o průřezu 0,5 x 0,5m a celkové délce 9,9m je zakončen vidličkou pro uložení vazníku, vidlička je navržena v průřezu 0,5 x 0,115 m, délka vidličky 1,0 m. Sloup je navržen vetknutý v patě ve směru příčné vazby i ve směru podélném. Kotvení sloupu do kalichu je navrženo v délce 900 mm, je zakončeno kotevním kuželíkem výšky 20 mm. Prvek bude proveden z betonu C30/37 pro třídu prostředí XC1 a z oceli B500B, krytí výztuže 25 mm. V místech připojení obvodových ztužidel ke sloupu jsou navrženy skryté konzoly PEIKKO. Pro uchycení ztužidla ve středu výšky sloupu je navržena oboustranná skrytá konzola PEIKKO PCs 2-2, pro uchycení ztužidla v horní části sloupu je navržena skrytá konzola PEIKKO PCs 2-2UP. Hlavní výztuž sloupu se skládá z 4øR18 a 4øR16, přičemž pruty øR18 probíhají i do rohů vidličky. Výztuž každé vidličky je doplněna 6øR12. V místech skrytých konzol je nutné přidat konstrukčně svislou výztuž 4øR10. Smyková výztuž je navržena jako jednostřižné třmínky z profilů øR8, maximální vzdálenost třmínků 200 mm, třmínky jsou zhuštěny v oblasti kotvení, v oblasti kotvení manipulačních prostředků a v oblasti skrytých konzol, kde jsou navíc přidány třmínky øR10 dle pokynů výrobce PEIKKO. Třmínky vidličky jsou navrženy z øR6 po 75 mm. Pro manipulaci se sloupem jsou navrženy 2 kotvy Pfeifer WK6,3, které jsou doplněny přídavnou výztuží z øR12. Pro montáž sloupu, kdy dochází ke zvedání sloupu do finální polohy je navržena ve sloupu trubka TR ø80 mm.

2.3. SLOUP S3

Sloup S3 o průřezu 0,5 x 0,5m a celkové délce 9,9m je zakončen vidličkou pro uložení vazníku, vidlička je navržena v průřezu 0,5 x 0,115 m, délka vidličky 1,0 m. Sloup je navržen vetknutý v patě ve směru příčné vazby i ve směru podélném. Kotvení sloupu do kalichu je navrženo v délce 900 mm, je zakončeno kotevním kuželíkem výšky 20 mm. Prvek bude proveden z betonu C30/37 pro třídu prostředí XC1 a z oceli B500B, krytí výztuže 25 mm. V místech připojení obvodových ztužidel ke sloupu jsou navrženy skryté konzoly PEIKKO. Pro uchycení průvlaku je navržena oboustranná skrytá konzola PEIKKO PCs 2-2. Hlavní výztuž sloupu se skládá z 4øR18 a 4øR16, přičemž pruty øR18 probíhají i do rohů vidličky. Výztuž každé vidličky je doplněna 6øR12. V místech skrytých konzol je nutné přidat konstrukčně svislou výztuž 4øR10. Smyková výztuž je navržena jako jednostřižné třmínky z profilů øR8, maximální vzdálenost třmínků 200 mm, třmínky jsou zhuštěny v oblasti kotvení, v oblasti kotvení manipulačních prostředků a v oblasti skrytých konzol, kde jsou navíc přidány třmínky øR10 dle pokynů výrobce PEIKKO. Třmínky vidličky jsou navrženy z øR6 po 75 mm. Pro manipulaci se sloupem jsou navrženy 2 kotvy Pfeifer WK6,3, které jsou doplněny přídavnou výztuží z øR12. Pro montáž sloupu, kdy dochází ke zvedání sloupu do finální polohy je navržena ve sloupu trubka TR ø80 mm.

