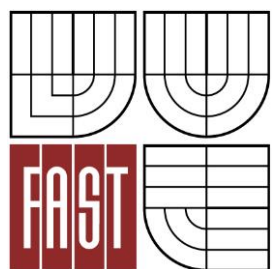




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## DÁLNIČNÍ MOST PŘES SILNICI II/464 HIGHWAY BRIDGE OVER THE II/464 ROAD

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

BC. TOMÁŠ ZALUBEL

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	Bc. Tomáš Zalubel
<b>Název</b>	Dálniční most přes silnici II/464
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Josef Panáček
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2013
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

.....  
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 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**

Pro zadaný problém (jako protinávrh oproti stávajícímu mostu) navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnotíte je.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedete za předpokladu výstavby na pevné skruži.

Nosnou konstrukci můžete prodloužit na začátku i na konci mostu.

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.

## **Předepsané přílohy**

.....

Ing. Josef Panáček  
Vedoucí diplomové práce

**Abstrakt**

Diplomová práca rieši podrobný návrh diaľničného mosta z predpjatého betónu medzi mestami Brno a Ostrava. Konštrukcia je spojitá o troch poliach. Vnútorne sily boli prebraté to statického programu SCIA Engineer. Posudok bol zrealizovaný podľa medzných stavov. Pri návrhu boli použité platné normy.

**Klíčová slova**

predpjatý betónový most, spojitý nosník, trámová konštrukce, ztráty predpětí

**Abstract**

The master's thesis is about detailed design of highway bridge from prestressed concrete between the cities Brno and Ostrava. The construction is continuous and consists from three fields. Internal forces was taken from software SCIA Engineer. The static assessment was realized according to limit states. Counstruction is evaluated according to the current standards.

**Keywords**

prestressed concrete bridge, continuous beam, spine girder, losses od prestressing

...

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Tomáš Zalubel *Dálniční most přes silnici II/464*. Brno, 2014. 19 s., 107 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 17.1.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Tomáš Zalubel

## **Pod'akovanie**

Rád by som poďakoval Ing. Josefovi Panáčkovi za poskytnuté materiály, trpezlivosť a odbornú pomoc pri spracovaní bakalárskej práce. Tiež by som rád poďakoval ostatným členom ústavu betonových a zděných konstrukcí za rady ohľadne diplomovej práce.

## Obsah

ÚVOD.....	8
1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA .....	9
A. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA .....	9
B. MOST A JEHO UMIESTNENIE.....	9
Charakter prekážky a prevádzanej komunikácie .....	9
Šírkové usporiadanie na moste .....	9
Územné podmienky .....	10
Inžinierske siete v okolí staveniska .....	10
2. TECHNICKÁ SPRÁVA .....	10
A. Stavebno technické riešenie.....	10
Popis konštrukcie mosta .....	10
Založenie mosta .....	10
Spodná stavba.....	10
Štúdie riešenia nosnej konštrukcie .....	10
Podrobný popis vybranej konštrukcie .....	12
Príslušenstvo mosta .....	13
B. VýSTAVBA MOSTA.....	14
Technológia výstavby.....	14
Postupy prípravných prác nespádajúcich do mostného objektu.....	14
Postup výstavby mostného objektu .....	15
Požiadavky na presnosť .....	15
C. použité materiály.....	15
Betón.....	15
Betonárska výstuž.....	16
Predpínacia výstuž.....	16
D. OBMEDZENIE PREMÁVKY .....	16



E.	bezpečnosť a ochrana.....	16
F.	vplyv stavby na životné prostredie .....	16
ZÁVER.....		17
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....		18
ZOZNAM PRÍLOH.....		19

## ÚVOD

Úlohou diplomovej práce bolo navrhnúť a posúdiť 2 identické mosty vo vybranom území z predpätého betónu. Premosťovaná komunikácia je diaľnica medzi Brnom a Ostravou a mosty sa krížia s komunikáciou 2. triedy II/464. V rámci diplomovej práce boli vypracované 3 varianty návrhu a z toho bola vybraná jedna varianta, ktorá najviac vyhovovala zadaniu a tá bola následne detailne rozpracovaná. V práci sa rieši len jeden most, ktorým prebieha jeden smer diaľnice a druhý most je identický. Konštrukcia je spojená o troch poliach. Most sa nenachádza vo výškovom ani pôdorysnom oblúku. Vybraná varianta bola posúdená podľa platných noriem.

