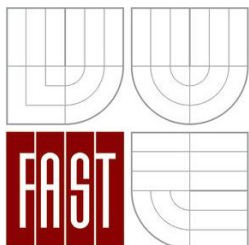




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## PŘEMOSTĚNÍ ÚDOLÍ ŘEKY DYJE

BRIDGE OVER THE DYJE RIVER VALLEY

### TEXTOVÁ ČÁST

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. VOJTĚCH KOSTKA

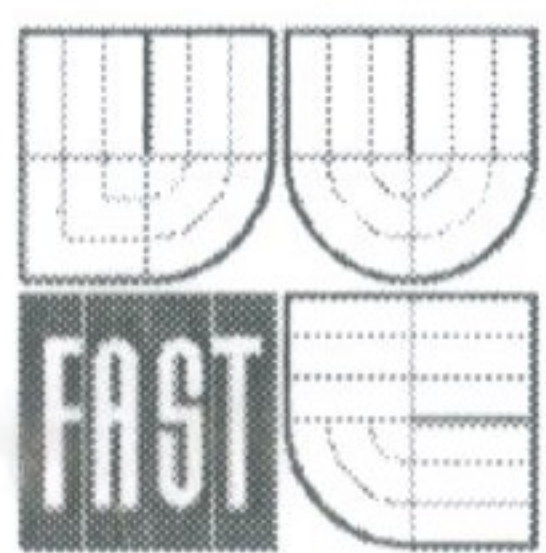
VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2015





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

**Studijní program** N3607 Stavební inženýrství  
**Typ studijního programu** Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia  
**Studijní obor** 3607T009 Konstrukce a dopravní stavby  
**Pracoviště** Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. Vojtěch Kostka  
**Název** Přemostění údolí řeky Dyje  
**Vedoucí diplomové práce** Ing. Josef Panáček  
**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2014  
**Datum odevzdání diplomové práce** 16. 1. 2015

V Brně dne 31. 3. 2014

.....  
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 73 6201 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 doporučená vedoucím diplomové práce.

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

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnotíte je.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedete podle mezních stavů.

Návrh zpracujete včetně vlivu postupné výstavby.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

### Požadované výstupy:

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

#### Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

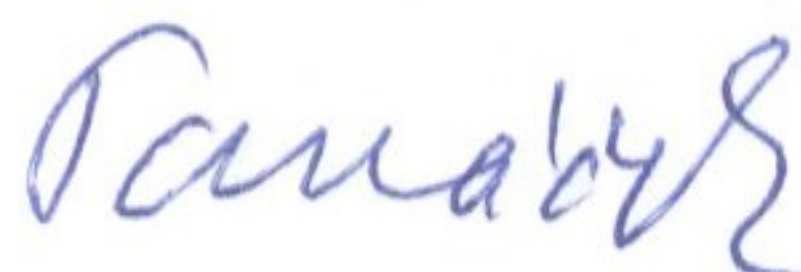
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 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).



.....  
Ing. Josef Panáček  
Vedoucí diplomové práce



## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá návrhem silničního mostu přes údolí řeky Dyje. Jsou navrženy tři varianty přemostění, z nichž je vybrána varianta jednokomorového letmo betonovaného nosníku o třech polích. Ve statickém výpočtu je uvažováno s vlivem postupné výstavby. Součástí diplomové práce je podrobný statický výpočet, posudky jsou provedeny dle evropských norem. Posouzeny byly mezní stavy pro dočasné i trvalé návrhové hodnoty. Součástí práce jsou přehledné výkresy, znázornění stavebního postupu a vizualizace mostu.

## **Klíčová slova**

Komorový nosník  
Letmo betonovaná konstrukce  
Postupná výstavba  
Hluboké údolí  
Statický výpočet  
Výkresová dokumentace  
Vizualizace

## **Abstract**

Master's thesis deals with design of the road bridge through the deep valley of the river Dyje. Three studies are designed, from which the variation of one-cellbox cantilevered girder with three spans is chosen. In structural analysis, the influence of time analysis is considered. Master's thesis includes detailed structural analysis, opinions are made according to European standards. The limit states for temporary and permanent design values are assessed. Part of the work are drawings, representation of the construction process and vizualization of the bridge.

## **Keywords**

Cellbox girder  
Cantilevered construction  
Time analysis  
Deep valley  
Structural analysis  
Drawings  
Vizualization

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Vojtěch Kostka *Přemostění údolí řeky Dyje*. Brno, 2015. 21 s., 204 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a  
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček.

### Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.01.2015



.....  
podpis autora

### **Poděkování**

Děkuji Ing. Josefu Panáčkovi za příkladné vedení diplomové práce. Především za vstřícnost, pečlivost a ochotu při konzultacích.

