



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**SILNIČNÍ MOST V OBCI BUDIŠOV NAD  
BUDIŠOVKOU**

ROAD BRIDGE IN BUDIŠOV NAD BUDIŠOVKOU

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Linda Šedová

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK, Ph.D.

BRNO 2017



# 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>	Linda Šedová
<b>Název</b>	Silniční most v obci Budišov nad Budišovkou
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Jan Koláček, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2016
<b>Datum odevzdání</b>	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

---

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

Z předběžného návrhu možných typů mostních konstrukcí preferujte betonovou mostní konstrukci o jednom poli. V práci se zaměřte především na návrh betonové nosné konstrukce mostu. Most můžete navrhnout kolmý.

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 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).

---

Ing. Jan Kolářek, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

## ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce je návrh silničního mostu o jednom poli v obci Budišov nad Budišovkou. Nosná konstrukce z předpjatého betonu, její délka je 21,0 m a rozpětí je 20,0 m. Zatížení je vypočítáno pomocí programu Scia a porovnáno s ručním výpočtem. Vybraná varianta byla posouzena na mezní stav použitelnosti a na mezní stav únosnosti dle normy ČSN EN 1992-2.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Silniční most, předpjatý beton, ztráty předpětí, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

## ABSTRACT

The subject of this bachelor's thesis is to design a one field road bridge in Budišov nad Budišovkou. The supporting structure is from prestressed concrete with the length 21,0 m and span length of construction is 18,0 m. The load effects is calculated by Scia and compare with manual calculation. Selected construction was assessed for the serviceability limit state and the ultimate limit state according to ČSN EN 1992-2.

## KEYWORDS

Road Bridge, Prestressed Concrete, Losses of Prestress, Ultimate Limit State, Serviceability Limit State

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Linda Šedová *Silniční most v obci Budišov nad Budišovkou*. Brno, 2017. 14 s., 67 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.

V Brně dne 25. 5. 2017

---

Linda Šedová  
autor práce

# 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 25. 5. 2017

---

Linda Šedová  
autor práce

**Poděkování:**

Ráda bych tím poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Janu Kolářkovi, Ph.D za odborné vedení.



## Obsah

1. Úvod.....	10
2. Mostní konstrukce.....	10
a) Nosná konstrukce.....	10
b) Mostní svršek .....	10
c) Mostní římsy .....	10
d) Materiál .....	10
e) Záchytné zařízení.....	11
f) Uložení .....	11
g) Spodní stavba .....	11
h) Odvodnění svršku.....	11
i) Mostní závěr .....	11
3. Závěr.....	12
4. Seznam použité literatury .....	12
5. Seznam použitých symbolů.....	13
5.1. LATINSKÁ PÍSMENA .....	13
5.2. ŘECKÁ PÍSMENA .....	14
6. Seznam příloh.....	15

## 1. Úvod

Úkolem této bakalářské práce je návrh silničního mostu přes řeku v obci Budišov nad Budišovkou.

Stávající konstrukce je nevyhovující z důvodu zvýšení průtoku vody korytem, který byl způsobem náhlým zvýšením hladiny podzemní vody v lokalitě. Z tohoto důvodu je zapotřebí rozšířit koryto řeky a tím i celou mostní konstrukci. Koryto se rozšíří ze stávající šířky 7,57 m na 15,225 m.

Budou navrženy tři varianty nosné konstrukce, z nichž jedna bude vybrána pro podrobnější zpracování.

## 2. Mostní konstrukce

Ze tří variant nosné konstrukce byla vybrána Varianta A, viz. příloha P.1.1. Varianta A byla zvolena z důvodu nižší náročnosti výstavby oproti Variantě C, viz. příloha P.1.3 a z důvodu ušetření materiálu oproti variantě B, viz. příloha P.1.2.

Díky rozpětí nosné konstrukce 20,0 m je efektivní použít přepjatou mostní desku.

