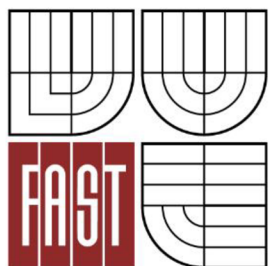




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# **STROPNÍ KONSTRUKCE S PŘEDPÍNANÝM PRŮVLAKEM**

CEILING CONSTRUCTION WITH PRESTRESSED GIRDER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**FRANTIŠEK SKUHRAVÝ**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2016



# 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>                          | František Skuhravý                         |
| <b>Název</b>                            | Stropní konstrukce s předpínaným průvlakem |
| <b>Vedoucí bakalářské práce</b>         | Ing. Jan Perla                             |
| <b>Datum zadání bakalářské práce</b>    | 30. 11. 2015                               |
| <b>Datum odevzdání bakalářské práce</b> | 27. 5. 2016                                |
| V Brně dne 30. 11. 2015                 |  |

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

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

## **Podklady a literatura**

Podklady:

Půdorysy a řezy objektu, založení objektu, IGP.

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

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

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího bakalářské práce

## **Zásady pro vypracování**

Návrh dvoupodlažní nástavby jako náhrady rozestavěného původního ocelového skeletu.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresová část:

- výkresy tvaru stropní konstrukce nejnižšího podlaží nástavby;

- schéma vyztužení vybrané stropní konstrukce (ve stupni DPS).

P3. Statický výpočet (v zadaném rozsahu bakalářské práce).

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## **Struktura bakalářské/diplomové 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).
- 3.

.....

Ing. Jan Perla  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Bakalářská práce zpracovává návrh stropní konstrukce tvořené spojitou monolitickou železobetonovou deskou o třech polích. Deska je nesena dodatečně předpínanými plochými průvlaky. Ty jsou na krajích kloubově uloženy na pilířích, vnitřní podpory tvoří sloupy. Samotnému návrhu průvlaků předchází srovnání varianty předpínací výztuže se soudržností a bez soudržnosti. Na základě jeho výsledků je vybrána vhodnější varianta, která je následovně aplikována na celou konstrukci.

## **Klíčová slova**

Stropní konstrukce, předpínané průvlaky, RFEM, spojitá železobetonová stropní deska, propíchnutí, kotevní oblast, interakční diagram

## **Abstract**

The bachelor's thesis process design of floor structure, which consists continuous cast-in-place reinforced concrete slab with three spans. The slab is supported by post-tensioned flat beams. These are pin-supported by pillars on outer edges, inner supports are ensured by columns. Comparison of the options of prestressing reinforcement with and without bond precedes designing of the beam itself. Based on its results a suitable option is chosen and then applied on a whole structure.

## **Keywords**

Floor structure, prestressed beam, RFEM, continuous reinforced concrete slab, perforation, anchorage area, interaction diagram

## **Bibliografická citace VŠKP**

František Skuhravý *Stropní konstrukce s předpínaným průvlakem*. Brno, 2016. 6 s.  
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

.

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 27. 5. 2016

.....  
podpis autora

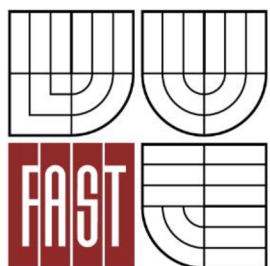
František Skuhravý

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Janu Perlovi za cenné rady, připomínky a čas věnovaný konzultacím.



**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

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**FRANTIŠEK SKUHRAVÝ**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2016



# 1. Obsah

|     |                                 |   |
|-----|---------------------------------|---|
| 2.  | Úvod .....                      | 1 |
| 3.  | Popis objektu .....             | 2 |
| 4.  | Popis řešené části objektu..... | 2 |
| 4.1 | Průvlaky .....                  | 2 |
| 4.2 | Předpětí .....                  | 2 |
| 4.3 | Železobetonová deska .....      | 2 |
| 4.4 | Výpočetní postup .....          | 2 |
| 5.  | Materiál.....                   | 3 |
| 5.1 | Beton .....                     | 3 |
| 5.2 | Ocel.....                       | 3 |
| 5.3 | Předpínací systém .....         | 3 |
| 6.  | Zatížení .....                  | 3 |
| 7.  | Závěr .....                     | 4 |
| 8.  | Seznam použitých zdrojů.....    | 5 |
| 9.  | Seznam příloh.....              | 6 |

## 2. Úvod

Cílem práce je navrhnout stropní konstrukci ve dvoupodlažní nástavbě kancelářské budovy. Výpočet vnitřních sil byl proveden v programu RFEM metodou konečných prvků a jeho výsledky jsou částečně porovnávány s výsledky řešení dílčích částí pomocí tří-momentových rovnic. Z těchto výsledků je iterativním způsobem pomocí MS EXCEL navrženo předpětí, respektive jeho ekvivalentní zatížení. Na navrženou geometrii kabelů pro soudržnou a nesoudržnou variantu je poté navržena betonářská výztuž. Tyto dvě varianty jsou vzájemně porovnány a výhodnější varianta je aplikována na zbytek průvlaků. Ve statickém výpočtu jsou řešeny vždy místa, s největším namáháním a jejich výstup je pak aplikován na celou konstrukci. Na pozadí výpočtu jsou však v MS Excel kontrolovány všechna místa.

### **3. Popis objektu**

Jedná se o multifunkční, převážně však administrativní budovu v Brně-Židenicích. U její horná nástavby byl vznesen požadavek na snížení konstrukční výšky a tak bylo navrženo řešení s předpínanými průvlaky.

