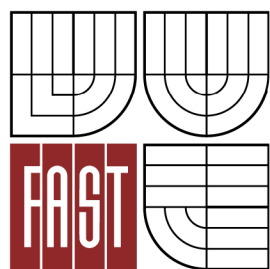




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MOST NA PŘELOŽCE SILNICE I/57 PŘES MÍSTNÍ POTOK

THE BRIDGE ON THE RELOCATION OF ROAD I/57 OVER A LOCAL BROOK

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN FOJTŮ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

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. Jan Fojtů
Název	Most na přeložce silnice I/57 přes místní potok
Vedoucí diplomové práce	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

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

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
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

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

Ve výběru varianty se zaměřte na deskovou nebo trémovou spojitou mostní konstrukci.

Podrobný návrh nosné konstrukce vybrané varianty mostu provedte 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)

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

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

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

ABSTRAKT

Tématem práce je bezpečný a hospodárný návrh nosné konstrukce mostu proměnného průřezu v souladu se všemi platnými normami a předpisy. Konstrukce je posouzena dle mezních stavů. Řešení zahrnuje časovou analýzu konstrukce s vlivem postupné výstavby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Most, předpjatý beton, spojitý nosník, jednostrán, časově závislá analýza, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti.

ABSTRACT

The topic of this thesis is a safe and economical design of a bearing bridge structure with a variable cross-section according to all valid regulations and standards. The structure is reviewed by limit states. The solution includes time-dependent analysis of the structure with the influence of progressive construction.

KEYWORDS

Bridge, prestressed concrete, continuous beam, spine girder, time-dependent analysis, serviceability limit state, ultimate limit state.

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jan Fojtů *Most na přeložce silnice I/57 přes místní potok*. Brno, 2015. 33 s., 203 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 samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Jan Fojtů

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Radimu Nečasovi, Ph.D. za odborné vedení při průběhu zpracování, cenné rady a myšlenky, ochotu a trpělivost.

OBSAH

Úvod.....	9
1. Varianty typu mostu	10
1.1 Varianta A	11
1.1 Varianta B	12
1.1 Varianta C	13
2. Návrh mostu	14
2.1 Šířkové uspořádání	14
2.2 Rozměry nosná konstrukce	15
2.3 Mostní svršek	15
2.4 Spodní stavba	16
3. Zatížení.....	17
3.1 Zatížení stálé	17
3.2 Zatížení nahodilé	17
3.2.1 Při montáži	17
3.2.2 Dopravou	17
3.2.3 Sestavy zatížení	19
4. Model.....	20
4.1 Prutový model	20
4.2 Deskový model	20
5. Podélný směr	21
5.1 Varianta betonáže v jednom záběru	21
5.2 Varianta postupné betonáže po polích 1	22
5.3 Varianta postupné betonáže po polích 2	22
5.4 Mezní stav použitelnosti	24
5.5 Mezní stav únosnosti – ohyb	25
5.6 Mezní stav únosnosti – smyk a kroucení	25
6. Příčný směr	27
7. Příčníky.....	28
8. Závěr.....	29
9. Seznam použité literatury	30
10. Seznam obrázků	31
11. Seznam tabulek	32
12. Seznam příloh	33

ÚVOD

Navrhovaný most překlenuje údolí, ve kterém se nachází Gručovický potok a dále stávající silnice I/57. Převáděná komunikace je kategorie S11,5/80. Z této vyplývá prostorové uspořádání mostu.

Jsou navrženy 3 varianty možného typu konstrukce, z nichž je vybrána varianta jednotrámové dodatečně předepnuté konstrukce o šesti polích s proměnnou výškou nosné konstrukce. Most je zatížen modely zatížení dle ČSN EN 1991 – 2: Zatížení mostů dopravou.

Výpočetní modely jsou vytvořeny v programu Scia Engineer 2013. Návrh předpětí a posouzení konstrukce je provedeno v souladu s ČSN EN 1992 – 1 a s podklady firmy VSL, VSL European Technical Approval.

1 VARIANTY TYPU MOSTU

Jsou navrženy 3 varianty typů mostů. Blíže jsou specifikovány v příloze P1 Varianty řešení.

Všechny varianty jsou tvořeny spojitým nosníkem s rozpětím polí 15,0 – 22,0 – 22,0 – 25,0 – 25,0m.

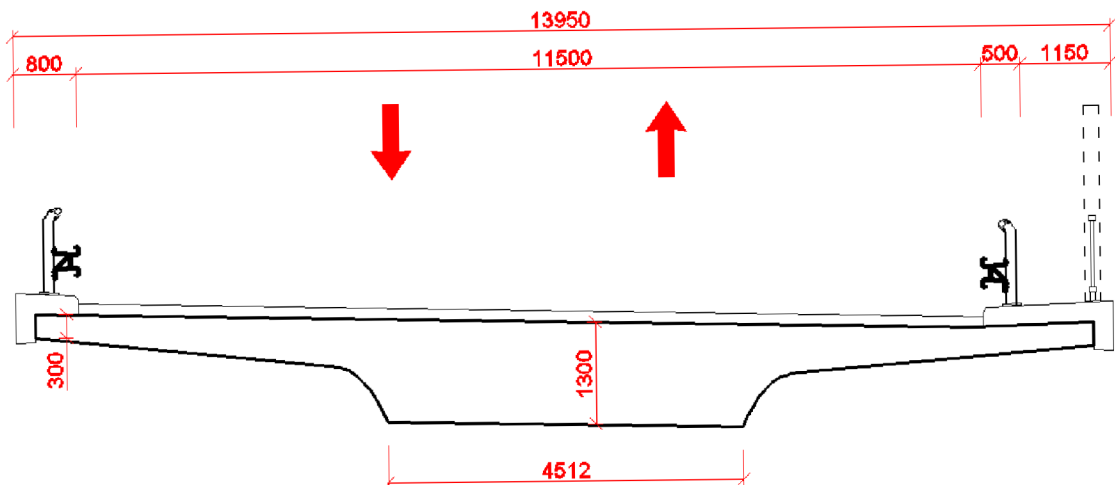


Obr.1 Schéma – pojmenování podpěr

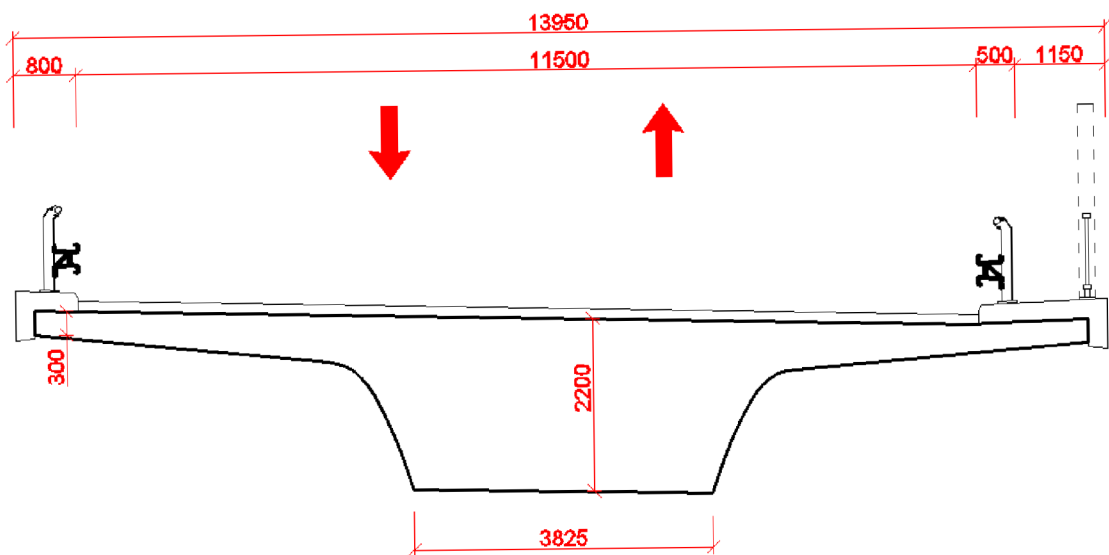
1.1 Varianta A

Nosná konstrukce varianty A je tvořena jednostránem s proměnným průřezem. Výška nosné konstrukce se mění parabolickými náběhy nad podpěrami 5 a 6 z 1,3m na 2,2m.

Tato varianta je vybrána k podrobnému zpracování.



