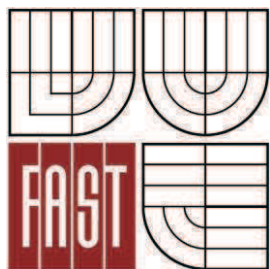




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

PŘEDPJATÝ MOST PŘES ŘEKU TRKMANKU

PRESTRESSED BRIDGE OVER THE TRKMANKA RIVER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

KLÁRA BÝČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK

BRNO 2013



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	Klára Býčková
Název	Předpjatý most přes řeku Trkmanku
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jan Koláček
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

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



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
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 doporučená vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

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:

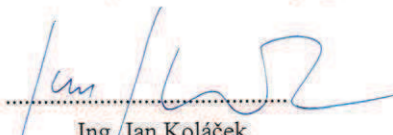
- Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic)
- Přílohy textové části:
 - P1) Použité podklady
 - P2) Statický výpočet
 - P3) Výkresová dokumentace

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 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).



Ing. Jan Koláček
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem práce je navrhnout řešení nové mostní konstrukce z důvodu nevyhovujícího stávajícího přemostění a z důvodu rekultivace a rozšíření říčního toku. Dle zadání je uvažována dodatečně předepjatá desková konstrukce o jednom poli.

Klíčová slova

Deskový most, zatížení mostů, předpjatý beton, změny předpětí, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

Abstract

The aim of the thesis is to design a solution of a new bridge construction due to unsatisfactory existing bridge and for reasons of rehabilitation and expansion of the waterway. According to the assignment it is considered additionally prestressed plate construction on one span.

Keywords

Slab bridge, loading bridges, prestressed concrete, ganges in prestressing, serviceability limit state, ultimate limit state

Bibliografická citace VŠKP

BÝČKOVÁ, Klára. *Předpjatý most přes řeku Trkmanku*. Brno, 2013. 19 s., 86 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Koláček.

Prohlášení:

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

V Brně dne 19.5.2013

.....

podpis autora
Klára Býčková

Poděkování:

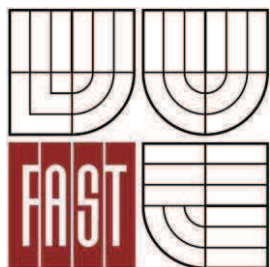
Zde bych ráda poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Janu Koláčkovi za odborné vedení, cenné rady, připomínky a podporu v průběhu zpracování mé práce.

Dále bych ráda poděkovala své rodině za podporu a povzbuzení v mém dosavadním studiu.

Děkuji



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

A. TEXTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

KLÁRA BÝČKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN KOLÁČEK

BRNO 2013



OBSAH TEXTOVÉ ČÁSTI

A1. Úvod

A2. Průvodní zpráva

A3. Závěr

A4. Seznam příloh

B. Přílohy



A1. ÚVOD

Cílem této bakalářské práce je provést návrh a posouzení přemostění přes řeku. Zadání práce určuje použití dodatečně předepjatého betonového deskového mostu o jednom poli. Most se nachází u obce Velké Pavlovice a převádí pozemní komunikaci přes řeku Trkmanku. V místě se nachází stávající železobetonový most, který již nevyhovuje evropským normám. V rámci projektu se počítá i s rozšířením říčního koryta z vodohospodářských důvodů. Návrh mostu je začleněn do plošného projektu rozvoje a rekultivace oblasti.

Práce zahrnuje celkový pohled na návrh silničního mostu. Zabývá se rozbořem zatížení, návrhem předjetí a posouzením konstrukce jako celku. Výsledkem práce by mělo být komplexní zhodnocení návrhu nosné konstrukce mostu.

A2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

OBSAH PRŮVODNÍ ZPRÁVY

1	Identifikační údaje stavby.....	11
1.1	Územní a geologické podmínky	11
2	Základní údaje mostu.....	11
3	Charakteristika převáděné komunikace	12
4	Nosná konstrukce	12
4.1	Nosná konstrukce mostu	12
4.2	Ložiska a mostní závěr	12
4.3	Dilatační spára.....	13
5	Mostní svršek.....	13
5.1.1	Vozovkové souvrství.....	13
5.1.2	Římsy	13
6	Mostní vybavení.....	13
7	Spodní stavba.....	14
7.1	Opěry.....	14
7.2	Mostní křídla	14
7.3	Úložný práh a závěrná zídka.....	14
7.4	Podložiskový blok	14
7.5	Přechodová oblast.....	14
8	Odvodnění	15
8.1.1	Odvodnění komunikace na mostě.....	15
8.1.2	Odvodnění prostoru za opěrami.....	15
9	Použité materiály	15
10	Vytyčení nosné konstrukce.....	16
11	Zemní práce	16
12	Časový harmonogram výstavby	16
13	Ukládání výztuže	16
13.1	Betonářská výztuž	16
13.2	Předpínací výztuž.....	16
14	Úpravy okolí mostu.....	17