### a) Nosná konstrukce

Po mostě je převáděna pozemní komunikace třídy S 7,5, volná šířka na mostě je 7,5 m. Na mostě je navržen chodník s volnou průchozí šířkou 1,5 m z důvodu možného pohybu chodců.

Nosná konstrukce je navržena jako obdélníková deska s náběhy. Šířka desky je 10,0 m. Ve střední části desky široké 6,0 m jsou navrženy předpínací kabely.

### b) Mostní svršek

Konstrukce vozovky je navržena jako netuhá s následujícím souvrstvím:

Asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO 11	50mm
Spojovací postřik	PS-EP	
Asfaltový beton pro ložné vrstvy	ACL 11	40 mm
Spojovací postřik	PS-EP	
Asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACP 11	10 mm
Izolační souvrství		
		100 mm

### c) Mostní římsy

Navrhnuty jsou dvě monolitické železobetonové římsy betonu třídy C30/37 a oceli B500B.

Na levé straně je navržena římsa šířky 0,73 m. Římsa je vyložena 0,3 m a je do ní zakotveno zábradelní svodidlo ZSNH4/H2.

Na pravé straně je navržena římsa šířky 2,37 m, římsa je také vyložena 0,25 m. Do římsy je zakotveno ocelové mostní zábradlí a svodidlo JSNH4/H2.

### d) Materiál

V celé mostní konstrukci je navržen beton třídy C30/37, betonářská výztuž z oceli B500B a předpínací výztuž Y1860 S7 – 15,7 – A.

### e) Záchytné zařízení

Na mostě jsou navržena tři záchytná zařízení:

1. Zábradelní svodidlo ZSNH4/H2 umístěné na levé římse, svodidlo je ve výšce 1,25 m. Výška je uvažována od kraje komunikace po horní hranu zábradelní trubky.
2. Ocelové mostní zábradlí výšky 1,1 m se svislou výplní, umístěné na pravé římse.
3. Mostní svodidlo JSMNH4/H2 výšky 0,75m umístěné na pravé římse.

### f) Uložení

Nosná konstrukce je uložena na čtyři hrncová ložiska od firmy Freyssinet. Na první opěře je deska uložena na jedno pevné ložisko Tetron CD/FX a na jedno ložisko posuvné v jednom směru Tetron CD/GG. Na druhé opěře je deska uložena na jednom ložisku posuvném v jednom směru Tetron CD/GG a na jednom ložisku posuvném ve všech směrech Tetron CD/GL.

Tímto uložením jsou zajištěno, že jsou umožněny dilatační posuny.

### g) Spodní stavba

Nosná konstrukce je uložena na ložiska, která jsou posazená na úložném prahu masivní opěry. Úložný prah je vysoký 0,5m, spádovaný 4% do žlábků, výška dřívku první opěry pod úložným prahem je 2,3 m a jeho šířka je 1,6 m. Výška dřívku druhé opěry pod úložným prahem je 2,675 m a jeho šířka je 1,6 m. Pod obě opěry je zřízen plošný základ výšky 0,8 m a šířky 1,9m, základ je uložen na podkladní beton vysoký 0,1m. Na mostní opěry jsou zavěšená mostní křídla.

Spodní stavba je chráněna dvojicí geotextilií a PVC fólií. Odvodnění je zajištěno drenážní perforovanou trubkou DN 200.

### h) Odvodnění svršku

Odvodnění mostního svršku je zajištěno díky příčnému sklonu 2,5%, podélnému sklonu 2% a dále odvedeno přes odvodňovací svěrač mimo konstrukci.

### i) Mostní závěr

Na obou koncích nosné konstrukce je flexibilní mostní závěr, který překrývá dilatační spáry v mostní konstrukci a umožňuje pohyby konstrukce bez omezení plynulého a bezpečného dopravního proudu.

