



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

## PŘEDPJATÝ SILNIČNÍ MOST V OBCI BUDIŠOV NAD BUDIŠOVKOU

PRESTRESSED BRIDGE IN BUDIŠOV NAD BUDIŠOVKOU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETRA TOPINKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK, Ph.D.

BRNO 2016



# 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** Petra Topinková

**Název** Předpjatý silniční most v obci Budišov nad Budišovkou

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Jan Koláček, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2015

**Datum odevzdání bakalářské práce** 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 vedoucím práce

## Zásady pro vypracování

Jako protinávrh vůči stávajícímu mostnímu objektu o jednom poli zpracujte dvě až tři studie mostu včetně jejich zhodnocení. Dále preferujte návrh monolitické konstrukce z předpjatého betonu. Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím 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 uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání 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 Koláček, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Práce se zabývá návrhem hlavní nosné konstrukce betonového mostu o jednom poli přes řeku Budišovku. Délka konstrukce je 18,8m. Byly vypracovány tři studie a z nich vybrána jedna varianta pro další výpočet. Vybraná varianta, deska z předpjatého betonu, byla posouzena na mezní stavy podle platných evropských norem. Práce je doplněna vizualizací a přehlednými výkresy

## **Abstract**

This paper proposes main load-bearing structure for simple span concrete bridge across Budišovka river. Length of the construction is 18.8m. Three studies have been proposed and one of those was chosen for further processing. Selected study, prestressed concrete slab, was evaluated for ultimate and serviceability limit state according to recent European standards. Paper also includes visualizations and drawings.

## **Klíčová slova**

deskový most, silniční most, jedno pole, předpjatý beton, mezní stav únosnosti a použitelnosti, pohyblivé zatížení, betonová deska, šikmost

## **Keywords**

slab bridge, road bridge, simple span, prestressed concrete, ultimate and serviceability limit state, moving load, concrete slab, skew

## **Bibliografická citace VŠKT**

Petra Topinková: *Předpjatý silniční most v obci Budišov nad Budišovkou*. Brno, 2016. 12 s., 111 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. JAN KOLÁČEK, Ph.D.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

.....  
Petra Topinková  
V Brně dne 26. května 2016

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, Ing. Janu Koláčkovi, Ph.D., za zodpovězené otázky a poskytnutí materiálů.

# Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1 Úvod</b>                                   | <b>2</b>  |
| <b>2 Průvodní zpráva</b>                        | <b>3</b>  |
| 2.1 Všeobecná část . . . . .                    | 3         |
| 2.1.1 Identifikační údaje mostu . . . . .       | 3         |
| 2.1.2 Objekty stavby a vztah k území . . . . .  | 4         |
| 2.2 Stavební a technické řešení mostu . . . . . | 5         |
| 2.2.1 Založení mostu a spodní stavba . . . . .  | 5         |
| 2.2.2 Nosná konstrukce . . . . .                | 5         |
| 2.2.3 Uložení mostu . . . . .                   | 5         |
| 2.2.4 Vybavení a příslušenství . . . . .        | 5         |
| 2.2.5 Římsy . . . . .                           | 6         |
| 2.2.6 Odvodnění . . . . .                       | 6         |
| 2.2.7 Mostní závěr . . . . .                    | 6         |
| 2.2.8 Zábradlí . . . . .                        | 6         |
| 2.2.9 Revizní zařízení . . . . .                | 6         |
| 2.3 Výstavba . . . . .                          | 6         |
| 2.3.1 Fáze výstavby . . . . .                   | 6         |
| 2.3.2 Postup výstavby . . . . .                 | 6         |
| 2.3.3 Závazné podmínky . . . . .                | 7         |
| 2.4 BOZP . . . . .                              | 7         |
| 2.5 Statické řešení . . . . .                   | 7         |
| <b>3 Závěr</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>4 Seznam použitých zdrojů</b>                | <b>9</b>  |
| <b>5 Seznam použitých symbolů</b>               | <b>11</b> |
| <b>6 Seznam příloh</b>                          | <b>12</b> |



# Kapitola 1

## Úvod

Předmětem bakálářské práce bylo vypracovat protinávrh vůči stávajícímu mostu v obci Budišovka nad Budišovkou přes řeku Budišovku. Stávající konstrukce nevyhovuje z hlediska narušení statiky, dále byl zadán požadavek o zkapacitnění koryta řeky. Z tohoto důvodů je koryto rozšířeno ze 7 m na 13,5 m. Bylo zpracováno více variant konstrukce, včetně jejich zhodnocení viz. P1. Zpráva se týká vybrané varianty, jež byla určena jako nejvýhodnější.

