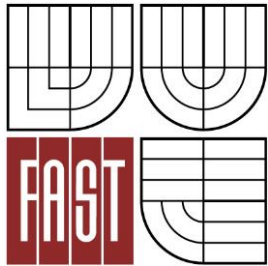




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



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

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## **MOST PŘES ŘEKU MORAVU**

BRIDGE OVER THE MORAVA RIVER

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**MARTIN MENŠÍK**

**VEDOUcí PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. JOSEF PANÁČEK**

BRNO 2015



# 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** Martin Menšík

**Název** Most přes řeku Moravu

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Josef Panáček

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

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

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

## **Podklady a literatura**

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů.

ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

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

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím bakalářské práce.

## **Zásady pro vypracování**

Oproti stávajícímu mostnímu objektu zpracujte nejdříve dvě až tři studie mostu o jednom poli včetně jejich zhodnocení.

Dále preferujte návrh deskotrámové monolitické konstrukce z předpjatého betonu. Most můžete navrhnout kolmý a příčný.

Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím 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 dle směrnic a na CD (1x).

## **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. Josef Panáček  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Práce se zabývá návrhem nové mostní konstrukce na místě stávajícího mostu na silnici II/312 v obci Vlaské přes řeku Moravu. Hlavní náplní je statický výpočet nosné konstrukce o jednom poli. Byly vypracovány tři studie, z nichž byla jedna rozpracována a staticky posouzena. Most je navržen jako předpjatý deskotrémový kolmý. Rozpětí mezi podporami je 21,8 m. Statický model a účinky zatížení jsou řešeny v programu Scia Engineer a ověřeny ručním výpočtem. Účinky zatížení teplotou, větrem a vodorovných složek zatížení byly zanedbány.

## **Klíčová slova**

deskotrém, předpjatá konstrukce, železobeton, betonový most

## **Abstract**

The thesis deals with design of a new bridge construction at the place of an existing bridge on the road II/312 in Vlaské village over the Morava river. The main topic is a static calculation of one span loadbearing structure. Three studies were made and one of them was analysed. The bridge is designed as prestressed perpendicular and combined slab-beam construction. Span length of the bridge is 21,8 m. Structural model and effect of the load were calculated in programme Scia Engineer and checked with manual calculation. Effects of temperature, wind and horizontal forces were neglected.

## **Keywords**

slab-beam, prestressed construction, reinforced concrete, concrete bridge

### **Bibliografická citace VŠKP**

Martin Menšík *Most přes řeku Moravu*. Brno, 2015. 16 s., 99 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček

**Prohlášení:**

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

V Brně dne 29.5.2015

.....  
podpis autora  
Martin Menšík

**Poděkování:**

Rád bych poděkoval panu Ing. Panáčkovi za cenné rady a odborné vedení práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Nečasovi, Ph.D. za užitečné doplňující informace.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	- 9 -
<b>2</b>	<b>Identifikační údaje mostu</b> .....	- 9 -
<b>3</b>	<b>Most a jeho umístění</b> .....	- 9 -
3.1	Geometrie mostu .....	- 9 -
3.2	Překážka a převáděná komunikace.....	- 10 -
3.3	Územní podmínky .....	- 10 -
3.4	Inženýrské sítě v okolí stavby .....	- 10 -
<b>4</b>	<b>Navrhované varianty</b> .....	- 10 -
4.1	Varianta A .....	- 10 -
4.2	Varianta B.....	- 10 -
4.3	Varianta C.....	- 11 -
<b>5</b>	<b>Technické řešení mostu</b> .....	- 11 -
5.1	Statické posouzení mostu .....	- 11 -
5.2	Spodní stavba .....	- 11 -
5.3	Hlavní nosná konstrukce .....	- 12 -
5.4	Vozovka.....	- 12 -
5.5	Římsy.....	- 12 -
5.6	Ložiska .....	- 12 -
5.7	Odvodnění .....	- 12 -
5.8	Svodidla a zábradlí .....	- 13 -
<b>6</b>	<b>Výstavba mostu</b> .....	- 13 -
<b>7</b>	<b>Použité materiály</b> .....	- 13 -
<b>8</b>	<b>Závěr</b> .....	- 14 -
<b>9</b>	<b>Seznam použitých zdrojů</b> .....	- 15 -
<b>10</b>	<b>Seznam příloh</b> .....	- 16 -



# 1 Úvod

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout a posoudit mostní konstrukci přes řeku Moravu v obci Vlaské. V rámci studie byly vypracovány tři varianty návrhu. První variantou byla předpjatá deskotrémová konstrukce. Druhou variantou byla předpjatá dvoutrémová konstrukce a třetí variantou předpjatá desková konstrukce. Pro bližší posouzení byla zvolena deskotrémová konstrukce. Pro zjednodušení výpočtu byl most navržen jako přímý a kolmý.

## 2 Identifikační údaje mostu

Název mostu:	Vlaské
Evidenční číslo mostu:	312-020
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Správce:	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant:	Martin Menšík
Křížení:	s řekou Moravou, úhel křížení $\alpha = 72^\circ$
Převáděná komunikace:	S II/312

## 3 Most a jeho umístění

### 3.1 Geometrie mostu

Délka přemostění:	21,00 m
Rozpětí:	21,80 m
Délka nosné konstrukce:	22,80 m
Délka mostu:	32,52 m
Šikmost mostu:	kolmý ( $\alpha = 90^\circ$ )
Šířka vozovky:	7,50 m
Šířka říms:	0,80 m
Celková šířka mostu:	9,10 m
Výška mostu:	4,15 m
Plocha mostu:	207,5 m <sup>2</sup>

## 3.2 Překážka a převáděná komunikace

Překážku mostu tvoří řeka Morava. Normální hloubka vody činí 0,40 m. Výška spodní hrany konstrukce nad hladinou stoleté vody min. 0,40 m. Šířka koryta 9,40 m. Převáděná komunikace je silnice č. 312. Trasa komunikace je v místě mostu přímá se střešovitým příčným sklonem 2,5%. Niveleta komunikace klesá 1% směrem z obce Vlaské do Hanušovic. Silnice má šířkové uspořádání S 7,5. jízdní pruhy mají 3,5 m a na každé straně je vodící proužek šířky 0,25 m. Komunikace je na obou stranách vedena v náspu.

## 3.3 Územní podmínky

Most se nachází v extravilánu. V těsné blízkosti mostní konstrukce se nachází limnigrafická stanice. Stavba se nachází v hornatém území, v ose převáděné komunikace v místě křížení s řekou je nadmořská výška 432 m.n.m..

## 3.4 Inženýrské sítě v okolí stavby

V místě stavby ani v jejím okolí se nenacházejí žádné inženýrské sítě.

# 4 Navrhované varianty

## 4.1 Varianta A

Nosná konstrukce je monolitický deskotrám. Jedná se o prostě uložený nosník o rozpětí 21,8 m. Trám má po délce konstantní výšku, v ose mostu je tato výška 1,30 m. Šířka spodního povrchu trámu je 3,70 m, šikmými bočními stěnami se výška zmenší o cca 700 mm a dále ke kraji se deska zužuje až na hodnotu 350 mm. Na každé opěře je deska uložena na dvou elastomerových ložiskách.

Trám je v podélném směru dodatečně předepnut.

Tato varianta byla zvolena jako nejvhodnější vzhledem k přihlédnutí k volné výšce a spotřebě materiálu a je nadále posuzována.

## 4.2 Varianta B

Nosnou konstrukcí je monolitický dvoutrám s rozpětím 21,80 m. Výška desky je proměnná, v ose činí 360 mm. V podélném směru desku podepírají dva dodatečně předepnuté trámy, každý o výšce 1000 mm. Každý z těchto trámů je na obou stranách podepřený elastomerovým ložiskem.

Tato varianta je sice co se týče materiálu nejúspornější, celková konstrukční výška 1410 mm nicméně příliš omezuje volný prostor pod mostem.

## 4.3 Varianta C

Nosná konstrukce je monolitická deska s bočními náběhy. Jedná se opět o prostě uložený nosník o rozpětí 21,80 m. Deska má průměrnou výšku 1,05 m. Ve vzdálenosti 2 m od kraje desky se deska zužuje ke kraji až o 500 mm. Deska je na každé straně podepřena třemi elastomerovými ložisky. Most je opět dodatečně předepnutý. Tato varianta má sice nejmenší konstrukční výšku a tím pádem největší volnou výšku pod mostem, nicméně vede na největší spotřebu materiálu a tím pádem na růst ceny.

# 5 Technické řešení mostu

## 5.1 Statické posouzení mostu

Statické posouzení bylo rozděleno na dvě části, posouzení pro podélný a posouzení pro příčný směr.

Zatížení pro podélný směr bylo vypočteno v programu Scia Engineer a vybrané zatěžovací stavy byly ověřeny ručním výpočtem. Most se posuzoval jako prutový prvek, tudíž byla všechna plošná zatížení přenásobena jejich zatěžovací šířkou, na prutu tedy působila jako liniová. Pro zatížení dopravou byly zvoleny modely podle Eurokódu. Roznos po střednici nebyl prováděn, protože byl zbytečný. Z rozhodujících kombinací zatížení byla ze 4 podmínek pro napětí v betonu zvolena předpínací síla a trasování kabelů. Ztráty předpětí byly odhadnuty a to 10% pro krátkodobé a 15% pro dlouhodobé ztráty.

Dále byla konstrukce v podélném směru posouzena na mezní stavy únosnosti a na mezní stavy použitelnosti. Mezní stav únosnosti pro ohyb se řešil v polovině rozpětí. V mezním stavu únosnosti pro smyk byl nalezen kritický bod pro vznik trhlin a určená únosnost po délce pro část bez trhlin i s trhlínami. Pro mezní stav únosnosti byla posouzena také kotevní oblast. Mezní stavy použitelnosti byly vyřešeny pro napětí v předpínací výztuži a v betonu, dále pro omezení šířky trhlin a pro mezní průhyb.

Posouzení v příčném směru bylo řešeno kvůli převislé části desky. Ta byla posuzována ručně jako konzola. Tato konzola byla řešena pouze pro mezní stavy únosnosti na ohyb a smyk.

## 5.2 Spodní stavba

Most je uložen na dvou tížních opěrách. Most je založen na plošných základech tl. 100 mm. Statické řešení těchto opěr není předmětem bakalářské práce.

### 5.3 Hlavní nosná konstrukce

Nosnou část konstrukce tvoří dodatečně předepnutý deskotrám z betonu C 35/45 pro stupeň prostředí XF2. Ve střední části je nosník předepnutý 18 kabely Y 1860 S7-16,0-A. Nosná konstrukce je na každé oddělená od závěrné zídky dilatační spárou od šířce 40 mm. Trám je na každé straně podepřen dvěma ložisky v osové vzdálenosti 2,30 m. Volná výška mezi úložným prahem a nosnou konstrukcí je 160 mm, tím je umožněna revize či případná pozdější oprava.

### 5.4 Vozovka

Asf. beton pro ohrusnou vrstvu	ACO 11 +	tl. 50 mm
Postřík spojovací z modif. kationaktivní asfaltové emulze, (PS EKM 0,3kg/m <sup>2</sup> );		
Asf. beton pro ložnou vrstvu	ACL 16	tl. 40 mm
Postřík spojovací z modif. kationaktivní asfaltové emulze, (PS EKM 0,3kg/m <sup>2</sup> );		
<u>Izolační vrstva jednovrstvá z asfaltových pásů</u>		<u>tl. 10 mm</u>
Celkem		tl. 100 mm

Vozovka je navržena ve střechovitém tvaru s příčným sklonem 2,5% na každou stranu.

### 5.5 Římsy

Římsy jsou monolitické o výšce 230 mm. Výška obruby je 150 mm. Obě římsy mají dostředný příčný sklon 4%.

### 5.6 Ložiska

Most byl uložen na 4 elastomerových ložiscích firmy Freyssinet. Tyto ložiska jsou 12-ti vrstvá obdélníkového půdorysného tvaru, rozměry jsou 300×500×73 mm. Každé jedno z těchto ložisek má únosnost v tlaku 2403 kN. Jedno ložisko je pevné, další dvě ložiska jsou pohyblivá v jednom směru, vektor tohoto směru protíná právě to pevné ložisko. Čtvrté ložisko je pohyblivé horizontálně ve všech směrech.

### 5.7 Odvodnění

Vozovka má příčný střechovitý sklon 2,5% a podélný sklon 1%. V římsách jsou umístěny odvodňovače, které odvádějí vodu mimo mostní konstrukci.

## 5.8 Svodidla a zábradlí

Na obou římsách je umístěno zábradelní svodidlo. Výška madla nad vozovkou je 1200 mm.

## 6 Výstavba mostu

### Postup výstavby

- Demolice stávající konstrukce včetně spodní stavby
- Úprava zemního tělesa podle rozměrů nové spodní stavby
- Betonáž základů pro opěry a dilatovaná křídla
- Bednění a betonáž opěr a křídel
- Po uplynutí doby nutné pro dostatečné ztuhnutí betonu demontáž bednění a zásyp zeminou
- Hutnění okolní zeminy a montáž přechodových desek
- Montáž skruže pro nosnou konstrukci
- Betonáž hlavní nosné konstrukce
- Osazení mostních závěrů, izolace
- Betonáž říms a vyhotovení vozovky
- Montáž zábradelních svodidel
- Dokončovací práce
- Uvedení do provozu

## 7 Použité materiály

### **Beton**

Nosná konstrukce	C35/45, XF2
Úložné prahy	C30/37, XC4
Opěry	C30/37, XF2
Základy	C30/37, XF1
Podkladní beton	C12/15

### **Předpínací výztuž**

Y 1860-S7- 16,0- A, vícetanový systém VSL

### **Betonářská výztuž**

B500B

## **8 Závěr**

Byl navržen silniční betonový most pro přemostění řeky Moravy v obci Vlaské, okres Šumperk. Jako hlavní nosný konstrukční systém byl vybrán deskotrám. V rámci bakalářské práce byly posouzeny dimenze v podélném a příčném směru. Podle Eurokódu byla konstrukce dimenzována a posouzena na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Účinky zatížení větrem, teplotou a vodorovné účinky zatížení od dopravy byly zanedbány. Součástí práce byla vytvořena také výkresová dokumentace

## 9 Seznam použitých zdrojů

- Zadání bakalářské práce
- URL: <http://www.fce.vutbr.cz/bzk/svarickova.i/default.htm>
- URL: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/kolacek.j/Default.htm>
- URL: [http://concrete.fsv.cvut.cz/~hamouz/Technicka\\_specifikace\\_VSL.pdf](http://concrete.fsv.cvut.cz/~hamouz/Technicka_specifikace_VSL.pdf)
- URL: <http://necasradim.cz/>
- URL: <http://www.freyssinet.cz/>
- NEČAS, R.; KOLÁČEK, J.; PANÁČEK, J. *BETONOVÉ MOSTY I - ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ*. Studijní opory pro studijní předměty s prezenční formou studia BETONOVÉ MOSTY I - ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ. Brno: Ing. Vladislav Pokorný-LITERA Brno, Tábor 43a, 612 00 Brno, 2014. ISBN: 978-80-214-4979- 4.

## **10 Seznam příloh**

Přílohy k textové části:

### **Příloha P.1 – Podklady, studie a vizualizace**

P.1.1 – Podklady

P.1.2 – Studie návrhu

P.1.2 – Vizualizace

### **Příloha P.2 – Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu**

P.2.1 – Situace

P.2.2 – Podélný řez A-A'

P.2.3 – Příčný řez B-B'

P.2.4 – Výkres předpínací výztuže

P.2.5 – Výkres betonářské výztuže

### **Příloha P.3 – Statický výpočet**