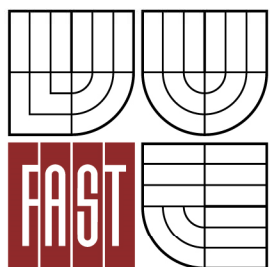


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

REKONSTRUKCE MOSTU PŘES ÚDOLÍ U DOBRUŠKY

RECONSTRUCTION OF THE BRIDGE ACROSS THE VALLEY NEAR DOBRUŠKA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MILOŠ DOČKAL

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2015



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
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Miloš Dočkal
Název	Rekonstrukce mostu přes údolí u Dobrušky
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Datum zadání diplomové práce	16. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 16. 3. 2014	

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

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

Podklady a literatura

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry.

Základní normy:

ČSN 736201 Projektování mostních objektů.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování

Pro zadaný problém navrhnete dvě až tři varianty řešení a zhodnoťte je.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte podle mezních stavů únosnosti a použitelnosti včetně řešení 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)

Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užit školní dílo (3x), Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

Diplomová práce bude odevzdána 1x v listinné podobě a 2x v elektronické podobě na CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomové práce je zaměřena na návrh nové mostní konstrukci přes údolí u Dobrušky. Současný most je v nevyhovujícím stavu a bude nahrazen novou konstrukcí. Most se nachází na silnici I/14a slouží k převedení dopravy přes údolí a Brtevský potok. Mostní konstrukce je navržena ve třech variantách. Vybraná varianta je dodatečně předpjatý dvoutrámový průřez o délce 88,5 metrů a šířce 14,0 metrů. Výpočet zatížení je řešeno v programu Scia Engineer 2014. Konstrukce je posuzována podle platných norem a je provedena výkresová dokumentace.

Klíčová slova

Mostní konstrukce, dodatečně předpjatá dvoutrámová konstrukce, posouzení, ztráty předpětí, výkresová dokumentace

Abstract

The final thesis is focused on design a bridge construction. across the valley near Dobruška. The existing bridge is convenient and it will be replaced by a new bridge construction. The bridge is situated on motorway I/14 and it is used to transfer across the valley and Brtevsky brook. The bridge construction is designed in three alternatives. The chosen variant is a post-tensioned two-beam concrete construction with a lenght of 88,5 metres and a width of 14,0 metres. The calculation of load is solved in Scia Engineer 2014. The construction is designed in accordance with valid standards and it is made a drawing documentation.

Keywords

bridge construction, post tensioned two-beam concrete construction, design, losses of prestressing, drawing documentation

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Miloš Dočkal *Rekonstrukce mostu přes údolí u Dobrušky*. Brno, 2014. 21 s., 97 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne 2.12.2014

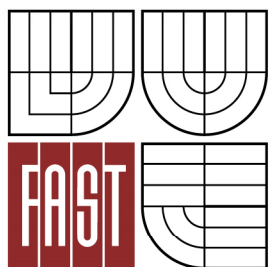
.....
podpis autora
Bc. Miloš Dočkal

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc. za poskytnuté rady a ochotu. Dále bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za morální podporu.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

REKONSTRUKCE MOSTU PŘES ÚDOLÍ U DOBRUŠKY

RECONSTRUCTION OF THE BRIDGE ACROSS THE VALLEY NEAR DOBRUŠKA

TEXTOVÁ ČÁST - TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MILOŠ DOČKAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2015

OBSAH:

1. ÚVOD	3
2. VŠEOBECNÁ ČÁST	3
2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	3
2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STÁVAJÍCÍM MOSTU	4
2.3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O NOVÉM MOSTU	4
3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ	5
3.1. CHARAKTER PŘEKÁŽEK A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE	5
3.2. ÚZEMNÍ PODMÍNKY	5
3.3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY	5
3.4. INŽENÝRSKÉ SÍTĚ V MÍSTĚ A OKOLÍ STAVBY	6
4. STUDIE NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE	6
4.1. VARIANTA A	6
4.2. VARIANTA B	6
4.3. VARIANTA C (řešená studie)	7
5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU	8
5.1. SPODNÍSTAVBA	8
5.2. NOSNÁ KONSTRUKCE	8
5.3. VOZOVKA	9
5.4. ŘÍMSY	9
6. VÝSTAVBA MOSTU	9
6.1. TECHNOLOGIE VÝSTAVBY	9
6.2. POSTUPY PŘÍPRAVNÝCH PRACÍ NESPADAJÍCÍ DO MOSTNÍHO OBJEKTU ..	10
6.3. POSTUP VÝSTAVBY MOSTNÍHO OBJEKTU	10
7. MATERIÁLY	10
7.1. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ	10
7.2. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ	11
7.3. BETON	11
8. OMEZENÍ PROVOZU	11
9. ZÁVĚR	11
10. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ A LITERATURY	12
11. SEZNAM PŘÍLOH	12

1. ÚVOD

Úkolem diplomové práce je návrh a posouzení nové nosné konstrukce přes údolí u Dobrušky, namísto stávajícího mostu v havarijním stavu. Stávající most je tvořen z prefabrikovaných nosníků KA (cca r. 1960). Skládá se celkem ze tří polí o celkové délce nosné konstrukce 60,2 metrů. Starý most bude demontován a zdemolován včetně nevyhovující spodní stavbě. Pro majetkoprávní vztahy v okolí mostu se musí odtěžit násyp u opěry I (směr Náchod). Tímto se otevře celá šíře mělkého údolí a nový most bude oproti starému mostu prodloužen asi o jednu třetinu délku nevyhovujícího mostu. V rámci diplomové práce byly zpracovány tři studie návrhu mostu. V první variantě A je navržena monolitická dodatečně předpjatá deska se zkosenými okraji o osově výšce 1,0 metru a šířce 14 metrů u horního povrchu a 7 metrů u dolního povrchu. Ve druhé variantě B je nosná konstrukce řešena pomocí dodatečně předpjatého trámu o osově výšce 1,4 metry a šířce 5,0 metrů při spodním povrchu a 14 metru při horním povrchu. Ve třetí variantě C je nosná konstrukce řešena pomocí dodatečně předpjatého dvoutrámu o celkové osově výšce 2,0 metry a šířce 1,2 metrů při spodním povrchu a 1,4 metru při napojení na desku. Navržen byl most podle třetí varianty C, která se mi jevila nejvhodnější. Vybraná konstrukce je navržena a posouzena podle platných norem.

