



# 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

## MOST NA SILNICI I/38

BRIDGE ON I/38 ROAD.

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Novotný

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2020



## 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>Student</b>	Bc. Tomáš Novotný
<b>Název</b>	Most na silnici I/38
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Josef Panáček
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

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

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
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

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

Podrobný statický výpočet nosné konstrukce vybrané studie mostu provedte podle mezních stavů. Upřednostněte řešení bez postupné výstavby, tj. na pevné skruži.

Most můžete oproti podkladům zkrátit. Překážky pod mostem můžete přesunout. Směrové řešení převáděné silnice zachovejte.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a studie 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)

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Josef Panáček  
Vedoucí diplomové práce



## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá návrhem přemostění údolí na silnici I/38 v části obchvatu obce Havlíčkův Brod. Práce zahrnuje studii přemostění daného území. Ze tří variant byl vybrán k podrobnému posouzení dvoutrámový nosník o čtyřech polích. Nosná konstrukce je navržena jako monolitická, dodatečně předpjatá, betonovaná na pevné skruži bez postupné výstavby. Bylo provedeno posouzení dle mezních stavů použitelnosti a únosnosti. Kromě statického výpočtu jsou součástí práce výkresy a vizualizace mostu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Betonový most, dodatečně předpjatý beton, dvoutrámový průřez, spojitý nosník, pevná skruž, mezní stavy, časově závislá analýza, TDA

## **ABSTRACT**

The final thesis is focused on design of valley bridging on I/38 road at the Havlickuv Brod bypass. The thesis contains study of the bridging area. For detailed assessment was chosen, from three variants, a two-beam cross-section girder of 4 spans. Load-bearing structure is designed as cast-in-place, post-tensioned, concreted at fixed falsework without phased construction. The serviceability limit state and the ultimate limit state were assessed. The thesis contains, apart from structural design, drawings and visualizations of the bridge.

## **KEYWORDS**

Concrete bridge, post-tensioned concrete, two-beam cross-section, continuous beam, fixed falsework, limit states, time dependent analysis, TDA



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Bc. Tomáš Novotný *Most na silnici I/38*. Brno, 2020. 28 s., 193 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček



## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Most na silnici I/38* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Tomáš Novotný  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Most na silnici I/38* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Tomáš Novotný  
autor práce



## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu práce panu Ing. Josefu Panáčkovi za ochotu a pomoc na konzultacích.

Velké díky patří také mé manželce i celé rodině za podporu během studia.

## OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. ZADÁNÍ A VARIANTY ŘEŠENÍ.....	10
2.1. Podklady a zadání.....	10
2.2. Varianty .....	10
3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....	12
4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE .....	13
4.1. Charakteristika mostu.....	13
4.2. Základní parametry mostu.....	13
4.3. Převáděná komunikace .....	13
4.4. Přemostované překážky .....	14
4.5. Inženýrsko-geologické poměry.....	14
5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	15
5.1. Konstrukce mostu .....	15
5.2. Mostní svršek .....	18
5.3. Mostní vybavení.....	19
6. MATERIÁLY PRO STAVBU.....	21
6.1. Beton .....	21
6.2. Betonářská výztuž .....	21
6.3. Předpínací výztuž.....	21
7. VÝSTAVBA MOSTU .....	22
8. STATICKÝ VÝPOČET .....	23
8.1. Modely.....	23
8.2. Zatížení.....	23
8.3. Předpětí.....	23
8.4. Posouzení .....	23
9. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI.....	24
10. ZÁVĚR.....	25
11. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ .....	26
11.1. Normy.....	26
11.2. Literatura .....	26
11.3. Internetové zdroje.....	27
12. SEZNAM PŘÍLOH.....	28





## 1. ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je návrh mostního objektu na silnici I/38 v úseku obchvatu obce Havlíčkův Brod. Účelem mostu je převedení komunikace přes polní cestu, Stříbrný potok a bezejmennou vodoteč.

Součástí návrhu jsou tři varianty přemostí. Cílem práce je zvolit vhodné technické řešení, které by mělo být dle zadání betonováno na pevné skruži a které bude posouzeno na mezní stavy dle platných norem.

