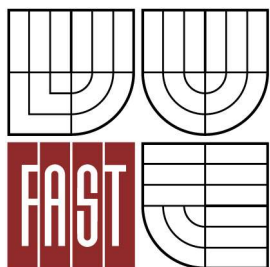




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MOST PŘES ŘEKU BRANNÁ BRIDGE OVER THE BRANNÁ RIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

ADAM HOLUŠA

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

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>	Adam Holuša
<b>Název</b>	Most přes řeku Branná
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	Ing. Josef Panáček
<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:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 736201: 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: na základě doporučení vedoucího práce

## **Zásady pro vypracování**

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

Dále se zaměřte na návrh deskové konstrukce z předpjatého betonu. Most uvažujte přímý a kolmý, můžete jej prodloužit a případně zvednout niveletu.

Dimenzování proveďte podle EN, ČSN a pokynů vedoucího práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje 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 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 ÚBZK 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. Josef Panáček  
Vedoucí bakalářské práce



## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá návrhem nosné konstrukce mostu přes řeku Branná u obce Jindřichov. Most se nachází na silnici II/369 na km 21,113. Evidenční číslo mostu je 369-020. V rámci této práce jsou vytvořeny 3 studie. První varianta je dodatečně předepjatá monolitická deska. Druhou variantou je most z prefabrikovaných nosníků T93 spřažených deskou tloušťky 0,25m. Třetí varianta je navržena jako trémový most. Dodatečně předepjatá deska délky 18,14 m je vybrána pro podrobné posouzení. Je proveden výpočet účinků zatížení pomocí programu Scia Engineer 15.3. Softwarový výpočet je porovnán s ručním výpočtem.

## **Klíčová slova**

Deskový most, most o jednom poli, předepjatý beton, studie, ztráty předpětí, statická analýza, dimenzování

## **Abstract**

Bachelor's thesis deals with a design of a new bridge construction over Branná river nearby Jindřichov. Bridge is located on road II/369 at kilometer 21,113. Bridge evidence number is 369-020. Thesis includes three studies. First study is post-tensioned slab constructions. Second study is construction made of prefabricated beams T93. Third study is designed with two post-tensioned girders. For next assessment was chosen post-tensioned slab construction 18,14 meters long. Load effect calculation is solved in Scia Engineer 15.3. Software calculation is compared with manual calculation.

## **Keywords**

Slab bridge, one span bridge, prestressed concrete, study, preload losses, static analysis, dimensioning



### **Bibliografická citace VŠKP**

Adam Holuša *Most přes řeku Branná*. Brno, 2016. 17 s., 136 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 samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2016

.....  
podpis autora  
Adam Holuša



### **Poděkování:**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Josefu Panáčkovi za jeho ochotu, vedení a rady při zpracování této práce. Dále všem, kteří mi svojí radou pomohli při jejím zpracování.



## Obsah

Úvod .....	9
Všeobecná část .....	9
Identifikační údaje mostu .....	9
Základní údaje mostu .....	9
Most a jeho umístění .....	10
Charakter překážky a převáděné komunikace .....	10
Šírkové uspořádání na mostě .....	10
Územní podmínky .....	10
Inženýrské sítě .....	10
Studie nosné konstrukce .....	10
Studie A .....	10
Studie B .....	11
Studie C .....	11
Technické řešení mostu .....	11
Spodní stavba .....	11
Nosná konstrukce .....	11
Vozovka .....	12
Římsy .....	12
Ložiska .....	12
Odvodnění .....	12
Svodidla .....	12
Materiály .....	13
Beton .....	13
Betonářská výztuž .....	13
Předpínací výztuž .....	13
Statické posouzení .....	13
Postup výstavby .....	14
Technologické podmínky .....	14
Vytyčení .....	14
Závěr .....	15
Seznam použitých zdrojů .....	16
Seznam příloh .....	17



## Úvod

Úkolem této bakalářské práce je návrh přemostění přes řeku Branná. Jedná se o nový návrh již použité mostní konstrukce z roku 1986. Pro návrh byly zhotoveny tři varianty návrhu. První variantou je předepjatá deska. Druhou variantou je most z prefabrikovaných nosníků T93. Třetí variantou je trémový most.

