



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 DÁLNICI

BRIDGE ON A HIGHWAY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Knotek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou stud
STUDIJNÍ OBOR	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
PRACOVIŠTĚ	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT	Jan Knotek
NÁZEV	Most na dálnici
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Josef Panáček
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 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 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

Pro zadaný problém vypracujte nejdříve dvě až tři studie mostu o jednom poli (místo původního mostu o třech polích) včetně jejich zhodnocení.

Dále se zaměřte na návrh deskové nebo trémové konstrukce z předpjatého betonu. Most můžete navrhnout kolmý a příčný, můžete také provést úpravu nivelety popř. přemostované silnice.

Výpočet zpracujte pro jeden most, výkresy pro oba mosty.

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 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. Josef Panáček
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem nové deskové mostní konstrukce přes komunikaci II/464 mezi obcemi Příbor a Bílovec. Most převádí dálnici D47 kategorie D 27,5/120. Pro návrh jsou zpracovány 3 studie. Předpjatá deska obdélníkového průřezu s eliptickou úpravou vnější strany, předpjatý deskotrám a spřažená konstrukce z prefabrikovaných nosníků a monolitické desky. K širšímu zpracování byla vybrána varianta č.1. Výpočet zatížení je proveden programem SCIA engineer 16.1. Návrh a posudky konstrukce jsou prováděny dle platných norem a předpisů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Deskový most, dálniční most, předpjatý beton, zatížení dopravou, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti

ABSTRACT

Subject of this bachelor's thesis is design of new slab bridge construction over the II/464 road between the villages Příbor and Bílovec. The bridge converts highway D47. Thesis includes three studies. Pre-stressed rectangular cross-section slab with elliptical exterior trim, pre-stressed plate-grinder construction and construction of prefabricated beams and monolithic slab. For next assessment was chosen option no.1. Load effects calculation is solved in SCIA engineer 16.1. Design and assessment of the structure are made according to valid standards and regulations.

KEYWORDS

Slab bridge, highway bridge, prestressed concrete, traffic load, ultimate limit state, serviceability limit state

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Jan Knotek *Most na dálnici*. Brno, 2017. 27 s., 191 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

Jan Knotek
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Ing. Josefu Panáčkovi za ochotný přístup a za cenné rady při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD	10
PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA	11
1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	11
2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU	11
3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ	12
3.1. POLOHA MOSTU	12
3.2. PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE A PŘEKÁŽKA	12
3.3. INŽENÝRSKÉ SÍTĚ	12
4. STUDIE	13
4.1. STUDIE 1	13
4.2. STUDIE 2	13
4.3. STUDIE 3	14
5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU	14
5.1. ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBA	14
5.2. HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE	15
5.3. MOSTNÍ SVRŠEK	15
5.4. ULOŽENÍ MOSTU	16
5.5. MOSTNÍ ZÁVĚR	16
5.6. ODVODNĚNÍ	16
5.7. MOSTNÍ VYBAVENÍ	16
6. MATERIÁL	17
7. STATICKÉ ŘEŠENÍ	18
7.1. VÝPOČTOVÝ MODEL	18
7.2. ZATÍŽENÍ STÁLÉ	18
8.2. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ	19
9. KOMBINACE	21
10. PŘEDPĚTÍ	21
11. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	22
12. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	22
13. KOTEVNÍ OBLAST	23
14. PRŮHYB	23
15. POSTUP VÝSTAVBY	24

ZÁVĚR	25
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	26
SEZNAM PŘÍLOH	27

ÚVOD

Dle zadání bakalářské práce byl řešen dálniční most ležící mezi obcemi Příbor a Bílovec jako protinávrh stávající konstrukce. Most převádí dálnici D47 přes komunikaci II/464. Převáděná dálnice je kategorie D 27,5/120, z čehož vyplývá šířkové uspořádání mostní konstrukce.

V rámci zadání byly zpracovány 3 možné varianty řešení. Pro podrobnější zpracování byla vybrána varianta předpjaté monolitické desky. Jedná se o konstrukci o jednom poli s obdélníkovým průřezem, který je zaoblen čtvrtelipsou směrem k vnějšímu okraji.

Statically je řešena pouze nosná konstrukce mostu, která je navržena na svislé účinky v souladu s platným Eurokódem. Vliv vodorovných sil od dopravy, teploty a sněhu ve výpočtu neuvažujeme. Výpočet byl proveden v programu SCIA engineer 16.1.

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název mostu:	Most na dálnici přes přeložku sil. II/464
Předmět přemostění:	silnice II/464
Pozemní komunikace:	D47 kategorie D 27,5/120
Staničení křížení:	km 130,050
Katastrální obec:	Bílov
Okres:	Nový Jičín
Kraj:	Moravskoslezský
Správce:	Ředitelství silnic a dálnic ČR, závod BRNO

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Délka nosné konstrukce:	25,50m
Délka přemostění:	22,50m
Vzdálenost ložisek:	24,00m
Počet polí:	1
Šikmost:	kolmá
Volná šířka:	13,50m
Šířka levé římsy:	1,15m
Šířka pravé římsy:	1,55m
Šířka nosné konstrukce:	15,65m
Šířka mostu:	16,20m
Příčný sklon:	2,5% - pravý
Podélný sklon:	0,370% (stoupá ve směru staničení)

3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

3.1. POLOHA MOSTU

Most dálnice D47 v km 130,050 se nachází v extravilánu, jihovýchodně od obce Bílov a západně od Studénky. Terén je mírně zvlněný až rovinatý. Nadmořská výška přilehlého okolí se pohybuje kolem 275,00m.n.m. Zemní těleso dálnice se nachází v násypu, přemostěná komunikace v zářezu.



obr. 1 Poloha mostu

3.2. PŘEVÁDĚNÁ KOMUNIKACE A PŘEKÁŽKA

Převáděná komunikace D47 kategorie D 27,5/120 je směrově vedena v přímé. Podélný sklon komunikace je 0,37% a příčný sklon je pultový 2,5%. Levá římsa (vnitřní) má příčný sklon 4% směrem do komunikace, římsa pravá má z důvodu únikového chodníku sklon 2,5%. Šířkové uspořádání odpovídá stávajícímu uspořádání D13,5, z čehož vyplývá šířka mezi obrubami 13,5m. Šířka jednoho mostu včetně říms je 16,2m, dohromady potom 32,3m.

