



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 STARÉ MĚSTO

PRESTRESSED ROAD BRIDGE IN STARÉ MĚSTO

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LUKÁŠ JUŘÍČEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK, Ph.D.

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	Lukáš Juříček
Název	Předpjatý silniční most v obci Staré Město
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jan Koláček, Ph.D.
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

1. Příčný řez
2. Podélný řez
3. Geotechnické poměry

ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí - Obecná pravidla

ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - Betonové mosty

Literatura doporučena vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování

Zadání a cíle práce:

Z předběžného návrhu možných typů mostních konstrukcí preferujte předpjatou mostní konstrukci o jednom poli. V práci se zaměřte především na návrh betonové nosné konstrukce mostu. Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Požadované výstupy:

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

- Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

- 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).

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Jan Kolářek, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce se zabývá návrhem hlavní nosné konstrukce betonového mostu převádějící pozemní komunikaci přes řeku Krupou ve Starém Městě. Jedná se o most o jednom poli a rozpětí 14,995 metrů. Pro další výpočet byla vybrána dodatečně předpjatá betonová deska lichoběžníkového průřezu. Deska je posouzena na mezní stav použitelnosti a mezní stav únosnosti dle platných evropských norem (Eurokodu).

Klíčová slova

silniční most, most o jednom poli, předpjatý beton, lichoběžníková deska, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti, zatížení

Abstract

The thesis proposes the design of main structure concrete bridge, which is transferring highway road across the river Krupá in Staré Město. It is simple span bridge with length of 14,995 m. For the next calculation were chosen post tensioned concrete trapezoidal slab. The slab is assessment on serviceability limit state and ultimate limit state according to valid European standards.

Keyword

road bridge, bridge with simple span, prestressed concrete, trapezoidal slab, serviceability limit state, ultimate limit state, load

Bibliografická citace VŠKP

Lukáš Juříček *Předpjatý silniční most v obci Staré Město*. Brno, 2015. 17 s., 135 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 zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 7.3.2015

.....
podpis autora
Lukáš Juříček



PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 7.3.2015

.....

podpis autora
Lukáš Juříček

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	Ing. Jan Koláček, Ph.D.
Autor práce	Lukáš Juříček
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav betonových a zděných konstrukcí
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Předpjatý silniční most v obci Staré Město
Název práce v anglickém jazyce	Prestressed road bridge in Staré Město
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	
Anotace práce v anglickém jazyce	
Klíčová slova	
Klíčová slova v anglickém jazyce	

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Janu Koláčkovi, Ph.D. za čas, který mi věnoval při konzultacích, za poskytnuté rady a materiály. Chci poděkovat svým rodičům za podporu při studiu vysoké školy.

OBSAH

1) ÚVOD	11
2) PRŮVODNÍ ZPRÁVA	11
a) IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU	11
b) ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU	11
c) ZDŮVODNĚNÍ A UMÍSTĚNÍ MOSTU.....	12
d) ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ NA MOSTĚ	12
e) ÚZEMNÍ PODMÍNKY	13
f) GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY.....	13
3) STAVEBNĚ TECHNICKÉ -ŘEŠENÍ MOSTU	13
a) POPIS KONSTRUKCE MOSTU	13
b) ZALOŽENÍ MOSTU	13
c) SPODNÍ STAVBA.....	13
d) NOSNÁ KONTRUKCE.....	14
e) ULOŽENÍ MOSTU	14
f) PŘÍSLUŠENSTVÍ A MOSTNÍ VYBAVENÍ	14
g) ŘÍMSY	15
h) ODVODNĚNÍ.....	15
i) ZÁVĚR.....	15
j) ZÁBRADLÍ	15
k) POUŽITÉ MATERIÁLY	15
4) ZÁVĚR	16
5) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	16
6) SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	17
7) SEZNAM PŘÍLOH	17
B.1 POUŽITÉ PODKLADY	17
B.2 STATICKÝ VÝPOČET	17
B.3VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	17

1) ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je zpracování návrhu a posouzení nosné konstrukce silničního mostu přes řeku Krupou v obci Staré Město.

Ze zpracovaných variant návrhu bude pro posouzení vybrána a upřednostňována předpjatá lichoběžníková deska s lichoběžníkovými konzolami. Předpínána bude pouze její střední část mezi konzolami, která tvoří svým průřezem obdélník proměnné výšky. Tato varianta bude nadále posouzena na mezní stavy únosnosti a použitelnosti dle platných evropských norem (Eurokodu).