Dále děkuji své rodině, která mě při psaní diplomové práce podporovala.

V neposlední řadě děkuji všem lidem, kteří si mé poděkování zaslouží.

<b><u>OBSAH:</u></b>	<b>1.ÚVOD</b>	<b>str.9</b>
	<b>2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE</b>	<b>str.9</b>
	<b>3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE MOSTU</b>	<b>str.9</b>
	<b>4. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ</b>	<b>str.10</b>
	<b>5. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY</b>	<b>str.10</b>
	<b>6. VARIANTY NÁVRHU ŘEŠENÍ</b>	<b>str.10</b>
	<b>7. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU</b>	<b>str.13</b>
	7.1. ZEMNÍ PRÁCE	str.13
	7.2. ZALOŽENÍ SPODNÍ STAVBY	str.13
	7.3. SPODNÍ STAVBA	
	7.3.1. OPĚRY	str.13
	7.3.2. PŘECHODOVÉ DESKY	str.13
	7.3.3. ŠTÍHLÉ SĚNY	str.13
	7.4. NOSNÁ KONSTRUKCE	
	7.4.1. ULOŽENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE	str.14
	7.4.2. MOSTNÍ ZÁVĚRY	str.14
	7.4.3. VOZOVKA A IZOLACE	str.14
	7.5. VYBAVENÍ MOSTU	
	7.5.1. SVODIDLA	str.14
	7.5.2. ODVODNĚNÍ MOSTU	str.14
	7.5.3. OBSLUŽNÉ SCHODIŠTĚ	str.15
	7.5.4. ZÁBRADLÍ	str.15
	<b>8. STATICKÉ ŘEŠENÍ</b>	<b>str.15</b>
	<b>9. VÝSTAVBA MOSTU</b>	<b>str.15</b>
	9.1. ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBA	str.15
	9.2. NOSNÁ KONSTRUKCE	str.15
	9.3. MOSTNÍ SVRŠEK	str.16
	9.4. DOKONČOVACÍ PRÁCE	str.16
	<b>10. ZÁVĚR</b>	<b>str.16</b>



## 1. ÚVOD

Trvalý silniční most o 3 polích, sloužící k přemostění pozemní komunikace přes údolí řeky Dyje, z hlediska ochrany přírody se jedná o cenné území. Kategorie pozemní komunikace S11,5 v uspořádání 2+1, silnice I/38. V místě mostního objektu je hlavní trasa vedena v přechodnici mezi kružnicovým obloukem  $R = 900$  m a kružnicovým obloukem  $R = 550$  m, výškové řešení komunikace je provedeno v konstantním sklonu  $-0,6$  %. Příčné řešení komunikace na mostě je řešeno v jednostranném sklonu  $2,5\%$  až  $3,5\%$ . Volná šířka mezi svodidly je  $15,45$  m, na vnějším okraji vozovky je ocelové zábradelní svodidlo se svislou výplní ZSNH4/H2.

Římsy jsou železobetonové monolitické C30/37 XF4, opatřeny lícními prefabrikáty C30/37 XF4. Šířka říms  $1,55$  m s  $0,75$  m širokými nouzovými chodníky, opatřeny ocelovým zábradlím. Příčný sklon říms je  $4\%$ .

Nosnou konstrukcí je monolitický komorový nosník z dodatečně předpjatého betonu C35/45 XF1.

## 2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Stavba:	Most přes Dyji v km 9,527 91
Název mostu:	Přemostění údolí řeky Dyje
Kraj:	Jihomoravský
Katastrální území:	Znojmo
Obec:	Znojmo
Investor:	ŘSD ČR Na Pankráci 56, Praha 4, 145 05 <a href="mailto:posta@rsd.cz">posta@rsd.cz</a> tel.: 241 084 111
Nadřazený orgán investora:	Ministerstvo dopravy ČR
Uvažovaný správce mostu:	ŘSD ČR
Autor práce:	Bc. Vojtěch KOSTKA

## 3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Celkové rozpětí:	188,00 m
Počet polí:	3
Rozpětí jednotlivých polí:	55,00 + 80,00 + 55,00 m
Délka nosné konstrukce:	192,00 m
Délka mostu:	213,00 m
Šířka převáděné komunikace:	15,45 m
Podélný sklon mostu:	klesá $0,6\%$
Příčný sklon mostu:	$2,5\%$ až $3,5\%$
Maximální poloměr půdorysného zakřivení:	900 m
Stavební výška	proměnná (2,63 – 5,63) m
Volná výška:	neomezeno
Výška mostu:	max $32,60$ m
Úložný úhel:	$100^\circ$ (kolmý most)
Staničení opěry 1:	km 9,432 91
Zatížení mostu:	Skupina pozemních komunikací 1 dle ČSN EN 199-1-2