Překážkou je komunikace II/464. Volná výška pod mostem je min. 5,5m, průjezdný profil je 4,8m a bezpečnostní rezerva 0,2m. Šířka komunikace odpovídá S9,5 s přídatným odbočovacím pruhem.

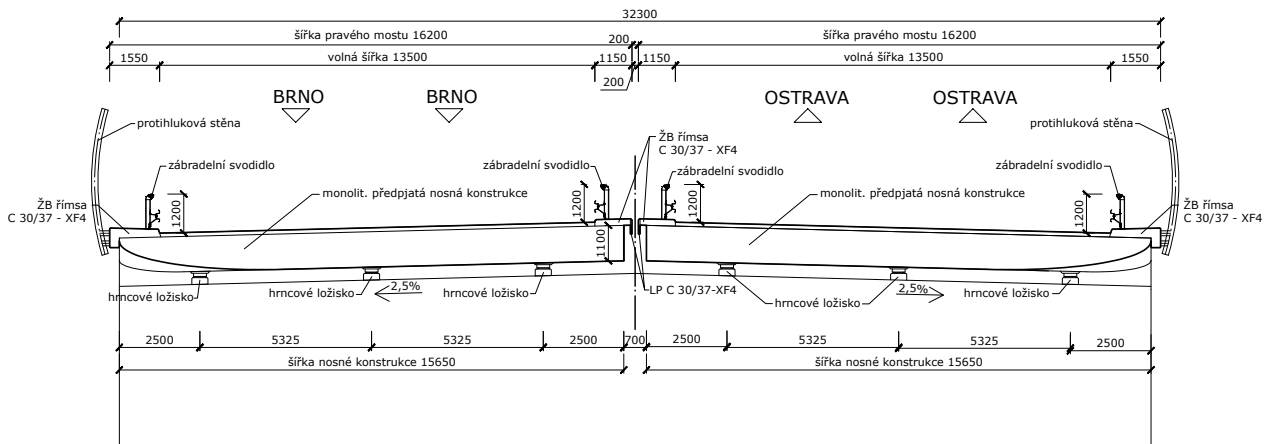
3.3. INŽENÝRSKÉ SÍŤE

V blízkosti stavby se nenachází žádné sítě, které by mohly omezovat výstavbu mostu.

4. STUDIE

4.1. STUDIE 1

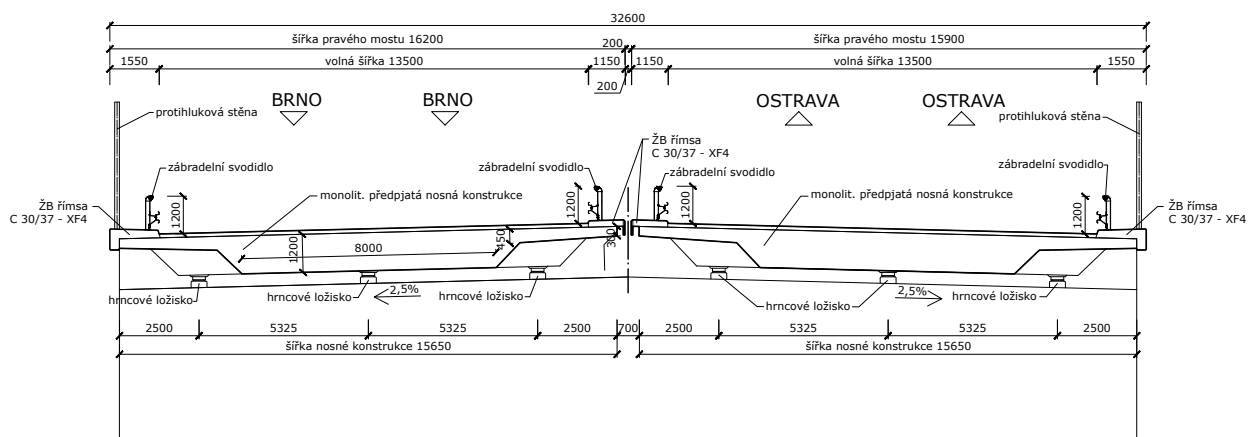
Studie 1 je tvořena monolitickou deskou z předpjatého betonu o délce 24,00m. Deska je na vnějším okraji upravena čtvrt elipsou, což zvyšuje estetický dojem konstrukce. Šířka nosné konstrukce je 15,65m. V šířce 10,65m má konstrukce konstantní výšku 1,1m, ve zbylých 5m je proměnná v závislosti na eliptickém zaoblení. Obě římsy jsou monolitické. Příčný sklon desky je 2,5%. Konstrukce je uložena na hrncových ložiscích.



