



# 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

## DESKOVÝ SILNIČNÍ MOST

SLAB ROAD BRIDGE

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Blaha

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2019



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Blaha
Název	Deskový silniční most
Vedoucí práce	Ing. Josef Panáček
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

---

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 736201: 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: na základě doporučení vedoucího práce

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Místo stávajícího mostního objektu zpracujte dvě až tři studie deskového mostu o jednom poli včetně jejich zhodnocení.

Dále se v práci zaměřte na návrh deskové nosné konstrukce mostu - preferujte provedení z předpjatého betonu. Most můžete oproti realitě prodloužit, můžete jej navrhnout přímý a kolmý.

Dimenzování proveďte podle mezních stavů v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

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

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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).

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá návrhem deskového předpjaté mostní konstrukce převádějící dálnici D35 mezi obcí Velký Újezd a městem Lipník nad Bečvou. Most přemostňuje místní potok Kyjánka. Byly navrženy tři studie z nichž byla vybrána a podrobně zpracována varianta obdélníkové předpjaté monolitické desky. Statický model a výpočet jeho vnitřních sil probíhalo v programu SCIA Engineer 18.1. Výpočet je proveden podle platných norem.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Deskový most, předpjatý beton, dálniční most, jedno pole

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis deals with a design of a prestressed bridge structure that transfers the D35 motorway between village Velký Újezd and town Lipník nad Bečvou. The bridge is bridged by the local Kyjánka stream. Three studies were designed from which a variant of a rectangular prestressed monolithic slab was selected and elaborated. The static model and its internal forces were calculated in SCIA Engineer 18.1. The calculation is made according to valid standards.

## **KEYWORDS**

Slab bridge, prestressed concrete, highway bridge, one span

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Martin Blaha *Deskový silniční most*. Brno, 2018. 25 s., 53 s. příl. Bakalářská 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 bakalářské práce s názvem *Deskový silniční most* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 19. 5. 2019

---

Martin Blaha  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Deskový silniční most* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 19. 5. 2019

---

Martin Blaha  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Rád bych poděkoval panu Ing. Josefu Panáčkovi za všechny cenné rady a ochotu při zpracování bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mne po celou dobu studia plně podporovali.



## Obsah

1	ÚVOD.....	11
2	VŠEOBECNÁ ČÁST.....	11
2.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE .....	11
2.2	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU .....	11
3	MOST A JEHO UMÍSTNĚNÍ.....	12
3.1	CHARAKTER PŘEKÁŽKY A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE.....	12
3.2	ÚZEMNÍ PODMÍNKY .....	12
3.3	GEOLOGICKÉ PODMÍNKY .....	12
4	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU .....	12
4.1	STUDIE ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE.....	12
4.1.1	STUDIE A.....	12
4.1.2	STUDIE B.....	13
4.1.3	STUDIE C.....	13
5	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU .....	14
5.1	ZEMNÍ PRÁCE .....	14
5.2	SPODNÍ STAVBA, ZALOŽENÍ .....	14
5.3	NOSNÁ KONSTRUKCE .....	14
5.4	VOZOVKA .....	15
5.5	MOSTNÍ ZÁVĚR.....	15
5.6	ŘÍMSY.....	15
6	VYBAVENÍ MOSTU .....	15
6.1	SVODIDLA .....	15
6.2	ODVODNĚNÍ MOSTU.....	15
6.3	ÚPRAVY TERÉNU POD A KOLEM MOSTU .....	16
7	VÝSTAVBA MOSTU.....	16
7.1	POSTUP A TECHNOLOGIE STAVBY .....	16
8	OMEZENÍ PROVOZU .....	16
9	MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY .....	17
9.1	BETON .....	17
9.2	PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ .....	17
9.3	BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ.....	17
10	STATICKÉ ŘEŠENÍ .....	18
10.1	ZATÍŽENÍ.....	19



10.1.1	VLASTNÍ TÍHA.....	19
10.1.2	OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	19
10.1.3	gr1a.....	19
10.1.4	gr5.....	20
11	KOMBINACE.....	21
12	PŘEDPĚTÍ.....	21
13	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI.....	22
14	MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI.....	22
15	KOTEVNÍ OBLAST.....	22
16	ZÁVĚR.....	23
17	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	24
18	SEZNAM PŘÍLOH.....	25



## 1 ÚVOD

Téma zpracované bakalářské práce je přemostění vodoteče Kyjánka návrhem deskového mostu o jednom poli na dálnici D35 u obce Velký Újezd. Byly vypracovány tři studie.

První varianta je deskový předpjatý most s obdélníkovým průřezem. Druhá je deskový předpjatý most s lichoběžníkovým průřezem. Třetí vychází z původního návrhu spřažené konstrukce z prefabrikovaných panelů typu DS-PP I 40/65 a monolitické železobetonové desky.

Pro podrobnější řešení byla vybrána první varianta. Není uvažován vliv vodorovných sil od dopravního zatížení, teploty a sněhu.

Zatížení je provedeno dle ČSN EN 1992-2.

