



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

JEDNOPOLOVÝ MOST PODPOROVANÝ KABELY

ONE SPAN CABLE-SUPPORTED BRIDGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ján Kučerka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

BRNO 2019



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	Ján Kučerka
Název	Jednopolový most podporovaný kabely
Vedoucí práce	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

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

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 736201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

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

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

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Z předběžného návrhu možných typů mostních konstrukcí preferujte monolitickou konstrukci o jednom poli z předpjatého betonu podporovanou kabely.

V práci zpracujte dvě až tři studie mostu včetně jejich zhodnocení. Most můžete navrhnout kolmý.

Dimenzování proveďte podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a 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 bakalářské práce

ABSTRAKT

Předmětem této bakalářské práce je návrh pěší lávky přes koryto řeky. Pro návrh jsou zpracovány dvě varianty přemostění. Zvolená varianta je řešena jako zavěšená konstrukce podporovaná kabely. Most je vzhledem k překážce kolmý o celkové délce 66,225 m. Nosnou konstrukci tvoří předpjatá monolitická mostovka zavěšená na pylonu skloněném v podélném směru. Značná část práce je věnovaná nalezení tzv. výchozího stavu.

Výpočet vnitřních sil byl proveden pomocí softwaru Scia Engineer 2018. Návrh předpětí, posouzení mezního stavu únosnosti a mezního stavu použitelnosti jsou provedeny ručně dle platných norem a předpisů. Posouzení únosnosti pylonu je řešeno v softwaru IDEA StatiCa 9 a některé výsledky jsou ověřeny ručně.

Práce zanedbává reologické jevy a fáze výstavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

lávka pro pěší, zavěšená konstrukce, beton, předpětí, monolitická konstrukce, výchozí stav, pylon, závěsy, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

ABSTRACT

The theme of this bachelor thesis is the design of a footbridge across the river. The design is processed by two options. The chosen option is designed as a cable-stayed construction supported by cables. Bridge is designed as perpendicular with total length 66,225m. Superstructure is made by prestressed monolithic deck suspended by cables from sloping pylon. Considerable part of the thesis is devoted to creating a so-called initial state.

The calculation of internal forces was done by calculation software Scia Engineer 2018. The design of prestressing force, assessment of ultimate limit state and serviceability limit state were done by hand according to the valid standards and regulations. Bearing capacity assessment of pylon was solved by IDEA StatiCa 9 software and some results were verified by hand.

The thesis disregards rheological effects and stages of construction.

KEYWORDS

pedestrian bridge, cable-stayed bridge, concrete, prestressing, monolithic structure, initial state, pylon, hangers, ultimate limit state, serviceability limit state

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Jednopolový most podporovaný kabely* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

Ján Kučerka

autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Jednopolový most podporovaný kabely* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Ján Kučerka

autor práce

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Ján Kučerka *Jednopolový most podporovaný kabely*. Brno, 2019. 23 s., 150 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Radim Nečas, Ph.D.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu Ing. Radimu Nečasovi, Ph.D. za odbornou pomoc, čas a chuť podělit se o praktické zkušenosti, týkající se problematiky přesahující rámec školních osnov. Dále bych chtěl poděkovat celé mé rodině a spolužákům za podporu během celého studia.

OBSAH

1	Úvod	8
2	Vstupní parametry pro návrh.....	9
2.1	Požadavky pro návrh lávky.....	9
3	Varianty řešení	10
3.1	Varianta A: Zavěšená lávka.....	10
3.2	Varianta B: Oblouková lávka	11
3.3	Zhodnocení a výběr varianty	12
4	Model konstrukce	13
4.1	Použité materiály.....	13
4.2	Zatížení	13
5	Výchozí stav	14
6	Návrh a posouzení konstrukce	17
7	Závěr.....	19
8	Seznam použitých zdrojů.....	20
9	Seznam obrázků	21
10	Seznam příloh	22