2. VŠEOBECNÁ ČÁST

2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Stavba:	Rekonstrukce mostu přes údolí u Dobrušky
Název mostu:	Most přes údolí u Dobrušky
Obec:	Dobruška
Okres:	Rychnov nad Kněžnou
Kraj:	Královehradecký kraj
Katastrální území:	Dobruška
Investor:	Obecní úřad Dobruška nám. F. L. Věka 11 664 53 51801 Dobruška
Uvažovaný správce mostu:	Obecní úřad Dobruška nám. F. L. Věka 11 664 53

51801 Dobruška

Projektant: Bc. Miloš Dočkal

Olomouc, 77 200

Úhel křížení: $\alpha=100,000$ 0g

2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STÁVAJÍCÍM MOSTU

Délka mostu:	64,320 m
Délka nosné konstrukce:	60,200 m
Délka přemostění:	58,650 m
Šířka vozovky:	10,700 m
Šířka levé římsy:	1,400 m
Šířka pravé římsy:	1,400 m
Šířka chodníků:	1,000 m
Celková šířka mostu:	13,500 m
Stavební výška:	8,800 m
Počet polí:	3
Délka polí:	19,8 - 20,49 - 19,95 m

2.3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O NOVÉM MOSTU

Délka mostu:	97,370 m
Délka nosné konstrukce:	88,500 m
Délka přemostění:	85,500 m
Šířka vozovky:	11,500 m
Šířka levé římsy:	1,500 m
Šířka pravé římsy:	1,500 m
Šířka chodníku:	0,750 m

Celková šířka mostu:	14,000 m
Stavební výška:	5,400 m
Počet polí:	3
Délka polí:	27,0 - 33,0 - 27,0 m

3. MOST A JEHO UMÍSTĚNÍ

3.1. CHARAKTER PŘEKÁŽEK A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE

Most převádí místní komunikaci přes přírodní překážku, kterou zde tvoří široké údolí s Brtevským potokem. Trasa komunikace na mostě je v přímém směru. Niveleta klesá v podélném sklonu 1,9% směrem na Rychnov nad Kněžnou. Vozovka je v jednostranném příčném sklonu 2,5 %. Pravá i levá římsa je v příčném sklonu 4 % směrem do vozovky.

3.2. ÚZEMNÍ PODMÍNKY

Most je situován v intravilánu, v blízkosti vesnice Křovice. Terén v okolí stavby je poměrně rovinný až na přilehlé svahy údolí.

3.3. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Na místě byla v minulosti provedena jedna vrtná sonda do hloubky 7,5 metrů, ze které vycházím v návrhu. Podle geotechnického průzkumu se v této lokalitě vyskytuje hlína písčítá s příměsí jílu. S hloubkou stoupá množství písku. v hloubce 6 metrů pod základové spáry pilířů se vyskytuje pískovec třídy R3. Mostní opěry a pilíře budou založeny na vrtných pilotách, které budou vyvrtány právě do hloubky výskytu pískovce.

Geologické poměry:

0,0 – 0,5	Humozní hlína MS
0,5 – 3,7	Hlína jílovitá F2/MC
3,7 – 5,6	Písčítá hlína F3/MS
5,6 – 6,0	Hlinitý písek s úlomky horniny S4/SM
6,0 – min7,5	Pískovec R3

3.4. INŽENÝRSKÉ SÍTĚ V MÍSTĚ A OKOLÍ STAVBY

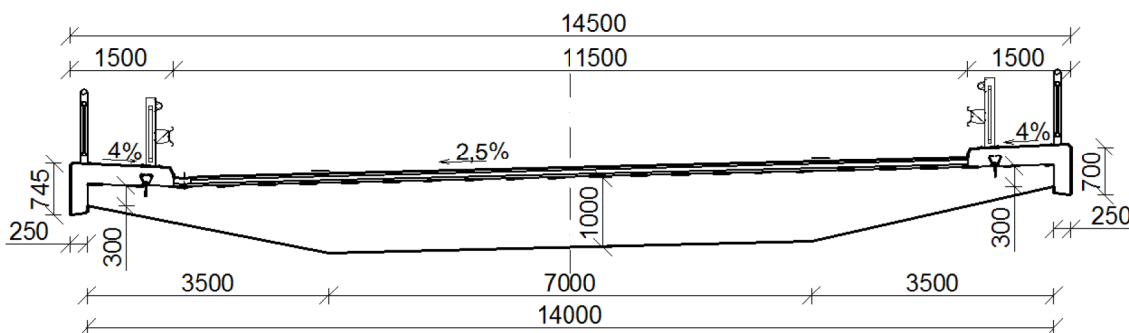
V rámci diplomové práce jsem neuvažoval inženýrské sítě.

4. STUDIE NÁVRHU NOSNÉ KONSTRUKCE

4.1. VARIANTA A

Nosnou konstrukci tvoří dodatečně předpjatá deska z betonu C35/45, délky 91,5 metru. Minimální výška desky je 300 mm u okrajů, rozšiřující se ke spodnímu povrchu ve vodorovné vzdálenosti 3,5 metru, kde výška činí 1,0 metry. Příčný sklon povrchu je jednostranný 2,5 % směrem k odvodňovacímu proužku. Podélný sklon konstrukce je 1,9 % klesající směrem k Rychnovu nad Kněžnou. Deska je uložena na celkem 8 hrncových ložiscích, která jsou osazena na betonových podstavcích na pilířích a opěrách. Osová vzdálenost ložisek je 6,0 metrů. Římky jsou monolitické, betonové na místě a řádně ukotveny. Most je osazen ocelovým zábradlím po vnějších stranách nouzových chodníků šířky 0,75 metru a svodidly JSMNH4/H2.