### **4. Popis řešené části objektu**

Z dvoupodlažní nástavby je řešen strop nad 5.NP o rozměrech 44,9 x 14,6 m. Jako vstup je použita výkresová dokumentace podlaží. Ve výchozím stavu před stavbou je vybudováno ztužující jádro v západní části objektu. Součástí výpočtu není návrh podporujících sloupů a tudíž sloupy s průřezem 400/400 mm, které jsou v podkladu BP, jsou brány jako již posouzená a vyhovující konstrukce.

#### **4.1 Průvlaky**

Průvlaky jsou navrženy s konstrukční výškou 300 pro vnitřní a 550 mm pro vnější průvlak. Staticky působí jako T-průřez a jeho efektivní šířka je uvažována pro každé vyšetřované místo zvlášť.

#### **4.2 Předpětí**

Fungování samotného předpětí je zajištěno postupem výstavby, kdy je pasivní kotva zajištěna proti posunutí na straně u ztužujícího jádra a deformace konstrukce je umožněna směrem k pasivní kotvě díky zanedbatelně tuhé monolitické stěně, která v době předpínání není podporována ztužujícím jádrem na východní části.

#### **4.3 Železobetonová deska**

Spojité deska je vyztužována jako konstrukce působící v jednom směru y. Tento fakt je rozhodující při volbě umístění hlavní nosně výztuže desky blíže bendění navzdory faktu, že svou spolupůsobící šířkou v oblasti sloupů přispívá k ohybové tuhosti mnohem více namáhaného průvlaku v kolmém směru x. Tloušťka desky je navržena na 160 mm.

#### **4.4 Výpočetní postup**

Pro danou stropní konstrukci a její varianty byl sestaven program v MS EXCEL, který po zadání geometrie kabelu v podobě vzepětí paraboly, počtu lan a předběžných ohybových momentů na konstrukci spočítá ztráty, pro lano se soudržností hraniční excentricity a zobrazí ekvivalentní zatížení. Toto ekvivalentní zatížení již zohledňuje vlivy krátkodobých ztrát od tření, pokluzu, krátkodobé relaxace a postupného napínání. Vzhledem k řešení celého průvlaku po celé jeho trase je ekvivalentní zatížení značně ovlivněno ztrátami od tření a tak návrh trajektorie spočívá v jistém iteračním postupu, jehož výsledkem je rozdílné vzepětí

pro každé z pěti polí. Tímto nástrojem jsou pak posouzeny kritické místa na průvlaku vzhledem k omezení napětí.

Dále jsou rozhodující místa posouzena na ohybové namáhání, smyk a průhyb, u kterého je prokázáno pružné chování průvlaku po celou dobu životnosti.

## **5. Materiál**

### **5.1 Beton**

Konstrukce bude zhotovena z betonu třídy C30/37 a do výpočtu bude vstupovat normovými parametry, které jsou vypsány ve statickém výpočtu.

### **5.2 Ocel**

Pro měkkou výztuž bude použita betonářská žebříková výztuž B500B

### **5.3 Předpínací systém**

Bude použit systém firmy VSL ve specifikaci předpínací výztuže Y1860S7 o průměru 15,7 mm.

## **6. Zatížení**

Je uvažováno stálé zatížení vyplívající z geometrie konstrukce a ostatní stále v podobě podlahy a obvodového pláště.

Příčky zhotovené z SDK se započítávají do proměnného zatížení s intenzitou 0,5 kN/m<sup>2</sup>.

Vzhledem k administrativnímu účelu stavby bude dle normy uvažováno plošné zatížení 3,0 kN/m<sup>2</sup>

Účinky větru nebudou uvažovány vzhledem k již vybudovanému ztužujícímu jádru.

## **7. Závěr**

V rámci této práce bylo navrženo řešení předepjatého průvlastku s posudkem na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Výstupem práce je výkres betonářské a předpínací výztuže včetně vyztužení kotevní oblasti. Daná konstrukce vyhověla na oba zmíněné mezní stavy podle platných norem.

Během řešení se prokázalo, že konstrukce se pomocí předpětí přibližuje k původnímu předpokladu spojitě desky podporované průvlastkem. Ze dvou původních variant – předpínacích vložek se soudržností a bez soudržnosti vybrána a podrobně zpracována varianta vložek bez soudržnosti. Důvodem byla zejména její menší náchylnost na nepřesnosti vedení kabelu, její vysoká odolnost proti vlivům koroze a v neposlední řadě odpadající nutnost injektáže kanálek.

## 8. Seznam použitých zdrojů

ČSN EN 1990: *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Český normalizační institut. Praha. 2004.

ČSN EN 1991-1-1: *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Český normalizační institut. Praha. 2004.

ČSN EN 1992-1-1: *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Český normalizační institut. Praha. 2006.

ČSN 73 1201: *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*.

NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-561-7.

ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. Praha: Verlag Dashöfer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7.

*Monolitické a montované betonové nosné konstrukce stropov a striech: Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou*. Katedra betonových konstrukcií a mostov: Stavebná fakulta STU Bratislava, 2001. ISBN 80-227-1587-5.

ŠEVČÍK, P. *Předpínací systémy VSL 0,5“ , 0,6“* [online]. VSL SYSTÉMY (CZ) s.r.o [cit. 2016-05-27]. Dostupné z: [http://people.fsv.cvut.cz/www/hamoujan/Technicka\\_specifikace\\_VSL.pdf](http://people.fsv.cvut.cz/www/hamoujan/Technicka_specifikace_VSL.pdf)

## **9. Seznam příloh**

**P1.** Použité podklady

**P2.** Výkresová část

Výkres č. **01** – Horní výztuž stropu 5. NP

Výkres č. **02** – Spodní výztuž stropu 5. NP

Výkres č. **03** – Trasování předpínací výztuže

**P3.** Statický výpočet