Pro výpočet je použit statický software Scia Engineer na bázi metody konečných prvků. Je vytvořen trojrozměrný deskový model, který vystihuje skutečné chování desky. Hodnoty jsou kontrolovány pomocí ručního výpočtu.

2) PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A) IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Název stavby	Předpjatý silniční most v obci Staré Město
Číslo objektu	44646-2
Název objektu	Most přes řeku Krupá na ulici Lipová ve Starém Městě
Katastrální území	Staré Město pod Kralickým Sněžníkem
Město, obec	Staré Město
Kraj	Olomoucký
Investor	Ředitelství Silnic a dálnic ČR
Správce mostu	Správa silnic Olomouckého kraje, středisko Šumperk
Projektant	Lukáš Juříček
Přemostňovaná překážka	Vodní tok Krupá
Staničení převáděné kom.	km 0,211324

B) ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Silniční most o jednom poli III/44646 přes řeku Krupá v obci Staré Město. Hlavní nosnou konstrukcí tvoří dodatečně předpjatá prostě uložená deska na opěrách.

Délka přemostění	13,940 m
------------------	----------

Délka nosné konstrukce	15,595 m
Délka mostu	21,520 m
Šikmost mostu	kolmý=90°
Šířka vozovky mezi obrubami	7,5 m
Šířka jízdního pruhu	3 m
Volná šířka mostu	7,5 m
Vodící proužek	0,25 m
Zpevněná krajnice	0,5 m
Šířka chodníku	1500 m
Šířka mostu	11,240 m
Šířka nosné konstrukce	10,635 m
Výška mostu	3,645 m
Zatěžovací třída	Skupina pozemních komunikací 1 dle [5]

C) ZDŮVODNĚNÍ A UMÍSTĚNÍ MOSTU

Most se nachází v zastavěné části obce. Převáděná komunikace je silnice III. třídy se šířkovým uspořádáním S 7,5/50, která je v prostoru mostu vedená v přímé. Niveleta komunikace mírně klesá ve sklonu 1%. Příčný sklon komunikace je střechovitý 2,5%.

Překonávaná překážka je řeka Krupá. Příčný profil koryta se nemění jsou upraveny pouze svahy v oblasti nově vytvořené konstrukce do sklonu 1:1,25. Příčný profil lichoběžníkového koryta řeky má šířku 9,935 m. Hloubka zpevněného koryta je 1 m. Podélný sklon koryta 1,6 % Průměrný průtok 3,345 m³/s s výškou hladiny 0,2 m. Návrhový průtok 51,37 m³/s návrhovou výškou hladiny 0,95 m. Kontrolní návrhový průtok 67,06 m³/s v kontrolní návrhovou výškou 1,18 m.

D) ŠÍŘKOVÉ USPOŘÁDÁNÍ NA MOSTĚ

kategorie S7,5/50

Jízdní pruh	2x3,00 m =6,00 m
Vodící proužek	2x0,25 m=0,50 m
Zpevněná krajnice	2x0,50 m=1,00 m

Celkem=volná šířka mostu 7,5 m

Vzhledem k umístění v obci jsou chodníky šířky 1,870 m opatřeny ocelovým mostním zábradlím výšky 1,100 m a mostním svodidlem ZSNH4/H2. Zvýšené obruby mají výšku 200 mm.

Průchozí prostor chodníku	1,00 m
Celková šířka chodníku	1500 m

E) ÚZEMNÍ PODMÍNKY

Most se nachází v intravilánu obce, rovinatém terénu o nadmořské výšce 520 m.n.m.

F) GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

V povrchových vrstvách se vyskytuje fluvizem glejované aluviální naplaveniny. Pod danými vrstvami se nachází písky a štěrky v hloubce přibližně pěti metrů a pak skalní podloží tvořené rulou.

Hladina podzemní vody je ve stejné výšce jako hladina vody v toku.

3) STAVEBNĚ TECHNICKÉ - ŘEŠENÍ MOSTU

Byly zpracovány dvě varianty řešení hlavní nosné konstrukce mostu, které jsou zpracovány samostatně v příloze B.1.