1 Identifikační údaje stavby

Název stavby :	-
Název mostu:	Most přes řeku Trkmanku
Katastrální území:	Velké Pavlovice, k.ú. 779245
Okres:	Břeclav
Kraj:	Jihomoravský
Kategorie komunikace:	S 7,5/70
Křížení:	řeka Trkmanka, bod křížení km 0,085 40 úhel křížení 90°

1.1 Územní a geologické podmínky

Most se nachází na okraji města Velké Pavlovice. Terén území je rovinatý, mírně zvlněný. Řeka Trkmanka protéká v neupraveném korytě.

V místě plánované stavby se nacházejí nivní sedimenty (hlína, písek, štěrk) a svahové sedimenty (hlína, písek).

2 Základní údaje mostu

Nosná konstrukce desky je navržena jako dodatečně předpjatá prostě podepřená deska o jednom poli. Deska je uložena bodově na masivních opěrách, které jsou založeny na pilotách.

rozpětí mostu	18,075 m
délka nosné konstrukce	18,775 m
délka mostu	27,097 m
délka přemostění	17415 m
šířka nosné konstrukce	10,500 m
šířka mostu	11,100 m
volná šířka	7,500 m
tloušťka nosné konstrukce	0,800 m
šikmost mostu	kolmý

3 Charakteristika převáděné komunikace

Most je navržen pro převedení komunikace kategorie S7,5. Komunikace je vedena v přímé jak ve směrovém, tak výškovém řešení. Příčné uspořádání konstrukce je tedy ovlivněna šířkovým uspořádáním komunikace:

šířka jízdního pruhu $a = 3,0 \text{ m}$

šířka vodícího proužku $v = 0,25 \text{ m}$

šířka zpevněné krajnice $c = 0,5 \text{ m}$

Celková šířka komunikace

$$2 \times a + 2 \times v + 2 \times c = 2 \times 3,0 + 2 \times 0,25 + 2 \times 0,5 = 7,5 \text{ m.}$$

Příčný sklon komunikace je navržen jako střešovitý o hodnotě 2,5%.

Podélný sklon mostu je navržen 2,0%.

4 Nosná konstrukce

4.1 Nosná konstrukce mostu

. Deska je uložena bodově na masivních opěrách, které jsou založeny na pilotách. Tloušťka desky je navržena v závislosti na rozpětí konstrukce dle odborného odhadu v intervalu $h = (1/20 - 1/25) L$. Rozpětí nosné konstrukce je ovlivněno rozšířením říčního koryta. Výsledná hodnota rozpětí je navržena 18,075 m. V závislosti na rozpětí byla navržena tloušťka nosné konstrukce v nejužším místě v hodnotě 800 mm. Tloušťka desky v ose nosné konstrukce je vlivem sklonu horní plochy 888 mm. Spodní líc konstrukce je navržen rovný, horní líc kopíruje spády vozovky a říms. Materiál NK je beton C35/45, třídy prostředí XD1.

4.2 Ložiska a mostní závěr

Mostní konstrukce je uložena na sérii ložisek na obou opěrách. Ložiska jsou navržena jako vrstvená elastomerová umožňující pohyb. Ložiska jsou navržena dle sortimentu firmy Helmos. Na opěře 1 je krajní ložisko pevné a zbývající ložiska umožňují pohyb v příčném směru. Na opěře 2 je krajní ložisko navrženo jako posuvné v podélném směru a zbývající ložiska jsou všesměrná. Výška ložiska je navržena 52mm.

Mostní závěr je uvažován jako podpovrchový typu EUROFLEX M30U.

4.3 Dilatační spára

Dilatační spára je navržena v hodnotě 50 mm.

5 Mostní svršek

5.1.1 Vozovkové souvrství

Konstrukce vozovky je navržena jako netuhá. Konstrukce souvrství se skládá z vrstvy asfaltových izolačních pásů v tloušťce 10 mm, z ložné vrstvy asfaltového betonu tloušťky 40 mm a obrusné vrstvy z asfaltového betonu tloušťky 60 mm. Výsledná tloušťka krytu je 110 mm.

5.1.2 Římsy

Na nosné konstrukci jsou zřízeny oboustranné mostní římsy, které zajišťují převedení veřejných chodníků. Jsou navrženy jako monolitické z betonu třídy C30/37, třídy prostředí XF4. Římsy mají celkovou šířku 1,8 m, kdy přesah přes NK činí 0,3 m. Šířku římsy tvoří prostor pro umístění záchytného zařízení šířky 0,5 m, průchozí prostor šířky 1,0 m a prostor pro umístění zábradlí šířky 0,1 m, který je odsazen od hrany římsy o 0,2 m. Římsy jsou navrženy ve sklonu 2,0 %. Výška římsy je provedena v minimální hodnotě 0,15 m na vnitřní straně. Vnitřní hrana římsy je zkosena ve sklonu 5:1. Přesah římsy přes hranu nosné konstrukce činí 0,3 m. Výška římsy na vnější hraně je 0,5 m. Spodní plocha přesahující části je opatřena okapním nosem. Horní povrch římsy je ve spádu 2,0 % k ose komunikace.