obr. 2. Studie 1 - monolitická deska

4.2. STUDIE 2

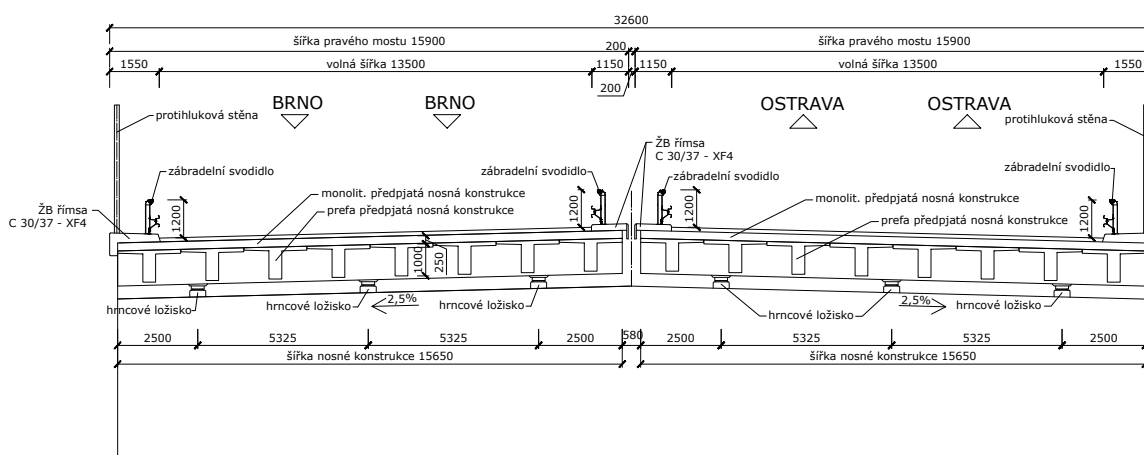
Druhou variantou je monolitický deskotrám z předpjatého betonu o délce 24,00m. Střední část deskotrámu má šířku 8,00m a výšku 1,2m, poté následuje zúžení na 0,45m, které se ztenčuje směrem k okraji desky. Obě římsy jsou monolitické. Příčný sklon desky je 2,5%. Konstrukce je uložena na třech hrncových ložiscích na každé straně.



obr. 3. Studie 2 - deskotrám

4.3. STUDIE 3

Studie převádí komunikaci pomocí 8 prefabrikovaných, dodatečně předpjatých nosníků Skanska – SKA-NDPP výšky 1000mm. Nosníky jsou na konci vetknuty do příčnicku výšky 1350mm. Nosníky jsou spřaženy s železobetonovou deskou tl. 250mm. Délka nosníku je 24,00m, osová vzdálenost 1970mm. Celková konstrukční výška je 1250mm. Obě římsy jsou monolitické. Příčný sklon desky je 2,5%. Konstrukce je uložena na třech hrncových ložiskách na každé straně.



obr. 4. Studie 3 - konstrukce z prefabrikovaných nosníků

Všechny 3 studie jsou srovnatelné. Po dohodě z vyučujícím byla vybrána k širšímu zpracování varianta č.1. Hlavním důvodem bylo estetické řešení mostní konstrukce a zajímavost konstrukce.

5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

5.1. ZALOŽENÍ A SPODNÍ STAVBA

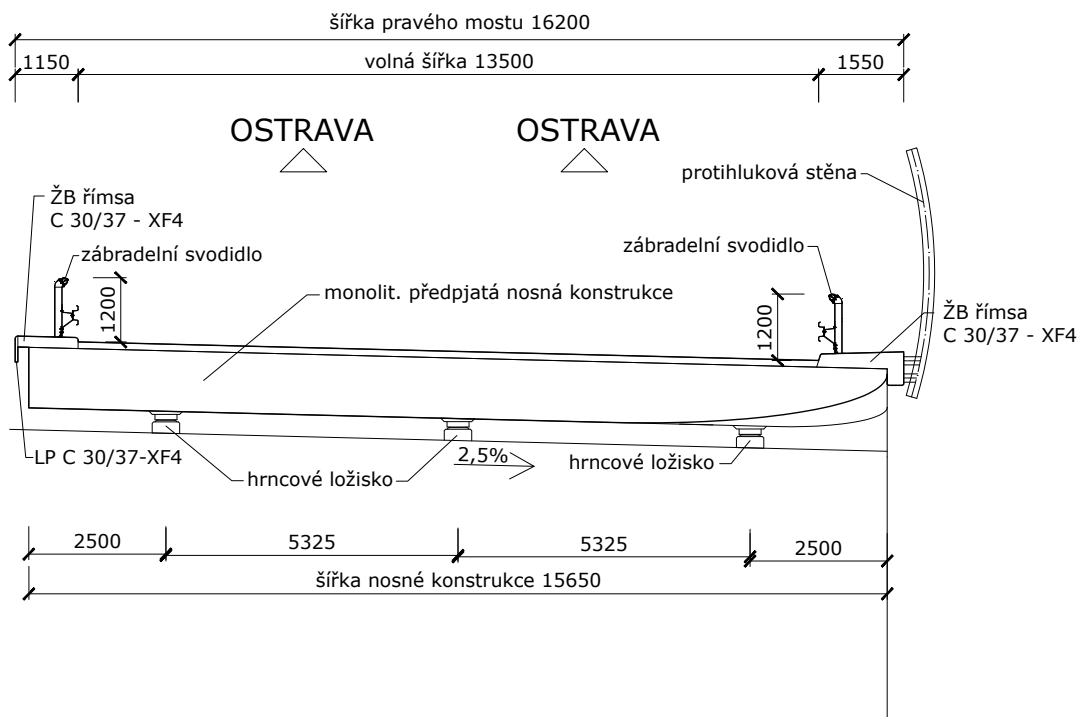
Návrh spodní stavby vychází z původního návrhu. Most je založen na železobetonových opěrách, které jsou založeny na základových pasech, které jsou podepřeny pilotami. Výška opěry 1 je 5,45m, tloušťka je 2,1m. Opěra 2 má výšku 5,7m a tloušťku 2,6m. Opěry jsou z betonu C25/30-XF4, XD2. Základové pasy mají výšku 1,2m, šířka pod opěrou 1 je 3,1m a pod opěrou 2 je 3,7m. Základové pasy jsou rozněž z betonu C25/30-XF3. Pod patkou je podkladní beton tloušťky 150mm z betonu C12/15.