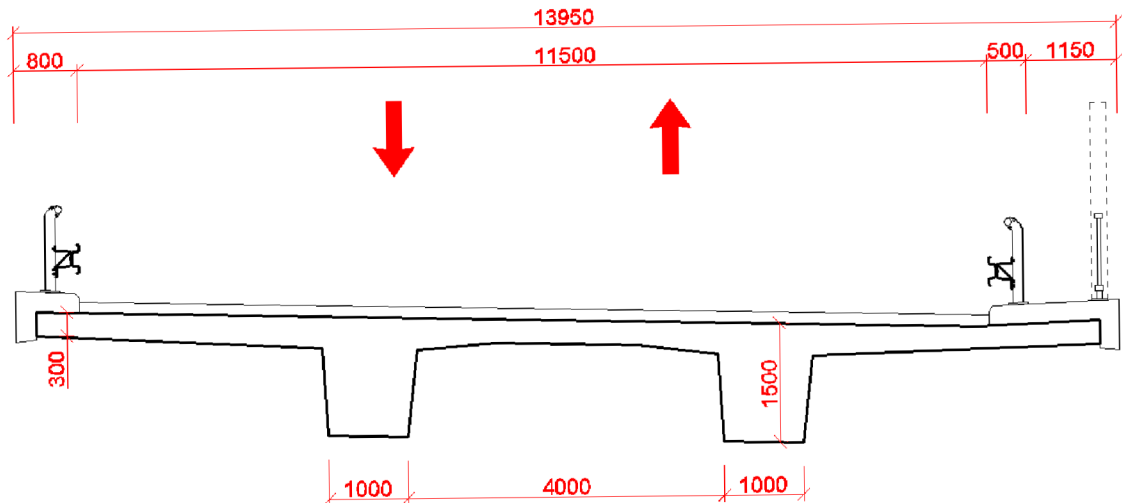
Obr.2 Příčný řez 1 – Varianta A



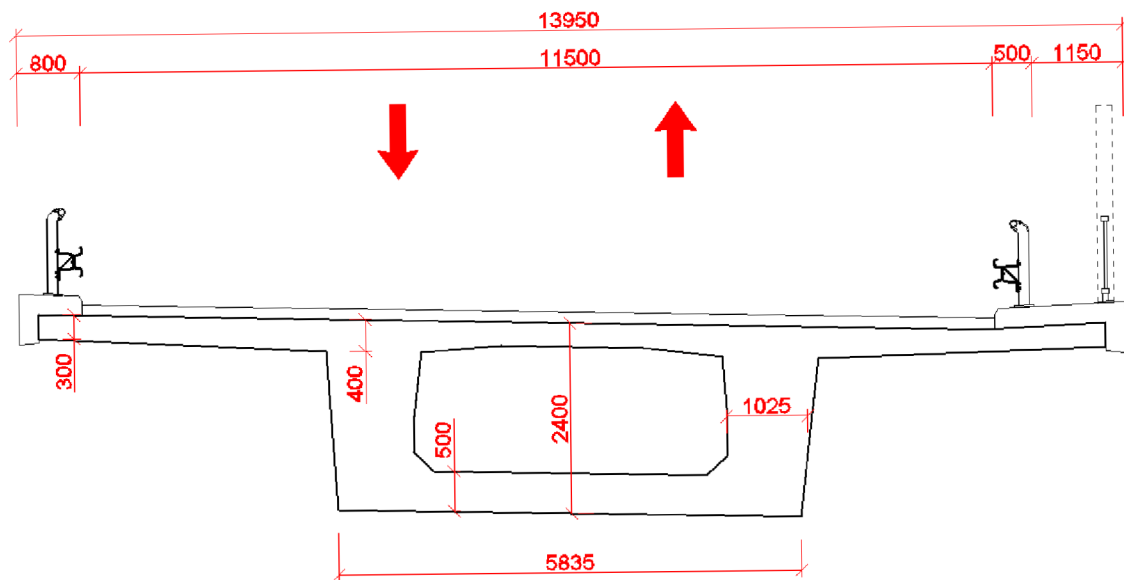
Obr.3 Příčný řez 2 – Varianta A

1.2 Varianta B

Nosnou konstrukci varianty B tvoří dvoutrám taktěž proměnného průřezu. Trámy jsou spojeny deskou mostovky vytvářející dva průřezy tvaru T, ke kterým je nad podpěrami 5 a 6 přidána i dolní deska, čímž vznikne komorový průřez. Výška se mění z 1,5m na 2,4m.



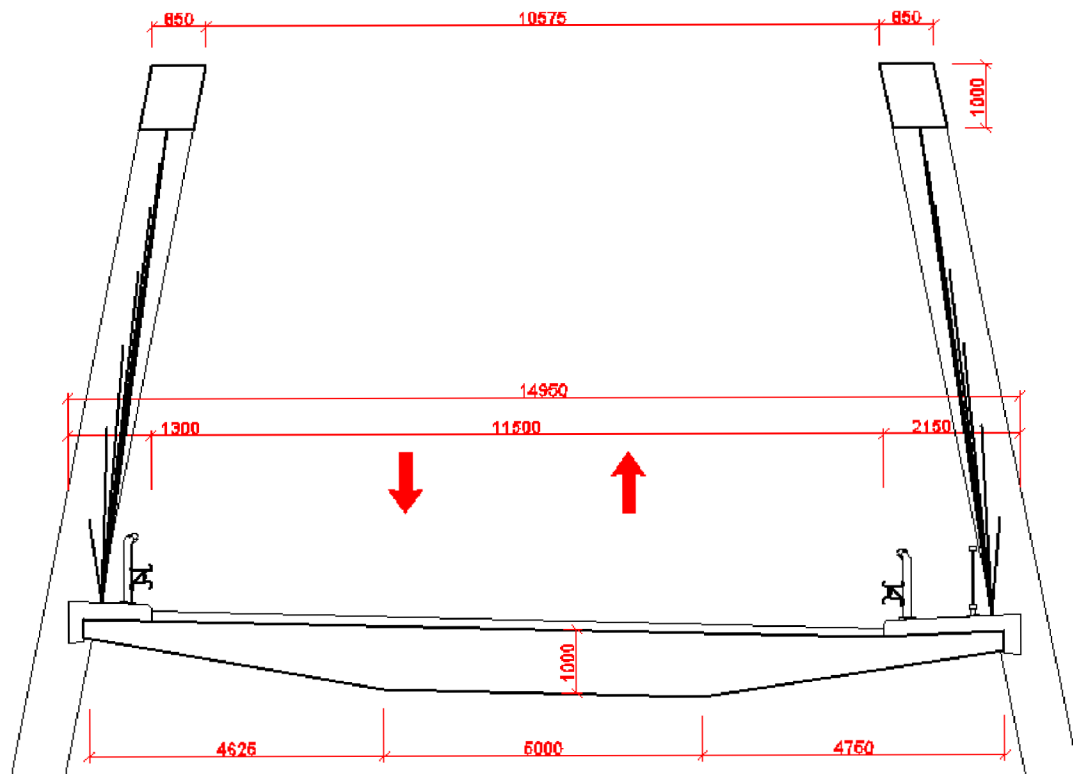
Obr.4 Příčný řez 1 – Varianta B



Obr.5 Příčný řez 2 – Varianta B

1.3 Varianta C

Nosnou konstrukci varianty C tvoří betonová deska po délce konstantního průřezu, která je v poli s největším rozpětím podporována obloukem. Oblouk je z ocelobetonového průřezu, mostovka je zavěšena na ocelových závěsech.



Obr.6 Příčný řez - Varianta C

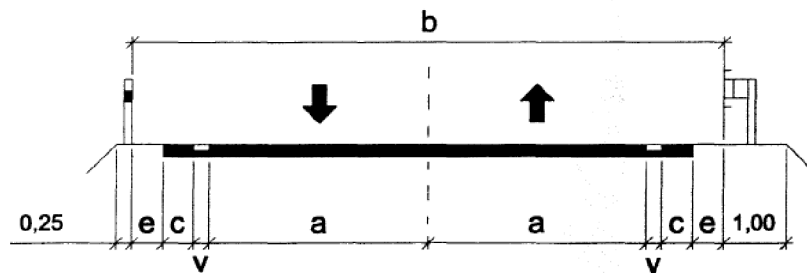
2 NÁVRH MOSTU

2.1 Šířkové uspořádání

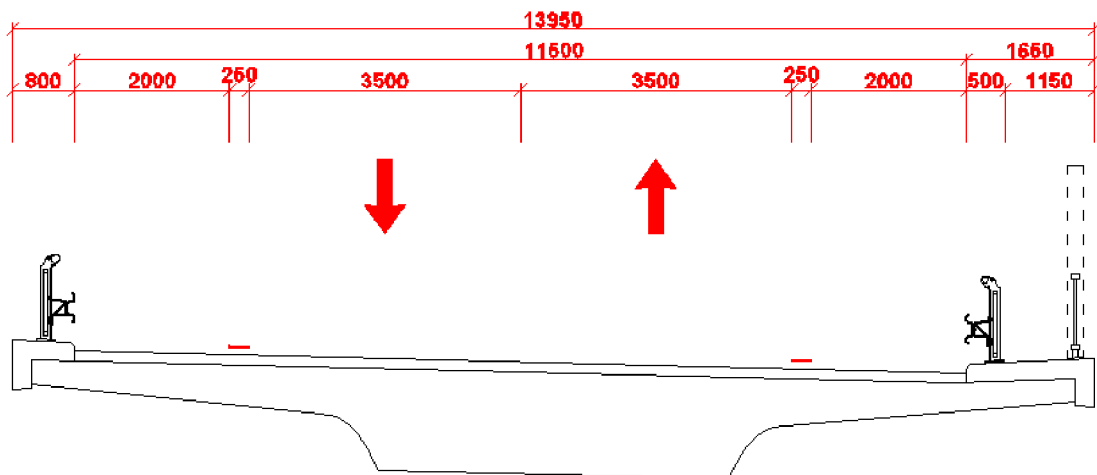
Kategorie převáděné silnice je S11,5/80, z čehož vyplývá šířkové uspořádání mostu. Šířka jízdních pruhů, vodících proužků a zpevněné části krajnice je stejná jako v přilehlém úseku pozemní komunikace [1].