Preferovaná a dále zpracovaná je varianta předpjaté monolitické deskové konstrukce. Jedná se o konstrukci o jednom poli s lichoběžníkovými konzolami pod chodníky při šikmém rozpětí 18 m. Práce je zaměřena především na statický výpočet nosné konstrukce. Statický výpočet je doplněn výkresy.

## Kapitola 2

# Průvodní zpráva

### 2.1 Všeobecná část

#### 2.1.1 Identifikační údaje mostu

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Stavba                  | Most přes řeku Budišovku v obci Budišiv nad Budišovkou                    |
| Objekt                  | Most přes řeku Budišovku  |
| Název mostu             | Most přes řeku Budišovku  |
| Kraj                    | Moravskoslezský   |
| Katastrální území       | Budišov nad Budišovkou  |
| Obec                    | Budišov nad Budišovkou  |
| Okres                   | Opava   |
| Objednavatel            | Ředitelství silnic a dálnic ČR<br>Čerčanská, 2023/12, Praha 4, PSČ 140 00 |
| Investor                | Ředitelství silnic a dálnic ČR<br>Čerčanská, 2023/12, Praha 4, PSČ 140 00 |
| Nadřízený orgán         | Ministerstvo dopravy ČR<br>nábř. L. Svobody, 1222/12, Praha 1, PSČ 110 15 |
| Uvažovaný správce mostu | Správa a údržba silnice Opava   |
| Projektant              | Petra Topinková, Klášterec nad Ohří, 431 51                               |
| Pozemní komunikace      | S7,5  |
| Úhel křížení            | 85°   |
| Volná výška pod mostem  | 1,675m při Q100   |

|                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Délka přemostění              | 17,200m                        |
| Délka mostu                   | 23,835m                        |
| Délka nosné konstrukce        | 18,800m                        |
| Šikmost mostu                 | pravá                          |
| Volná šířka mostu             | 7,5m                           |
| Šířka průchozího prostoru     | 1,25m                          |
| Šířka mezi zvýšenými obrubami | 7,5m                           |
| Šířka mostu                   | 10,64m                         |
| Stavební výška mostu          | 0,892m                         |
| Plocha nosné konstrukce       | 200,3m <sup>2</sup>            |
| Zatížení mostu                | skupina pozemních komunikací 1 |

### 2.1.2 Objekty stavby a vztah k území

Most převádí směrově nerozdělenou komunikaci III. třídy S7,5/50. Most se nachází v obci, proto je opatřen oboustranými chodníky o šířce 1,250 m. Niveleta klesá ve směru staničení pod sklonem 0,5 % tak, aby navazovala na stávající komunikaci a zároveň bylo možné stavbu odvodnit. V příčném směru má komunikace střešovitý sklon 2,5 %.

#### Šířkové uspořádání komunikace

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Vodící proužek    | 2 · 0,25m |
| Zpevněná krajnice | 2 · 0,5m  |
| Pruh              | 2 · 3m    |
| <b>Celkem</b>     | 7,5m      |

Komunikace je oddělena od chodníků obrubami o výšce 150 mm. Průchozí prostor pro chodce je 1250 mm.

#### Územní podmínky

Stavba je umístěna v nadmořské výšce 516 m n. m. v obci Budišov nad Budišovkou. V okolí stavby se nachází rovinaté až pahorkovité území. Komunikace je vedena údolím.

Stavba nezasahuje do ochranného pásma. V okolí stavby se nenacházejí inženýrské sítě ani jiné objekty. Řešení neleží na hlavním tahu městem a stavba nepředstavuje problém při omezení provozu.

V blízkosti stavby se nachází jeden geotechnický vrt, který udává informace o skladbě. Podloží je převážně tvořeno nezpevněným sedimentem (hlína, štěrky, kameny). Podzemní voda je uvažována ve výšce toku a je třeba navrhnout vhodná protivodní opatření.