## VLASTNÝ TEXT PRÁCE

### 1. SPRIEVODNÁ SPRÁVA

#### A. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE MOSTA

Názov mostu:	Most cez komunikáciu II/464
Názov objektu:	DÁLNIČNÍ MOST PŘES SILNICI II/464
Kraj	Moravskoslezský
Investor	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Uvažovaný správca mostu	Ředitelství silnic a dálnic ČR
Projektant	Tomáš Zalubel
Uhol kríženia	$\alpha=77,205^\circ$
Dĺžka premostenia	77,8 m
Dĺžka mostu	89 m
Šírka medzi zvodidlami	13 m
Celková šírka mostu	15,15 m

#### B. MOST A JEHO UMIESTNENIE

##### *Charakter prekážky a prevádzanej komunikácie*

Komunikácia vedúca po moste je diaľnica s priamou trasou na moste. Pozdĺžny sklon diaľnice stúpa v smere z Ostravy do Brna a v smere z Brna do Ostravy klesá. Klesanie aj stúpanie je 0,6%. V priečnom smere má ľavý most ( z Ostravy do Brna) jednostranný priečny sklon 2,5 % s klesaním smerom od stredu mosta a pravý most má tiež jednostranný sklon s klesaním od stredu mosta ku kraju.

Most premostňuje komunikáciu II/464 kategórie S 9,5/70, ktorá vedie pod navrhovanou konštrukciou a spája obce Butovice a Bílovec. Komunikácia má jednostranný sklon 4%

##### *Šírkové usporiadanie na moste*

Zpevnená krajnica	3 m
Vodiaci prúžok	0.25 m
Jazdné pruhy	2*3,75 m
Vodiaci prúžok	0.25 m
Zpevnená krajnica	2 m

Šířka mezi obrubami	13.00 m
Celková šířka mostu	15.15 m

### *Územné podmienky*

Most sa nachádza v extraviláne v pomerne rovinnom teréne s nadmorskou výškou 278 metrov nad morom.

### *Inžinierske siete v okolí staveniska*

V okolí mostu sa nenachádzajú žiadne inžinierske siete.

## **2. TECHNICKÁ SPRÁVA**

### **A. STAVEBNO TECHNICKÉ RIEŠENIE**

#### *Popis konštrukcie mosta*

Navrhovaný most tvorí spodná stavba mostu a samotná predpätá konštrukcia mosta. Spodná stavba je oddelená od nosnej konštrukcie dilatáčnými a pracovnými špárami. Opery sú navrhnuté ako gravitačné s dilatovanými krídlami. Podpery mostu sú navrhnuté ako nábehované. Opery aj podpery sú na železobetónových základoch ktoré sú založené na pilotách priemeru 900 milimetrov a dĺžky 15 metrov pod podperami a 20 metrov pod operami.

#### *Založenie mosta*

Prenesenie zaťaženia z mosta do zeminy zabezpečujú pilóty priemeru 900 milimetrov z betónu C30/37. Na jednu podperu(operu) je navrhnutých 8 pilot, ktoré sú spojené s nosnou konštrukciou cez železobetónové základy z betónu C30/37.

#### *Spodná stavba*

Opery sú navrhnuté ako gravitačné s dilatovanými krídlami. Prechodová oblasť je tvorená prechodovou doskou uloženou do štrkového prechodového klinu. Opera je z betónu C30/37, krídla sú z betónu C30/37 vystužené oceľou B500B.

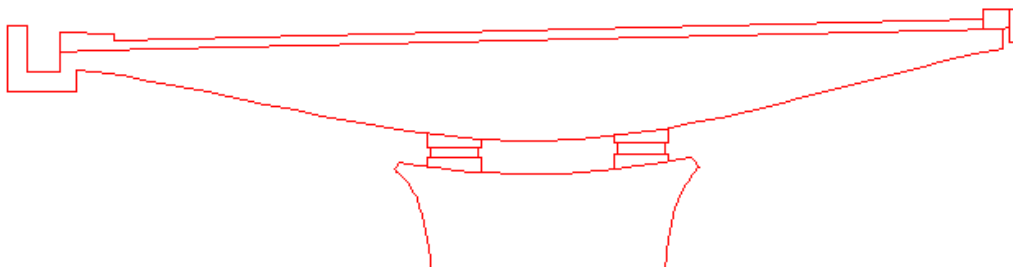
Podpery sú navrhnuté s nábehom pri konštrukcii mosta pre lepší roznos zaťaženia do základov. Sú husto vystužené oceľou B500B.

#### *Štúdie riešenia nosnej konštrukcie*

Nosná konštrukcia je navrhnutá v troch variantoch.

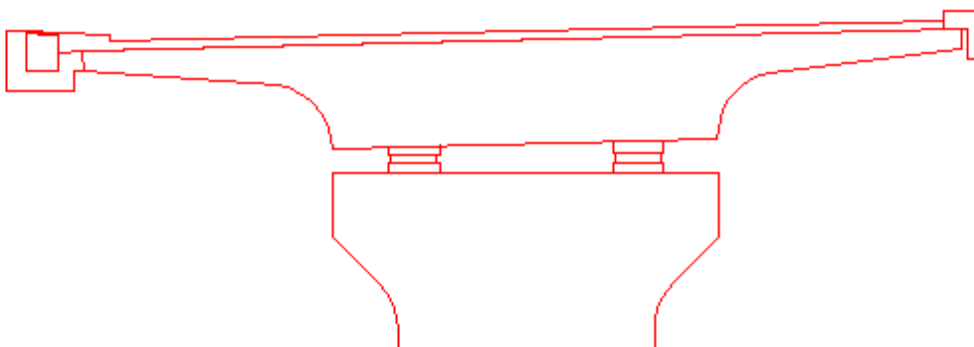
### Varianta 1

Nosná konštrukcia mosta je tvorená predpätou doskou, ktorá má kvôli odľahčeniu spodnú stranu parabolickú. Konštrukčná výška konštrukcie je 1,5 metra. Konštrukcia je uložená na hrncových ložiskách s rozmermi 835x162 milimetrov vždy po dve ložiská na opere(podpere). Vzďialenosti medzi ložiskami sú v priečnom smere 3,2 metra a v pozdĺžnom smere v krajných poliach 24,5 metra a v strednom poli 30 metrov. Každá podpera je tvorená jedným mohutným stĺpom, ktorý je nábehovaný smerom ku nosnej konštrukcii. Táto varianta nebola vybraná z dôvodu pracnej montáže debnenia.



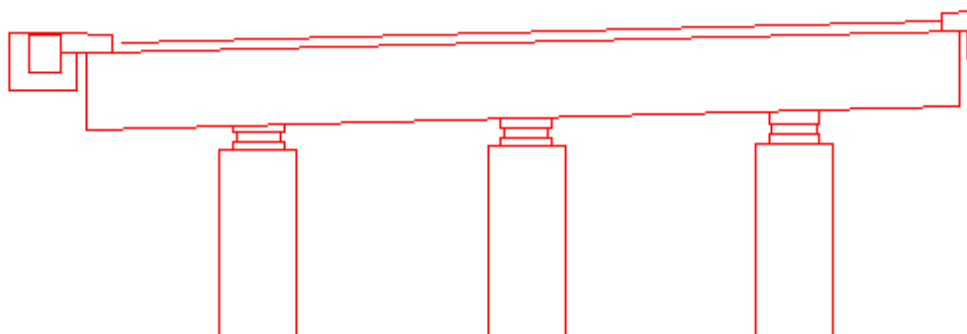
### Varianta 2

Predpätá konštrukcia je tvorená T prierezom so zaoblenými vnútornými hranami. Konštrukčná výška je 1,6 metra v tráme konštrukcie a krajné konzoly majú od 300 do 600 milimetrov. Šírka konštrukcie je 13,71 metra. Horný povrch dosky je v priečnom sklone 2,5% kvôli odvodneniu konštrukcie. Na podperách aj operách sú uložené na každej dve hrncové ložiská o rozmeroch 835x162 milimetrov, ktoré sú od seba vzdialené v priečnom smere 3,5 metra nad piliermi a 7 metrov nad operou pod koncovým pričníkom a v pozdĺžnom smere v krajných poliach 24,5 metra a v strednom poli 30 metrov. Každá podpora je tvorená jedným nábehovým stĺpom, ktorý má pri základe rozmery 0,9x4 metre a pri ložiskách rozmery 1,4x6 metrov. Táto varianta bola vybraná k podrobnému riešeniu. Neni tak zložito zrealizovateľná a spĺňa aj estetické hľadisko



### Varianta 3

Táto varianta je navrhnutá ako predpjatá nábehovaná doska. Konštrukčná výška pri podporách je 1,5 metra a v strede polí je 1,2 metra. Šírka konštrukcie je 13,71 metra a jej horný povrch, na ktorom budú uložené vozovkové vrstvy je v priečnom sklone 2,5% kvôli odvodneniu konštrukcie. Uloženie konštrukcie je riešené hrncovými ložiskami, ktoré majú rozmery 835x162 milimetrov. Na každom podpornom stĺpe je uložené vždy jedno ložisko. Stĺpy sú 3 a sú od seba priečne vzdialené osovo 4,2 metra. Vzdialenosť stĺpov v pozdĺžnom smere je v strednom poli 30 metrov a v krajných poliach 24,5 metra. Táto varianta nebola vybraná k podrobnému výpočtu pretože tým , že je podpretá tromi stĺpmi v každej podpere by vzniklo zbytočne veľa podporových pilierov, takzvaný len stojek a to nie je estetické.



### *Podrobný popis vybranej konštrukcie*

#### **Pozdĺžny smer**

Nosná konštrukcia je uvažovaná ako spojito uložená na ložiskách, cez ktoré je prenášané zaťaženie do spodnej stavby mosta. Únosnosť zaisťuje 252 predpínacích lán a betonárska výstuž. Konštrukcia je navrhnutá tak aby vyhovela v medznom stave použiteľnosti aj v medznom stave únosnosti.

#### **Priečny smer**

V priečnom smere má konštrukcia tvar približne ako písmeno T, len má zaoblené vnútorné hrany. Horný povrch má sklon 2,5% kvôli odvodneniu vozovky a možnosti rovnakých vozovkových vrstiev. Celková šírka konštrukcie pri hornom povrchu je 13,71 metra a pri spodnom povrchu 6 metrov. Vyloženie konzol je 3,36 metra. Na konštrukcii je uložená vozovka, ktorá má šírku 13 metrov a výšku vozovkových vrstiev 140 milimetrov. Na pravom okraji konštrukcie v smere jazdy je železobetónová mostná rímša, ktorá má šírku 550 milimetrov a v nej zakotvené zvodidlo. Na ľavom okraji konštrukcie v smere

jazdy je železobetónová mostná rímsa, ktorá slúži aj ako núdzový chodník. Je v nej vymurovaný odvodový žľab výšky 500 milimetrov, ktorý je prekrytý pororoštom a je pochôdzny. Pri vozovke je v rímse ukotvené zvodidlo a na druhej strane je ukotvené zábradlie výšky 1100 milimetrov a šírky 100 milimetrov.

### *Príslušenstvo mosta*

#### **Ložiská**

Ložiská sú hrncové a majú rozmery 835x162 milimetrov. Uložené sú na podložiskových blokoch. Na konštrukciu je spolu osem ložísk, z toho jedno je neposuvné, tri sú jednosmerne posuvné v pozdĺžnom smere, jedno je jednosmerne posuvné v priečnom smere a tri sú všesmerne posuvné.