Návrhová kategorie			Šířka v m			
písmenný znak	b m	návrhová rychlost km/h	a ^{*)}	v	c	e
S	6,5 ^{**)}	60; 50	2,75	0,00	0,00	0,50
S	7,5	70; 60; 50	3,00	0,25	0,00	0,50
S	9,5	80; 70; 60	3,50	0,25	0,50	0,50
S	11,5	90; 80; 70	3,50	0,25	1,50	0,50

^{*)} Základní hodnota bez rozšíření ve směrovém oblouku.
^{**)} Navrhuje se při intenzitě silničního provozu do 1000 voz /24 h.



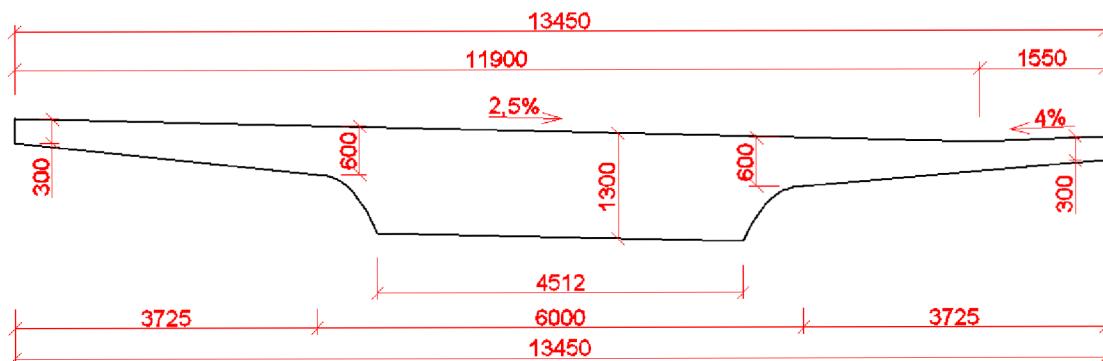
Tab.1 Návrhové kategorie dvoupruhových silnic



Obr.7 Šířkové uspořádání mostu

Na pravé římse je ponechána prostorová rezerva pro osazení protihlukové stěny. Tento prostor může být v případě návržení zábradlí užíván coby nouzový chodník o šířce 0,85m.

2.2 Rozměry nosné konstrukce



Obr.8 Rozměry nosné konstrukce v poli 3

2.3 Mostní svršek

Vozovkové souvrství

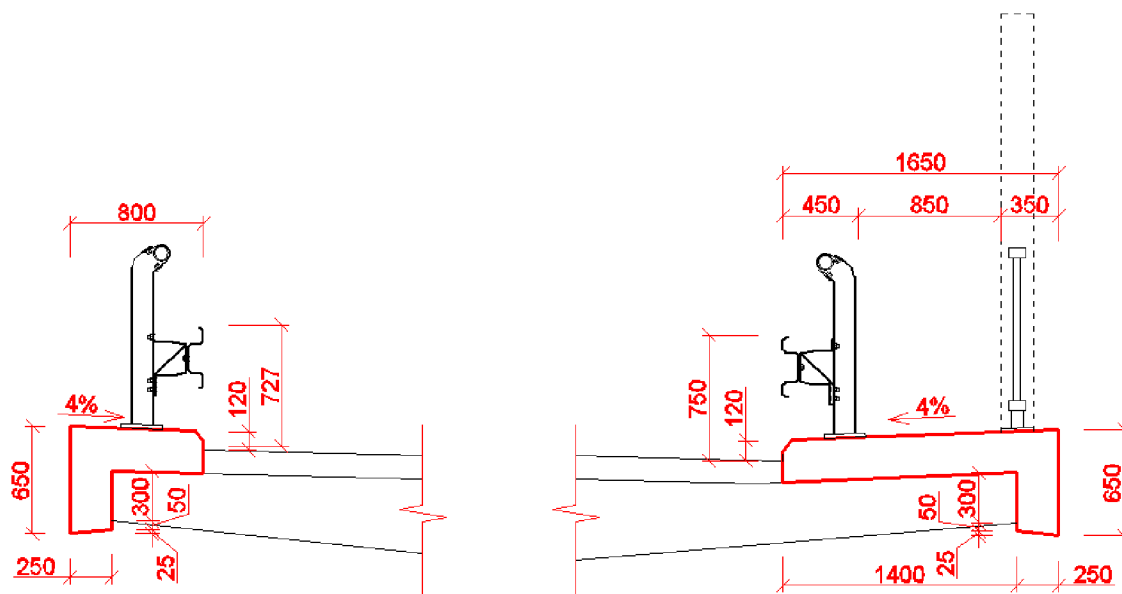
Konstrukce vozovkového souvrství je navržena jako netuhá v celkové tloušťce 140mm.

asfaltový koberec mastixový	SMA 11	40mm
asfaltový beton hrubý	ACL16	60mm
litý asfaltu	MA11 I	35mm
izolace		5mm
pečetící vrstva z epoxidové pryskyřice		

celkem **140mm**

Mostní římsy

Jsou navrženy monolitické mostní římsy z betonu C 30/37 – XF4, které přesahují přes nosnou konstrukci o 250mm.



Obr.9 Detail uspořádání říms

Záchytná zařízení

Na mostě jsou navržena po obou stranách komunikace svodidla ZSNH4/H2 se sloupky umístěnými po 2,0m. U nouzového chodníku je navrženo ocelové mostní zábradlí výšky 1,1m.

2.4 Spodní stavba mostu

Vzhledem ke geologickým poměrům v místě stavby, je založení mostu řešeno jako hlubinné. Jsou navrženy velkopřůměrové vrтанé piloty opřené do únosné vrstvy podloží. Na hlavách pilot jsou zhotoveny patky, do kterých jsou vetknuty podpěry, resp. opěry.

	patka (šxdxv)[m]	délka pilot [m]	počet pilot
Opěra 1	13.45x3.65x1.0	20.0	7
Podpěra 2	5.8x4.0x1.5	14.0	6
Podpěra 3	5.8x4.0x1.5	15.5	6
Podpěra 4	5.8x4.0x1.5	15.5	6
Podpěra 5	7.3x4.0x1.5	15.5	8
Podpěra 6	7.3x4.0x1.5	15.5	8
Opěra 7	13.45x3.65x1.0	21.0	7

Tab.2 Přehled základů

3 ZATÍŽENÍ

3.1 Zatížení stálé

Je uvažována vlastní tíha a ostatní stálé (tíha říms, záchytných zařízení, vozovky, je uvažována tíha protihlukové stěny 3kNm^{-1}) Tíha mostovky je zvětšena o součinitel $\gamma_{\text{sup}}=1,4$ viz kapitola 4.1 přílohy P4 Statický výpočet.

3.2 Zatížení nahodilá

3.2.1 Při montáži

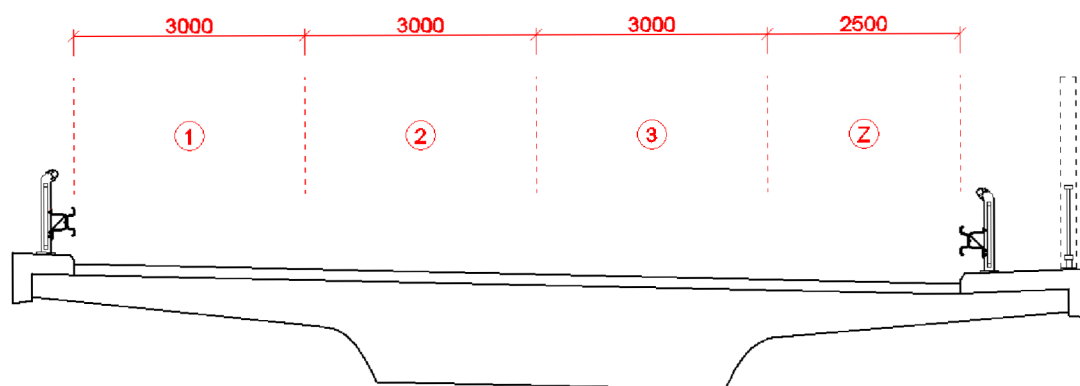
Je uvažováno rovnoměrné spojitě zatížení o intenzitě $0,5\text{kNm}^{-2}$ [8]. Odlehčujících účinků zatížení se nedbá - zatížení je umístěno na konstrukci tak aby vyvolávalo co možná nejnepříznivější účinky (dle příčkových čar na spojitěm nosníku).