## 2 VŠEOBECNÁ ČÁST

### 2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název mostu:	Most přes potok Kyjánka
Předmět přemostění:	potok Kyjánka
Pozemní komunikace:	D35
Staničení křížení:	km 165, 511 802
Katastrální obec:	Velký Újezd
Okres:	Olomouc
Správce:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, závod Brno
Okres:	Olomouc
Kraj:	Olomoucký

### 2.2 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Délka přemostění:	15, 210 m
Délka mostu:	29, 365 m
Délka nosné konstrukce:	17,490 m
Počet polí:	1
Šikmost mostu:	kolmý, $\alpha=100,000$ ‰
Šířka mezi svodidly:	11,500 m
Šířka levé římsy:	0,800 m
Šířka pravé římsy:	0,800 m
Šířka levého mostu:	13,350 m
Šířka pravého mostu:	14,600 m
Příčný sklon:	2,5%
Podélný sklon:	2,0%
Výška mostu:	4,815 m
Stavební výška:	0,835 m
Plocha mostu:	221,018 m <sup>2</sup>
Zatížení mostu:	Zatěžovací skupina 1 (ČSN EN 1991-2)



### 3 MOST A JEHO UMÍSTNĚNÍ

#### 3.1 CHARAKTER PŘEKÁŽKY A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE

Most převádí dálnici D35 přes potok Kyjánka. Most je navržen jako kolmý. Trasa komunikace je v přímém směru. Staničení převáděné komunikace v místě křížení je km 165,511 802. Niveleta v celém rozsahu mostu stoupá ve směru staničení 2,0%. Vozovka je v příčném sklonu 2,5%. Levá i pravá římsa je v příčném sklonu 4,0% do vozovky.

#### 3.2 ÚZEMNÍ PODMÍNKY

Most se nachází v extravilánu obce Velký Újezd. Terén v místě mostu dosahuje nadmořské výšky 355 až 356 m n.m., vytváří zde výraznou prohlubeň protékanou potokem Kyjánka. Plocha prostoru není zemědělsky obhospodařována.

#### 3.3 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

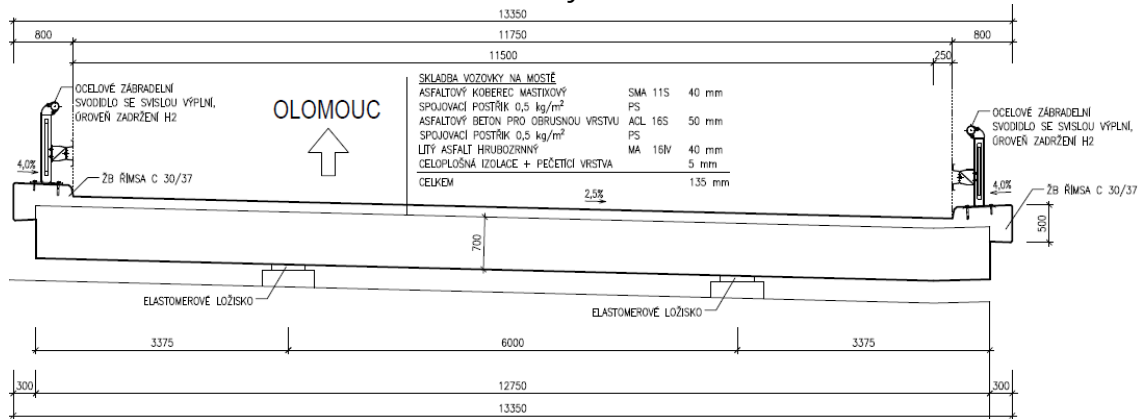
Podloží je budováno moravickými vrstvami, převážně flyšovitými. Skalní podloží bylo zastiženo v hloubce 5,2 - 6,5 m pod povrchem terénu. Hornina je zaříděna jako R4, ojediněle R5 do hloubky 8m, hlouběji pak klasifikovaná jako R3 ojediněle R2. Pokryv je tvořen sedimenty prachovitopísčitymi, méně jílovitými s proměnlivou příměsí štěrku v mocnosti 4,7 - 6,5 m. V hloubce 0,0 - 0,9 m je zastižena povrchová vrstva navážky. Ustálená hladina podzemní vody byla zjištěna v hloubce 0,7 - 0,8m.

### 4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

#### 4.1 STUDIE ŘEŠENÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

##### 4.1.1 STUDIE A

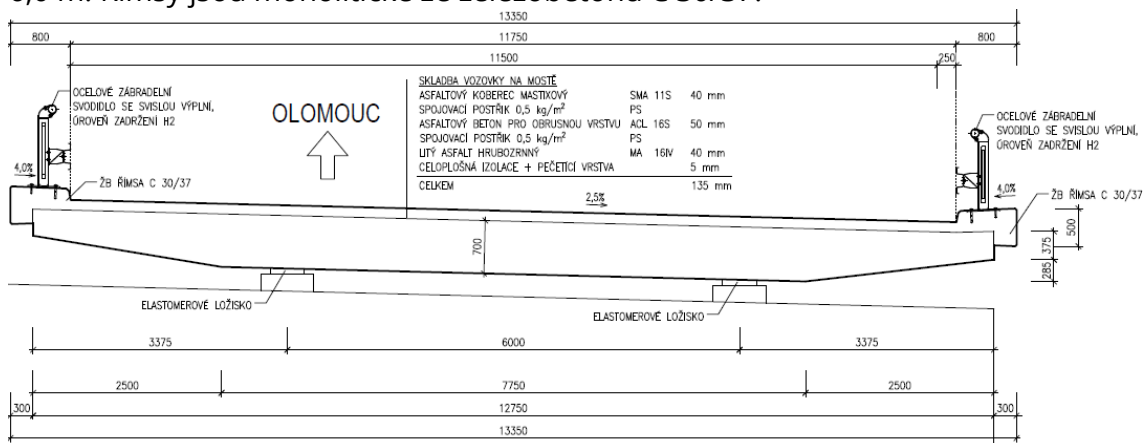
Nosnou konstrukci tvoří obdélníková monolitická dodatečně předpjatá deska délky 17,490 m, konstantní tloušťky 0,700m z betonu C 30/37. Deska je podepřena celkem na 4 elastomerových ložiscích o rozměrech 450x350x70 mm. Osová vzdálenost ložisek je 6,0 m. Římsy jsou monolitické ze železobetonu C 30/37. Tato varianta byla vybrána a dále podrobněji zpracována.



