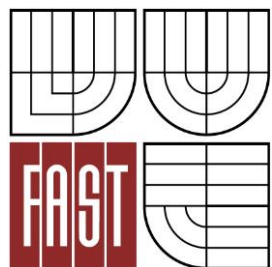




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

DESKOVÝ MOST VE FRÝDLANTU

SLAB BRIDGE IN FRÝDLANT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

KLÁRA VOZDOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JOSEF PANÁČEK

BRNO 2013



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	Klára Vozdová
Název	Deskový most ve Frýdlantu
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Josef Panáček
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

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

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

Podklady a literatura

Podklady:

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

Místo stávajícího mostního objektu zpracujte dvě až tři studie pro nový most o jednom poli.

V práci se zaměřte na návrh betonové deskové železobetonové mostní konstrukce. Návrh můžete provést s upravenou nebo novou spodní stavbou.

Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím bakalářské práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Předepsané přílohy

.....

Ing. Josef Panáček
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce je návrh nové nosné konstrukce jednopolevého mostu ve Frýdlantu přes řeku Řasnici. Návrh je vypracován ve třech různých variantách. Pro podrobný návrh a posouzení byla vybrána varianta železobetonové desky. Výpočet účinků zatížení byl proveden pomocí výpočetního programu Scia Engineer a porovnán s ruční metodou spolupůsobící šířky. Návrh desky je proveden podle platných norem.

Klíčová slova

deskový most, jedno pole, železobeton, modely zatížení

Abstract

The subject of bachelor's thesis is to design a new one-span bridge construction across creek Řasnice in Frýdlant. Construction is proposed in three variants. For detailed design and assessment was chosen reinforced concrete slab. Calculation of load effects was performed using the computer program Scia Engineer and compared with the manual method of co-latitude records. The construction is designed according to current standards.

Keywords

slab bridge, one span, reinforced concrete, load models

Bibliografická citace VŠKP

VOZDOVÁ, Klára. *Deskový most ve Frýdlantu*. Brno, 2013. 19 s., 64 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(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22.5.2013

.....
podpis autora
Klára Vozdová

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Josefovi Panáčkovi za cenné rady při řešení problémů a také za ochotu, trpělivost a čas strávený při jednotlivých konzultacích práce.

OBSAH

1. Úvod	9
2. Průvodní a technická zpráva	10
2.1. Identifikační údaje o mostu	10
2.2. Stávající stav	10
2.3. Stavebně technické řešení	11
2.4. Výstavba	16
2.5. Materiály	16
3. Závěr	17
Seznam použitých zdrojů	18
Seznam příloh	19

1. ÚVOD

Předmětem této bakalářské práce je vypracování nového návrhu mostu ve městě Frýdlant v ulici Raisova. Jedná se o kolmý most o jednom poli, který převádí místní obslužnou komunikaci přes řeku Řasnici.

V rámci řešení nového návrhu jsou vypracovány tři možné varianty, z nichž je práce zaměřená na návrh a posouzení deskové železobetonové konstrukce a elastomerových ložisek. Dimenzování železobetonové desky je provedeno podle platných evropských norem ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí a ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí.

Statické veličiny jsou stanoveny na deskovém modelu pomocí výpočetního programu Scia Engineer a srovnány s výsledky ruční metody spolupůsobící šířky. Srovnání je předmětem kapitoly 2.6. Statického výpočtu a kapitoly 2.3.3. Průvodní a technické zprávy. Při výpočtu jsou zanedbána klimatická zatížení a vodorovné síly od dopravy působící na konstrukci.

2. PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O MOSTU

Stavba:	Most ve Frýdlantu přes řeku Řasnici, ulice Raisova
Město:	Frýdlant
Kraj:	Liberecký
Převáděná komunikace:	místní obslužná komunikace
Úhel křížení:	kolmé
Délka přemostění:	8,454m
Sklon nivelety:	0,5%

2.2. STÁVAJÍCÍ STAV

Most se nachází v zastavěném území ve městě Frýdlant v ulici Raisova. V současnosti vede přes řeku Řasnici kolmý jednoplošný most, který přes něj převádí místní obslužnou komunikaci.