A) POPIS KONSTRUKCE MOSTU

Jedná se o most o jednom poli a rozpětí 14,495 m. Hlavní nosnou konstrukci tvoří lichoběžníková dodatečně předpjatá deska, která je uložena bodově na opěrách prostřednictvím hrncových ložisek. Opěry jsou řešeny jako tížní opěry s vetknutými rovnoběžnými křídly.

B) ZALOŽENÍ MOSTU

Vzhledem k podloží v úrovni základu, které je tvořeno pískem a štěrkem je založení navrženo jako plošné. Pod základy bude vrstva podkladního betonu tloušťky 100 mm.

C) SPODNÍ STAVBA

Ložiska jsou uložena na úložném prahu vysokém 500 mm se sklonem 4 % směrem do průtočného profilu. Závěrná zeď má tloušťku 300 mm a výšku 1350 mm. Je řešena jako železobetonová. Základ vystupuje před dřík opěry o 500 mm. Křídla jsou

železobetonová, vetknutá rovnoběžně s komunikací. Přechodová oblast je tvořena štěrkovým klínem o sklonu 1:10. Materiál přechodového klínu je štěrkopísek frakce 0/32, jež je zhutněný na 100% Proctor standart.

Izolace spodní stavby je tvořena PVC folií mezi dvojicí ochranných geotextilií. Takto je zaizolována ta část spodní stavby, která je ve styku se zemínou. Odvodnění rubu spodní stavby je tvořeno štěrkopískovým drenážním žebrem šířky 600 mm a perforovanou drenážní plastovou trubkou průměru 200 mm, uloženou na podkladní beton tl. 100 mm. Základ drenáže je tvořen prostým betonem. Zatékání vody pod základ je zamezeno těsnicí clonou z PVC tl. 0,2 mm, která je uložena ve sklonu 5% směrem ke drenáži.

D) NOSNÁ KONSTRUKCE

Hlavní nosnou konstrukci mostu tvoří dodatečně přepjatá mostní deska s lichoběžníkovými konzolami pod chodníky. Tloušťka desky v ose mostu je 600 mm, v místě začátku konzol má výšku 505 mm a na okraji konzol 280 mm. Celková šířka desky je 10,635 m. Horní povrch desky je střešovitý se sklonem 2,5 % klesající směrem odvodňovačům. Konzoly mají sklon 4% směrem k odvodňovačům. V podélném směru má deska sklon 1%.

Předpínací kabely jsou vedeny střední obdélníkovou částí šířky 7500 mm ve vzájemných vzdálenostech 250 mm. Na celý most je použito 30 sedmilanových kabelů. Kotvení je provedeno ve dvou vodorovných řadách ve vzdálenostech 250 mm od sebe. Lichoběžníkové konzoly jsou vyztuženy pouze betonářskou výztuží.

E) ULOŽENÍ MOSTU

Uložení mostu bude provedeno na čtyři hrncová ložiska. Pro umožnění dilatace je na opěře 1 jedno ložisko pevné a druhé jednosměrně pohyblivé a na opěře 2 jedno ložisko jednosměrně pohyblivé a druhé obousměrně pohyblivé. Jsou navržena na maximální osovou sílu 3000 kN. Vzhledem k podélnému sklonu 1% jsou ložiska uložena na vyrovnávacím klínu.

F) PŘÍSLUŠENSTVÍ A MOSTNÍ VYBAVENÍ

Je navržena dvouvrstvá mostní vozovka skladbou odpovídající třídě dopravního zatížení III.

Asfaltový cement ohrusný	ACO 16+	tl. 50 mm
Spojovací emulze 0,4 kg/m ²		
Asfaltový cement ložní	ACL 11+	tl. 40 mm
Spojovací emulze 0,4 kg/m ²		
Izolační vrstva	AIP	tl. 10 mm

CELKEM

tl.100 mm

G) ŘÍMSY

Římsa je ze železobetonu odolná proti agresivnímu prostředí (XF4). Její šířka je 1870 mm, přičemž přesah za nosnou konstrukcí je 270 mm. Sklon římsy je 2 % směrem k vozovce. Spodní líc římsy má sklon 4 %.

H) ODVODNĚNÍ

Odvodnění plochy mostu je v příčném směru zajištěna sklonem vozovky 2,5 % k odvodňovacím proužkům a dále podélným sklonem 1 % k místu odvaděče, kterým odtéká, jak voda povrchová, tak voda stékající po izolaci. Vyústění plastové odvodňovací trubky průměru 150 mm přesahuje 50 mm přes líc nosné konstrukce a je do ní částečně zapuštěno. Voda vytéká přímo do vodního toku.