Vrtané piloty podpírající základové pasy mají průměr 900mm, délka pilot je 11,5m. Piloty jsou rozmístěny ve dvou řadách osově vzdálených 1,6m pod opěrou 1 a 1,9m pod opěrou 2. V podélném směru jsou potom v osové vzdálenosti 2,5m. Pod jednou opěrou se nachází celkem 26 pilot.

Na opěry navazují rovnoběžně oddílatovaná mostní křídla tloušťky 800mm, které jsou podepřeny vrtanými pilotami průměru 500mm, délky 12,5m. Pro každé mostní křídlo připadají 3 piloty. Za opěrami je zřízen přechodový klín, který zahrnuje i přechodovou desku tloušťky 250mm. Důkladnější řešení spodní stavby není součástí zadání bakalářské práce.

5.2. HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosná konstrukce mostního objektu je tvořena dodatečně předpjatou betonovou deskou s rozpětím 24m a šířky 15,65m. V šířce 10,65m je průřez obdélníkový, ve zbývajících 5m je pak upraven čtvrt elipsou. Na šířku desky 10,65 připadá konstantní výška desky 1,1m, ve zbylých 5m je proměnná v závislosti na eliptickém zaoblení. Sklon desky je 0,37% v podélném směru a 2,5% v příčném směru.



Obr. 6. Příčný řez mostní konstrukce - řešená část

5.3. MOSTNÍ SVRŠEK

VOZOVKA

Přenáší zatížení z vozovky na nosnou konstrukci. Je uložena přímo na horním povrchu mostovky. Navržená ozovka je netuhá, tloušťky 140mm.

Asfaltový koberec mastixový SMA 11S	40mm
Spojovací postřík	-
Asfaltový beton velmi hrubý ACL 22S	60mm
Spojovací postřík	-
Litý asfalt střednězrný MA 11 IV	35mm
Celoplošná izolace	5mm
Pečetící vrstva	-

ŘÍMSY

Na mostě jsou navrženy monolitické římsy z betonu C30/37-XF4, XD2

Římsa na pravé straně (vnější) je v příčném sklonu 2,5% směrem do vozovky. Šířka je 1,55m, převislá část má výšku 0,6m a šířku 0,3m.

Vnitřní římsa má šířku 1,1m, přesah přes nosnou konstrukci je 0,2m. Římsa je opatřena lícním prefabrikátem z betonu C30/37.

5.4. ULOŽENÍ MOSTU

Nosná konstrukce je uložena na spodní stavbu pomocí tří hrncových ložisek firmy Freyssinet na každé straně. Na opěře 1 je pevné hrncové ložisko typu TETRON CD/FX 3500-350, které je umístěné ve středu konstrukce, a dvě jednosměrně posuvná hrncová ložiska TETRON CD/GG 3500-350, která umožňují dilataci v příčném směru. Opěra 2 má uprostřed jednosměrně posuvné ložisko TETRON CD/GG 3500-350, a po stranách dvě všesměrně posuvná ložiska TETRON CD/GL 3500-350. Ložiska na opěře 2 umožňují dilataci v podélném směru, krajní ložiska i ve směru příčném.

5.5. MOSTNÍ ZÁVĚR

Most dilatuje směrem k opěře 2. Na této opěře je osazen mostní závěr Freyssinet CIPEC WP60 umožňující dilataci $\pm 80\text{mm}$. Na opěře 1 je podpovrchová úprava umožňující dilataci $\pm 2,5\text{mm}$.

5.6. ODVODNĚNÍ

Odvodnění povrchu nosné konstrukce je realizováno pomocí podélného 0,37% a příčného 2,5% sklonu. Pro bezpečné odvodnění bude na konstrukci odvodňovací proužek, který bude zapuštěn podle potřeby. Izolace je odvodněna pomocí trubiček. Opěra bude odvodněna pomocí drenážních perforovaných trubek průměru 200mm, které jsou vyvedeny do žlabu silničního tělesa přemostňované komunikace.

5.7. MOSTNÍ VYBAVENÍ

Do mostního vybavení spadá ocelové svodidlo JSNH4/H3, které je umístěno na vnitřní římsě na obou mostech. Výška svodidla je 0,87m. Na vnější římsě mostu směrem na Ostravu se nachází zábradelní svodidlo a protihluková stěna. Zábradelní svodidlo má madlo ve výšce 1,1m a svodidlo vysoké 0,7m. Na vnější římsě směrem na Brno je stejné zábradelní svodidlo, ale PHS je zde nahrazena ocelovým zábradlím výšky 1,1m.

6. MATERIÁL

BETON C35/45

Charakteristická pevnost v tlaku	$f_{ck} = 35 \text{ MPa}$
Střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_{cm} = 34 \text{ GPa}$
Mezní přetvoření	$\epsilon_{cu3} = 3,5\%$
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_c = 1,5$
Součinitel účinků zatížení pro mosty	$\alpha_{cc} = 0,9$
Návrhová pevnost v tlaku	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 21 \text{ MPa}$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ B500B

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

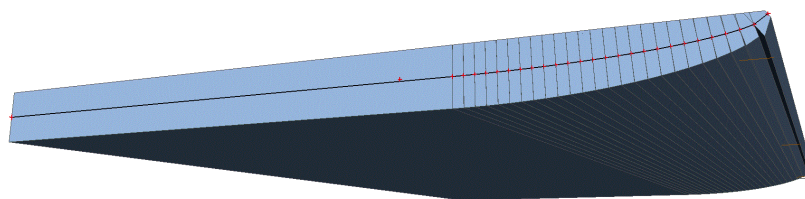
PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Typ výztuže	Y 1860 S7-15,7-A
Charakteristická pevnost v tahu	$f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
Smluvní mez kluzu	$f_{p0,1k} = 1640 \text{ MPa}$
Modul pružnosti	$E_p = 195 \text{ GPa}$
Dílčí součinitel materiálu	$\gamma_s = 1,15$
Návrhová pevnost v tahu	$f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s = 1426,08 \text{ MPa}$
Průměr lana	$\Phi_p = 15,7 \text{ mm}$
Plocha 1 lana	$A_{p,1} = 150 \text{ mm}^2$
Průměr kabelu	$\Phi_{duct} = 60 \text{ mm}$
Průměr kabelového kanálku	$\Phi_{pk} = 67 \text{ mm}$

7. STATICKÉ ŘEŠENÍ

7.1. VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořen v programu Scia Engineer 16.1. Statický model byl vytvořen jako prostorová deska s postupně zalomenou střednicí, která byla rozdělena na úseky po 200mm. Délka desky je 25,5m, podepřena na 3 místech na každé straně. Ložiska jsou vzdálena 0,75m od okraje desky v podélném směru. V příčném směru jsou krajní ložiska vzdálena 2,5m od okraje, prostřední leží uprostřed. Vzdálenost mezi ložisky je 5,325m. Pro ověření modelu bylo vypočítáno zatížení od vlastní tíhy, TS a UDL. Odchyly výsledků byly do 10%.

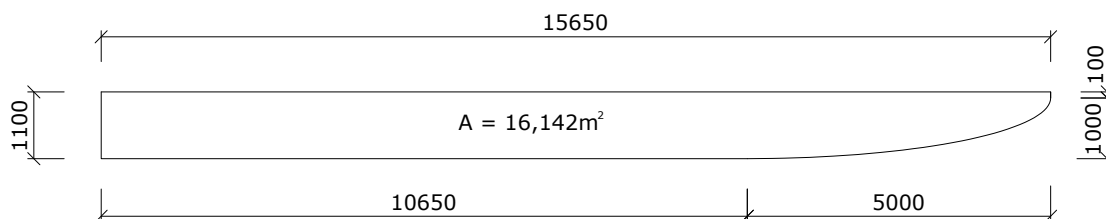


Obr. 5. Axonometrický pohled na desku v programu Scia engineer 16.1

7.2. ZATÍŽENÍ STÁLÉ

VLASNÍ TÍHA DESKY

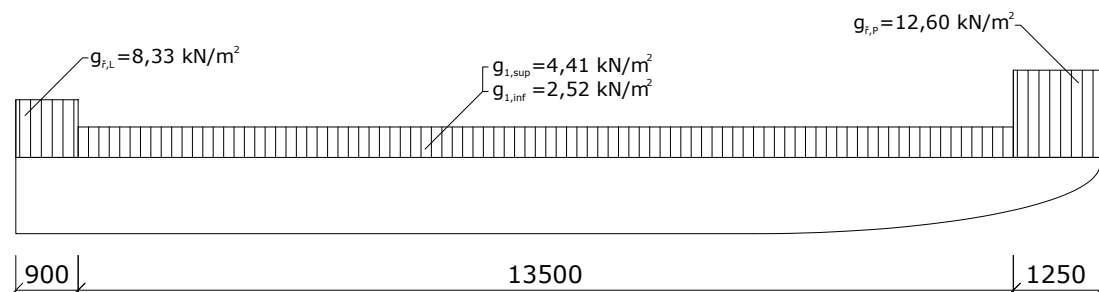
Účinky od vlastní tíhy desky byla zjištěna pomocí programu SCIA engineer, následně byla ověřena ručním výpočtem. Jelikož se jedná o směrově rozdělenou komunikaci, most je v jednotném sklonu 2,5%, výška je konstantní.



Obr. 7. Příčný řez konstrukcí pro výpočet vlastní tíhy

OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Do ostatního stálého zatížení je započítáno zatížení od vozkového souvrství. Zatížení od římsy je přepočítáno pouze na šířku desky, na které je uložena. Do zatížení od římsy je rovněž zahrnuto působení zábradlí, svodidel a PHS.