6 Mostní vybavení

Do vybavení mostu jsou navrženy mostní svodidla jednostranná JSMNH4/H2. Svodidla jsou umístěna symetricky na obou římsách. Navržení mostních svodidel a napojení na svodidla silniční bylo provedeno dle TP 167. Dále do vybavení patří ocelové zábradlí se svislou výplní, umístěné na římsách na vnější hraně. Výška zábradlí je navržena v minimální hodnotě 1,1 m nad úrovní hrany římsy.

7 Spodní stavba

7.1 Opěry

Spodní stavba je tvořena masivními opěrami z betonu C 30/37 stupně prostředí XD2. Rozměry opěry byly voleny tak, aby osa uložení procházela středem základu. Tloušťka dříku je navržena v hodnotě 1,030 m. Dřík je vetknut do základového pasu výšky 0,7 m, šířky 1,4 m, který tvoří pilotovou hlavu. Piloty jsou navrženy jako železobetonové, velkopřůměrové piloty $\varnothing$ 0,9 m v osové vzdálenosti 1,5 m.

7.2 Mostní křídla

Mostní křídla jsou navržena jako zavěšená v rozměrech dle základních požadavků. Křídlo kopíruje svým tvarem svah o sklonu 1:1,25, při hloubce zapuštění pod úroveň terénu 0,8 m. Křídlo přesahuje vyústění svahu na úroveň komunikace o 0,75 m. Mostní křídla jsou z betonu C30/37.

7.3 Úložný práh a závěrná zídka

Úložný práh je navržen v minimální tloušťce 0,45 m. Horní sklon úložného prahu je 4% k rubu opěry, kde je zřízen žlábek pro odvod vody.

Závěrná zídka je vetknutá do úložného prahu. Je provedena v tloušťce 0,3 m a výšce 1,1 m.

Úložný práh i závěrná zídka jsou provedeny z betonu C35/45.

7.4 Podložiskový blok

Podložiskový blok je řešen v závislosti na ložisku. Půdorysné rozměry bloku přesahují ložisko o hodnotu 80 mm a jeho výška je navržena 150 mm.

Spolu s ložiskem tak tvoří prostor pro kontrolu a údržbu ložisek v celkové výšce 200 mm.

7.5 Přechodová oblast

Přechodová oblast je navržena bez přechodové desky s přechodovým klínem ze ztuhlého štěrku. Přechodový klín je navržen do $\frac{1}{2}$ výšky opěry a jeho délka je přibližně v hodnotě výšky opěry. Klín je spádován sklonem 1:10 do úrovně stavební jámy.

8 Odvodnění

8.1.1 Odvodnění komunikace na mostě

Odvodnění komunikace je řešeno příčným sklonem vozovky k odvodňovacím proužkům. Odvodňovací proužek je v podélném sklonu komunikace. Osa odvodnění (nejnižší místo horní plochy nosné konstrukce) je navržena 250 mm od vnitřní hrany římsy. Odvodnění je oboustranné.

8.1.2 Odvodnění prostoru za opěrami

Prostor za opěrami je odvodněn flexibilními perforovanými trubkami $\varnothing 200$ mm, které jsou uloženy v žebříku šířky 0,6 m v příčném spádu 3%. Sklon zajišťuje podkladní beton minimální tloušťky 100 mm. Trubka je opatřena ochrannou vrstvou a zasypána zhutněným štěrkoštěrkopískem. Drenážní systém je navržen na vlastním základu do hloubky přechodu dříku opěry do základu. Vývod drenáže je navržen do příkopu, kterým je svedena voda z odvodňovacích příkopů kolem komunikace. Příkopy jsou dlážděny tvárnicemi TBM 1-56.

9 Použité materiály

Beton

Nosná konstrukce C35/45, XD1

Opěry C30/37, XD2

Římsy C30/37, XF4

Základový pás C25/30, XF1

Piloty C25/30, XA2

Předpínací výztuž

Y1680 S7-15,2-A, vícetanový systém VSL

Kabelové kanálky

Trubky s žebry s vysokohodnotného polyetylenu (HDPE), systém VSL PT''

Kotvení kabelů

Aktivní kotvy VSL typ E

Betonářská výztuž



10 Vytyčení nosné konstrukce

Vytyčení objektu se provede v systému S-JTSK a ve výškovém systému B.p.v.