I) ZÁVĚR

Na obou koncích nosné konstrukce je pro umožnění dilatačních pohybů zřízen hřebenový mostní závěr pro malé dilatace.

J) ZÁBRADLÍ

Pro zajištění bezpečnosti chodců bude na obou římsách zřízeno ocelové zábradlí výšky 1100 mm se svislými výplňovými pruty, jejichž světlá vzdálenost je 115 mm. Vzdálenost sloupků je 2000 mm a k římsě jsou kotveny přes patní desku čtyřmi šrouby.

POUŽITÉ MATERIÁLY

BETON

Hlavní nosná konstrukce	C 40/50 XD3/XF2
Monolitická římsa	C30/37-XF4/XD3
Úložný práh se závěrnou zdí	C30/37-XF2/XD3
Dřík opěry	C30/37-XF2/XD2
Základ opěry	C30/37-XF2/XD2
Křídlo	C30/37-XF2/XD2
Základ drenáže	C15/20
Podkladní beton	C15/20

OCEL

Betonářská výztuž	B500B
Předpínací výztuž	Y1860 S-7-15,7-A
Kabelové kanálky	Trubky s žebry z vysokohustotního polyetylenu(HDPE)
Kotvení	aktivní kotvení VSL typ EC (jednotka 6-7)

4) ZÁVĚR

Zvolená varianta dodatečně předpjatá mostní deska lichoběžníkového průřezu byla posouzena na mezní stav použitelnosti a mezní stav únosnosti. Vzhledem k rozměrům byly při výpočtu zanedbány vodorovné složky od brzdných sil, zatížení větrem a teplotou. Rozhodující účinky způsobují svislé složky zatížení od dopravy. Pro zjištění velikosti vnitřních sil byl používám software Scia Enginner.

Byly provedeny nejdůležitější posudky v polovině rozpětí pro max. ohybové momenty a v místech bodových podpor pro max. posouvající síly.

Pro mostní objekt byla vypracována výkresová dokumentace.

5) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**NORMY A PŘEDPISY**

- 1) ČSN EN 1990. Eurokod: Zásady navrhování konstrukcí. Praha: ČNI, 2004
- 2) ČSN EN 1991-2. Eurokod 1: *Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostu dopravou*. Praha: ČNI, 2005
- 3) ČSN EN 1992-1-1. Eurokod 2: *Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: ČNI, 2006.
- 4) ČSN EN 1992-2. Eurokod 2: *Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - navrhování a konstrukční zásady*. Praha: ČNI, 2007
- 5) ČSN EN 73 6242 *Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací*. -: -, 2010.

ODBORNÉ PUBLIKACE

- 6) NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-561-7
- 7) NEČAS, Radim; KOLÁČEK, Jan; PANÁČEK, Josef. *Betonové mosty I-Zásady navrhování*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. ISBN 978-80-214-4979-4
- 8) ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokodu*. Praha: Verlag Dashofer, 2010. ISBN 978-80-86897-38-7

TECHNICKÉ SPECIFIKACE A KATALOGY

- 9) VSL SYSTÉMY (CZ) S.R.O. *Post-tensioning solutions*. [online]. 2009 [cit. 2014-03-03] Dostupné z : www.vsl.cz/brozury/
- 10) ŠEVČÍK, P. *VSL SYSTÉMY (CZ) S.R.O. Předpínací systémy VSL 0,5", 0,6"* [online]. [cit. 2015-05-23]. Dostupné z : http://concrete.fsv.cvut.cz/~hamouz/Technicka_specifikace_VSL.pdf
- 11) Freyssinet. *Hrncová mostní ložiska*. , Freyssinet. *Hrncová mostní ložiska* [online]. - [cit. 2015-05-23]. Dostupné z : http://www.freyssinet.cz/203-hrncova_mostni_loziska_tetron_cd

OSTATNÍ

- 12) ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. [online]. Dostupné z <http://chmi.cz/>

6) SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Seznam použitých zkratk a symbolů je uveden v příloze, ke které se vztahuje.

7) SEZNAM PŘÍLOH

B PŘÍLOHY K TEXTOVÉ ČÁSTI

- B.1 POUŽITÉ PODKLADY
- B.2 STATICKÝ VÝPOČET
- B.3 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE