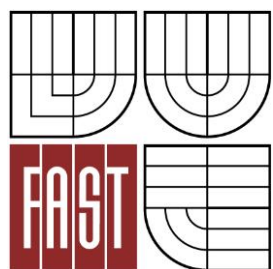




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

OBLOUKOVÝ MOST PŘES DÁLNICI

ARCH BRIDGE OVER A HIGHWAY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

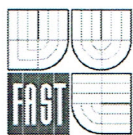
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. ROBIN PĚKNÍK

VEDOUcí 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. Robin Pěkník
Název	Obloukový most přes dálnici
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 navrhněte dvě až tři varianty řešení a zhodnoťte je.

V řešení preferujte přemostění ve formě obloukové konstrukce.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte včetně zohlednění jejího postupu 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).

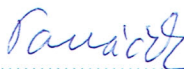
Popisný soubor závěrečné práce (1x).

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

Předmětem diplomové práce je návrh silničního mostu přes dálnici D1 u města Přerov. Ze tří navržených variant byl pro podrobnou analýzu vybrán most se samokotvenou obloukovou konstrukcí, která je výhodná pro hluboký zářez. Betonový most je navržen a posouzen dle platných Eurocodů. Součástí práce je detailní statický výpočet, přehledná výkresová dokumentace a vizualizace mostu. Výpočet je proveden v programu Scia Engineer včetně časové analýzy (TDA). Posudky konstrukce jsou vypracované v programu Excel nebo ručně.

Klíčová slova

most, betonový most, dálniční nadjezd, předpjatý beton, samokotvená konstrukce, obloukový most, betonový oblouk

Abstract

The subject of this master's thesis is design of road bridge over highway D1 by the city Přerov. From the three proposed solutions has been chosen bridge with self-anchored arched structure which is good for deep notch. The concrete bridge was designed and assessed according to current Eurocodes. The thesis includes detailed structural analysis, drawings and visualization of the bridge. The analysis was performed using software Scia Engineer including time dependent analysis (TDA). Assessment of structure was made in Excel or by hand.

Keywords

bridge, concrete bridge, highway fly-over, prestressed concrete, self-anchored construction, arch bridge, concrete arch

...

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Robin Pěkník *Obloukový most přes dálnici*. Brno, 2015. 21 s., 267 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. 1. 2015



podpis autora
Bc. Robin Pěkník

Poděkování:

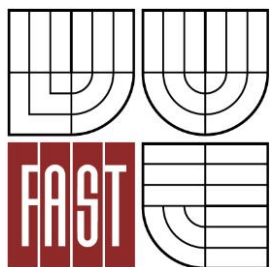
Na prvním místě bych chtěl poděkovat Pánu Bohu za jeho vedení během celého studia, protože bez Něj nemůžu činit nic

Děkuji Ing. Josefu Panáčkovi za jeho vstřícnost a ochotu při konzultacích. Jeho podnětné rady, připomínky a čas mi pomohly vypracovat mou diplomovou práci až do zdárného konce.

Rovněž patří můj dík celé rodině za finanční a morální podporu. Vždy mi vytvářeli potřebné zázemí a uměli mne podpořit ve studiu.



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

OBLOUKOVÝ MOST PŘES DÁLNICI

ARCH BRIDGE OVER A HIGHWAY

TECHNICKÁ ZPRÁVA

ENGINEERING REPORT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. ROBIN PĚKNÍK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK



OBSAH

1. ÚVOD	10
2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	10
2.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY	10
2.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O INVESTOROVI	10
2.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE	10
3. VARIANTY ŘEŠENÍ.....	10
3.1. VARIANTA 1	11
3.2. VARIANTA 2	11
3.3. VARIANTA 3	12
4. ZDŮVODNĚNÍ STAVBY MOSTU A JEHO UMÍSTĚNÍ	13
5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ	13
6. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU	14
6.1. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU	14
6.2. ÚDAJE O ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBĚ MOSTU	14
6.3. IZOLACE	15
6.4. ODVODNĚNÍ	15
6.5. SKLADBA VOZOVKY.....	15
6.6. VYBAVENÍ MOSTU	16
6.7. ŘEŠENÍ PROTIKOROZNÍ OCHRANY	16
7. STATICKÉ POSOUZENÍ.....	17
8. VÝSTAVBA MOSTU	17
8.1. POSTUP A TECHNOLOGIE STAVBY MOSTU	17
8.2. SOUVISEJÍCÍ OBJEKTY STAVBY	18
9. ZÁVĚR	19
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	20
SEZNAM PŘÍLOH	21



1. ÚVOD

Úkolem diplomové práce bylo navrhnout přemostění silnice II/436 přes nově budovanou dálnici D1. Pro zadaný problém byly vypracovány tři varianty možného řešení. Podle zadání je preferováno přemostění ve formě obloukové konstrukce. Zvolená varianta je podrobně rozpracována včetně zohlednění postupu výstavby. V přílohách je obsažen statický výpočet, výkresová dokumentace a vizualizace mostu. Posouzení je provedeno podle platných norem.