3.2.2 Dopravou

Pro určení celkových a lokálních účinků jsou uvažovány modely zatížení LM1 a LM3 [2].

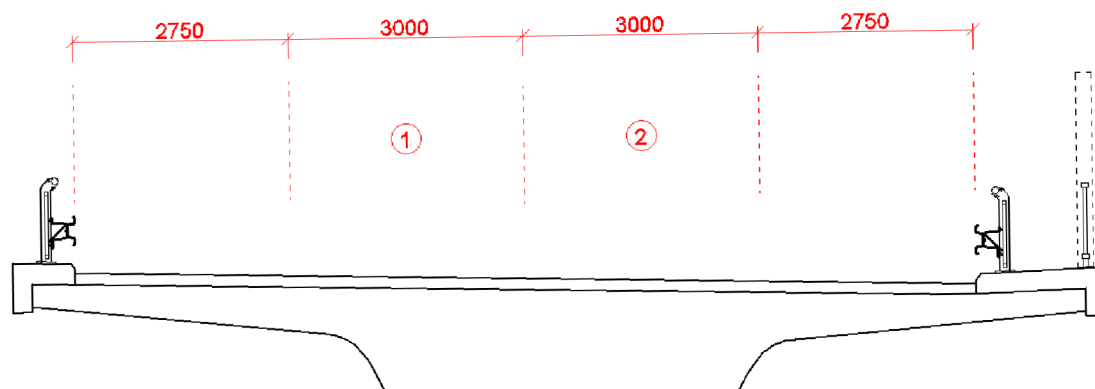
Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů

Pro deskový model jsou zkoumány různé kombinace rozmístění zatěžovacích pruhů, uvedena je pouze kombinace vyvolávající nejnepříznivější účinky.



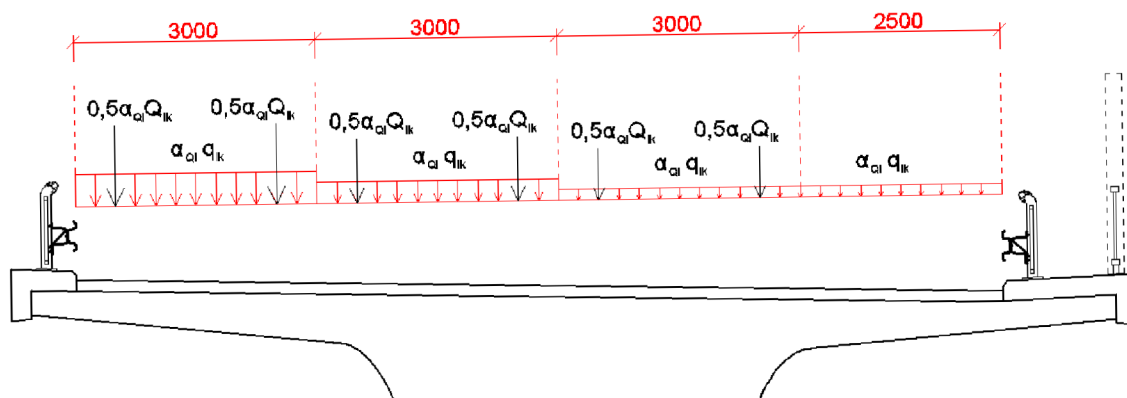
Obr.10 Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů pro LM1

Pro LM3 je vozovka definována bez vodících proužků a krajnic. Vozidlo se po mostě pohybuje samostatně v ose mostu s maximální možnou výchylkou 0,5m.



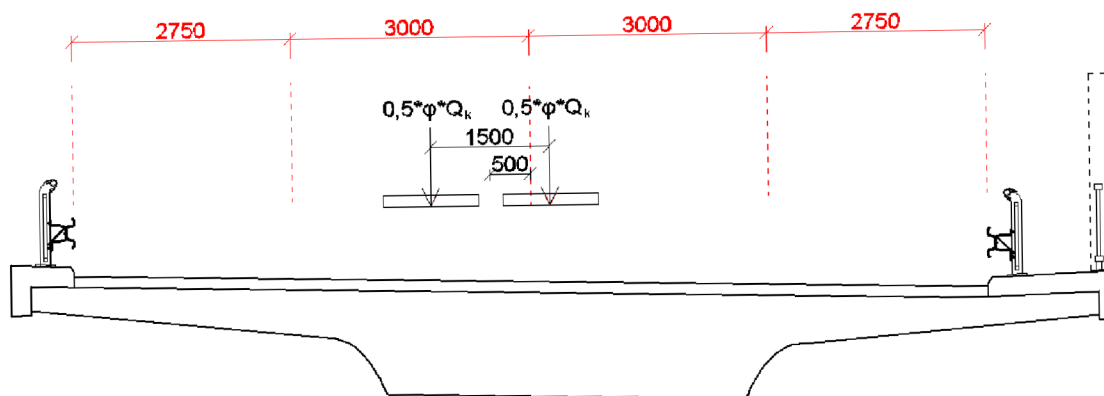
Obr.11 Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů pro LM3

Model zatížení LM1



Obr.12 Model zatížení LM1

Model zatížení LM3



Obr.13 Model zatížení LM3

Pro zjištění obálek vnitřních sil je do výpočtového softwaru zadáno pohyblivé zatížení pomocí šablony zatížení vytvořené ze spojitých zatížení od jednotlivých kol tandem systému. Spojitá zatížení (UDL) jsou zadávána s ohledem na průběh příčinkových čar na spojitém nosníku, kdy se nedbá odlehčujících účinků.

Pro model zatížení LM3 je uvažováno zvláštní vozidlo pro silnice I.třídy 1800/200 s přidavným dynamickým součinitelem $\phi=1,25$.

Chodníky

Zatížení chodníků se uvažuje jako spojitě rovnoměrné zatížení o hodnotě 3KNm^{-2} viz tab. 3.

3.2.3 Sestavy zatížení dopravou

		Vozovka		Chodník
Zatěžovací systém		Svislé síly		Pouze svislé zatížení
		LM1	LM3	Rovnoměrné zatížení
Sestavy zatížení	gr1a	Charakteristické hodnoty		3KNm^{-2}
	gr5	Charakteristické hodnoty rovnoměrného zatížení	Charakteristické hodnoty	

Tab.3 Sestavy zatížení dopravou

V sestavě gr5 není uvažováno rovnoměrné zatížení od LM1, protože při pojezdu zvláštního vozidla musí být vyloučena veškerá ostatní doprava na mostě. Časté a kvazistálé hodnoty zatížení jsou vypočteny přenásobením charakteristických hodnot součiniteli Ψ_0, Ψ_1 .

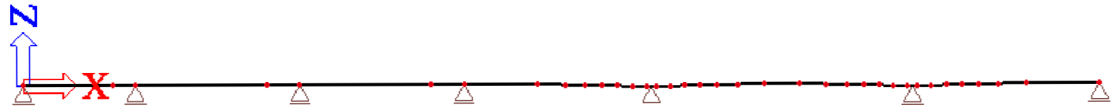
Zatížení	Značka		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Dopravou	gr1a	TS (dvounápravy)	0,75	0,75	0
		UDL (rovnoměrné zatížení)	0,40	0,40	0
		Chodci a cyklisti	0,40	0,40	0
	gr5 (zvláštní vozidlo)		0	-	0

Tab.4 Kombinační součinitele ψ

4 VÝPOČTOVÝ MODEL

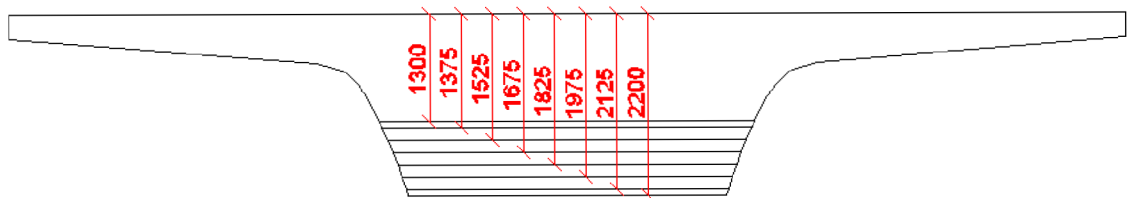
4.1 Prutový model

Model konstrukce je vytvořen jako spojitý nosník s proměnným průřezem.