## 2. ZADÁNÍ A VARIANTY ŘEŠENÍ

### 2.1. Podklady a zadání

Zadání pro návrh mostní konstrukce sestává pouze z příčného řezu mostním svrškem a podélným řezem s vyznačenou niveletou a terénem v ose komunikace. Z příčného řezu je patrné šířkové uspořádání převáděné komunikace a také směrové vedení trasy v oblouku o poloměru  $R = 1700$  m.

Viz příloha P1.1. Zadání - podélný řez

P1.2. Zadání - příčný řez

### 2.2. Varianty

- **Varianta A**

Spojité konstrukce o 3 polích komorového průřezu s šikmými stěnami. Rozpětí polí 42,0 + 53,0 + 42,0 m. Celková délka přemostění je 136,7 m. Konstrukční výška nosníku je 2,3 m a je po délce konstantní.

Výhodou je relativně nízká vlastní tíha konstrukce a především dobrá tuhost průřezu v kroucení. Vzhledem k charakteru průřezu lze navrhnout pole větších rozpětí a tím redukovat počet mezilehlých podpěr.

Mezi nevýhody patří zejména složitější postup výstavby i následná kontrola konstrukce.

Viz příloha P1.3. Varianta A - podélný řez

P1.4. Varianta A - příčný řez

### • Varianta B

Spojité konstrukce o 4 polích dvoutrámového průřezu. Rozpětí polí 27,0 + 2x34,0 + 27,0 m. Celková délka přemostění je 120,3 m. Konstrukční výška nosníku je 2,0 m a je po délce konstantní.

Výhodou je relativně nízká vlastní tíha konstrukce a především jednoduchost výstavby, která by byla možná i na pevné skruži.

Mezi nevýhody patří zejména nízká tuhost průřezu v příčném směru, kdy zatížení dopravou významně namáhá více zatížený nosník.

Viz příloha P1.5. Varianta B - podélný řez

P1.6. Varianta B - příčný řez

### • Varianta C

Spojité konstrukce o 6 polích deskotrámového průřezu. Rozpětí polí 22,5 + 4x30,0 + 22,5 m. Celková délka přemostění je 163,6 m. Konstrukční výška nosníku je 1,6 m a je po délce konstantní.

Výhodou je jednoduchost výstavby. Větší délka konstrukce snižuje objem násypů převáděné komunikace, ovšem za cenu většího objemu prací na spodní stavbě.

Mezi nevýhody patří zejména velká vlastní tíha konstrukce. Celková délka mostu a objem betonu neumožňují výstavbu na pevné skruži.

Viz příloha P1.7. Varianta C - podélný řez

P1.8. Varianta C - příčný řez

### • Závěr

Z výše uvedených byla vybrána k podrobnému posouzení varianta B, dvoutrám o 4 polích. Tuto konstrukci bude možné provést na pevné skruži bez postupné výstavby, byť za cenu většího objemu násypů. Konstrukce bude jednoduchá na výstavbu i na následnou údržbu, navíc jde o hojně se vyskytující typ mostu.



### 3. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název stavby	I/38 Havlíčkův Brod, JV obchvat
Objekt	SO 210
Název objektu	Most na sil. I/38 přes polní cestu a potok
Obec	Havlíčkův Brod
Katastrální území	Havlíčkův Brod [637823]
Kraj	Vysočina
Objednatel stavby	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 546/56 145 05 Praha 4 659 933 90
Nadřízený orgán	Ministerstvo dopravy ČR
Uvažovaný správce mostu	Ředitelství silnic a dálnic ČR Správa Jihlava Kosovská 10a 586 01 Jihlava
Projektant	Bc. Tomáš Novotný Nová Ves 98 592 31 Nové Město na Moravě
Druh převáděné komunikace	Silnice I/38
Kategorie komunikace	S 11,5/70
Druh přemostované překážky	Polní cesta Stříbrný potok Bezejmenná vodoteč
Staničení na převáděné silnici	km 3,126 006 opěra 1 km 3,141 306 polní cesta km 3,153 006 podpěra 2 km 3,187 006 podpěra 3 km 3,195 430 Stříbrný potok km 3,221 006 podpěra 4 km 3,228 930 bezejmen. vodoteč km 3,248 006 opěra 5
Úhly křížení	98,76g - polní cesta 50,85g - Stříbrný potok 94,11g - bezejmenná vodoteč