Obr. 8. Ostatní stálé zatížení

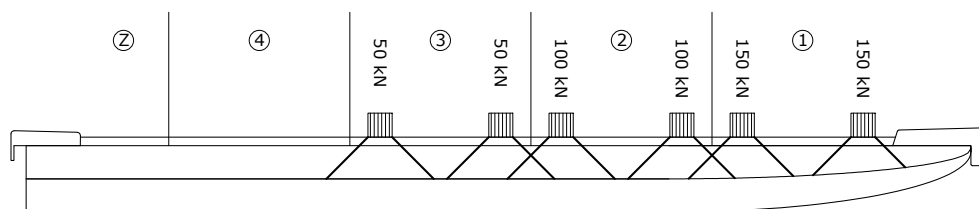
8.2. ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ

Do proměnného zatížení jsou uvažovány modely zatížení gr1a a gr5. Vozovka je rozdělena celkem do čtyř zatěžovacích pruhů šířky 3m a zbytku o šířce 1,5m.

gr1a

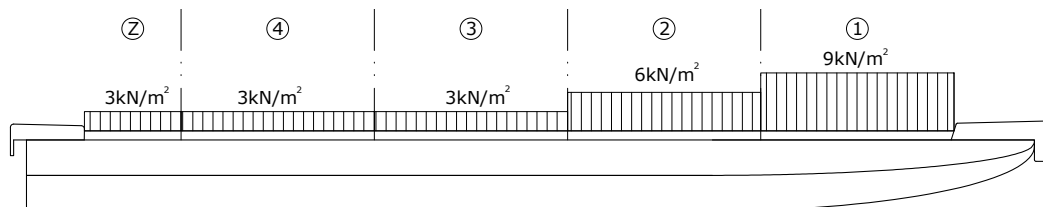
Model zatížení LM1, který je tvořen zatížením od dvojnápravy TS, rovnoměrného zatížení UDL a zatížení chodci na únikovém chodníku.

Pro zjištění maximálních momentů a posouvajících sil od dvojnápravy TS v poli a nad jednotlivými podporami byly sestaveny různé varianty zatížení. Roznos pod úhlem 45° na střednici plochy. Bylo zjišťováno umístění dvojnápravy, ať už v rozložení do tří zatěžovacích pruhů v hodnotách nápravových sil 300 kN, 200 kN a 100 kN, tak i do dvou zatěžovacích pruhů ve stejných nápravových silách, a to 300 kN. Zatížení bylo generováno jako pohyblivé. Výsledky byly ověřeny ručním výpočtem s odchylkou 7%.



Obr. 9. Zatížení TS

Pro zjištění maximálních ohybových momentů a posouvajících sil od rovnoměrného zatížení UDL v poli a nad podporami byly vytvořeny 3 varianty umístění zatížení. Nejvyšší hodnota byla položena do prvního, druhého a třetího zatěžovacího pruhu. Maximální hodnoty byly zjištěny od umístění maximálního zatížení v pruhu č.1. Výsledky byly ověřeny ručním výpočtem s odchylkou 7,7%.



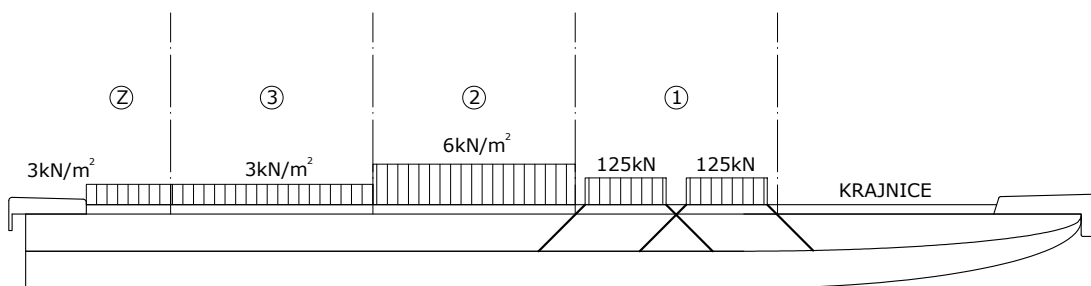
Obr. 10. Zatížení - UDL

Kombinační hodnota zatížení od chodců je redukovaná hodnota. Uvažujeme 3 kN/m². Hodnota je uvažována v šířce 0,75m působící na únikovém chodníku vnější římsy.

gr5

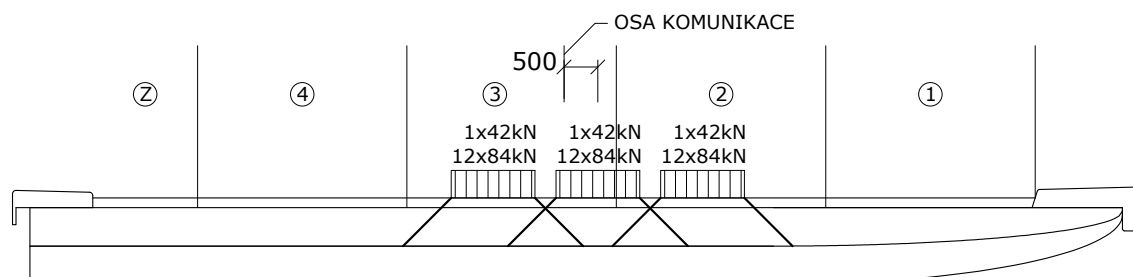
Pro dálniční mosty jsou definována dvě zvláštní vozidla, a to 1800/200 v kombinaci se stálým zatížením soustavy gr1a, a zvláštní vozidlo 3000/240.

Celková tíha zvláštního vozidla 1800/200 je 1800 kN, která je rozdělena do devíti náprav po 200 kN. Hodnoty zatížení jsou přenásobeny dynamickým součinitelem $\varphi = 1,25$. Zvláštní vozidlo se pohybuje v zatěžovacím pruhu č.1, který začíná v úrovni vodícího proužku. Ve zbylých zatěžovacích pruzích je spojitě zatížení soustavy gr1a v hodnotách pro druhý a zbytkový zatěžovací pruh. Zatížení bylo vygenerováno přejezdem soustavy.