Pro podrobnější posouzení byla zvolena varianta předepjaté desky. Tato práce se zabývá především návrhem hlavní nosné konstrukce. Most je posouzen na mezní stav použitelnosti a mezní stav únosnosti dle platných norem. Konstrukce je posuzována na svislé účinky zatížení. Účinky zatížení byly spočítány v programu Scia Engineering 15.3. Výpočet byl porovnán s ručním výpočtem.

## Všeobecná část

### Identifikační údaje mostu

Stavba	Most přes řeku Branná
Okres	Šumperk
Kraj	Olomoucký
Převáděná komunikace	II/369
Kategorie	S9,5 / 60
Investor	Správa a údržba silnic Šumperk
Správce	Správa a údržba silnic Šumperk
Projektant	Adam Holuša

### Základní údaje mostu

Délka nosné konstrukce	18,4 m
Rozpětí mostu	17,2 m
Délka přemostění	16,3 m
Úhel křížení	90°
Délka mostu	25,4 m
Příčný sklon mostu	2,5 %
Podélný sklon mostu	25 %
Šířka komunikace	S 9,5
Šířka mostu	11,1 m
Výška nosné konstrukce	0,79 m
Výška mostu	4,29 m



## Most a jeho umístění

### Charakter překážky a převáděné komunikace

Převáděná komunikace je silnice II/369 kategorie S9,5/60. Silnice je v přímé s klesajícím podélným sklonem 0,5% směrem na Hanušovice. Vozovka má střešovité sklon 2,5%. Římsy mají příčný sklon 4,0%. Nouzový chodník nebyl navržen.

Most vede přes přírodní překážku. Překážkou je řeka Branná. Řeka má v průběhu roku poměrně malý průtok s hladinou 0,2 m. V případě zvýšené hladiny může voda vystoupat až do výšky 2 m při  $Q_{100}$ . Z tohoto důvodu bylo navrženo zvýšení nivelety.

### Šířkové uspořádání na mostě

Jízdní pruh	3,5 m
Počet jízdních pruhů	2
Vodící proužek	0,25 m
Zpevněná krajnice	1,0 m
Šířka mezi římsami	9,5 m
Šířka mostu	11,7 m
Monolitická římsa	1,1 m

### Územní podmínky

Most se nachází v extravilánu, několik metrů od obce Jindřichov. Nachází se v hornatém území. V ose převáděné komunikace v místě křížení je nadmořská výška 478,21 m n. m.

### Inženýrské sítě

V místě stavby neprochází žádné inženýrské sítě.

## Studie nosné konstrukce

### Studie A

Nosná konstrukce je tvořena dodatečně předepjatou monolitickou deskou s obdélníkovým průřezem tloušťky 0,7 m. Z estetického hlediska jsou všechny hrany konstrukce zkoseny. Konstrukce je uložena na čtyřech ložiscích na každé straně. Tato konstrukce byla vybrána kvůli menší náročnosti návrhu a realizace a také kvůli nižší výšce nosné konstrukce.



## Studie B

Nosná konstrukce je tvořena pěti nosníky T93 pro rozpětí do 17,2 m se spřaženou železobetonovou deskou tloušťky 0,25m. Výška nosníku je 0,75 m. Šířka celého nosníku je 2,4 metru. Krajním nosníkům jsou zkráceny konzoly, což je výrobcem povoleno. Konstrukce je uložena na 5 ložiscích na každé straně. Tato varianta nebyla vybrána z důvodu větší pracnosti návrhu a velké výšce nosné konstrukce, nevhodné vzhledem k významu převáděné komunikace.

## Studie C

Nosná konstrukce je tvořena dvěma dodatečně předepjatými trámy výšky 0,95 m proměnné šířky 1,0 – 1,2 m spřažené s železobetonovou deskou proměnná výšky 0,25 – 0,35m. Konstrukce je na každé straně uložena na dvou ložiscích. Tato varianta nebyla vybrána z důvodu náročnosti návrhu a realizace, které neodpovídají významu převáděné komunikace.