2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

2.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA STAVBY

Název stavby	DÁLNIČE D1, STAVBA 0137 PŘEROV LIPNÍK SO203 – MOST NA SILNICI II/436 PŘES D1 km 86, 273 73
Typ stavby:	Novostavba
Stupeň PD:	DP
Místo stavby	
Kraj:	Olomoucký
Obec:	Přerov
Katastrální území:	Předmostí [734977]
Křížení:	Dálnice D1 km 86,273 73 a silnice II/436 km 0,103 719

2.2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O INVESTOROVÍ

Název investora:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, správa Olomouc
Sídlo investora:	Wolkerova 24a, 779 11 Olomouc
Nadřízený orgán	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 56, 145 05 Praha 4
Druh organizace:	Státní podnik
Telefon:	585759312
Kontaktní osoba:	Ing. Martin Smolka, MBA

2.3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O ZPRACOVATELI DOKUMENTACE

Název zpracovatele:	Vysoké učení technické v Brně Fakulta stavební – Ústav betonových a zděných konstrukcí
Sídlo zpracovatele:	Veveří 331/95, 602 00 Brno
Telefon:	541147846
Fax:	549250218
E-mail:	2380@fce.vutbr.cz
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Josef Panáček
Kontroloval - oponent:	Ing. Svatopluk Zobek (PRIS spol. s r. o.)
Vypracoval:	Robin Pěkník

3. VARIANTY ŘEŠENÍ

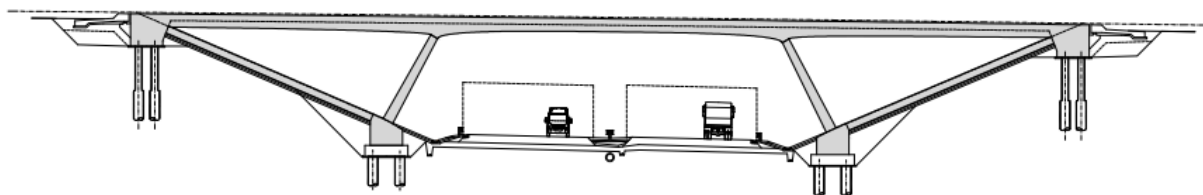
Pro vypracování variant řešení přemostění sloužily podklady, které byly předány v elektronické podobě současně se zadáním. V *.dwg formátu je zakreslený stávající stav terénu a návrh nové dálnice D1 včetně šířkového uspořádání. V situaci a podélném profilu jsou zakresleny geologické vrty, tudíž nebyl problém si udělat základní představu o základových poměrech v dané lokalitě.

Výkresy jednotlivých variant jsou obsaženy v příloze **P1. použité podklady a varianty řešení.**

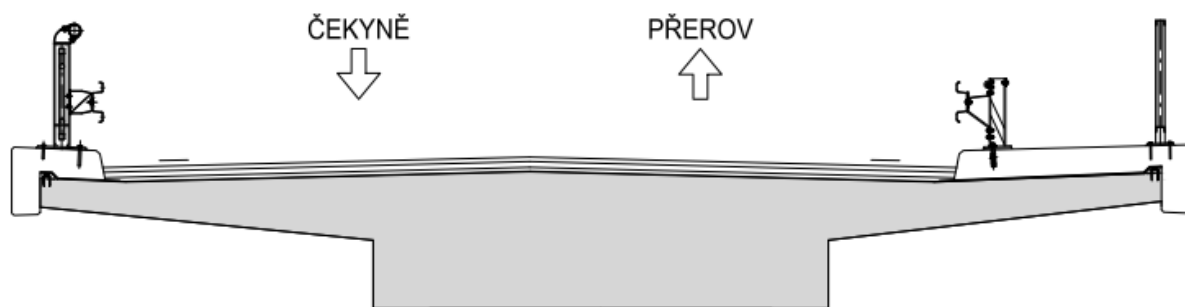
3.1. VARIANTA 1

Nosnou konstrukcí tvoří vzpěradlový rám o třech polích. Rozpětí krajních polí je 25 m. Prostřední pole je 32 m dlouhé. Mostovku tvoří jednorámový nosník, který má proměnnou výšku. V běžné části je mostovka vysoká 1,2 m. Nad šikmými stojkami se trámový nosník zvýší na 2,0 m. Na obou koncích je most ukončen monolitickým příčnickem, který se vybetonuje současně s mostovkou. Šikmé stojky jsou navrhnuté jako prefabrikované s proměnnou tloušťkou 0,7 m – 1,0 m. Stojky a mostovka jsou k sobě připojeny kloubově pomocí vrubových kloubů. Základy pod šikmými stojkami a koncové příčníky jsou vzájemně propojené vzpěrami, které mají rozměr 0,7 m na výšku a 4,0 m na šířku, a tvoří samostatný systém. Při správném návrhu předpětí a geometrie konstrukce by základy měly být zatěžovány pouze svislými silami. Předpokládá se, že most by byl založen na velkopřůměrových pilotách. Krajní piloty by se zúžily v horní části, aby se do konstrukce lépe vneslo předpětí.

