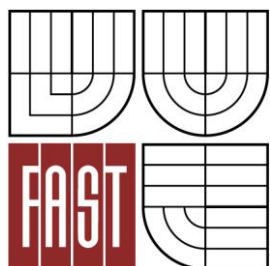




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

DESKOVÝ MOST V PROTIVÍNĚ BEAM BRIDGE IN PROTIVÍN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN MAZÁČ

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 Jan Mazáč

Název Deskový most v Protivíně

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 monolitické deskové mostní konstrukce. Můžete zvětšit rozpětí, navrhnout most jako kolmý a upravit svršek mostu.

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)

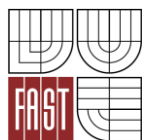
Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

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:

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem silničního mostu na silnici I/20 mezi Českými Budějovicemi a Pískem. Most vede přes vodní tok. Jsou navrženy dvě předběžné varianty předpjatých desek a jedna z prefabrikovaných betonových nosníků, varianta monolitické předpjaté desky je zpracována podrobně. Řešení zahrnuje statický výpočet, výkresovou dokumentaci a vizualizace.

Klíčová slova

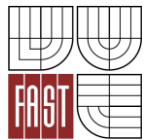
most, předpjatá betonová deska, návrh, statický výpočet, výkresová dokumentace, vizualizace

Abstract:

This bachelor project is focused on road bridge design. The road I/20 between České Budějovice and Písek city is crossing watercourse. There are three preliminary versions designed, two of them are using prestressed concrete slab and last one precast concrete beams. One of the versions (the one using prestressed concrete slab) is worked up in details. The project includes statical analysis, drawing documentation and visualization.

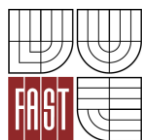
Key words:

bridge, prestressed concrete slab, design, statical analysis, drawing documentation, visualization



Bibliografická citace VŠKP

MAZÁČ, Jan. *Deskový most v Protivíně*. Brno, 2013. 23 s., 45 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Josef Panáček



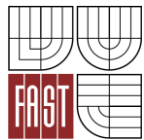
Prohlášení:

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

V Brně dne

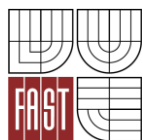
.....

podpis autora



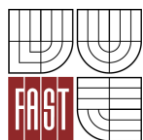
Poděkování:

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Josefu Panáčkovi za odborné vedení, cenné rady a pomoc při řešení této bakalářské práce.



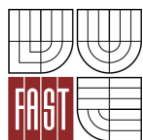
Úvod

Tato bakalářské práce se zabývá návrhem silničního mostu přes vodní tok. Pro zadaný problém byly vypracovány tři studie se zaměřením na návrh nosné konstrukce z předpjatého betonu. Jedna z těchto variant je rozpracována podrobně. Most byl staticky posuzován na mezní stavy použitelnosti a mezní stavy únosnosti dle platných norem ČSN EN. Dále byla zpracována výkresová dokumentace, která poskytuje údaje o geometrii, technickém a prostorovém řešení mostu, tvaru, předpínací výztuži a betonářské výztuži samotné předpjaté desky. Součástí řešení je i vizualizace.



OBSAH

Úvod	5
1 Navržené studie	8
1.1 Studie A.....	8
1.2 Studie B.....	8
1.3 Studie C.....	8
1.4 Zdůvodnění zvolené studie.....	8
2 Identifikační údaje mostu.....	9
2.1 Charakteristika mostu.....	10
3 Charakter překážky a převáděné komunikace	11
3.1 Údaje o převáděné komunikaci	11
3.2 Údaje o křížující překážce	11
3.3 Územní podmínky.....	11
4 Technické řešení mostu	11
4.1 Popis konstrukce mostu	11
4.1.1 Zemní práce.....	11
4.1.2 Založení	12
4.1.3 Spodní stavba	12
4.1.4 Nosná konstrukce	12
4.1.5 Uložení nosné konstrukce.....	12
4.1.6 Mostní závěry.....	13
4.1.7 Vozovka	13
4.1.8 Římsy.....	13
4.2 Vybavení mostu.....	13
4.2.1 Svodidla	13



4.2.2	Odvodnění	14
4.2.3	Úpravy pod a kolem mostu	14
4.2.4	Ochrana zasypaných ploch betonu.....	14
4.2.5	Betonářská výztuž.....	14
4.3	Statické posouzení	15
4.4	Zvláštní zařízení na mostě	15
5	Výstavba mostu	15
5.1	Postup a technologie výstavby	15
6	Materiály.....	16
6.1	Beton	16
6.2	Betonářská výztuž	16
6.3	Předpínací výztuž	16
7	Omezení provozu	17
8	Bezpečnost a ochrana.....	17
9	Vliv stavby na životní prostředí	17
	Závěr	18
	Seznam použitých zdrojů.....	19
	Seznam příloh	20

1 NAVRŽENÉ STUDIE

Pro účely této bakalářské práce byly navrženy 3 studie A, B, C.

1.1 Studie A

Podle této varianty je nosná konstrukce navržena jako předpjatá deska o proměnlivé tloušťce od 725 mm do 600 mm. Příčný sklon 2,5% je navržen kvůli odvodnění vozovky. Konstrukce je vyztužená podélnými předpínacími lany a příčnou betonářskou výztuží. Konstrukce je podepřená elastomerovými ložisky o rozměrech 200x250x45 mm vzdálených od sebe 1850 mm a od kraje 500 mm.

1.2 Studie B

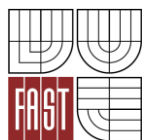
Podle této varianty je nosná konstrukce navržena jako předpjatá deska se sníženými okraji o proměnlivé tloušťce od 825 mm do 700 mm. Příčný sklon 2,5% je navržen kvůli odvodnění vozovky. Konstrukce je vyztužená podélnými předpínacími lany a příčnou betonářskou výztuží. Konstrukce je podepřená elastomerovými ložisky o rozměrech 220x280x50 mm vzdálených od sebe 1850 mm a od kraje 500 mm.

1.3 Studie C

Předpjatá desková nosná konstrukce mostu je tvořená prefabrikovanými nosníky T93 délky 17 metrů a výšky 650 mm. Nosníky jsou zpražené s železobetonovou deskou o proměnné tloušťce od 250 do 375 mm. Konstrukce je podepřená elastomerovými ložisky o rozměrech 300x250x50 mm vzdálených od sebe 2420 mm pod nosníky a od kraje 1210 mm.

1.4 Zdůvodnění zvolené studie.

Pro další zpracování této bakalářské práce byla zvolena studie A. Tato studie byla zvolena k dalšímu rozpracování vzhledem k jednoduchosti provádění dané konstrukce a s ohledem na zadání bakalářské práce.



2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Název mostu	Deskový most v Protivíně
Katastrální obec	Písek
Kraj	Jihočeský
Investor	Ředitelství silnic a dálnic ČR Na Pankráci 56, P.O. Box 1 145 05 Praha 4
Nadřízený orgán	Ministerstvo dopravy ČR Nábřeží Ludvíka Svobody 12/1222 110 15 Praha 1
Uvažovaný správce mostu	Ředitelství silnic a dálnic
Pozemní komunikace	I/20
Návrhová kategorie	S9/5/80
Přemostňované překážky	Vodní tok, Talínský potok
Úhel křížení	90°

2.1 Charakteristika mostu

Charakteristika mostu	Most na silnici I/20 s horní mostovkou, trvalý kolmý, v přímé Jednopolový, z monolitické předpjaté desky Konstrukční výška nosné konstrukce je 0,725 m Spodní stavbu tvoří dvě krajní betonové opěry Založení spodní stavby je hlubinné na pilotách
Délka přemostění	14,69 m
Délka mostu	23,30 m
Délka nosné konstrukce	16,99 m
Šikmost mostu	kolmý
Volná šířka mostu	10,5 m
Šířka chodníku	0,5 m
Šířka nosné konstrukce	12,10 m
Šířka mostu	12,70 m
Výška mostu	3,86 m
Stavební výška	0,84 m
Plocha nosné konstrukce	$12,10 \times 16,99 = 205,58 \text{ m}^2$
Plocha mostu	$12,70 \times 16,99 = 215,77 \text{ m}^2$
Zatížení mostu	zatěžovací třída 1 (dle ČSN EN 1991-2)

3 CHARAKTER PŘEKÁŽKY A PŘEVÁDĚNÉ KOMUNIKACE

3.1 Údaje o převáděné komunikaci

Šířkové uspořádání	S9,5/80
Výška nivelety v místě křížení	388,770 m n.m.
Směrové poměry v místě mostu	Trasa komunikace se v místě mostu nachází v přímé
Výškové poměry v místě mostu	Silnice na mostě klesá v konstantním podélném sklonu 0,5% Příčný sklon je střechovitý 2,5%

3.2 Údaje o křížující překážce

Charakter překážky	Překračovanou překážkou je menší vodní tok Tálínský potok.
--------------------	--

3.3 Územní podmínky

Most je situován v extravilánu obce Protivín u osady Myšenec. Nachází se přibližně 10 km jihovýchodně od města Písek. V blízkém okolí mostu se nachází pouze zemědělské pozemky.

4 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

4.1 Popis konstrukce mostu

4.1.1 Zemní práce

Pod budoucím násypem zemního tělesa bude odstraněna ornice. Stavební jámy u opěr budou svahované ve sklonu 1:1 až 1:0,5 podle druhu zeminy. Výkopový materiál se uskladní v prostoru staveniště a v případě potřeby se použije pro pozdější zásypy. Všechny stavební jámy budou řádně odvodněny.

Podkladní beton bude C12/15 XA1 tloušťky 100 mm.

Zásypy za opěrami budou provedeny vhodnou nenamrzavou zeminou a řádně zhutněny podle vzorových listů. Za opěrou bude použit materiál nenamrzavý.

4.1.2 Založení

Objekt je založen na vrtaných velkopřůměrových pilotách průměru 900 mm z betonu C30/37 XF3. Piloty budou paženy na celou výšku vrtu. Obě opěry jsou založeny na 4 pilotách na minimální hloubku 6,00 m. Pod základem každého z křídel jsou navrženy 2 piloty stejných parametrů jako piloty pod opěrami.

4.1.3 Spodní stavba

Krajní opěry jsou navrženy masivní z monolitického železobetonu C30/37 XD3. Součástí opěr je železobetonový úložný práh výšky 750mm z betonu C30/37 XF3, sklon prahu je 4% směrem závěrné zídce. Odvodnění úložného prahu bude zajištěno žlábkem $\frac{1}{2}$ Ø100 mm.

S úložným prahem tvoří jeden celek závěrná zídka tloušťky 300 mm. Za opěrami jsou navržena rovnoběžná dilatovaná železobetonová křídla tloušťky 500 mm. Křídla mají společný základ se základem opěry. Zasypané části opěr budou opatřeny izolací.

Prostor za opěrami bude odvodněn příčnou drenáží z PVC trubky průměru 150 mm, uložené na profabrikovaném betonovém podkladu.

4.1.4 Nosná konstrukce

Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická předpjatá deska z betonu C35/45 XF3 o šířce 12,1 m, délce 16,99 m a proměnné výšce od 0,60 m do 0,725 m. Deska je dodatečně předpínaná 36 předpínacími lany Y1860 S7-16,0-A o délce 17,5 m. Příčný sklon v části vozovky je 2,5%, pod římsami 4%. Podélný spád konstrukce je 0,5%.

4.1.5 Uložení nosné konstrukce

Nosná konstrukce bude na obou koncích uložena na 6 a 6 elastomerových ložisek. Výrobce garantuje únosnost 325 kN na každém ložisku.

Celkem bude použito 12 elastomerových ložisek. Ložiska jsou v podélném i příčném směru osazena vodorovně na ložiskovém bloku o rozměrech 0,4 x 0,45 x 0,28 m.

4.1.6 Mostní závěry

Závěry jsou navrženy na účinky délkových změn vlivem dotvarování a smršťování nosné konstrukce, vlivem pootočení nosné konstrukce a vlivem teplotních změn. U obou opěr je navržen podpovrchový mostní závěr EUROFLEX TYP M30U.

4.1.7 Vozovka

Na mostě je navržena vozovka celkové tloušťky 110 mm.

Skladba:

Obrusná vrstva – ACO - asfaltový beton obrusnýtl.40 mm
- ACO 16 S

Ložná vrstva – ACL - asfaltový beton ložnítl.60 mm
- ACL 16 S

Izolační vrstvatl.10 mm
Adhezní nátěr ze speciálních nízkoviskózních modifikovaných asfaltů

4.1.8 Římsy

Na obou stranách jsou navrženy římsy monolitické z betonu C35/45 XD4. Šířka monolitické části římsy na levé straně mostu je 800 mm, pravá římsa je šířky 1400 mm. Příčný sklon říms je 4%.

Vnitřní část monolitické části římsy tvoří odrazný obrubník výšky 150 mm, který je zapuštěn do římsy.

4.2 Vybavení mostu

4.2.1 Svodidla

Na menší římse, tedy na levé straně mostu, je uloženo mostní svodidlo ZSNH4/H2 se svislou výplní. Na širší římse, tedy na pravé straně mostu, je

osazeno mostní svodidlo JSMNH4/H2, římsa je ukončena bezpečnostním ocelovým zábradlím. Výška madel je 1100 mm nad římsou. Všechny bezpečnostní prvky jsou kotveny do římsy pomocí předem osazených ocelových kotevních přípravků.

4.2.2 Odvodnění

Příčný spád mostu je střešovitý 2,5%, podélný spád je 0,5%. Na mostě není nutné provádět odvodňovací zařízení, před i za mostem bude dešťová voda odvedena do vsakovacích jímek pomocí příkopových dlaždic TBM 1-56.

Ruby opěry jsou odvodněny příčnou drenáží z PVC trubky průměru 150 mm, tato drenáž je opět svedena do vsakovacích jímek.

4.2.3 Úpravy pod a kolem mostu

Svahy pod mostem budou upraveny dlažbou z lomového kamene tloušťky 200 mm do podkladního betonu C20/25 XF1 tloušťky 100 mm. Sklon svahů nosnou konstrukcí mostu bude lomený 1:3 až 1:1. Zpevnění bude doplněno betonovým přitížením paty o rozměrech 600 x 700 mm. Z důvodů údržby mostu je u opěr navržena lavička šířky 1,65 m.

Všechny ostatní svahy budou ve sklonu 1:1,75 a budou doplněny ohumusováním tl. 100 mm a hydroosevem.

Přístupové schodiště bude provedeno z betonových prefabrikátů šířky 750 mm.

4.2.4 Ochrana zasypaných ploch betonu

Všechny zasypané plochy železobetonových konstrukcí budou izolovány 1x nátěrem penetračním a 2x nátěrem asfaltovým a 1 vrstvou geotextilie. Na rubové ploše opěry bude izolace chráněna geotextilií ve 2 vrstvách.

4.2.5 Betonářská výztuž

Výztuž nosné konstrukce a všech železobetonových částí objektu bude z oceli B500B. Podrobnosti viz výkresová část.

4.3 Statické posouzení

Nosná konstrukce mostu byla staticky posouzena v rozsahu bakalářské práce. Konstrukce je vymodelována v programu SCIA a účinky zatížení odečteny z programu. Na základě těchto hodnot bylo navrženo předpjetí. Mimo ztrát postupným předpínáním byly krátkodobé ztráty odečteny z programu. Dlouhodobé ztráty byly odhadnuty na 15%. Následně byla konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Výpočet je ukončen návrhem kotev a posouzením kotevní oblasti. Při výpočtu byl zanedbán vliv vodorovných sil na konstrukci a také vliv smršťování a dotvarování betonu. Konstrukce je posouzena podle platného EC.

Statický výpočet je v samostatné příloze P3 a je k němu vytvořena odpovídající výkresová dokumentace v příloze P2.

4.4 Zvláštní zařízení na mostě

Na mostě se nenachází žádné zvláštní zařízení.

5 VÝSTAVBA MOSTU

5.1 Postup a technologie výstavby

Postup výstavby mostu bude navazovat na celkový postup rekonstrukce silnice I/20 a bude probíhat s ohledem na ochranu životního prostředí, zejména s ohledem na znečištění vodního toku Tálínský potok.

Postup výstavby mostu

- odkrytí vrstvy ornice ve vrstvě 300 mm
- demolice stávající konstrukce
- zhotovení výkopů pro základ opěr
- odvodňovací úpravy
- bednění a betonáž základové patky
- bednění opěr a jejich betonáž

- bednění křídel a jejich betonáž
- zpětný zásyp
- montáž skruží a bednění nosné konstrukce
- montáž mostovky
- položení drenáže, dosypání a zhutnění prostoru za rubem opěr
- osazení mostního závěru
- osazení izolace na nosnou konstrukci, přechodové desky a křídla
- betonáž říms a vybudování vozovky, těsnění spár
- připevnění mostního příslušenství
- dokončovací práce, úpravy terénů, revizní schodiště, úpravy pod mostem
- provedení násypů pod opěrami

6 MATERIÁLY

6.1 Beton

Pro jednotlivé části konstrukce jsou stanoveny třídy betonu

Nosná konstrukce	C35/45 XF3
Opěra	C30/37 XD3
Piloty	C30/37 XF3
Římsy	C35/45 XD3
Podkladní beton	C12/15 XA1
Ložní beton pro dlažbu	C20/25 XF1

6.2 Betonářská výztuž

Je použita betonářská výztuž B500B.

6.3 Předpínací výztuž

Jsou použity předpínací kabely Y1860 S7-16,0-A.



7 OMEZENÍ PROVOZU

Provoz po silnici není možný, objížďka je plánována po silnici II/02030.

8 BEZPEČNOST A OCHRANA

Během výstavby je nutno zabezpečit bezpečnost pracovníků a strojů, požární ochranu a hygienu při práci. Dále je nutno dodržovat všechny předpisy a normy týkající se bezpečnosti při práci.

9 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Na staveništi je možný únik pohonných látek a provozních olejů z mechanizace. Při jakémkoli zpozorování úniku chemikálií je nutno okamžitě zamezit šíření do okolního prostředí.



ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout nový most o jednom poli se zaměřením na návrh betonové monolitické deskové konstrukce. Ze tří navržených studií byla zvolena varianta předpjaté desky. Konstrukce byla vymodelována v programu SCIA a účinky zatížení odečteny z programu. Na základě těchto hodnot bylo navrženo předpjetí. Toto předpjetí bylo navrženo bez rezervy přímo na $A_{p,req}$, z důvodu minimálního počtu lan v desce. Po odečtení ztrát bylo vypočteno omezení napjetí v betonu, kde bylo ověřeno, že ve všech kombinacích navržené předpjetí vyhoví. Dlouhodobé ztráty byly odhadnuty na 15%. Následně byla konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Při výpočtu byl zanedbán vliv vodorovných sil na konstrukci a také vliv smršťování a dotvarování betonu. Konstrukce je posouzena podle platného EC. V rámci daných časových možností jsem se snažil o co nejlepší úroveň této práce a doufám, že jí bylo úměrným způsobem dosaženo

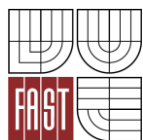
V Brně 24.5.2013

Jan Mazáč



SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ČSN EN 1991-1-2: Zatížení mostů dopravou
2. ČSN EN 1991-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla pro pozemní stavby
3. Ing. Miloš Zich, Ph.D. a kolektiv: Příklady k posouzení betonových prvků dle eurokódů
4. Semestrální projekt z předmětu BL11 – Předpjatý beton
5. Semestrální projekt z předmětu BL12 – Betonové mosty I



SEZNAM PŘÍLOH

- P1. Podklady, studie a vizualizace
- P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu
- P3. Statický výpočet