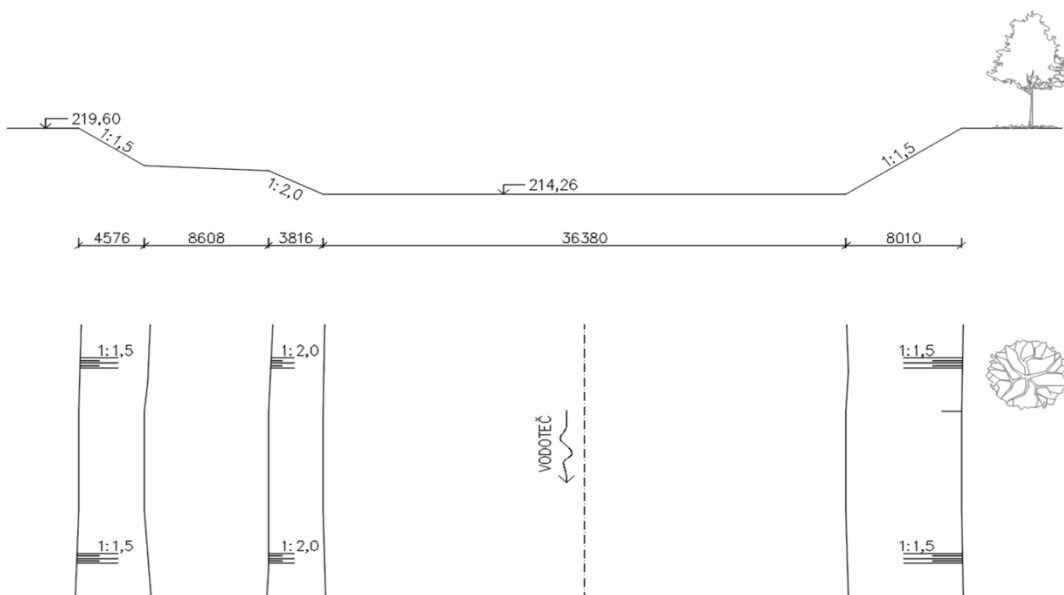
1 Úvod

Cílem bakalářské práce je navržení lávky pro pěší přes vodní tok. Terén a lokalita nebyli určeny a pro zjednodušení byli zvoleny. Pro návrh byly vytvořeny dvě varianty přemostění: varianta A – zavěšený most a varianta B – obloukový most. Z navržených variant byla pro následný výpočet a posuzování vybrána varianta A. V bakalářské práci je řešen samotný návrh a posouzení konstrukce. Bylo navrženo potřebné předpětí konstrukce a betonářská výztuž mostovky a pylonu. Veškeré posouzení hlavní nosné konstrukce bylo provedeno pro mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti. Pro lepší názornost je práce doplněna o výkresovou dokumentaci a vizualizaci.

2 Vstupní parametry pro návrh

Vstupními parametry k návrhu lávky byl určen profil terénu a situace lokality, ve které je konstrukce osazena.

- výška okolitého terénu 219,60 m n. m.
- výška dna: 214,26 m n. m.
- výška normální hladiny: 215,08 m n. m.
- Q100: 216,12 m n. m.



Obr. 1: Příčný řez korytem a situace

2.1 Požadavky pro návrh lávky

- volná šířka lávky minimálně 3,00 m
- volný průchozí prostor alespoň 2,50 m
- preference monolitické konstrukce o jednom poli

3 Varianty řešení

Pro předběžný návrh byly vypracovány dvě varianty řešení:

Varianta A – Zavěšená lávka

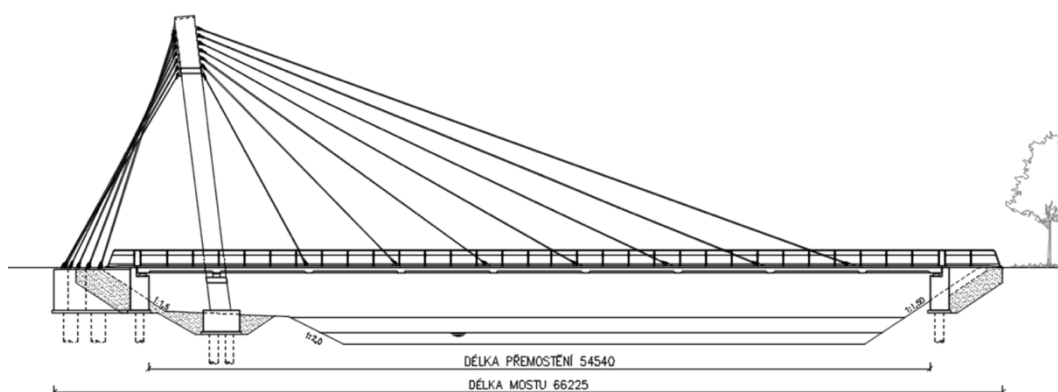
Varianta B – Oblouková lávka

3.1 Varianta A: Zavěšená lávka

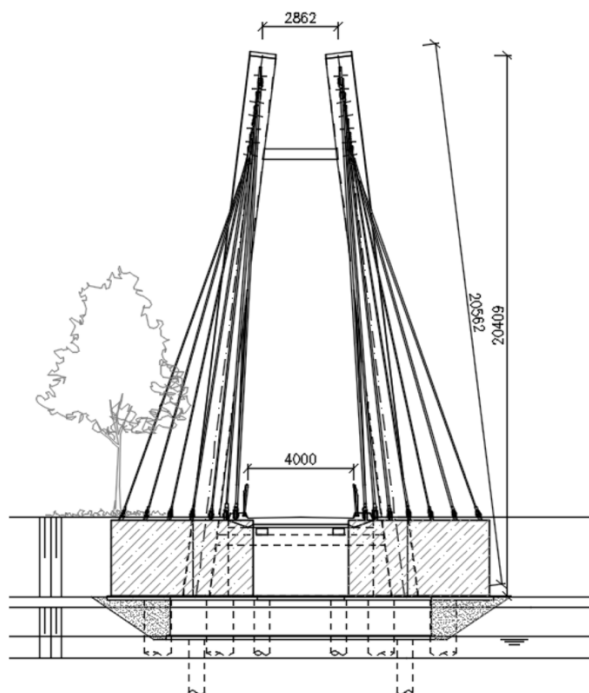
Varianta A je lávka pro pěší navržena jako zavěšená konstrukce s nesymetricky umístěným pylonem. Celková délka mostu je 66 225 mm a délka přemostění je 54 540 mm. Lávka je tvořena monolitickou předpjatou mostovkou o celkové šířce 5,50 m a volné šířce 4,0. Mostovka je uložena na dvou krajních opěrách a příčnicku pylonu. Rozdělena je na 9 úseků (7 mezilehlých a 2 krajní). Délka krajních polí je 5,155 m a mezilehlých polí 6,44 m. Ocelové závěsy průměru 52 mm mají poloharfové uspořádání. Do mostovky jsou kotveny pomocí kotevních plechů v místech, kde je mostovka ztužena příčnými žebry, které plynule lícují se spodní hranou římsy mostovky. Příčný sklon je navržen 2 %, podélný 0 % (konstrukčně neproveditelné z pohledu odvodnění).