Obr.14 Statické schéma

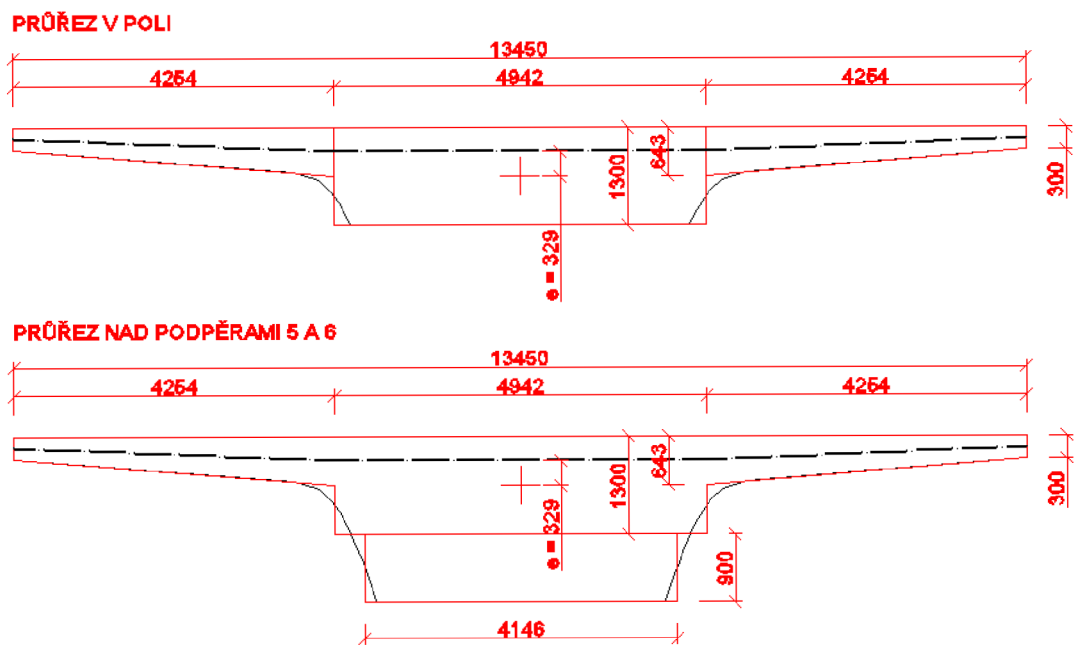
Odstupňování průřezů v modelu - viz kapitola 4.1 přílohy P4 Statický výpočet.



Obr.15 Jednotlivé průřezy

4.2 Deskový model

Lokální změna tloušťky desky je v programu Scia Engineer modelována jako podoblast plochy.



Obr.16 Deskový model

5 PODÉLNÝ SMĚR

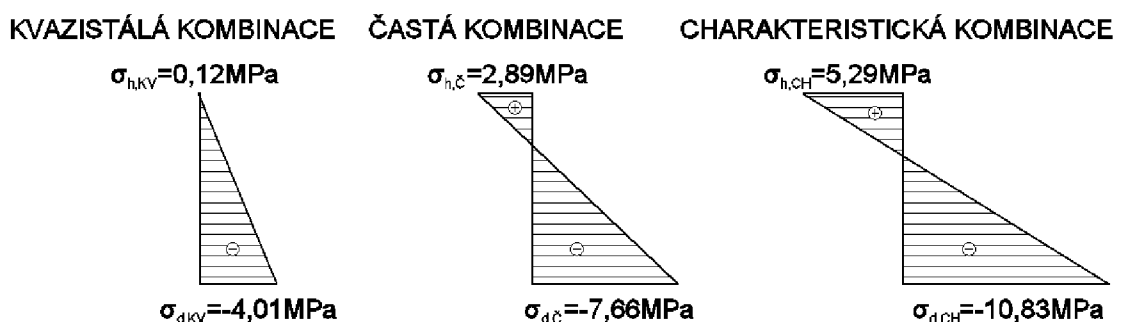
Pro výpočet je uvažován efektivní průřez a jeho charakteristiky viz kapitola 5.1 přílohy P4 Statický výpočet. Hodnoty napětí z programu Scia Engineer nejsou správné (při zadání efektivních šířek by nebyla správně spočtena vlastní tíha), proto jsou tyto počítány ručně.

Pro zohlednění excentricity zatížení v prutovém řešení je deskový model zatížen modelem LM1 rozpočítaným na plochu (resp. na šířku u tandem systému). Vnitřní síly (momenty) z tohoto řešení jsou dány do poměru z vnitřními silami vyvolanými zatížením od excentricky umístěného modelu viz kapitola 4.3 přílohy P4 Statický výpočet. O tento poměr je pak zvýšeno namáhání od modelu LM1 vypočtené na prutovém modelu.

5.1 Varianta betonáže v jednom záběru

Je předpokládána betonáž celé konstrukce na pevné skruži v jednom záběru a pak předepnutí všech kabelů. Návrh vedení kabelů je proveden tak, že jsou kabely umístěny do mezní polohy v průřezu (při splnění minimálního krytí výztuže) a postupnou optimalizací je dosaženo výsledného vedení, aby byl průřez co možná nejrovnoměrněji namáhán. Je kontrolován mezní stav použitelnosti – omezení normálových napětí v betonu. Kontrola je prováděna v čase uvedení do provozu a v čase životnosti konstrukce. Je zjištěno, že z hlediska omezení napětí vyhoví 6 kabelů po 17-ti lanech + 5 kabelů po 19-ti lanech jako přídatný kabel v poli 5.

Viz kapitola 5.2 přílohy P4 Statický výpočet.



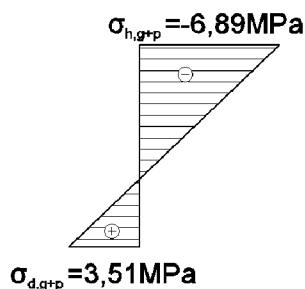
Obr.17 Průběh napětí v podpěře 3 v čase t_0 .

5.2 Varianta postupné betonáže po polích 1

Je zpracována varianta postupné betonáže, kdy jsou jednotlivá pole betonována postupně s přečnívající konzolou. V nově vybetonovaném poli je vždy před odskrúžením předepnuta polovina kabelů. Je navrženo 6 kabelů po 22-ti lanech + 5 kabelů po 19-ti lanech coby přidavný kabel.

Tato varianta uvažuje začátek betonáže v poli 1. Při montáži je kontrolován mezní stav použitelnosti omezení napětí v nejvíce namáhaných průřezech v poli a v podpěrách. Pro přehlednost je uvedena pouze fáze 5, kdy je odskrúženo pole 5 (předepnuté polovinou nezainjektovaných kabelů). Hodnota dovoleného tahového napětí v betonu (pevnost betonu v tahu po sedmi dnech) je překročena a průřez nevyhoví. Je tedy zvolen jiný postup výstavby.

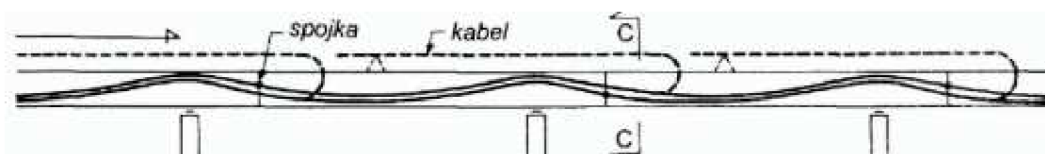
NAPĚTÍ PŘI MONTÁŽI



Obr.18 Průběh napětí v poli 5

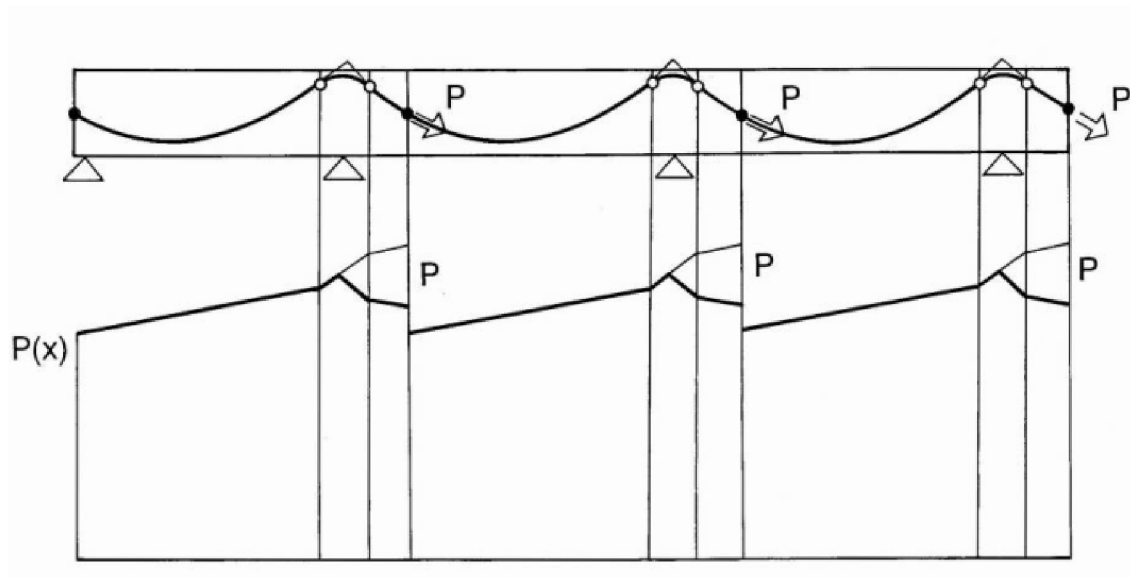
5.3 Varianta postupné betonáže po polích 2