## 4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

### 4.1. Charakteristika mostu

Most leží na obchvatu obce Havlíčkův Brod na silnici I/38. Převáděná komunikace je kategorie S11,5/70. Směrové vedení trasy je v levostranném oblouku o poloměru  $R=1700$  m. Výškově nosná konstrukce stoupá směrem od Havlíčkova Brodu proměnným sklonem od 1,0 % po 1,9 %. V příčném směru je NK v jednostranném sklonu 2,5 % směrem vlevo k římse s nouzovým chodníkem. Osa převáděné komunikace leží v ose mezi trámy, římsa s nouzovým chodníkem se nachází na více vyložené konzole tak, aby dopravní zatížení bylo rozloženo co nejvíce symetricky.

### 4.2. Základní parametry mostu

Délka mostu	136,7 m
Délka NK	123,7 m
Délka přemostění	120,3 m
Rozpětí polí	27,0 + 2 x 34,0 + 27,0 m
Šikmost mostu	kolmý
Výška mostu nad terénem	11,2 m
Stavební výška	2,14 m
Druh převáděné komunikace	I/38, S11,5/70
Šířka mostu	13,85 m
Šířka NK	13,35 m
Volná šířka	14,1 m
Šířka nouzového chodníku	0,75 m (vlevo)
Podélný sklon	prom. 1,0 - 2,2 %
Příčný sklon	jednostranný 2,5 %
Směrové vedení trasy	V oblouku o $R=1700$ m

### 4.3. Převáděná komunikace

Kategorie převáděné komunikace je S11,5/70

Směrové poměry	levostranný oblouk $R=1700$ m
Výškové poměry	sklon proměnný od 1,0 % po 1,9 % částečně v údolnicovém oblouku ( $R=10\ 000$ m)
Příčný sklon	jednostranný 2,5 %



#### • Šířkové uspořádání

Zpevněná krajnice	2,00 m
Vodící proužek	0,25 m
Jízdní pruh	3,50 m
Jízdní pruh	3,50 m
Vodící proužek	0,25 m
Zpevněná krajnice	2,00 m
Celkem	11,50 m

#### 4.4. Přemostované překážky

Mostní konstrukce přemostuje polní cestu, Stříbrný potok a další bezejmenný vodní tok. Stříbrný potok zůstane v původní poloze, pouze dojde k odláždění koryta v místě křížení. Další dvě překážky, polní cesta a bezejmenná vodoteč, budou přeloženy.

#### 4.5. Inženýrsko-geologické poměry

Pro účely mostu byl proveden podrobný geologický poměr, kdy byla provedena série vrtů. V údolí Stříbrného potoka se nachází zvodnělé zeminy, proto bude nutné při zakládání podpěr použít pažení. Pod vrstvami zemín třídy - F4, F5, S3 a S4 se nachází silně zvětralé skalní podloží R6.

V oblasti opěry 5 byla opět blízko povrchu naražena podzemní voda, avšak blízko u povrchu se nachází silně zvětralé horniny R6 a v hloubce cca 10 m zdravá hornina R3-R2.

V oblasti opěry 1 nebyla naražena podzemní voda vůbec a v hloubce cca 4 m se již nachází zdravá hornina R3-R2.

Z průzkumu vyplývá, že piloty pod pilíři budou větší délky a budou vrtány po celé délce s pažením, piloty na opěrách budou kratší a v patě budou min. 1 m vetknuty do zdravých hornin R3-R2. Vetknutí pilot bude provedeno bez zarážení pažnice a jeho délka bude v závislosti na možnostech vrtací soupravy.