Hlavní architektonickou dominantou je jednostranný železobetonový pylon. Pylon je tvořen dvěma stojkami skloněnými v podélném i příčném směru o 7° od vertikály. Pylon je propojen dolním a horním příčníkem a vytváří tak rámovou konstrukci. Do pylonu jsou závěsy kotveny symetricky po obou stranách. Celková prostorová délka pylonu je 20,714 m a kolmá výška 20,409 m.

U vyrovnávacích závěsů je vystřídáno pořadí lan na pylonu a tím vznikne zajímavá zborcená plocha, která přidává na architektonické hodnotě stavby. Železobetonový základ, do kterého jsou kotveny vyrovnávací závěsy je v zadní části propojen betonovým táhlem, takže můžeme hovořit o tzv. „samokotvené konstrukci“. Vyrovnávací závěsy jsou tvořeny lany o průměru 52, 60 a 72 mm.



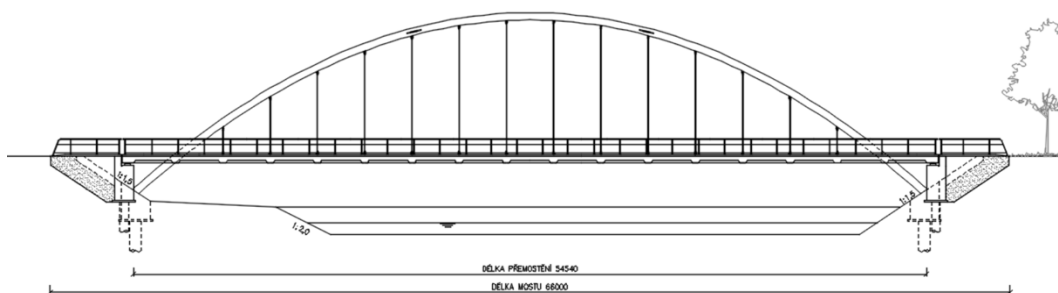
Obr. 2: Podélný řez varianta A



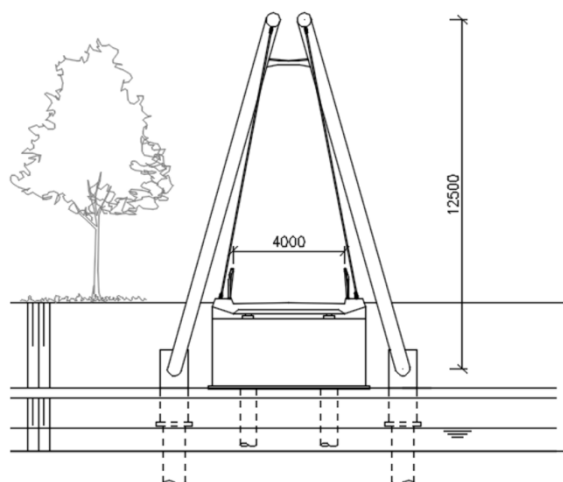
Obr. 3: Příčný řez varianta A

3.2 Varianta B: Oblouková lávka

Varianta B je oblouková lávka s mezilehlou mostovkou. Celková délka mostu je 66 000 mm a délka přemostění je 54 540 mm. Oblouk je tvořen dvěma ocelovými tenkostěnnými trubkami s průměrem 500 mm. Ocelové nosníky mají parabolický tvar se vzepětím $f=12500$ mm. V půdorysu se oblouky sbíhají a jsou propojeny ve dvou místech ocelovými spojkami. Mostovka se nachází mezi oblouky a je zavěšená symetricky na ocelové oblouky pomocí ocelových závěsů. Mostovka je předpjatá, monolitická a má příčný sklon 2 %. Volná šířka mostovky je 4,0 m a celková šířka 5,5 m. V místech závěsů je mostovka ztužena žebry.



Obr. 4: Podélný řez varianta B



Obr. 5: Příčný řez varianta B

3.3 Zhodnocení a výběr varianty

Při výběru vhodnější varianty byly brány v potaz preference pro návrh lávky (viz požadavky pro návrh lávky).