Tak jako v předchozím případě je uvažováno 6x22 + 5x19 kabelů. Postup výstavby je zde uvažován od nejdelšího pole (pole 5), které je vybetonováno s přečnívajícími konci. Po sedmi dnech je předepnut a zainjektován přidavný kabel, průběžný kabel je pouze předepnut a zůstává nezainjektovaný. V další fázi je dobetonováno pole 6 a je opět předepnuto polovinou nesoudržných kabelů. Ve třetí fázi je vybetonováno pole 4 s přečnívajícím koncem a je předepnuto, další postup je již jako při klasické betonáži po polích [7].



Obr.19 Schéma uspořádání kabelů

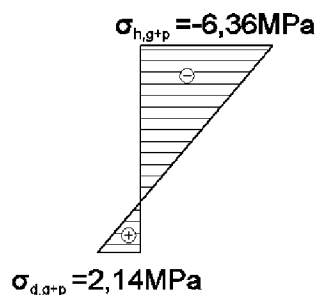
Je sledován průběh předpínací síly, aby tahová síla ve spojce u napínaného kabelu byla nižší, než je kotvící síla kabelu napnutého v předchozím kroku [8]. Aby byla splněna tato podmínka, je nutné upravit napínací napětí kabelů, viz kapitola 5.4 přílohy P4 Statický výpočet.



Obr. 20 Schéma průběhu předpínací síly v postupně napínaném a spojovaném kabelu

Montáž je posouzena z hlediska mezního stavu použitelnosti – omezení normálových napětí a mezního stav únosnosti viz kapitola 5.4.1 a 5.4.2 přílohy P4 Statický výpočet. V poli 5 je nutné doplnit betonářskou výztuž pro přenesení ohybového momentu – je navrženo 6 $\varnothing R25$ u spodního povrchu. Je také uvažováno, že přídatný kabel bude ihned po předepnutí zainjektován. Ve volných kabelech je uvažováno základní napětí v hodnotě $\Delta\sigma_p=100\text{MPa}$.

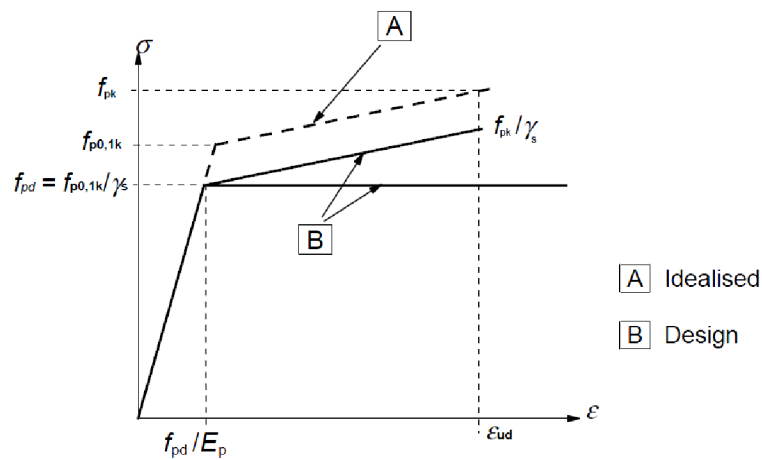
NAPĚTÍ PŘI MONTÁŽI



Obr.21 Průběh napětí v poli 5

Volba výšky neutrálné osy a výpočet sil je opakován do té doby, až platí podmínka rovnováhy sil v průřezu $N_{Ed}=N_{Rd}$. Je uvažován pracovní diagram předpínací výztuže se stoupající větví, tzv. bilineární diagram, v němž je omezeno poměrné přetvoření výztuže hodnotou $\epsilon_{ud}=20\text{‰}$ [4]. V betonářské

výztuži je uvažován pracovní diagram s vodorovnou větví, kdy není poměrné přetvoření výztuže omezeno.



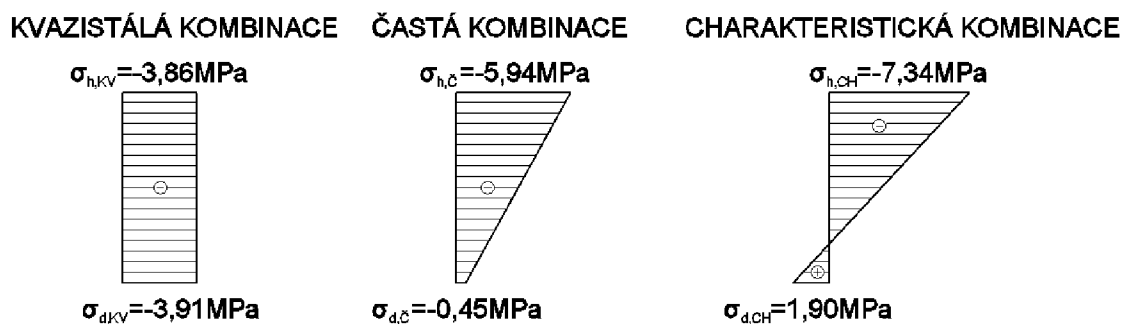
Obr.22 Pracovní diagram předpínací výztuže

Vychází-li při splnění rovnováhy sil v průřezu přetvoření předpínací výztuže ϵ_{ud} větší než mezní hodnota, je zaveden předpoklad tlakového porušení průřezu, kdy mezního poměrného přetvoření předpínací výztuže je dosaženo dříve než mezního přetvoření betonu [4].

Tento postup výstavby je vyhodnocen coby nejvýhodnější (v případě zvolení prvního by bylo nutno navýšit počet lan v kabelech) a je s ním uvažováno v dalším výpočtu.

5.4 Mezní stav použitelnosti

Jsou kontrolována normálová napětí v časech uvedení do provozu a v čase životnosti konstrukce, je kontrolováno mezní přetvoření od časté kombinace nahodilého zatížení a také je-li splněn požadavek omezení šířky trhlin, resp. jejich vzniku, viz kapitola 5.5 přílohy P4 Statický výpočet.



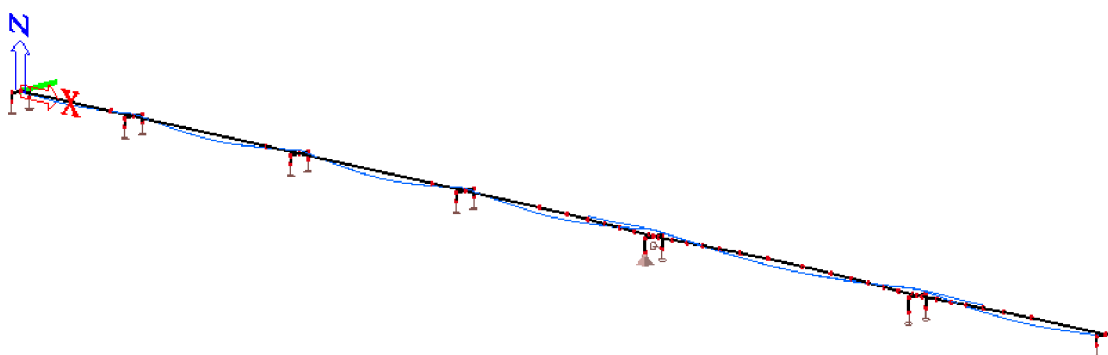
Obr.23 Průběh napětí v poli 5 v čase t_{∞}

5.5 Mezní stav únosnosti – ohyb

Mezní únosnost je posuzována v čase životnosti konstrukce. Je stejně jako v mezních stavech použitelnosti uvažováno s účinky nahodilého zatížení zvětšenými o vliv excentricity. Viz kapitola 8.9 přílohy P4 Statický výpočet.