Obr. 11. Řez roznosu zatížení - LM3 - Zvláštní vozidlo 1800/200

Zvláštní vozidlo 3000/240 se pohybuje v ideální stopě všech zatěžovacích pruhů, přičemž se uvažuje možná odchylka od této polohy $\pm 0,50$ m. Po celé délce nosné konstrukce mostu musí být vyloučena veškerá ostatní doprava. Celková tíha 3000 kN je rozdělena do celkem 13 náprav, a to tak, že první náprava má 120 kN a ostatních 12 náprav působí 240 kN na konstrukci. Zatížení bylo generováno jako polyblivé.



Obr. 12. Řez roznosu zatížení - LM3 - Zvláštní vozidlo 3000/240

9. KOMBINACE

Kombinace vychází z normových vztahů. Pro mezní stav únosnosti byly uvažovány kombinace 6.10a a 6.10b. Rovnice 6.10b byla vypočtena pro všechny druhy proměnného zatížení, a to gr1a, gr5 - LM3 - 1800/200 a gr5 - LM3 - 3000/240. Maximální účinky vyvozuje soustava 6.10b se zatížením od gr1a, která vyvozuje větší vnitřní síly, než soustavy gr5.

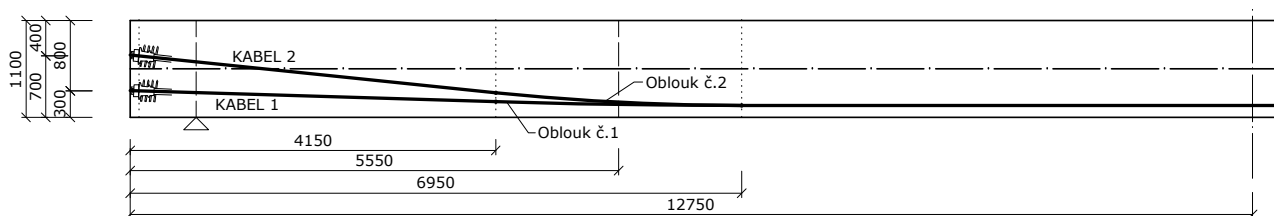
Pro mezní stav použitelnosti bylo vytvořeno celkem 5 kombinací. Charakteristická kombinace pro všechny tři soustavy proměnného zatížení, častá kombinace s proměnným zatížením gr1a a kvazistálá kombinace s účinky pouze od stálého zatížení. Maximální účinky charakteristické kombinace vyvozuje soustava proměnného zatížení gr1a.

10. PŘEDPĚTÍ

Předpínací síla je navržena z podmínky vyrovnání momentu kvazistálé kombinace v čase t_0 . Rovněž bylo ověřeno, zda předpínací síla spadá do intervalu získaného metodou přípustných napětí. Je navrženo 28 lan ve 4 kanálcích na běžný metr ve vzdálenosti 250mm.

Kabelové dráhy byly navrženy do dvou řad nad sebou, kdy kabel 1 je vzdálen 300mm od spodního líce desky a kabel 2 je vyveden do výšky 700mm od spodního líce. Pro oba kabely je začátek zakružovacího oblouku ve vzdálenosti 6,95m od konce desky a konec oblouku je vzdálen 4,15m. Oblouk pro kabel 1 má poloměr 92m a pro kabel 2 se poloměr rovná 27m. Excentricita kabelu je 0,135 od spodního líce desky.

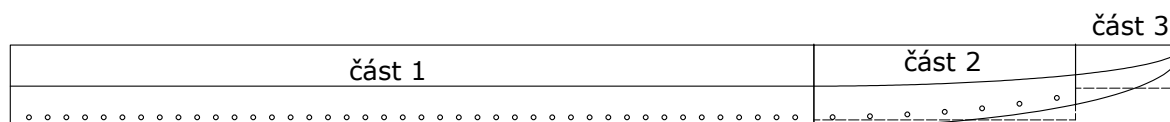
Krátkodobé ztráty byly vygenerovány programem SCIA engineer. Dlouhodobé ztráty byly dopočítány ručně.



Obr. 13. Trasování kabelových drah

11. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Konstrukce byla posouzena na omezení napětí a omezení trhlin. Pro výpočet omezení napětí byl průřez rozdělen na 3 části, podle rozmístění předpínací výztuže. Část 1 je plocha desky, kde jsou předpínací kabely vzdáleny 250mm. Část 2 je plocha desky se vzdáleností předpínacích kabelů 500mm a část 3 je část desky bez předpínacích kabelů.



Obr. 14. Rozdělení průřezu na části

12. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

OHYB

Průřez byl rozdělen na stejné části, jako je tomu u posouzení na mezní stav použitelnosti. Z každé části se udělal průřez, pro který byly následně stanoveny průřezové charakteristiky.

V podélném směru v částech 1 a 3 vyhověl průřez pouze s předpínací výztuží. Betonářská výztuž bylo navržena dle konstrukčních zásad. V části 2 předpínací výztuž nevyhověla, tak musela být navržena dodatečná betonářská výztuž.