Během výstavby je nutné vybetonovat mostovku na pevné skruži. Výhodou je, že se jedná o integrovaný most. Dilataci okolního terénu a mostní konstrukce zajišťuje přechodová oblast s přechodovou deskou pod vozovkovými vrstvami. Z důvodu velkého rozpětí se mezi přechodovou deskou a koncový příčník vloží mostní závěr pro tradiční mosty. Dálnice D1 je vedena v zářezu, proto je rámová konstrukce se šikmými stojkami vhodná, úsporná a estetická varianta.



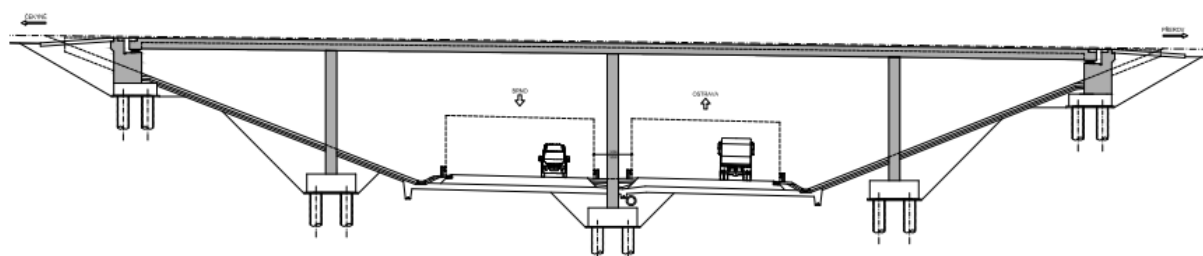
Obrázek 1 Varianta 1 - podélný řez



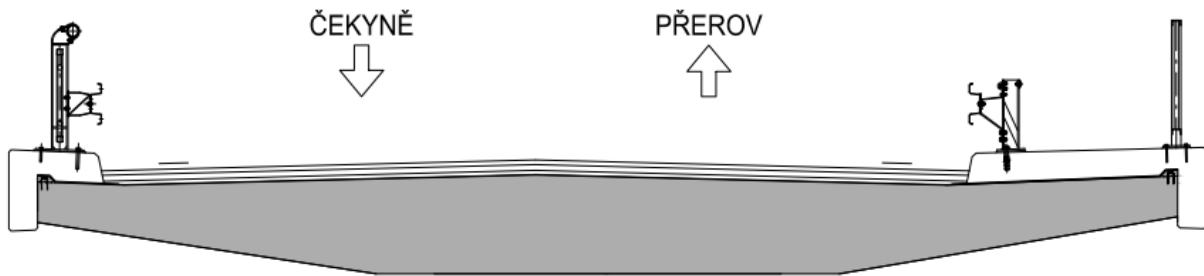
Obrázek 2 Varianta 1 - příčný řez

3.2. VARIANTA 2

Druhou variantu řešení tvoří rámová konstrukce o čtyřech polích. Rozpětí dvou krajních polí je 16,0 m a prostředních 23,0 m. Mostovku tvoří lichoběžníková deska výšky 0,85 m, která je uložena na třech kyvných stojkách a na krajních opěrách na posuvných ložiscích. Stojky mohou být na stavbu dodané jako prefabrikované, což urychlí výstavbu. Předběžný návrh rozměrů pro stojky je 0,9 m x 3,5 m. Soudržné předpínací lana by se trasovala uvnitř lichoběžníkové desky. Nevýhodou této varianty je, že je nutné postavit stojku do středního dělicího pruhu, což vytváří nebezpečné místo pro dopravu na dálnici. Také by byla nutná koordinace s dešťovou kanalizací, která by se musela v místě mostu odklonit na stranu. Předpokládá se, že most by byl založen na velkopřůměrových pilotách.