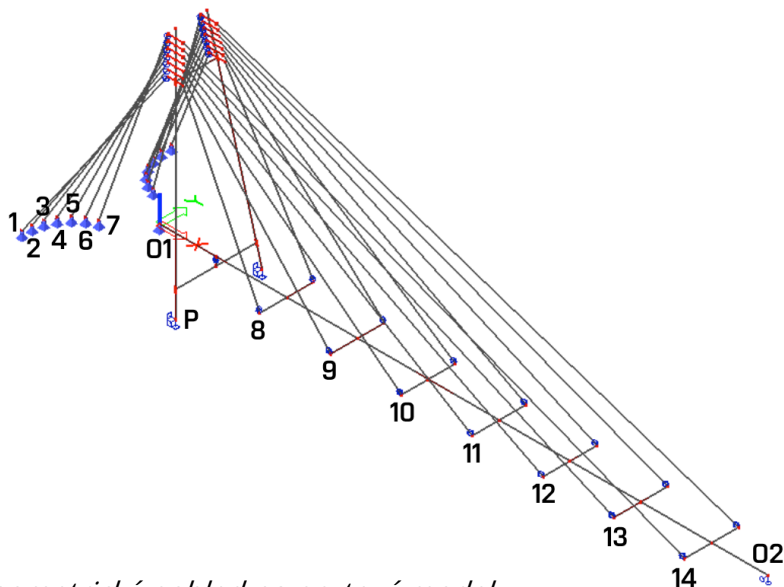
Varianta A je ekonomicky náročnější ale z architektonického hlediska je konstrukce elegantní a jedinečná. Ze statického hlediska tvoří závěsy pružně poddajné podpory a výrazně snižují hodnotu ohybových momentů v poli. Výhodou varianty je tzv. „samokotvení systém“ založení. Za negativum můžeme považovat náročné zakládání pylonu a velké množství pilot.

Varianta B je díky ocelovému oblouku subtilnější. Závěsy, stejně jako ve variantě A, tvoří pružně poddajné podpory, které snižují ohybové momenty v poli. Založení ocelového oblouku je ekonomicky a staticky náročnější, protože je nutno zachytit horizontální složku obloukového působení.

Po všech úvahách jsme pro podrobnější výpočty a zpracování zvolili variantu A – zavěšený most. Lávka je architektonicky zajímavější díky své nesymetričnosti, zapadne do okolní krajiny a nebude ji nijak narušovat.

4 Model konstrukce

Prutový 3D model byl vytvořen v programu SCIA Engineer 18.1 pomocí 1D dílců, kterým byly přiřazeny průřezy a materiály. Všechny prvky mostu byly vymodelovány ve své střednici.



Obr. 6: Axonometrický pohled na prutový model

4.1 Použité materiály

Mostovka:	BETON C45/55 - XF3, XC4
Pylon:	BETON C45/55 - XF3, XD2
Betonářská výztuž:	B500B
Předpínací výztuž:	Y1860 S7-15,3
Závěsy:	Macalloy 460

Bližší materiálové charakteristiky jsou podrobně popsány v příloze P3 (statický výpočet str. 3 a 4).

4.2 Zatížení

Konstrukce byla zatížena stálým a proměnným zatížením. Stálé zatížení zahrnuje vlastní tíhu konstrukce, ostatní stálé zatížení (zábradlí a hydroizolace), počáteční přetvoření závěsů a předpětí. Jako proměnné zatížení bylo uvažováno pouze zatížení chodci.

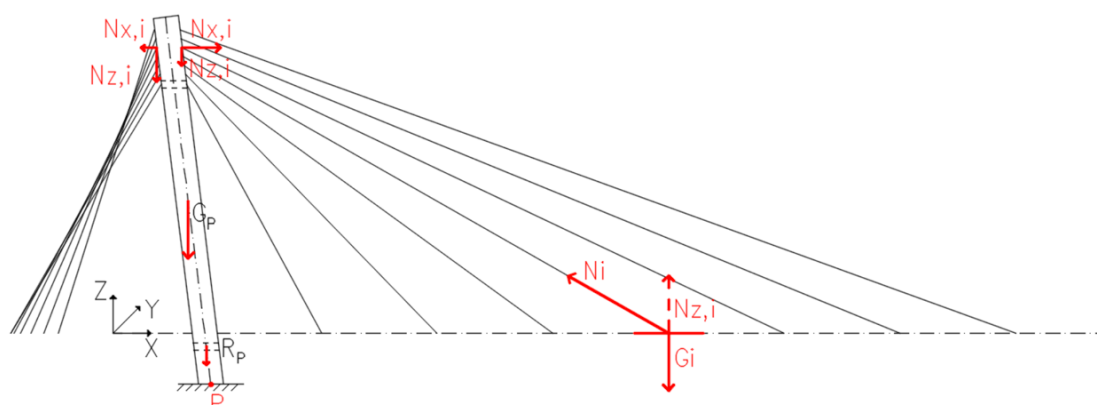
Vzhledem k rozsahu práce je zanedbáno zatížení větrem, zatížení teplotou a reologické jevy (dotvarování a smršťování) působící na konstrukci. Zatížení je podrobně popsáno v příloze P3 (statický výpočet str. 10 až 12).

5 Výchozí stav

Výchozí stav konstrukce je stav, ve kterém je vlivem stálého zatížení ohybové namáhání pylonu v rovině XZ minimální až nulové.

Celý postup hledání výchozího stavu s jednotlivými kroky je popsán v příloze P3 (statický výpočet str. 13 až 21). Filozofie návrhu spočívá v tom, že vyrovnáme tíhu mostovky svislými složkami normálových sil v závěsech. Pokud jsou svislé složky síly v závěsech stejně velké ale opačného směru jako tíha daného úseku mostovky, můžeme ze statického pohledu mostovku chápat jako „spojitý nosník“ na pružných podporách.

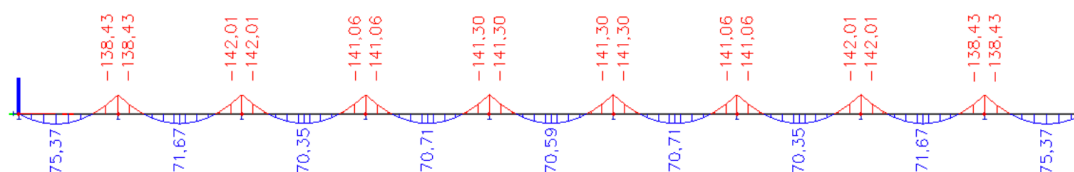
Vnitřní síly v kotevních závěsech spočítáme pomocí podmínky rovnosti vodorovných sil protějšších závěsů v hlavě pylonu. Stanovíme podmínku, že všechny síly, které působí na pylon vyvozují v patě pylonu nulový ohybový moment. Následnou redukcí normálových sil v kotevních závěsech (jediné neznámé síly), které redukuje stejným koeficientem, zjistíme veškeré síly v závěsech pomocí tabulkového procesoru MS Excel.



Obr. 7: Silové působení a rozklad sil

Principiálně se jedná o zjištění poměrného přetvoření závěsů na základě normálové síly v závěsu „N“. Když známe poměrné přetvoření tak jednoduše určíme nutné zkrácení pro každý závěs.

Celým procesem se snažíme docílit ideálního průběhu ohybového momentu na mostovce (ohybový moment na spojitým nosníku).

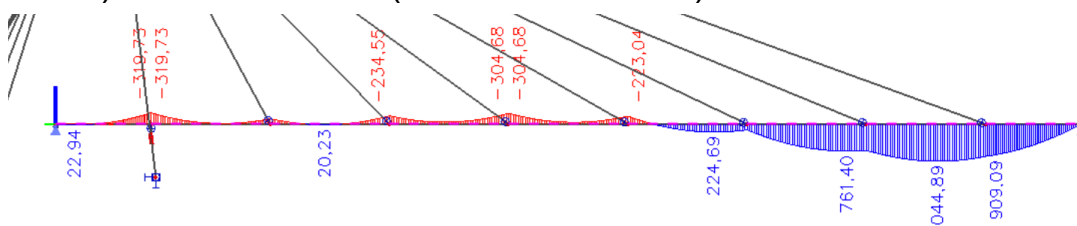


Obr. 8: Průběh ohybového momentu na spojitým nosníku

Docílení podobného průběhu ohybového momentu je náročný proces, protože závěsy v mostovce představují pružně poddajné podpory nikoli pevné. Tohoto průběhu se snažíme docílit pomocí zkrácení jednotlivých závěsů, na který je celý systém velmi citlivý, jelikož přílišné zkrácení jednoho závěsu vede k povolení vedlejšího závěsu a opačně.

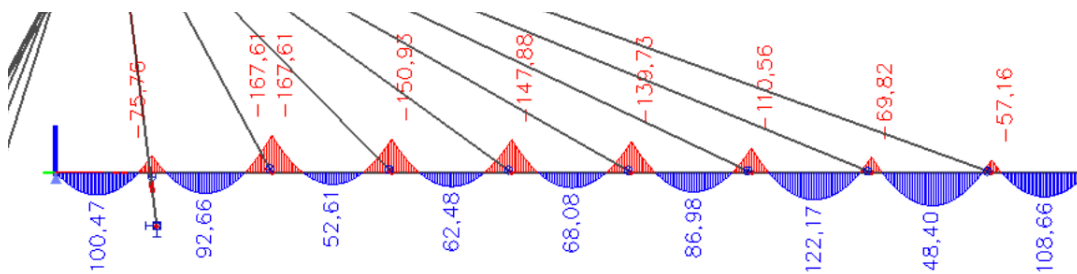
Hodnoty zkrácení jednotlivých závěsů byly hledány iteračně v jednotlivých fázích pomocí průběhu ohybových momentů a deformace mostovky a pylonu:

1) Nultá fáze iterace (bez zkrácení závěsů).



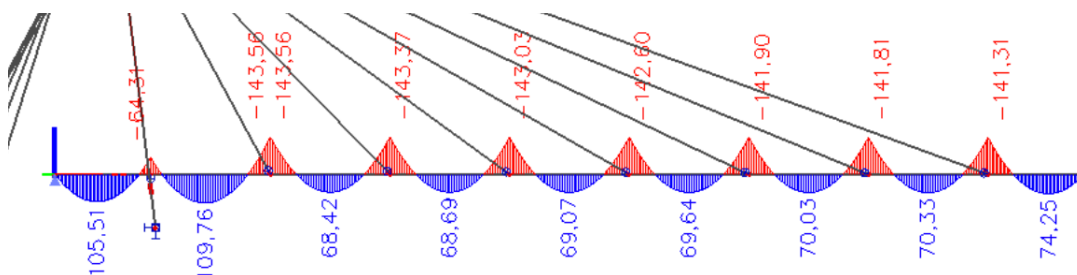
Obr. 9: Průběh ohybového momentu od stálého zatížení bez zkrácení

2) První fáze iterace – stanovení poměrného přetvoření pouze od stálého zatížení (bez předpětí) ze sil stanovených v programu MS Excel.



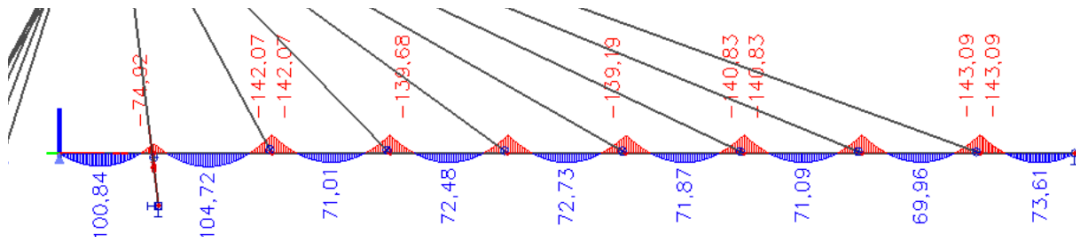
Obr. 10: Průběh ohybového momentu v první fázi iterace

3) Druhá fáze iterace – iterační hledání přetvoření závěsů tak, aby byl zajištěn průběh ohybového momentu co nejbližší průběhu ohybového momentu na spojitém nosníku.



Obr. 11: Průběh ohybového momentu ve druhé fázi iterace

- 4) Třetí fáze iterace (finální) - iteračně upraveno zkrácení z druhé fáze po vnesení předpětí.



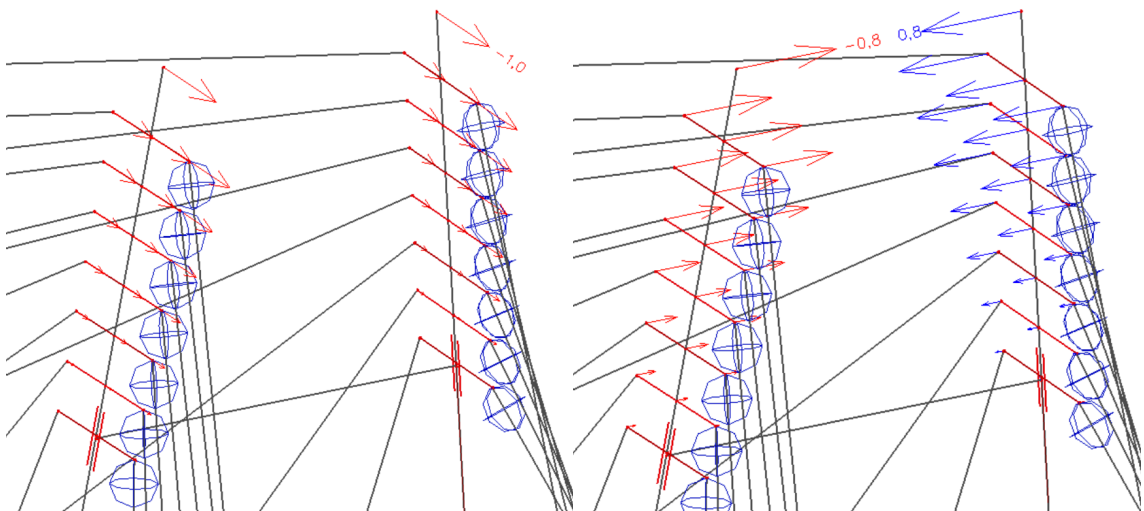
Obr. 12: Průběh ohybového momentu ve třetí (finální) fázi iterace

V příčném směru není uvažováno s vyrovnáním pylonu. Síly působící v příčném směru jsou přeneseny pomocí příčníků.

Finální deformace pylonu a mostovky od stálého zatížení:

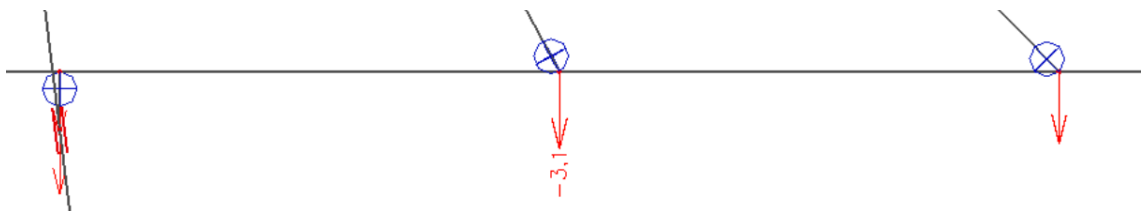
$$u_x = -1,0 \text{ mm}$$

$$u_y = 0,8 \text{ mm}$$



Obr. 13: Maximální deformace pylonu – výchozí stav

$$u_z = -3,1 \text{ mm}$$



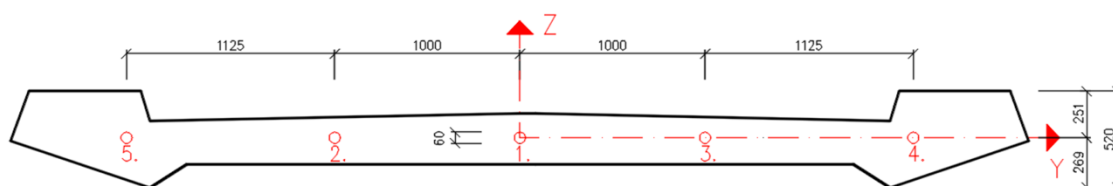
Obr. 14: Maximální svislá deformace mostovky – výchozí stav

6 Návrh a posouzení konstrukce

Veškerý návrh a posouzení konstrukce je popsáno v příloze P3 (statický výpočet).