## 5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

### 5.1. Konstrukce mostu

#### • Zemní práce

Na celém území ohraničeném dočasným zábořem pozemku bude sejmuta ornice v minimální tloušťce 0,20 m. Ornice bude skladována na mezideponii a po dokončení stavebních prací bude použita na zpětné ohumusování přilehlých ploch. Přebytek ornice bude rovnoměrně rozprostřen v zájmovém a jemu přilehlém území.

Obě vodoteče budou dočasně zatrubněny pomocí trub DN 600 a těsněného hrazení.

Stavební jámy u podpěr P2, P3 a P4 jsou navrhnuty z důvodu vysoké hladiny podzemní vody jako pažené pomocí ocelových štětovic. Vodu ze stavební jámy bude nutné čerpat.

Všechny vzniklé stavební jámy byly zpětně zasypávány vhodným materiálem a hutněny po vrstvách min. 300 mm. Vhodnost zemin do zásypů je určena dle ČSN 73 6244 a ČSN 73 6133.

#### • Založení

Založení mostního objektu bylo navrženo na hlubinných velkopřůměrových železobetonových pilotách. Shodně 8 ks pilot pod každou podpěrrou. Piloty pod pilíři budou provedeny jako hlubinné vetknuté do zvětralého skalního podloží (předpokládaná délka 13,0 m). Pod opěrami budou piloty provedeny jako hlubinné vetknuté do zdravých skalních hornin R3 (předpokládaná délka 6,0-10,0 m).

Piloty budou provedeny o průměru 770 mm v patě piloty o délce minimálně 1,00 m. Dřík a hlava piloty budou provedeny o průměru 880 mm.

Piloty budou vyhotoveny z monolitického betonu třídy C25/30-XA1, XF2, XC3 a vyztužené betonářskou výztuží 10 505 (R), B500B.

Výztuž bude vyvedena nad úroveň piloty v minimální stanovené délce pro provázání s výztuží základu.

Po zbudování základové spáry budou zhotoveny základové pasy. Pod opěrami rozměr 14,35 x 4,10 m, pod podpěrami 10,70 x 3,80 m. Základové pasy budou vyhotoveny z monolitického betonu třídy C25/30-XA1, XF2, XC3



a vyztužené betonářskou výztuží 10 505 (R), B500B. Výztuž bude vyvedena nad úroveň základů v minimální stanovené délce pro provázání s výztuží dřívku opěr a podpěr. Horní povrch základových pasů bude proveden ve sklonu 4,0 % pro zajištění odtoku vody.

#### • Spodní stavba

Dřík obou opěr byl proveden jako monolitický železobetonový z betonu třídy C30/37-XF2, XD1, XC3. Betonářská výztuž byla použita 10 505 (R), B500B. Tloušťka dřívku opěr byla navržena jako konstantní 2,90 m ve směru osy komunikace. Výška dřívku opěr je 3,40 m shodně u obou dřívků. Délka opěr je shodně 13,35 m.

Společně s dřívkem opěr bude zřízen úložný práh a podložiskové bloky. Závěrná zídka tl. 0,6 m bude betonována až po provedení předpětí a dobetonování čela NK. Úložný práh je v příčném spádu 4,0 % směrem k závěrné zídce a v podélném směru spád 2,5 % kopíruje sklon vozovky.

Na opěry navazují zavěšená křídla o tloušťce 1,3 m.

U opěry 1 je navržena přechodová deska tl. 250 mm a délky 3,0 m. U opěry 5 vzhledem k vyššímu nasypu přechodová deska tl. 300 mm a délky 4,5 m.

Mezilehlé podpěry jsou navrženy jako sloupové, samostatné pro dvojici ložisek. Sloupové podpěry jsou šestiúhelníkového průřezu, v patě vetknuté do základového pasu, v hlavě na ně navazují úložné prahy a podložiskové bloky. Ty jsou navrženy tak, aby bylo možné na zbývající plochu pilířů umístit hydraulické lisy pro výměnu ložisek.