Charakteristiky přemostěných překážek a body křížení:

Překážka	Staničení
Polní cesta	km 9,491 00
Řeka Dyje	km 9,514 40



## 4. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

Mostní objekt se nachází na silnici I/38 kategorie S 11,5/80 v šířkovém uspořádání 2+1. V místě mostního objektu je hlavní trasa vedena v přechodnici mezi kružnicovým obloukem o poloměru  $R = 900$  m a  $R = 550$  m. Niveleta mostu je vedena v konstantním sklonu  $- 0,6$  %. Niveleta silnice je v místě mostního objektu vedena více než 35 m nad hladinou řeky Dyje. Z hlediska ochrany přírody se jedná o cenné území.

Šířkové uspořádání pozemní komunikace na mostě:

Ocelové mostní zábradlí	
Nouzový chodník	0,75 m
Ocelové svodidlo	0,50 m
Zpevněná krajnice	2,00 m
Vodící proužek	0,25 m
Jízdní pruh	3,50 m
Vodící proužek	0,25 m
Bežetonové svodidlo	1,20 m
Vodící proužek	0,25 m
Jízdní pruh	3,25 m
Jízdní pruh	3,50 m
Vodící proužek	0,25 m
Zpevněná krajnice	1,00 m
Ocelové svodidlo	0,50 m
Nouzový chodník	0,75 m
Ocelové mostní zábradlí	

## 5. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

V místě stavby se nachází únosné skalní podloží v různém stupni zvětrávání. V údolní nivě se nachází skalní podloží v hloubce 5 – 7 m, na obou svazích jsou skalní výchozy. Pokryvné útvary jsou tvořeny středně ulehlými štěrky a náplavovými hlínami. Hladina podzemní vody se nachází asi 3,20 m pod úrovní terénu.

Základové poměry jsou zhodnoceny jako složité. Založení podpěry č.2 a č.3 je provedeno jako hlubinné, délka pilot zasahuje až na únosné skalní podloží, tedy do hloubky asi 7 m pod úroveň terénu.

## 6. VARIANTY NÁVRHU ŘEŠENÍ

Pro přemostění údolí řeky Dyje byly navrženy 3 varianty:

### ASPEKTY VÝBĚRU VARIANT

Místo přemostění se nachází v ekologicky cenné oblasti. Oblast kolem řeky je turisticky a rekreačně využívána, vede tudy pěší a turistická trasa. Most svojí výškovou polohou bude vytvářet hlavní dominantu, zdaleka viditelnou z celého údolí.

Současně půjde o jednu z významných mostních konstrukcí na území České republiky.

### KRITÉRIA

Volba prků vhodných z hlediska údržby, zajištění dlouhodobé životnosti mostu.

Harmonické začlenění do krajiny, příznivé estetické působení.

Minimální narušení území v blízkosti mostu celkového životního prostředí.

Hospodárná volba stavebních materiálů a jejich spotřeby

Minimalizovat dobu výstavby, rozsah staveniště a pomocné konstrukce.



Z těchto poznatků není vhodné přijmout následující řešení.

Konstrukce s více než třemi poli, protože by opticky došlo k uzavření údolí hustou osnovou pilířů spodní stavby mostu.

Konstrukce s hlavním konstrukčním prvkem tvořeným obloukem, který by představoval výrazný zásah do územně cenných břehových porostů. Naopak geologie je pro užití obloukové konstrukce vhodná.

Konstrukce zavěšená, která by vytvářela nad hlubokým údolím nežádoucí výškovou dominantu.

Konstrukce věšadlová pro optické narušení prostoru a zásahům do svahů údolí při montáži.

## A. DVOKOMOROVÝ NOSNÍK S KONSTANTNÍ VÝŠKOU PRŮŘEZU

Most o třech polích, spojitá konstrukce z předpjatého betonu o rozpětích 51,65 + 80,00 + 55,00 m, celková délka mostu 212,05 m, podélně vysouvaná konstrukce, nosná konstrukce tvořena dvoukomorovým nosníkem konstantní výšky.