Obrázek 1 Studie A - obdélníková monolitická deska

#### 4.1.2 STUDIE B

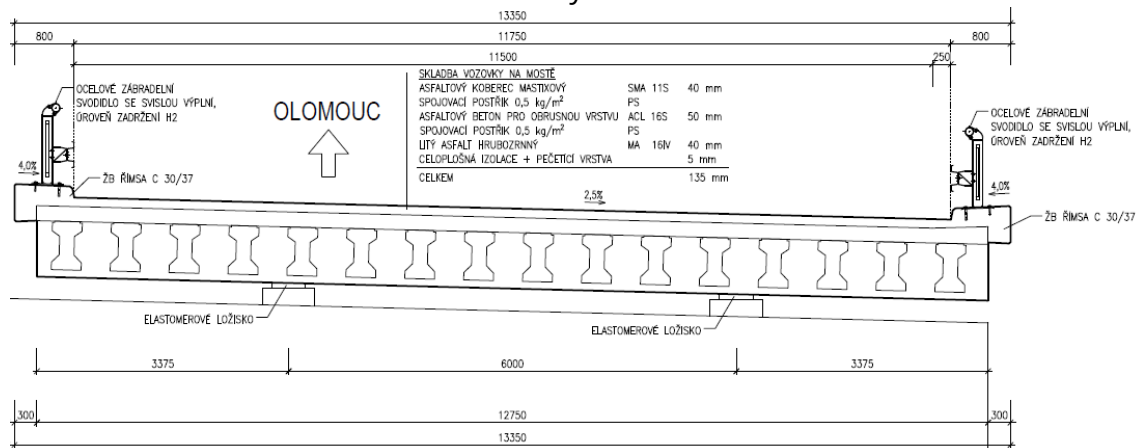
Studie B je obdobná, jako varianta A. Nosnou konstrukci tvoří lichoběžníková obdélníková dodatečně předpjatá deska délky 17,490 m o tloušťce 0,700 m uprostřed a 0,375 m na kraji z betonu C 30/37. Deska je podepřena celkem na 4 elastomerových ložiscích o rozměrech 450x350x70 mm. Osová vzdálenost ložisek je 6,0 m. Římsy jsou monolitické ze železobetonu C 30/37.



Obrázek 2 Lichoběžníková monolitická deska

#### 4.1.3 STUDIE C

Tato studie má nosnou konstrukci z prefabrikovaných dodatečně předpjatých nosníků DS-PP I 40/65 osově vzdálených 0,790 m od sebe a spřažené desky o tloušťce 0,200 m. Nosníky jsou dlouhé 17,0 m. Na obou koncích jsou spojeny koncovým příčnickem šířky 1,140 m s délkou 17,490 m. Nosná konstrukce je uložena na 4 elastomerových ložiscích o rozměrech 450x350x70 mm. Osová vzdálenost ložisek je 6,0 m. Římsy jsou monolitické ze železobetonu C 30/37.



Obrázek 3 Konstrukce z prefabrikovaných nosníků

## 5 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

### 5.1 ZEMNÍ PRÁCE

Vyhlobí se základové jámy se sklonem svahů 1:1,75. Vzhledem k úrovni hladiny podzemní vody nad základovou spárou bude nutné vybudovat čerpací jímky pro odčerpání vody prosakující do základové jámy, které se zhotoví ze studničních skruží po obvodě jámy. Provede se betonáž podkladního betonu o tloušťce 0,100 m z betonu C 12/15-X0.

### 5.2 SPODNÍ STAVBA, ZALOŽENÍ

Most je podle geologických podmínek založen plošně. Po dokončení zemních prací se vybudují plošné základy.

Základy jsou navrženy ze železového betonu C20/25-XF2, XC2 na podkladním betonu. Rozměry základových pásů jsou 2,77/ 0,6 m. Povrchy základů jsou ve spádu min 4,0% směrem k líci a rubu opěry.

Dřík opěry je z železového betonu C20/25-XF2, XC2. Mají šířku 1,87 m. Od hrany základu je dřík odsazen o 0,300 m u lícové hrany a 0,600 m u rubové hrany. Tloušťka křídel je 0,400 m. Dřík opěry je ukončen závěrnou zídou, na které je vrubovým kloubem uložena železobetonová přechodová deska délky 4,0 m, tloušťky 0,300 m.