Pro návrh předpětí je rozhodující kombinace C09 (častá kombinace – zatížení chodci na 4 polích vpravo). Předpětí je navrženo jako plné, tedy v průřezu nastane stav dekomprese. Předpínací kabely jsou vedeny centricky v těžištní ose průřezu.

Návrh předpětí: 5 kabelů po 7 lanech – předpínací výztuž Y1860 S7-15,3



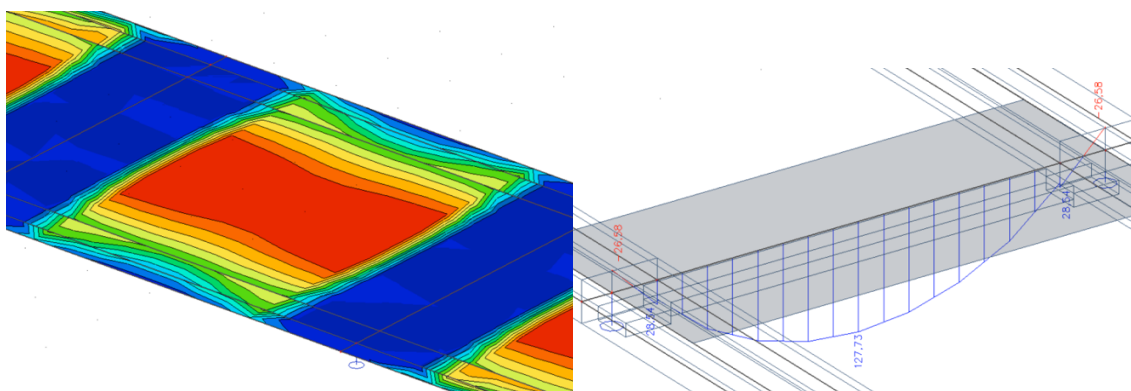
Obr. 15: Poloha předpínacích kabelů

V mezním stavu použitelnosti byly posouzeny podmínky: omezení napětí v betonu, omezení trhlin a omezení napětí v předpínací výztuži. Podrobný popis a posouzení MSP je v příloze P3 (statický výpočet str. 36 až 49).

V mezním stavu únosnosti byl proveden posudek pro prutový model na kombinaci normálové síly a ohybového momentu. Únosnost betonu je dostatečná, a proto byl návrh podélné výztuže proveden podle konstrukčních zásad (návrh výztuže: $\varnothing 12$ á 150 mm – při spodním i horním okraji).

Přenos smyku (na stranu bezpečnou) je uvažován pouze v trámech. Průřez vyhoví na smykovou únosnost i bez smykové výztuže, a proto je navržena taky pouze konstrukčně (návrh výztuže: čtyřstřížný třmínek 4 $\varnothing 10$).

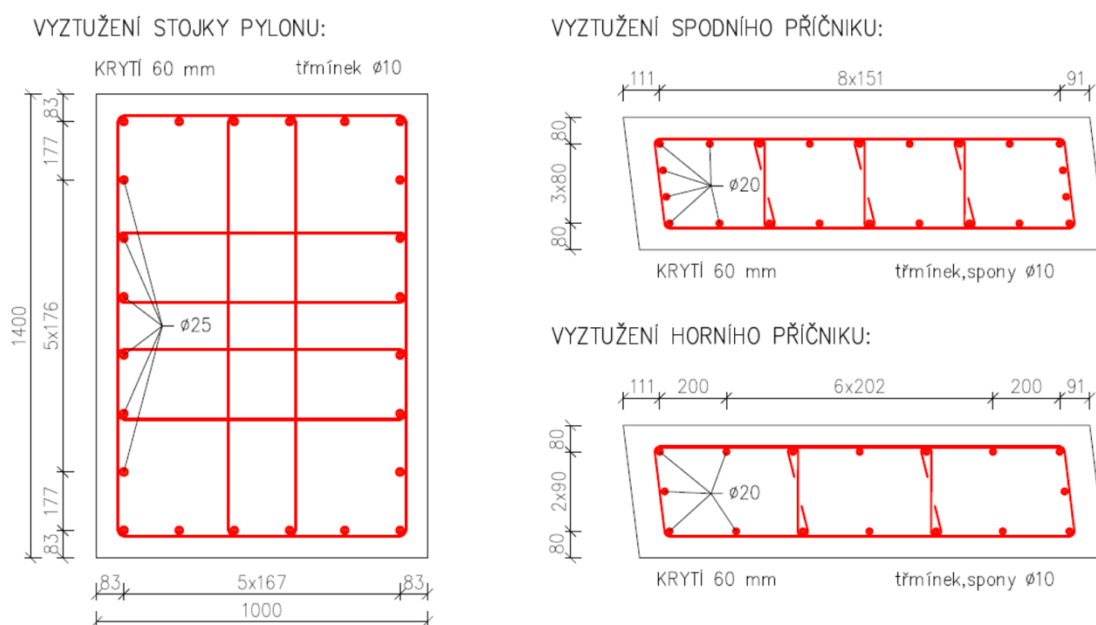
Posouzení mezního stavu únosnosti v příčném směru bylo provedeno na 2D deskovém modelu s žebry. Pro návrh příčné výztuže v desce je sledovanou veličinou dimenzační moment m_{yD} . Návrh a posudek je proveden pro spodní okraj (řešeno na 1bm desky). Deska bude vyztužena při spodním i horním okraji na stranu bezpečnou (návrh výztuže $\varnothing 10$ á 200 mm).