Délka přemostění:	184,65 m
Délka mostu:	212,05 m
Délka nosné konstrukce:	188,65 m
Šikmost mostu:	přechodnice mezi R = 900 m a R = 550 m
Šířka vozovky mezi svodidly:	15,45 m
Šířka nouzových chodníků:	2 x 0,75 m
Šířka mostu mezi zábradlím:	17,95 m
Stavební výška:	4,63 m
Zatížení mostu:	dle ČSN EN 1991-2

Spojitá monolitická komorová konstrukce s konstantní výškou 4,50 m z předpjatého betonu s vyloženými konzolami, v oblasti náběhů zesílení stěn a spodní desky, nad podpěrami příčníky s průchozími otvory, horní povrch komorového nosníku je ve střešovitém sklonu 2,5 %.

V podélném směru předpjatá konstrukce, v příčném směru řešena jako železobetonová.

Příslušenství mostu zahrnuje celoplošnou izolaci, vozovku tl. 130 mm, odvodnění odvodňovači a potrubím, římsa z lícnicích prefabrikátů, dilatační závěry, svodidla a zábradlí se svislou výplní, ostatní příslušenství běžného typu.

Konstrukce budována postupným podélným vysouváním od opěry, předpokládaná délka postupně vysouvaného celku 30 m. Vysouváním po sklonu lépe překonáváme vlastní tíhu, ale nutno zajistit brzdění konstrukce.

Uvažovaná varianta minimalizuje zásah do údolí, parametry mostních otvorů nenarušují transparentnost údolí.

## B. JEDNOKOMOROVÝ NOSNÍK S KONSTANTNÍ VÝŠKOU PRŮŘEZU

Most o třech polích, spojitá konstrukce z předpjatého betonu o rozpětích 51,65 + 80,00 + 55,00 m, celková délka mostu 212,05 m, podélně vysouvaná konstrukce, nosná konstrukce tvořena jednokomorovým nosníkem konstantní výšky.

Délka přemostění:	184,65 m
Délka mostu:	212,05 m
Délka nosné konstrukce:	188,65 m
Šikmost mostu:	přechodnice mezi R = 900 m a R = 550 m
Šířka vozovky mezi svodidly:	15,45 m



Šířka nouzových chodníků:	2 x 0,75 m
Šířka mostu mezi zábradlím:	17,95 m
Stavební výška:	4,63 m
Zatížení mostu:	dle ČSN EN 1991-2

Spojité monolitická komorová konstrukce s konstantní výškou 4,50 m z předpjatého betonu s vyloženými konzolami, v oblasti náběhů zesílení stěn a spodní desky, nad podpěrami příčníky s průchozími otvory, horní povrch komorového nosníku je ve střechovitém sklonu 2,5%.

V podélném směru předpjatá konstrukce, v příčném směru řešena jako železobetonová.

Příslušenství mostu zahrnuje celoplošnou izolaci, vozovku tl. 130 mm, odvodnění odvodňovači a potrubím, římsa z lícních prefabrikátů, dilatační závěry, svodidla a zábradlí se svislou výplní, ostatní příslušenství běžného typu.

Konstrukce budována postupným podélným vysouváním od opěry, předpokládaná délka postupně vysouvaného celku 30 m. Vysouváním po sklonu lépe překonáváme vlastní tíhu, ale nutno zajistit brzdění konstrukce.

Uvažovaná varianta minimalizuje zásah do údolí, parametry mostních otvorů nenarušují transparentnost údolí.

### C. JEDNOKOMOROVÝ NOSNÍK S PROMĚNNOU VÝŠKOU PRŮŘEZU

Most o třech polích, spojitá konstrukce z předpjatého betonu o rozpětích 55,00 + 80,00 + 55,00 m, celková délka mostu 213,00 m, letmo betonovaná konstrukce, nosná konstrukce tvořena jednokomorovým nosníkem proměnné výšky.

Délka přemostění:	188,00 m
Délka mostu:	213,00 m
Délka nosné konstrukce:	192,00 m
Šikmost mostu:	přechodnice mezi R = 900 m a R = 550 m
Šířka vozovky mezi svodidly:	15,45 m
Šířka nouzových chodníků:	2x 0,75 m
Šířka mostu mezi zábradlím:	17,95 m
Stavební výška:	proměnná (2,63 – 5,63) m
Zatížení mostu:	dle ČSN EN 1991-2

Spojité monolitická komorová konstrukce s proměnnou výškou 2,50 – 5,50 m z předpjatého betonu s vyloženými konzolami, v oblasti náběhů zesílení stěn a spodní desky, nad podpěrami příčníky s průchozími otvory, horní povrch komorového nosníku je ve střechovitém sklonu 2,5%.

V podélném směru předpjatá konstrukce, v příčném směru řešena jako železobetonová.

Příslušenství mostu zahrnuje celoplošnou izolaci, vozovku tl. 130 mm, odvodnění odvodňovači a potrubím, římsa z lícních prefabrikátů, dilatační závěry, svodidla a zábradlí se svislou výplní, ostatní příslušenství běžného typu.

