



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

DÁLNIČNÍ MOST KOMOROVÉHO PRŮŘEZU

HIGHWAY BRIDGE FORMED BY CELL BOX GIRDER

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

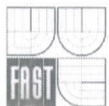
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. FILIP HOŠEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

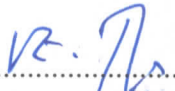
Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

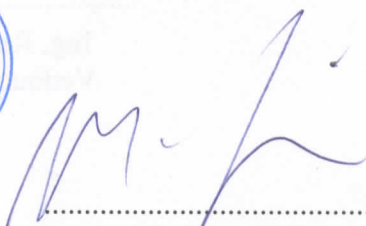
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Filip Hošek
Název	Dálniční most komorového průřezu
Vedoucí diplomové práce	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2012
Datum odevzdání diplomové práce	11. 1. 2013

V Brně dne 31. 3. 2012




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


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

Podklady a literatura

Podklady:

Situace, podélný řez překážkou, 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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

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

Ve výběru varianty se zaměřte na mosty komorových průřezů.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu proveďte podle mezních stavů 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)

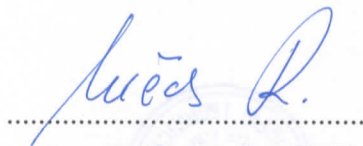
Licenční smlouva poskytovaná k výkonu práva užit školní dílo (3x), Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (3x), Popisný soubor závěrečné práce

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

Struktura bakalářské/diplomové 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).



Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na řešení dálničního mostu přes hluboké údolí. Ze tří variant byl vybrán komorový nosník s velmi vyloženými konzolami. Je zpracován podrobný statický výpočet zahrnující posouzení konstrukce na mezní stavy, návrh předpětí a ověření návrhu pomocí časové analýzy. Návrh obsahuje posouzení na dočasné i trvalé návrhové situace dle Eurokódů. Součástí projektu je výkresová dokumentace a vizualice.

Klíčová slova

hluboké údolí, dálniční most, komorový nosník, předpjatý beton, zatížení dopravou, mezní stav únosnost, mezní stav použitelnosti, statický výpočet, časová analýza, vizualizace

Abstract

Diploma thesis is focused on solving highway bridge over deep valley. From three studies has been chosen cell box girder with transverse overhangs. The static calculation contains limit states assessment, design of precast and time discretization analysis verification. Structure design contains temporary and permanent situations assessment according to EC. Last part of project is drawings and visualization.

Keywords

deep valley, highway bridge, cellbox girder, precast concrete, traffic load, ultimate limit state, service limit state, static calculation, time discretization analysis, visualization

Bibliografická citace VŠKP

HOŠEK, Filip. *Dálniční most komorového průřezu*. Brno, 2013. 20 s., 148 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Radim Nečas, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 8.1.2013

.....
podpis autora
Filip Hošek

Poděkování :

Děkuji Ing. Radimu Nečasovi Ph.D. za ochotu a cenné rady, které mi poskytoval po celou dobu vypracování mé diplomové práce a především, že mi dovolil konzultovat vybrané problémy, kdykoliv to bylo potřeba. Děkuji také svým rodičům, kteří při mně stáli po celou dobu studia a bez jejichž podpory by nebylo možné studium úspěšně zakončit. V neposlední řadě děkuji své snoubence za její podporu v posledních měsících.

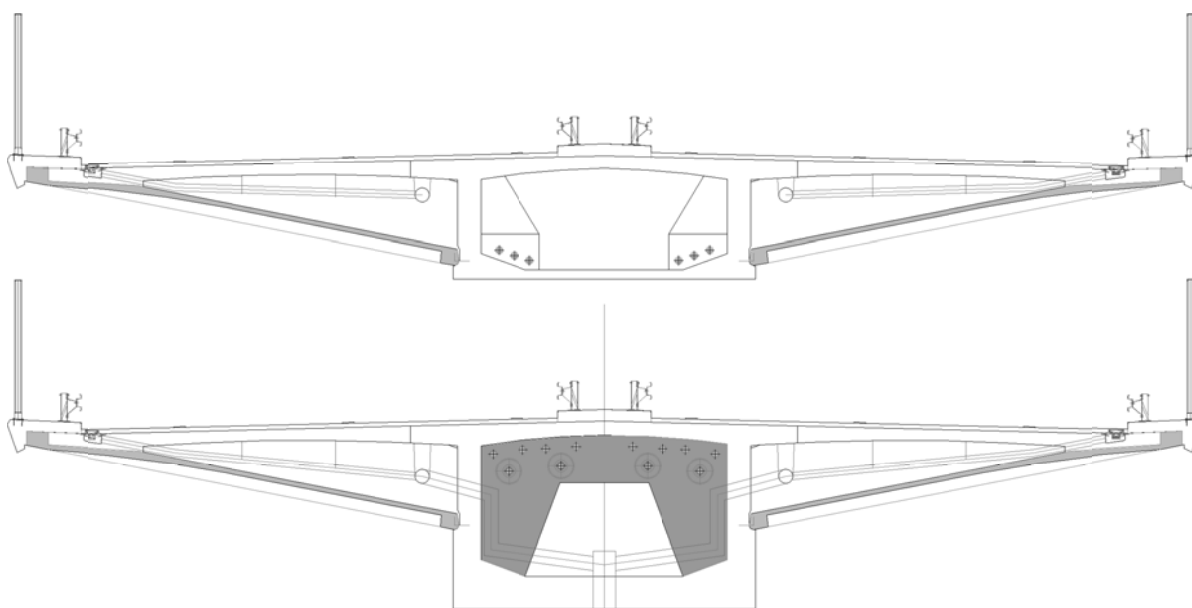
Obsah

1. Úvod	8
1.1. Varianta A – Jednokomorový náběhovaný nosník (zvolená varianta)	9
1.2. Varianta B – dvojtrámový nosník	9
1.3. Varianta C – jednokomorový nosník	9
2. Průvodní zpráva	10
2.1. Identifikační údaje mostu	11
2.2. Základní údaje o mostě	11
2.3. Zdůvodnění stavby	12
2.4. Předpokládané termíny výstavby	12
3. Průvodní zpráva	13
3.1. Charakteristika území stavby	13
3.1.1. Zhodnocení staveniště	13
3.1.2. Provedené průzkumy	13
3.1.3. Geodetické zaměření	13
3.2. Úprava staveniště	13
3.2.1. Nutná dopravní opatření	13
3.2.2. Inženýrské sítě	15
3.3. Stavebně-technické řešení stavby	14
3.3.1. Typ konstrukce, statické řešení, spodní stavba	14
3.3.2. Použité materiály	15
3.3.3. Postup výstavby	16
3.3.4. Zemní práce	17
3.3.5. Dokončovací práce	17
4. Závěr	18
5. Seznam použité literatury	19
6. Seznam příloh	20

1.Úvod

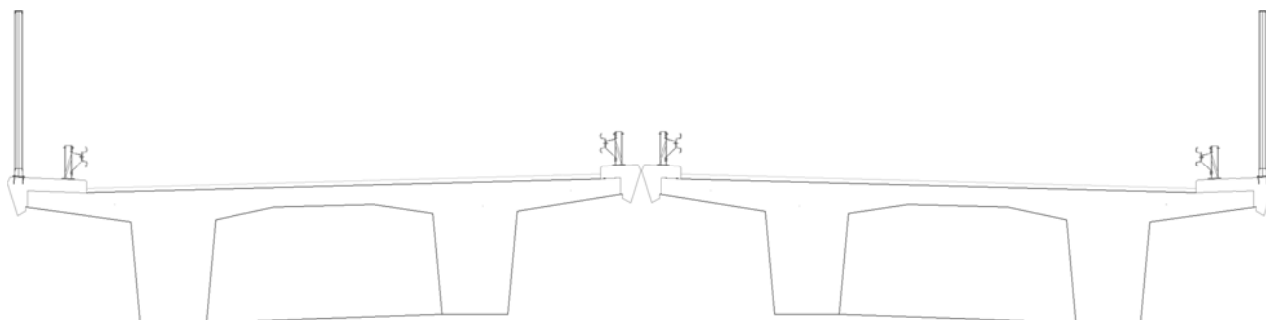
Tématem této diplomové práce je navrhnout tři varianty dálničních mostních konstrukcí přes zadané hluboké údolí a zaměřit se především na mosty komorových průřezů. Z těchto tří variant pak vybrat jednu, která se jeví jako nejvhodnější z hlediska estetického, ekonomického a statického. Zvolenou variantu dále posoudit na mezní stav použitelnosti a únosnosti a ověřit chování konstrukce s ohledem na fázovanou výstavbu. Pro všechny tři varianty dále vypracovat podélný a příčný řez konstrukcí. Řešenou variantu dále doplnit o výkresy situace, betonářské a předpínací výztuže, zpracovat výkres postupné výstavby. Pro přehlednost a jednodušší prezentaci konečného návrhu je požadováno zpracovat přehlednou vizualizaci. Zvolená varianta je řešena 3D modelem v programu Scia Engineer pro finální stav, přičemž je její chování ověřeno na TDA modelu postupné výstavby.

1.1. Varianta A – jednokomorový náběhovaný nosník (zvolená varianta)



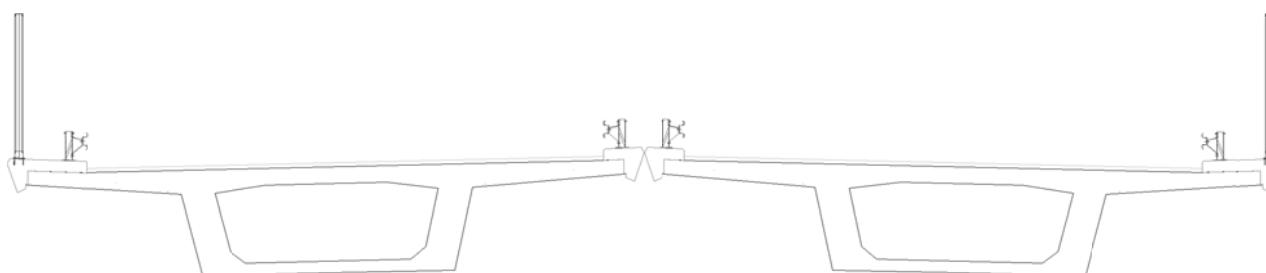
Most je vytvořen ze 7 polí o délkách 45+48+3x69+48+45 metrů. Krajní pole jsou tvořena komorovým průřezem s konstantní výškou 2,6 m. Mezilehlá pole jsou tvořena náběhy vždy přes celou polovinu pole. Průřez tedy nabývá výšky od 2,6 m uprostřed pole po 4 metry v místě uložení. Hlavní předností toho to řešení je především fakt, že převádí oba jízdní směry na jedné konstrukci a tím pádem odpadá nutnost demontáže a opětovné montáže skruže, na níž bude most betonován. Další nespornou výhodou tohoto řešení je redukce celkového počtu podpěr, neboť náběhovaný průřez umožňuje zvětšit délku jednoho pole až na námi požadovaných 69 metrů. Limitním faktorem je tak pouze technologická omezení výsuvné skruže. Pro větší délku pole by bylo nutné přistoupit ke změně statického schématu, případně ke změně technologie betonáže. Pro potřeby postupně vytvářeného průřezu jsou dále uvažovány tyto předpoklady. V první fázi je vybetonován komorový průřez, který slouží zároveň jako podpůrná konstrukce pro výsuvnou skruž, dále jsou připojeny prefabrikované vzpěry které slouží jako podpůrná konstrukce pro betonáž horní desky. Celý most tak vytváří velmi vhodné podmínky pro montáž a redukuje se tím náročnost bednicího systému, který by byl potřeba v případě betonáže průřezu tvořeného pouze monolitickým betonem.

1.2. Varianta B – dvojtrámový nosník



Most je vytvořen z 10 polí délky $28,5+8 \times 42+28,5$ metrů. Krajní pole jsou navržena tak, aby přibližně vyhovovala podmínce $0,7 \times l$ pole mezilehlého a zároveň, aby byla dodržena stanovená vzdálenost mezi krajními opěrami. Most je s ohledem na dimenze nosných trámů navržen jako směrově rozdělený, což se negativně odrazí v délce a náročnosti na výstavbu. Jedná se totiž o dva mosty, takže bude nutné veškeré procesy během výstavby opakovat dvakrát. Přednost toho řešení vidím především v jednoduchosti konstrukce. Dalším příznivým faktorem je, že se tento typ konstrukce používá již řadu let a byl s úspěchem aplikován na velkém množství konstrukcí v ČR a je tedy možné snadno ověřit v praxi veškeré předpoklady, ohledně dlouhodobého chování konstrukce. Za hlavní nevýhodu tohoto řešení považuji estetické hledisko, neboť nepřímé uložení mostu na mezilehlých opěrách vyžaduje zvýšené množství stojek. Konstrukce, s ohledem na zmenšené délky polí, tak vytváří nepřehledný les podpěr a může působit problémy i s ohledem na zemědělské využití krajiny pod mostem, neboť je dnes snaha zvyšovat záběry jednotlivých strojů.

1.3. Varianta C – jednokomorový nosník



Most je vytvořen z 10 polí délky $28,5+8 \times 42+28,5$ metrů. Krajní pole jsou navržena tak, aby přibližně vyhovovala podmínce $0,7 \times l$ pole mezilehlého a zároveň, aby byla dodržena stanovená vzdálenost mezi krajními opěrami. Most je opět navržen jako směrově rozdělený, neboť by komora nosníku nebyla dimenzovatelná. Z tohoto důvodu je proces výstavby opět časově náročnější. Jako v případě dvojtrámového nosníku je hlavní výhodou fakt, že most byl v naší republice již mnohokrát postaven a dodavatelské firmy s nimi mají bohaté zkušenosti. Díky tomu je možné zařadit do výběrových řízení zařadit více firem, a tím snížit nepříznivý vliv výstavby na výslednou cenu konstrukce. S ohledem na konstantní podélný sklon a fakt, že most není půdorysně zakřiven, je možné uvažovat pro tento typ konstrukce i výstavbu z prefabrikovaných segmentů. Tento druh výstavby by příznivě ovlivnil především sezónnost prací. Mezi hlavní nevýhody však opět patří zvýšené množství podpěr, a tedy nevhodný estetický dojem z celého díla.

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1. Identifikační údaje mostu

Akce:	Silnice R52, Želešice
Stavba:	Silniční most v km 5,942 00
Místo stavby:	Hajany
Investor:	Ředitelství silnic a dálnic
Zhotovitel:	METROSTAV a.s.

2.2. Základní údaje o mostě

Charakteristika mostu: Jedná se o dálniční most, spojitý trémový, o sedmi polích, komorového průřezu, z předpjatého betonu

Délka mostu:	395,610m
Délka přemostění:	389,430m
Rozpětí pole 1,7 :	45,000m
Rozpětí pole 2.6 :	48,000m
Rozpětí pole 3-5 :	69,000m
Šířka vozovky mezi obrubami:	22,500m
Výška mostu nad terénem:	27,800m
Konstrukční výška:	2,6 – 4,0 m
Křížení s překážkou	100 ^g
Zatěžovací třída:	Skupina 1
Předpínací výztuž:	Y-1860-S7-15,2-A
Kotvení kabelů:	kotevní systém VSL, typ EC
Betonářská výztuž:	B 500B

Most je navržen s nouzovými chodníky. Je veden v přímé se střežovitým příčným sklonem, který činí 2,5%. Podélný sklon činí 2,2%.

Šířkové uspořádání vozovky na mostě:

Jízdní pruhy	4x3,5m = 14,0m
Odstavné pruhy	2x2,25m = 4,5m
Vodící proužky	6x0,25m = 1,5m
Zpevněná krajnice	2x1,0m = 2,0m
Volná šířka mezi svodidly jednoho směru	10,25m

Skladba vrstev vozovky:

ACO II- modifikovaný	40mm
ACL I - modifikovaný	60mm
Izolace na pečetící vrstvě	10mm
Celkem	110mm

2.3. Zdůvodnění stavby

Diplomová práce řeší část dálničního spojení mezi Pohořelicemi a Brnem. Navržený most řeší přemostění údolí ležícího na navrhované komunikaci mezi Hajanami a Želešicemi. Stavbou se elegantně vyřeší dopravní vztahy a vznikne tak rychlé spojení pro všechny účastníky silničního provozu, zejména pro cestující z Prahy do Vídně. Uvažovaný úsek odlehčí dopravní zatížení na ulici Vídeňská v Brně.

2.4. Předpokládané termíny výstavby

Zemní práce budou zahájeny 3/2013, betonáž patek, pilířů a opěr 4/2013. Dokončení betonáže nosné konstrukce 6/2013. Předpínání volných kabelů bude probíhat 4 dny po ukončení betonáže posledního pole. Římsy, zábradlí a protihlukové stěny budou provedeny 7/2013. Stejně tak dokončovací zemní práce násypů u opěr. Uvedení do provozu se předpokládá na konci 7/2013.

3. TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1. Charakteristika území stavby

3.1.1. Zhodnocení staveniště

Jedná se o hluboké údolí s výškou nad terénem 11 – 32 m a s lokací Hajanského potoka. Jako takové je vhodné k přemostění spojitým monolitickým betonovým nosníkem budovaném na výsuvné skruži. Základové poměry jsou následující: nejsvrchnější vrstvu tvoří jílovitá hlína o tloušťce cca 5,2 m, pod kterými je situována souvislá vrstva jílu s vysokou plasticitou o tloušťce přibližně 16 m. Nejspodnější vrstvu tvoří jílovec, z čehož vyplývá, že únosná vrstva základové půdy se nachází zhruba 21 m pod terénem. Z toho vyplývá požadavek na hlubinné založení pilířů. Je proveden skupinou pilot pod každou základovou patkou pilíře. Základové patky jsou provedeny 2,6 m vysoké a pod každou z nich je provedeno 35 pilot výšky 18 metrů. Hloubka založení pilot tak dosahuje únosné horniny v podloží.

3.1.2. Provedené průzkumy

V rámci přípravy byl proveden průzkum výskytu a vedení inženýrských sítí u správců. Dále byl proveden inženýrsko-geologický průzkum. Průzkum spočíval v prohlídce zájmového území, ve vyvrtání jádrových vrtů v místech budoucích opěr a pilířů a stanovení mocnosti vrstvy ornice a hloubky únosné vrstvy pod úrovní terénu a následné vynesení geologického profilu v místě osy budoucí komunikace. Hladina podzemní vody nebyla přítomna. Vrtý (JSP100 až JSP105) byly hluboké přibližně 30m.

3.1.3. Geodetické zaměření

Geodetické zaměření terénu provede specializovaná firma. Na staveništi bude vytyčeno a dočasně stabilizováno dvacet pevných bodů se souřadnicovými údaji. Tyto body slouží k přesnému vytyčení polohy základů.

3.3. Úprava staveniště

3.2.1. Nutná dopravní opatření

Stavba se nachází v zemědělsky využívané krajině a není tedy nutno řešit omezení dopravy na křížených komunikacích.

3.2.2 Inženýrské sítě

Výstavba mostu si nevyžádá přeložku vedení žádné z inženýrských sítí.

3.3. Stavebně-technické řešení stavby

3.3.1. Typ konstrukce, statické řešení, spodní stavba

Podélné uspořádání

Most je navržen jako sedmipolová spojitá monolitická konstrukce komorového průřezu z předpjatého betonu C35/45. Rozpětí prvního a sedmého pole je 45,00m, rozpětí druhého a šestého pole je 48,00m, pole 3-5 pak mají délku 69 m. Spodní deska polí 2-6 je řešena s parabolickým náběhem k příčníku tak, že z tloušťky 200mm uprostřed pole dosáhne tloušťky 700mm před tělesem příčníku. Stěny mají konstantní tloušťku 500mm. Délka náběhů 1. a 7.pole činí 2,00m a to ve vzdálenosti 3,5 m od příčníku, na této vzdálenosti dojde ke změně výšky spodní desky z 200mm na 500mm. Příčníky jsou šířky 3,0m (rozměr v podélném směru), včetně okrajových příčníků.

Mezilehlé příčníky jsou řešeny jako průlezné s lichoběžníkovými otvory proměnných rozměrů. Krajní příčníky jsou průlezné, vstup do komory je realizován vlezným otvorem s rozměrem 0,8x2,0m ve boční stěně opěry. Komora je po celé délce mostu průlezná s nejmenší světlou výškou v příčníku 1,2m. Most má podélný sklon 2,2%. Na mostě je použit mostní závěr 3W.

Tvar příčného řezu

Komorový průřez je široký celkem 25,600m. Stěny jsou svislé, proměnné výšky. Vzdálenost vnějších líců stěn činí 6,500m. Spodní deska má tloušťku 0,200m uprostřed rozpětí (v místě příčníků maximální tloušťka 0,700m), krajní pole mají konstantní tloušťku 0,200m, u příčníků je zvětšena na 0,500m. Horní deska kopíruje tvar vozovky, má střešovitý sklon s minimální tloušťkou 0,280m. Konzoly mají proměnný průřez, vyložení 9,250m, tloušťka ve vetknutí 0,500m a na konci 0,300m. Na mostě jsou navrženy monolitické římsy z betonu C30/37. K nim budou pomocí patních desek připevněna zábradelní svodidla a protihlukové stěny.

Statické řešení

Nejdříve byl řešen podélný směr pomocí 3D modelu v programu Scia Engineer, tento model nevystihuje chování konstrukce v příčném směru, ale je možné pomocí něj stanovit účinky od kroucení. Prefabrikované vzpěry jsou zahrnuty do stálého zatížení. Na tomto modelu jsme byly stanoveny účinky vlastní tíhy, dlouhodobého nahodilého a krátkodobého nahodilého zatížení bez ohledu na polohu v příčném směru. Na tyto účinky byl navržen průřez komory a předpětí metodou vyrovnání stálého zatížení s uvážením podmínky dekomprese pro častou kombinaci na konci životnosti. Ke správnému umístění zatížení po délce pro vyvození extrémních hodnot napětí byly použity příčinkové čáry silových veličin. Byla uvažována zatěžovací třída skupiny 1. Posouzena byla normálová napětí v čase vnesení předpětí a na konci návrhové životnosti. Posouzena jsou také tahová napětí v betonu v nejvíce exponovaných řezech konstrukce po délce. Byla posouzena také únosnost při zvětšeném (mezním) zatížení. Pro vyvození extrémního smykového namáhání v řezech od posouvající síly v kombinaci s kroutícím momentem bylo nutné již zde přihlídnout k rozmístění zatížení v příčném směru.

Statický výpočet dále řeší příčný směr. Pro řešení byl použit prostorový deskový model. Pomocí něj a s využitím teorie příčinkových čar byly stanoveny extrémní polohy zatížení v příčném směru. Do řešení jsou zahrnuty i prefabrikované vzpěry modelované prutem. Návrh výztuže byl

stanovován pro běžný metr. Dále bylo nutné dimenzovat příčníky. Pro řešení byly vybrány 2 typické, a to příčník nad podpěrou 2 a příčník nad podpěrou 4. Tyto příčníky se liší jak výškou, tak velikostí průlezného otvoru. Pomocí zjednodušení příčníků metodou Vzpěra – Táhlo bylo možné uvážit vliv nepřímého uložení a roznos zatížení z podélného směru do podpěr.

Spodní stavba

Jedná se zde o dvě krajní opěry a jejich základy a šest mezilehlých podpěr se základy. Krajní opěry jsou z rubu opatřeny penetračním nátěrem proti zemní vlhkosti. Odvodnění rubu opěr je zajištěno pomocí drenážní trubky o průměru 150mm překryté geotextilií. Za opěrou je vrstva zhutněného štěrkopísku. Přechodovou část tvoří přechodový klín. Vzhledem k složitým základovým poměrům jsou všechny základy řešeny jako kombinace základových patek na skupině pilot. Tloušťka podkladního betonu pod patkami je 100mm.

uložení jednotlivých podpěr	<u>levé</u>	<u>pravé</u>
Opěra 1 - krajní	kluzné všesměrné	kluzné jednosměrné
Podpěra 2	kluzné všesměrné	kluzné jednosměrné
Podpěra 3		vrubový kloub
Podpěra 4		rámové spojení
Podpěra 5		rámové spojení
Podpěra 6		vrubový kloub
Podpěra 7	kluzné všesměrné	kluzné jednosměrné
Opěra 8 - krajní	kluzné všesměrné	kluzné jednosměrné

2.3.2. Použité materiály

Pro nosnou konstrukci komorového průřezu	C 35/45 - XC4, XD1, XF2
Prefabrikované vzpěry	C 45/55 - XC4, XD1, XF2
Pilíře	C 30/37 - XC3, XD1, XF2
Patky	C 25/30 - XA1, XF1
Opěry a křídla	C 30/37 - XC3, XD1, XF2, XA1
Monolitické betonové římsy	C30/37
Podkladový beton	C 12/15

Předpínací vyztuž	Y-1860-S7-15,2-A
Soudržné kabely	17 lan
Volné kabely	32 lan
Příložky	19 lan
Kotevní napětí	1440 MPa
Předpínací síla 1.pole	66261,89 kN
Předpínací síla 2.pole	77640,19 kN
Předpínací síla 3.pole	88198,99 kN
Předpínací síla příložky	38150,78 kN
Doba podržení napětí	5min
Kotvení kabelů	kotevní systém VSL, typ EC
Betonářská vyztuž	B500B

3.3.3. Postup výstavby

Vytyčení nosné konstrukce

Bude provedeno v souřadném systému S-JTSK a ve výškovém systému B.p.v. s pomocí vytyčovacíků bodů osazených na konstrukci.
10mm

Postup betonáže

Po provedení základů podpěr a pilířů se smontuje výsuvná skruž pro betonáž nosné konstrukce, dále se osadí ložiska, vytvoří se spodní část armokoše a osadí se trubky SANDRIK pro vedení soudržných kabelů. Betonáž nosné konstrukce proběhne ve třech fázích. V první fázi se vybetonuje spodní deska a stěny. Osadí se prefabrikované vzpěry, které se ustaví do koncové polohy pomocí monostrandů kotvených v komoře desky. Po dosažení nezbytně nutné pevnosti betonu se naváže výztuž horní desky a dobetonuje se, přičemž horní povrchy zdrsníme. Pracovní spára na horním líci stěn a vzpěr musí být důkladně očištěna.

Ukládání betonářské výztuže

Návrh betonářské výztuže je proveden ve statickém výpočtu a ve výkrese betonářské výztuže. Příčná výztuž je tvořena v zásadě dvěma typy vložek. Jedná se o příčnou výztuž desek a smykovou výztuž trámu. Vyztužení konzol je konstantní po celé délce nosné konstrukce. Příčná výztuž kopíruje tvar příčného řezu. Podélná výztuž má funkci rozdělovací a konstrukční. Tato výztuž je tvořena přímými pruty. Podélná výztuž je v prostoru mezilehlých a koncových příčníků doplněna přepínacími tyčemi DYWIDAG průměru 34mm, které slouží k přenosu reakcí.

Údaje o předpínání

Pro snížení množství betonářské výztuže v konstrukci byla navržena podélná přepínací výztuž. Jedná se o předpínací lana Y-1860-S7-15,2-A. Je uvažováno 12 soudržných kabelů v prvním a sedmém poli, každý po 17 lanech. V druhém poli se přidají 2 kabely v každé stěně. Kabely jsou vedeny ve stěnách komory symetricky, v každé stěně je tedy 8 kabelů. Kabely jsou navrženy v kombinaci přímých a kružnicových úseků a jsou ukládány do vodících mřížek, které zaručují jejich přesnou polohu. Napínání kabelů 10. den od začátku betonáže jednotlivých polí po dosažení potřebné pevnosti betonu. Kotevní napětí je 1440 MPa. Po dosažení tohoto napětí bude napětí podrženo 5 min z důvodu eliminace dlouhodobých ztrát. Kabely budou napínány postupně dle projektové dokumentace (viz. Výkres předpínací výztuže). Po napnutí bude zakotveno kotevním systémem VSL typ EC. Dalším uvažovaným typem předpětí jsou příložky nad mezilehlými podpěrami. Jsou navrženy nad podpěrami 3-6 z důvodů vykrytí ohybového momentu od stálých složek zatížení. Tvoří je 6 kabelů nad každou stěnou složených z 19 lan. Předpínací síla je 1440 MPa a budou napnuty před osazením prefabrikovaných vzpěr jednotlivých polí. Poslední předpínací systém tvoří volné kabely vedené uvnitř komory mostního nosníku. Je uvažováno 6 kabelů pro pole 1,2,6,7, každé po 32 lanech. V polích 3,4,5 se přidá 1 kabel na každou stranu opět po 32 lanech. Napnutí proběhne po dokončení betonáže horní desky posledního pole. Kotevní napětí je opět uvažováno 1440 MPa.

Odvodnění mostní konstrukce

V nosné konstrukci musí být osazeny prostupy a příslušenství pro osazení mostních odvodňovačů. Srážková voda z vozovky je odváděna pomocí příčného a podélného sklonu do odvodňovačů a jimi do odvodňovacích trubek o průměru 200mm. Vzdálenost vpustí je 30m. Vpustě jsou umístěny symetricky po obou stranách mostu. Z odvodňovacího potrubí je voda svedena k pilíři 5, který ji vede do Hajanského potoka, z terénu pak pomocí rigolů.

Svodidla a protihlukové stěny

Most je osazen celkem 4 jednostrannými zábradelními svodidly typu JSNH-4, vždy po obou stranách jízdního směru. Svodidla na okrajích středového proužku navazují na svodidla dálniční komunikace. Krajiní svodidla jsou ukončena ve vzdálenosti 12m za koncem říms mostní konstrukce. Všechna jsou kotvena do monolitických říms pomocí systému kotvení dodávaných spolu se svodidly. Protihlukové stěny jsou osazeny po stranách mostní konstrukce, druh a typ konstrukce bude upřesněn v průběhu výstavby, určujícím požadavkem je však výška 3m.

3.3.4 Zemní práce

Zemní práce spočívají v sejmutí ornice v tloušťce 0,300m, provedení výkopů pro základové patky, v úpravě terénu před vybetonováním závěrné zídky a mostních křídel. Dále je nutno provést úpravu svahů a terénu v blízkosti staveniště po dokončení stavby.

3.3.5 Dokončovací práce

Na mostní konstrukci se provede hydroizolace a asfaltobetonový kryt s ohledem na postup výstavby přilehlé komunikace. Doplní se vodorovné značení. Odstraní se zařízení staveniště a provedou se sadovnické úpravy na přilehlých náspech a zářezích pokud jsou navržena

V Brně dne 30. 12. 2012

Vypracoval: Filip Hošek

.....

Podpis projektanta

4. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout tři varianty nosníků mostní konstrukce. Z těchto tří byla vybrána nejvhodnější varianta pro danou lokalitu. Práci jsem zaměřil především na statické posouzení mnou navržené konstrukce tak, aby vyhověla především podmínkám mezního stavu Únosnosti a použitelnosti. S ohledem na dodržení podmínky dekomprese na konci životnosti bylo navrženo odpovídající množství předpínací výztuže. Tato výztuž však byla navržena pro finální konstrukci, a proto jsem výpočet doplnil o posouzení vlivu fázované výstavby. Pro jednotlivé fáze byl posouzen mezní stav použitelnosti a pro vybrané i mezní stav únosnosti. Lze tak prohlásit, že konstrukce vyhoví ve všech fázích své životnosti. Dále byla vypracována výkresová dokumentace v zadané rozsahu a pro přehlednou prezentaci finálního návrhu vytvořena také 3D vizualizace.

5. Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou
- [2] Nečas, R.: Betonové mosty I. Brno: VUT Brno, FAST, Ústav betonových a zděných konstrukcí, 17.02.2010. Přednáška.
- [3] http://www.freyssinet.cz/228-predpinaci_tyce
- [4] http://www.vsl.cz/cs/dw_brozury.html
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady
- [7] BL12: Betonové mosty I. (přednáška), Zatížení mostů dle evropských norem (EN)
- [9] PROCHÁZKA, J., KOHOUTKOVÁ, A., VAŠKOVÁ, J. *Příklady navrhování betonových konstrukcí 1*, rok 2007
- [11] KLUSÁČEK, L., PANÁČEK, J., ŠTĚPÁNEK, P. *Betonové konstrukce. Předpjatý beton podle ČSN 73 1201, Vysoké učení technické v Brně*, Brno, 1991
- [12] STRÁSKÝ, J. NEČAS, R. *Betonové mosty 1 – Modul M01 Základní principy navrhování*, Brno, 2006
- [13] ŠAFÁŘ, R. a kol. *Betonové mosty 2, Návrh předpjatého mostu podle Eurokódů. Cvičení, České učení technické v Praze*, 2009
- [14] <http://www.cadforum.cz/cadforum/download.asp>
- [15] [google 3D warehouse](#)

Použitý software:

SCIA ENGINEER 2009
Rhinoceros 4.0
SketchUp
AutoCAD 2012

6. Seznam příloh

P1. Použité podklady a varianty řešení

- 01 Použité podklady - Podélný řez**
- 02 Použité podklady – Příčný řez**
- 03 Varianta řešení A – Komorový náběhovaný nosník – Podélný řez**
- 04 Varianta řešení A – Komorový náběhovaný nosník – Příčný řez**
- 05 Varianta řešení B – Dvojtrámový nosník – Podélný řez**
- 06 Varianta řešení B – Dvojtrámový nosník – Příčný řez**
- 07 Varianta řešení C – Komorový nosník – Podélný řez**
- 08 Varianta řešení C – Komorový nosník – Příčný řez**

P2. Podrobné výkresy

P2.1 Podrobné výkresy mostu

- 01 Situace**
- 02 Příčný řez**
- 03 Podélný řez**

P2.2 Výkresy výztuží

- 04 Výkres betonářské výztuže pole 1, 7**
- 05 Výkres betonářské výztuže pole 2-6**
- 06 Výkres předpínací výztuže – soudržné kabely**
- 07 Výkres předpínací výztuže – volné a záporné kabely**

P3. Stavební postup a vizualizace

- 01 Schéma postupu výstavby**
- 02 Ptačí perspektiva**
- 03 Celkový pohled na most**
- 04 Pohled na horní konstrukci**
- 05 Boční pohled**
- 06 Pohled na pilíř**
- 07 Pohled na opěru**

P4. Statický výpočet