### 5.3 NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce o 1 poli rozpětí 16,5 m je tvořena z monolitické dodatečně předpjaté desky z betonu C30/37-XF2, XC4, XD1. Tloušťka desky je konstantní přes celou šířku 0,700m. Příčný sklon je jednostranný 2,5 %, podélný 2,0 %. Deska je uložena celkem na 4 elastomerových ložiscích o rozměrech 450x350x70 mm o osové vzdálenosti 6,0 m.



## 5.4 VOZOVKA

Skladba vozovky na mostě je navržena dle tabulky 2 ČSN 73 6242:

Asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	40 mm
Spojovací postřik 0,5 kg/m <sup>2</sup>	PS	
Asfaltový beton pro obrusnou vrstvu	ACL 16S	50 mm
Spojovací postřik 0,5 kg/m <sup>2</sup>	PS	
Litý asfalt hrubozrnný	MA 16IV	40mm
Celoplošná izolace	NAIP	5 mm
Pečetící vrstva epoxidová		
<hr/>		
Celková tloušťka vozovky		135 mm

## 5.5 MOSTNÍ ZÁVĚR

U opěry 1 je navržen povrchový mostní závěr, u opěry 2 je navržen podpovrchový mostní závěr.

## 5.6 ŘÍMSY

Římsy jsou navrženy z betonu C 30/37, vyztuženy betonářskou výztuží B500B. Římsy mají šířku 0,800 m. Římsy přesahují nosnou konstrukci o 0,300 m. Horní povrch říms má spád 4 % k vozovce. Výška říms nad povrchem vozovky je 0,150 m a zároveň tvoří odrazný obrubník, který je ve sklonu 1:5. Hrany vnitřních říms jsou zkoseny 30/30 mm.

# 6 VYBAVENÍ MOSTU

## 6.1 SVODIDLA

Všechny římsy jsou osazeny zábradelními svodidly se svislou výplní ZSNH4/H2. Svodidla jsou kotvena do římsy přes patní desku, která je přišroubována ke kotevní desce zabudované v konstrukci římsy. Minimální výška zábradelních svodidel je 1,100 m nad úrovní vozovky.

## 6.2 ODVODNĚNÍ MOSTU

V konstrukci mostu nejsou osazeny žádné odvodňovače. Povrchová voda je z mostu odvedena pomocí podélného a příčného sklonu mostu podél obrub vnějších říms mimo most, kde je voda svedena do terénu. Odvodnění rubu opěr je provedeno drenážní trubkou z PVC DN 150 mm vyvedenou před líc opěry. Odvodnění úložného prahu je řešeno trubkou z PE DN 50 vyvedenou před líc opěry.



### 6.3 ÚPRAVY TERÉNU POD A KOLEM MOSTU

Svahy pod mostem budou upraveny dlažbou z lomového kamene do betonu C20/25 na štěrkopískovém podsypu. Sklon svahu je 1:1 a je doplněn o kamenný patní práh šířky 0,500 m a výšky 0,800 m dle VL 4 206.02 05/2015.

Je zřízena lavička na obou březích o šířce 2,550 m se sklonem 6,5% z důvodu kontroly mostu a jeho údržby. Schody budou provedeny u obou opěr po směru jízdy na začátku mostu vpravo o šířce 0,750 m. Schodiště bude provedeno z betonových prefabrikovaných dílů osazených do betonu.

## 7 VÝSTAVBA MOSTU

### 7.1 POSTUP A TECHNOLOGIE STAVBY

Výstavba mostu bude probíhat v jedné fázi na pevné skruži.

- Skrývka ornice do hloubky 0,300 m
- Demolice stávajícího mostu
- Zemní práce (vyhloubení základových jam)
- Plošné železobetonové základové pasy na podkladním betonu
- Opěry spodní stavby se zavěšenými křídly
- Úprava a zpevnění koryta
- Dosypání opěr do úrovně úložných prahů
- Betonáž nosné konstrukce
- Betonáž závěrných zdí opěr
- Dosypání a ztuhnutí přechodové oblasti za opěrami
- Betonáž přechodové desky na podkladním betonu
- Izolace mostovky
- Betonáž říms
- Konstrukční vrstvy vozovky
- Podpovrchové mostní závěry
- Příslušenství mostu
- Dokončovací práce, úpravy pod mostem

## 8 OMEZENÍ PROVOZU

Během výstavby mostního objektu nebude možný provoz na dálnici D 35 v úseku u Velkého Újezdu ve směru na Olomouc. Z tohoto důvodu bude tento směr sveden na polovinu vozovky ve směru Lipník n. Bečvou, kde bude obousměrný provoz.