2.4. PILOTA K2

Pilotové založení objektu je navrženo vzhledem k velkému zatížení v patě sloupu a vzhledem k nízké únosnosti základové půdy. Pilota K2 je navržena pod sloupy S2, průměr piloty je 900 mm, délka piloty 8,0m + rozšířená hlavová část piloty 1,35 m. Rozšířená část hlavy piloty pro osazení sloupu bude monolitická železobetonová, prováděná přímo na stavbě. Z technologického pohledu je před započetím vrtu vlastní piloty nejprve zapotřebí vytvořit vrt pro kruhový kalich o průměru 1500mm do hloubky 1,35 m. Vrt rozšířené hlavy piloty musí být chráněn KARI sítí stočenou na průměr vrtu a opatřenou vnější strany lepenkou A 400H (ochrana pracovní spáry betonáže). Po vytvoření vrtu kalichu se přistoupí k vrtání vlastní piloty. Beton použitý pro betonáž piloty třídy C20/25 pro třídu prostředí XC2, ocel B500B. Svislá výztuž piloty 14øR12, smyková výztuž piloty je šroubovice øR8, stoupání 150 mm. Výztuž rozšířené hlavy piloty bude provedena z prutů øR12.

2.5. PILOTA K3

Pilota K3 je navržena pod sloupy S3, průměr piloty je 900 mm, délka piloty 10,0m + rozšířená hlavová část piloty 1,35 m. Rozšířená část hlavy piloty pro osazení sloupu bude monolitická železobetonová,prováděná přímo na stavbě. Z technologického pohledu je před započetím vrtu vlastní piloty nejprve zapotřebí vytvořit vrt pro kruhový kalich o průměru 1500mm do hloubky 1,35 m. Vrt rozšířené hlavy piloty musí být chráněn KARI sítí stočenou na průměr vrtu a opatřenou vnější strany lepenkou A 400H (ochrana pracovní spáry betonáže). Po vytvoření vrtu kalichu se přistoupí k vrtání vlastní piloty. Beton použitý pro betonáž piloty třídy C20/25 pro třídu prostředí XC2, ocel B500B. Svislá výztuž piloty 14øR12, smyková výztuž piloty je šroubovice øR8, stoupání 150 mm. Výztuž rozšířené hlavy piloty bude provedena z prutů øR12.

3. ZÁVĚR

Diplomová práce je zpracována jako železobetonová varianta ke skutečnému projektu přístavby sportovní haly. Původní návrh nosného systému řešil sportovní halu lehkým zastřešením pomocí ocelových příhradových vazníků. Během řešení diplomové práce byla využita řada programů jako Scia Engineer 2009, GEO 5, Autocad, Allplan, Microsoft Office. Výstupy ze statických software byly ověřeny ruční zjednodušenou metodou.

4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1) *ČSN EN 1990:* Zásady navrhování konstrukcí

2) *ČSN EN 1991:* Zatížení konstrukcí

3) *ČSN EN 1992:* Navrhování betonových konstrukcí

4) *ČSN 731201:* Navrhování betonových konstrukcí, včetně změny 1989 a změny č.2 – 1994

5) NAVRÁTIL, Jaroslav a Miloš ZICH. *Předpjatý beton*: *Průvodce předmětem BL11*. 2006.

6) PROCHÁZKA, Jaroslav, et al. *Navrhování betonových konstrukcí podle EN 1992-1-1 (Eurokódu 2)*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 130 s.

7) NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 186 s. ISBN 978-807-2045-617.

8) MASOPUST, Jan. *Vrtané piloty*. 1994. Čeněk a Ježek s.r.o., 1994.

9) BAŽANT, Zdeněk, Ladislav ČÍRTEK a Petr ŠTĚPÁNEK. *Betonové konstrukce II*: *Betonové konstrukce montované - část2*., 2006.

10) ZICH, Miloš. Vybrané statě z nosných konstrukcí: Betonové základy - 1.část. 2006.

11) *Jordahl & Pfeifer Stavební technika s.r.o.* [online]. 2012 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z: http://www.jpcz.cz/

12) *Peikko Czech Republic s.r.o.* [online]. 2006 [cit. 2012-01-11]. Dostupné z: http://www.peikko.cz/

5. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha B1	–	Statický výpočet – vazník V2
Příloha B2	–	Statický výpočet – sloupy S2, S3
Příloha B3	–	Statický výpočet – pilotové založení
Příloha B4	–	Výkresová dokumentace
Příloha B5	–	Použité podklady