#### • Nosná konstrukce

Hlavní vodorovnou nosnou konstrukci tvoří spojitý monolitický dvoutrámový nosník o 4 polích. Dvojice trámů má po délce konstantní výšku 2,0 m. Osová vzdálenost trámů je 6,6 m. Rozpětí je 27,0 + 2x34,0 + 27,0 m. Konstrukce je navržena z dodatečně předpjatého betonu C35/45-XF2, XD1, XC3, předpínací výztuž Y1860-S7-15,7 a betonářská výztuž 10 505 (R), B500B. Předpětí je navrženo z celkem 152 lan (2 trámy x 4 kabely x 19 lan). Kabely jsou vedeny v korugované ocelové hadici o vnějším průměru 100 mm. Lana budou napnuta z opěry 1 a následně dopnuty z opěry 5.

Horní železobetonová deska působí v příčném směru jako prostý nosník s převislými konci. Konzola desky s nouzovým chodníkem na římse má délku 3,1 m, druhá konzola pak pouze 2,35 m. Obě konzoly mají na konci





tloušťku 250 mm a ve vetknutí 500 mm. Deska mezi trámy má rozpětí 5,3 m, její tloušťka u trámů je 500 mm, ve střední části pak 300 mm. Příčný sklon konstrukce je 2,5 % směrem k levé římse, kde je 4,0% protispád. Celková šířka NK je 13,35 m.

Uložení NK je přímé na hrncových ložiscích. Příčníky jsou pouze na koncích. Uložení na mezilehlých podpěrách je přímé, bez příčníku. Koncové příčníky mají tloušťku 1,7 m.

Betonářské práce, instalace betonářské a předpínací výztuže, injektáž kanálků a další práce budou v souladu s příslušnými normami a TKP.

#### • Ložiska

Uložení nosní konstrukce na spodní stavbu je navrženo pomocí hrncových ložisek typu TETRON od firmy Freyssinet. Na podpěře 3 vlevo je umístěno pevné ložisko FX 10000 - 500, vpravo pak jednosměrně příčně pohyblivé GG 10000 - 500 - 50. Na podpěrách 2 a 4 jsou vlevo umístěna jednosměrně podélně pohyblivá ložiska viz výše, vpravo pak všesměrně pohyblivá GL 10000 - 50 - 20. Na obou opěrách jsou vlevo umístěna jednosměrně podélně pohyblivá ložiska GG 5000 - 500 - 50, vpravo pak všesměrně pohyblivá GL 5000 - 50 - 20.

Ložiska budou uložena na podložiskových blocích do plastbetonu min. tl. 20 mm. Mezi ložiskem a NK bude proveden náletek min. tl. 20 mm.

#### • Mostní závěry

Mezi nosnou konstrukcí a opěrou jsou navrženy hřebenové mostní závěry s elastomerovou odvodňovací membránou od firmy Freyssinet typu CIPEC WP120. Mostní závěry budou osazeny do připravených kapes na NK a závěrných zídkách.

## 5.2. Mostní svršek

### • Izolace

Povrch spodní stavby bude izolován dle TP 124 proti zemní vlhkosti a stékající vodě pomocí NAIP tl. 5 mm s ochrannou geotextílií (min. 600 g/m<sup>2</sup>) v souladu s ČSN 73 6244.

Povrch opěr a křídel v místě styku s okolním terénem (lícni strana) bude opatřen ALP+2xALN. Pracovní spáry budou řešeny podle detailu ve VL-4 (208.03) s přetažením NAIP dané šířky a ochranou izolace.

Celoplošná izolace bude provedena jak na povrchu nosné konstrukce, tak na povrchu dříků křídel a na délce 1,0 m na přechodových deskách.

Samotná izolace na povrchu mostu se skládá z:

- pečetící vrstva dle ČSN 73 6242,
- celoplošná izolace dle ČSN 73 6242 z asfaltových natavovaných izolačních pásů. Kvalitativní požadavky dle tabulky 4. ČSN 73 6242.

Ochrana izolace na okrajích nosné konstrukce pod konstrukcemi říms je provedena dle VL-4 z NAIP s Al vložkou.