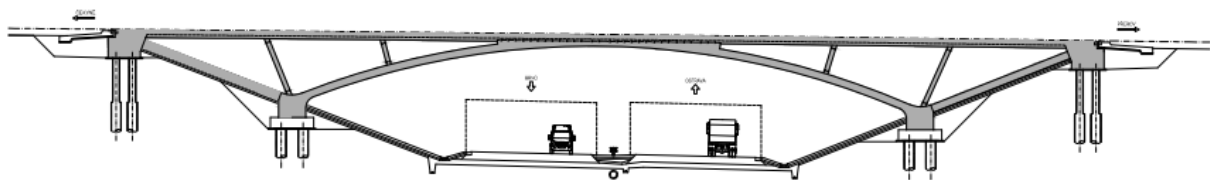
Obrázek 3 Varianta 2 - podélný řez



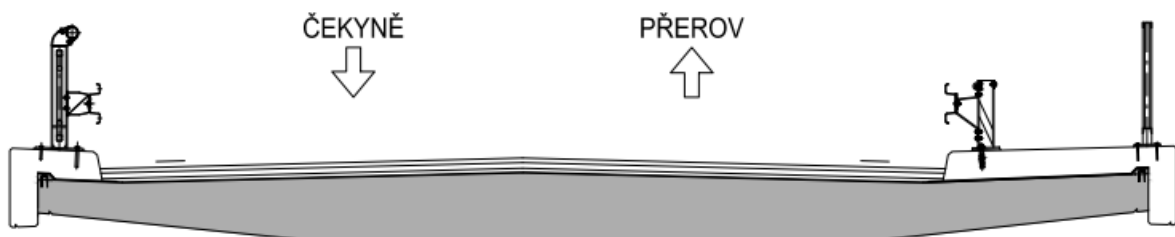
Obrázek 4 Varianta 2 - příčný řez

3.3. VARIANTA 3

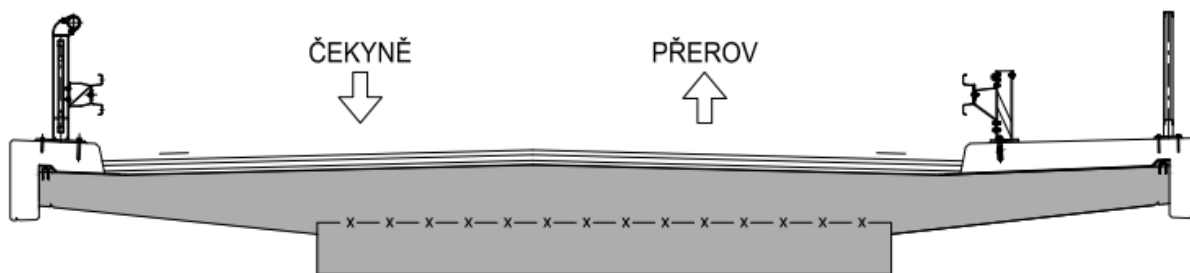
Most je tvořen samokotveným obloukovým systémem. Oblouk podpírá horní mostovku 4 stojkami a ve střední části oblouku na délce 20 m dojde ke zmonolitnění s mostovkou. Vodorovnou obloukovou silou zachycuje předpínací síla, která se přenáší přes šikmé vzpěry do pat oblouku. Při správném návrhu předpětí a geometrie konstrukce by základy (piloty) měly být zatěžovány pouze svislými silami. Oblouk tvoří obdélníkový profil 0,7 m x 5,0 m, který se mění ve střední části v místě styku s mostovkou. Rozpětí jednotlivých polí mostovky je cca 10,75 m. Stojky mají rozměr 0,4 m x 4,0 m. Šikmé vzpěry mají stejný rozměr jako oblouk 0,7 m x 5,0 m a jsou o 5 cm zvednuté nad okolní kamennou dlažbu, tak aby bylo zřejmé statické působení konstrukce. Ve finální fázi bude most tvořit integrovanou konstrukci. Vodorovné posuny a pootočení koncových příčníků bude dilatovat od okolního terénu přechodová oblast s přechodovou monolitickou deskou, na kterou se osadí klasický mostní závěr pro běžné mosty. Most se založí na velkopřůměrových pilotách. Jelikož se jedná o hlubší zářez, tak je tato varianta vhodnější než vzpěradlová rámová konstrukce. Zároveň si myslím, že tento most bude tvořit zajímavý estetický prvek, který bude v dané lokalitě působit přirozeným (elegantním) dojmem.



Obrázek 5 Varianta 3 - podélný řez



Obrázek 6 Varianta 3 - příčný řez



Obrázek 7 Varianta 3 - příčný řez ve vrcholu oblouku

4. ZDŮVODNĚNÍ STAVBY MOSTU A JEHO UMÍSTĚNÍ

Řešený most převádí silnici II/436 přes nově budovanou dálnici D1. Hlavním účelem stavby je bezpečné převedení všech účastníků silničního provozu. Ze tří variant řešení přemostění byla pro podrobnou analýzu vybrána varianta se samokotvenou obloukovou konstrukcí z monolitického betonu.

Silnice na mostě bude směrově nerozdělená v šířkovém uspořádání S7,5/50. Trasa na mostě bude přímá a niveleta klesá ve směru staničení s proměnným sklonem $s = 0,936\% - 1,387\%$ ($R = 20\,000$ m). Příčný sklon je střešovitý $s = 2,5\%$. Na pravé straně mostu je římsa šířky 2,05 m s pruhem pro chodce v šířce 1,25 m. Levá římsa je široká 0,8 m. Dálnice pod mostem je navržena v kategorii D26,5/120 jako směrově rozdělená a nachází se v hlubokém zářezu (± 11 m).

Most je umístěn v extravilánu. Okolní terén je svažité směrem na jihovýchod a leží v nadmořské výšce přibližně 239 m n. m. Diplomová práce přímo nenavazuje na žádný předchozí stupeň PD.

V místě stavby byly provedeny geologické vrty a byl zjištěn přibližně tento geologický profil:

0,0 – 0,5 m	Ornice	
0,5 – 20,0 m	Hlína prachovitá	F6CL
20,0 m – 30,0 m	Jílovitopísčitý štěrk	G4GM

Přesné údaje jsou obsaženy v inženýrsko-geologické zprávě.

Ustálená hladina podzemní vody je v hloubce 14,0 m. Základové poměry nejsou v dané lokalitě příznivé, proto je nutné navrhnout hlubinné založení.