Konstrukce budována letmou betonáží od pilíře na obě strany, bez nutnosti zřizování montážních podpěr.

Uvažovaná varianta minimalizuje zásah do údolí, parametry mostních otvorů nenarušují transparentnost údolí. Proměnná výška nosné konstrukce z estetického hlediska působí lehce a vzdušně, nevytváří v ekologicky cenné krajině nepřirozenou překážku.

## 7. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

### 7.1. Zemní práce

V místech dotčených stavbou dojde k sejmutí ornice, dle pedologického průzkumu je hodnota tloušťky sejmutí ornice stanovena na hodnotu 200 mm, bude použita při závěrečných terénních úpravách k pokrytí svahů násypu. Odtěžená zemina se uskladní na skládce a bude použita pro pozdější zásypy. Pro zásyp za opěrou bude použita nenamrzavá zemina, bude hutněna po vrstvách. Nově vzniklé stavební jámy budou řádně odvodněny. Jámy je nutno viditelně zajistit. Výkopy budou prováděny ve sklonu 1:1, není-li určeno jinak.

Třída podkladního betonu C12/15 XC2, tloušťky 150 až 200 mm.

### 7.2. Založení spodní stavby

Štíhlé stěny a opěry budou založeny hlubinně, zvoleny byly piloty o průměru 900 mm. Na opěře č.1 bude zhotoveno celkem 27 ks vrtaných pilot, na opěře č.4 bude zhotoveno celkem 27 ks vrtaných pilot. Osová vzdálenost vrtaných pilot bude 2000 mm.

Založení podpěry č.2 a č.3 bude založeno hlubinně, každá podpěra bude založena na 25 ks pilotách. Délka pilot byla zvolena tak, aby se opírala o skalní podloží, délka 5 – 7 m.

Piloty navazují na společný základový blok. Základový blok je vysoký 2920 mm. Půdorysný rozměr základového bloku pod podpěrami je 11,00 x 10,00 m.

### 7.3. Spodní stavba

#### 7.3.1. Opěry

Tloušťka dříku opěr jsou 3300 mm. Na opěrách budou zhotovena svahová křídla o délkách 8470 mm a 9930 mm a tloušťce 1250 mm. Dříky opěr jsou vybetonovány z betonu C 30/37 XF2. Úložný práh je ve sklonu 4% směrem k odvodňovacímu kanálku, který odvádí vodu bokem z opěry. V podélném sklonu je na opěře č.1 ve sklonu 2,5% a na opěře č.4 ve sklonu 3,5%. Závěrná zídka, třída betonu C 30/37 XF2. Tloušťka závěrné zídky je 700 mm a výšky 2900 mm.

Rozměry podložiskových bloků jsou stanoveny dle typu ložiska, rozměr 1200 x 1200 mm.

#### 7.3.2. Přejížděvací deska

Přejížděvací oblast za opěrami č.1 a č.4 budou opatřeny přejížděvací deskou z betonu C 25/30 XF1, tloušťky 300 mm. Deska je uložena ve spádu 10 %.

#### 7.3.3. Štíhlé stěny

Dvojice štíhlých vysokých stěn, které zajišťují dostatečnou ohybovou tuhost podpor, zároveň jsou během provozu dostatečně poddajné na podélné deformace. Stěny pilířů jsou obdélníkového průřezu z betonu C30/37 XF2 s konstantní tloušťkou 1,00 m a proměnnou šířkou (7,70 až 8,40) m vlivem zaoblení o poloměru R = 250 m, výška stěn pilíře č.2 29,45 m a č.3 29,43 m. Vzdálenost os stěn je 3 m.

### 7.4. Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci tvoří monolitický jednokomorový průřez s proměnnou výškou. Výška průřezu se pohybuje od hodnoty 5,50 m, v místech pilířů, až do hodnoty 2,50 m v místech uložení na opěry a středu pole č.2. Šířka nosné konstrukce je 18,55 m. Šířka stěn komorového nosníku je konstantní šířky 0,80 m. Světlá šířka dutin je minimálně 5,17 m, maximálně 7,10 m. Světlá výška dutin je minimálně 1,45 m, maximálně 4,19 m. Horní deska je tloušťky 400 mm s náběhy délky ~1,45 m na každé straně. Dolní část tvoří deska s tloušťkou 400 mm, základní šířky 4,80 m s náběhy na každou stranu. Nosná konstrukce je tvořena dodatečně předpjatým spojitým nosníkem o třech polích o rozpětích 55,00 + 80,00 + 55,00 m.