Stávající most je řešený jako trámový s oběma koncovými příčnicími a dvěma mezilehlými příčnicími ve třetinách pole. Trámy jsou vyztuženy ocelovými I profily.

Šířka vozovky mezi zvýšenými obrubníky říms, na kterých jsou oboustranné veřejné chodníky, je 5,04m. Sklon vozovky je střešovitý o hodnotě 2,5%. Celková šířka konstrukce včetně říms je 7,93 m. Délka přemostění je 8,454m a délka rozpětí 9,0m. Směrově vede komunikace v přímé a její niveleta stoupá v podélném sklonu 0,5%.

Most je založený na masivních kamenných opěrách, na které navazují kamenné zdi zpevňující břehy koryta řeky. Svahy nad kamennou zdí jsou ve sklonu 1:1,125. Dno toku je rovněž zpevněné lomovým kamenem. Stoletý průtok řeky Řasnice je 54,5 m³/s což odpovídá výšce hladiny 850mm. V podloží v okolí stavby nachází převážně nezpevněné nivní sedimenty.

V okolí se nachází poměrně velké množství inženýrských sítí. Konkrétně se jedná především o kanalizaci, jejíž jedna větev vede přímo v ose převáděné komunikace asi 0,4m pode dnem toku a revizní šachty se nachází do dvou metrů za rubem opěr. Dále se v blízkosti mostu nachází nadzemní vedení nízkého napětí.

2.3. STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

2.3.1. Studie nosné konstrukce

Varianta A - železobetonová deska

První variantou je plná železobetonová deska.

Šířka desky je 7600mm. Výška je proměnná podle příčného sklonu komunikace 2,5% a příčného vyspádování říms ve sklonu 2%. Maximální výšku má deska v podélné ose a to 600 mm. Nejmenší výška 544mm je v místech odvodňovacích proužků. Délka nosné konstrukce je 9750 mm.

Deska je osazena na každé opěře na sedmi elastomerových ložiskách o rozměrech 200 x 150 mm. Osová vzdálenost ložisek je 1100 mm. Elastomerová ložiska jsou osazena na podložiskových blocích o rozměrech 360 x 310 mm.

Výhodou této varianty je rovný podhled desky a díky tomu i malá pracnost provedení. Nevýhodou je větší spotřeba betonu, která ale vzhledem k nepříliš velké délce nosné konstrukce není rozhodující.

Varianta B – konstrukce z prefabrikovaných MK-T nosníků

Nosná konstrukce je tvořena šesti prefabrikovanými spřaženými nosníky MK-T.

MK-T nosníky jsou předem předepnuté předpínacími lany a mají tvar T průřezu. Jejich osová vzdálenost je 1272 mm a délka 9750mm. Šířka stojiny je 400mm a její výška 500mm. Celková výška nosníků je 600mm. Nosníky jsou spřažené s betonovou deskou, jejíž výška je 220mm. Horní povrch desky je vyspádován podle příčných sklonů vozovky a říms.

V místech uložení budou vybetonovány monolitické nadpodporové příčníky. Nosníky budou uloženy na každé opěře na šesti elastomerových ložiskách s osovými vzdálenostmi 1272mm.

Nosná konstrukce z prefabrikovaných předpjatých nosníků je vhodná spíše pro větší rozpětí mostu, kde se více uplatní výhody jako je přesnost a rychlost výstavby. Nevýhodou oproti deskové variantě je vyšší konstrukční výška.

Varianta C – železobetonová deska s podseknutými okraji

Třetí variantou je železobetonová deska s podseknutými okraji pod římsami.

Šířka desky je stejně jako v první studii 7600mm a horní povrch je vyspádovaný podle střechovitého sklonu vozovky 2,5% a sklonu říms s chodníky 2,0%. Největší výška desky 600mm je v ose konstrukce. Pak klesá podle sklonu vozovky až k odvodňovacím proužkům, kde začíná podseknutí spodní části desky. Na kraji pod římsami má deska výšku 300mm. V místě uložení jsou vybetonovány dva nadpodporové příčníky.

Deska je osazena na každé opěře na sedmi elastomerových ložiskách o rozměrech 200 x 150 mm. Osová vzdálenost ložisek je 1100 mm.

Výhodou této varianty oproti plné desce s rovným podhledem je větší úspora betonu, která ovšem v tomto případě vzhledem k délce mostu není až tak výrazná. Nevýhodou je větší pracnost při výstavbě.

2.3.2. Podrobné popis vybrané varianty

Pro další zpracování byla vybrána varianta A – železobetonová deska

Příčný směr

Nosná konstrukce má šířku 7600mm. Horní povrch desky je vyspádovaný podle sklonu vozovky a říms s chodníky. Největší výška 600mm je v ose komunikace, která je vzhledem k symetrickému příčnému řešení také osou nosné konstrukce. Na krajích má deska výšku 582mm a klesá směrem k odvodňovacím proužkům na nejmenší hodnotu 544mm. Na obou stranách desky jsou monolitické betonové římsy, na kterých jsou veřejné chodníky a ocelové zábradlí výšky 1100mm. Přesah říms je 250mm. Celková šířka mostu je tedy 8100mm. Deska je osazena na každé opěře na sedmi elastomerových ložiskách o rozměrech 200 x 150 mm. Osová vzdálenost ložisek je 1100 mm. Elastomerová ložiska jsou osazena na podložiskových blocích o rozměrech 360 x 310 mm.

Podélný směr

Délka nosné konstrukce je 9750mm a má podélný sklon 0,5% shodný se sklonem nivelety převáděné komunikace. Deska je uložena na každé opěře na sedmi elastomerových ložiskách, jejichž osová vzdálenost od kraje desky je 300mm. Kvůli uložení ložisek je dolní povrch desky místě uložení vodorovný.

2.3.3. Statické řešení

Jedná se o desku o jednom poli, která působí jako prostý nosník. Celková délka konstrukce je 9750mm, délka rozpětí mezi ložisky je 9150mm. Přesah desky za osou uložení je na každé straně 300mm.

Konstrukce byla modelována ve výpočetním programu Scia Engineer jako izotropní deska. Tloušťka desky byla uvažována průměrnou hodnotou 566mm. Uložení bylo modelováno v místě ložisek pomocí bodových podpor.

Srovnání s metodou spolupůsobící šířky

Při výpočtu desky metodou spolupůsobící šířky dostaneme pouze hodnoty momentu pro dimenzování podélné výztuže a hodnoty posouvající síly. Jelikož se deska převádí na náhradní prutový rovinný model, nezískáme krouťací momenty ani příčný ohybový moment. Hodnoty momentu ve směru y pro dimenzování příčné výztuže se proto odhadují na 25% podélného momentu pro dolní výztuž a 13% pro horní.

Výpočet pomocí deskového modelu metodou konečných prvků je přesnější díky uvažování rozmístění zatížení v prostoru, které blíže vystihuje skutečnost. Při porovnání s ručním výpočtem pomocí metody spolupůsobící šířky je ale vidět, že rozdíly v hodnotách nejsou příliš výrazné. Největší rozdíl vzniká u vnitřních sil v desce způsobených dvounápravou modelu LM1, kvůli roznosu kolových tlaků, při kterém se u metody spolupůsobící šířky používá řada zjednodušení a vzdorující šířka desky je pouze přibližná. Oproti tomu je vidět, že zanedbání přesného rozmístění ostatního stálého zatížení a jeho zprůměrování na celou šířku desky, má na velikost vnitřních sil zanedbatelný vliv.

Hodnoty podélného ohybového momentu jsou u obou metod relativně srovnatelné. Menší hodnoty u ručního výpočtu jsou způsobeny také zprůměrováním na 1m běžné desky. Výpočet pomocí deskového modelu je tedy na stranu bezpečnou.

Velikost příčného momentu v poli je u metody spolupůsobící šířky 25% podélného momentu. To je větší hodnota než u deskového modelu, ale hodnota 25% je pouze odhad a při dimenzování podle průběhu momentů z deskového modelu musí být zároveň splněna konstrukční zásada 20% plochy podélné výztuže.

Příčný moment nad podporou je uvažován u ručního výpočtu 13% podélného. Hodnoty příčného momentu z deskového modelu vycházejí větší, ale zde se již, stejně jako u posouvajících sil, začíná objevovat problém singularit vznikajících kvůli bodovému uložení desky.

2.3.4. Založení mostu

Konstrukce je postavena na původních základech stávajícího mostu.

2.3.5. Spodní stavba

Opěry

Spolu se základy jsou ponechány také původní kamenné opěry stávajícího mostu. Horní část opěr je snížena o 300 mm kvůli vybetonování úložného prahu pod ložisky.

Úložný práh

Úložný práh je betonu C30/37 vyztuženého betonářskou výztuží a se stávajícími kamennými opěrami je spřažen ocelovými trny. Výška úložného prahu je 400mm šířka je stejná jako šířka opěry 1000mm. Horní povrch je vyspádován směrem k závěrné zdi ve sklonu 4% kvůli odvodnění ložisek.

Závěrná zeď

Závěrná zeď je stejně jako úložný práh z betonu C30/37 vyztuženého betonářskou výztuží. Její šířka je 300mm. Výška je 775mm u pravobřežní opěry a 780mm u levobřežní.

Mostní křídla

Na obou opěrách jsou navržena dvě nová železobetonová křídla. Křídla jsou navržena jako rovnoběžná zavěšená na opěry. Jejich výška je po dolní hranu úložného prahu, šířka je 400mm.

Přechodová oblast mostu

Konstrukce je bez přechodové desky. Přechod je řešen přechodovým klínem ze štěrkopísku frakce 0/32 zhutněného na 100% Proctoru Standart.

2.3.6. Příslušenství a vybavení mostu

Uložení

Konstrukce je uložena na každé opěře na sedmi elastomerových vrstvených ložiskách. Krajní ložisko je osazeno 500mm od kraje desky a osová vzdálenost mezi ložisky je 1100mm. Půdorysné rozměry jsou 200 x 150 mm.

Elastomerová ložiska jsou osazena na podložiskových blocích o půdorysných rozměrech 360 x 310mm. Horní povrch bloku je vodorovný a jeho výška je proměnná kvůli sklonu úložného prahu od 144 do 155 mm. Mezi horní hranou úložného prahu a spodním lícem desky je ponechán volný prostor pro údržbu ložisek 150mm.

Mostní závěr

Na obou stranách nosné konstrukce jsou použity povrchové flexibilní mostní závěry.

Vozovka

Původní kryt vozovky z dlažebních kostek je nahrazen vrstvami netuhé vozovky. Celková tloušťka vozovky je 100mm. Příčný sklon 2,5% je střechovitý.

skladba krytu vozovky:	asfaltový beton pro ohrusné vrstvy ACO	25mm
	asfaltový beton pro ložní vrstvy ACL	25mm
	ochranná izolace	40mm
	celoplošná hydroizolace	10mm

Římsy

Na obou stranách nosné konstrukce jsou monolitické římsy z betonu C30/37. Přesah římsy za deskou je 300mm. Šířka včetně přesahu je 1550mm. Příčný sklon římsy je 2,0% směrem k vozovce. Podélný sklon je shodný se sklonem komunikace 0,5%. Výška římsy nad povrchem vozovky je 150mm.

Zábradlí

Po obou stranách je ve vzdálenosti 300mm od kraje římsy osazeno ocelové zábradlí se svislou výplní. Výška zábradlí je 1100mm.

Odvodnění

Povrch vozovky a říms na mostě bude odvodněn pomocí příčného sklonu do odvodňovacích proužků a pomocí podélného sklonu bude voda odvedena mimo mostní konstrukci až k silničním vpustím do dešťové kanalizace.

Ložiska budou odvodněna pomocí sklonu 4% úložného prahu směrem k opěře odkud bude odvedena sklonem 2% do rigolu zajišťujícího odvodnění kamenné zdi zpevňující břehy potoka.

Rub opěry bude odvodněn pomocí drenážního žebra šířky 600mm. Na jeho dně je na podkladní betonové vrstvě 100mm uložena drenážní trubka o průměru 150mm. Drenážní trubka odvádí vodu ve sklonu 3% na obě strany. Drenáž vyústí z kamenné zdi do řeky. Základ drenáže je z prostého betonu a má výšku 500mm.

2.4. VÝSTAVBA

Technologie výstavby

Konstrukce bude betonována na pevné skruži. Betonáž nosné konstrukce bude realizována v jedné fázi.

Postup výstavby

- demolice stávající vozovky, nosné konstrukce
- zhotovení výkopů za opěrami
- snížení kamenných opěr o 300mm na úroveň spodní hrany úložného prahu
- betonáž základů drenáže za opěrami
- osazení drenáže
- betonáž úložného prahu s podložiskovými bloky, závěrné zdi a zavěšených mostních křídel, spřažení úložného prahu se stávajícími opěrami pomocí ocelových trnů
- zpětný zásyp
- montáž skruže a bednění nosné konstrukce
- betonáž nosné desky
- dosypání a zhutnění prostoru za rubem opěr
- položení hydroizolace na nosnou konstrukci
- betonáž říms, spojení s nosnou konstrukcí pomocí ocelových kotev
- položení vrstev vozovky
- osazení mostních flexibilních závěrů
- osazení ocelového zábradlí
- dokončovací práce

Během výstavby budou chráněny všechny inženýrské sítě, zejména kanalizace vedoucí středem mostu a ocelová chránička vedle mostu. Betonový sloup veřejného osvětlení a nízkého napětí bude staticky zajištěn.

2.5. MATERIÁLY

Beton	Třída betonu	Stupeň vlivu prostředí
nosná konstrukce	C 30/37	XD1
úložný práh, závěrná zeď, křídla	C 30/37	XC4
podkladní beton	C 25/30	XF1
římsy	C 30/37	XC4

Betonářská výztuž

Pro všechny vyztužené prvky bude použita betonářská výztuž B500B.

3. ZÁVĚR

Předmětem této práce byl návrh nové nosné konstrukce kolmého mostu o jednom poli. Pro návrh byly vypracovány tři studie, z nichž jsem si pro další rozpracování vybrala železobetonovou desku, která nejvíce odpovídá významu a umístění mostu. Ze stávající mostní konstrukce byly ponechány stávající kamenné základy a opěry. Upravena byla pouze horní část spodní stavby pro uložení nové nosné konstrukce.

Deska byla posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Dále byl zpracován návrh a posouzení elastomerových ložisek. Účinky zatížení byly spočítány pomocí programu Scia Engineer, kde byla konstrukce vymodelována jako izotropní deska bodově podepřená v místě ložisek. Účinky zatížení jsou předmětem přílohy P3.1 – Příloha ke statickému výpočtu. Výsledky z výpočetního programu byly porovnány s ručním výpočtem metodou spolupůsobící šířky.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Podklady zadání bakalářské práce viz příloha P1.
- [2] ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou
- [3] ČSN EN 1991-1-1: Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby
- [4] ČSN 736201 Projektování mostních objektů
- [5] ČSN EN 1992-2 Stavební ložiska - Část 3: Elastomerová ložiska
- [6] ČSN EN 1337-3 (736270): Navrhování betonových konstrukcí – část 2: Betonové mosty- Navrhování a konstrukční zásady
- [7] Nečas R. Betonové mosty I, Brno: VUT, Brno, FAST, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Přednášky.
- [8] Stráský J. – Nečas, R. Betonové mosty I – modul M01 Základní principy navrhování. VUT, Brno, 2006
- [9] Klusáček L.: Betonové mosty I. – modul M02 Nosné konstrukce mostů. VUT, Brno, 2006
- [10] Panáček J.: Betonové mosty I. – modul M03 Spodní stavba a příslušenství mostních objektů. VUT, Brno, 2006
- [11] www stránky firmy Helmos [online], dostupné z: < <http://www.helmos.cz/> >
- [12] www stránky firmy ŽPVS a.s. [online], dostupné z: < <http://www.zpsv.cz/> >

SEZNAM PŘÍLOH

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet

P3.1. Příloha ke statickému výpočtu