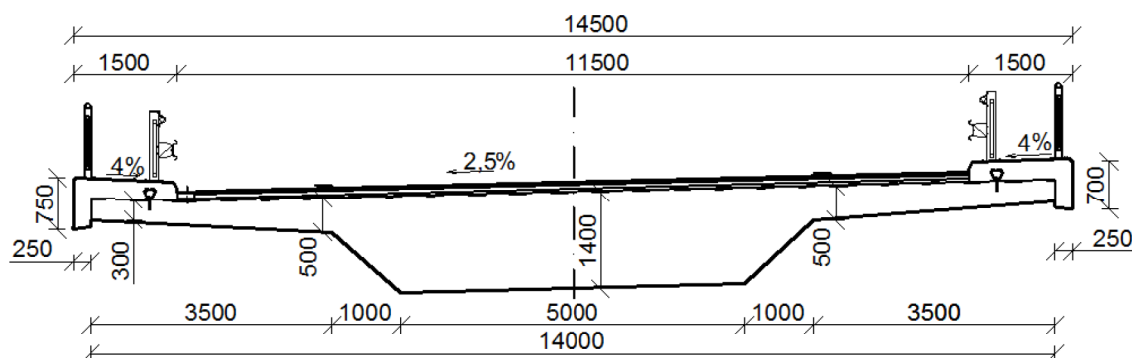
Výhodou varianty je rychlost výstavby bednicí skruže. Nevýhodou je ekonomická náročnost vzhledem k množství výztuže betonářské i předpjaté a také objemová spotřeba betonu. Konstrukce má větší průřezovou plochu a tedy vyvoluje větší zatížení na základovou půdu, která je zde problematická.



4.2. VARIANTA B

Nosnou konstrukci tvoří dodatečně předpjatý trám z betonu C35/45, délky 91,5 metru. Minimální výška desky je 300 mm u okrajů, rozšiřující se ke spodnímu povrchu ve vodorovné vzdálenosti 3,5 metru, kde výška činí 0,5 metry. Dále už pokračuje trám na celkovou osovou výšku 1,4 metry. Dolní povrch trámu je široký 5,0 metrů. Příčný sklon povrchu je jednostranný 2,5 % směrem k odvodňovacímu proužku. Podélný sklon konstrukce je 1,9 % klesající směrem k Rychnovu nad Kněžnou. Deska je uložena na celkem 8 hrncových ložiscích, která jsou osazena na betonových podstavcích na pilířích a opěrách. Osová vzdálenost ložisek je 3,0 metrů. Římky jsou monolitické, betonové na místě a řádně ukotveny. Most je osazen ocelovým zábradlím po vnějších stranách nouzových chodníků šířky 0,75 metru a svodidly JSMNH4/H2.

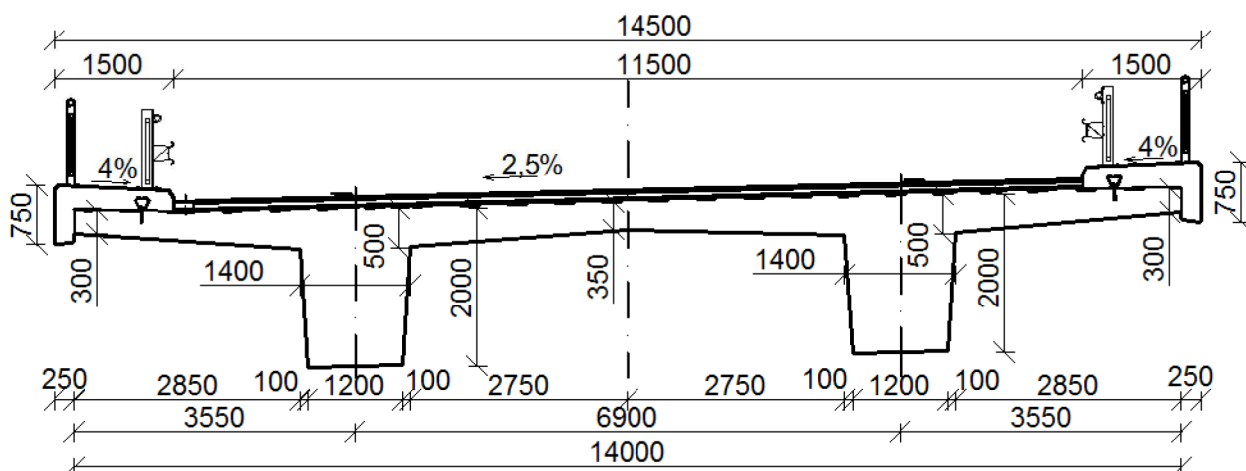
Výhodou varianty je jednodušší zhotovení bednicí skruže a armování nosné konstrukce. Nevýhodou je ekonomická náročnost vzhledem k množství výztuže betonářské i předpjaté a také objemová spotřeba betonu.



4.3. VARIANTA C (řešená studie)

Nosnou konstrukci tvoří dodatečně předpjatá dvoutrámová konstrukce z betonu C35/45, délky 88,5 metru. Minimální výška desky je 300 mm u okrajů, rozšiřující se ve směru k trámu ve vodorovné vzdálenosti 2,85 metru, kde výška činí 0,5 metry. Dále už pokračuje trám na celkovou osovou výšku 2,0 metry. V ose příčného řezu je výška 0,35 metru a lineárně roste směrem od osy k trámu do výšky 0,5 metru. Trámu je široký 1,4 metry ve spojení s deskou a při spodním povrchu jeho šířka činí 1,2 metry. Příčný sklon povrchu je jednostranný 2,5 % směrem k odvodňovacímu proužku. Podélný sklon konstrukce je 1,9 % klesající směrem k Rychnovu nad Kněžnou. Deska je uložena na celkem 8 hrncových ložiscích, která jsou osazena na betonových podstavcích na pilířích a opěrách. Ložiska na pilířích mají návrhovou únosnost svislou 10000 kN a příčnou 500 kN. Osová vzdálenost ložisek je 6,9 metrů. Římky jsou monolitické, betonové na místě a řádně ukotveny. Most je osazen ocelovým zábradlím po vnějších stranách nouzových chodníků šířky 0,75 metru a svodidly JSMNH4/H2.

Nevýhodou varianty je relativně obtížnější bednicí skruže. Vzhledem k malé šířce trámu i obtížnější vázání výztuže. Zvolil jsem si variantu C. Výhody vidím hlavně ekonomické vzhledem k množství výztuže betonářské i předpjaté a také objemové spotřebě betonu. Není zde omezení stavební výšky nosné konstrukce a tak se snad docílí plného předpětí, kdy ani při časté kombinaci nevzniknou trhliny, což bude mít za následek vyšší trvanlivost konstrukce.



5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

Navržený most je tvořený dodatečně předpjatou dvoutrámovou konstrukcí a spodní stavbou, která je od nosné konstrukce oddělena dilatačními a pracovními spárami.