Most je uložen na každé opěře pomocí dvou hrncových ložisek (1 ks všesměrně pohyblivé, 1 ks podélně pohyblivé). Vnitřní podpory tvoří vždy dvojice štíhlých stěn vetknutých do nosné konstrukce. Tloušťka koncových příčniců u opěr je 3,00 m, vzhledem k zvolenému způsobu stavby mostu je nutné nad pilíři zřídit příčnicí dlouhý 8,00 m. Konstrukce komorového mostu bude zhotovena z betonu C35/45 XF1. Podélný sklon konstrukce je konstantní - 0,6 %. Příčný řez konstrukce bude v jednostranném sklonu 2,5% až 3,5%.

Montážní předpínací kabely jsou situovány v horní desce, každou nově vytvořenou lamelu předpínají 4 22-ti lanové kabely Y1860-S7-15,2 A. Délka jednotlivých lamel je 4 - 5 m. Podrobněji uvedeno ve fázích výstavby. Montážní kabely zůstávají v konstrukci po celou dobu její životnosti.

Po dokončení výstavby letnou betonáží a montáží na zavěšené skruži dojde k předepnutí kabelů spojitosti, pro tyto kabely platí stejné materiálové charakteristiky jako pro kabely montážní. Jedná se o 12 až 15-ti lanové kabely.

Betonářská výztuž je z materiálu B500 B.

#### 7.4.1. Uložení nosné konstrukce

Uložení mostu na opěrách č.1 a č.4 je provedeno dvojbodově pomocí 2 hrncových ložisek s typem kluzné vrstvy MSM o únosnosti 10 MN. Uložení ložisek na podložiskové bloky.

	<u>Levé ložisko</u>	<u>Pravé ložisko</u>
Opěra č.1	podélně pohyblivé	všesměrně pohyblivé
Opěra č.4	podélně pohyblivé	všesměrně pohyblivé

Vnitřní podpěry mostu jsou navrženy ve formě dvojice štíhlých vysokých stěn.

#### 7.4.2. Mostní závěry

Dilatace mostu od rovnoměrné složky teploty se děje na obě strany mostu. Oba konce nosné konstrukce jsou osazeny povrchovým závěrem. Dilatace na každé straně může dosahovat hodnot  $\pm 150$  mm.

#### 7.4.3. Vozovka a izolace

Obrusná vrstva	ACO 11 S	40 mm
Spojovací postřik asf. emulzí 0,2 kg.m <sup>-2</sup>	PS	
Ložní vrstva	ACL 16 S	50 mm
Ochrana izolace	MA 11 IV	35 mm
Izolace	NAIP	5 mm
Pečetící vrstva		
	<b>Celkem</b>	<b>130 mm</b>

Hydroizolace betonové nosné konstrukce tvoří natavovací asfaltové pásy. Vozovka je v jednostranném příčném sklonu 2,5% až 3,5% a konstantním podélným sklonem -0,6 %.

## 7.5. Vybavení mostu

#### 7.5.1. Svodidla

Římsy mostu opatřeny zábradelním svodidlem ZSNH4/H2 se svislou výplní. Zábradelní svodidlo kotveno pomocí hmoždinek. Výška zábradelního svodidla 1100 mm nad úrovní horní plochy římsy.

Směrově je pozemní komunikace oddělena oboustranným betonovým svodidlem.

#### 7.5.2. Odvodnění mostu

Odvodnění mostu je realizováno příčným jednostranným sklonem 2,5 % až 3,5% a konstantním podélným sklonem - 0,6 %. Odvodňovače budou umístěny po podélné osové vzdálenosti 10 m, v příčném řezu vždy u směrově dělícího betonového svodidla a v úžlabí na okraji vozovky. Voda bude svedena potrubím DN150 do vnitřní části komorového průřezu, tudíž bude voda pomocí potrubí DN300 vedena až k opěře č.4. Zde bude voda svedena do vývážště ven mimo stavbu.

Úložné prahy spodní stavby jsou upraveny v příčném sklonu 4 %, voda bude stékat směrem k závěrné zídce, zde bude zřízeno odvodňovací korýtko. Voda z odvodňovacích korýtek průměru 50 mm bude odváděna na jednostranně. U opěry č.1 ve sklonu 2,5% a u opěry č.4 ve sklonu 3,5%.

Drenáž za opěrou č.1 bude provedena perforovanou trubkou průměru 150 mm. Vývod drenáže bude proveden přes dřík opěry, voda se bude vsakovat do okolního prostředí. Podélný sklon drenáže za opěrou bude 2%.