### • Římsy

Na mostě budou zřízeny římsy z monolitického betonu C30/37-XF4, XD3, XC4 a vyztuženy betonářskou výztuží 10 505 (R), B500B. Šířka levé římsy je 1,55 m a pravé 0,80 m. Šířka okapového nosu říms je 250 mm, výška pak 650 mm. Sklon povrchu římsy je směrem k vozovce 4,0 %. Výška hrany přilehlé k vozovce je 150 mm, hrana je nepřejížděná a je ukloněna ve sklonu 5:1. Vnitřní hrana přilehlá k vozovce je zkosená 30/30 mm, ostatní hrany budou zkoseny 20/20 mm. Zkosení bude provedeno vložením lišty do bednění. Římsy budou opatřeny ochranným nátěrem S4 na vrchní a boční hraně dle TP 31. Římsy budou kotveny do nosné konstrukce a do konstrukce mostních křídel pomocí kotev vlepených do vrtu průměru 28 mm, minimální délka vrtu je 220 mm. Kotvy budou rozmístěny po 1,00 m. Římsy budou po délce děleny na dilatační celky. Dilatační spára bude provedena na horním a vnitřním povrchu bez zkosení, na vnější straně se zkosením 15/15 mm, dilatace bude tvořena pěnovým nebo extrudovaným polystyrenem tl. max. 20 mm, opatřena předtěsněním, penetračním nátěrem a utěsněna těsnícím elastickým tmelem. Izolace římsy bude

dotazena k hraně nosné konstrukce a ukončena bentonitovým páskem. Podél římsy bude proveden odvodňovací proužek z litého asfaltu v šířce 500 mm.

#### • Chodník

Na levé římse se nachází revizní chodník o šířce 750 mm. Povrch římsy v místě chodníku bude v příčném sklonu 4 % a bude opatřen striáží.

#### • Vozovka

Skladba vozovkového souvrství na mostě

Asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO11+	tl. 40 mm
Spojovací postřik	PSE	0,35 kg/m <sup>2</sup>
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL16+	tl. 60 mm
Spojovací postřik	PSE	0,3 kg/m <sup>2</sup>
Ochrana izolace modif. asfaltem	MA11IV	tl. 35 mm
Celoplošná izolace	NAIP	tl. 5 mm
Pečtetíci vrstva speciální epoxidovou pryskyřicí		tl. – mm
<b>Celkem tloušťka vozovky</b>		<b>tl. 140 mm</b>

Úprava spár těsněním zálivkovou hmotou z modifikovaného asfaltu s dlouhodobou funkcí a trvalou soudržností, které jsou slučitelné se všemi izolačními systémy a materiály na jejich styku.

### 5.3. Mostní vybavení

#### • Svodidla

Na mostě vlevo bude osazeno ocelové mostní svodidlo výšky 0,75 m s úrovní zadržetí H2. Vpravo pak ocelové zábradelní svodidlo se svislou výplní výšky 1,1 m s úrovní zadržetí H2. Svodidla budou kotvena mechanicky do konstrukce římsy přes patní desku. V předmostích budou navazovat silniční svodidla s úrovní zadržetí H1.

#### • Zábradlí

Na okraji levé římsy je navrženo ocelové mostní zábradlí se svislou výplní výšky 1,1 m.



#### • Odvodnění

Povrch vozovky bude odvodněn pomocí příčného a podélného sklonu a mostních odvodňovačů s mříží o rozměru 500x300 mm. Zatížení mříže odvodňovače musí vyhovovat D400. Osazení a rektifikace mostních odvodňovačů bude provedeno podle technických podmínek dodavatele. Z odvodňovačů bude voda svedena do podélného svodu pod konzolou a dále k opěře 1, kde bude svedena svislým svodem ke skluzu a do vývařiště.

Celoplošná izolace bude odvodňována pomocí trubiček z nerezové oceli. Podél levé mostní římsy v ose úžlabí bude po celé délce proveden drenážní proužek z drenážního plastbetonu o šířce 150 mm. Tloušťka drenážního proužku bude přes tloušťku ochrany izolace. V prostoru nad odvodňovači celoplošné izolace bude tloušťka zvětšena o hloubku vtoku do odvodňovače celoplošné izolace a rozšířena na 0,5 m.