## 9 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

### 9.1 BETON

Pevnostní třída	C30/37
Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_c = 1,5$
Součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost	$\alpha_{cc} = 0,9$
Součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tahovou pevnost	$\alpha_{ct} = 1,0$
Střední hodnota pevnosti v tahu	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
Mezní přetvoření	$\epsilon_{cu3} = 3,5 \text{ ‰}$
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 18 \text{ MPa}$

### 9.2 PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

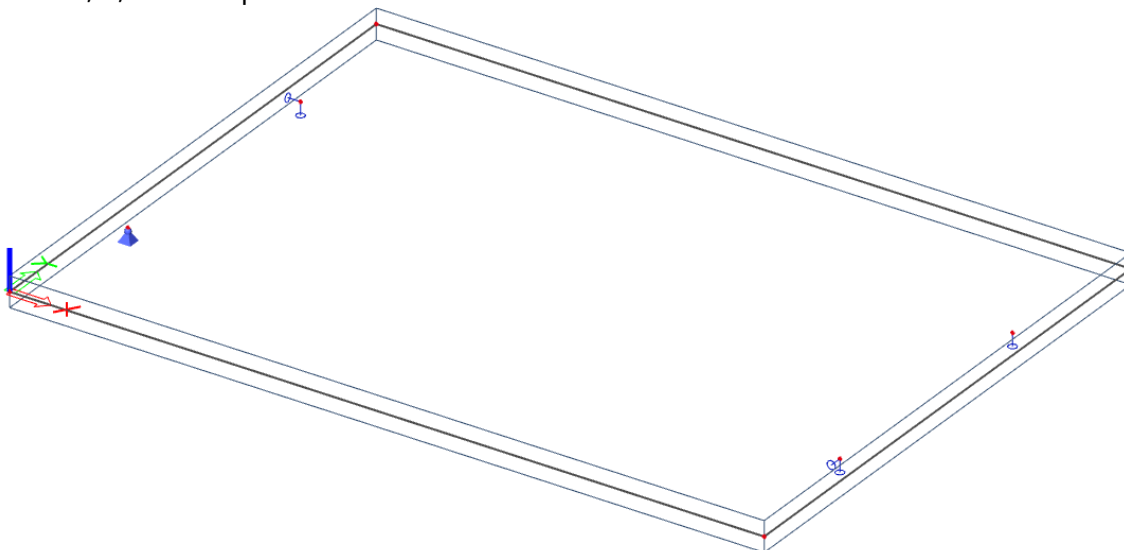
Ocelová lana	Y1860S7-15,7-A
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
Smluvní mez kluzu 0,1%	$f_{po0,1} = 1640 \text{ kN}$
Modul pružnosti	$E_p = 195 \text{ GPa}$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_p = 1,15$
Plocha 1 lana	$A_p = 150 \text{ mm}^2$
Průměr 1 lana	$\varnothing_p = 15,7 \text{ mm}$
Průměr kanálku	$\varnothing = \dots \text{ mm}$
Návrhová pevnost v tahu	$f_{pd} = \frac{f_{po0,1}}{\gamma_p} = 1426,09 \text{ MPa}$

### 9.3 BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

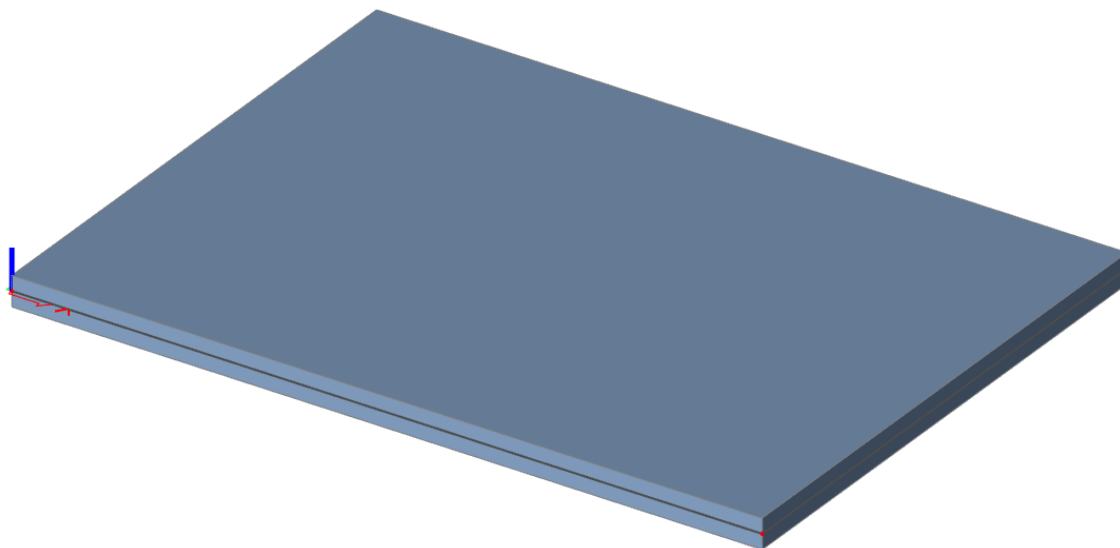
Označení oceli	B 500B
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_s = 1,15$
Modul pružnosti	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Návrhová pevnost v tahu	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78 \text{ MPa}$

## 10 STATICKÉ ŘEŠENÍ

Výpočtový model byl vytvořen v programu Scia Engineer 18.1. Statický model byl vytvořen jako skořepina. Délka je 17,49 m. Podepřena je na 2 místech na každé straně. Ložiska jsou mezi sebou vzdálena 6 m, 0,5 m od kraje desky v podélném směru, 3,375 m v příčném směru.