## 2.2 Stavební a technické řešení mostu

### 2.2.1 Založení mostu a spodní stavba

Hlavní nosná konstrukce je uložena na gravitačních opěrách z betonu C30/37 pro XF2, XD2. Základ i dřík opěry je z prostého betonu. Úložný práh má výšku 540 mm a šířku 1300 mm. Je skloněný směrem ke korytu řeky pod 4% kvůli odvodnění. Úložný práh je železobetonový stejně jako závěrná zídka vysoká 965 mm a široká 360 mm. Křídla jsou také železobetonová, z betonu C25/30 pro XF2, XD2, zavěšená a rovnoběžná s komunikací. Založení je navrženo jako plošné, z betonu C30/37 pro XC2, XA1. Pod základy je podkladní beton tloušťky 100 mm. Přejížděcí oblast je řešena šterkovým klínem frakce 0-32 zhutněným na 100 % dle Proctor standart. Spodní stavba je chráněna dvojicí geotextílií a PVC fólií. Také zatékání vody pod základ je zamezeno těsnicí clonou z PVC. Odvodnění je zabezpečeno drenážním žebrem a perforovanou trubicí DN200.

### 2.2.2 Nosná konstrukce

Hlavní nosná konstrukce je tvořena monolitickou betonovou šikmou deskou o jednom poli. Deska je pro úsporu betonu pod chodníky tvořena lichoběžníkovými konzolami. Aby bylo možné navrhnout nižší výšku konstrukce, je deska ve střední části dodatečně předepnuta. Konzoly jsou vyztužené betonářskou výztuží. Průměrná tloušťka desky je 720 mm, v ose odvodnění 680 mm, v ose mostu 768 mm a na krajích 350 mm. Šikmé rozpětí mostu je 18,000 m. Deska je vyrobena se skloněným horním povrchem, není tak třeba vyrovnávací vrstva.

Deska je vyrobena z betonu třídy C35/45, stupeň vlivu prostředí XD1, XF2 a je vyztužena ocelí B500B. Střední část je předepnuta 28 šestilánými kabely Y 1860 S7-15,7-A. Kotvení je provedeno z důvodu rozložení štěpných sil ve dvou řadách nad sebou. Použity jsou aktivní kotvy VSL typ GC 6-7.

### 2.2.3 Uložení mostu

Konstrukce mostu bude uložena na čtyři hrncová ložiska. Ložiska jsou navržena na sílu 2500 kN a jsou uložena na podložiskových blocích. Pro umožnění dilatace je na opěře 1 ložisko pevné a jednosměrně posuvné. Na opěře 2 ložisko jednosměrně posuvné a dvousměrně posuvné. Rozměry ložisek jsou dány výrobcem.

### 2.2.4 Vybavení a příslušenství

#### Skladba vozovky

Navržena je dvouvrstvá vozovka viz. tabulka.

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| ACO 11                          | 40mm                 |
| SPOJOVACÍ POSTŘÍK               | 0,2kG/m <sup>2</sup> |
| ACP 16                          | 70mm                 |
| PEČETÍČÍ VRSTVA + IZOLAČNÍ PÁSY | 10mm                 |
| <hr/>                           | <hr/>                |
| VOZOVKA CELKEM                  | 120mm                |

### 2.2.5 Římsy

Římsa je provedena jako monolitická, z železobetonu C30/37 pro třídu prostředí XF4, XD3. Římsa je stejná na obou stranách. Směrem do vozovky má sklon 2,5 %. Spodní líc římsy, který přesahuje nosnou vozovku, je opatřen okapovýmnosem a je pod sklonem 4 %. Římsa je široká 1,550 m.

### 2.2.6 Odvodnění

Odvodnění je zajištěno příčným střechovitým sklonem 2,5 % k odvodňovacím proužkům a podélným sklonem 0,5 % k odvodňovači. Voda je vedena pastovou odvodňovací trubicou zapuštěnou v nosné konstrukci, která ústí přímo do vodního toku.

### 2.2.7 Mostní závěr

Na obou koncích je zřízen elastický mostní závěr. Pro odvodnění vody hromadící se před závěrem je určen drenážní kanálek (perforovaná trubka).

### 2.2.8 Zábradlí

Pro ochranu chodců je navrženo ocelové zábradlí o výšce 1100 mm se svislými výplňovými pruty o vzdálenosti 115 mm. Sloupky jsou od sebe vzdáleny 2000 mm a jsou kotveny přes patní desku čtyřmi šrouby.

### 2.2.9 Revizní zařízení

Na obou stranách břehu je zřízeno schodiště k reviznímu chodníku. Šířka chodníku mezi opěrou a korytem řeky je 900 mm.