## 6. MATERIÁLY PRO STAVBU

### 6.1. Beton

Byly navrženy následující třídy betonů a odolností proti vlivům prostředí.

Podkladní	C16/20
Piloty	C25/30-XA2
Základy	C25/30-XF1
Pilíře, opěry, křídla	C30/37-XF2
Úložné prahy	C30/37-XF4
Závěrné zídky	C30/37-XF4
Podložiskové bloky	C35/45-XF2
Nosná konstrukce	C35/45-XF2
Římsy	C30/37-XF4
Přechodové desky	C25/30-XF2

### 6.2. Betonářská výztuž

Všechny části objektu budou vyztuženy betonářskou výztuží 10 505 (R), B500B. Provádění výztuží bude v souladu s platným TKP a bude dodrženo předepsané krytí.

### 6.3. Předpínací výztuž

Předpínací lana jsou navržena typu Y1860-S7-15,7. Uvažuje se holými lany a injektáží cementem. Ze statického návrhu vyplynulo použití 4 kabelů po 19 lanech v každém trámu (celkem 152 lan). Lana budou vedena v korugovaných ocelových hadicích o vnějším průměru 100 mm a jejich poloha bude nastavena pomocí svařovaných mřížek z betonářské oceli. Kotvení je navrženo pomocí aktivních kotev Freyssinet řady C pro vnitřní předpětí se soudržností s holými lany a injektáží cementem.



## 7. VÝSTAVBA MOSTU

Zhotovitelem budou provedeny následující etapy výstavby:

- Vytyčení a příprava staveniště, skryvka ornice, zatrubnění vodotečí
- Příprava pilotážních rovin a šablon
- Vrtání a betonáž pilot
- Výkopy pro základy opěr a podpěr
- Bednění a betonáž základových pasů
- Bednění a betonáž opěr a podpěr
- Osazení ložisek a montáž pevné skruže
- Betonáž NK a zavedení předpětí
- Odstranění skruže a dobetonování závěrných zídek
- Provedení izolací spodní stavby, drenáže, zásyp, přechodové desky
- Osazení mostních závěrů, izolace mostovky
- Betonáž říms, provedení vozovky a osazení mostního vybavení
- Terénní úpravy a práce pod mostem
- Dokončovací práce
- Uvedení do provozu

## 8. STATICKÝ VÝPOČET

### 8.1. Modely

Pro statické posouzení konstrukce byly programem Scia Engineer 18.1 vytvořeny dva modely.

První deskoprutový, kde byla vymodelována deska proměnného průřezu a dvojice prutů na excentricitě, které představují jednotlivé trámy. Na tomto modelu bylo zjištěno rozložení účinků zatížení na jednotlivé trámy, posouvající síla a kroutící moment na trámu a také účinky zatížení na desku v příčném směru.

Druhý model prutový pro TDA (časově závislá analýza), na kterém byly sledovány účinky předpětí v čase. Tento model zohledňuje dlouhodobé ztráty předpětí včetně dotvarování a smršťování betonu.

### 8.2. Zatížení

Ve výpočtu bylo uvažováno zatížení dle platných EN. Stálé zatížení - vlastní tíha, ostatní stálé (vozovka, římsy, mostní vybavení) a pokles podpor. Proměnné zatížení - doprava (TS, UDL, chodci, LM3) a teplota, proměnné zatížení větrem a sněhem během výstavby nebylo uvažováno.

### 8.3. Předpětí

Předběžný návrh předpětí byl proveden pomocí metody vyrovnání účinků stálého zatížení. Poté byl v prutovém modelu s podporou TDA vymodelován teoretický parabolický kabel, který byl následně rozdělen na jednotlivé kabely, a dráha byla upravena dle skutečného vedení kabelů.