5.6 Mezní stav únosnosti – smyk a kroucení

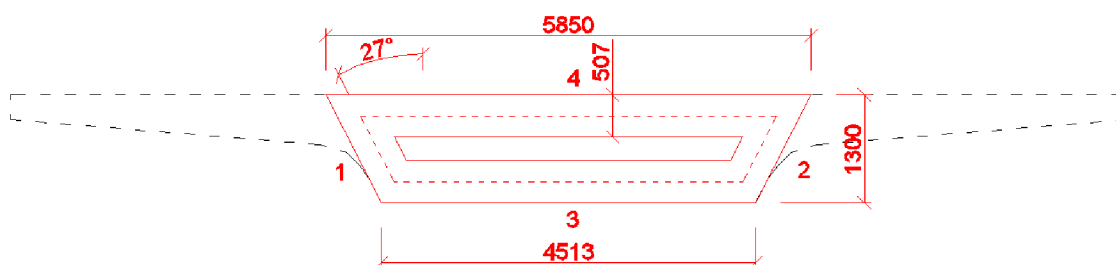
Model konstrukce je nutné doplnit o tuhá ramena a podpory dle obrázku.



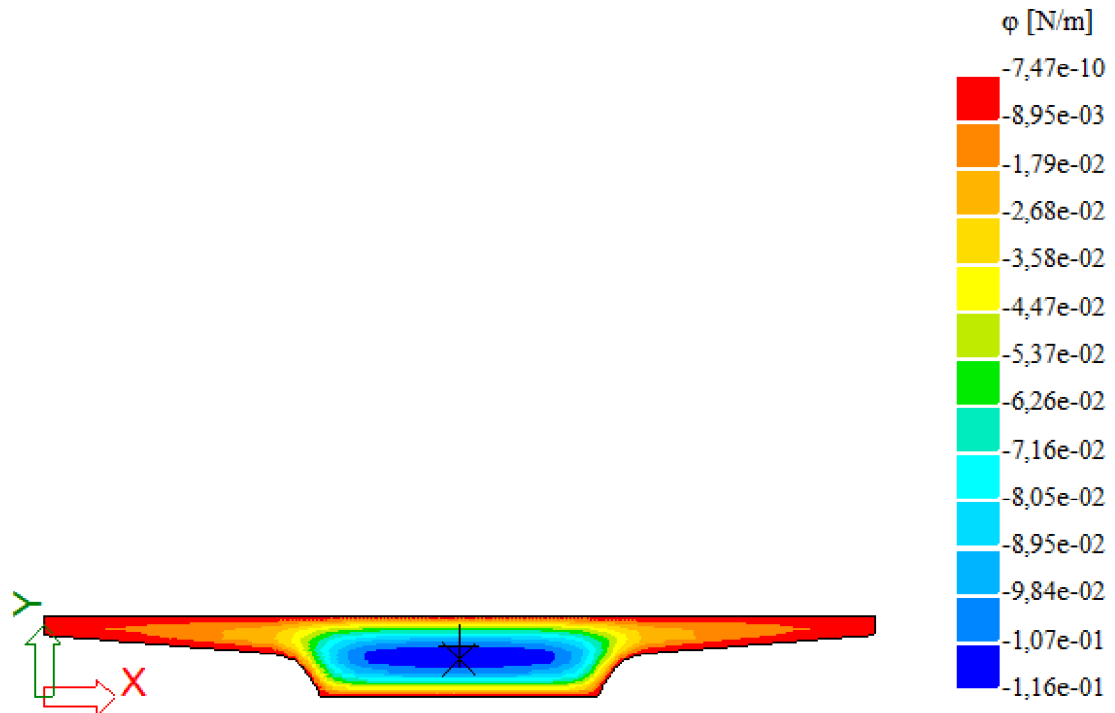
Obr.24 Výpočetní model pro smyk a kroucení

Model je zatížen vlastní tíhou, ostatním stálým zatížením a zatížením dopravou modelem LM1 a chodníkem s vlivem kroucení viz kapitola 5.7 přílohy P4 Statický výpočet. Jsou uvažovány 2 kombinace zatížení, pro vyvození maximálního kroučícího momentu $\max T_{Ed}$ a pro vyvození maximální posouvající síly $\max V_{Ed}$ a k nim odpovídající vnitřní síly.

Vzhledem k průběhu Prandtlovy funkce na průřezu lze průřez nahradit analogickým tenkostěnným průřezem [6].

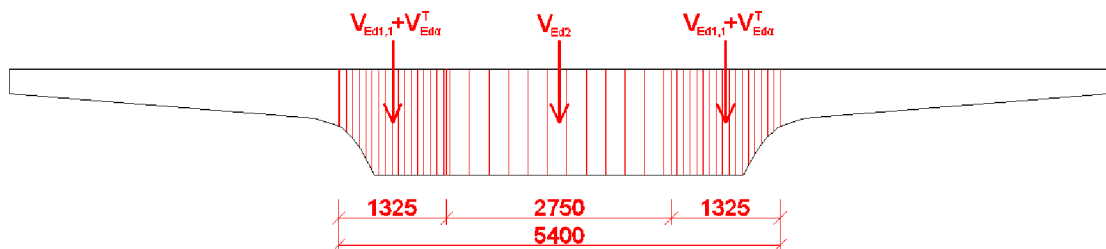


Obr.25 Tenkostěnný analogický průřez



Obr.26 Průběh Prandtlovy funkce

Je uvažováno, že se posouvající síla rozdělí po průřezu na základě poměrů šířek, ve střední části tedy působí pouze část posouvající síly, v krajních částech průřezu zbylé části posouvající síly a svislá část síly vyvolaná kroutícím momentem.



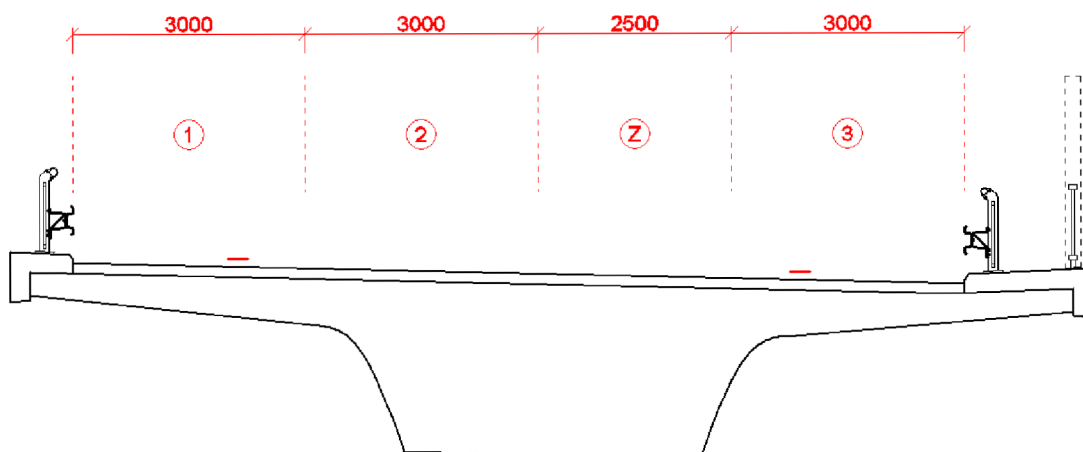
Obr.27 Rozdělení posouvající síly po průřezu

Pro obě kombinace ($\max T_{Ed}$ a $\max V_{Ed}$) je posuzována interakce kroucení a posouvající síly. Je vypočtena únosnost prvku bez smykové výztuže, V žádném z řezů tato nevyhoví, proto je proveden návrh smykové výztuže a posouzení únosnosti prvku a únosnost tlačené diagonály. Je navržena betonářská výztuž k přenesení vodorovných sil od kroutícího momentu u horního a dolního okraje průřezu. Je také navržena výztuž na podélný smyk.

Totéž je provedeno také ve třetinách rozpětí polí z důvodu rozdělení výztuže po délce mostu.