Obrázek 4 Statický model v software Scia Engineer 18.1

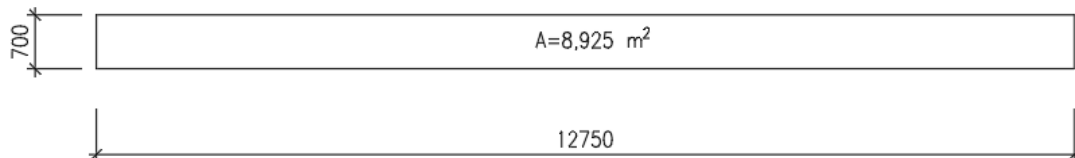


Obrázek 5 Axonometrický pohled na model v software Scia Enginee 18.1

## 10.1 ZATÍŽENÍ

### 10.1.1 VLASTNÍ TÍHA

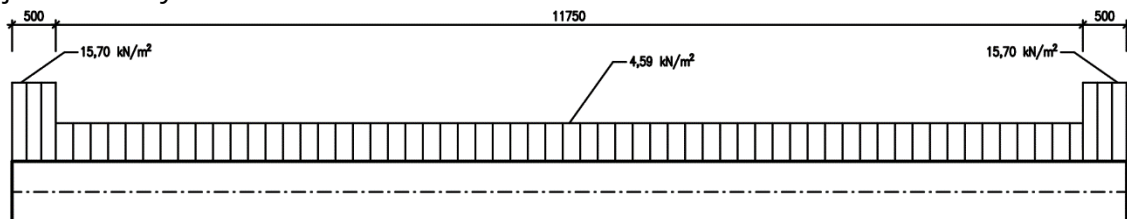
Vlastní tíha byla zjištěna pomocí softwaru Scia Engineer 18.1. Následně byly ověřeny i ručním výpočtem.



Obrázek 6 Příčný řez konstrukcí pro výpočet vlastní tíhy

### 10.1.2 OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

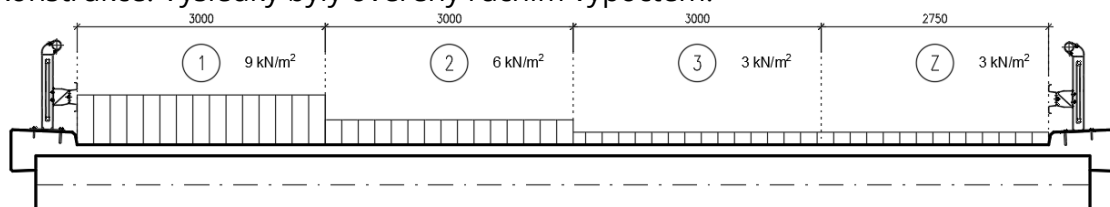
Zde je započítána celková konstrukce vozovky, zatížení římsami a zábradelními svodidly. Zatížení římsami je uvažováno pouze na šířku nosné konstrukce, na které jsou uloženy.



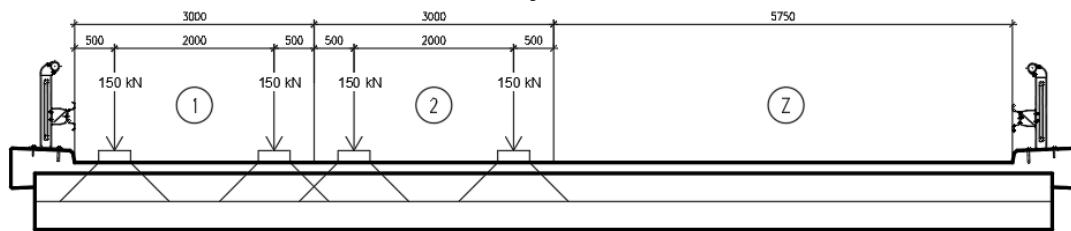
Obrázek 7 Ostatní stálé zatížení

### 10.1.3 gr1a

Zatížení modelem LM1 je tvořeno rovnoměrným zatížením UDL a dvounápravou TS. Bylo vytvořeno několik variant ke zjištění maximálních momentů a posouvajících sil v poli a nad podporami. Zatížení bylo rozneseno pod úhlem 45° na střednici nosné konstrukce. Výsledky byly ověřeny ručním výpočtem.



Obrázek 8 Spojité zatížení UDL



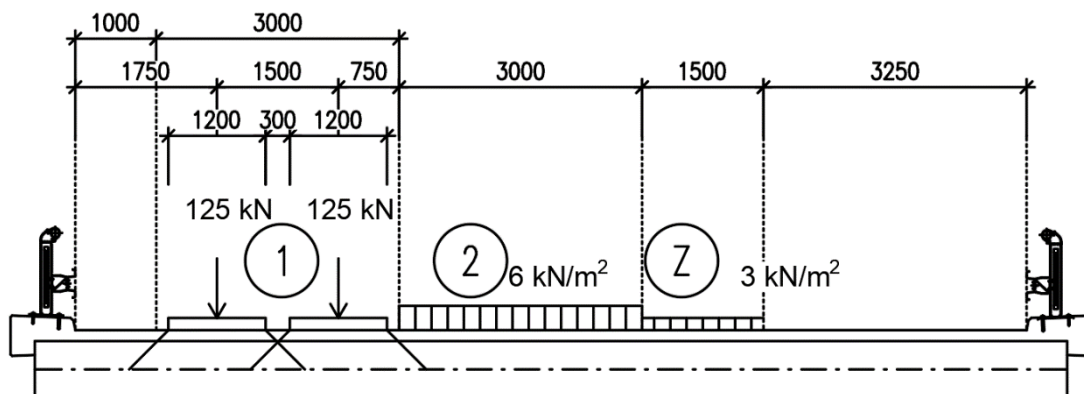
Obrázek 9 Zatížení TS

#### 10.1.4 gr5

Vzhledem k poloze mostu na dálnici, jsou definovány jízdy 2 zvláštních vozidel 1800/200 spolu se soustavou gr1, kdy je uvažováno jen stálé zatížení, a 3000/240.