5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ

Délka přemostění:	85,00 m
Délka mostu:	92,00 m
Šikmost mostu:	kolmý $\alpha = 100,000^g$
Volná šířka mostu:	7,50 m
Šířka mezi zábradlím:	9,25 m
Šířka nosné konstrukce:	9,85 m
Šířka mostu:	10,35 m
Šířka oblouku a stojek:	5,00 m
Rozpětí oblouku:	58,00 m
Výška mostu:	11,15 m
Stavební výška:	0,95 m – 6,97 m
Volná výška:	min. 8,86 m
Podélný sklon:	proměnný 0,936% – 1,387%
Příčný sklon:	střešovitý 2,5%
Rozpětí polí mostovky:	11,03 m + 10,75 m + 10,72 m + 20,00 m + 11,19 m + 10,75 m + 10,56 m
Zatížení mostu:	1 skupina PK

6. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

6.1. POPIS NOSNÉ KONSTRUKCE MOSTU

Konstrukce mostu je tvořena obloukem, který spolu se čtyřmi stojkami podepírá mostovku. Mostovka je tvořena lichoběžníkovou deskou. Vrchol oblouků bude pevně spojen s mostovkou v délce 20,0 m ve vrcholu. Oblouk má mimo střední část, kde je náběhový průřez, obdélníkový profil 5,0 m x 0,7 m. Stojky mezi obloukem a mostovkou mají průřez 0,4 x 4,0 m a na obou koncích se vybední a vyztuží vrubové klouby. Vodorovná složka z oblouku se zachytí pomocí šikmých vzpěr, které mají šířku 5,0 m a výšku 0,7 m, tak aby základy byly co nejméně namáhané vodorovnou silou. Krajiní příčníky budou masivní monolitické a mají rozměr 2,5 m x 3,5 m. Oblouk i vzpěry jsou vetknuté do spodní stavby. Lichoběžníková deska má výšku 0,6 m. Krajiní části desky jsou vysoké 0,295 m vlevo a 0,325 m vpravo. Horní hrana desky kopíruje příčný sklon vozovky na mostě (2,5%; případně 4% pod římsou).

Horní povrch mostovky bude vyhlazen pro přímé natavení izolace. Všechny hrany se zkosí 20/20. V místě říms se osadí kotvy pro kotvení říms. Nosná konstrukce se bude betonovat na pevné skruži mimo šikmých vzpěr, které se vybetonují na předem upraveném podkladu – kluzná vrstva (fólie + XPS), podkladní beton + štěrkopískový podklad.

Použité betony pro stavbu mostu:

Mostovka	C35/45	XC4, XF2, XD1
Římsa	C30/37	XC4, XD3, XF4
Stojka	C40/50	XC4, XF2, XD1
Vzpěra	C40/50	XC4, XF2, XD1
Oblouk	C40/50	XC4, XF2, XD1
Přechodová deska	C25/30	XC2, XA1
Základový pilíř	C25/30	XC2, XA1
Pilota	C25/30	XC2, XA1
Podkladní beton	C12/15	X0

Ocel:

Betonářská	B500B
Předpínací	Y1860-S7-15,7

Mostovka je dodatečně předepnuta 12 soudržnými kabely. Jeden kabel tvoří 20 lan. Půdorysná vzdálenost mezi kabely je 0,5 m. Na obou koncích kabelů se použijí kotvy VSL typ E. Napínání bude probíhat z jedné strany (na začátku mostu ve směru staničení). Celkový počet kotev je 22 ks. Kabelové kanálky jsou z tenkého vlnitého plechu $\varnothing 100/107$ mm.

Technologické údaje předpínání:

- kotevní napětí $\sigma_{p,max} = 1476$ MPa
- doba podržení napětí $t_{cor} = 7$ minut (420 s)
- kotvy budou zabetonovány
- pořadí napínání kabelů dle jejich označení (1 až 12)
- injektáž a odvětrání kanálků bude provedeno skrze kotvy, odvětrávací a injektážní kanálky
- okamžik předepnutí - VI. fáze (± 114 dní)

6.2. ÚDAJE O ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBĚ MOSTU

Před započítáním výkopových prací se sejme ornice podle její mocnosti (pedologický průzkum). Ornice se dočasně uloží na mezideponii (v kompetenci zhotovitele) a zpětně se použije na ohumusování svahů. Zemní práce se provedou dle platných technologických předpisů. Všechny stavební jámy se odvodní a viditelně označí. Výkopové jámy budou mít sklon svahů 1:1.

Most je založen na velkopřůměrových pilotách. Pod patami oblouku je navrženo vždy 8 pilot $\varnothing 900$. Piloty se uspořádají do dvou řad. Vzdálenost mezi pilotami je 2 m v obou směrech. Na pilotách se vybetonuje základ o rozměrech 4,0 m x 8,0 m a výšky 1,0 m. Pod koncovými příčníky je také 8 pilot. První 4,0 m piloty má průměr $\varnothing 600$, zbývající část má průměr $\varnothing 900$. Půdorysná vzdálenost pilot pod příčníkem je 1,5 m v podélném směru mostu a 2,5 m v příčném směru. Koncové příčníky se vybetonují současně s mostovkou.

Všechny základové prvky jsou uloženy na podkladním betonu.



Na rubové straně příčníků se provede odvodnění drenáží $\varnothing 150$ s minimálním podélným sklonem 3%. Drenáž bude obalena v geotextilii a vyústí se na terénu.

Všechny betonové části pod úrovní upraveného terénu se opatří asfaltovým penetračním nátěrem a izolací proti zemní vlhkosti.

Pod mostem a částečně vedle mostu se svahy zpevní dlažbou z lomového kamene (200 mm) do betonového lože (150 mm). Na začátku i na konci mostu (z každé příjezdové strany) se vystaví revizní monolitické schodiště šířky 0,75 m v betonových obrubách. Schodiště musí být založeno do nezámrzné hloubky (min. 0,8 m pod Ú. T.).

Zásypy se budou hutnit po vrstvách – maximální tloušťka vrstvy je 0,3 m – a použije se nenamrzavá propustná zemina.

Přechodovou oblast tvoří přechodová deska délky 5,0 m. Deska má proměnou výšku, protože v prvním metru bude vynášet římsy. Deska má spád 6% a je z betonu C25/30. V desce se vynechá vybrání pro dilatační závěr. Na spodní hraně přechodové oblasti ve styku se zemínou se položí těsnicí fólie – geomembrána (minimální pevnost 20 kN/m², protažení minimálně 20%). Zásyp za opěr (příčnícem) se bude hutnit po vrstvách max. tl. 0,3 m na 100% PS.

Staničení:

Opěra 1	km 0,058 031
Podpěra 2	km 0,074 031
Podpěra 3	km 0,132 031
Opěra 4	km 0,148 031

6.3. IZOLACE

Na mostě se provede celoplošná izolace z natavovaných asfaltových pásů na kotevně impregnační nátěr a na speciální vrstvu z epoxidové pryskyřice. Vhodně zvolený technologický postup musí zajistit nepropustnost (vodotěsnost).

6.4. ODVODNĚNÍ

Odvodnění mostu je pomocí příčného 2,5% a podélného $\pm 1\%$ sklonu vozovky. Římsa bez chodníku má příčný sklon 4% směrem k vozovce a římsa s chodníkem má příčný sklon 2,5%. Na mostě se osadí čtyři odvodňovače 500 x 500 mm (typ HSD-5). Odvodňovače jsou umístěny nad příkopy dálnice D1, do kterých budou volně odtékat. Pod mostem se příkop upraví lomovým kamenem do betonového lože, tak aby vzniklo trvanlivé dopadiště.

Odvodnění opěr se provede drenáží $\varnothing 150$ mm. Minimální podélný sklon jsou 3%. Drenáž se zabalí do geotextilie a vyústí na terénu dle VL4 204.02.

6.5. SKLADBA VOZOVKY

SKLADBA VOZOVKY 1 - NA MOSTĚ

- Asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	40 mm
- Spojovací postřik, asfaltový	PS;E 0,3 kg/m ²	
- Asfaltový beton pro ložní vrstvu	ACL16S	50 mm
- Lítý asfalt pro ochrannou vrstvu	MA 11V	35 mm
- Izolace celoplošná s pečetivací vrstvou		5 mm
- Nosná konstrukce		
Celková tloušťka vozovky		130 mm

SKLADBA VOZOVKY 2 - MIMO MOST (DO-N-4;TDZ-I;PIII)

- Asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	40	mm
- Spojovací postřík, asfaltový	PS;E 0,3 kg/m ²		
- Asfaltový beton pro ložní vrstvu	ACL22S	80	mm
- Spojovací postřík, asfaltový	PS;E 0,5 kg/m ²		
- Asfaltový beton pro podkladní vrstvu	ACP22S	80	mm
- Spojovací postřík, asfaltový	PI;E 1,2 kg/m ²		
- Směs stmelená cementem	SC C/8/10	180	mm
- Mechanický zpevněná zemina	MZ	min. 250	mm
- Upravená zhutněná zemní pláň $E_{DEF2} = 45$ MPa			
Celková tloušťka vozovky		130	mm

6.6. VYBAVENÍ MOSTU

Ložiska

Přechodová deska bude uložena na třech elastomerových ložiscích na konzolách na rubu příčnicku. Předpokládaný rozměr ložiska je 200 x 400 x 134 mm.

Mostní závěr

Jsou navrženy dva dilatační závěry (na začátku a na konci mostu) WSF80, které umožní pohyb ± 40 mm. Kotvení do přechodové desky a koncového příčnicku se provede dle pokynů výrobce. Bednicí plech bude v oblasti kotev vyříznut.

Římsy

Na mostě se provedou na obou stranách monolitické železobetonové římsy z betonu C30/37-XF4. Šířka levé římsy je 0,8 m a příčný sklon je 4,0%. Pravá římsa je široká 2,050 m a příčný sklon je 2,5%. Okapové nosy jsou vysoké 0,7 m a šířky 0,25 m. Pravá římsa bude povrchově upravena příčnou striáží v místě chodníku. Zvýšená obruba je 0,15 m a zkosení dle pokynu výrobce svodidel NH4. Římsy budou kotveny do mostovky po jednom metru.