### 3. Závěr

Úkolem této bakalářské práce bylo navrhnout silniční most v obci Budišov nad Budišovkou. Ze tří vypracovaných variant byla vybrána varianta obdelníkové předpjaté desky s náběhy. Cílem práce bylo posouzení nosné konstrukce na mezní stav únosnosti a na mezní stav použitelnosti. Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci byl použit program Scia jehož výsledky byly porovnány s ručním výpočtem. Metodou vyrovnání napětí byla zjištěna nutná předpínací síla a navržena odpovídající předpínací výztuž. Ručním výpočtem byly zjištěny krátkodobé i dlouhodobé ztráty předpětí. Betonářská výztuž byla navržena pouze konstrukční z toho důvodu, že konstrukce při posouzení na mezní stav únosnosti vyhověla na ohyb v podélném směru a smyku a na maximální ohybový moment v příčném směru. Konstrukce vyhověla ve všech posudcích napětí betonu. Také bylo ověřeno zamezení vzniku trhlin pro častou kombinaci. Z těchto ověření vyplývá, že navrnutí nosné konstrukce je optimální.

Výkresová část, která je přílohou této práce, byla vytvořena v programu AutoCad

### 4. Seznam použité literatury

- ČSN EN 1991 2. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí -Část 2: Zatížení mostů dopravou. Praha: ČNI, 2005.
- ČSN EN 1992-1-1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí -Část 1-1:Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: ČNI, 2005.
- ČSN EN 1992-2. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí -Část 2: Betonové mosty -Navrhování a konstrukční zásady. Praha: ČNI, 2007.
  
- Betonové mosty I : zásady navrhování. VUT v Brně FAST, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. , Ing. Radim NEČAS Ph.D., Ing.Jan KOLÁČEK, Ph.D., Ing. Josef Panáček.
  
- FREYSSINET CS, a.s. [online] dostupné na →[http://www.freyssinet.cz/gallery/loziska\\_hrncova\\_tetron\\_cd.pdf](http://www.freyssinet.cz/gallery/loziska_hrncova_tetron_cd.pdf)
- VSL SYSTÉMY /CZ/, s.r.o. [online] dostupné na →<http://www.vsl.cz/dodatecne-predpinani/2-kotvy/>

## 5. Seznam použitých symbolů

### 5.1. LATINSKÁ PÍSMENA

$A_c$	<i>plocha betonového průřezu</i>
$A_{c,r}$	<i>plocha betonového průřezu oslabeného o kanálky</i>
$A_p$	<i>plocha předpínací výztuže</i>
$A_{p,1}$	<i>plocha jednoho lana předpínací výztuže</i>
$A_s$	<i>plocha betonářské výztuže</i>
$A_{sw}$	<i>plocha smykové výztuže</i>
$A_{s,req}$	<i>nutná plocha betonářské výztuže</i>
$A_{s,st}^h$	<i>plocha betonářské horní příčné výztuže</i>
$A_{s,st}^d$	<i>plocha betonářské dolní příčné výztuže</i>
$A_{s,sl}^h$	<i>plocha betonářské horní podélné výztuže</i>
$A_{s,sl}^d$	<i>plocha betonářské dolní podélné výztuže</i>
$A_{s,min}$	<i>minimální plocha výztuže</i>
$A_{s,max}$	<i>maximální plocha výztuže</i>
$b$	<i>šířka průřezu</i>
$b_s$	<i>spolupůsobící šířka soustředěného zatížení v příčném směru</i>
$b_r$	<i>roznášecí šířka soustředěného zatížení v příčném směru</i>
$c$	<i>krytí výztuže</i>
$d$	<i>účinná výška průřezu</i>
$d_r$	<i>roznášecí šířka soustředěného zatížení v podélném směru</i>
$e$	<i>excentricita</i>
$e_p$	<i>excentricita předpínací síly</i>
$e_{p,r}$	<i>excentricita předpínací síly v oslabeném průřezu</i>
$E_{cm}$	<i>modul pružnosti betonu</i>
$E_{cu3}$	<i>modul přetvoření</i>
$E_p$	<i>modul pružnosti předpínací oceli</i>
$E_s$	<i>modul pružnosti betonářské oceli</i>
$F_{cc}$	<i>síla v tlačené oblasti betonu</i>
$\Delta F_p$	<i>zbytková síla v předpínací výztuži</i>
$F_{st}$	<i>síla v betonářské výztuži</i>
$f_{ck}$	<i>charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku</i>
$f_{cd}$	<i>návrhová pevnost betonu v tlaku</i>
$f_{pk}$	<i>charakteristická pevnost předpínací výztuže v tahu</i>
$f_{pd}$	<i>návrhová pevnost předpínací výztuže v tahu</i>
$f_{p0,1k}$	<i>charakteristická hodnota meze kluzu 0,1% předpínací oceli</i>
$f_{yk}$	<i>charakteristická mez kluzu betonářské výztuže</i>
$f_{yd}$	<i>návrhová mez kluzu betonářské výztuže</i>
$g_k$	<i>charakteristická hodnota stálého zatížení</i>
$g_d$	<i>návrhová hodnota stálého zatížení</i>
$h$	<i>výška desky</i>
$I_c$	<i>moment setrvačnosti betonového průřezu</i>
$I_{c,r}$	<i>moment setrvačnosti oslabeného betonového průřezu</i>
$j$	<i>délka jádrové úsečky</i>