Drenáž za opěrou č.4 bude provedena perforovanou trubkou o průměru 150 mm. Vyústění drenáže bude provedeno jednostranně přes dřík opěry. Voda bude svedena do skluzu z lomového kamene a následně do vývařišť. Podélný sklon drenáže za opěrou bude 2%.

### **7.5.3. Obslužné schodiště**

U každé opěry mostu bude zřízeno revizní schodiště. U opěry č.1 30x650x300 u opěry č.4 35x650x300. Schodiště tvořeno z betonových stupňů C25/30 XC2, horní povrch obložen lomovým kamenem.

### **7.5.4. Zábradlí**

Na vnější straně nouzového chodníku bude zřízeno bezpečnostní ocelové zábradlí výšky 1100 mm.

## **8. STATICKÉ ŘEŠENÍ**

Most je analyzován v programu Scia Engineer 2012. Pro vystižení působení konstrukce bylo nutno navrhnout několik modelů. V první řadě bylo nutné vytvořit takový model, který by co nejvěrněji vystihl působení konstrukce během výstavby. Byl zhotoven 2D prutový model, pomocí kterého bylo možné vystihnout časovou analýzu. Během postupné výstavby se často mění statické schéma. Aby bylo možné spočítat i další vnitřní síla, jakými jsou například kroutící momenty, je nutné vytvořit 3D prutový model. Pro analýzu příčného směru byl namodelován prutový model, model byl vytvořen pro analýzu v oblasti vnitřní podpěry a pro analýzu v polovině rozpětí středního pole. Konstrukce byla posouzena na mezní stavy dle Evropských norem – EN, jak pro trvalé, tak pro dočasné návrhové situace.

## **9. VÝSTAVBA MOSTU**

### **9.1. Založení a spodní stavba**

V místě budoucích stavebních jam je nutné provést skrývku ornice o tloušťce 150 mm. Po dostatečné přípravě základových jam budou provedeny pilotové základy v místě budoucích opěr č.1 a č.4 a následně i v místech budoucích štíhlých stěn č.2 a č.3. Na vrtané piloty budou vybetonovány základové bloky navazující na piloty. Vybetonují se mostní křídla a úložný práh u opěr č.1 a č.4. Následně se aplikuje ochrana hydroizolací a prostor za opěrami se zaveze vhodnou zeminou. Současně s budováním opěr probíhá betonáž štíhlých stěn.

### **9.2. Nosná konstrukce**

Po dokončení štíhlých stěn je nutné na pevné skruži zřídit zárodek, délka zárodku je stanovena na 8 m. Zárodek je vybudován symetricky. S přihlédnutím ke skutečnosti, že vnitřní podpěra je tvořena dvěma štíhlými stěnami, nebylo nutné zřizovat dočasnou montážní podporu v blízkosti betonového zárodku. Vzhledem k velké štíhlosti stěn, bylo nutné zajistit stěny příčnou ocelovou konstrukcí předepnutou ke stěnám. Tyto ztužující prvky jsou dočasné, slouží pouze během fáze letmé betonáže. Ztužidla budou ve třetinách výšky stěn, po dokončení stavby budou odstraněny. Stavba betonového zárodku je časově náročná, je nutné zbudovat pevnou skruž, zárodek bývá ve velké míře vyztužován, proto se délka výstavby pohybuje okolo jednoho měsíce. Při návrhu receptury betonu nosné konstrukce C35/45 XF1 byla věnována velká pozornost nejen kvůli potřebě rychlého nárůstu pevnosti betonu, ale též je nutné věnovat pozornost zpracovatelnosti a související technologii



dopravy betonu. Zárodek bude betonován betonážními koši, vahadla EF mobilními čerpadly. Délka potrubí se pohybuje až okolo 80 m, výškový rozdíl činí až 40 m. Betonáž vahadlových lamel je prováděno symetricky, na každou stranu budou zakotveny betonářské vozíky. Při volení délky lamely vahadla bylo nutné zohlednit technologické možnosti výrobců betonářských vozíků, maximální zatížení betonářského vozíku je stanoveno na 290 00 kg, včetně vlastní tíhy betonářského vozíku, který se pohybuje okolo 60 000 kg. Betonářské vozíky budou zakotveny pomocí předpínacích tyčí do předešle vybudované lamely. Vzhledem k vyšší výšce průřezu u zárodku byla délka první lamely stanovena na 4 m, ostatní lamely budou betonovány o délkách 5 m. Dle technologických možností se čas betonáže symetrické lamely pohybuje do jednoho týdne. Výstavba vahadel bude probíhat z obou pilířů, tedy na každém pilíři budou osazeny dva betonářské vozíky. Na každém vahadle bude vybetonováno sedm symetrických lamel, během betonáže je nutné sledovat, zda ve stěnách nedochází k tahům, je nutné věnovat pozornost globální stabilitě celého vahadla. Při výpočtu stability bylo uvažováno, že rozdíl hmotností betonové směsi na symetrických vahadlech se nesmí lišit o více než 30%. Jednotlivé lamely vahadla jsou předepnuta montážními kabely v horní desce. Předpětím redukuje momenty při betonáži.