Bezpečnostní zařízení

Na levé římse se osadí zábradelní svodidlo ZSNH4/H2 se svislou výplní výšky 1,1 m. Před a za mostem bude zábradelní svodidlo pokračovat svodidlem JSNH4/H2 (minimálně dalších 12 m). Na pravé římse se osadí svodidlo MS4/H2 výšky 0,78 m nad úroveň vozovky a ocelové zábradlí se svislou výplní výšky 1,1 m. Svodidla a zábradlí budou kotveny do říms pomocí chemických kotev do vývrtů nebo pomocí zabetonovaných šroubů. Patky se podlijí plastmaltou.

Letopočet stavby

Letopočet dokončení mostu se vybední pomocí vložené formy.

6.7. ŘEŠENÍ PROTIKOROZNÍ OCHRANY

Povrchová úprava ocelových částí:

- Úprava povrchu ponořením do odmořovací lázně – stupeň Be
- Žárové zinkování ponorem dle ČSN ISO 1461, nominální tloušťka zaslého filmu 70 μ m, minimální tl. 60 μ m
- Základní nátěr epoxidový dle DB 687, nominální tl. zaslého filmu 120 μ m, min. tl. 100 μ m
- Vrchní nátěr polyuretanový dle DB 687, nominální tl. zaslého filmu 80 μ m, min. tl. 50 μ m

U základního nátěru je zhotovitel povinen předložit výsledky zkoušek české akreditované zkušebny o dostatečné přilnavosti na ZN podklad a určit způsob předpravy ZN povlaku před aplikací nátěru.

Odstín vrchního nátěru bude stanoven investorem stavby.

7. STATICKÉ POSOUZENÍ

Výpočet je proveden v programu SCIA Engineer 2014.

Most je vymodelován jako **RÁM XZ** (nutné pro TDA výpočet) s postupným přidáváním prutových prvků podle jednotlivých fází výstavby. Ve výpočtu je zohledněno předpětí pomocí soudržných kabelů, krátkodobé a dlouhodobé ztráty, smršťování a dotvarování betonu.

Dále byl vytvořen prostorový model **XYZ**, kde byly získány maximální krouticí momenty na konstrukci. Příčný směr byl řešen jako vetknutý prut. Konstrukce byla navržena a posouzena tak, aby vyhověla normovým požadavkům.

Kompletní statický výpočet v příloze P4.

8. VÝSTAVBA MOSTU

8.1. POSTUP A TECHNOLOGIE STAVBY MOSTU

Etapa 0

- nejprve se musí vybudovat nová objízdná trasa na silnici II/436
- příprava a zařízení staveniště
- vytyčení stávajících sítí a případné přeložky IS
- sejmutí ornice a odvoz na mezideponii
- výkopové a zemní práce (hloubení stavební jámy)

Připojení staveniště k IS je plně v kompetenci zhotovitele. Zemní práce budou obnášet zejména hloubení zářezu. Vhodná zemina pro další použití se převeze na mezideponii a následně se použije pro hutněné zásypy. Nevhodná zemina se odveze na skládku.

Etapa I

- vyvrtají a vybetonují se piloty a základové pilíře pod patou oblouku

Základová spára bude vyčištěna. Poté se vybetonují podkladní betony, které budou zároveň sloužit jako šablona pro vrtání pilot. Při vytahování vrtného nástroje nesmí vzniknout sací efekt. Hloubení piloty musí být souvislé. Dno vrtu je nutné vyčistit a poté v co nejkratším čase piloty vybetonovat. Při vkládání výztuže do vývrtu je nutné použít distanční vložky, aby bylo zajištěno dostatečné krytí výztuže.

Etapa II

- betonáž oblouku na pevné skruži

Etapa III

- provedou se zhutněné zásypy za opěrami č. 2 a 3
- zhutní se zemní pláň v místě budoucí vzpěry
- betonáž podkladního betonu
- položení kluzné vrstvy – fólie + XPS
- betonáž šikmé vzpěry

Etapa IV

- betonáž stojek do bednění

Etapa V

- betonáž mostovky a koncových příčníků do pevné skruže

Celá konstrukce bude provedena na pevné skruži.

Etapa VI

- vnesení předpětí do konstrukce

Při dosažení požadované pevnosti betonu se konstrukce předepne. Napínání kabelu podle jejich označení.



Etapa VII

- odskružení konstrukce
- zainjektování kanálků

Etapa VIII

- přechodové oblasti
- osazení dilatačních závěrů
- ostatní stálé zatížení – hydroizolace, římsy, mostní odvodňovače, vozovkové vrstvy, záchytná zařízení, vodorovné dopravní značení

Etapa IX

- most se uvede do provozu
- zpevnění svahů a vybudování revizních schodišť

8.2. SOUVISEJÍCÍ OBJEKTY STAVBY

Stavbu mostu je nutné celou dobu koordinovat s ostatními stavebními objekty při stavbě dálnice D1. Zároveň musí být zajištěn trvalý provoz na komunikaci II/436.



9. ZÁVĚR

Nejprve byly navrhnuty tři varianty přemostění nově budované dálnice D1. Pro podrobné zpracování byla vybrána varianta se samokotveným obloukem.