$k$	<i>součinitel</i>
$L$	<i>délka</i>
$M_{ek}$	<i>charakteristická hodnota ohybového momentu</i>
$M_{ed}$	<i>návrhová hodnota ohybového momentu</i>
$M_{Rd}$	<i>návrhová hodnota momentu únosnosti</i>
$N_{ed}$	<i>návrhová hodnota normálové síly</i>
$P$	<i>předpínací síla</i>
$P_{mo}$	<i>předpínací síla v čase <math>t_0</math></i>
$P_{m\infty}$	<i>předpínací síla v čase <math>t\infty</math></i>
$P_{prov}$	<i>provedená předpínací síla</i>
$q_k$	<i>charakteristická hodnota proměnného zatížení</i>
$q_d$	<i>návrhová hodnota proměnného zatížení</i>
$Q_k$	<i>charakteristická hodnota nápravové síly</i>
$v_{st}$	<i>krátkodobá složka průhybu</i>
$v_{lt}$	<i>dlouhodobá složka průhybu</i>
$V_{ED}$	<i>návrhová hodnota posouvající síly</i>
$V_{RD,c}$	<i>únosnost bez smykové výztuže</i>
$W$	<i>modul průřezu</i>
$W_{c,r}$	<i>modul oslabeného betonového průřezu</i>
$x$	<i>výška tlačené oblasti betonu, poloha NO</i>
$z$	<i>rameno vnitřních sil</i>
$z_{cc}$	<i>rameno vnitřních sil síly v tlačené oblasti betonu</i>
$z_{pt}$	<i>rameno vnitřních sil předpínací výztuže</i>

## 5.2.ŘECKÁ PÍSMENA

$\gamma_c$	<i>součinitel spolehlivosti betonu</i>
$\gamma_s$	<i>součinitel spolehlivosti oceli</i>
$\gamma_G$	<i>součinitel stálého zatížení</i>
$\gamma_q$	<i>součinitel proměnného zatížení</i>
$\Delta\sigma_p$	<i>změna napětí ve výztuži</i>
$\varepsilon_c$	<i>poměrné přetvoření betonu</i>
$\varepsilon_s$	<i>poměrné přetvoření oceli</i>
$\varepsilon_p$	<i>poměrné přetvoření předpínací oceli</i>
$\lambda$	<i>redukční součinitel</i>
$\mu$	<i>součinitel tření</i>
$\rho$	<i>stupeň vyztužení</i>
$\sigma_p$	<i>napětí v předpínací výztuži</i>
$\sigma_{c1}$	<i>napětí v dolních vláknech průřezu</i>
$\sigma_{c1}$	<i>napětí v horních vláknech průřezu</i>
$\psi$	<i>kombinační součinitel</i>

*Pzn. Některé další použité symboly jsou popsány v příloze P3*

## **6. Seznam příloh**

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet