



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## NÁVRH TRÁMOVÉHO DÁLNIČNÍHO MOSTU

DESIGN OF HIGHWAY BRIDGE FORMED BY BEAM GIRDER

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. Martin Řezníček

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

BRNO 2017



# 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
PRACOVISŤE	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Martin Řezníček
NÁZEV	Návrh trémového dálničního mostu
VEDOUCÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016

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

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 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.

Ve výběru varianty se zaměřte na trémovou mostní konstrukci.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte podle mezních stavů včetně zohlednění vlivu výstavby mostu na jeho návrh.

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 uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....  
Ing. Radim Nečas, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je návrh smyšlené mostní konstrukce přes stávající komunikace. Byly vypracovány a následně porovnány tři studie přemostění. Jako nejvhodnější varianta byla vybrána dvoutrémová konstrukce bez náběhů, která byla dále podrobněji zpracována. Konstrukce byla posuzována dle mezních stavů únosnosti a použitelnosti.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Dvoutrémový most, předpjatý beton, spojitý nosník, zatížení mostu, změny předpětí, časově závislá analýza, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti, ohyb, smyk

## ABSTRACT

The aim of diploma thesis is to design a made-up bridge construction over the road network. There were made three studies of bridging which were compared consequently. Two-joint girder without haunched was selected as the most suitable option and it was designed in details. The construction was assessed according to the ultimate and serviceability limit state.

## KEYWORDS

Two-joist girder, prestressed concrete, continuous girder, loading bridge, prestress losses, time dependent analysis, ultimate and serviceability limit state, bending, shear

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Martin Řezníček *Návrh trémového dálničního mostu*. Brno, 2016. 24 s., 164 s. příl.  
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových  
a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Radim Nečas, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

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

V Brně dne 13. 1. 2017

---

Bc. Martin Řezníček  
autor práce

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Radimu Nečasovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky v průběhu zpracování.

Rád bych poděkoval své rodině, přítelkyni za podporu a povzbuzení v mém dosavadním studiu a životě.



## Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1. VARIANTY ŘEŠENÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 VARIANTA 1 .....	11
1.2 VARIANTA 2 .....	11
1.3 VARIANTA 3 .....	12
<b>2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU</b> .....	<b>13</b>
2.1 CHARAKTERISTIKY MOSTNÍHO OBJEKTU .....	13
2.2 PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE .....	14
2.2.1 Šířkové uspořádání .....	14
2.2.1 Skladba vozovky .....	14
2.3 PŘEMOSTŮVANÉ PŘEKÁŽKY .....	15
2.4 STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ STAVBY .....	15
2.4.1 Popis konstrukce .....	15
2.4.2 Nosná konstrukce .....	15
2.4.3 Zemní práce .....	15
2.4.4 Založení .....	16
2.4.5 Spodní stavba .....	16
2.4.6 Odvodnění mostu a izolace .....	16
2.5 POUŽITÉ MATERIÁLY .....	17
<b>3. STATICKÝ VÝPOČET</b> .....	<b>18</b>
3.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	18
3.2 ZATÍŽENÍ .....	18
3.2.1 Zatížení stálé .....	18
3.2.2 Proměnné zatížení .....	18
3.3 VÝPOČTOVÝ MODEL .....	19
3.4 PŘEDPĚTÍ .....	19
3.5 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI .....	20
3.5.1 Omezení napětí .....	20
3.5.2 Omezení šířky trhlin .....	20
3.6 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI .....	20
3.6.1 Ohybová únosnost .....	20
3.6.2 Namáhání na posouvající sílu a kroucení .....	20
3.6.3 Příčný směr .....	21
<b>4. FÁZE VÝSTAVBY</b> .....	<b>21</b>
<b>5. POŽADAVKY NA BEZPEČNOST</b> .....	<b>21</b>
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	<b>22</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ</b> .....	<b>23</b>
SEZNAM POUŽITÝCH NOREM: .....	23



# Návrh trémového dálničného mostu

Textová část

Autor: Bc. Martin Řezníček



---

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY: .....	23
SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE: .....	23
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>24</b>
P1. VARIANTY ŘEŠENÍ .....	24
P2. VÝKRESY .....	24
P3. POSTUP VÝSTAVBY A VIZUALIZACE .....	24
P4. STATICKÝ VÝPOČET .....	24



---

## Úvod

Úkolem této diplomové práce je navrhnout možné přemostění stávajících komunikací. Byly vypracovány tři varianty řešení, které byly vzájemně porovnány. Nejvhodnější variantou se jeví dvoutrémová konstrukce s konstantní výškou průřezu po celé délce mostu. Vybraná varianta byla posouzena na fázovanou výstavbu, mezní stav použitelnosti a únosnosti.

Výpočetní modely konstrukce byly zadány do programu Scia Engineer 16.0, ve kterém byl vytvořen prutový model v rovině XZ pro časově závislou analýzu a deskožebrový model pro výpočet příčného roznosu zatížení na jednotlivé trámy. Dále byl vytvořen prutový model v rovině XYZ pro posouzení v podélném směru a prutový model v rovině XZ pro posouzení v příčném směru.



## 1. Varianty řešení

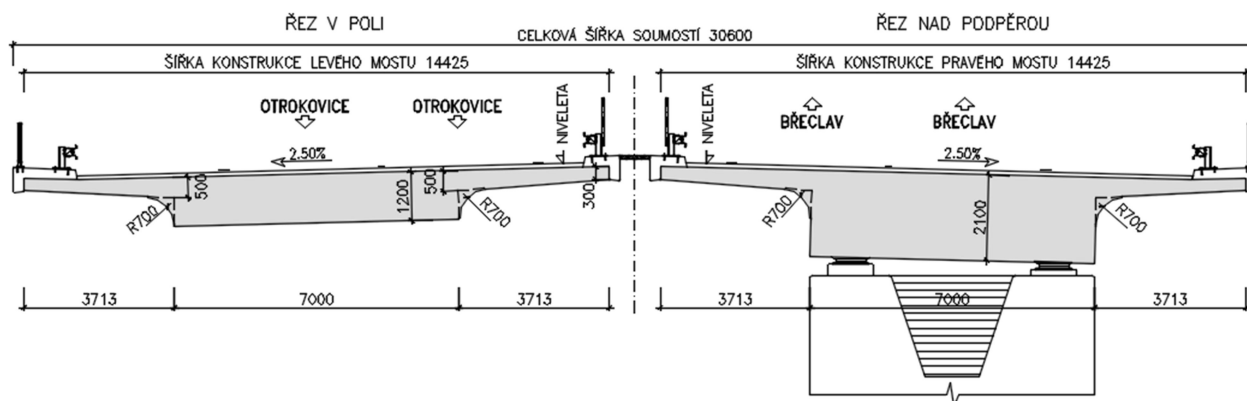
### 1.1 Varianta 1

První variantou je jednotrámová konstrukce s proměnným průřezem o 4 polích. Každý jízdní směr je veden po samostatné konstrukci. Rozpětí polí je 27,0+38,0+38,0+27,0m. Celková délka přemostění činí 130,0m.

Příčný řez je tvořen jednotrámovým průřezem s proměnnou výškou 2,1m nad podporou a 1,2m v poli. Konstrukce mostu je shodná se spádem vozovky a to 2,5%. Výstavba nosné konstrukce proběhne na pevné skruži v celé délce mostu.

Výhodou této varianty je, že každý směr dopravního proudu je veden po vlastní konstrukci. Při havárii, popřípadě opravy jedné z konstrukcí je možné převést dopravu po druhé konstrukci. Průřez s náběhy lépe přenáší velké namáhání v oblasti nad podporou než průřez s konstantní výškou.

Nevýhody této varianty jsou v pracnosti provádění bednění kvůli složitosti geometrie proměnného průřezu. Tento typ konstrukce s náběhy se více hodí pro větší rozpětí, což v tomto případě neplatí. Náběhy konstrukce snižují světlu výšku pod mostem a to je někdy nežádoucí.



Obrázek 1 - Schéma příčného řezu - varianta 1

Viz příloha:

P1.1a Varianta 1 – Podélný řez

P1.1b Varianta 1 – Příčný řez

### 1.2 Varianta 2

Druhá varianta je navržena jako dvoutrémová konstrukce s proměnným průřezem o 4 polích. Každý jízdní směr je veden po samostatné konstrukci. Rozpětí polí je 27,0+38,0+38,0+27,0m. Celková délka přemostění činí 130,0m.

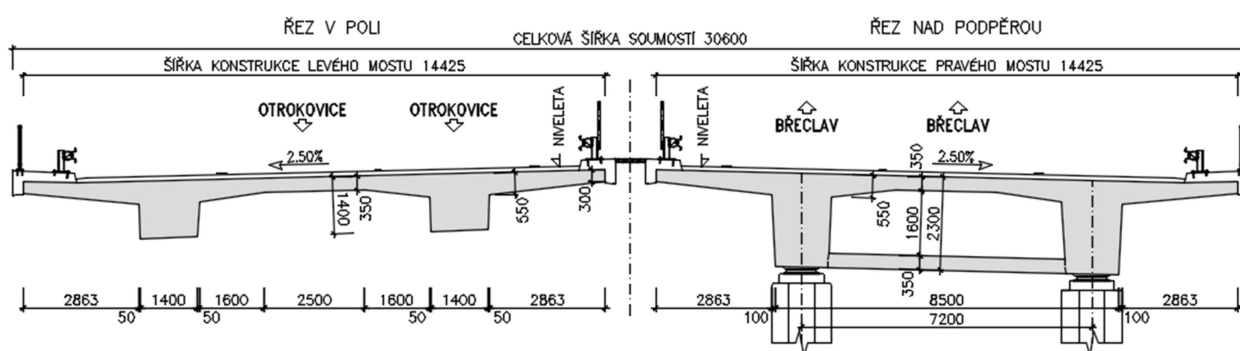
Příčný řez je tvořen dvoutrémovým průřezem s proměnnou výškou 2,3m nad podporou a 1,4m v poli. Náběh nad podporou je tvořen dvoutrémovým nosníkem se spodní deskou.



Konstrukce mostu je shodná se spádem vozovky a to 2,5%. Výstavba nosné konstrukce proběhne na pevné skruži v celé délce mostu.

Výhodou této varianty je, že každý směr dopravního proudu je veden po vlastní konstrukci. Při havárii, popřípadě opravy jedné z konstrukcí je možné převést dopravu po druhé konstrukci. Průřez s náběhy lépe přenáší velké namáhání v oblasti nad podporou, než průřez s konstantní výškou.

Nevýhody této varianty jsou v pracnosti provádění bednění kvůli složitosti geometrie proměnného průřezu. Tento typ konstrukce s náběhy se více hodí pro větší rozpětí, což v tomto případě neplatí. Náběhy konstrukce snižují světlou výšku pod mostem a to je někdy nežádoucí.



Obrázek 2 - Schéma příčného řezu - varianta 2

Viz příloha:

P1.2a Varianta 1 – Podélný řez

P1.2b Varianta 1 – Příčný řez

## 1.3 Varianta 3

Třetí varianta je navržena jako dodatečně předpjatá dvourámová konstrukce o 4 polích, kde oba jízdní směry dálnice jsou převáděny po samostatné konstrukci. Výška konstrukce je 2,3m a to po celé délce mostu. Vyložené konzoly jsou tvořeny deskou, která vybíhá z trámu s tloušťkou 0,55m a končí s tloušťkou 0,3m. Celková šířka nosné konstrukce je 14,425m. Osová vzdálenos trámů je 7,2m. Most je navržěn pouze s koncovými příčnicíky. Ze statického pohledu se jedná o spojitý nosník o rozpětí polí 27,0+38,0+38,0+27,0m. Celková délka přemostění činí 130,0m.

Výhodou této varianty je jednoduchá geometrie z hlediska provádění. Dvourámový průřez je poměrně rozšířený typ konstrukce. Další výhodou je, že každý směr dopravního proudu je veden po vlastní konstrukci. Při havárii, popřípadě opravy jedné z konstrukcí je možné převést dopravu po druhé konstrukci.

# Návrh trémového dálničného mostu

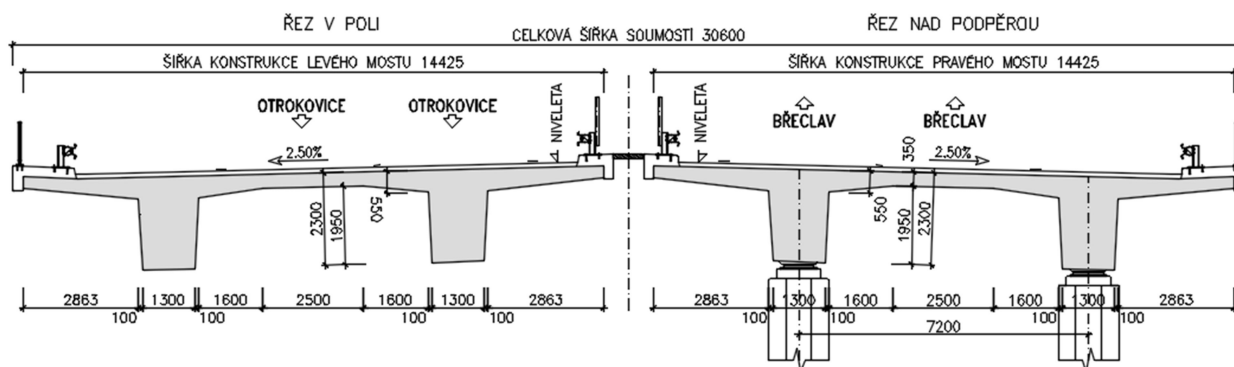
Textová část

Autor: Bc. Martin Řezníček



Nevýhodou se může zdát, že větší počet podpěr pod mostní konstrukcí může kazit ráz okolní krajiny. Ale díky malému počtu polí a nízké výšce mostu nijak nekazí estetický dojem na konstrukci.

**Tato varianta byla dále vybrána pro podrobné zpracování.**



Obrázek 3 - Schéma příčného řezu - varianta 3

Viz příloha:

P1.3a Varianta 1 – Podélný řez

P1.3b Varianta 1 – Příčný řez

## 2. Základní údaje o mostu

Most je navržen jako dvě samostatné konstrukce, z nichž každá převádí dva jízdní pruhy a revizní chodík. Po směru staničení převádí pravá mostní konstrukce dopravu směrem na Otrokovice a levá mostní konstrukce převádí dopravu směrem na Břeclav.

### 2.1 Charakteristiky mostního objektu

Délka mostu:	142,90m
Délka nosné konstrukce:	132,00m
Celkové rozpětí:	130,00m
Délka přemostění:	128,80m
Počet polí:	4
Volná šířka na mostě:	12,50m
Šířka nosné konstrukce:	14,43m
Šířka mostu celkem:	30,60m
Konstrukční výška:	2,30m
Výška mostu:	5,45m
Šikmost:	90°



## 2.2 Převáděná komunikace

Most převádí směrově rozdělenou dálnici v kategorii D28,5/120. Osa převáděné komunikace na mostě je vedena v levostranném půdorysně zakřiveném kružnicovém oblouku o poloměru  $R = 4500\text{m}$ . Niveleta mostu je vedena ve výškovém oblouku o poloměru  $R = 9000\text{m}$  mezi sklony tečen  $-1,3\%$  a  $+0,9\%$ . Příčný sklon převáděné komunikace na mostě je navržen jako jednostranný o hodnotě  $2,5\%$ . Římsy a chodníky jsou ve sklonu  $4,0\%$ .

### 2.2.1 Šířkové uspořádání

Zpevněná krajnice:	3,50m
Vodící proužek:	0,25m
Jízdní pruh:	3,75m
Jízdní pruh:	3,75m
Vodící proužek:	0,25m
Střední dělicí pás:	2,50m
Vodící proužek:	0,25m
Jízdní pruh:	3,75m
Jízdní pruh:	3,75m
Vodící proužek:	0,25m
Zpevněná krajnice:	3,50m
<b>Celkem:</b>	<b>27,50m</b>

### 2.2.1 Skladba vozovky

Asfaltový beton	SMA 11S	tl.40mm
Spojovací postřík z EKM $0,35\text{kg/m}^2$		
Asfaltový beton pro ložní spáry	ACL 16S	tl.40mm
Spojovací postřík z EKM $0,35\text{kg/m}^2$		
Litý asfalt – ochranná vrstva	MA11 IV	tl.25mm
NAIP		tl.5mm
Pečetící vrstva ze speciální epoxidové pryskyřice		
<b>Celkem:</b>		<b>110mm</b>



## 2.3 Přemost'ované překážky

### Komunikace III. třídy (směr Navos – I/50 H)

Staničení:	1.150 204
Úhel křížení:	90°
Volná výška pod mostem:	4,90m

### Silnice I/50 H

Staničení:	1.217 292
Úhel křížení:	90°
Volná výška pod mostem:	5,54m

### Komunikace III. třídy (směr Feroná – I/50 H)

Staničení:	1.249 994
Úhel křížení:	90°
Volná výška pod mostem:	4,40m

## 2.4 Stavebně technické řešení stavby

### 2.4.1 Popis konstrukce

Most je navržen jako spojitá, monolitická, dodatečně předpjatá konstrukce o 4 polích s celkovou délkou 130,0m. Rozpětí jednotlivých polí 27,0+38,0+38,0+27,0m. Spodní stavbu celého mostního objektu tvoří dvě krajní opěry a 12 podpěr.

### 2.4.2 Nosná konstrukce

Průřez mostu je tvořen předpjatým monolitickým dvoutrámem z betonu C35/45 o šířce mostní konstrukce 14,425m a konstrukční výšce trámu konstatního průřezu 2,30m. Osová vzdálenost trámů je 7,20m. Trámy jsou nad podporami spojeny tuhými monolitickými příčníky s šířkou spodní hrany 1,50m. Trámy spolupůsobí s deskou, která má tloušťku 0,30m až 0,35m se spádem 2,50% směrem k ose odvodnění mostu. Tloušťka desky v líci trámů je 0,55m a na konci 0,30m. Vyložení krajních konzol je symetrické a to v délce 2,863m od horního líce trámu mostu.

### 2.4.3 Zemní práce

Zemní práce se řídí dle platných technologických předpisů. Před započatím stavby jsou provedeny konsolidační násypy v přechodových oblastech u opěr mostu. Dále před samotnou výstavbou je odstraněn konsolidační násyp, provedena skrývka ornice o mocnosti 0,3m a uložena na skládku. Při vývrtu pilot a zhotovení výkopu pro základové patky je opět



zemina uložena na zvláštní skládku. Zemina dále bude využita v průběhu stavby na zásypové práce. Ornice bude využita na okolní úpravu terénu.

### 2.4.4 Založení

Mostní objekt je založen pomocí hlubinných vrtaných pilot ze železobetonu. Piloty jsou uvažovány o průměru 900mm. Podpěry jsou založeny na 12 pilotách o hloubce založení 20,0m. Spojení pilot železobetonovou převázkou v jednu základovou patku. Krajiní opěry jsou založeny na 28 pilotách. Celkový počet vrtaných pilot pro mostní objekt je 128ks.

### 2.4.5 Spodní stavba

Pro pole jsou navrženy podpěry osmiúhelníkového průřezu šířky 1,50m a výškou v rozmezí od 4,9–6,0m. Podpěry jsou vyhotoveny z betonu C30/37. Založení podpěr spočívá na železobetonovém základu o rozměrech 4,0x11,9m a výškou 1,4m.

Krajiní opěry jsou vyhotoveny jako železobetonové gravitační, do kterých jsou přenášeny síly z horní stavby skrz hrncová ložiska umístěné na úložném prahu se sklonem 4% směrem k závěrné zídce. Šířka opěry je 2,95m a délky 28,70m. Založení opěr spočívá na základu o rozměrech 4,25x30,60m. Závěrné zídky mají tloušťku 0,65m a výšku 2,5m, na kterých jsou umístěny dilatační závěry a přechodové desky. Délka přechodových desek je 6,0m a tloušťka 0,35m. Mostní křídla tvaru lichoběžníku a tloušťky 0,6m jsou monoliticky spojena s konstrukcí opěr.

### 2.4.6 Odvodnění mostu a izolace

Odtok srážkové vody je zajištěn podélným sklonem mostu 0,69% a příčným sklonem 2,5%. V nosné konstrukci jsou osazeny mostní odvodňovače o rozměru 0,5x0,5, které se nacházejí v ose odvodnění na vnější straně mostu. Takto zachycená voda je dále svedena podélným potrubím DN 250 do svislého svodu, který je umístěn u prostřední podpěry a do odvodňovací šachty umístěné před mostem. Odvodnění opěr je pomocí drenážní trubky DN 300mm.

Izolace mostovky je provedena pomocí celoplošně natavovaných asfaltových izolačních pásů na pečticí vrstvu z epoxidové pryskyřice. Izolace bude přetažena i přes přechodovou desku. Proti zemní vlhkosti jsou opěra, líc křídel a základové patky chráněny hydroizolací asfaltovým nátěrem.

### Římsy

Římsy jsou navrženy jako monolitické z betonu C 30/37, stupeň vlivu prostředí XF4. Vnější římsy mají šířku 1,55m a vnitřní šířku 0,875m. Příčný sklon říms je 4,0% směrem k vozovce. Na těchto římsách se nacházejí revizní chodníky šířky 0,75m. Římsy tvoří obrubu vozovky o výšce 0,15m a jsou spojeny s nosnou konstrukcí pomocí kotevních přípravků s rozmístěním po vzdálenosti 1,0m





## Záchytné systémy

Na obou stranách vozovky jsou umístěna ocelová mostní svodidla s úrovní zadržetí H2. Šířka svodidel je 0,5m a výšky svodnice 0,75m nad povrchem vozovky. Svodidla jsou kotvena pomocí kotevních šroubů do římsy. Vzdálenost svislých sloupků na mostě je 1,3m. Na vnitřních římsách jsou svodidla připevněny sloupky s pletivem.

Revizní chodníky jsou na vnějších stranách opatřeny ocelovým zábradlím výšky 1,1m nad povrchem římsy se svislou výplní, zakotvené patními deskami do říms.

## Ložiska

Na opěrách O1, O2 a na podpěrách P1, P2, P3 jsou osazena dvojice hrncových ložisek. Rozmístění ložisek je navrženo tak, aby bylo umožněno dilatačním pohybům mostní konstrukce.

Rozmístění ložisek je pro levý most stejné jako pro pravý most.

Rozmístění:	vlevo	vpravo
Opěra 1	všesměrné	podélně jednosměrné
Podpěra 1	všesměrné	podélně jednosměrné
Podpěra 2	pevné	příčně jednosměrné
Podpěra 3	všesměrné	podélně jednosměrné
Opěra 2	všesměrné	podélně jednosměrné

## Dilatační závěry

Mostní závěry jsou umístěny na obou koncích do závěrné zídky a do žlabu v nosné konstrukci.

## 2.5 Použité materiály

### Beton

Základy:	C 25/30 – XC2
Opěry a podpěry:	C 30/37 – XC3
Nosná konstrukce:	C 35/45 - XC4, XD1, XF4
Římsy:	C 30/37 – XF4

### Ocel

betonářská výztuž:	B500B
--------------------	-------

### Předpínací výztuž

Soudržná předpínací výztuž:	Y 1860-S7-15,7
-----------------------------	----------------



## 3. Statický výpočet

### 3.1 Průřezové charakteristiky

Po výpočtu spolupůsobících šíček desky jsou průřezové charakteristiky odečteny z programu Autocad. Dále je ve výpočtu uvažováno s efektivními charakteristikami průřezu. Do výpočtového modelu je geometrie průřezu horní desky uvažována zjednodušeně. Plochy přesného a zjednodušeného průřezu se shodují.

### 3.2 Zatížení

Výpočet je proveden dle norem ČSN EN.

#### 3.2.1 Zatížení stálé

##### Vlastní tíha

Vlastní tíha je automaticky generována výpočtením programem Scia Engineer dle geometrie průřezu konstrukce.

##### Ostatní stálé

Ostatní stálé zatížení obsahuje mostní vybavení (římasy, svodidla, zábradlí), vozovkový kryt, jehož charakteristická hodnota se navyšuje o 40% nebo snižuje o 20%.

##### Pokles podpor

Nerovnoměrné sedání konstrukce se projeví posunem podpor ve svislém směru Z. Pokles je uvažován s hodnotou 5mm. Podpory poklesnou v libovolném počtu, ve všech možných kombinacích. Tudiž vznikne 30 zatěžovacích stavů. Výsledné hodnoty namáhání jsou zobrazeny v obalové křivce.

#### 3.2.2 Proměnné zatížení

##### Zatížení dopravou

Zatížení dopravou je uvažováno modely zatížení:

Model zatížení 1 (LM1 – TS, UDL)

Model zatížení 3 (LM3 – zvláštní vozidlo 1800/200)

Model zatížení 3 (LM3 – zvláštní vozidlo 3000/240)

##### Zatížení teplotou

Zatížení teplotou se stanoví pomocí rozdílové složky teploty, která je uvažována jako lineární průběh po průřezu.

Podrobný popis zatížení a jeho hodnoty jsou uvedeny v příloze P4. *Statický výpočet, kapitola 5. Zatížení.*

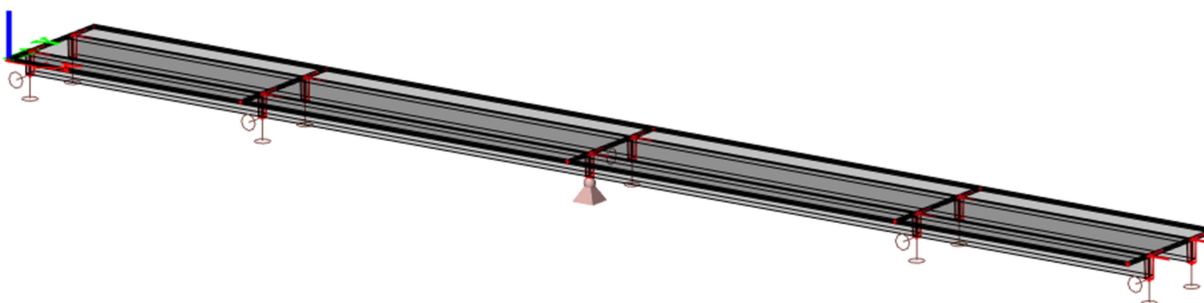


## 3.3 Výpočtový model

Pro statický výpočet byly vytvořeny 4 modely v programu Scia Engineer.

### Desko-žebrový model

Pro zjištění příčného roznosu zatížení na jednotlivé trámy a pro výpočet násobitele zatížení dopravy v jednotlivých řezech byl vytvořen desko-žebrový model.



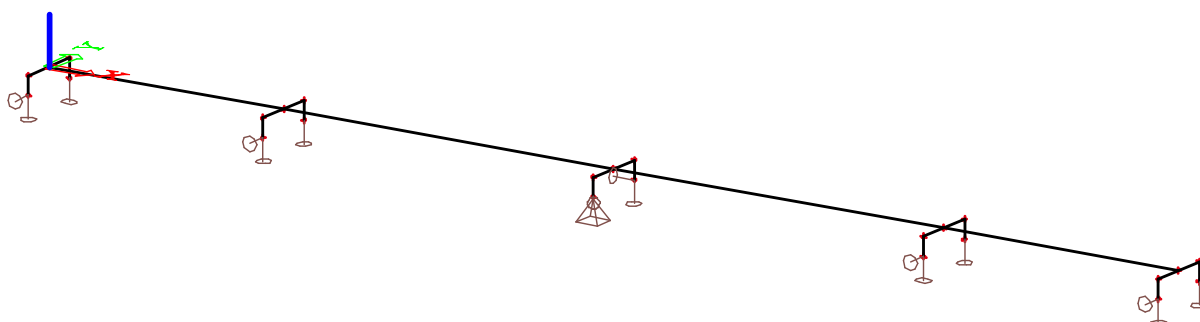
### Prutový model 2D

Model mi sloužil pro získání vnitřních sil na konstrukci a pro časově závislou analýzu TDA. Mostní konstrukce je navržena jako prutový model v rovině XZ. Prutový model jsem zvolil z důvodu snadné čitelnosti a zobrazení vnitřních sil a deformací.



### Prutový model 3D

Model byl vytvořen za účelem posouzení konstrukce na mezní stav únosnosti – smyk a kroucení. Zatížení od dopravy je zadáno pojedzem jednotlivě na určené excentricitě, aby vyvolalo maximální účinky krouťícího momentu a maximální posouvající síly.



## 3.4 Předpětí

Při návrhu předpětí jsem uvažoval metodu vyrovnání zatížení od vlastní tíhy a zatížení ostatní stálé. Po zjištění nevhodnosti této metody jsem se rozhodl vyrovnat zhruba 70% časté hodnoty od dopravy. Přesný návrh předpětí jsem pak iteroval pomocí ověřování velikosti napětí tak, abych nepřekročil v jednotlivých časech mezní napětí v betonu.



Ztráty jsou spočítány ručně a následně porovnány se ztrátami vypočtené z programu Scia Engineer. Do výpočtu dále uvažuji s hodnotami vypočtené programem.

Podrobný návrh předpětí je v příloze *P4. Statický výpočet, kapitola 8. Předpětí*.

## 3.5 Mezní stav použitelnosti

### 3.5.1 Omezení napětí

Posouzení konstrukce je uvažováno v době předpínání ( $t_0$ ), provozu ( $t_q$ ) a v čase na konci životnosti ( $t_{\infty}$ ).

Tlakové napětí v betonu je omezeno z důvodu podélných trhlin, rozvoji mikrotrhlin a nadměrného dotvarování, které mohou nepříjemně ovlivnit použitelnost konstrukce.

U předpjatých konstrukcí je tahové napětí v betonu omezené z důvodu vzniku trhlin a následného omezení trvanlivosti konstrukce

Tahové napětí ve výztuži je omezeno z důvodu zabránění vzniku nepružných přetvoření, nadměrných trhlin a deformací. Vysoké napětí ve výztuži znamená i značnou deformaci, která může způsobit i nadměrné rozšiřování trhlin.

### 3.5.2 Omezení šířky trhlin

Doporučená hodnota maximální šířky trhlin 0,2mm nebude překročena, pokud bude dodržena podmínka tlakové rezervy pro častou kombinaci. Tato podmínka je splněna.

## 3.6 Mezní stav únosnosti

### 3.6.1 Ohybová únosnost

Konstrukce z hlediska namáhání normálovou silou a ohybovým momentem byla posouzena na konci životnosti. Byly vybrány 3 řezy, které se jeví jako nejvíce namáhané. Jsou to řezy v polovině rozpětí pole 1, 2 a podpoře c. Konstrukce vyhověla ve všech řezech a není potřebný návrh přídatné betonářské výztuže.

### 3.6.2 Namáhání na posouvající sílu a kroucení

Pro výpočet byl uvažován prutový 3D model konstrukce, na kterém byla doprava pojezdem umístěna s požadovanou excentricitou tak, aby vyvolala maximální kroučící účinky  $T_{Ed,max}$  a maximální posouvající síly  $V_{Ed,max}$ . Pro posouzení a návrh výztuže na smyk byly vybrány řezy nad podporou c a v místě 15m od podpory c.



## 3.6.3 Příčný směr

Pro příčný směr byl vytvořen prutový 2D model v programu Scia Engineer. Pruty jsou totožné se střednicí trémového průřezu. Model byl uvažován na 1m běžný konstrukce.

Zatížení dopravou bylo rozmístěno dle průběhu příčinkových čar tak, aby vyvolalo maximální účinky ohybových momentů a posouvajících sil v jednotlivých řezech.

## 4. Fáze výstavby

Nosná konstrukce je betonována na pevné skruži v celé její délce a to 130,0m. Je navržen stavební postup provádění konstrukce bez pracovních spar. Takto vybetonovaná konstrukce bude ošetřována po dobu 5 dní. Volbu celoplošného podskružení jsem volil z důvodu nízké volné výšky pod mostem a délky nosné konstrukce.

Tato varianta je výhodná jak technologicky, tak ekonomicky. Předepnutí konstrukce probíhá 7 dní od vybetonování nosné konstrukce. Během předpínání musí být umožněno posunu vybetonované konstrukce po skruži, aby došlo ke zkrácení vlivem vnesení předpětí.

Dalším krokem ve fázi výstavby 60 dní od betonáže konstrukce je dobetonování monolitických říms, položením vozovkových vrstev a osazení bezpečnostních zařízení.

Náz.	Popis jednotlivých fází	Lokální Čas [den]	Globální čas [den]	Stálá nebo dlouhodobá zatížení	Předpětí
ST1	1.Fáze-betonáž	0	101	LC1 - Betonáž konstrukce	Žádný
ST2	2.Fáze - předpínání	7	108	LC2 - Předpětí	LC3 - Kably
ST3	Ostatní stálé	60	168	LC4 – Ostatní stálé ( $t_g$ )	Žádný
ST4	Uvedení do provozu	120	288	LC5 – Provoz ( $t_q$ )	Žádný
ST5	Životnost	-	36500	LC6 – Životnost ( $t_\infty$ )	Žádný

## 5. Požadavky na bezpečnost

Na stavbu nejsou kladeny žádné speciální požadavky. Bezpečnost práce a ochrana zdraví při výstavbě se řídí ustanovením vyhlášky č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništích a její zajištění je plně v kompetenci zhotovitele stavby. Bezpečnost stavby je během provozu zajištěna pomocí navrženého dopravního značení a konstrukčním uspořádáním.

Na dokončenou stavbu nejsou z hlediska požární ochrany kladeny žádné zvláštní požadavky.



---

## 6. Závěr

V diplomové práci byly navrhnuty 3 varianty možného přemostění. Byla vybrána varianta dvoutrémové spojitě konstrukce, která byla dále staticky posouzena z hlediska mezního stavu použitelnosti a únosnosti. Na závěr byla zpracována výkresová dokumentace a vizualizace.

V Brně dne 13.ledna 2017

.....  
podpis autora

Bc. Martin Řezníček



---

## Seznam použitých zdrojů

### Seznam použitých norem:

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- [2] ČSN EN 1991-1-5 Zatížení konstrukcí: Obecná zatížení – Zatížení teplotou.
- [3] ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí: Zatížení mostů dopravou.
- [4] ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových mostních konstrukcí. Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady.

### Seznam použité literatury:

- [1] NAVRÁTIL J., Předpjaté betonové konstrukce, Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2008
- [2] STRÁSKÝ J., Betonové mosty, ČKAIT, Praha, 2001
- [3] NEČAS R., Betonové mosty I – Zásady navrhování, Studijní opora VUT FAST Brno, Brno, 2014
- [4] Zich, M. a kol.: Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů. Verlag Dashöfer, Praha, 2010
- [5] Vzorové listy staveb pozemních komunikací. VL4 – Mosty. Pragoprojekt, a.s., Praha, 2010

### Seznam použitého softwaru:

Autodesk Autocad 2015

Scia Engineer 16.0

Sketchup 2017



---

## Seznam příloh

### P1. VARIANTY ŘEŠENÍ

- P1.1a VARIANTA 1 – PODÉLNÝ ŘEZ
- P1.1b VARIANTA 1 – PŘÍČNÝ ŘEZ
- P1.2a VARIANTA 2 – PODÉLNÝ ŘEZ
- P1.2b VARIANTA 2 – PŘÍČNÝ ŘEZ
- P1.3a VARIANTA 3 – PODÉLNÝ ŘEZ
- P1.3b VARIANTA 3 – PŘÍČNÝ ŘEZ

### P2. VÝKRESY

- P2.1 PŮDORYS
- P2.2 PODÉLNÝ ŘEZ
- P2.3 PŘÍČNÝ ŘEZ
- P2.4 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ
- P2.5 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

### P3. POSTUP VÝSTAVBY A VIZUALIZACE

- P3.1 STAVEBNÍ POSTUP
- P3.2 POHLED A
- P3.3 POHLED B
- P3.4 POHLED C
- P3.5 POHLED D
- P3.6 POHLED E
- P3.7 POHLED F
- P3.8 POHLED G
- P3.9 POHLED H
- P3.10 POHLED I

### P4. STATICKÝ VÝPOČET