6. PŘÍČNÝ SMĚR

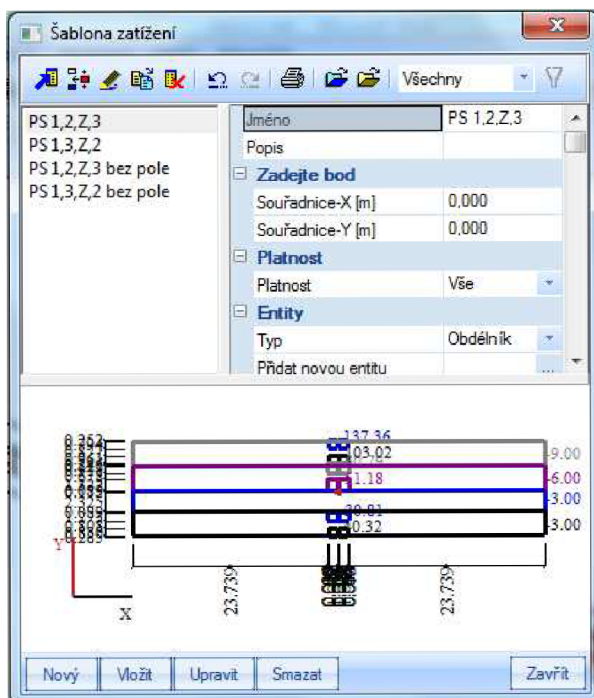
Deskový model je zatížen modelem LM1, zatěžovací pruhy jsou kladeny v různých kombinacích na konstrukci uvedena je pouze kombinace vyvolující extrémní účinky. Jde přitom o ověření lokálních účinků, vozidlo proto může vyjet z osy pruhu zatěžovacího pruhu, ale pouze tak, jak mu to jeho obrys dovolí.



Obr.28 Rozdělení mostu do zatěžovacích pruhů pro příčný směr

Z modelu zatížení je vytvořena šablona zatížení, která je kladena po délce konstrukce. Extrémní účinky (příčný dimenzační moment i hlavní posouvající síla) jsou vyvozeny při postavení šablony nad podpěru 5.

V tomto řezu je proveden návrh výztuže na příčný ohyb (se zahrnutím vlivu podélného smyku) a smyk tak aby nedocházelo ke vzájemné kolizi vložek.

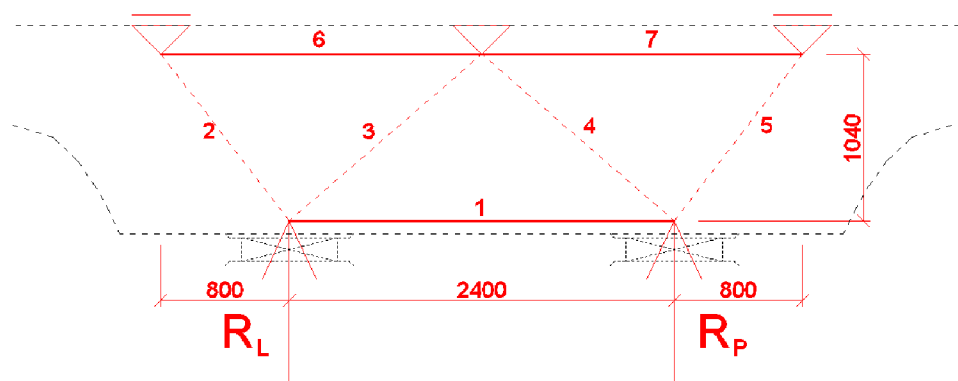


Obr.29 Šablona zatížení pro příčný směr

Posouzení je také kvůli optimalizaci množství betonářské výztuže provedeno ve třetinách rozpětí polí.

7. PŘÍČNÍKY

Je uvažováno postavení modelů zatížení dopravou pro vyvození maximálních reakcí viz kapitola 7 přílohy P4 Statický výpočet. Z vypočtených hodnot jsou vybrána maxima a je jimi zatížen S & T model.



Obr.30 S & T model příčnicku nad opěrami 2,3,4

Na takto zatíženém modelu jsou vypočteny vnitřní síly. Na táhla jsou navrženy nutné plochy výztuže – jsou přičteny k plochám výztuže nutné k přenesení kroutícího momentu. Tlačené vzpěry a uzlové oblasti jsou posouzeny na maximální napětí, které je určeno podle typu uzlu. Jsou vypočteny štěpné síly v tlačených diagonálách, na které jsou navrženy mřížky vložené v místech příčnicku.

Toto je provedeno nejhorší účinky zatížení (největší reakce) pro příčnicku nad opěrami 2,3,4 a také pro méně příznivý řez nad opěrami 5,6.

8 ZÁVĚR

Byly navrženy kabely podélného předpětí, byly posouzeny 2 možné varianty postupné betonáže po polích. Vybraná varianta byla při montáži posouzena na II. mezní stav - omezení normálových napětí a I. mezní stav – únosnosti na ohybový moment.

V čase životnosti byla prokázána dostatečná únosnost konstrukce v posudcích na II. mezní stav. V prvním mezním stavu byla konstrukce posouzena na ohyb. Byla navržena smyková výztuž a následně provedeno posouzení konstrukce na interakci smyku a kroucení.

V příčném směru byla ověřena únosnost výztuže navržené na dimenzační ohybový moment a na hlavní posouvající sílu včetně zahrnutí vlivu podélného smyku. Byly také vytvořeny a posouzeny S & T modely příčníků a na jejich táhla byla navržena betonářská výztuž.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN 736101. *Projektování silnic a dálnic*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] NEČAS, Radim. *Zatížení mostů dle evropských norem (EN)*. Přednáška [online]. Dostupné z: <http://www.necasradim.cz/BL12/prednasky/TISK%2002%20-%20Zatizeni%20mostu%20EN.pdf>
- [3] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce*. Vyd. 2. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. 186 s. ISBN 978-80-7204-561-7.
- [4] EN 1992-1. *Design of concrete structures*. Brussels: European Committee for Standardization, 2001.
- [5] VSL. *VSL European Technical Approval*. Dostupné z: <http://www.vsl.cz/download/181>
- [6] PANÁČEK, Josef. *Prvky betonových konstrukcí, Dimenzování betonových prvků – část 1*
- [7] STRÁSKÝ, Jiří. *Betonové mosty*. ISBN: 80 86426 05 X. ČKAIT, Praha 2001
- [8] STRÁSKÝ, NEČAS a KOLÁČEK, *Most stavěný postupně po polích na pevné nebo výsuvné skruži. Školení navrhování betonových mostů podle EC2, Běh 2*, Brno 2010

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1	Schéma – pojmenování podpěr	11
Obr.2	Příčný řez 1 – Varianta A	12
Obr.3	Příčný řez 2 – Varianta A	12
Obr.4	Příčný řez 1 – Varianta B	13
Obr.5	Příčný řez 2 – Varianta B	13
Obr.6	Příčný řez - Varianta C	14
Obr.7	Šířkové uspořádání mostu	15
Obr.8	Rozměry nosné konstrukce v poli 3	16
Obr.9	Detail uspořádání říms	17
Obr.10	Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů pro LM1	18
Obr.11	Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů pro LM3	19
Obr.12	Model zatížení LM1	19
Obr.13	Model zatížení LM3	19
Obr.14	Statické schéma	21
Obr.15	Jednotlivé průřezy	21
Obr.16	Deskový model	21
Obr.17	Průběh napětí v podpěře 3 v čase t^∞	22
Obr.18	Průběh napětí v poli 5	23
Obr.19	Schéma uspořádání kabelů	23
Obr. 20	Schéma průběhu předpínací síly v postupně napínaném aspojkovaném kabelu	24
Obr.21	Průběh napětí v poli 5	24
Obr.22	Pracovní diagram předpínací výztuže	25
Obr.23	Průběh napětí v poli 5 v čase t^∞	25
Obr.24	Výpočetní model pro smyk a kroucení	26
Obr.25	Tenkostěnný analogický průřez	26
Obr.26	Průběh Prandtlovy funkce	27
Obr.27	Rozdělení posouvající síly po průřezu	27
Obr.28	Rozdělení mostu do zatěžovacích pruhů pro příčný směr.	28
Obr.29	Šablona zatížení pro příčný směr	28
Obr.30	S & T model příčnicku nad opěrami 2,3,4	29

11 SEZNAM TABULEK

Tab.1	Návrhové kategorie dvoupruhových silnic	15
Tab.2	Přehled základů	17
Tab.2	Sestavy zatížení dopravou	20
Tab.3	Kombinační součinitele ψ	20

12 SEZNAM PŘÍLOH

		Č. VÝKRESU
P1	VARIANTY ŘEŠENÍ	
	P1.1	VARIANTA A 01
	P1.2	VARIANTA B 02
	P1.3	VARIANTA C 03
P2	VÝKRESY	
	P2.1	PŮDORYS MOSTU 04
	P2.2	PODÉLNÝ ŘEZ MOSTEM 05
	P2.3	PŘÍČNÉ ŘEZY 06
	P2.4	VÝKRES PŘEDPÍNACÍ VÝZTUŽE 07
	P2.5	VÝKRES BETONÁŘSKÉ VÝZTUŽE 08
P3	STAVEBNÍ POSTUP A VIZUALIZACE	
	P3.1	VÝKRES POSTUPU VÝSTAVBY 09
	P3.2	VIZUALIZACE 10
P4	STATICKÝ VÝPOČET	