#### 1800/200

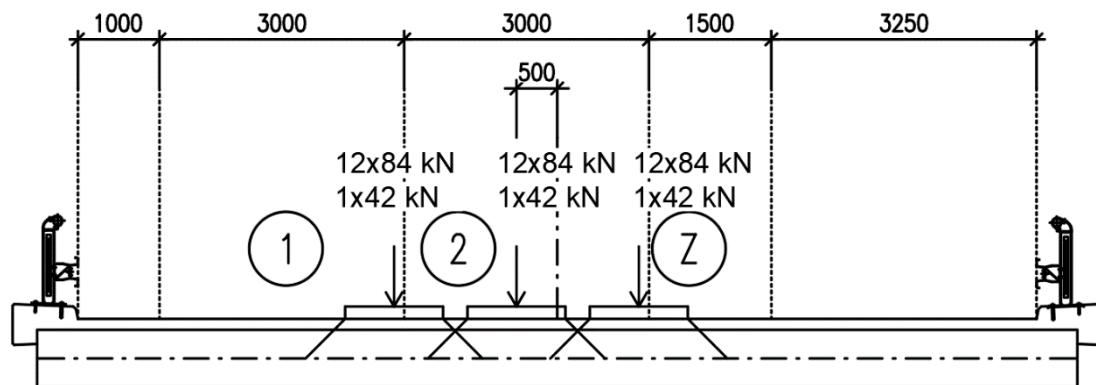
Celková tíha zvláštního vozidla je rozdělena na devět náprav. Každá náprava má hodnotu zatížení 200 kN. Zatížení bylo navíc přenásobeno dynamickým součinitelem 1,25. Celá sestava spolu i se spojitým zatížením se pohybuje pouze mezi vodičnými proužky.



Obrázek 10 LM3 1800/200

#### 3000/240

Je nutné, aby se vozidlo pohybovalo v ideální stopě všech zatěžovacích pruhů, s možnou odchylkou  $\pm 0,50$  m. Nadále se musí vyloučit veškerá ostatní doprava po délce mostu. Tíha zvláštního vozidla je rozdělena do 13 náprav s hodnotami 120 kN u první nápravy a 240 kN u zbylých 12 náprav.



Obrázek 11 LM3 3000/240

## 11 KOMBINACE

Dle normových vztahů byly vypočteny kombinace pro mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Uvažovány byly rovnice 6.10 a a 6.10b, pro všechna proměnná zatížení gr1a, gr5 – LM3 1800/200; LM3 3000/240, pro mezní stav únosnosti. Maximální účinek zatížení je vyvozeno od soustavy zatížení gr1a pro rovnici 6.10 b.

5 rovnic bylo uvažováno pro mezní stav použitelnosti – charakteristická kombinace pro soustavy zatížení gr1a, gr5 – LM3 1800/200; LM3 3000/240, častá kombinace pro sestavu gr1a, kvazistálá kombinace pro účinky zatížení od vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení.

## 12 PŘEDPĚTÍ

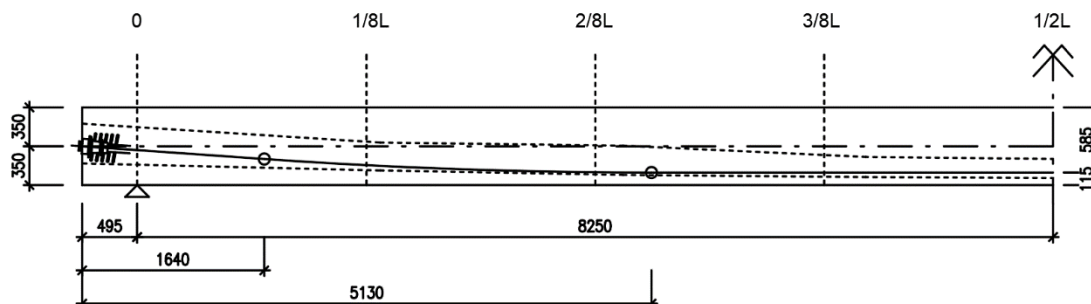
Navržená předpínací síla byla získána metodou přípustných napětí. Výsledná lana a kabely byly navrženy do jednoho běžného metru. Navrženo bylo 6 lan ve 3 kabelech po vzdálenosti  $a' = 0,35$  m.

Kanálky pro kabely jsou v jedné řadě v polovině výšky desky, 0,35 m od spodního i horního líce. Dráha kabelu je symetrická podle středu desky. Každý kabel má zakružovací oblouky o poloměru 50 m. Začátek zakružovacího oblouku se nachází vždy ve vzdálenosti 1,64 m a konec ve vzdálenosti 5,13 m od konce desky.