11 Zemní práce

Do zemních prací se počítá provedení pracovní jámy na úroveň základové spáry se sklonem svahů 1:1,25. Svahování stavební jámy vedeme vždy 0,5 m od hrany základu. Dále zemní práce zahrnují provedení vrtů pro piloty.

12 Časový harmonogram výstavby

t_0 = 28 dní, předepnutí nosníku po vybetonování

t_g = 7 měsíců, zatížení svrškem mostu

t_q = 9 měsíců, uvedení mostu do provozu

t_∞ = 100 let, životnost konstrukce

13 Ukládání výztuže

13.1 Betonářská výztuž

Betonářská výztuž je navržena tak, aby výztuž předpínací ležela na poslední vrstvě výztuže betonářské. Dolní podélná výztuž je do podpory dovedena z 50%, zbytek je ohyby přiveden k hornímu povrchu. Příčná výztuž je navržena na podélnou kolmo. Výztuž horního povrchu kopíruje horní tvar NK. Smyková výztuž je navržena v podobě spon.

Krytí betonářské výztuže je navrženo v minimální hodnotě 45 mm.

13.2 Předpínací výztuž

Vedení předpínací výztuže je zajištěno vodíci mřížkami umístěných v hlavních bodech výškové změny kabelu a dále tak, aby vzdálenost mezi nimi nepřesahovala 1,25 m.

Krytí předpínací výztuže nenavrženo 80 mm.



14 Úpravy okolí mostu

Pro revizi a údržbu jsou na levé, protivodní straně zřízena revizní schodiště. Schodiště kopíruje sklon terénu a stupně jsou navrženy v rozměrech 170/220 mm. Schodiště je vedeno na revizní lávku řešenou ve sklonu 1:15 šířky 0,875 m po celé šířce opěry. Schodiště i lávky jsou zřízeny u obou opěr. Koryto je zpevněno lomovým kamenem do suchého betonu s půdorysným přesahem 0,5 m za hranu římsy.

A3. Závěr

Cílem této práce byl komplexní pohled na návrh silničního mostu. Dle zadání a rozpětí se volila konstrukce z dodatečně předpjatého betonu. Most byl navržen jako jednoplošný a prostě podepřený. Pro výpočet zatížení se využily metody spolupůsobících šířek s převedením desky na prut a deskového modelu v programu Scia Engineer. Při posuzování výsledků oběma metodami byly zjištěny nepřesnosti. Rozdíly v účincích však nepřesáhly více jak 10% a pro následný výpočet se braly vždy hodnoty vyvozující méně příznivý účinek.

Dle statického výpočtu konstrukce vyhověla ve všech posudcích a tím se prokázala správnost návrhu předpětí. Předpjatá konstrukce byla posuzována z hlediska mezních stavů použitelnosti a únosnosti. Dle podmínek napětí bylo prokázáno, že v čase životnosti konstrukce jsou dodrženy podmínky tahových napětí a byla splněna podmínka dekomprese pro častou kombinaci zatížení. Konstrukce tak vyhověla na podmínky pro vznik trhlin i povolených napětí.

Konstrukce byla dále posuzována na vliv kombinace ohybového momentu a normálové síly, kde posudek ukázal, že maximální momenty v podélném směru v dolních vláknech přebere předpětí. Nebylo tak nutné v podélném směru navrhovat dodatečnou betonářskou výztuž. Do podélného směru se navrhla výztuž pouze konstrukční dle minimálního stupně vyztužení. Pro vyztužení horního povrchu byly také rozhodující podmínky minima vyztužení.

Smyková únosnost prvku byla prokázána v místech největších posouvajících sil na desce. Desková konstrukce vyhověla na účinky posouvajících sil a smyková výztuž tak byla navržena pouze konstrukčně.

V rozsahu práce byl dán počítán průhyb konstrukce, který však nemá v normě svoji limitní hodnotu, prokazuje tak pouze orientační reálnost výsledků.

Pro zachycení předpínací síly byly navrženy kotvy kabelů, které byly posouzeny na únosnost. Spolu s kotvami se řešila kotevní oblast, která se dle výpočtů dovyztužila spirálami kolem kotvy a betonářskou výztuží v čele prvku.

Závěrem řekněme, že problematika mostních konstrukcí je velice složitá a v této práci byly jen z velmi malé části řešeny základní otázky navrhování pro deskové mosty. Při vypracovávání práce vzniklo mnohem více otázek, než odpovědí. Je zřejmé, že je potřeba komplexní pohled na problém a poté řešit jednotlivé části. Jsou potřeba široké teoretické znalosti dané problematiky pro praktické využití a schopnost rozumného návrhu. Pro porozumění a zvládnutí této problematiky jsou potřeba léta studia a praxe.

A4. Seznam příloh

P1. Použité podklady

P2. Statický výpočet

P3. Výkresová dokumentace