## Technické řešení mostu

### Spodní stavba

Spodní stavba vychází z původního návrhu. Opěry jsou masivní se svislou lícni i rubovou stranou. Dřík má výšku 2,15 m, úložný práh 0,5 m, závěrná zeď má výšku 0,95 m a tloušťku 0,45 m. Základ má výšku 1,0 m a šířku 2,3 m. Podkladní beton je tloušťky 0,2 m s přesahem, kvůli položení bednění základu. Obě křídla jsou dilatovaná. Šířka opěry je rovna šířce nosné konstrukce, tedy 11,1 m.

Důkladnější řešení opěry není předmětem této bakalářské práce.

### Nosná konstrukce

Nosná konstrukce je tvořena dodatečně předepjatou deskou s příčným řezem ve tvaru obdélníku s rozměry 11,1 x 0,65 m. Deska je předepnuta 33 kabely. Každý kabel se skládá ze 7 lan Y 1770 - S7 – 15,7. Horní povrch desky je upraven tak, aby měl kryt konstantní tloušťku. Deska je osazena mostním závěrem tarco u opěry 2. U opěry 1 je dilatační spára upravena pružnou záhlvkou. Betonářská výztuž je konstrukční mimo oblast ložisek. Nosná konstrukce je z betonu C35/45 XD1, XF2.



## Vozovka

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m <sup>2</sup>
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL 16+	50 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m <sup>2</sup>
Asfaltový beton ochranný	ACO 11+	40 mm
Spojovací postřik	PS-E	0,3 kg/m <sup>2</sup>
Izolační vrstva z asfaltových pásů		10 mm
Celkem		140 mm

## Římsy

Na obou stranách mostu jsou monolitické římsy. Výška říms nad vozovkou je 200 mm. Hrana u vozovky je ve sklonu 5:1. Římsy jsou v příčném sklonu 4,0 %. Římsy mají přesah 300 mm přes desku a spodní hrana je ve sklonu 4,0% od nosné konstrukce.

## Ložiska

Most je uložen na každé opěře na tři elastomerová ložiska  $\Phi 450$  h=48 mm. Na opěře 1 je uprostřed umístěno ložisko pevné a na krajích ložiska pohyblivá v příčném směru. Na opěře 2 je uprostřed ložisko pohyblivé v podélném směru a na krajích ložiska pohyblivá v příčném i podélném směru. Ložiska jsou položena na betonové nálitky o rozměrech 650x650 mm. Budou použita ložiska od firmy Freyssinet.

## Odvodnění

Podélný sklon 0,5 % a příčný sklon 2,5 % jsou dostačující pro bezpečnost provozu. Z mostní konstrukce je voda odváděna rigolovými odvodňovači umístěnými v krajnici u říms. Voda je dále odvedena do vývažiště a dále odvedena do koryta řeky Branná. Za opěrou je odvodnění řešeno pomocí drenážní trubky. Římsy jsou odvodněny příčným sklonem 4,0 % směrem do vozovky. Úložný práh je ve sklonu 4,0 % nakloněn k závěrné zdi, kde je voda žlábkem odvedena pryč.

## Svodidla

Obě římsy jsou osazeny zábradelním svodidlem ZSSK/H2 s třídou zadržení H2. Výška madla je 1200 mm nad povrchem vozovky. Výška svodidla je 750 mm nad povrchem vozovky.



## Materiály

### Beton

Nosná konstrukce	C35/45 XD1, XF2
Římsy	C30/37 XD3, XF4
Dřík	C30/37 XD3, XF2
Úložný práh	C30/37 XD3, XF2
Závěrná zeď	C30/37 XD3, XF2
Základ	C30/37 XD3, XF1
Podkladní beton	C8/10

### Betonářská výztuž

Bude použita ocel B500B. Krytí betonářské oceli bude 50mm.

### Předpínací výztuž

Lana Y1770 – S7 – 15,7 mm

Kabelové kanálky VSL 60/67

Kotvy VSL – EC – 6-7

## Statické posouzení

Statický model byl proveden jako deska v obecném prostoru XYZ v programu Scia Engineer. Deska byla uložena stejně jako skutečná konstrukce. Ruční výpočet byl proveden metodou spolupůsobící šířky.