Obr. 16: Deskový model – dimenzační moment $m_y D$ - a ohybový moment v žebře

Pro posouzení žebra bylo na stranu bezpečnou uvažováno pouze s plnou obdélníkovou částí průřezu a průměrnou výškou desky (návrh hlavní nosné výztuže 3 $\varnothing 22$ mm a dvoustřížný třmínek $\varnothing 10$ mm).

Stojka pylonu a příčníky byly posouzeny na kombinaci normálové síly a dvojici ohybových momentů v programu IDEA StatiCa 9. Ručním výpočtem byl odvozen příspěvek II. řádu. Pomocí programu MS Excel byl ověřen bod 3 interakčního diagramu. Stojka pylonu je posouzena na vnitřní síly v pěti řezech a příčníky jsou posouzeny v jejich polovině. Hlavní nosná výztuž byla navržena pro posudek v patě stojky.



Obr. 17: Vyztužení stojky pylonu a příčníků

7 Závěr

Úkolem bakalářské práce bylo navrzení přemostění přes vodní tok. Byly zpracovány dvě varianty a následně byla vybrána varianta zavěšené lávky. Konstrukce byla pro účely práce zjednodušena na monolitickou desku, no v praxi by byla spíše prováděná pomocí prefabrikovaných příčných segmentů. Pro zjednodušení nebylo uvažováno se zatížením od teploty a větru. Zatížení od teploty by mělo v reálné praxi velký vliv na zkrácení a prodloužení ocelových závěsů.

Bylo navrženo předpětí mostovky a nalezen výchozí stav konstrukce.

Konstrukce byla vymodelována v programu SCIA Engineer 18.1 jako prutový 3D model. Pro ověření v příčném směru byla vytvořena část mostovky o třech polích jako 2D deskový model s žebry.

Mostovka byla posouzena na mezní stav použitelnosti a mezní stav únosnosti. Pylon byl posouzen v programu Idea StatiCa 9 na kombinaci normálové síly a dvojici ohybových momentů.

V další fázi by bylo nutno zahrnout do výpočtu zatížení teplotou, větrem a taky provést dynamickou analýzu.



8 Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN 73 6201 *Projektování mostních objektů*.
- [2] ČSN EN 1990: *Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: ČNI, 2004
- [3] ČSN EN 1992 - *Navrhování betonových konstrukcí* - Část 1-1: Obecná pravidla
- [4] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 186 s. ISBN 978-80-7204-561-7.
- [5] Nečas, Radim. Zatížení mostů dle evropských norem (EN). [online]: dostupné z: <http://www.necasradim.cz/BL12/prednasky/TISK%2002%20-%20Zatizeni%20mostu%20EN.pdf>
- [6] *Post-Tensioning solutions EN* [online]. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/brozury/>
- [7] *Tension systems* [online]. Dostupné z: <http://www.tension.cz/produkty/tahla-macalloy>

9 Seznam obrázků

Obr. 1: Příčný řez korytem a situace	9
Obr. 2: Podélný řez varianta A	10
Obr. 3: Příčný řez varianta A	11
Obr. 4: Podélný řez varianta B	11
Obr. 5: Příčný řez varianta B	12
Obr. 6: Axonometrický pohled na prutový model.....	13
Obr. 7: Silové působení a rozklad sil	14
Obr. 8: Průběh ohybového momentu na spojitém nosníku	14
Obr. 9: Průběh ohybového momentu od stálého zatížení bez zkrácení	15
Obr. 10: Průběh ohybového momentu v první fázi iterace.....	15
Obr. 11: Průběh ohybového momentu ve druhé fázi iterace	15
Obr. 12: Průběh ohybového momentu ve třetí (finální) fázi iterace	16
Obr. 13: Maximální deformace pylonu – výchozí stav	16
Obr. 14: Maximální svislá deformace mostovky – výchozí stav	16
Obr. 15: Poloha předpínacích kabelů	17
Obr. 16: Deskový model – dimenzační moment m_{yD} - a ohybový moment v žebře	18
Obr. 17: Vyztužení stojky pylonu a příčníků	18

10 Seznam příloh

P1 (Varianty a použité podklady)

P1 01: Podklady

P1 02: Varianta A

P1 03: Varianta B

P1 04: Vizualizace

P2 (Výkresy)

P2 01: Situace

P2 02: Podélný řez

P2 03: Příčné řezy

P2 04: Schéma betonářské výztuže – mostovka

P2 05: Schéma betonářské výztuže – pylon

P2 06: Výkres předpínací výztuže

P3 Statický výpočet