#### **Prechodové dosky**

Prechodové dosky patria do spodnej stavby, ale sú budované až po vybudovaní nosnej konštrukcie. Navrhnuté prechodové dosky majú dĺžku 2,7 metra a sú z monolitického betónu C30/37 a vystužené sú oceľou B500B. Sú uložené v štrkovom kline a na betónovej podkladnej vrstve hrúbky 150 milimetrov z betónu C16/20. Dosky sú z vrchnej strany zaizolované.

#### **Prechodová oblasť**

V prechodovej oblasti má mať zásypová zemina zhutnenie  $TKP(I_D=0,85)$ . Súvrstvie 1xAlp; 2xNa; 2x ochranná vrstva geotextílie. V prechodovej oblasti je uložená perforovaná drenážna trubka DN 100 milimetrov na spádovom betóne a je zabetónovaná medzerovitým betónom.

#### **Mostný záver**

Navrhol som mostný záver hrebeňový I25 s maximálnym pohybom  $\pm 72,5$  milimetra a ten je umiestnený na oboch záverných múroch.

#### **Rímasy**

Rímasy sú monolitické železobetónové z betónu C30/37 a oceli B500B. Šírka pravej rímasy v smere jazdy je 550 milimetrov a je do nej kotvené zvodidlo. Sklon rímasy je 4%.

Šírka ľavej rímasy je 1600 milimetrov a je do nej kotvené oceľové zábradlie a zvodidlo. Táto rímša zároveň spĺňa funkciu odvodového žľabu. Šírka žľabu je 500 milimetrov a je prekrytý pororoštom. V ľavej rímse sú vyvítané otvory po jednom metri o priemere 10 milimetrov, ktoré slúžia na odvedenie prebytočnej vody z komunikácie. Ľavá rímša zároveň slúži ako núdzový chodník a jej sklon je 2,5%.

### **Skladba vozovky**

Vozovka má po celej konštrukcii rovnakú výšku vzhľadom na to, že samotná nosná konštrukcia je spádovaná. Vrchná vrstva vozovky je asfaltový koberec SMA-11 výšky 40 milimetrov. Stredná vrstva je asfaltový betón ložný ACL-22 výšky 50 milimetrov a spodná vrstva je asfaltový betón podkladný ACP-22 výšky 40 milimetrov. Medzi vozovkovými vrstvami a konštrukciou je kvôli dokonalému prepojeniu izolácia výšky 10 milimetrov.

SMA-11	40 mm
ACL-22	50 mm
ACM-22	40 mm
IZOLÁCIA	10 mm
Spolu	140 mm

### **Zábradlie**

Na konštrukcii je navrhnuté oceľové zábradlie výšky 1100 milimetrov so svislou výplňou. Šírka zábradlia je 100 milimetrov a vzdialenosť medzi výplňovými vložkami je 120 milimetrov.

### **Bezpečnostné prvky**

Na vonkajšej rímse je navrhnuté zvodidlo so stupňom zadržania ZSNH4/H2. Zvodidlo je osadené na celej dĺžke mosta a 20 metrov pred mostom aj za mostom.

## **B. VÝSTAVBA MOSTA**

### *Technológia výstavby*

Betonáž bude realizovaná na pevnej skruži. Celá nosná konštrukcia bude budovaná v jednej fáze.

### *Postupy prípravných prác nespádajúcich do mostného objektu.*

Príprava územia

Odkrytie ornice



### *Postup výstavby mostného objektu*

Po príprave územia a odkrytí ornice sa začne vyhlbovanie stavebný jám. Následne sa budú navrtávať pilóty. Po navrtaní pilót pokračuje výstavba s budovaním a hutnením násypov a zároveň bude prebiehať betonáž pilót. Pokračovať sa bude s realizáciou štrkových podsypov a hneď potom sa bude prebiehať realizácia betónových dosiek a betónovanie základov. Na zrealizované základy sa budú betónovať podpery a opery, na ktoré sa osadia ložiská. Po osadení ložisiek sa môže uskutočniť montáž debnenia. Do debnenia sa uloží betonárska a predpínacia výstuž a následne sa vybetónuje konštrukcia a potom sa zrealizujú prechodové dosky. Po čiastočnom ztuhnutí konštrukcie sa napnú predpínacie laná. Po tom sa osadia rímasy a hydroizolácia. V závere bude prebiehať kladenie vrstiev vozovky, osadenie zvodidiel a zábradlí a konečná úprava terénu.

### *Požiadavky na presnosť*

Prípustné tolerancie realizácie tvaru nosnej konštrukcie

Smerovo -  $\pm 10$  mm

Výškovo -  $\pm 5$  mm

Prípustné tolerancie umiestnenia ložisiek

Smerovo -  $\pm 20$  mm

Výškovo -  $\pm 10$  mm

Horný líc konštrukcie musí byť upravený tak, aby bola maximálna nerovnosť  $\pm 5$  milimetrov pretože sa naň bude ukladať izolácia a následne vozovkové vrstvy.

## **C. POUŽITÉ MATERIÁLY**

### *Betón*

Nosná konštrukcia	C35/45
Opera	C30/37
Základ opery	C30/37
Piliere	C30/37
Pilóty	C30/37
Prechodová doska	C30/37
Rímasy	C30/37
Podkladný betón	C16/20
Betón pod prechodovú dosku	C16/20

## *Betonárska výstuž*

B500B

## *Predpínacia výstuž*

káble - Y 1860-S7-15,7-a

kotvy – VSL-E-6-19

## **D. OBMEDZENIE PREMÁVKY**

Komunikácia je nová, doteraz tam neprebíhala premávka.

## **E. BEZPEČNOSŤ A OCHRANA**

Behom výstavby je nutné zabezpečiť bezpečnosť pracovníkov a strojov, požiarnu ochranu a hygienu pri práci. Ďalej je nutné dodržiavať všetky predpisy a normy týkajúce sa bezpečnosti pri práci.

## **F. VPLYV STAVBY NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE**

Na stavenisku je možný únik pohonných látok z mechanizácie. Pri akomkoľvek zpozorovaní úniku chemikálií je nutné okamžite zamedziť šíreniu do okolitého prostredia



## ZÁVER

Nosná konštrukcia bola navrhnutá pre potreby diplomovej práce v troch variantách. Jedna z uvedených variant bola následne podrobne rozpracovaná a posúdená podľa zadania diplomovej práce. Statické veličiny som získal použitím programu SCIA Engineer. V ňom bolo navrhnuté aj predpätie a spočítané krátkodobé aj dlhodobé straty. Na dané statické veličiny bola konštrukcia posúdená metódou medzných stavov na medzný stav použiteľnosti a medzný stav únosnosti. Pri výpočte bolo zanedbané klimatické zaťaženie a vplyv vodorovných síl. Vplyv dotvarovania a zmršťovania bol riešený v statikom programe. K výpočtu je vytvorená zodpovedajúca výkresová dokumentácia. Celý návrh aj výpočet bol realizovaný podľa EC.

V Brne dňa 17.1.2014

Tomáš Zalubel

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. Podklady zadania diplomovej práce vid'. príloha I.
2. ČSN 736201 Projektování mostních objektů
3. ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí
4. ČSN EN 1991-1-2: Zatížení mostů dopravou.
5. ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla pro pozemní stavby.
6. ČSN EN 1992-2 – Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
7. Stráský J., Nečas R.: Betonové mosty I – modul M01 – Základní principy navrhování
8. Panáček J.: Betonové mosty I – modul M03 – Spodní stavba a příslušenství mostních objektů

## ZOZNAM PRÍLOH

- P1. Použité podklady a varianty řešení
- P2. Výkresy-Přehledné, podrobné a detaily
- P3. Stavební postup a vizualizace
- P4. Statický výpočet
  - P4.1 Vnútorné sily na konštrukcii-príloha k statickému výpočtu
  - P4.2 Priehyb konštrukcie-príloha k statickému výpočtu
  - P4.3 Krátkodobé straty predpätia -príloha k statickému výpočtu
  - P4.4 Dlhodobé straty predpätia -príloha k statickému výpočtu
  - P4.5 Vnútorné sily od predpätia -príloha k statickému výpočtu