Zatížení bylo použito dle Eurokódu. Pro zatížení byly uvažovány modely LM1 a LM3. Modely LM2 a LM4 nebyly vhodné pro zatížení této konstrukce. Roznos zatížení byl proveden na střednici. Předpětí bylo navrženo pomocí podmínek pro napětí. Okamžité ztráty pokluzem, třením a krátkodobou relaxací byly vypočteny programem. Ztráta postupným napínáním a dlouhodobé ztráty relaxací, smršťováním, dotvarováním a vlivem proměnného zatížení byly dopočítány ručně.

V podélném směru byla konstrukce posouzena na mezní stav použitelnosti (omezení napětí v betonu a předpínací výztuži, vznik trhlin) a mezní stav únosnosti (ohyb a smyk). V příčném směru byla konstrukce posouzena pouze na mezní stav únosnosti (ohyb a smyk).



## Postup výstavby

Betonáž provedena na pevné skruži během jedné fáze

1. Demolice stávajícího mostního objektu
2. Úprava základové spáry
3. Vylití podkladního betonu
4. Bednění a betonáž základu
5. Bednění a betonáž dříku
6. Betonáž úložného prahu a závěrné zdi
7. Zásyp opěr zeminou
8. Montáž skruže pro nosnou konstrukci
9. Betonáž hlavní nosné konstrukce
10. Předepnutí desky
11. Osazení mostních závěrů a izolace
12. Betonáž říms
13. Pokládání krytu vozovky
14. Osazení zábradelních svodidel a příslušenství mostu
15. Dokončovací práce

## Technologické podmínky

Stavební a montážní práce musí být vykonány v souladu s platnými technickými předpisy, ČSN a právními normami. Musí být striktně dodržovány technologické postupy a BOZP.

## Vytyčení

Vytyčení bude provedeno v souřadnicovém systému S – JTSK, výškový systém Bpv (Balt po vyrovnání).



## Závěr

V rámci této bakalářské práce byly navrženy tři studie řešení místo stávající konstrukce mostního objektu. Pro návrh byla vybrána první varianta dodatečně předpjaté desky. Pro zjednodušení byl most navržen kolmý a do výpočtu nebyly zavedeny účinky teploty, větru a vodorovných účinků od dopravy. Statický výpočet byl proveden dle platných norem. Výpočet účinků zatížení byl proveden pomocí programu Scia Engineer 15.3. Součástí bakalářské práce jsou podklady, studie, výkresová část a vizualizace.



## Seznam použitých zdrojů

### **NORMY**

- [1] ČSN EN 1992 -1 -1: *Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.*
- [2] ČSN EN 1991 -2: *Zatížení mostů dopravou.*
- [3] ČSN EN 1992 -2: *Betonové mosty – Navrhování a zásady*
- [4] ČSN EN 1990 včetně změny A1: *Zásady navrhování konstrukcí*

### **LITERATURA**

- [1] Zich Miloš a kol.: *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu*
- [2] ČKAIT: *Navrhování mostních konstrukcí podle Eurokódu*, 2010
- [3] R. Nečas, J. Koláček, J. Panáček: *Betonové mosty I, zásady navrhování*, 2014

### **INTERNET**

- [1] Předpínací systémy VSL: <http://www.vsl.cz/dodatecne-predpinani/>
- [2] Freyssinet ložiska: <http://www.freyssinet.cz/>
- [3] Mapové podklady: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.6333010&y=49.2000010&z=11>



## Seznam příloh

Přílohy k textové části

### **P1. Podklady, studie a vizualizace**

P1.1 Podklady

P1.2 Studie A

P1.3 Studie B

P1.4 Studie C

P1.5 Vizualizace

### **P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného typu mostu**

P2.1 Situace

P2.2 Podélná řez A – A‘

P2.3 Příčný řez B – B‘

P2.4 Přířný řez C - C‘

P2.5 Výkres betonářské výztuže

P2.6 Výkres předpínací výztuže

### **P3. Statický výpočet**