5.1. SPODNÍ STAVBA

Spodní stavba bude založena na nově vzniklých pilotách o délce 12 metrů pod opěrami a 6 metrů pod pilíři o průměru 900 mm z betonu C25/30. Podkladní betony se zhotoví pod základovými bloky z betonu C16/20 o výšce 0,15 metru. Opěry budou monolitické z betonu C 25/30 šířky 2150 mm. Dále se vybetonuje základové bloky pro sloupy s výškou 1,3 m a šířkou 3,2 m z betonu C 25/30. Povrch prahu bude ve sklonu 4 % ve směru k závěrné zdi. K opěrám budou monoliticky spojena zavěšená křídla. Závěrná zeď bude šířky 500 mm. Odvodnění opěry je zajištěno drenážní trubkou o průměru 150 mm v minimálním sklonu 4 %, uloženém ve štěrkopísku frakce 0-32 mm na podkladním betonu C 8/10 tloušťky 150 mm na základu monoliticky spojeném s patou opěry. Šířka základu bude činit 500 mm. Monolitické železobetonové sloupy budou tvaru osmiúhelníku z betonu C30/37. Na opěrách a sloupech bude vytvořen čtvercový podkladní blok pro ložisko o šířce 950 mm a výšce 160 mm.

5.2. NOSNÁ KONSTRUKCE

Nosnou konstrukci tvoří monolitická, dodatečně předpjatá nosná konstrukce C 35/45 - XD1, XF2. Minimální výška desky je 300 mm u okrajů, rozšiřující se ve směru k trámu ve vodorovné vzdálenosti 2,85 metru, kde výška činí 0,5 metry. Dále už pokračuje trám na celkovou osovou výšku 2,0 metry. V ose příčného řezu je výška 0,35 metru a lineárně roste směrem od osy k trámu do výšky 0,5 metru. Trámu je široký 1,4 metry ve spojení s deskou a při spodním povrchu jeho šířka činí 1,2 metry.. Nosná konstrukce bude dodatečně předepnuta pomocí 12 kabely, každý o 17 lanech, z předpínací výztuže

Y1860 S7-15,7-A a doplněna o betonářskou výztuž B500B. Kotvy budou použity VSL typ EC (6"/6-19). Dvoutrám je uložen na celkem 8 hrncových ložiscích o rozměrech 795x795x145 mm, která jsou osazena na betonových podstavcích o rozměrech 950x950x160 mm. Na opěrách bude vždy ložisko všesměrné a jednosměrně pohyblivé. Totéž platí i pro jeden pár pilířů. Pro zbývajících pár platí, že jedno ložisko bude pevné a druhé všesměrně pohyblivé. Osová vzdálenost ložisek je 6,9 m. Na závěr budou osazeny lamelové dilatační závěry.

5.3. VOZOVKA

Vozovka je odvodněna pomocí příčného sklonu 2,5 % a podélného sklonu 1,9 % směrem do odvodňovače HSD -5 500x500 mm s vertikálním odtokem DN150

Navržená skladba vozovky:

asfaltový beton pro obrusné vrstvy	ACO 11+	40 mm
spojovací postřík PS-EP (0,2 - 0,4 kg/m)		
asfaltový beton pro podkladní vrstvy	ACL 16+	60 mm
posyp předobalenou drtí 4/8 mm v množství 2 - 4 kg/m		
litý asfalt hrubozrnný	MA 11 IV	35 mm
izolační vrstva	AIP	5 mm
<u>pečetící vrstva se speciální epoxidovou pryskyřicí</u>		
Celkem tloušťka vozovky		140 mm

5.4. ŘÍMSY

Římsy jsou monolitické z betonu C 30/37 s konstantní výškou 275 - 295 mm. Obě jsou široké 1,5 metru a její povrch je v příčném sklonu 4 % směrem do vozovky. Na nich se nachází nouzové chodníky o šířce 750 mm. Římsy jsou za okrajem nosné konstrukce široké 250 mm a vysoké 750 mm. K římsám je ukotveno ocelové zábradlí o výšce 1100 mm se svislou výplní a svodidla JSMN/H2H se svislou výplní.

6. VÝSTAVBA MOSTU

6.1. TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

Betonování nosné konstrukce bude prováděno technologií betonáže na pevné skruži. Betonování dvoutrámu bude probíhat v jedné fázi. Betonáž opěr, základových bloků,

sloupů, říms křídel, schodišť, přechodových desek bude provedeno v bednění. Betonáž pilot bude probíhat po zaměření a vyvrtání a následně se vsadí armokoš.

6.2. POSTUPY PŘÍPRAVNÝCH PRACÍ NESPADAJÍCÍ DO MOSTNÍHO OBJEKTU

- příprava území
- skrytí ornice ve vrstvě 0, 5 metru
- odstranění stávající mostní konstrukce
- revitalizace Brtevského potoku

6.3. POSTUP VÝSTAVBY MOSTNÍHO OBJEKTU

- Celková demolice a odvoz nevyhovující stávající mostní konstrukce
- Odtěžení násypu kolem stávající opěry I do vzdálenosti cca 35 metrů
- Zhotovení výkopů pro vyvrtání pilot a následnou betonáž
- Propojení pilot se základem opěry a základovými bloky pro sloupy a následná betonáž
- Odvodňovací úpravy za opěrami a instalace izolačních prvků kolem spodní stavby
- Výstavba bednicí skruže, osazení ložisek, vytýčení tras kabelových kanálků
- Osazení betonářské výztuže a provlečení a zajištění kanálků
- betonáž nosné konstrukce
- Ošetřování nosné konstrukce, protažení předpínacích kabelů a následné oboustranné napínání a zakotvení
- Výstavba bednění křídel, zbývající výšky závěrných zdí, schodišť a následná betonáž
- Demontáž skruží a bednění nosné konstrukce
- Výstavba bednění pro římsy a betonáž
- Osazení mostního dilatačního závěru
- Zřízení vozovkového souvrství
- Montáž ocel zábradlí a svodidel
- Úpravy terénu, skluzu, úpravy pod mostem, dopravní značení
- Uvedení do provozu

Přesnost vytyčení a provedení dle platných norem.

7. MATERIÁLY

7.1. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

Pro každou část mostního objektu bude použita betonářská výztuž B500B.

7.2. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Pro nosnou konstrukci bude použita předpínací výztuž Y1860 S7-15,7-A

7.3. BETON

Pro jednotlivé části konstrukce jsou stanoveny třídy betonu a k nim vliv prostředí, ve kterém se nachází.