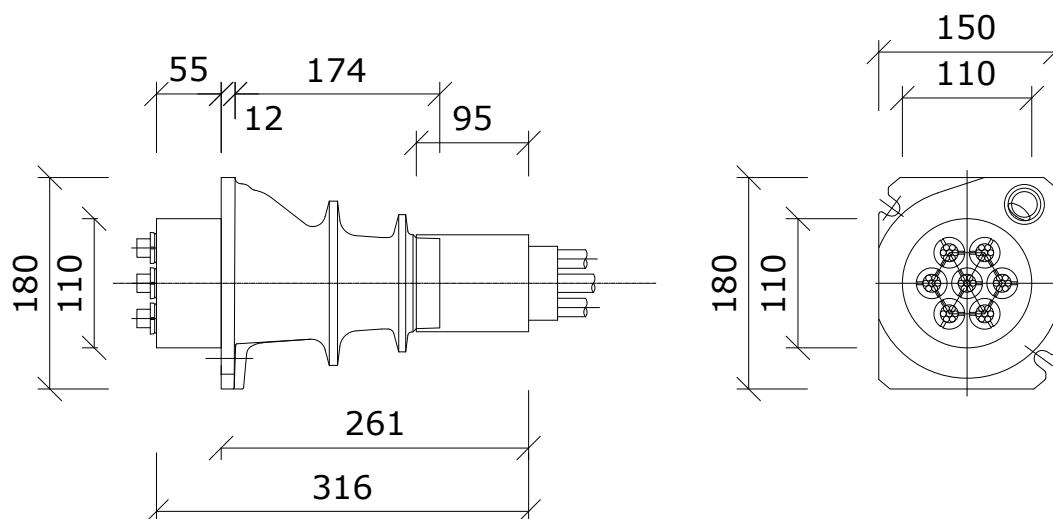
V příčném směru bylo nutné navrhnout výztuž. Výztuž byla posouzena v průřezu nad podporou, mezi podporami ve skrytém příčníku a v poli.

SMYK

V příčném i podélném směru bylo provedeno posouzení smyku na protlačení a to v líci podpory a ve vzdálenostech d a $2d$. Posouzeny jsou celkové posouvající síly získané kombinací sil ve směru podélném a příčném. Průřez vyhověl ve všech posuzovaných úrovních, tudíž byla navržena výztuž dle konstrukčních zásad.

13. KOTEVNÍ OBLAST

Kotvy 7C15 . Freyssinet v minimální vzdálenosti 250mm rozmístěny do dvou úrovní, a to 300mm a 700mm od spodního okraje desky. Posuzujeme soustředěný tlak, lokální oblast pod kotvou, oblast u povrchu kotvy a celkovou oblast. Výpočty včetně grafického znázornění jsou uvedeny v příloze P3 STATICKÝ VÝPOČET.



Obr. 15. Detail kotvy 7C15 - Freyssinet

14. PRŮHYB

Krátkodobé účinky průhybu byly získány z programu SCIA engineer, které posuzujeme s limitním průhybem. Vliv předpětí je považován za nadvýšení, proto uvažujeme pouze krátkodobý průhyb od časté hodnoty proměnného zatížení.

15. POSTUP VÝSTAVBY

- Demolice stávajícího objektu
- Výkopové práce
- Úprava základové spáry
- Vrtání a betonáž pilot
- Betonáž základů
- Bednění a betonování opěr a křídel
- Osazení ložisek
- Bednění a betonáž nosné konstrukce
- Předepnutí nosné konstrukce
- Dobetonování kotevní oblasti a závěrné zídky
- Zасыпání základů a prostoru za opěrami
- Betonáž přechodových desek
- Osazení mostního závěru
- Zhotovení bednění a betonáž říms
- Zhotovení vozovky
- Osazení zábradlí a svodidel
- Dokončovací práce
- Uvedení do provozu

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout most na dálnici D47 přes komunikaci II/464. Byly vypracovány 3 studie, ze kterých se zvolila varianta 1, monolitická předpjatá deska obdélníkového průřezu s eliptickou úpravou spodního povrchu desky.

Statický model vytvořen v programu SCIA engineer 16.1, zatížen vlastní tíhou a ostatním stálým zatížením, proměnné složky zatížení vytvořeny soustavami gr1a a gr5. Výsledky ze SCIA od vlastní tíhy, TS a UDL ověřeny ručním výpočtem.

Krátkodobé ztráty vygenerovány programem, dlouhodobé ztráty stanovené ručním výpočtem. Posouzení na mezní stav použitelnosti a únosnosti. Posuzovala se také kotevní oblast.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

NORMY

- [1] ČSN 73 6201 *Projektování mostních objektů.*
- [2] ČSN EN 1990 ed 2 *Zásady navrhování konstrukcí.* (zahrnuje přílohu A2)
- [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 konstrukcí: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.*

LITERATURA A SKRIPTA

- [6] NEČAS, Radim, Jan KOLÁČEK a Josef PANÁČEK. *Betonové mosty I - Zásady navrhování.* Brno, 2014. ISBN 978-80-214-4979-4.
- [7] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokodů.* 2010.
- [8] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce.* 2008.

INTERNETOVÉ STRÁNKY

- [9] FREYSSINET CS: Předpínací systémy a ložiska. *FREYSSINET CS* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz>
- [10] *Politika jakosti pozemních komunikací: VL a TP* [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz>
- [11] SKANSKA: Katalog výrobků - Dopravní a inženýrské stavby. SKANSKA [online]. [cit. 2017-05-23]. Dostupné z: http://www.skanska.cz/Global/Produkty_Sluzby/Downloads/Ceniky/Prefabrikace/Katalog_dopravni_stavby.pdf
- [12] Mapové podklady. *Mapy Google* [online]. [cit. 2017-05-24]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/>

SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy k textové části

P1. PODKLADY, STUDIE A VIZUALIZACE

P1.01 Podklady

P1.02 Studie 1

P1.03 Studie 2

P1.04 Studie 3

P1.05 Vizualizace

P2. PŘEHLEDNÉ A PODROBNÉ VÝKRESY

P2.01 Situace

P2.02 Podélný řez A-A´

P2.03 Příčný řez B-B´

P2.04 Příčný řez C-C´

P2.05 Výkres předpínací výztuže

P2.06 Výkres betonářské výztuže

P3. STATICKÝ VÝPOČET