### 8.4. Posouzení

Návrh konstrukce byl posouzen v podélném směru na mezní stav použitelnosti (omezení napětí v betonu, omezení trhlin, omezení napětí v předpínací výztuži a omezení deformace) a mezní stav únosnosti (ohyb, smyk a kroucení). V příčném směru byla konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti (ohyb a smyk). Dále byly posouzeny příčník, kotevní oblast a oblast nad ložisky metodou S&T.



## 9. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Při realizaci mostního objektu je nutné seznámení všech zúčastněných osob s bezpečnostními zákony, vyhláškami, nařízeními vlády a souvisejícími právními normami v oblasti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Základní povinnosti dodavatele stavebních prací upravuje Zákoník práce v úplném znění č.262/2006 ve své hlavě „Bezpečnost a ochrana zdraví při práci“.

Stavební práce se řídí především uvedenými vyhláškami, nařízeními vlády s doplněním o dané ČSN





## 10. ZÁVĚR

Dle zadání byly vypracovány tři varianty přemostění daného území, ze kterých byla vybrána varianta B - dvoutrámová konstrukce o 4 polích betonovaná na pevné skruži. Tato varianta byla posouzena dle mezních stavů použitelnosti a únosnosti, v obou posouzeních navržená konstrukce vyhovuje. Součástí práce je výkresová dokumentace a vizualizace.

## 11. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ

### 11.1. Normy

[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

### 11.2. Literatura

[6] NEČAS, Radim, Jan KOLÁČEK a Josef PANÁČEK. BL12 - Betonové mosty I: zásady navrhování. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. ISBN 978-80-214-4979-4.

[7] STRÁSKÝ, Jiří. Betonové mosty. Praha: ŠEL, 2001. Technická knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-86426-05-x.

[8] STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. Betonové mosty II: Modul M01 - Technologie výstavby mostů. Brno, 2007. Studijní opora VUT FAST Brno.

[9] STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. Betonové mosty II: Modul M02 - Analýza betonových mostů. Brno, 2007. Studijní opora VUT FAST Brno.

### 11.3. Internetové zdroje

[10] Vzorové listy staveb pozemních komunikací: VL 4 - Mosty [online]. Praha:PJKP, květen 2015 [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: [http://www.pjpk.cz/data/USR\\_001\\_2\\_10\\_VL/VL\\_4\\_2015.pdf](http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_10_VL/VL_4_2015.pdf)

[11] Hrnková mostní ložiska TETRON CD. Freyssinet [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: [http://www.freyssinet.cz/203-hrnkova\\_mostni\\_loziska\\_tetron\\_cd](http://www.freyssinet.cz/203-hrnkova_mostni_loziska_tetron_cd)

[12] Závěr CIPEC WP. Freyssinet [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: [http://www.freyssinet.cz/260-zaver\\_cipec\\_wp](http://www.freyssinet.cz/260-zaver_cipec_wp)

[13] Predpínací systém Freyssinet. Freyssinet [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: [http://www.freyssinet.cz/gallery/predpinaci\\_system\\_freyssinet.pdf](http://www.freyssinet.cz/gallery/predpinaci_system_freyssinet.pdf)

[14] BL12 - Betonové mosty I: přednášky [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <http://www.necasradim.cz/>

## 12. SEZNAM PŘÍLOH

### P1. Použité podklady a studie řešení

- P1.1. Zadání - podélný řez
- P1.2. Zadání - příčný řez
- P1.3. Varianta A - podélný řez
- P1.4. Varianta A - příčný řez
- P1.5. Varianta B - podélný řez
- P1.6. Varianta B - příčný řez
- P1.7. Varianta C - podélný řez
- P1.8. Varianta C - příčný řez

### P2. Výkresy

- P2.1. Půdorys
- P2.2. Podélný řez
- P2.3. Příčné řezy
- P2.4. Předpínací výztuž
- P2.5. Betonářská výztuž

### P3. Stavební postup a vizualizace

- P3.1. Časový harmonogram
- P3.2. Schéma postupu výstavby
- P3.3. Vizualizace

### P4. Statický výpočet

- P4.1. Statický výpočet
- P4.2. Příloha statického výpočtu