Následně byly provedeny výpočty jak pro krátkodobé, tak pro dlouhodobé ztráty na předpětí. Krátkodobé ztráty byly vypočteny v kombinaci s ručním výpočtem a výpočtem pomocí software SCIA engineer 18.1. Dlouhodobé ztráty následně byly vypočteny pouze ručním výpočtem.

OBLOUK

$\omega = 4^\circ$   
R = 50m  
L = 3,49m  
ZO = 1,64m  
KO = 5,13m



Obrázek 12 Trasování kabelů

### 13 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Ručním výpočtem bylo provedeno posouzení na omezení napětí a omezení trhlin. Hodnota krátkodobého průhybu od časté hodnoty proměnného zatížení byla zjištěna pomocí software SCIA engineer 18.1 a následně tato hodnota byla posouzena s limitní hodnotou průhybu.

### 14 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

#### OHYB

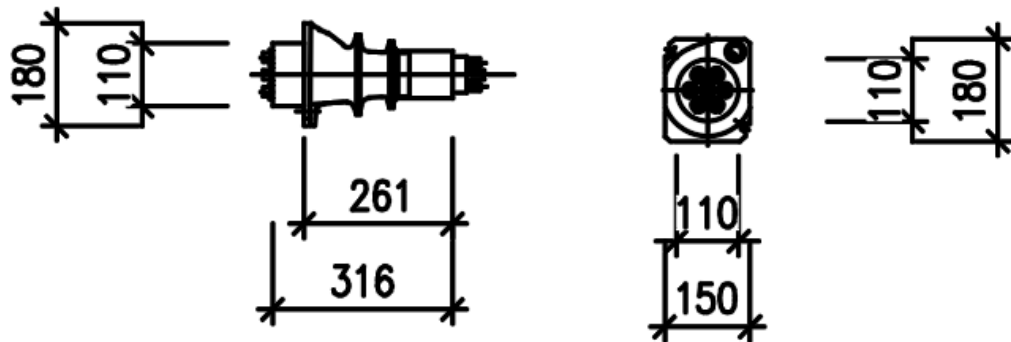
Protože průřez v podélném směru nevyhověl pouze s předpínací výztuží, byla navržena přídatná výztuž. V příčném směru byla navržena výztuž v poli v polovině rozpětí a nad podporou.

#### SMYK

V líci podpory a ve vzdálenosti  $d$  bylo provedeno posouzení na protlačení. Kombinace sil v příčném i podélném směru byly získány pomocí software SCIA engineer. Průřez nevyhověl ve vzdálenosti  $d$  a tak bylo nutno navrhnout smykovou výztuž.

### 15 KOTEVNÍ OBLAST

Použity jsou kotvy Freyssinet 7C15 v minimální vzdálenosti 250 mm mezi sebou a 205 mm od okraje desky. Následně bylo provedeno posouzení na soustředný tlak, lokální oblasti pod kotvou, oblast u povrchu kotvy a celkovou oblast.



Obrázek 13 Kotva Freyssinet 7C15

## 16 ZÁVĚR

Úkolem práce byl návrh mostu na přemostění dálnice D35 přes vodoteč – potok Kyjánka. Ze tří možných studií byla zpracována studie A – předpjatá betonová deska obdélníkového tvaru. V programu SCIA Engineer 18,1 byl vytvořen statický model, který byl zatížen vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením, proměnnými zatíženími od sestav gr1a a gr5. Výsledky vnitřních sil poté byly porovnány s ručními výpočty. Výpočet krátkodobých ztrát bylo provedeno pomocí softwarem, dlouhodobé vypočteny ručním výpočtem. Bylo provedeno posouzení na mezní stav použitelnosti a únosnosti. Posouzena byla také kotevní oblast.



## 17 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN 736201: Projektování mostních objektů
- [2] ČSN 736201: Projektování mostních objektů
- [3] ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí
- [4] ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí
- [5] ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou
- [6] ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [7] ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady
- [8] PANÁČEK, Josef, Ing. Betonové mosty I, : Modul M03 – Spodní stavba a příslušenství mostních objektů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006.
- [9] Politika jakosti pozemních komunikací: VL a TP [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz>
- [10] FREYSSINET CS: Předpínací systémy a ložiska. FREYSSINET CS [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz>
- [11] Geologické a geovědní mapy [online]. 2019 [cit. 2019-05-19]. Mapy na internetu. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/mapy-internet/mapa/>.
- [12] 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.



## 18 SEZNAM PŘÍLOH

### **P1. PODKLADY, STUDIE, VIZUALIZACE**

- P1.01 Podklady
- P1.02 Studie A
- P1.03 Studie B
- P1.04 Studie C
- P1.05 Vizualizace

### **P2. PŘEHLEDNÉ A PODROBNÉ VÝKRESY**

- P2.01 Půdorys
- P2.02 Podélný řez A-A
- P2.03 Příčný řez B-B
- P2.04 Příčný řez C-C
- P2.05 Předpínací výztuž
- P2.06 Betonářská výztuž

### **P3. STATICKÝ VÝPOČET**