KONSTRUKCE	TŘÍDA BETONU	STUPEŇ PROSTŘEDÍ
PILOTY	C 25/30	XA1
OPĚRA	C 25/30	XF2
ZÁKLAD PRO DRENÁŽ	C 25/30	XF2
PODKLADNÍ BETON PRO DRENÁŽ	C 8/10	XF1
PODKLADNÍ BETON	C 16/20	XF1
KŘÍDLA	C 25/30	XC4
NOSNÁ KONSTRUKCE	C 35/45	XF2
ŘÍMSY	C 25/30	XF4
REVIZNÍ SCHODIŠTĚ	C 16/20	XF2
SLOUPY	C 30/37	XF4
BETON PRO LOMOVÝ KÁMEN	C 12/15	XF1
PŘECHODOVÉ DESKY	C 25/30	XF1

8. OMEZENÍ PROVOZU

Silnice první třídy I/14 přes údolí a Brtevský potok u Dobrušky bude uzavřena. Doprava bude přeměrována dopravním značením na most v ulici Křovická v Křovicích.

9. ZÁVĚR

Pro potřeby diplomové práce byly navrženy tři varianty nosné konstrukce mostu. Ke statickému řešení byla vybrána varianta C, která byla staticky posouzena. Statický model byl vytvořen ve výpočetním programu Scia Engineer 2014 jako skořepina s žebry. K posouzení mezních stavů únosnosti a použitelnosti podle platných norem byly brány výsledky z tohoto softwaru. Výsledky byly kontrolovány na méně přesném prutovém modelu. Při výpočtu byly zanedbány účinky dotvarování a smršťování betonu, zatížení teplotou, poklesem podpor, větrem a vodorovnými silami od dopravy. Součástí diplomové práce je výkresová dokumentace, statický výpočet, stavební postup a vizualizace.

10. SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ A LITERATURY

LITERATURA:

Stráský J., Nečas R.: Betonové mosty I – modul M01 – Základní principy navrhování
Panáček J.: Betonové mosty I – modul M03 – Spodní stavba a příslušenství mostních objektů

Navrátil J. Předpjaté betonové konstrukce. 2. Vydání. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2008. 186 s. ISBN 978-80-7204-561-7

Šafář R. a kolektiv: Betonové mosty 2 - Návrh předpjatého mostu podle Eurokódů.
Česká technika - nakladatelství ČVUT

NORMY:

ČSN 736201 Projektování mostních objektů.

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí.

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty - Navrhování a konstrukční zásady.

11. SEZNAM PŘÍLOH

P1. Použité podklady a varianty řešení

Podklady:

Situace M 1:200

Podélný řez M 1:100

Příčný řez M 1:50

Studie:

Varianta A Podélný řez M 1:200

Příčný řez M 1:50

Varianta B Podélný řez M 1:200

Příčný řez M 1:50

Varianta C Podélný řez M 1:200

Příčný řez M 1:50

P2. Přehledné a podrobné výkresy

Přehledné výkresy: Podélný řez M 1:50

Příčný řez pilířem M 1:50

Příčný řez NK pohled na opěru M 1:50

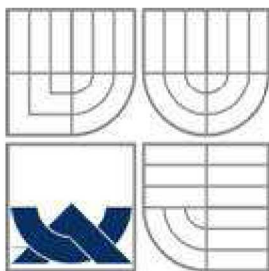
Situace M 1:200

Podrobné výkresy: Betonářská výztuž M 1:25

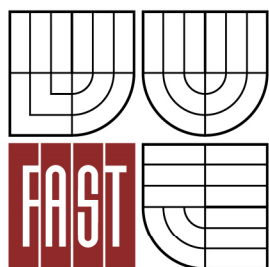
Předpínací výztuž M 1:50

P3. Stavební postup a vizualizace

P4. Statický výpočet



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

REKONSTRUKCE MOSTU PŘES ÚDOLÍ U DOBRUŠKY

RECONSTRUCTION OF THE BRIDGE ACROSS THE VALLEY NEAR DOBRUŠKA

TEXTOVÁ ČÁST - PRŮVODNÍ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. MILOŠ DOČKAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2015

OBSAH:

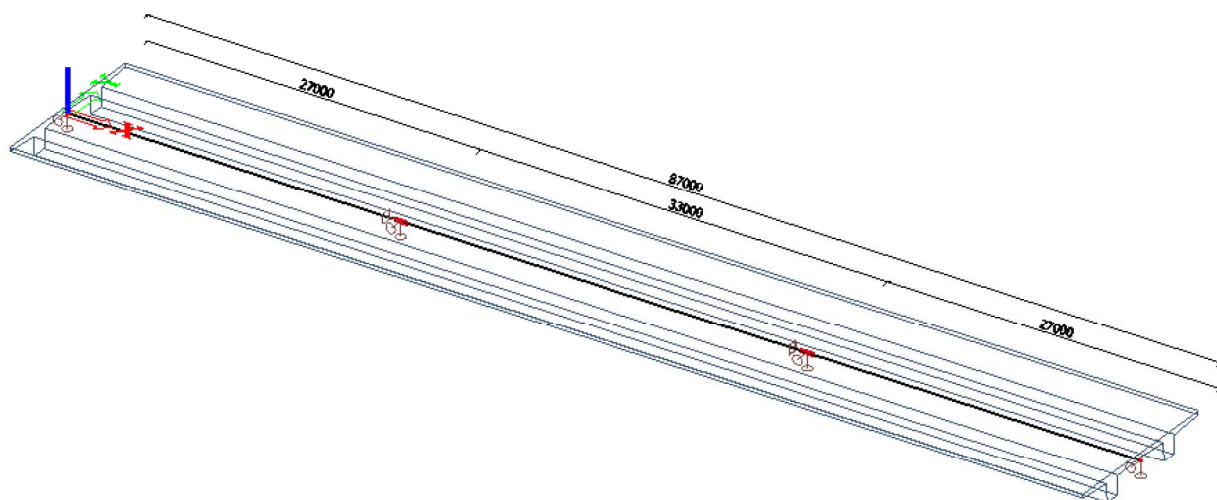
1. ÚVOD - STATICKÝ MODEL	3
2. MATERIÁL	4
2.1. BETON	4
2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ	4
2.3. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ	4
3. ZATÍŽENÍ	5
3.1. VLASTNÍ TÍHA	5
3.2. OSTATNÍ STÁLÉ	5
3.3. SESTAVA ZATÍŽENÍ gr1a	5
3.4. SESTAVA ZATÍŽENÍ gr5	5
4. KOMBINACE	6
5. NÁVRH PŘEDPĚTÍ	6
5.1. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH	7
5.2. PŘESNÝ NÁVRH	7
5.3. ZTRÁTY PŘEDPĚTÍ	7
6. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	8
6.1. OMEZENÍ NAPĚTÍ	8
6.2. OMEZENÍ TRHLIN	8
6.3. OMEZENÍ PŘETVOŘENÍ	8
7. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	8
7.1. ULS OHYB A NORMÁLOVÁ SÍLA	8
7.2. ULS SMYK	8
7.3. PŘÍČNÝ SMĚR	9
8. POSOUZENÍ A NÁVRH VÝZTUŽE V OBLASTI LOŽISKA	10
9. ZÁVĚR	10