Konstrukce mostu byla řešena v programu Scia Engineer. Ve výpočtu byly zohledněny jednotlivé fáze výstavby pomocí modulu TDA a předpětí. Na dané statické veličiny byla konstrukce posouzena v podélném směru. Účinky od kroucení byly zjišťovány na prostorovém modelu. Posouzení bylo provedeno ručně podle mezních stavů únosnosti a použitelnosti. Dále byla pro navrženou konstrukci vypracována výkresová dokumentace a vizualizace.

V Brně dne 16. 1. 2014

Robin Pěkník

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ČSN EN 1990 Eurocod: Zásady navrhování konstrukcí. ČNI, 2004.
 - ČSN EN 1991 - 1 Eurocod 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. ČNI, 2004.
 - ČSN EN 1991 - 2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou. ČNI, 2005.
 - ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic. ČNI, 2004.
 - ČSN 73 6114 Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování. ÚNM, 1995.
 - ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. ÚNM, 2010.
 - ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních komunikací. ÚNM, 2010.
 - ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů. ČNI, 2008.
 - ČSN EN 1992 - 1 - 1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. ČNI, 2006.
 - ČSN EN 1992 - 2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady. ČNI, 2007.
 - ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. ČNI, 2014.
 - ČSN EN 10027 - 1 Systémy označování ocelí - Část 1: Stavba značek ocelí. ČNI, 2006.
 - ČSN EN 447 Injektážní malta pro předpínací kabely - Základní požadavky. ČNI, 2011.
 - TP 89 Ochrana povrchů betonových mostů proti chemickým vlivům. Ministerstvo dopravy, 1997.
 - TP 167 Ocelové svodidlo NH4. Ministerstvo dopravy, 2008.
-
- NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. 2. vyd. Brno: CERN, 2008. ISBN 978-80-7204-561-7.
 - STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty I: Základní principy navrhování*. Brno, 2006.
 - KLUSÁČEK, Ladislav. *Betonové mosty I: Nosné konstrukce mostů*. Brno, 2006.
 - PANÁČEK, Josef. *Betonové mosty I: Spodní stavba a příslušenství mostních objektů*. Brno, 2006.
 - STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty II: Technologie výstavby mostů*. Brno, 2007.
 - STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty II: Analýza betonových mostů*. Brno, 2007.
 - STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty II: Vybrané problémy navrhování mostů*. Brno, 2007.
 - NEČAS, Radim. *Zatížení mostů dle evropských norem (EN)*. Dostupné z: <http://www.necasradim.cz/>. VUT Brno, ústav betonových a zděných konstrukcí.
-
- VSL Systémy [online]. 2007 [cit. 2014-01-16]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz>
 - RW Primo [online]. 2010 [cit. 2014-01-16]. Dostupné z: <http://www.reisnerwolff.cz>



SEZNAM PŘÍLOH

P1.	POUŽITÉ PODKLADY A VARIANTY ŘEŠENÍ		
	P1.01	POUŽITÉ PODKLADY – PŮDORYS	M1:1000 4xA4
	P1.02	POUŽITÉ PODKLADY – PODÉLNÝ ŘEZ	M1:250 4xA4
	P1.03	POUŽITÉ PODKLADY – PŘÍČNÝ ŘEZ	M1:100 2xA4
	P1.11	VARIANTA 1 – PŮDORYS	M1:250 4xA4
	P1.12	VARIANTA 1 – PODÉLNÝ ŘEZ	M1:100 6xA4
	P1.13	VARIANTA 1 – PŘÍČNÝ ŘEZ	M1:50 3xA4
	P1.21	VARIANTA 2 – PŮDORYS	M1:250 4xA4
	P1.22	VARIANTA 2 – PODÉLNÝ ŘEZ	M1:100 6xA4
	P1.23	VARIANTA 2 – PŘÍČNÝ ŘEZ	M1:50 3xA4
	P1.31	VARIANTA 3 – PŮDORYS	M1:250 4xA4
	P1.32	VARIANTA 3 – PODÉLNÝ ŘEZ	M1:100 6xA4
	P1.33	VARIANTA 3 – PŘÍČNÝ ŘEZ	M1:50 4xA4
P2.	VÝKRESY – PŘEHLEDNÉ, PODROBNÉ A DETAILS		
	P2.01	PŮDORYS	M1:100 7xA4
	P2.02	PODÉLNÝ ŘEZ	M1:100 7xA4
	P2.03	PŘÍČNÝ ŘEZ A-A, B-B	M1:25 6xA4
	P2.04	PŘÍČNÝ ŘEZ C-C	M1:25 6xA4
	P2.05	TRASOVÁNÍ KABELOVÝCH DRAH	M1:50 20xA4
	P2.06	TVAR OBLOUKU	M1:50 7xA4
	P2.07	TVAR A SCHÉMA VYZTUŽENÍ VZPĚR	M1:50 10xA4
	P2.08	SCHÉMA VYZTUŽENÍ MOSTOVKY	M1:50 3xA4
P3.	STAVEBNÍ POSTUP A VIZUALIZACE		
	P3.01	POSTUP VÝSTAVBY	M1:250 12xA4
	P2.01	VIZUALIZACE	2xA4
P4.	STATICKÝ VÝPOČET		137xA4