## 2.3 Výstavba

### 2.3.1 Fáze výstavby

Doba ošetření:  $t_s = 7$  dní

Čas předpětí:  $t_0 = 28$  dní

Doba ošetření:  $t_{g0} = 190$  dní

Doba ošetření:  $t_q = 365$  dní

Životnost:  $t_\infty = 36525$  dní

### 2.3.2 Postup výstavby

1. Demolice stávající konstrukce
2. Terénní úpravy a zemní práce
3. Betonáž spodní stavby
4. Zásyp přechodové vrstvy a zhutnění zásypu

5. Montáž pevné skruže
6. Vázání výztuže
7. Betonování nosné konstrukce
8. Předepnutí konstrukce a zabetonování kotev
9. Betonáž závěrné zdi
10. Usazení na ložiska a odstranění skruže
11. Zасыпání zbytku konstrukce
12. Povrchové úpravy, osazení závěru, osazení izolace
13. Vybetonování říms, pokládání vozovky, těsnění spár
14. Osazení příslušenství
15. Dokončovací práce
16. Uvedení do provozu

### **2.3.3 Závazné podmínky**

Stavební práce budou provedeny dle projektové dokumentace a platných předpisů a norem. Směrové a výškové odchylky nesmí přesahovat přípustné meze.

## **2.4 BOZP**

Je nutné dodržet všechny platné předpisy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

## **2.5 Statické řešení**

Výpočet vnitřních sil byl zjišťován v programu Scia Engeneer na 3D deskovém modelu uloženém na bodových podporách. Pro výpočet byla deska idealizovaná, tzn. horní povrch byl zarovnan a výška zprůměrována na 720 mm. Roznos zatížení byl proveden na střednici desky. Předpětí je určeno ručně včetně krátkodobých a dlouhodobých ztrát. Dále je konstrukce posouzena na MSÚ i MSP. Podrobněji je model popsán v příloze P3.

## Kapitola 3

### Závěr

Statický výpočet nosné konstrukce přes řeku Budišovku byl vypracován podle platných evropských norem a v rozsahu stanoveném vedoucím práce. Bylo uvažováno poze hlavní svislé zatížení. Vnitřní síly byly stanoveny v programu Scia Engineer a také ověřeny ručně. Výstupy jsou přehledně zpracovány v příloze P3. V hlavním podélném směru byla navržena a posouzena předpínací výztuž, včetně krátkodobých i dlouhodobých ztrát. Dále bylo třeba navrhnout a posoudit betonářskou výztuž v podélném směru na zbytkový ohybový moment, také v místě ložisek, kde vznikly velké smykové síly a v příčném směru v poli a nad podporou na ohybové momenty. Práce je doplněna přehlednými výkresy v příloze P2.

## Kapitola 4

# Seznam použitých zdrojů

### Normy a předpisy:

- ČSN 73 6201. Projektování mostních objektů. Praha: ČNI, 2008.
- ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI, 2006.
- ČSN EN 1991-2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou. Praha: ČNI, 2005.
- ČSN 73 6214. Navrhování betonových mostních konstrukcí.
- ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1992-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - navrhování a konstrukční zásady. Praha: ČNI, 2007.

### Odborné publikace:

- NEČAS, Radim, Jan KOLÁČEK a Josef PANÁČEK. BL12 - Betonové mosty I: zásady navrhování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. ISBN 978-80-214-4979-4.

### Katalogy a technické specifikace:

- VSL SYSTÉMY /CZ/, s.r.o. [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://www.vsl.cz/dodatecne-predpinani/2-kotvy/>>
- FREYSSINET CS, a.s. [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <[http://www.freyssinet.cz/203-hrncova\\\_mostni\\\_loziska\\\_tetron\\\_cd](http://www.freyssinet.cz/203-hrncova\_mostni\_loziska\_tetron\_cd)>
- REKMA [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <[http://www.rekma.net/index.php?id1=231&m=228&pg=\\\_B\\\_&lg=cz](http://www.rekma.net/index.php?id1=231&m=228&pg=\_B\_&lg=cz)>

### Ostatní:

- Ředitelství silnic a dálnic [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://scitani2010.rsd.cz/pages/map/default.aspx>>
- Český úřad zeměměřický a katastrální [online]. [cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <<http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx>>



- Česká geologická služba [online].[cit. 2016-05-24]. Dostupné z: <[http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show\\_map.php?mapa=g50&y=517800&x=1101800&s=1](http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50&y=517800&x=1101800&s=1)>

**Použitý software:**

- AutoCAD 2016
- SCIA Engineer 15.3
- MS Office 2013
- Rhinoceros 5
- TeXstudio

## Kapitola 5

# Seznam použitých symbolů

Seznam je uveden přímo v příloze, ke které se vztahuje.

## Kapitola 6

# Seznam příloh

### **P PŘÍLOHY TEXTOVÉ ČÁSTI:**

- **P1. Podklady, studie a vizualizace**
- **P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu**
- **P3. Statický výpočet**