1. ÚVOD - STATICKÝ MODEL

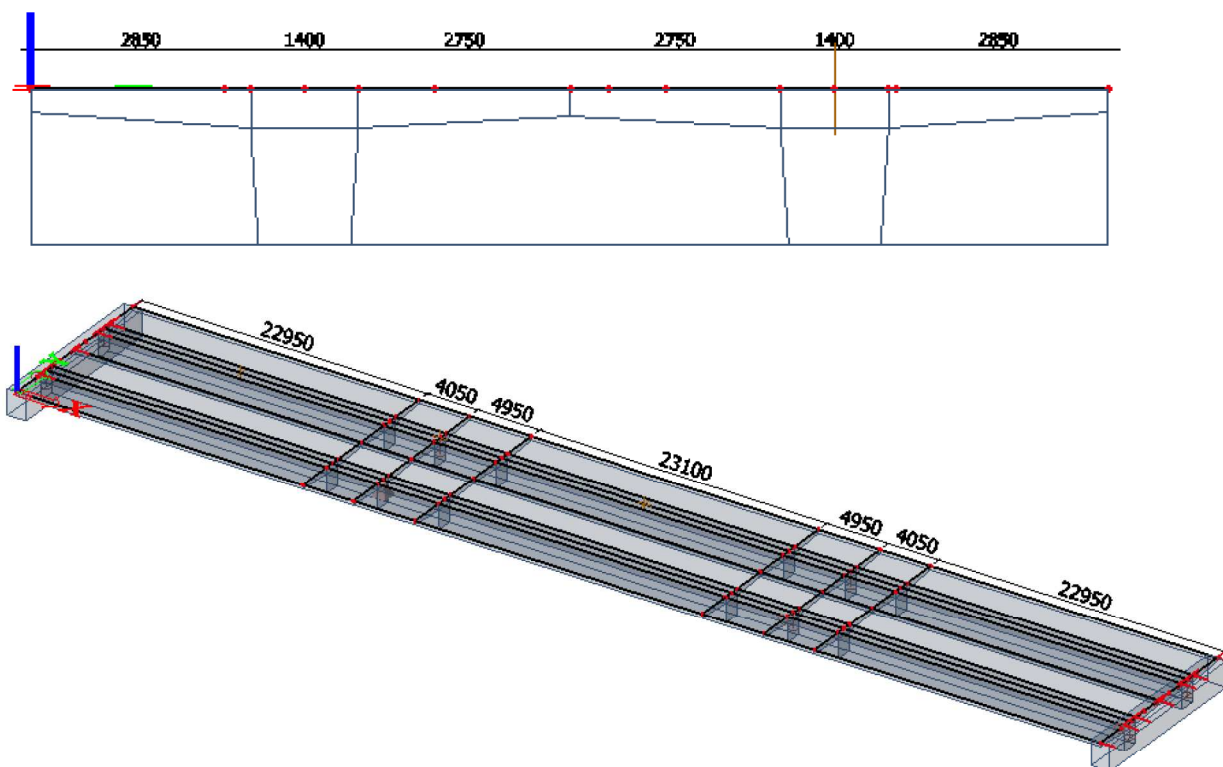
Úkolem diplomové práce je návrh a posouzení nové nosné konstrukce přes údolí u Dobrušky, namísto stávajícího mostu v havarijním stavu. Stávající most je tvořen z prefabrikovaných nosníků KA (cca r. 1960). Skládá se celkem ze tří polí o celkové délce nosné konstrukce 60,2 metrů. V rámci diplomové práce byly zpracovány tři studie návrhu mostu. V první variantě A je navržena monolitická dodatečně předpjatá deska se zkosenými okraji o osově výšce 1,0 metru a šířce 14 metrů u horního povrchu a 7 metrů u dolního povrchu. Ve druhé variantě B je nosná konstrukce řešena pomocí dodatečně předpjatého trámu o osově výšce 1,4 metru a šířce 5,0 metrů při spodním povrchu a 14 metru při horním povrchu. Ve třetí variantě C je nosná konstrukce řešena pomocí dodatečně předpjatého dvoutrámu o celkové osově výšce 2,0 metru a šířce 1,2 metrů při spodním povrchu a 1,4 metru při napojení na desku. Navržen byl most podle **třetí varianty C**, která se mi jevila nejvhodnější.

Model pro zjištění vnitřních sil v konstrukci byl vytvořen včetně předpětí (s krátkodobými ztrátami) v programu Scia Engineer 2014. Nejprve byla vymodelována nosná konstrukce jako prut s přiřazením příčného řezu nosné konstrukce pro předběžný návrh předpětí. Dále už jsem však používal pro získání výsledků pouze skořepinový model s žebry (jako trámy) a na koncích byl ke skořepině připojen prut s obdélníkovým průřezem reprezentující příčník. Tato varianta se mi zdála nejvhodnější pro získání správných výsledků vzhledem k přerozdělení zatížení na jednotlivé trámy od dopravy. Na prutové konstrukci jsem si jen ověřoval řádovou správnost výsledků, i když se mnohdy velice lišily. Geometrie Kabelů byla vytvořena a přenesena z AutoCADu 2011. Kabely jsou tvořeny z přímých a kružnicových částí.

Prutový model:



Skořepinový s žebrem:



2. MATERIÁL

2.1. BETON

Použitý beton pro nosnou konstrukci je C35/45, byl přiřazen i modelu v programu, kde byla zároveň upravena objemová hmotnost betonu na 2600 kg/m^3 . Navýšil jsem hodnotu z hlediska velkého množství betonářské a předpínací výztuže a relativní štíhlost příčného řezu nosné konstrukce. U ostatní prvků je použit beton dle tabulky v kapitole beton.

2.2. BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

Byla použita výztuž B500B pro všechny prvky.

2.3. PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽ

Použil jsem předpínací výztuž Y1860S7 - 15,7 - A, kterou jsem přiřadil i vymodelovaným kabelům.

3. ZATÍŽENÍ

3.1. VLASTNÍ TÍHA

Vlastní tíha je generována Scii Engineer. Pozměnil jsem objemovou tíhu 2500 kg/m^3 na 2600 kg/m^3 . Počítá s tíhovým zrychlením $9,81 \text{ m/s}^2$.

3.2. OSTATNÍ STÁLÉ

Zatížení bylo spočítáno ručně a převedeno na plošné, které jsem použil pro zatížení modelu v programu. Zatížení vozovky bylo uvažováno střední hodnotou, supremum (+40%) i infimum (-20%). Dále ostatní stálé obsahuje líniové zatížení zábradlím, svodidly a plošným římsy.

3.3. SESTAVA ZATÍŽENÍ gr1a

Nahodilé zatížení - sestava zatížení od dopravy gr1a se skládá z LM1 a kombinační hodnoty pro chodníky. Zatížení od kol je roznášeno pod úhlem 45° do střednice desky, která je pro zjednodušení uvažována jako deska o výšce 430,8 mm. Hodnota byla získána tak, aby se dodržela šířka desky 14 metrů a její původní plocha. Tímto způsobem jsem dostal roznos kolových tlaků 1100x1100mm od Tandem Systému (TS). Jeden TS tedy v programu reprezentují čtyři čtverce o této ploše. Rovnoměrné zatížení jsem zadával jako plošné do zatěžovacích pruhů dle příčinkových čar.

3.4. SESTAVA ZATÍŽENÍ gr5

Nahodilé zatížení - sestava zatížení od dopravy gr1a se rovná zvláštnímu vozidlu LM3, které reprezentuje v mém případě vozidlo 1800/200, které se nachází na mostě jako jediné dle normy pro silnice I. třídy. Kolové tlaky opět byly rozneseny vozovkou a deskou do její střednice a byla získána plocha 3410x860mm. Získaná plocha byla použita pro zatížení modelu devíti obdélníky s těmito rozměry.

4. KOMBINACE

Z normy přebrány dílčí součinitelé a dosazeny do jednotlivých kombinací.

Pro mezní stav únosnosti ULS rovnice 6.10a, 6.10b

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} \gamma_{G,j} + \gamma_p P + \psi_{0,1} Q_{k,1} \gamma_{Q,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \gamma_{Q,i} \quad (6.10a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j G_{k,j} \gamma_{G,j} + \gamma_p P + Q_{k,1} \gamma_{Q,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \gamma_{Q,i} \quad (6.10b)$$

Dílčí součinitelé:

$$\begin{array}{llll} \gamma_G = 1,35 & \gamma_Q = 1,35 & \gamma_p = 1,0 & \\ \xi = 0,85 & \psi_{0,TS} = 0,75 & \psi_{0,UDL} = 0,40 & \psi_{0,CHODNÍKY} = 0,40 \end{array}$$

Pro mezní stav použitelnosti zjištěna.

Charakteristická kombinace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_p P + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Častá kombinace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_p P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{1,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitelé:

$$\begin{array}{lll} \psi_{1,TS} = 0,75 & \psi_{1,UDL} = 0,40 & \psi_{1,CHODNÍKY} = 0,0 \end{array}$$

Kvazistálá kombinace:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \gamma_p P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitelé:

$$\begin{array}{lll} \psi_{2,TS} = 0,0 & \psi_{2,UDL} = 0,0 & \psi_{2,CHODNÍKY} = 0,0 \end{array}$$

5. NÁVRH PŘEDPĚTÍ

Pro správný počet kabelů a jejich trasy jsem začal předběžným návrhem na prutovém modelu. Po získání relativně dobrých výsledků, hlavně pro častou kombinaci (stav dekomprese), aby v konstrukci nevznikaly trhliny a tím docílit požadované trvanlivosti a minimální životnosti 100 let.

5.1. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH

V předběžném návrhu předpětí uvažuji **průměrný parabolický kabel**. Předpínací sílu navrhuji **metodou vyrovnání zatížení**. Účinky od předpětí jsou vneseny pomocí **ekvivalentního zatížení**. Ztráty předpětí odhadnuty. Návrh je řešen v softwaru SCIA 2014 na prutovém modelu. Vnitřní síly jsou tedy vykresleny pro **celou konstrukci**. Doporučuje se vyrovnat:

v čase $t_0 = (90-100)\%$ stálého zatížení konstrukce.

v čase $t_\infty = (80-90)\%$ stálého zatížení konstrukce.

S ohledem na podmínku dekomprese při časté kombinaci, navrženo předpětí vyšší než je 100 % stálého zatížení.

Předpoklady:

Ekvivalentní zatížení pro $f/L \leq 1/15$

$$p_i = 8 \cdot f_i \cdot P_{m,i} / L_i$$

Excentricita v kotevní oblasti $e = 0,2$ m od N.O.

$$M = e \cdot P_{m,i}$$

Ekvivalentní zatížení od konvexního oblouku kabelu je přímo přenášeno do podpory (60°), nezatěžuje pole nosníku.

5.2. PŘESNÝ NÁVRH

Přesný návrh vychází z předběžného návrhu a je tedy navrženo 12 kabelů po 17 lanech. Předpínací výztuž Y1860S7-15,7 - A. Geometrie vytvořena v AutoCADu tak, aby co nejpřesněji vystihovala dráhu parabolického průměrného kabelu.

5.3. ZTRÁTY PŘEDPĚTÍ

Krátkodobé ztráty vypočítány softwarem vyjma pružným přetvořením betonu, které dělá okolo 30 MPa na kabel a o tuto hodnotu budou navýšeny dlouhodobé ztráty.

Dlouhodobé ztráty jsou počítány ručně, kromě ztrát relaxací, která obsahuje i ztráty krátkodobé relaxace a musím odečíst hodnotu relaxace, kterou jsem „ušetřil“ díky podržením napětí po dobu 300 sekund.

6. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

6.1. OMEZENÍ NAPĚTÍ

Tlakové napětí musí být omezeno, aby se zabránilo vzniku podélných trhlin, mikrotrhlin nebo nadměrnému dotvarování, které mohou nepříjemně ovlivnit funkčnost konstrukce.

Tahové napětí při charakteristické kombinaci musí být omezeno z důvodu vzniku trhlin a následnému zhoršení trvanlivosti hodnotou $f_{ct,eff}$.

6.2. OMEZENÍ TRHLIN

Pro častou kombinaci je splněn stav dekomprese a v charakteristické kombinaci není překročena únosnost betonu v tahu a trhliny nevzniknou.

6.3. OMEZENÍ PŘETVOŘENÍ

Trhliny musí být omezeny tak, aby nedošlo k narušení řádné funkce nebo trvanlivosti konstrukce, popř. k nepříznivému ovlivnění jejího vzhledu.

Trhliny nevznikají.

7. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Mezní stav únosnosti byl posuzován v nejkritičtějších řezech a posouzen dle návrhových kombinačních hodnot.

7.1. ULS OHYB A NORMÁLOVÁ SÍLA

Posouzeny byly tři řezy - 1.pole 0,4L, 2. pole 0,5L a vnitřní podpora. Pro předpínací výztuž bylo určeno základní napětí za pomoci diagramu s rostoucí plastickou větví. Konstrukce vyhověla ve všech řezech i bez přídatné betonářské výztuže ro podélný směr.

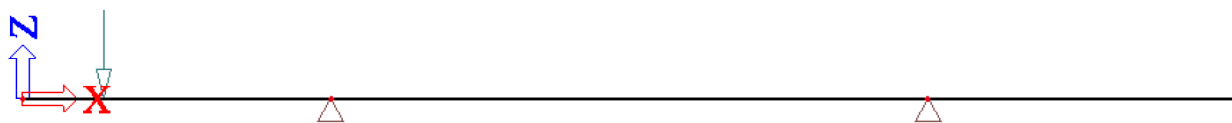
7.2. ULS SMYK

Výpočet byl opět proveden **na více namáhaném trámu**. Posuzované místo je 0,4 metru (zprava) od osy uložení v lici ložiska s uvažovaným průměrem 0,8 m. Budou uvažovány stejné hodnoty dílčích součinitelů kombinace jako u posouzení ohybu. Stálé a nahodilá zatížení budou řešeny odděleně a následně zkombinovány. U nahodilých zatížení budou řešeny dvě situace s maximální posouvající silou a odpovídajícím kroutícím momentem a maximálním kroutícím momentem a odpovídající posouvající silou. Nahodilé zatížení umístěno dle příčinkových čar pro největší hodnotu vnitřní síly pro dimenzování. Byla navržena výztuž na přenos těchto sil, aby konstrukce vyhověla.

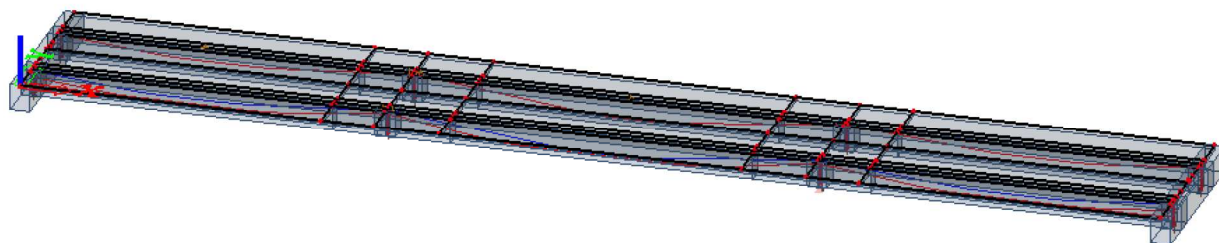
7.3. PŘÍČNÝ SMĚR

V konstrukci jsou řešeny 3 řezy. Řezy 1,2 napojení desky na trám a řez 3 střed vnitřní desky. Konstrukce je řešena v části nad vnitřní podporou, kde vyjdou vnitřní síly nejvyšší. Pro určení průběhu příčinkových čar v příčném směru, byl použit prutový model s pohyblivým zatížením. Prutový model se skládá, z vodorovného prutu délky 14 metrů, představující desku nosné konstrukce. Následně byly výsledky využity pro zatížení desko-stěnového modelu a získány vnitřní síly. Desko-stěnový model zůstává stejný, který jsem použil pro podélný směr. Kombinace zatížení bude uvažována pouze 6.10b.

Prutový model - příčinkové čáry



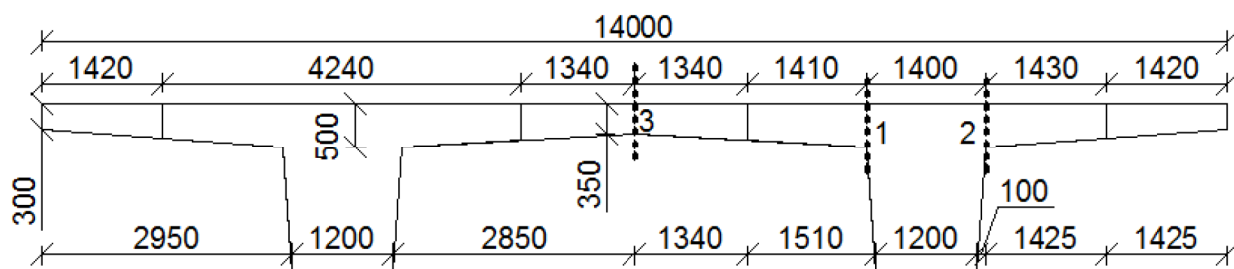
Skořepina s žebry - vnitřní síly



Příčný řez modelem



Posuzované řezy



Na výsledky kombinací navržena výztuž dle platných norem, aby konstrukce vyhověla.

8. POSOUZENÍ A NÁVRH VÝZTUŽE V OBLASTI LOŽISKA

U místně zatížených ploch musím uvažovat místní rozdrčení betonu a příčné tahové síly. Bude posuzováno více namáhané ložisko na vnitřní podpěře.

Bylo navrženo hrncové ložisko FX 10000 - 500 na pilířích, 10000 označuje max.svislou sílu v kN, pro kterou je ložisko zkonstruováno a 500 označuje vodorovnou sílu, kterou je schopno přenést.

Dále byla navržena výztuž na příčné tahové síly a u povrchu zatížené plochy tak, aby konstrukce v oblasti soustředěného zatížení vyhověla.

9. ZÁVĚR

Nosná konstrukce byla navržena podle platných norem, aby vyhověla na mezní stavy použitelnost i únosnosti.