Po vybudování celého vahadla nastává betonáž spojovací lamely, napnou se provozní kabely v dolní desce. U opěr je nutné dobudovat zbytek konstrukce na zavěšené skruži. Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná z ekologického hlediska o cenné území, je nutné pevnou skruž zavěsit na nosníky. S touto variantou se i vyhneme stavěním skruže ve svahovitém území. Následně bude celá konstrukce předepnuta kabely spojitosti. Napínání kabelů spojitosti bude provedeno z obou opěr.

### 9.3. Mostní svršek

Po dokončení nosné konstrukce mostu a přechodových oblastí a závěrných zídek opěr bude na povrch aplikována hydroizolace. Následuje instalace odvodňovačů a lícnicích prefabrikátů. Po usazení lícnicích prefabrikátů nastává fáze vrtání kotvicích přípravků a betonování monolitických říms. Po odbednění říms lze začít s pokládáním vrstev vozovky, osazováním zábradelního svodidla, směrově dělicího betonového svodidla a bezpečnostního ocelového zábradlí u nouzových chodníků.

### 9.4. Dokončovací práce

Po dokončení výstavby mostu se provede ohumusování a zatravnění svahů. Staveniště se řádně uklidí a případně vzniklý odpad se ekologicky zlikviduje.

Podrobný časový harmonogram viz příloha.

## 10. ZÁVĚR

Na základě zadání diplomové práce byly provedeny tři studie možného přemostění hlubokého údolí řeky Dyje. Ze získaných studií byla vybrána výsledná varianta řešení, která byla dále řešena. Pro další zpracování byla vybrána varianta leťmo betonovaného komorového mostu s proměnnou výškou průřezu. V souladu s Eurokódem byla konstrukce dimenzována a posouzena na mezní stav použitelnosti a únosnosti. Dimenzování bylo provedeno podle pokynů a v rozsahu stanoveném vedoucím diplomové práce.

V Brně dne 16.01.2015



podpis autora

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literatura

- M. Zich a kolektiv – Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódu, Dashöfer Holding 2010
- J. Stráský, R. Nečas, L. Klusáček, J. Panáček – Betonové mosty I, opory VUT 2006
- J. Navrátil – Předpjaté betonové konstrukce, CERM 2008
- J. Stráský – Betonové mosty, SEL, spol. s.r.o

### Internet

- Předpínací systém VSL – <http://www.vsl.cz/>
- Betonové mosty – <http://www.necasradim.cz/>
- FREYSSINET CS, a.s. – <http://www.freyssinet.cz/>

### Normy

- ČSN 73 6201 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



## SEZNAM PŘÍLOH TEXTOVÉ ČÁSTI

### P1. POUŽITÉ PODKLADY A VARIANTY ŘEŠENÍ

#### Použité podklady

Příčný řez M 1:100  
Podélný řez M 1:500  
Situace M 1:1000

#### Varianty řešení

##### Varianta A

Příčný řez M 1:50  
Podélný řez M 1:250

##### Varianta B

Příčný řez M 1:50  
Podélný řez M 1:250

##### Varianta C

Příčný řez M 1:50  
Podélný řez M 1:250

### P2. VÝKRESY – Přehledné, podrobné a detaily

#### Přehledné výkresy

Půdorys M 1:250  
Podélný řez M 1:250  
Příčný řez M 1:50

#### Výkres betonářské výztuže

Betonářská výztuž u vnitřní podpory M 1:50  
Betonářská výztuž ve středním poli M 1:50

#### Výkres předpínací výztuže

Podélný a příčný řez M 1:100  
Půdorys M 1:100

Lícní prefabrikát M 1:20, 10, 5

Tvar říms M 1:10, 5

Výztuž říms M 1:25, 10

### P3. STAVEBNÍ POSTUP A VIZUALIZACE

#### Stavební postup

Stavební postup  
Fáze výstavby  
Časový harmonogram stavby  
Grafické znázornění výstavby

#### Vizualizace

### P4. STATICKÝ VÝPOČET

#### Statický výpočet

Statický výpočet: Příloha č.1 – Průřezové charakteristiky

Statický výpočet: Příloha č.2 – Analýza vnitřních sil a napětí během výstavby